

U. N. A. M.

19.283

T E S I S

"EL AGUA, ELEMENTO BASICO EN LA VIDA DEL HOMBRE.
REGLAMENTACION JURIDICA DE SU USO EN LA LEGISLACION MEXICANA".

QUE PRESENTA:

SR: HELEODORO MOLINA RODRIGUEZ

PARA OBTENER EL TITULO DE:

LICENCIADO EN DERECHO.

MEXICO, D.F.



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.

INTRODUCCION

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES DEL AGUA.

1.- TIPOS DE AGUA

- A) AGUA POTABLE
- B) AGUAS NEGRAS
- C) AGUAS RESIDUALES
- D) AGUAS SUBTERRANEAS.

2.- DIVERSOS USOS

- A) AGRICOLA
- B) DOMESTICO
- C) INDUSTRIAL
- D) GENERACION DE ENERGIA.

CAPITULO II

PROBLEMAS MAS IMPORTANTES Y ESPECULATIVOS DEL AGUA.

1.- REPARTO GEOGRAFICO

- A) ZONAS ARIDAS
- B) ZONAS ACUIFERAS

2.- CONTAMINACION DEL AGUA

A) CAUSAS DE CONTAMINACION DEL AGUA

- 1.- NATURAL
- 2.- TERMICA
- 3.- AGUAS RESIDUALES URBANAS
- 4.- DESECHOS INDUSTRIALES
- 5.- CONTAMINACION AGRICOLA

B) CONSECUENCIAS DEL AGUA CONTAMINADA

CAPITULO III.

ORGANISMOS RELACIONADOS CON EL AGUA.

- 1.- SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS,
- 2.- SECRETARIA DE LA REFORMA AGRARIA,
- 3.- SECRETARIA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y OBRAS PUBLICAS.
- 4.- SECRETARIA DE SALUBRIDAD Y ASISTENCIA,
- 5.- SECRETARIA DE PATRIMONIO Y FOMENTO INDUSTRIAL

CAPITULO IV.

LA LEGISLACION MEXICANA VIGENTE SOBRE EL AGUA.

- 1.- ARTICULO 27 CONSTITUCIONAL.
- 2.- LEY FEDERAL DE AGUAS,
- 3.- REGLAMENTO PARA PREVENIR Y CONTROLAR LA CONTAMINACION DE AGUAS,
- 4.- MANUAL DE AGUAS,

INTRODUCCION

El agua es la fuente más importante en el origen y desarrollo de la vida. En nuestro planeta hay más agua que tierra, el globo terráqueo tiene una extensión de 510 millones de kilómetros cuadrados, de los cuales 361 millones corresponden a los mares.

El volumen estimado del agua total es de 1,300 millones de litros que se encuentran distribuidos de la siguiente forma:

- el 97.2% corresponde a los océanos
- el 2.15 % a la congelada en los casquetes polares y el resto o sea
- el 0.63 % es agua dulce de los depósitos subterráneos lagos y ríos.

Esto quiere decir que más del 96 % de toda el agua de nuestro planeta es salada, y que sin contar el agua congelada en los casquetes polares, sólo disponemos de menos de 1 % como agua potable o dulce, aproximadamente 8 millones de kilómetros cúbicos.

bicos. De estas estimaciones se puede formular una pregunta:

¿ Tenemos agua suficiente ?

Sí, por ahora tenemos suficiente agua si cuantificamos ese elemento en términos generales; aunque como se mencionó en calidades diferentes. Todavía a un alto costo y experimentalmente, se procede ya a la transformación del agua salada en dulce. Cuando sea fácil y barato desalar el agua extraída de los océanos, las posibilidades de usos humanos e industriales del agua habrán aumentado considerablemente.

"El agua que existe en nuestro globo es siempre la misma, modifica sus cualidades dentro del ciclo hidrológico, se hace delgada y gruesa se convierte en las llamadas aguas negras y aguas grises, se transforma en vapor y regresa a su calidad acuática. Desde hace millones de años tenemos la misma cantidad de agua. Eso no ha cambiado ni cambiará básicamente por más que se use esta cantidad, permanecerá constante, y no puede decirse que la humanidad en largas generaciones, no la haya bebido y empleado, porque sin ella no existiría.

Pero el agua hay que cuidarla " es y no es la misma " su cantidad sí su calidad no, varían la necesidad y la diferente demanda de uso.

El problema, hay que insistir, no es de la disponibilidad de agua sino que la haya con calidad conveniente a cada necesidad y en el lugar que se requiera. El agua es utilizable en todos sus grados o niveles cualitativos aunque no para todos sirve la misma agua