

245741 64
201



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESTUDIO DE LA CONTAMINACION DEL AGUA,
APLICANDO EL METODO DE COMPONENTES
PRINCIPALES, CASO RIO QUERETARO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
B I O L O G O
P R E S E N T A :

TAMARA GONZALEZ MIRANDA

DIRECTOR DE TESIS: M. EN C. LOMBARDO GOMEZ VALDEZ



BIBLIOTECA
INSTITUTO DE ECOLOGIA
UNAM

1997
FACULTAD DE CIENCIAS
SECRETARIA ESCOLAR

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.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

NOO 2123T
TESIS COM
1951/90



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

M. en C. Virginia Abrín Batule
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis: "ESTUDIO DE LA
CONTAMINACION DEL AGUA, APLICANDO EL METODO DE COMPONENTES
PRINCIPALES, CASO RIO QUERETARO."

realizado por TAMARA GONZALEZ MIRANDA.

con número de cuenta 9052229-7 , pasante de la carrera de BIOLOGIA

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

- ✓ Director de Tesis M. EN C. LOMBARDO GOMEZ VALDEZ.
Propietario
- ✓ Propietario BIOL. ALVARO CHAOS CADOR.
- ✓ Propietario M. EN C. MARGARITO ALVAREZ RUBIO.
- ✓ Suplente BIOL. JORGE A. MORENO HERNANDEZ.
- ✓ Suplente M. EN C. Ma. EUGENIA TOVIERO SANCHEZ.

[Handwritten signature]
[Handwritten signature]
[Handwritten signature]

Consejo Departamental de Biología


COORDINACION GENERAL
DE BIOLOGIA

Dedico esta tesis:

A mis padres:

Lic. Elsa Miranda Ibieta y Dr. Jaime González Basurto

Porque su ejemplo ha sido mi guía y por todo el apoyo que siempre me han brindado.

A mi hermana:

Bárbara

Por toda su confianza, apoyo y cariño, por sus consejos que siempre me han hecho pensar cómo ser una mejor persona.

A mis abuelos:

Guillermo y Esperanza

Por todo su cariño y apoyo.

Agradecimientos

Me es grato presentar mis agradecimientos al M. en C. Lombardo Gómez Valdez, por su acertada dirección, asesoría y apoyo en el desarrollo del presente trabajo.

A la Q.B. Luz María Cabrera López por todo su apoyo en la realización de este trabajo.

Al M. en C. Juan Mejía Romero por su valiosa colaboración.

Al Biólogo Álvaro Chaos Cador, M. en C. Margarito Álvarez Rubio, Biólogo Jorge A. Moreno Hernández, M. en C. Ma. Eugenia Tovar Martínez quienes forman parte del jurado examinador.

A Tatiana González, Andrea Benítez,, Felipe Amézcuca, Gastón Figueroa. Por sus consejos y su amistad.

A la Universidad Nacional Autónoma de México por haberme brindado la oportunidad de concluir una carrera profesional.

Contenido

Resumen

1 Introducción

2 Antecedentes

2.1 Generalidades

2.2 La situación en Querétaro

2.3 Contaminantes e interacciones

2.4 Métodos estadísticos

2.5 Componentes principales

3 Objetivos

4 Metodología

5 Resultados

6 Discusión

7 Conclusiones

8 Bibliografía

9 Anexos:

A. Rutina SAS

B. Norma Oficial Mexicana

C. Reglamento para las descargas en aguas residuales a los sistemas de alcantarillado del Estado de Querétaro

D. Localización Geográfica del Río Querétaro

Resumen

En el presente trabajo se empleó el método de análisis multivariable denominado "componentes principales" para describir un problema de contaminación en cuerpos de agua. El problema específico al que se hace referencia es el caso del Río Querétaro y los datos de los contaminantes presentes se obtuvieron en un punto de descarga en los límites de los estados de Querétaro y Guanajuato.

Considerando que los contaminantes interactúan entre sí, el método de "componentes principales" es el más adecuado. Utilizando el paquete estadístico *Statistical Analysis System* (SAS) y a partir de 5 variables originales, se obtuvieron cinco componentes principales. Por su representatividad, el primer componente principal puede utilizarse como un índice de calidad del agua. En el caso del Río Querétaro se calculó este índice de calidad en diferentes fechas; los valores -3.1 y 2.8 fueron los valores extremos encontrados para describir la calidad del agua, donde el primer valor (-3.1) corresponde a la mayor calidad de agua y el segundo valor (2.8) a la menor calidad del agua.

Se propone, para trabajos posteriores, estudiar la relación de este índice con respecto a efectos biológicos.

1 Introducción

El uso del agua en Querétaro como vehículo de desechos contaminantes se ha incrementado considerablemente en los últimos años debido, en gran parte, a la actividad industrial y a los asentamientos urbanos. El estado de Querétaro, como muchos otros, presenta problemas de contaminación en sus aguas como consecuencia del desarrollo industrial que se ha dado en las últimas dos décadas. Los efectos se observan en los ríos Querétaro, San Juan del Río y el Pueblito.

El Río Querétaro recibe los desechos de la capital del estado que son aproximadamente 26 toneladas de materia orgánica por día. En la época de estiaje el 100% de estas aguas se destinan para riego y en la temporada de lluvias el 30% permanece estancada en los terrenos de cultivo, mientras que el 70% restante es conducida por dicho río hacia el Lerma. (Comisión Nacional del Agua, 1994).

Los contaminantes que llegan al agua son muy diversos y pueden alterar las características físicas, químicas y biológicas de los cuerpos de agua, aparte de afectar al ecosistema. En algunos casos los efectos producidos son limitados y su alcance es mínimo; sin embargo, en otras ocasiones, dependiendo del tipo y concentración del contaminante, pueden ser muy dañinos e incluso letales. Es por ello que es necesario conocer el grado de contaminación de un cuerpo de agua, con el objeto de controlar las descargas residuales, así como de mantener un equilibrio ecológico adecuado.

Por otra parte, debido a los limitados recursos de agua que existen en la entidad, el tratamiento de las aguas residuales se ha convertido en una prioridad, la cual hasta el momento se atiende de manera incipiente. Por consiguiente, el conocimiento de los contaminantes presentes en el río Querétaro permitirá proponer el sistema de tratamiento más conveniente.

Con base en lo anterior el presente trabajo pretende contribuir al conocimiento del problema de la contaminación del río Querétaro al proponer y realizar un análisis cuantitativo apropiado para describir el impacto de los contaminantes.

2 Antecedentes



BIBLIOTECA
INSTITUTO DE ECOLOGIA
UNAM

2.1 Generalidades

Los efectos adversos provocados sobre los ecosistemas por las descargas de aguas residuales en los sistemas de alcantarillado urbano o municipal a las redes colectoras, ríos, cuencas, causes, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua y los derrames de aguas residuales en los suelos o su infiltración en los terrenos provenientes de la industria, actividades agroindustriales, de servicios, de centrales termoeléctricas, tanto convencionales como nucleares, así como desde plantas de tratamiento de aguas, ha causado gran preocupación por los posibles daños a los ecosistemas. Por tal motivo diferentes grupos y organizaciones, tanto públicas como privadas, se han abocado al análisis de dicho problema, habiendo surgido diversos estudios, reglamentos y normas al respecto.

Entre las normas expedidas por el gobierno mexicano pueden mencionarse las normas oficiales mexicanas (NOM) en materia de protección ambiental, las cuales son de observancia obligatoria. (Diario Oficial de la Federación, 1996).

Conviene también mencionar, en particular, el "Reglamento para el control de las Descargas de Aguas Residuales a los Sistemas de Alcantarillado del Estado de Querétaro", en el cual se especifica los parámetros máximos permisibles de calidad. (Sombra de Arteaga, 1996). Los cuales se presentan en la siguiente tabla:

Parámetros	Límites Máximos Permisibles	
	Querétaro ¹	Nivel Nacional ²
Demanda Bioquímica de Oxígeno	260 mg/l	75 mg/l
Demanda Química de Oxígeno	470 mg/l	—
Sólidos Sedimentables	2.5 ml/l	1 ml/l
Sólidos suspendidos totales	270 mg/l	75 mg/l
Grasas y Aceites	80 mg/l	15 mg/l
Plomo	0.5 mg/l	0.2 mg/l
Cromo Total	0.1 mg/l	0.5 mg/l
Zinc	2.0 mg/l	10 mg/l
Cadmio	0.01 mg/l	0.1 mg/l
Aluminio	5.01 mg/l	—
pH	6–9 unidades	6–9 unidades
Conductividad Eléctrica	5,000 m-ohms/cm	—
SAAM (Detergentes)	020 mg/l	—
Arsénico	0.50 mg/l	0.1 mg/l
Temperatura	35° C	40° C
Fenoles	5 mg/l	—
Cianuro	0.01 mg/l	1.0 mg/l
Cromo Exavalente	0.1 mg/l	—
Mercurio	0.01 mg/l	0.005 mg/l

¹Reglamento para el Control de las Descargas de Aguas Residuales a los Sistemas de Alcantarillado del Estado de Querétaro. Diario Oficial del Gobierno del Estado Libre y Soberano de Querétaro. La Sombra de Arteaga. Querétaro, Qro a 4 de abril de 1996

²Norma Oficial Mexicana NOM-001-1996, que establece los Límites Máximos permisibles de Contaminación en las Descargas de Aguas Residuales en Aguas y Bienes Nacionales

Es interesante hacer notar que aunque se ha legislado y existe una normatividad respecto a la protección ambiental, no se cuenta con infraestructura técnica y tecnológica suficiente que sea adecuada para dar respaldo técnico y científico a la aplicación de leyes, normas y reglamentos, perdiéndose de esta manera la confianza hacia los esfuerzos realizados por algunos sectores como ya antes se mencionó. Para dar un ejemplo de esto, no es, sino hasta el año 1995, cuando se empiezan a usar materiales de referencia certificados y pruebas de intercomparación de laboratorios para dar trazabilidad a las mediciones químicas hacia patrones nacionales (Mitani, 1995) y esto únicamente en el área metropolitana de la ciudad de México.

2.2 La situación en Querétaro

El estado de Querétaro se localiza en la parte Centro-Oriente de la República Mexicana, enmarcado al norte por el paralelo $21^{\circ} 37'$; al sur, se extiende hasta el paralelo $20^{\circ} 01'$; al meridiano $100^{\circ} 35'$, lo cual lo ubica dentro de la zona tropical. (Ramírez, 1996)

Hidrología:

El paisaje hidrológico en el estado de Querétaro está determinado por la topografía y el clima, Querétaro presenta escasas precipitaciones en su parte central, debido a la sombra de sequía originada por la Sierra Madre Oriental. La entidad se encuentra ubicada entre dos grandes vertientes hidrológicas: la del Golfo de México y la del Pacífico; la primera de ellas es la que abarca una mayor superficie dentro del estado y está formada por dos vertientes parciales en la cuenca de los ríos Tamaulín y Moctezuma. La vertiente del pacífico forma parte de las cuencas de los ríos Lerma y Laja ocupando la porción oeste del territorio queretano, donde los climas secos y semisecos determinan la presencia de corrientes poco caudalosas como las de los ríos Querétaro y el Pueblito. (Op.cit)

La cuenca del río Querétaro tiene una superficie de 3137.4 km^2 que contiene corrientes de tipo intermitente durante la mayor parte del año. La precipitación media anual en la zona alcanza los 539.3 mm. , siendo julio el mes en el que se presenta la mayor precipitación media mensual. El clima de la cuenca del río Querétaro está clasificado como semiseco o semiárido con temperaturas entre los 17° y 18° C (CNA, 1994)

2.3 Contaminantes e interacciones

La calidad del agua es el conjunto de características fisicoquímicas que son adecuadas para el sostenimiento de los ecosistemas, pero puede alterarse como consecuencia de las actividades humanas o de la naturaleza de tal manera que produzcan efectos adversos que cambien su valor para el hombre. De esta manera cualquier alteración de las variables físicas, químicas o biológicas del agua que provoquen un efecto inaceptable de su utilidad o valor ambiental es una contaminación del agua. (Fish, 1973)

La contaminación de las aguas puede ser causada por: contaminación de la atmósfera, que va a contaminar las aguas de lluvia y consecuentemente las de los cuerpos de agua, la superficie del suelo que contaminará las aguas de escurrimiento, la disposición de las aguas residuales mediante su descarga a los cuerpos de agua, los usos de los suelos (agropecuaria, asentamientos humanos, construcción de obras, etc). El desecho de materiales, sólidos y líquidos, así como el derrame accidental de materiales extraños en los cuerpos de agua. (Op.cit)

Para determinar cuantitativamente la calidad del agua, se requiere llevar a cabo una serie de mediciones de las variables físicas, químicas y biológicas. En este trabajo utilizaremos las variables consideradas como contaminantes en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-1996 (Op.cit) y que se muestran en la tabla anterior.

Los contaminantes pueden deberse a sustancias orgánicas e inorgánicas y de acuerdo a esta misma Norma, ciertas variables fisicoquímicas o bioquímicas se les considera también como contaminantes; por ejemplo, la conductividad eléctrica y la temperatura.

A continuación se mencionan las características de los contaminantes considerados por la Norma Oficial Mexicana:

Grasas y aceites: son ésteres de alcoholes o gliceroles con ácidos grasos, también están formados por carbono, hidrógeno y oxígeno en diversas proporciones. En general las grasas y aceites son compuestos muy estables y difíciles de degradar biológicamente. Gran parte de las partículas de grasas y aceites que se encuentran en las aguas de desechos, flotan formando una capa que tiende a cubrir la superficie e interfiere con la acción biológica, causando además problemas de mantenimiento. (Op.cit.)

Detergentes: están constituidos en un 25% de surfactantes o también llamados sustancias activas al azul de metileno, provienen de usos domésticos, comerciales e industriales. Los surfactantes causan la formación de espuma donde el desecho es vertido.

Su capacidad para formar espuma, y su acumulación en la interfase aire-agua, impide que el oxígeno del aire sea transferido al agua tendiendo a provocar condiciones anaerobias. Al formar gruesas capas de espuma muy estable son arrastradas por el viento llevando microorganismos patógenos lo cual constituye un peligro para la salud pública. Por su constitución son

difícilmente biodegradables dando como subproductos sustancias tóxicas riesgosas para la salud y la vida acuática. (Op.cit)

Fenoles: los fenoles y otras trazas de compuestos orgánicos son constituyentes de algunas aguas residuales, y causan problemas de olor en el agua potable, particularmente cuando el agua está clorada. Estos compuestos provienen principalmente de descargas industriales. Los fenoles son biodegradables en concentraciones de hasta 500 mg/l por ser oxidados biológicamente hasta encontrarse en pequeñas concentraciones. (Snoeyink, 1987).

Debido a su dificultad para degradarlos, a la alta toxicidad, así como al hecho de que pueden acumularse en tejidos de peces y moluscos, algunos plaguicidas son considerados como altamente peligrosos: aldrín, clordano, (dicloro difenil tricloroetano) DDT , dieldrín, lindano y otros. (Op. cit.).

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO): es la cantidad de oxígeno requerido para la oxidación de la materia orgánica de una muestra, mediante la acción biológica de microorganismos en un tiempo dado y a una temperatura determinada.

El parámetro de contaminación orgánica más usado y aplicado a aguas superficiales y de desecho es la DBO a los 5 días (DBO₅) que comprende la medición del oxígeno disuelto empleado por los microorganismos en la oxidación bioquímica de la materia orgánica, después de incubar la muestra a 20° C durante 5 días. (Op.cit.).

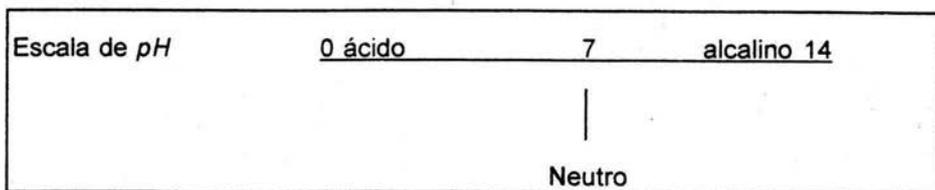
Metales pesados: pequeñas cantidades de metales pesados como el níquel, manganeso, plomo, cromo, zinc, cadmio, cobre, hierro y mercurio son

constituyentes importantes de muchas aguas. Algunos de estos metales son necesarios para el crecimiento de la vida acuática, su ausencia limita los crecimientos algales, y su exceso es perjudicial por adquirir grados tóxicos, por lo que es necesario medir y controlar las concentraciones de estos metales. (Op.cit.).

Temperatura: es una manifestación de la energía cinética molecular, así mismo es una propiedad termodinámica que influye notablemente en las características físicas, químicas y biológicas de los cuerpos de agua. Por esto, es importante su determinación en cualquier intento para evaluar la calidad de las aguas. La temperatura del agua ejerce un gran control sobre la distribución y actividad de los organismos acuícolas. Se considera un contaminante cuando rebasa los límites establecidos por la Norma Oficial Mexicana ya que al aumentar la temperatura disminuye la cantidad de oxígeno por lo que puede llegar a ser perjudicial para ciertos organismos acuáticos ya que su presencia está determinada por un intervalo de temperatura. (Op.cit.)

Potencial Hidrógeno (pH): es una expresión que indica las condiciones de acidez o alcalinidad de una sustancia dada. Arrhenius en 1887, enunció su teoría de disociación; desde entonces, los ácidos han sido considerados como sustancias que al disociarse liberan iones hidrógeno, y las bases como sustancias que se disocian produciendo iones oxhidrilo.

La escala práctica de *pH* se extiende de 0 a 14, con un punto neutro a la mitad, una solución ácida, estará localizada entre el 0 y el 7, mientras que una solución alcalina entre el 7 y el 14.



La determinación de la concentración de iones hidrógeno, a través de el conocimiento del *pH*, es una práctica muy valiosa en el campo de la ingeniería ambiental. Por ejemplo: en un sistema de abastecimiento de agua, el *pH* influye en los procesos de coagulación química, desinfección, ablandamiento y control de la corrosión. En los procesos biológicos de tratamiento de aguas residuales debe ser mantenido dentro de un cierto ámbito que sea favorable a los organismos comprendidos en el sistema. La alteración de *pH* en un ecosistema puede causar la muerte de peces y esterilizar una corriente acuosa natural. (Op.cit.).

Conductividad Eléctrica (CE): la conductividad es una expresión numérica de la capacidad para conducir la corriente eléctrica. Dicha capacidad depende de la presencia de iones, su concentración total, su movilidad, valencia, concentración relativa y de la temperatura. La conductividad "G" se expresa en mho (Ω) o siemens (s); en la conductividad, se toma en cuenta la conductancia (λ) y la constante de la celda (K).

El dato de conductividad sirve como indicador en la determinación rápida de grandes cambios en el contenido orgánico de las aguas, así como el establecimiento del grado de mineralización para determinar:

- El efecto de la concentración de iones en el equilibrio químico.

- El efecto fisiológico en plantas y animales.
- La velocidad de corrosión

Es por ello que de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana, existe un intervalo de tolerancia en el que si se sobrepasa se considera como un contaminante. (Op.cit.).

Sólidos sedimentables: Es la materia que permanece como residuo después de evaporar una muestra de agua y secarla a una temperatura definida. La cantidad de sólidos sedimentables, se expresa generalmente en mililitros por litro (ml).

Sólidos suspendidos: Son los que quedan detenidos al filtrar una muestra a través de una membrana de fibra de vidrio.

La mayoría de los contaminantes interactúan entre sí, es decir, se dan una serie de reacciones de oxidación reducción que se producen en las aguas naturales entre los diferentes contaminantes alterando así la concentración de iones en un cuerpo de agua.

2.5 Métodos de análisis de Aguas Residuales

Los métodos de análisis utilizados para evaluar los contaminantes presentes en un cuerpo de agua, en el caso de México, están establecidas por las Normas Oficiales Mexicanas.

Para la determinación de grasas y aceites se establece la Norma NMX-AA-5 por el método de extracción Soxhlet, en el cual los jabones metálicos, solubles, se hidrolizan por acidulación. Las grasas sólidas o viscosas se separan por filtración de la muestra líquida. A continuación se extrae la grasa en un aparato Soxhlet, usando hexano como disolvente, y el residuo remanente después de la evaporación del hexano se pesa para determinar el contenido de la grasa de la muestra.

Para la determinación de la demanda bioquímica de oxígeno se establece la Norma NMX-AA-28 por el método de incubación por diluciones, el cual consiste en medir el oxígeno consumido por los organismos vivos (principalmente bacterias) al utilizar como alimento la materia orgánica presente en el desecho bajo condiciones aerobias y favorables en cuanto a nutrientes (fósforo y nitrógeno). La cantidad de oxígeno utilizado por unidad de volumen se usa como medida relativa de la concentración de materia orgánica, ya que la cantidad de oxígeno utilizado está en función del grado de desarrollo de la reacción bioquímica.

Para la determinación del nitrógeno se establece la Norma NMX-AA-28 por el método Kjeldahl, en el cual se lleva a cabo una digestión con ácido sulfúrico de los compuestos orgánicos que contienen nitrógeno. La solución digerida

se alcaliniza y el nitrógeno en la forma de NH_3 se destila capturándose en una solución de ácido bórico. La cantidad de NH_3 en el destilado se determina por titulación del borato de amonio con ácido sulfúrico.

Para la determinación de los fosfatos se establece la Norma NMX-AA-29 por el método espectrofotométrico.

Para la determinación de *pH* se establece la Norma NMX-AA-8 por el método potenciométrico en el cual se utiliza un potenciómetro que determina la actividad de los iones hidrógeno, usando un electrodo de vidrio y un electrodo de referencia. La diferencia de potencial entre los dos electrodos varía en función de la razón de las concentraciones del ion hidrógeno; el *pH*, se determina en una escala potenciométrica que relaciona la fuerza electromotriz de la muestra el *pH* de la solución amortiguadora y la temperatura entre otros con el *pH* de la muestra.

Para determinar las sustancias activas al azul de metileno (detergentes) se establece la Norma NOM-AA-1980. El método se basa en la reacción de las sustancias surfactantes con el azul de metileno que da lugar a la formación de una sal azul, solución en cloroformo, cuya intensidad de color es directamente proporcional a su concentración.

Para determinar la conductividad eléctrica se establece la Norma NOM-AA-93-1984. El método se basa en la propiedad que adquiere el agua de conducir la corriente eléctrica cuando tiene iones disueltos. Para medir la conductividad eléctrica en agua se utiliza una celda electrolítica con un puente de Wheatstone, este aparato mide la resistencia eléctrica de la muestra.

Para determinar los metales pesados se establece la Norma NMX-AA-51 por el método espectrofotométrico de absorción atómica, en el cual la longitud de onda es característica para el metal dado.

Para determinar la temperatura se establece la Norma NMX-AA-7, el cual se basa en el uso de un termómetro de líquido en vidrio.

2.6 Métodos estadísticos

Los métodos de análisis utilizados en diferentes áreas del conocimiento son los mismos o muy similares. Todos ellos involucran el reconocimiento y la formulación de problemas, la colecta de datos observados o experimentales, así como el uso de análisis estadístico o matemático para explorar las relaciones entre los datos o para comprobar algunas hipótesis a cerca de las observaciones. (Everitt, 1991).

En el campo de las ciencias se reconoce la necesidad de emplear herramientas más complejas y más sofisticadas para poder analizar los datos. En algunos casos estas herramientas han sido mejoradas por estadísticos, en otros casos por desarrollos de los propios investigadores. Un ejemplo clásico es el Análisis de Factores el cual fue creado por Spearman en 1904 y extendido por Burt y Thompson en 1920 y 1930. Tiempo después el estadístico Lawley en 1941 consideró el problema de una manera más formal y aplicó métodos para la estimación de parámetros en el modelo de análisis de factores, y sólo durante estas dos últimas décadas esos algoritmos han sido desarrollados para encontrar dichas estimaciones. (Op.cit.).

El uso de las rutinas en muchos métodos ha tenido que esperar la dramática revolución en el análisis de datos dados por el incremento en el desarrollo de las computadoras. Actualmente los paquetes estadísticos como Statistical for Social Sciences (SPSS), Statistical Analysis System (SAS), facilitan los más complicados procedimientos para ser ejecutados de una manera más sencilla (Op.cit.).

Los datos constituyen una serie de medidas u observaciones hechas en un número de sujetos, paciente, objetos y otras entidades de interés. Dichos datos se pueden representar en una matriz:

$$x = \begin{matrix} & \left| \begin{array}{c} x_{11} \quad x_{12} \dots \dots \dots x_{1p} \\ x_{21} \quad x_{22} \dots \dots \dots x_{2p} \\ \vdots \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \\ x_{n1} \quad x_{n2} \dots \dots \dots x_{np} \end{array} \right| & \begin{matrix} i = 1, 2, \dots, n \\ j = 1, 2, \dots, n \end{matrix} \end{matrix}$$

Cuyo elemento típico x_{ij} representa el valor de la j ésima variables.

Las variables se pueden medir con diferentes escalas de medición, las que se dividen en 2 grupos: Categóricas y Numéricas; a su vez las Categóricas se dividen en Nominal y Ordinal, y las Numéricas en Intervalo y De Razón.

1)Nominal: Las categorías que se asignan son mutuamente excluyentes, por ejemplo: sexo, color. En esta escala sólo puede decirse a qué clase pertenece cada unidad de estudio.

2)Ordinal: Se determina la pertenencia de las unidades a categorías. En este caso, se considera que existe un grado de intensidad de la propiedad medida, por lo que las categorías guardan un orden.

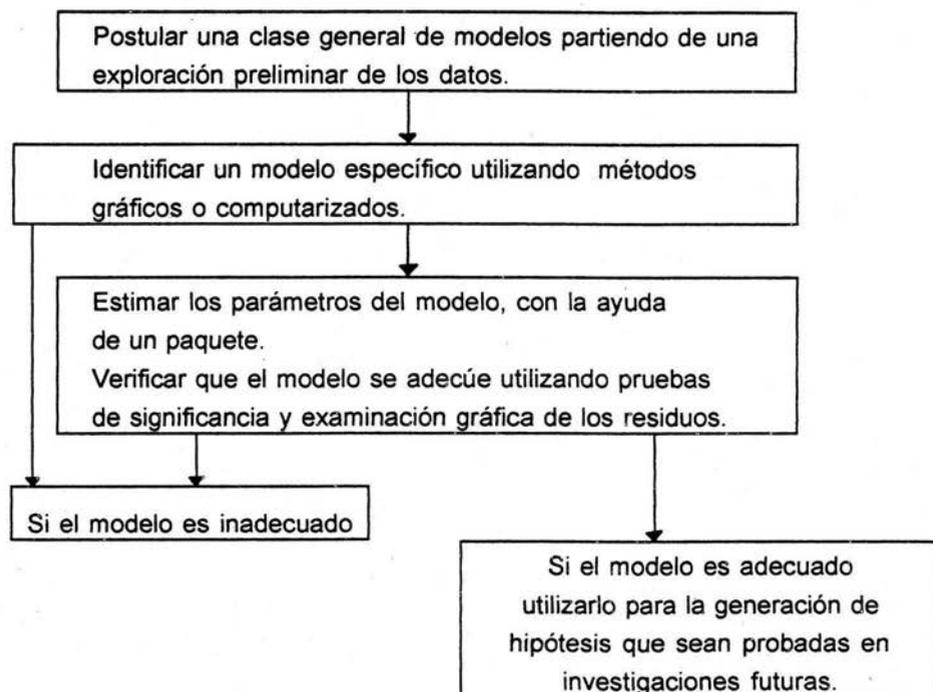
3)Intervalo: Se asignan números para indicar la intensidad de una característica, con unidad de medida y origen arbitrario.

4)Razón: Se asignan números para señalar la intensidad de una característica con unidad de medida arbitraria, pero origen fijo, por ejemplo: peso, CO₂ en sangre, ingreso.

Existen diferentes métodos de análisis generalmente ajustables para diferentes tipos de variables. En algunos casos las variables registradas pueden estar en dos grupos: de respuesta y exploratorias. Esta situación se presenta cuando estamos interesados en investigar el efecto de un juego de variables. Las observaciones faltantes se deben a diferentes razones y es importante explicar por que falta una observación. Los valores faltantes pueden causar muchos problemas para muchos métodos de análisis. Actualmente se han desarrollado muchas aproximaciones para estimar valores faltantes. (Op.cit.).

Frecuentemente se sugiere que es de bastante ayuda reconocer que el análisis de datos incluye dos etapas diferentes. La primera, particularmente en áreas nuevas de investigación, involucra datos de exploración en un intento para reconocer una estructura que requiera explicación, esto llega a generar hipótesis para un posterior estudio. Un análisis confirmatorio se hace posible una vez que el investigador tiene en mente una hipótesis bien definida. Es en este tipo de análisis donde algunas pruebas de significancia se pueden aplicar. (Op.cit.).

Para proporcionar una descripción de la población estudiada que sea consistente con los datos es necesario construir un modelo, el proceso para construir un modelo se ejemplifica en el siguiente diagrama:



En la primera etapa se definen las unidades de medida y los resultados de algunos análisis exploratorios preliminares permitiendo al investigador postular una clase general de modelos los cuales pueden llegar a ser muy útiles. En la segunda etapa se insertan las técnicas exploratorias, identificando un modelo en particular. (Op.cit.).

2.7 Análisis de Componentes principales

El análisis de componentes principales es el más antiguo y el más ampliamente utilizado en técnicas de análisis multivariantes, originalmente fue introducido por Pearson en 1901. La idea básica del método es describir la variación de un conjunto de datos multivariantes correlacionados a través de variables no correlacionadas en donde cada nueva variable es una combinación lineal particular de las variables originales. Se argumenta que de ser así se pueden utilizar para resumir los datos, proveyendo una reducción en los mismos, lo cual será muy útil para simplificar análisis posteriores. (Everitt, 1991).

En el área de la biología, se ha utilizado el método de análisis por componentes principales, por ejemplo, cuando se estudia la variación en medidas morfológicas de un animal, el primer componente principal es un indicador del tamaño del animal y el segundo componente principal es un índice de la forma del animal. (Kendall, 1975).

Se puede definir el análisis de componentes principales de la siguiente manera:

El primer componente principal de las observaciones dadas, es producto de una combinación lineal de las variables originales:

Para encontrar los coeficientes que definen el primer componente principal es necesario seleccionar los elementos de a_1 para maximizar la varianza de y_1 , sujeta a la restricción: $a_1'a_1=1$.

La varianza de y_1 está dada por :

$$\begin{aligned} \text{Var} (y_1) &= \text{Var} (a'1 x) \quad (1) \\ &= a'1 S a1 \end{aligned}$$

Donde S es la matriz varianza - covarianza de las variables originales. (Everitt, 1991).

El procedimiento típico para maximizar una función con diversas variables, sujeto a una o más restricciones, es el método de Multiplicadores de Lagrange. Aplicando esta técnica para maximizar la varianza de y_1 dada por la ecuación (1) sujeta a la restricción: $a'1 a1 = 1$ y $a'2 a2 = 0$. Esto conduce a la siguiente solución: a_1 es el vector propio de S correspondiente al valor propio más grande (Op.cit.).

Para determinar la segunda componente principal se utiliza nuevamente el método Multiplicadores de Lagrange para maximizar la varianza de y_2 . Esto conduce a la siguiente solución: a_2 es el vector propio de s correspondiente al segundo valor propio más grande. Similarmente la j ésima componente principal está definida por el vector propio asociado con el j ésimo valor propio más grande.

Si los valores propios de s son: $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_3$ entonces es fácil mostrar que eligiendo $a'1 a1 = 1$ la variación del i ésimo componente principal está dado por λ_1 .

Por ejemplo y_1 tiene la variación dada por (1): siendo que a_1 es un vector propio de S se sabe que:

El total de la variación de las componentes principales P será igual al total de las variables originales:

$$P$$
$$\sum_{i=1} \lambda_i = \text{trace } \zeta$$
$$i = 1$$

Para encontrar las componentes principales es necesario calcular los valores propios y los vectores propios.

Los valores propios son las raíces de la ecuación:

$$[R - \lambda I] = 0$$
$$(1 - \lambda)^2 - r^2 = 0$$

Dando los valores propios:

$$\lambda_1 = 1 + r \quad y \quad \lambda_2 = 1 - r$$

El vector propio correspondiente a λ_1 se obtiene resolviendo

$$Ra_1 = \lambda_1 a_1$$
$$a_{11} + ra_{12} = (1 + r) a_{11}$$
$$ra_{11} + a_{12} = (1 + r) a_{12}$$

Los vectores propios permiten calcular las componentes principales, de esta manera los valores del primer vector propio dan los coeficientes para determinar la primer componente principal y así sucesivamente (Op. cit)

La propiedad de los componentes principales estriba en la explicación que pueden dar acerca de la variación en las variables originales (Op. cit.)

Reglas a practicar para aplicar el método de análisis por componentes principales:

- 1) Las variables originales deben estar medidas en Escala de Razón.
- 2) Las variables originales deben estar correlacionadas entre sí.
- 3) Incluir los componentes principales suficientes para explicar el 70% ó 90% de la variación total, aunque este porcentaje puede ser menor si p o n se incrementa.
- 4) Excluir aquellos componentes principales cuyos valores propios son menores que el promedio, i.e. menores que uno si los componentes han sido extraídos de una matriz de correlación. Esta regla fue originalmente propuesta por Kaiser en 1958; sin embargo Jolliffe, en 1972, con base en numerosos estudios simulados, ha sugerido excluir aquellos componentes cuyos valores propios son menores que 0.7 (asumiendo que se utiliza la matriz de correlación) (Op.cit.)

3 Objetivos

- Presentar las bondades de un método estadístico de análisis multivariable de componentes principales para describir un problema de contaminación en un cuerpo de agua.
- Determinar el índice de calidad del agua en un punto de descarga del Río Querétaro usando el método multivariable "Componentes Principales".

4 Metodología

Los datos que se emplearon en esta tesis, se obtuvieron del estudio "Evaluación de la Calidad del Agua en el Río Querétaro", (Cabrera, L. 1993), cuyo objetivo fue obtener información confiable y actualizada de los contaminantes presentes en el Río Querétaro para lo cual se analizó el contenido de contaminantes en 13 sitios de muestreo, en diferentes puntos del río donde se consideraba que habían descargas de contaminantes hechos por diferentes empresas; en total se llevaron a cabo 15 muestreos por cada sitio. En los cuales se determinaron los siguientes parámetros: Temperatura, pH, conductividad eléctrica (CE), demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), calcio, magnesio, fosfato, sulfatos, sodio, detergentes (SAAM), grasas y aceites (GyA), plomo, cromo, cadmio, hierro, aluminio y cobre; siguiendo los métodos de la Norma Oficial Mexicana. Del trabajo antes mencionado se empleó parte de la información obtenida a fin de ejemplificar el método multivariable de componentes principales. Se utilizaron los datos del sitio de muestreo: 5 km después de los límites Qro – Gto., se usaron las variables: pH, conductividad eléctrica (CE), grasas y aceites (GyA), detergentes (SAAM) y demanda bioquímica de Oxígeno (DBO₅). Posteriormente se procedió al análisis mediante el método multivariable de componentes principales con las 5 variables originales antes mencionadas y con los datos estandarizados se utilizó el paquete estadístico *Statistical Analysis System* [SAS] (ver referencia en el Anexo A).

5 Resultados

1 Base de Datos (tablas 1 y 2)

2 Análisis de Componentes Principales (tablas 3–8)

TABLA 1 BASE DE DATOS
Original (Cabrera, 1993)

Estación de Monitoreo
5 Km después de los límites QRO-GTO
Fecha de Muestreo (1990)

Parámetros	Unidades	16-II	5-III	20-III	4-IV	25-IV	9-V	23-V	13-VI	27-VI	5-VII	1-VIII	12-IX	27-IX	10-X	24-X
PH	Unidades	7.83 P	6.94 P	7.97 P	6.68 P	6.30 P	6.90 P	6.20 P	8.37 P	7.30 P	7.50 P	7.45 P	7.25 P	7.20 P	7.25 P	7.53 P
CE	mohms	2,520 P	2,880 P	4,060 P	1,967 P	2,250 P	1,700 P	1,675 P	4,840 P	1,683 P	985 P	460 P	2,100 P	1,370 P	1,480 P	1,204 P
Temp	°C	24.00 P	16.00 P	14.00 P	27.00 P	21.00 P	26.00 P	22.00 P	27.00 P	30.00 P	- P	25.00 P	27.00 P	22.00 P	19.00 P	20.00 P
GYA	mg/lt	9.80 NP	26.20 NP	4.20 NP	0.40 NP	6.80 NP	14.00 NP	25.80 NP	5.20 NP	10.80 NP	- NP	7.40 NP	13.80 NP	17.00 NP	22.60 NP	35.80 NP
DBO5	mg/lt	108.20 P	164.20 P	38.56 P	34.25 P	215.55 P	176.50 P	123.00 P	35.03 P	37.28 P	100.40 P	-7.00 P	291.90 P	204.20 P	207.50 P	148.10 P
NIT total	mg/lt		242.60	203.50	30.95	120.40	81.13	45.89	186.20							
NIT.ORG	mg/lt		3.22	5.70	5.63	5.66	19.62	2.50	130.30							
SAAM	mg/lt	9.69 NP	7.60 NP	1.18 NP	4.34 NP	6.70 NP	10.86 NP	7.34 NP	1.42 NP	6.29 NP	1.25 NP	2.83 NP	6.31 NP	8.13 NP	12.12 NP	21.52 NP
Sulfatos	mg/lt	367.50	589.30	1,025	652.40	28.36	3.97	3.39			84.13	N.O.	312.26	182.20	324.90	106.80
Fosfatos	mg/lt	5.94	69.80	70.30	8.15	1.50	9.60	4.76	3.85	15.95	3.90	2.80	6.80	9.30	9.00	40.30
Calcio	mg/lt	253.80	121.20	420.50	204.70	223.60	173.90	163.90	178.90	164.90	128.30	164.90	157.40	145.30	133.10	82.30
Magnesio	mg/lt	64.40	98.49	98.49	79.55	104.30	94.39	134.10	104.30	250.40	91.62	79.40	181.56	175.50	242.10	86.20
Sodio	mg/lt		7.20	22.96	9.28	15.11	6.27	9.13	32.36	4.01	7.91	3.96	14.94	7.96	8.70	7.02
RAS	Unidades		4.86	10.07	5.49	8.35	3.82	5.28	19.26	1.97	5.34	2.54	8.12	4.45	4.48	5.54
Plomo	mg/lt	—	—	—	-0.05 P	-0.05 P	-0.05 P	0.08 P	0.06 P	-0.05 P	0.11 P	-0.05 P	0.06 P	-0.05 P	-0.05 P	-0.05 P
Cromo	mg/lt				-0.05 P											
Cadmio	mg/lt				-0.05 NP											
Hierro	mg/lt				-0.05	216.00	1.03	1.29	0.71	1.71	2.98	4.10	1.81	0.63	6.14	2.48
Aluminio	mg/lt				0.68 NP	0.27 NP	0.33 NP	0.13 NP	0.44 NP	0.12 NP	4.04 NP	12.59 NP	0.71 NP	1.05 NP	2.49 NP	1.49 NP
Cobre	mg/lt						-0.05	0.05					0.07		-0.05	-0.05

TABLA 2 BASE DE DATOS UTILIZADOS

Parámetros	Unidades	16-II	5-III	20-III	4-IV	25-IV	9-V	23-V	13-VI	27-VI	5-VII	1-VIII	12-IX	27-IX	10-X	24-X
PH	Unidades	7.83 P	6.94 P	7.97 P	6.68 P	6.30 P	6.90 P	6.20 P	8.37 P	7.30 P	7.50 P	7.45 P	7.25 P	7.20 P	7.25 P	7.53 P
CE	mohms	2,520 P	2,880 P	4,060 P	1,967 P	2,250 P	1,700 P	1,675 P	4,840 P	1,683 P	985 P	460 P	2,100 P	1,370 P	1,480 P	1,204 P
Temp	°C	24.00 P	16.00 P	14.00 P	27.00 P	21.00 P	26.00 P	22.00 P	27.00 P	30.00 P	- P	25.00 P	27.00 P	22.00 P	19.00 P	20.00 P
GYA	mg/lt	9.80 NP	26.20 NP	4.20 NP	0.40 NP	6.80 NP	14.00 NP	25.80 NP	5.20 NP	10.80 NP	- NP	7.40 NP	13.80 NP	17.00 NP	22.60 NP	35.80 NP
DBO5	mg/lt	108.20 P	164.20 P	38.56 P	34.25 P	215.55 P	176.50 P	123.00 P	35.03 P	37.28 P	100.40 P	-7.00 P	291.90 P	204.20 P	207.50 P	148.10 P

P= VALORES PERMISIBLES DE ACUERDO A LA NORMA OFICIAL DE Q NP=VALORES NO PERMISIBLES DE ACUERDO A LA NORMA OFICIAL DE QUERETARO

Análisis de Componentes Principales del Sitio 5 Km después de los límites Querétaro-Guanajuato

The SAS System

Análisis de Componentes Principales

15 Observaciones

5 Variables

Tabla 3: Estadísticas Descriptivas de las 5 variables utilizadas

	pH	CE	GyA	DBO ₅	SAAM
Media	7.245	2078.267	14.2733	125.178	7.172
StD	0.588	1144.3825	9.7358	86.0515	5.2378

Tabla 4: Matriz de Correlación entre las variables originales.

	pH	CE	GyA	DBO ₅	SAAM
pH	1.0000	0.4412	-.2040	-.3804	-.1683
CE	0.4412	1.0000	-.3526	-.1709	-.3561
GyA	-.2040	-.3526	1.0000	0.4525	0.7507
DBO₅	-.3804	-.1709	0.4525	1.0000	0.4567
SAAM	-.1683	-.3561	0.7507	0.4567	1.0000

Tabla 5: Valores Propios de la Matriz de Correlación

	Valor Propio	Diferencia	Proporción	Acumulativo
PRIN1	2.52754	1.47166	0.505507	0.50551
PRIN2	1.05588	0.26531	0.211176	0.71668
PRIN3	0.79057	0.41115	0.158114	0.87480
PRIN4	0.37942	0.13282	0.075884	0.95068
PRIN5	0.24659		0.049319	1.00000

Tabla 6
Vectores Propios

	PRIN1	PRIN2	PRIN3	PRIN4	PRIN5
pH	-.347750	0.698044	-.280775	0.552209	0.091194
CE	-389508	0.463801	0.603014	-.514769	-.063850
GyA	0.519423	0.368361	-.158395	-.330928	0.678164
DB0 ₅	0.438119	0.061964	0.708148	0.546609	0.062906
SAAM	0.515368	0.397611	-.175429	-.147592	-.723701



BIBLIOTECA
INSTITUTO DE ECOLOGÍA
UNAM

The SAS System

Tabla 7

Análisis de Correlación entre las variables originales y los componentes principales

10 'VAR' Variables: pH CE GyA DB0₅ SAAM
 PRIN1 PRIN2 PRIN3 PRIN4 PRIN5

	pH	CE	GyA	DB0 ₅	SAAM
pH	1.00000	0.44121	-0.20404	-0.38039	-0.16825
CE	0.44121	1.00000	-0.35258	-0.17092	-0.35613
GyA	-0.20404	-0.35258	1.00000	0.45250	0.75073
DB0 ₅	-0.38039	-0.17092	0.45250	1.00000	0.45667
SAAM	-0.16825	-0.35613	0.75073	0.45667	1.00000
PRIN1	-0.55286	-0.61925	0.82579	0.69653	0.81934
PRIN2	0.71728	0.47658	0.37851	0.06367	0.40857
PRIN3	-0.24920	0.53652	-0.14084	0.62964	-0.15598
PRIN4	0.34014	-0.31708	-0.20384	0.33669	-0.09091
PRIN5	0.04529	-0.03171	0.33676	0.03124	-0.35938

Tabla 7 (continuación)

	PRIN1	PRIN2	PRIN3	PRIN4	PRIN5
pH	-0.55286	0.71728	-0.24920	0.34014	0.04529
CE	-0.61925	0.47658	0.53652	-0.31708	-0.03171
GyA	0.82579	0.37851	-0.14084	-0.20384	0.33676
DB0₅	0.69653	0.06367	0.62964	0.33669	0.03124
SAAM	0.81934	0.40857	-0.15598	-0.09091	-0.35938
PRIN1	1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
PRIN2	0.00000	1.00000	0.00000	0.00000	0.00000
PRIN3	0.00000	0.00000	1.00000	0.00000	0.00000
PRIN4	0.00000	0.00000	0.00000	1.00000	0.00000
PRIN5	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1.00000

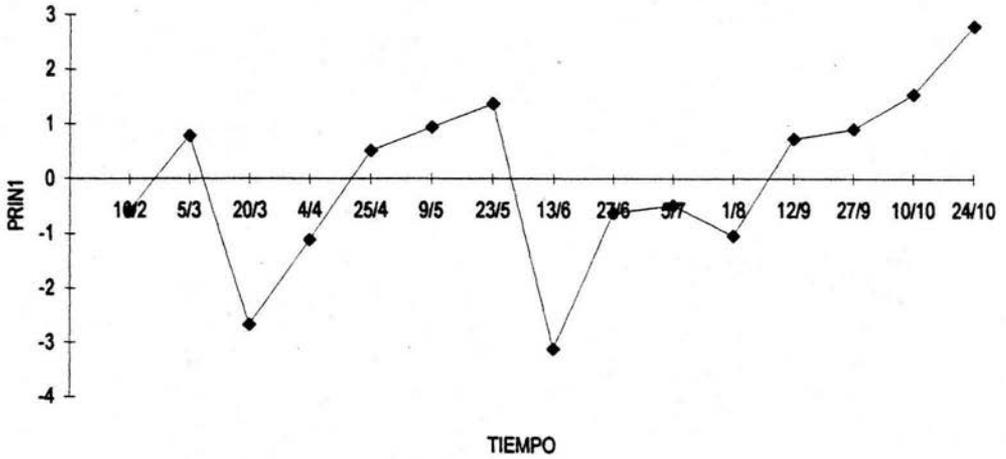
Tabla 8

OBS	Tiempo	pH	CE	GyA	DBO ₅	SAAM	PRIN1
1	16-II	7.83	2520	9.8	108.20	9.69	-0.57377
2	5-III	6.94	2880	26.2	164.20	7.60	0.78435
3	20-III	7.97	4060	4.2	38.56	1.18	-2.67136
4	4-IV	6.68	1967	0.4	34.25	4.34	-1.11003
5	25-IV	6.30	2250	6.8	215.55	6.70	0.51504
6	9-V	6.90	1700	14.0	176.50	10.86	0.94212
7	23-V	6.20	1675	25.8	123.00	7.34	1.37532
8	13-VI	8.37	4840	5.2	35.03	1.142	-3.11435
9	27-VI	7.30	1683	10.8	37.28	6.29	-0.61779
10	5-VII	7.50	985	14.3	100.40	1.25	-0.48627
11	I-VIII	7.45	460	7.4	-7.00	2.83	-1.03749
12	12-IX	7.25	2100	13.8	291.90	6.31	0.72822
13	27-IX	7.20	1370	17.0	204.20	8.13	0.90954
14	10-X	7.25	1480	22.6	207.50	12.12	1.55070
15	24-X	7.53	1204	35.8	148.10	21.52	2.80579

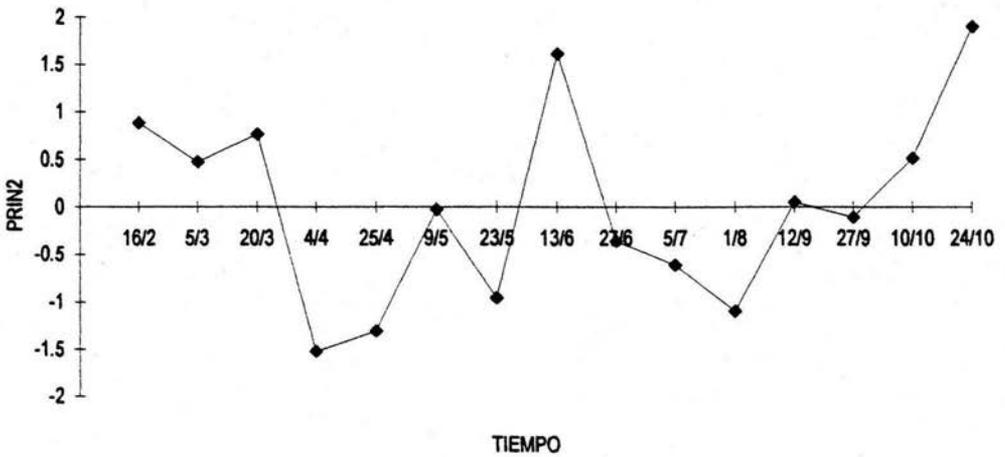
Tabla 8 (continuación)

OBS	PRIN2	PRIN3	PRIN4	PRIN5
1	0.88337	-0.19728	0.32410	-0.60580
2	0.47519	0.68067	-0.81626	0.70819
3	0.76564	0.35106	-0.24941	0.06479
4	-1.52061	-0.21731	-0.50632	-0.72289
5	-1.30505	1.42180	-0.12279	-0.54534
6	-0.025579	0.26806	0.07793	-0.52342
7	-0.95596	0.07409	-1.20977	0.63863
8	1.61000	0.51837	-0.28790	0.11721
9	-0.35619	-0.87208	-0.18567	-0.15370
10	-0.60643	-0.70413	0.74007	0.90255
11	-1.09701	-1.78162	0.43708	0.14665
12	0.05185	1.41750	1.09465	0.20762
13	-0.10727	0.22168	0.65894	0.14793
14	0.51379	0.05827	0.37459	-0.00926
15	1.90446	-1.23909	-0.32924	-0.37317

Gráfica 1
COMPORTAMIENTO DE PRIN1 EN EL TIEMPO



Gráfica 2
COMPORTAMIENTO DE PRIN2 EN EL TIEMPO



El número de componentes principales es igual al número de variables originales, por esta razón se obtuvieron 5 componentes principales en el presente análisis. Los cuales se presentan a continuación:

Tabla 9

	pH	CE	GyA	DBO ₅	SAAM
PRIN1	-0.35	-0.39	+0.52	+0.44	+0.51
PRIN2	+0.70	+0.46	+0.37	+0.062	+0.40
PRIN3	-0.28	+0.60	-0.16	+0.71	-0.18
PRIN4	+0.55	-0.51	-0.33	+0.55	-0.14
PRIN5	+0.09	-0.06	+0.68	+0.063	-0.72

Las varianzas de los componentes están dadas por los valores característicos de la matriz de correlaciones de las variables originales, así que se tiene:

$$\text{VAR (PRIN1)} = 2.53$$

$$\text{VAR (PRIN2)} = 1.05$$

$$\text{VAR (PRIN3)} = 0.79$$

$$\text{VAR (PRIN4)} = 0.38$$

$$\text{VAR (PRIN5)} = 0.25$$

Se puede ver en la Tabla 5 que el primer componente principal explica el 50.55% de la variación total de los datos ($2.52/5 * 100$), mientras que el segundo componente principal explica el 21.11% ($1.05 * 100$).

Con respecto al primer componente principal (PRIN1) todas las variables originales son relevantes destacando grasas y aceites (GyA), detergentes (SAAM), y Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) con correlaciones de 0.82, 0.81 y 0.69 respectivamente. La variable original que más contribuye al valor del primer componente principal es Grasas y Aceites (GyA) con un valor de 0.52, la segunda variable que más contribuye es detergentes (SAAM) con un valor de 0.51 como se puede ver en la Tabla 9.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

6 Discusión

Como se puede observar en los resultados (Tabla 5), los componentes principales PRIN1 y PRIN2 explican el 71.66% ($(2.52+1.05)/5*100$) de la variación total de las variables originales, por lo que es razonable retener los primeros dos componentes principales para explicar las 5 variables originales (ver página 28, reglas prácticas a seguir).

Esto es congruente con el criterio que establece que si se utiliza la matriz de correlaciones para realizar el análisis de componentes principales, se recomienda retener los componentes con valores característicos (varianza) mayores o iguales a uno. (Everitt, 1991)

En la tabla 7 se presenta la matriz de correlaciones de las variables originales y los componentes principales. En ella se puede observar que la submatriz que muestra las correlaciones entre los componentes principales es una matriz identidad, resultando consistente con la teoría del análisis de componentes principales que indica que dichos componentes se construyan de tal manera que estén no correlacionados.

Una variable original es relevante en la determinación de un componente principal si el valor absoluto de la correlación simple entre ellos es mayor o igual a 0.5. De acuerdo con este criterio y analizando la submatriz que contiene las correlaciones entre las variables originales y los componentes principales, se tiene lo siguiente:

Con respecto al componente principal PRIN1, todas las variables originales son relevantes, destacando GyA, SAAM, y DBO5, con correlaciones de 0.82, 0.81 y 0.69 respectivamente. Las variables CE y pH presentan correlaciones de -0.61 y -0.55 respectivamente. Esto indica que PRIN1 puede ser utilizado como un índice de calidad del agua puesto que representa apropiadamente a las cinco variables originales. Además de que explica el 50.55% de la variación total.

Podemos decir que la variable original que más contribuye al primer componente principal es Grasas y Aceites (GyA) con un índice de correlación de 0.82, esto indica que hay una gran aportación de grasas y aceites al Río Querétaro, lo cual podría llegar a afectar el equilibrio ecológico de dicho sistema.

Si verificamos los valores de la Tabla 2 observamos congruencia en este resultado ya que Grasas y Aceites (GyA) es la única variable de las utilizadas con valores no permisibles (NP), situación que confirma el resultado del método multivariable de componentes principales.

La razón por la que no se utilizaran todas las variables (las 14 restantes) fue debido a que una de las restricciones del método es que no puede haber más variables que observaciones y en este caso sólo habían 15 observaciones.

En el caso de PRIN2, la única variable original relevante es pH, con una correlación de 0.72, por lo que este componente no es de mucha utilidad práctica, puesto que sólo representa apropiadamente a la variable pH. Pudiendo ser sustituida por dicha variable original.

En la Tabla 8 se hace referencia a un índice de calidad del agua, por lo que nos indica que tan contaminada está el agua en el Río Querétaro. El valor que indica la menor calidad es 2.8, mientras que el valor que indica la mejor calidad del agua es -3.1.

Al comparar los valores de los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales de la Norma Oficial Mexicana (NOM-001-ECOL-1996) con el Reglamento para el Control de las Descargas de Aguas Residuales a los Sistemas de Alcantarillado del Estado de Querétaro, se puede observar que existen discrepancias en los valores de los límites máximos permisibles del contaminantes, como es el caso de: Grasas y Aceites, Demanda Bioquímica de Oxígeno, pH, Temperatura, Cadmio, entre otros.

8 Conclusiones

- El método de análisis de componentes principales propuesto por Pearson (1901) se puede aplicar en un estudio de evaluación de contaminantes en un cuerpo de agua, ya que el primer componente principal se puede utilizar como un índice de calidad del agua es decir, proporciona una descripción de los datos multivariantes, de esta manera se reduce la dimensionalidad de los mismos.
- El índice obtenido permite comparar la calidad del agua a través del tiempo.
- La variable original que contribuye más al primer componente principal fue Grasas y Aceites (GyA).
- Dado que en el Río Querétaro sólo se habían hecho mediciones de los diferentes contaminantes que establece la norma, ahora mediante este trabajo se recomienda, relacionar los diferentes contaminantes con el fin de determinar el grado de contaminación de un cuerpo de agua, utilizando el método de análisis denominado componentes principales, mediante el paquete de cómputo denominado SAS.
- Es necesario realizar bioensayos; es decir, pruebas en las cuales se utilicen organismos vivos, para determinar el efecto de los contaminantes y establecer los límites de tolerancia a dichos contaminantes en términos a los índices de calidad del agua.

9 Bibliografía

- Cabrera, L. Luz Ma. 1993 Evaluación de la Calidad del agua en el Río Querétaro. Estudio inédito para la Universidad Autónoma de Querétaro.
- Comisión Nacional del Agua 1994 Estudio del Acuífero del Valle de Querétaro.
- Diario oficial del Gobierno del Estado Libre y Soberano de Querétaro. La Sombra de Arteaga. Querétaro, Qro. 4 de abril de 1996.
- Enciclopedia Temática del Estado de Querétaro. Tomo I, 1996, UAQ y la Academia Queretana de Estudios Humanísticos A.C., Ramírez, A. 1996
- Everitt, B. & G. Dunn 1991. Applied Multivariate Data Analysis Cambridge University Press, London 117 pp.
- Fish, H. 1973 Principles of water quality management. 2nd Ed. Thunbird Enterprises, Ltd. United Kingdom 276 pp.
- Hart, C.W. & S. Fuller 1982 Pollution Ecology of Freshwater Invertebrates Academic Press, New York 180 pp.
- Kendall, M. 1975 Multivariate analysis 2nd. Ed. Griffin, London 365 pp.
- Méndez R. I. , D. Namhira, L. Moreno y C. Sosa. 1990. El protocolo de investigación, lineamientos para su elaboración y análisis. 2ª Ed. Trillas. México.
- Mitani, V. 1995 Materiales de Referencia Centro Nacional de Metreología Querétaro 15 pp.
- Pearson, E. 1956 Some aspects of the geometry of statistics. The use of visual presentation in understandin the theory and application of mathematical statistics. J.Roy. Statist.Soc, Series. A, 119, 5-146.
- Snoeyink, V. 1987 Química del Agua. Ed. Limusa, México 400 pp.

- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001 ECOL 1996** Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 24 de junio de 1996.
- NORMA MEXICANA NMX-AA-3** Determinación de grasas y aceites, Método de extracción Soxhlet, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de julio de 1980.
- NORMA MEXICANA NMX-AA-7** 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-8** Aguas- Determinación de pH - Método potenciométrico, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de marzo de 1980.
- NORMA MEXICANA NMX-AA-26** 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-28** Aguas- Determinación de demanda bioquímica de Oxígeno- Método de inculación por diluciones, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de julio de 1981.
- NORMA MEXICANA NMX-AA-51** Aguas- Determinación de metales- Método espectropolarimétrico de absorción atómica, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de febrero de 1982.

9 Anexos



Anexo A

Rutina SAS



BIBLIOTECA
INSTITUTO DE ECOLOGIA
UNAM

PROGRAMA UTILIZADO PARA EL ANALISIS DE LA INFORMACION EN SAS

```
DATA DQROGTO;
INPUT TIEMPO $ PH CE GYA DBO5 SAAM;
CARDS;
16-II 7.83 2520 9.8 108.20 9.69
5-III 6.94 2880 26.2 164.20 7.60
20-III 7.97 4060 4.2 38.56 1.18
4-IV 6.68 1967 0.4 34.25 4.34
25-IV 6.30 2250 6.8 215.55 6.70
9-V 6.90 1700 14.0 176.50 10.86
23-V 6.20 1675 25.8 123.00 7.34
13-VI 8.37 4840 5.2 35.03 1.42
27-VI 7.30 1683 10.8 37.28 6.29
5-VII 7.50 985 14.3 100.40 1.25
I-VIII 7.45 460 7.4 -7.00 2.83
12-IX 7.25 2100 13.8 291.90 6.31
27-IX 7.20 1370 17.0 204.20 8.13
10-X 7.25 1480 22.6 207.50 12.12
24-X 7.53 1204 35.8 148.10 21.52
OPTIONS NODATE NONUMBER PAGESIZE=400;
PROC PRINCOMP DATA=DQROGTO OUT=UNO;
VAR PH CE GYA DBO5 SAAM;
PROC PRINT DATA=UNO;
PROC CORR DATA=UNO NOPROB NOSIMPLE;
RUN;
```

Anexo B

Norma Oficial Mexicana

PROYECTO de 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.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.

PROYECTO DE 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.

FRANCISCO GINER DE LOS RÍOS, Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental, con fundamento en lo dispuesto por los artículos 32 Bis fracciones I, IV y V de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, 85, 86 fracciones I, III y VII, 92 fracciones II y IV y 119 de la Ley de Aguas Nacionales; 60, fracciones VIII y XV, 80, fracciones II y VII, 36, 37, 117, 118 fracción II, 119 fracción I inciso a), 123, 171 y 173 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 38 fracción II, 40 fracción X, 41, 45, 46 fracción II, y 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, por lo que he tenido a bien expedir el siguiente Proyecto de 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.

El presente proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996 fue aprobado por el Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental, en sesión celebrada el 16 de mayo de 1996 y se publica para consulta pública, de conformidad con el artículo 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, a efecto de que los interesados, dentro de los 90 días naturales siguientes a la fecha de su publicación en el Diario Oficial de la Federación presenten sus comentarios ante el Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental, sito en avenida Revolución 1425, mezzanine planta alta, colonia Tlacopac, Delegación Alvaro Obregón, código postal 01040, México, D.F.

Durante el mencionado plazo, los estudios que sirvieron de base para la elaboración del citado proyecto de Norma estarán a disposición del público para su consulta en el Centro Documental del Instituto Nacional de Ecología, sito en el domicilio antes señalado.

INDICE

1. Objetivo y campo de aplicación
2. Referencias
3. Definiciones
4. Especificaciones
5. Métodos de prueba
6. Verificación
7. Grado de concordancia con normas y recomendaciones internacionales
8. Bibliografía
9. Observancia de esta Norma

1. Objetivo y campo de aplicación

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las descargas de aguas residuales vertidas a aguas y bienes nacionales, con el objeto de proteger su calidad y posibilitar sus usos, y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas. Esta Norma Oficial Mexicana no se aplica a las descargas de aguas provenientes de drenajes pluviales independientes.

2. Referencias

Norma Mexicana NMX-AA-3 Aguas residuales-Muestreo, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de marzo de 1980.

Norma Mexicana NMX-AA-4 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-5 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-6 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-7 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-8 Aguas-Determinación de pH-Método potenciométrico, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de marzo de 1980.

Norma Mexicana NMX-AA-26 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-28 Aguas-Determinación de demanda bioquímica de oxígeno-Método de incubación por diluciones, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 1981.

Norma Mexicana NMX-AA-29 Aguas-Determinación de fósforo total-Métodos espectro-fotométricos, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 21 de octubre de 1981.

Norma Mexicana NMX-AA-34 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-42 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-46 Aguas-Determinación de arsénico en agua, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 21 de abril de 1982.

Norma Mexicana NMX-AA-51 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-57 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-58 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-60 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-64 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-66 Aguas-Determinación de cobre-Método de la neocuproina, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 16 de noviembre de 1981.

Norma Mexicana NMX-AA-78 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.

3. Definiciones

3.1 Aguas nacionales

Las aguas propiedad de la nación, en los términos del párrafo quinto del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

3.2 Aguas residuales

Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, agrícolas, pecuarios, domésticos y similares, así como la mezcla de ellas.

3.3 Aguas pluviales

Aquellas que provienen de lluvias, se incluyen las que provienen de nieve y granizo.

3.4 Bienes nacionales

Son los bienes cuya administración están a cargo de la Comisión Nacional del Agua en términos del artículo 113 de la Ley de Aguas Nacionales.

3.5 Carga contaminante

Niveles de contaminación de las descargas de aguas residuales, en función de los cuales se determinará la fecha de cumplimiento de esta Norma Oficial Mexicana.

3.6 Condiciones particulares de descarga

El conjunto de parámetros físicos, químicos y biológicos y de sus niveles máximos permitidos en las descargas de agua residual, determinados por la Comisión Nacional del Agua para un usuario, para un determinado uso o grupo de usuarios o para un cuerpo receptor específico, con el fin de preservar y controlar la calidad de las aguas conforme a la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento.

3.7 Contaminantes básicos

Son aquellos que se presentan invariablemente en las descargas de aguas residuales y que pueden ser removidos o estabilizados mediante tratamientos convencionales (sedimentación convencional y físico-química y procesos biológicos).

3.8 Contaminantes patógenos

Son aquellos microorganismos que están presentes en las aguas residuales y que representan un riesgo a la salud humana, flora y fauna. En esta categoría se encuentran las bacterias, virus, coliformes y huevos de helmintos.

3.9 Contaminantes tóxicos

Son aquellos que, en concentraciones por encima de determinados límites, pueden producir efectos negativos en la salud humana, así como a la flora y fauna acuáticas.

3.10 Cuerpo receptor

La corriente o depósito natural de agua, presas, cauces, zonas marinas o bienes nacionales donde se descargan aguas residuales.

3.11 Descarga

La acción de verter, infiltrar o depositar aguas residuales a un cuerpo receptor.

3.12 Embalse artificial

Vaso de formación artificial que se origina por la construcción de un bordo o cortina y que es alimentado por corriente superficial o agua subterránea o pluvial.

3.13 Embalses naturales

Vaso de formación natural que es alimentado por corriente superficial o agua subterránea o pluvial.

3.14 Estuario

Es el tramo de río bajo la influencia de las mareas y cuya longitud se extiende hasta la zona donde la concentración de cloruros es de 250 mg/l o mayor durante los caudales de estiaje.

3.15 Humedales naturales

Las zonas de transición entre los sistemas acuáticos y terrestres que constituyen áreas de inundación temporal o permanente, sujetas o no a la influencia de mareas, como pantanos, ciénegas y marismas, cuyos límites los constituyen el tipo de vegetación hidrófila de presencia permanente o estacional; las áreas donde el suelo es predominantemente hídrico; y las áreas lacustres o de suelos permanentemente húmedos originadas por la descarga natural de acuíferos.

3.16 Limite máximo permisible

Valor o intervalo que no debe ser excedido por el responsable de la descarga de aguas residuales y que se define en términos de la concentración de contaminantes básicos y tóxicos, exceptuando el parámetro potencial Hidrógeno (pH), que se establece en sus propias unidades.

3.17 Muestra compuesta

La que resulta de mezclar varias muestras simples en forma proporcional al caudal descargado.

3.18 Muestra simple

La que se tome durante el periodo necesario para completar, cuando menos, un volumen proporcional al caudal de descarga, de manera que éste resulte representativo, medido en el sitio y en el momento del muestreo.

3.19 Parámetro

Variable que se utiliza como referencia para determinar la calidad del agua.

3.20 Promedio diario (P.D.)

Es el promedio aritmético de los resultados de los análisis de laboratorio practicados a cuatro muestras simples, tomadas en diferentes horas de un día representativo de la descarga.

3.21 Promedio mensual (P.M.)

Es el promedio ponderado en función del flujo de los resultados de los análisis de laboratorio practicados a cuatro muestras compuestas y/o simples, tomadas en cuatro días representativos de la descarga en un periodo de un mes.

3.22 Riego irrestricto

La utilización del agua destinada a la actividad de siembra, cultivo y cosecha de productos agrícolas en forma ilimitada como forrajes, granos, frutas, legumbres y verduras.

3.23 Riego restringido

La utilización del agua destinada a la actividad de siembra, cultivo y cosecha de productos agrícolas, excepto legumbres y verduras que se consumen crudas.

3.24 Río

Corriente de agua natural, perenne o intermitente, que desemboca a otra corriente, o a un embalse natural o artificial o al mar.

3.25 Suelo

Cuerpo receptor de descargas de aguas residuales que se utilicen para uso en riego agrícola.

3.26 Uso en riego agrícola

La utilización del agua destinada a la actividad de siembra, cultivo y cosecha de productos agrícolas y su preparación para la primera enajenación, siempre que los productos no hayan sido objeto de transformación industrial.

3.27 Uso público urbano

La utilización de agua nacional para centros de población o asentamientos humanos, destinada para el uso y consumo humano.

4. Especificaciones

4.1 La concentración de contaminantes básicos y tóxicos para las descargas de aguas residuales a aguas y bienes nacionales, no debe ser superior al valor indicado como límite máximo permisible en las tablas 1 y 2 de esta Norma Oficial Mexicana. Las unidades del potencial de hidrógeno (pH) no deben ser mayores de 10 ni menores de 5.

TABLE I

LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES PARA CONTAMINANTES BASICOS

PARAMETROS (miligramos por litro, excepto cuando se especifique)	RIOS				EMBALSES NATURALES Y ARTIFICIALES				AGUAS COSTERAS						SUELO		HUMEDALES NATURALES	
	Uso público urbano		Uso en riego agrícola		Uso público urbano		Uso en riego agrícola		Recreación		Explotación pesquera, navegación y otros usos		Estuarios		Uso en riego agrícola			
	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.		
Temperatura (°C)	40	40	N.A.	N.A.	40	40	N.A.	N.A.	40	40	40	40	40	40	N.A.	N.A.	40	40
Grasas y aceites	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25
Materia flotante	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente
Sólidos sedimentables (ml/l)	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Sólidos suspendidos totales	75	125	100	175	40	60	75	125	75	125	100	175	75	125	N.A.	N.A.	75	125
Demanda de bioquímica de oxígeno T.	75	150	100	200	30	60	75	150	75	150	100	200	75	150	N.A.	N.A.	75	150
Nitrógeno total Kjeldahl	15	25	15	25	5	10	15	25	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	15	25	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Fósforo total	10	20	10	20	5	10	10	20	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	10	20	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

P.D. = Promedio Diario

P.M. = Promedio Mensual

N.A. = No es aplicable

TABLA 2

LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES PARA CONTAMINANTES TOXICOS

PARAMETROS (*)	RIOS				EMBALSES NATURALES Y ARTIFICIALES				AGUAS COSTERAS						SUELO		HUMEDALES NATURALES	
	Uso público urbano		Uso en riego agrícola		Uso público urbano		Uso en riego agrícola		Recreación		Explotación pesquera, navegación y otros usos		Estuarios		Uso en riego agrícola			
	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.
Arsénico	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2	0.2	0.4	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2
Cadmio	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2	0.2	0.4	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2
Cianuro	1.0	2.0	2.0	3.0	1.0	2.0	2.0	3.0	2.0	3.0	1.0	2.0	1.0	2.0	2.0	3.0	1.0	2.0
Cobre	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6
Cromo	0.5	1.0	1.0	1.5	0.5	1.0	1.0	1.5	0.5	1.0	0.5	1.0	0.5	1.0	0.5	1.0	0.5	1.0
Mercurio	0.005	0.01	0.01	0.02	0.005	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.005	0.01	0.005	0.01
Níquel	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4
Plomo	0.2	0.4	0.5	1.0	0.2	0.4	0.5	1.0	0.5	1.0	0.2	0.4	0.2	0.4	0.2	0.4	0.2	0.4
Zinc	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20

(*) Medidos de manera total.

4.2 El límite máximo permisible para la concentración de contaminantes patógenos para las descargas de aguas residuales vertidas a cuerpos receptores es de 1,000 y 2,000 el número más probable (NMP) de coliformes fecales por cada 100 ml para el promedio mensual y diario, respectivamente.

4.3 Para las descargas vertidas a suelo (uso en riego agrícola), el límite máximo permisible de huevos de helmintos para riego restringido es de cinco por litro, para riego irrestricto es de uno por litro.

4.4 Los responsables de las descargas de aguas residuales municipales vertidas a cuerpos receptores deberán cumplir con la presente Norma dentro del plazo establecido en la Tabla 3 de esta Norma Oficial Mexicana. De esta manera, el cumplimiento es gradual y progresivo, conforme a los intervalos de población y la inversión para la construcción de la infraestructura adecuada.

TABLA 3

FECHA DE CUMPLIMIENTO A PARTIR DE:	INTERVALO DE POBLACION
1 enero 2000	mayor o igual a 50,000 habitantes
1 enero 2005	mayor o igual a 20,000 habitantes
1 enero 2010	mayor o igual a 2,500 habitantes

4.5 Los responsables de las descargas de aguas residuales no municipales vertidas a cuerpos receptores deberán cumplir con la presente Norma Oficial Mexicana dentro de los plazos establecidos en la Tabla 4 de esta Norma Oficial Mexicana. El cumplimiento es también gradual y progresivo de acuerdo con la carga contaminante manifestada en el Registro Público de los Derechos del Agua (REPDA).

TABLA 4

FECHA DE CUMPLIMIENTO A PARTIR DE:	CARGA CONTAMINANTE DE LAS DESCARGAS NO MUNICIPALES	
	DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO TON/DIA	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES TON/DIA
1 enero 2000	mayor o igual a 3.0	mayor o igual a 3.0
1 enero 2005	mayor o igual a 1.2	mayor o igual a 1.2
1 enero 2010	todos	todos

4.6 Las fechas de cumplimiento establecidas en las Tablas 3 y 4 de esta Norma Oficial Mexicana podrán ser aportadas por la Comisión Nacional del Agua para un cuerpo receptor en específico, siempre y cuando exista el estudio correspondiente que valide tal modificación.

4.7 La Comisión Nacional del Agua podrá fijar Condiciones Particulares de Descarga a cuerpos receptores, de manera individual o colectiva, que establezcan lo siguiente:

- I) Nuevos límites máximos permisibles de descarga de contaminantes
- II) Límites máximos permisibles para parámetros adicionales a los contemplados en la presente Norma Oficial Mexicana.

Lo anterior deberá estar sustentado en Declaratorias de Clasificación de los Cuerpos de Agua Nacionales o con estudios específicos elaborados por la Comisión Nacional del Agua o por los afectados, que permitan validar las modificaciones y/o adiciones a los parámetros correspondientes.

4.8 El responsable de la descarga tendrá la obligación de realizar el monitoreo de las descargas de aguas residuales con la finalidad de determinar el Promedio Diario y/o el Promedio Mensual, analizando los parámetros señalados en función del uso del cuerpo receptor, que se establece en la presente Norma Oficial Mexicana. Asimismo, deberán conservar sus registros de monitoreo por lo menos durante tres años posteriores a la toma de muestras.

4.9 El responsable de la descarga podrá estar exento de realizar el análisis de laboratorio de alguno o de varios de los parámetros de contaminantes que se señalan en la presente Norma Oficial Mexicana, cuando demuestre que no genera dichos contaminantes, manifestándolo por escrito ante la Comisión Nacional del Agua. La citada autoridad podrá verificar la presencia o ausencia de dichos parámetros en la descarga en cuestión y si resulta con presencia el responsable no quedará exento del cumplimiento de dichos parámetros y de las sanciones que pudieran resultar.

4.10 Cuando los responsables de las descargas pretendan realizar cambios sustanciales en su proceso productivo y éstos modifiquen, adicionen o eliminen la presencia de parámetros en las descargas, tienen la obligación de comunicarlo por escrito a la Comisión Nacional del Agua.

4.11 Los responsables de las descargas deben de manejar, estabilizar y disponer de manera segura todos los residuos primarios, biológicos y químicos, así como las basuras, arenas, grasas y aceites y otros subproductos del tratamiento de las aguas residuales, de acuerdo con las disposiciones aplicables en la materia.

4.12 En el caso de que el agua de abastecimiento presente alguno o varios de los parámetros señalados en esta Norma, con concentraciones superiores a los límites máximos permisibles que se señalan en los puntos 4.1, 4.2 y 4.3 de la presente Norma Oficial Mexicana, no será imputable al responsable de la descarga el incumplimiento de los parámetros correspondientes siempre y cuando lo notifique por escrito a la Comisión Nacional del Agua, para que ésta dictamine lo procedente.

5. Métodos de prueba

Para determinar los valores y concentraciones de los parámetros establecidos en esta Norma Oficial Mexicana, se deberán aplicar los métodos de prueba indicados en el punto 2 de esta Norma Oficial Mexicana. El responsable de la descarga podrá solicitar a la Comisión Nacional del Agua, la aprobación de métodos de prueba alternos. En caso de aprobarse, dichos métodos podrán ser autorizados a otros responsables de descarga en situaciones similares.

Para la determinación de huevos de helmintos se deberán aplicar las técnicas de análisis y muestreo que se presentan en el Anexo 1 de esta Norma Oficial Mexicana.

6. Verificación

La Comisión Nacional del Agua llevará a cabo muestreos y análisis de las descargas de aguas residuales, de manera periódica, aleatoria o cuando así lo estime conveniente, con objeto de verificar el cumplimiento de los parámetros señalados en la presente Norma Oficial Mexicana.

7. Grado de concordancia con normas y recomendaciones internacionales

7.1 No hay normas equivalentes, las disposiciones de carácter interno que existen en otros países no reúnen los elementos y preceptos de orden técnico y jurídico que en esta Norma Oficial Mexicana se integran y complementan de manera coherente, con base en los fundamentos técnicos y científicos reconocidos internacionalmente.

8. Bibliografía

8.1 APHA, AWWA, WPCF, 1994. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 18th Edition. USA. (Métodos normalizados para el análisis del agua y aguas residuales. 18a. Edición. E.U.A.)

8.2 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. E.U.A.)

8.3 Ingeniería sanitaria y de aguas residuales. 1988. Gordon M. Fair, John Ch. Geyer, Limusa, México.

8.4 Industrial Water Pollution Control, 1989 2nd Edition. USA. (Control de la contaminación industrial del agua. Eckenfelder W.W. Jr. 2a. Edición McGraw-Hill International Editions. E.U.A.)

8.5 Manual de Agua para Usos Industriales, 1988. Sheppard T. Powell. Ediciones Ciencia y Técnica. S.A. 1a. Edición. Volúmenes 1 al 4. México.

8.6 Manual de Agua, 1989. Frank N. Kemmer, John McCallion. Ed. McGraw-Hill. Volúmenes 1 al 3. México.

8.7 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).

8.8 Water Treatment Chemicals. An Industrial Guide, 1991. (Tratamiento químico del agua. Una guía industrial) Flick, Ernest W. Noyes Publications. E.U.A.

8.9 Water Treatment Handbook, 1991. 6th Edition USA. (Manual de tratamiento de agua. Degremont. 6a. Edición. Vol. I y II. E.U.A.)

8.10 Wastewater Engineering Treatment, Disposal, Reuse. 1991. 3rd Edition. USA. (Ingeniería en el tratamiento de aguas residuales. Disposición y reuso Metcalf and Eddy. McGraw-Hill International Editions. 3a. Edición. E.U.A.)

9. Observancia de esta Norma

9.1 La vigilancia del cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca por conducto de la Comisión Nacional del Agua y de la Secretaría de Marina en el ámbito de sus respectivas atribuciones, cuyo personal realizará los trabajos de inspección y vigilancia que sean necesarios. Las violaciones a la misma se sancionarán en los términos de la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y demás ordenamientos jurídicos aplicables.

9.2 La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

9.3 Se abrogan las Normas Oficiales Mexicanas que a continuación se indican:

Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de las centrales termoeléctricas convencionales.

Norma Oficial Mexicana NOM-002-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria productora de azúcar de caña.

Norma Oficial Mexicana NOM-003-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria de refinación de petróleo y petroquímica.

Norma Oficial Mexicana NOM-004-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria de fabricación de fertilizantes excepto la que produzca ácido fosfórico como producto intermedio.

Norma Oficial Mexicana NOM-005-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria de fabricación de productos plásticos y polímeros sintéticos.

Norma Oficial Mexicana NOM-006-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de fabricación de harinas.

Norma Oficial Mexicana NOM-007-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de la cerveza y de la malta.

Norma Oficial Mexicana NOM-008-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de fabricación de asbestos de construcción.

Norma Oficial Mexicana NOM-009-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria elaboradora de leche y sus derivados.

Norma Oficial Mexicana NOM-010-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de las industrias de manufactura de vidrio plano y de fibra de vidrio.

Norma Oficial Mexicana NOM-011-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de productos de vidrio prensado y soplado.

Norma Oficial Mexicana NOM-012-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria huleira.

Norma Oficial Mexicana NOM-013-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria del hierro y del acero.

Norma Oficial Mexicana NOM-014-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria textil.

Norma Oficial Mexicana NOM-015-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de la celulosa y el papel.

Norma Oficial Mexicana NOM-016-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de bebidas gaseosas.

Norma Oficial Mexicana NOM-017-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de acabados metálicos.

Norma Oficial Mexicana NOM-018-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de laminación, extrusión y estiraje de cobre y sus aleaciones.

Norma Oficial Mexicana NOM-019-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de impregnación de productos de aserradero.

Norma Oficial Mexicana NOM-020-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de asbestos textiles, materiales de fricción y selladores.

Norma Oficial Mexicana NOM-021-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria del curtido y acabado en pieles.

Norma Oficial Mexicana NOM-022-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de matanza de animales y empaçado de cárnicos.

Norma Oficial Mexicana NOM-023-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de envasado de conservas alimenticias.

Norma Oficial Mexicana NOM-024-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria elaboradora de papel a partir de celulosa virgen.

Norma Oficial Mexicana NOM-025-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria elaboradora de papel a partir de fibra celulósica reciclada.

Norma Oficial Mexicana NOM-026-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de restaurantes o de hoteles.

Norma Oficial Mexicana NOM-027-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria del beneficio del café.

Norma Oficial Mexicana NOM-028-ECOL-1993, que establece límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de preparación y envasado de conservas de pescados y mariscos y de la industria de producción de harina y aceite de pescado.

Norma Oficial Mexicana NOM-029-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de hospitales.

Norma Oficial Mexicana NOM-030-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de jabones y detergentes.

Norma Oficial Mexicana NOM-032-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las aguas residuales de origen urbano o municipal para su disposición mediante riego agrícola.

Publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 18 de octubre de 1993.

La nomenclatura de las Normas Oficiales Mexicanas antes citadas está en términos del "Acuerdo por el que se reforma la nomenclatura de 58 Normas Oficiales Mexicanas en materia de Protección Ambiental, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 29 de noviembre de 1994.

Asimismo, se abrogan las siguientes Normas Oficiales Mexicanas:

Norma Oficial Mexicana NOM-063-ECOL-1994, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria vinícola.

Norma Oficial Mexicana NOM-064-ECOL-1994, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de la destilería.

Norma Oficial Mexicana NOM-065-ECOL-1994, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de las industrias de pigmentos y colorantes.

Norma Oficial Mexicana NOM-066-ECOL-1994, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de la galvanoplastia.

Norma Oficial Mexicana NOM-067-ECOL-1994, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de los sistemas de alcantarillado o drenaje municipal.

Norma Oficial Mexicana NOM-068-ECOL-1994, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de aceites y grasas comestibles de origen animal y vegetal.

Norma Oficial Mexicana NOM-069-ECOL-1994, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de componentes eléctricos y electrónicos.

Norma Oficial Mexicana NOM-070-ECOL-1994, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de preparación, conservación y envasado de frutas, verduras y legumbres en fresco y/o congelados.

Norma Oficial Mexicana NOM-071-ECOL-1994, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de productos químicos inorgánicos.

Norma Oficial Mexicana NOM-072-ECOL-1994, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de las industrias de fertilizantes fosfatados, fosfatos, polifosfatos, ácido fosfórico, productos químicos inorgánicos fosfatados, exceptuando a los fabricantes de ácido fosfórico por el proceso de vía húmeda.

Norma Oficial Mexicana NOM-073-ECOL-1994, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de las industrias farmacéutica y farmoquímica.

Publicadas en los Diarios Oficiales de la Federación los días 5, 6, 9 y 11 de enero de 1995, respectivamente.

México, Distrito Federal, a los veintitrés días del mes de mayo de mil novecientos noventa y seis.- El Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental, Francisco Giner de los Ríos.- Rúbrica.

Anexo C

**Reglamento para las descargas en aguas
residuales a los sistemas de alcantarillado del
Estado de Querétaro**



BIBLIOTECA DEL H. CONGRESO
DEL ESTADO DE QUERETARO ARTEAGA

La Sombra de Arteaga

PERIODICO OFICIAL DEL GOBIERNO DEL ESTADO LIBRE Y SOBERANO
DE QUERETARO ARTEAGA

Responsable:
Secretaría de Gobierno

Registrado como de Segunda Clase en la Administración
de Correos de Querétaro, Qro., 10 de Septiembre de 1921.

Directora:
Lic. Harlette Rodríguez Menéndez

(FUNDADO EN EL AÑO DE 1867. DECANO DEL PERIODISMO NACIONAL)

PODER EJECUTIVO.

J.C. ENRIQUE BURGOS GARCIA, GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO LIBRE Y SOBERANO DE QUERETARO ARTEAGA, CON FUNDAMENTO EN EL ARTICULO 57 FRACCION I DE LA CONSTITUCION POLITICA DEL ESTADO DE QUERETARO Y EN USO DE LAS FACULTADES QUE ME CONFIEREN LOS ARTICULOS 2 Y 7 DE LA LEY ORGANICA DE LA ADMINISTRACION PUBLICA, Y

CONSIDERANDO:

Que como complemento de las acciones en materia de saneamiento que lleva a cabo la Comisión Estatal de Aguas, y con la finalidad de estar en condiciones de cumplir con las Leyes General y Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como con la Federal de Derechos, se ha observado que resulta factible establecer un ordenamiento que regule las descargas de aguas residuales en el alcantarillado estatal.

Que con apoyo de dicho legajo jurídico, se estará en la posibilidad de controlar la calidad de las aguas residuales que sean vertidas al alcantarillado, y con ello contar con sistemas públicos de tratamiento de aguas residuales a bajo costo, ya que se lograrían economías de escala, tanto en su construcción como

en su operación, lo que permitirá atenuar el efecto negativo de un alto costo en la tarifa a los diversos sectores de usuarios.

SUMARIO:

PODER EJECUTIVO.

Reglamento para el Control de las Descargas de Aguas Residuales a los Sistemas de Alcantarillado del Estado de Querétaro. 207

GOBIERNO MUNICIPAL.

Certificación emitida por el Secretario del H. Ayuntamiento de Querétaro, del Acuerdo mediante el cual se autoriza a la Empresa Consorcio Ara, S.A. de C.V., la división en dos etapas del fraccionamiento "Ex-Hacienda Santa Ana", Fracción I y licencia de ejecución de obras para la primera etapa. 215

AVISOS JUDICIALES Y OFICIALES. 217

INFORMACION TEL. 91 (42) 14-24-00.

Que en este proceso se han involucrado a las diversas instancias públicas y privadas que guardan una relación con la materia, procurando así dar cabida a un análisis más profundo y obtener por ende un resultado ampliamente positivo para la población queretana.

Que en mérito a lo aquí descrito, he tenido a bien emitir el siguiente:

REGLAMENTO PARA EL CONTROL DE LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES A LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO DEL ESTADO DE QUERETARO.

TITULO PRIMERO.

Disposiciones Generales.

CAPITULO PRIMERO.

Disposiciones Generales.

ARTICULO 1. El presente ordenamiento es de orden público e interés social y de observancia general en todas las poblaciones del Estado Libre y Soberano de Querétaro, y tiene por objeto reglamentar el control de calidad de las aguas residuales que se descargan en los Sistemas de Alcantarillado, en los términos del Título Sexto, Capítulo Tercero, Sección Tercera del Código Urbano para el Estado de Querétaro, para cumplir con las obligaciones que señalan las Leyes General y Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como las Leyes de Aguas Nacionales y Federal de Derechos y para prevenir y proteger las fuentes de agua para consumo humano en los términos de la Ley Estatal de Salud y su Reglamento.

ARTICULO 2. La aplicación del presente Reglamento compete al Gobierno del Estado por conducto de la Comisión Estatal de Aguas y a los Municipios a través de los Organismos Operadores, en coordinación con las dependencias y entidades que tienen facultades en materia DE CONTROL DE LA CONTAMINACION DE LAS AGUAS, EN EL AMBITO DE SUS RESPECTIVAS COMPETENCIAS.

ARTICULO 3. Para los efectos de este Reglamento se entenderá por:

Aguas Residuales. Las aguas resultantes de cualquiera de los usos señalados en el artículo 329 del Código y que contengan contaminantes que degraden su calidad original.

Alcantarillado. La infraestructura que se utiliza para la recolección y conducción de las aguas residuales y pluviales.

Código. Código Urbano para el Estado de Querétaro.

Condiciones Particulares de Descarga. Los parámetros máximos permisibles, físicos, químicos y bacteriológicos que se señalan en el artículo 9o. del presente Reglamento, los que de manera general deberán cumplir quienes descargan a los sistemas de alcantarillado de las poblaciones del Estado.

Comisión. La Comisión Estatal de Aguas.

CRETIB. Código de clasificación de las características que obtienen los residuos peligrosos y que significa: corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable y biológico-infeccioso (no se consideran las aguas residuales dentro de esta norma).

Descarga Fortuita o Accidental. El vertido del depósito de agua o cualquier otra sustancia, de manera imprevista en el sistema de alcantarillado, drenes o canales a cielo abierto.

Se entenderá que es imprevista una descarga cuando se realice ésta por excepción, sin dar aviso o contar con el permiso de la autoridad competente.

Descarga Intermitente. El vertido o el depósito de agua o cualquier otra sustancia, de manera ocasional o en periodos determinados en el sistema de alcantarillado, drenes o canales a cielo abierto, contando con el permiso de la autoridad competente.

Descarga permanente. El vertido o el depósito de agua o cualquier otra sustancia, en el sistema de alcantarillado, drenes o canales a cielo abierto, contando con permiso de la autoridad competente.

Dilución. La acción de combinar aguas claras de primer uso con aguas residuales, para efecto de cumplir con las condiciones de descarga establecidas en el presente Reglamento o por Autoridad competente.

Muestra compuesta. Es aquella que resulte de combinar varias muestras simples.

Muestra simple. La que se tome durante el periodo necesario para completar un volumen proporcional al caudal, de manera que éste resulte representativo de la descarga de aguas residuales, medido en el sitio y en el momento del muestreo.

Organismo operador. La Comisión Estatal de Aguas, el JAPAM o cualquier otra Dependencia o Entidad del Municipio, que tenga a su cargo la

prestación de los servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento.

Parámetro. Unidad de medición que al tener un valor determinado sirve para mostrar de una manera precisa las características simples principales de un contaminante.

Persona física o moral. Los individuos, los ejidos, las comunidades, las asociaciones, las sociedades y las demás instituciones públicas y privadas que las diversas leyes les reconozca personalidad jurídica, con las modalidades y limitaciones que establezca la misma.

Reglamento. El presente Reglamento.

Saneamiento. El servicio que presta el organismo operador para remover o disminuir las concentraciones de contaminantes encontrados en las aguas residuales de origen público urbano e industrial.

Sistema de Tratamiento. Conjunto de obras e instalaciones para la remoción o disminución de contaminantes de las aguas residuales.

Tratamiento previo. Acción de remover y disminuir las concentraciones de uno o varios contaminantes específicos del agua residual; con el fin de adaptarlas para que puedan ser incorporadas a un sistema de tratamiento.

Usuarios. Las personas físicas y morales, públicas o privadas, que descargan aguas residuales en los sistemas públicos de alcantarillado de las poblaciones del Estado.

Usuarios domésticos. Aquéllos que descargan aguas residuales provenientes de vivienda.

Usuarios no domésticos. Todos aquellos que no se encuentran dentro de la clasificación anterior.

ARTICULO 4. El Organismo Operador en coordinación con la Secretaría de Desarrollo Urbano, Obras Públicas y Ecología, dictarán las disposiciones técnicas generales a que deberían sujetarse los usuarios, cuyas actividades puedan causar alteración de las aguas.

ARTICULO 5. Para los efectos de este Reglamento, la Comisión y los organismos operadores, en el ámbito de sus respectivas competencias, tendrán las siguientes facultades:

I. Establecer el control de las descargas de aguas residuales al alcantarillado, tanto en calidad

como en cantidad, exigiendo el cumplimiento de las condiciones generales de descarga que establece el presente Reglamento, y en su caso, establecer las condiciones particulares de descarga;

II. Exigir en su caso, el tratamiento previo de sus aguas residuales; y

III. Establecer las medidas necesarias para evitar que se descarguen sólidos por arriba de los parámetros establecidos en las condiciones de descarga, así como cualquier otra sustancia tóxica que pueda afectar a la población, dañar el alcantarillado, o en su caso, puedan contaminar las fuentes de abastecimiento de agua.

Asimismo, la Comisión ejercerá las atribuciones en materia de calidad del agua que se establezcan en favor del Estado, en las diversas disposiciones legales.

TITULO SEGUNDO.

Del control de la contaminación de las aguas.

CAPITULO PRIMERO.

De los usuarios.

ARTICULO 6. Los usuarios no domésticos que descargan de manera permanente, intermitente o fortuita, aguas residuales al alcantarillado, están obligados a realizar las medidas necesarias para controlar la contaminación de las residuales, debiendo cumplir con lo estipulado en este Reglamento, a efecto de incorporar las aguas en condiciones susceptibles de tratarse en los sistemas públicos de tratamiento a cargo del organismo operador y puedan reutilizarse en otras actividades, y en su caso, mantener el equilibrio de los ecosistemas.

Cuando no se cuente con sistema público de tratamiento, el organismo operador podrá fijar condiciones generales para determinada población, o condiciones particulares para determinado usuario no doméstico con el fin de que se pueda dar cumplimiento a las disposiciones en materia de calidad del agua que se descarga del alcantarillado a los cuerpos y corrientes de propiedad nacional.

Tratándose de descargas de industrias o comercios móviles o semifijos, el organismo operador realizará las visitas de inspección necesarias para verificar el cumplimiento del presente Reglamento.

ARTICULO 7. Cuando se cuente con infraestructura de alcantarillado, queda prohibido a los usuarios descargar aguas residuales a drenes, canales y depósitos a cielo abierto o cualquier otra

infraestructura utilizada para el manejo de las aguas pluviales de competencia estatal o municipal, salvo en los casos y en las condiciones que expresamente autorice el organismo operador.

ARTICULO 8. Los usuarios no domésticos que descarguen un volumen mayor a 300 m³ mensuales, a solicitud del organismo operador deberán colocar un medidor totalizador o de registro continuo, así como las instalaciones necesarias para el muestreo de cada una de sus descargas al alcantarillado, para que el propio organismo pueda verificar la calidad y la cantidad del agua descargada.

Cuando la descarga sea menor a los volúmenes señalados en el párrafo anterior, previa comprobación de tal situación por parte del organismo operador, estarán exentos de la obligación de colocar un medidor totalizador o de registro continuo, debiendo colocar sólo las instalaciones necesarias para el muestreo de cada una de sus descargas.

Para el debido cumplimiento de este artículo, el organismo operador fijará las condiciones y especificaciones técnicas de cada una de las instalaciones, considerando invariablemente que las mismas sean de fácil acceso y en las inmediaciones de cada predio.

CAPITULO SEGUNDO.

Condiciones de la descarga.

ARTICULO 9. Los usuarios no domésticos que descarguen aguas residuales a los sistemas de alcantarillado podrán hacerlo, pero no podrán rebasar los siguientes parámetros máximos permisibles de calidad:

Demanda bioquímica de oxígeno	260	mg/l
Demanda química de oxígeno	470	mg/l
Sólidos sedimentales	2.5	ml/l
Sólidos suspendidos totales	270	mg/l
Grasas y aceites	080	mg/l
Plomo	000.5	mg/l
Cromo total	000.1	mg/l
Zinc.	2.0	mg/l
Cadmio	000.01	mg/l
Aluminio	005.01	mg/l
Ph	6-9	Unidades
Conductividad eléctrica	5000 micromhos/cm	
SAAM	020	mg/l
Arsénico	0.50	mg/l
Temperatura	35	°C
Ferroles	5	mg/l
Cianuro	0.01	mg/l
Cromo hexavalente	0.1	mg/l
Mercurio	0.01	mg/l

ARTICULO 10. Cuando exista una descarga que contenga contaminante diferente a los señalados en el artículo 9 y que impacten negativamente en la red de alcantarillado y en los sistemas de tratamiento, el organismo operador fijará condiciones particulares para dicha descarga.

Cuando el organismo operador autorice la descarga de aguas residuales en infraestructura de competencia estatal o municipal diferente al sistema de alcantarillado cuando éste no exista, también será de observancia obligatoria del responsable de la descarga, el cumplimiento de las condiciones particulares de descarga que al efecto le fije dicha autoridad.

ARTICULO 11. El descargar aguas residuales por arriba de los parámetros contenidos en las condiciones particulares de descarga fijadas por la Comisión, o de los parámetros máximos permisibles de descarga a que se refiere el artículo 9o., dará lugar al pago de los derechos que se establecen en el Título Tercero, Capítulo Segundo del presente Reglamento.

ARTICULO 12. Queda prohibido a los usuarios, descargar en el alcantarillado, cualquiera de las siguientes sustancias descritas a continuación: (excepto aguas residuales).

I. Las consideradas como tóxicas o peligrosas en el CRETIB;

II. Sólidos o sustancias viscosas que causen obstrucción en el alcantarillado o puedan interferir en los sistemas de tratamiento, tales como grasas basuras o partículas mayores de 13 mm, tejidos animales, lodos, residuos de refinados y procesamiento de combustibles, aceites en general, etc.; y

III. Metales pesados capaces de inhibir o impedir el proceso de tratamiento de aguas residuales o su reutilización.

El Organismo Operador podrá exigir a los usuarios, cuando así lo considere, que establezcan instalaciones para la prevención de descargas accidentales de los residuos señalados en el presente artículo.

ARTICULO 13. El usuario deberá notificar al organismo operador en el mismo momento que ocurran las descargas fortuitas o accidentales, para que se tomen las medidas necesarias. En caso de que dicha descarga pueda poner en peligro la salud o la seguridad de los habitantes de la población, el

responsable de la descarga la deberá de reportar de inmediato al organismo operador, a protección civil, a la Presidencia Municipal o a cualquier otra autoridad competente, para que ésta a su vez dé la participación que corresponda a las demás autoridades y actúen en el ámbito de sus respectivas atribuciones.

Para efectos de tener identificadas todas las descargas de aguas residuales, los responsables de las descargas fortuitas o accidentales, deberán presentar un reporte al organismo operador dentro de las 72 horas siguientes a la descarga, proporcionando el nombre y razón social de la empresa, su domicilio y una descripción de la causa y el contenido de la descarga.

CAPITULO TERCERO. Permisos de descarga.

ARTICULO 14. Los usuarios no domésticos que descargan aguas residuales de manera permanente o intermitente a los sistemas de alcantarillado, requieren contar con permiso expedido por el organismo operador. La solicitud del permiso de descarga, deberá estar acompañada del formato establecido por el organismo operador.

El organismo, tomando en consideración la información proporcionada por el usuario no doméstico, procederá a su verificación mediante visitas de inspección y toma de muestras instantáneas o compuestas, las cuales a petición del usuario podrán ser compartidas para su respectivo análisis. Las muestras obtenidas para el organismo operador, las podrá enviar a su laboratorio o aquél previamente certificado por el mismo, para que se determinen los valores de las concentraciones de demanda química y biológica de oxígeno, sólidos suspendidos totales, grasas y aceites, así como los demás tipos de contaminantes que se encuentren en la descarga.

En caso de inconformidad del usuario respecto de los resultados obtenidos por el organismo operador, basada la inconformidad en los obtenidos por el usuario, a petición de éste último se realizará una tercería a través de un laboratorio seleccionado previamente por ambas partes. El organismo operador será el responsable de ordenar al laboratorio previamente seleccionado, para que dentro de los 15 días siguientes a la presentación de la inconformidad, realice la toma de muestras y análisis correspondientes, debiendo el usuario cubrir el costo generado.

ARTICULO 15. De acuerdo con los resultados de los análisis realizados, el organismo operador procederá dentro de los 45 días hábiles posteriores al análisis, a determinar las condiciones particulares de

descarga, y a otorgar el permiso, notificándolos por escrito al usuario no doméstico, salvo en los casos establecidos en el artículo 25 del presente Reglamento.

ARTICULO 16. El organismo operador tendrá la facultad de revisar, ratificar, modificar y en su caso, suspender las condiciones particulares de descarga establecidas en el permiso, en los siguientes casos, cuando:

- a) Se modifiquen las características de la descarga de aguas residuales de la población a un cuerpo receptor de propiedad nacional;
- b) Se modifiquen las normas oficiales Mexicanas que establecen parámetros de calidad de las descargas de origen público-urbano e industrial;
- c) Se determine la preservación de un cuerpo o corriente de agua;
- d) Se presente una contingencia ambiental que ponga en riesgo la salud de la población; y
- e) Se modifiquen o adicionen los procesos que originan las descargas.

ARTICULO 17. Los permisos de descarga contendrán:

- a) Nombre o razón social del titular del permiso y nombre de su representante legal;
- b) Domicilio;
- c) Giro o actividad preponderante;
- d) La ubicación y descripción de la descarga, y en su caso, las condiciones particulares de descarga;
- e) La periodicidad y tipo de los análisis y reportes que deben realizar la empresa al organismo operador;
- f) La periodicidad de la evaluación general de la descarga;
- g) Fecha de expedición y vencimiento; y
- h) Nombre y firma de la autoridad que lo emite.

ARTICULO 18. Los usuarios no domésticos deberán informar al organismo operador, cuando surjan cambios sus procesos productivos y las características de sus descargas. Lo anterior dará lugar a la evaluación de sus descargas actuales, y en

consecuencia a la posible modificación de las condiciones particulares establecidas en el permiso correspondiente.

Los usuarios no domésticos que tengan periodos de operación irregulares de los procesos generadores de contaminación de las aguas, deberán presentar con todo detalle y por escrito al organismo operador, la descripción de su régimen de operación y una propuesta de programa de muestreos para la medición de parámetros contaminantes.

ARTICULO 19. Una vez expedido el permiso de descarga, los usuarios no domésticos tendrán obligación de reportar al organismo operador, con la periodicidad que éste determine, la calidad y cantidad de cada una de sus descargas. Los muestreos y análisis de calidad se realizarán en los términos y bajo las condiciones estipulados en el permiso correspondiente.

ARTICULO 20. Cuando los usuarios no domésticos no separen de su descarga de agua residual, el agua que no tenga éste carácter, toda la descarga será considerada agua residual para los efectos de este Reglamento.

ARTICULO 21. Los permisos de descarga no serán transferibles, excepto cuando se transmita el comercio, giro o actividad industrial de una persona a otra y no se cambie el proceso productivo de la negociación. En tal situación, se requerirá formular el aviso al organismo operador, para la transmisión del permiso de descarga.

El organismo operador podrá realizar directamente o a través de empresas especializadas, la supervisión en los términos establecidos en el Código Urbano para el Estado de Querétaro, así como el monitoreo de cada una de las descargas, para verificar que los usuarios no domésticos, cumplan con las disposiciones de calidad y cantidad de agua que se establecen en el Código y el presente Reglamento.

CAPITULO CUARTO.

Del registro de la descargas.

ARTICULO 22. El organismo operador establecerá el registro de todas y cada una de las descargas de aguas residuales, incluyendo las de los drenes, canales y depósitos a cielo abierto de competencia estatal o municipal, para efectos de control y evaluación de las cargas y flujos de contaminantes generados por los usuarios.

ARTICULO 23. El registro a que se refiere el artículo anterior, deberá contar cuando menos con la información que contiene el permiso más la siguiente:

- I. Fecha de alta en el registro;
- II. En su caso, tipo de tratamiento de sus aguas residuales;
- III. Nombre y/o ubicación del colector donde se descargan las aguas residuales; y
- IV. Número de registro.

Para el caso de las descargas de aguas resultantes de usos domésticos, solamente llevará el registro de su ubicación.

TITULO TERCERO. Participación del Estado.

CAPITULO PRIMERO. Sistemas públicos de tratamiento de aguas residuales.

ARTICULO 24. A falta de sistemas particulares de tratamiento de aguas residuales que debieran ser construidos por los responsables de las descargas, el organismo operador podrá construir y operar sistemas públicos de tratamiento de aguas residuales de los usuarios que descargan en los sistemas de alcantarillado de las poblaciones del Estado.

ARTICULO 25. Cuando dichos sistemas diseñados y construidos por el organismo operador, no cuenten con la capacidad de diseño para remover determinados tipos de contaminantes encontrados en la descarga, o ésta lleva consigo mayores concentraciones de contaminantes que los señalados en los parámetros máximos permisibles de descarga para la zona de influencia de determinado sistema de tratamiento, y éstos puedan inhibir el proceso de tratamiento del sistema público a cargo del organismo operador, éste podrá ordenar al usuario no doméstico la instalación de sistemas de tratamiento previo, para que proceda a la remoción de dichos contaminantes o a la reducción de las concentraciones por arriba de lo autorizado.

ARTICULO 26. El organismo operador en los términos de las disposiciones legales vigentes, podrá convocar la participación de los sectores social y privado, mediante esquemas de concesión o contratos integrantes de construcción y/o operación de los sistemas de tratamiento.

CAPITULO SEGUNDO.
Cobro de los servicios.

ARTICULO 27. Por la prestación del servicio de saneamiento de las aguas residuales en los sistemas públicos de tratamiento, el organismo operador en los términos de las disposiciones legales vigentes, para el pago de servicio público de saneamiento, deberán considerar los costos del diseño, construcción, operación, mantenimiento y rehabilitación de los sistemas de tratamiento.

ARTICULO 29. Las tarifas estarán calculadas conforme a la clasificación de los usuarios, tipo y cantidad de contaminantes, así como en el volumen de agua residual descargada, conforme a la información periódica que proporcione el usuario o detecte el organismo operador.

Los usuarios no domésticos cubrirán los costos mediante una tarifa básica por cada metro cúbico de agua residual descargada. Asimismo se complementará la tarifa mediante el cálculo del tipo y cantidad de contaminantes que contenga la descarga, información que servirá de base para el cálculo del importe a cobrar por el servicio público de saneamiento de aguas residuales.

Los usuarios domésticos cubrirán los costos que fije el organismo operador en función del metro cúbico de agua residual descargada.

ARTICULO 30. Los reportes periódicos de los análisis que realice el usuario no doméstico al organismo operador, o en su caso, con base en los monitoreos a las descargas de aguas residuales realizados por el organismo operador, servirán en su caso, para calcular el volumen total de aguas residuales descargadas, el tipo y cantidad de contaminantes que contenga la descarga, información que servirá de base para el cálculo del importe a cobrar por el servicio público de saneamiento de aguas residuales.

ARTICULO 31. El pago del servicio de saneamiento por los usuarios no domésticos al organismo operador, se hará trimestralmente, para lo cual éste emitirá el recibo correspondiente, en el que se especificará cuando menos lo siguiente:

- a) Nombre del usuario;
- b) Número de permiso;
- c) Volumen total de agua residual descargada en ese periodo;

d) Tipo cantidad de contaminantes descargados;

e) Tarifa aplicable y monto total a pagar.

Cuando en determinado periodo no se pueda determinar el total del volumen de agua descargada, tipo y cantidad de contaminantes, el organismo operador cobrará por los servicios prestados calculando los promedios de los doce meses anteriores.

ARTICULO 32. Independientemente del cobro por la prestación del servicio del saneamiento de las aguas residuales en los sistemas públicos a cargo del organismo operador, por descargar agua residual por arriba de los parámetros contenidos en las condiciones generales de descarga o algún contaminante específico fijado en las condiciones particulares de descarga, procederán las sanciones administrativas que establece el Código y el presente Reglamento.

ARTICULO 33. Queda estrictamente prohibido a las personas físicas o morales que descargan aguas residuales en el alcantarillado, utilizar el sistema de dilución para el cumplimiento de las condiciones de descarga, salvo en los casos que autorice previamente el organismo operador.

ARTICULO 34. Están exentos del pago del servicio de saneamiento de aguas residuales, las siguiente personas:

I. Quienes descarguen aguas residuales en cuerpos corrientes diferentes a los señalados en el presente Reglamento; y

II. Quienes descarguen aguas residuales en el sistema de alcantarillado de las poblaciones o demás infraestructura señalada en el presente Reglamento, cuenten con permisos de descarga, y cumplan con las condiciones generales y particulares fijados a la descarga respectiva, cubriendo solamente el costo por el volumen descargado.

ARTICULO 35. Cuando los usuarios no cumplan con las condiciones generales y particulares de descarga, estarán sujetos al cobro de los derechos por la prestación del servicio de saneamiento de sus aguas residuales en los sistemas públicos a cargo del organismo operador, en los términos del presente capítulo.

ARTICULO 36. Cuando técnicamente sea viable y el sistema de tratamiento público, tenga capacidad de asimilar las descargas contaminantes de

los usuarios no domésticos que se encuentren por arriba de los parámetros máximos permisibles establecidos en las condiciones de descarga fijados, el organismo operador podrá autorizar dichas descargas previo el pago de los derechos que establece el Código y el presente Reglamento.

TITULO CUARTO.

De los sistemas de tratamiento particulares.

CAPITULO UNICO.

De los sistemas de tratamiento particulares.

ARTICULO 37. El usuario conforme al artículo 25 del presente Reglamento, construye un sistema de tratamiento previo de sus aguas residuales que generen lodos, el usuario será el responsable de su manejo y disposición final, debiendo presentar al organismo operador y autoridades correspondientes, al proyecto respectivo.

ARTICULO 38. Cuando los usuarios no domésticos contraten en forma individual o colectiva a una persona física o moral para que les construya el sistema y les trate sus aguas residuales, dicha persona estará obligada solidariamente en todas y cada una de las obligaciones a que estarán sujetos los usuarios, durante la vigencia del contrato.

ARTICULO 39. En caso de suspensión en la operación de un sistema particular de tratamiento de aguas residuales o de que exista una descarga de aguas residuales que contengan materiales o residuos peligrosos, que puedan causar graves daños ecológicos o de salud a la población o de operación al sistema público de tratamiento, el responsable de dicha descarga estará obligado a informar de inmediato al organismo operador y las autoridades competentes, para que en forma conjunta se prevengan o controlen los posibles daños.

Como consecuencia de dicha descarga, el responsable estará obligado al pago de los daños y perjuicios que resulten.

En caso de que la descarga no ponga en riesgo la salud o la seguridad de la población, el usuario solamente la reportará al organismo operador, para el correspondiente pago de los derechos por el saneamiento de dichas descargas.

TITULO QUINTO.

Sanciones y Recursos.

CAPITULO PRIMERO.

Sanciones.

ARTICULO 40. Los organismos operadores, conforme a lo previsto en el presente Reglamento, sancionarán las siguientes faltas:

I. Al que sin permiso del organismo operador, vierta o deposite, aguas residuales o cualquier otra sustancia en los sistemas de alcantarillado o alguna otra infraestructura hidráulica de competencia estatal;

II. Al que sin permiso del organismo operador, vierta o deposite de manera permanente, intermitente o fortuita, aguas residuales o cualquier otra sustancia en drenes, canales y depósitos a cielo abierto o cualquier otra infraestructura para el control de las aguas pluviales;

III. Al que vierta o deposite sin permiso del organismo operador, aguas residuales con parámetros de calidad por arriba de los establecidos en el artículo 9o. del presente Reglamento o alguno de los fijados en las condiciones particulares de descarga que no se encuentren enumerados en el citado artículo;

IV. Al que esté conectado al sistema de alcantarillado y sea requerido por el organismo operador para construir un sistema particular para el tratamiento previo de contaminante, y no realice las obras necesarias conforme a las disposiciones del presente Reglamento;

V. Al que utilice el sistema de dilución para cumplir con las condiciones de descarga fijados en los términos del presente Reglamento;

VI. Al que no proporcione la información solicitada por el organismo operador cuando éste realice sus funciones de verificación y cumplimiento; y

VII. Al que contravenga las disposiciones contenidas en el presente Reglamento.

ARTICULO 41. Las faltas a que hace referencia el artículo anterior, serán sancionadas administrativamente por el organismo operador, de la siguiente forma:

I. Multa a los usuarios, por el equivalente entre 50 y 10,000 días de salario mínimo general vigente en el área geográfica de la infracción, y en el momento de imponer la sanción y de acuerdo a la gravedad de la falta;

II. Clausura temporal o definitivamente de la descarga respectiva, cuando exista reincidencia de infracciones o no acatar alguna disposición del presente Reglamento.

La aplicación y pago de las sanciones es independiente al pago de los daños y perjuicios ocasionados.

ARTICULO 42. El descargar directamente en el alcantarillado, drenes, canales o depósitos a cielo abierto de competencia estatal, cualquiera de las sustancias enumeradas en el artículo 12 del presente Reglamento, estará sujeto a las responsabilidades que procedan en los términos del artículo 12 del presente Reglamento, estará sujeto a las responsabilidades que procedan en los términos del artículo 120 de la Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

CAPITULO SEGUNDO. De los Recursos.

ARTICULO 43. Contra actos y resoluciones definitivas procederá el recurso establecido en el Capítulo V del Título Séptimo de la Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

TRANSITORIOS:

PRIMERO. El presente Reglamento entrará en vigor a los 60 días hábiles posteriores a su publicación en el Periódico Oficial de Gobierno del Estado "La Sombra de Arteaga".

SEGUNDO. Los usuarios no domésticos que actualmente utilizan el sistema de alcantarillado para descargar sus aguas residuales y no cuenten con el

permiso para su descarga, tendrán un plazo de 60 días hábiles, a partir de la publicación del presente Reglamento, para solicitar el permiso correspondiente.

TERCERO. Cuando en la aplicación del presente Reglamento en los primeros 12 meses, no se puedan calcular los promedios del volumen de agua residual descargada y el tipo y cantidad de contaminantes a que se refiere el párrafo tercero del artículo 31 del presente Reglamento, el cálculo se realizará con base en los meses cubiertos por el usuario hasta el momento.

CUARTO. En tanto no se fijen nuevas condiciones particulares de descarga a los usuarios no domésticos por parte de la Comisión, estarán vigentes las expedidas por la autoridad competente.

DADO EN EL PALACIO DE LA CORREGIDORA, SEDE DEL PODER EJECUTIVO A LOS SIETE DIAS DEL MES DE MARZO DE 1996.

LIC. ENRIQUE BURGOS GARCIA.
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO.

LIC. ALEJANDRO ESPINOSA MEDINA.
SECRETARIO DE GOBIERNO.

ING. MIGUEL ANGEL GOMEZ GARCIA.
VOCAL EJECUTIVO DE LA C.E.A.

GOBIERNO MUNICIPAL.

EL C. LIC. EDGARDO CABRERA DELGADO, SECRETARIO DEL H. AYUNTAMIENTO DE QUERETARO, EN USO DE LA FACULTAD QUE LE CONFIERE EL ARTICULO 54 FRACCION IV DE LA LEY ORGANICA MUNICIPAL.

CERTIFICA:

Que en sesión de cabildo celebrada el día 13 de noviembre de 1995 mil novecientos noventa y cinco, se resolvió:

VISTA para resolver la solicitud del C. Ing. José Antonio González Mendoza, Coordinador Regional de la Empresa Consorcio Ara, S.A. de C.V., relativo a la división en dos etapas del fraccionamiento Ex-Hacienda Santa Ana, Fracción I y licencia de ejecución de obras para la primera etapa, y

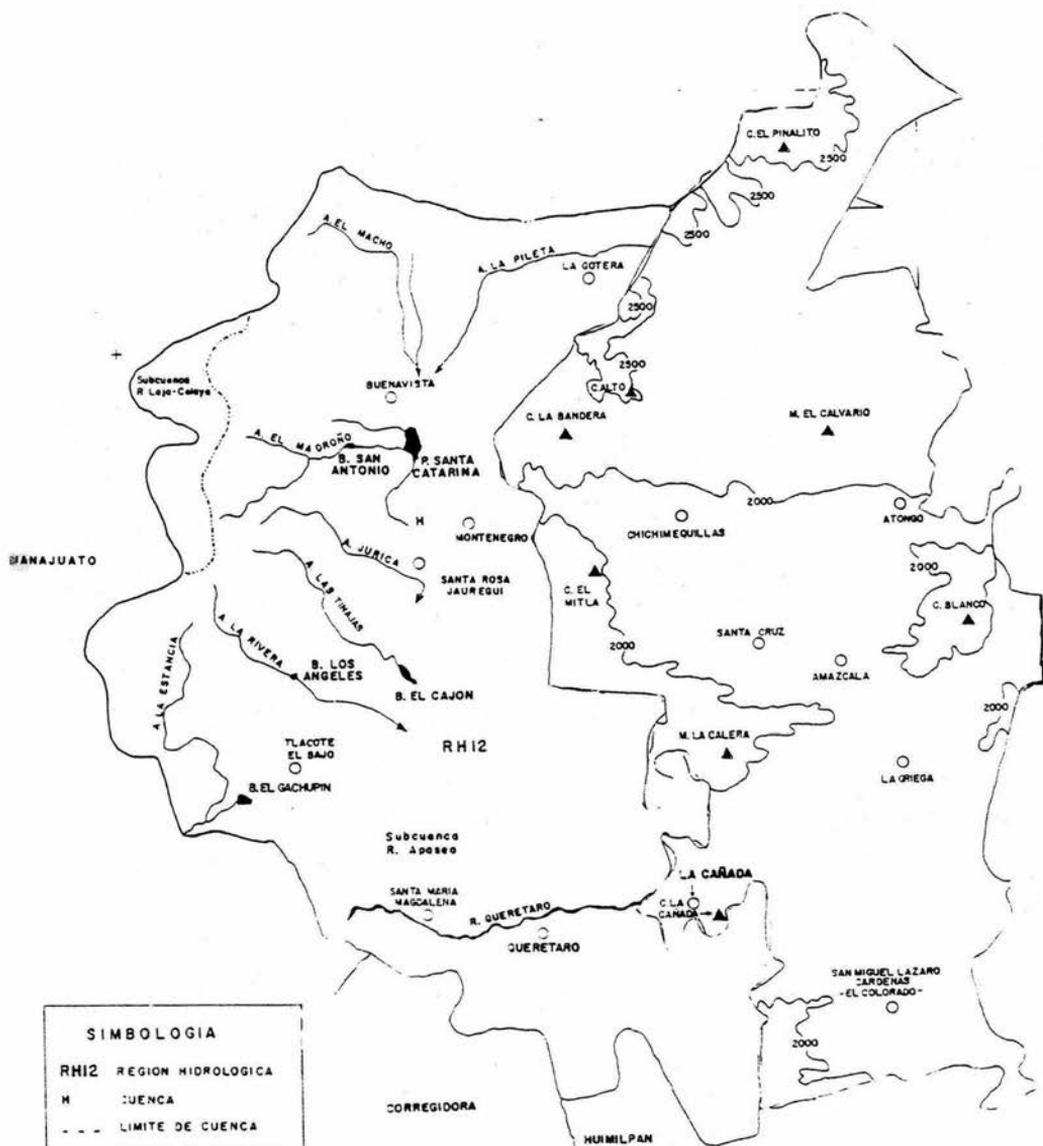
CONSIDERANDO:

I. Con fundamento en lo dispuesto por el artículo 115 fracción V de la Constitución Federal; 18, 80 y 86 de la Constitución del Estado; 34 y 35 de la Ley Orgánica Municipal; 46, 47 y 48 del Reglamento Interior del Ayuntamiento; 109, 114 y 147 del Código Urbano, corresponde en sesión de cabildo del H. Ayuntamiento de Querétaro, resolver la solicitud de división en dos etapas del fraccionamiento Ex-Hacienda Santa Ana y licencia de ejecución de obras para la primera etapa.

II. Que con fecha 12 de octubre de 1995, se sometió a la consideración de las Comisiones Unidas de Desarrollo Urbano, Ecología y Obras Públicas, dictamen técnico 01987 de la SDUOPE, relativo a la licencia de ejecución de obras de urbanización en dos etapas para el fraccionamiento tipo popular "Ex-

Anexo D

Localización Geográfica del Río Querétaro



SIMBOLOGIA

RH12	REGION HIDROLOGICA
M	CUENCA
- - -	LIMITE DE CUENCA
.....	LIMITE DE SUBCUENCA
~	CORRIENTE DE AGUA
▾	CUERPO DE AGUA
○	LOCALIDAD

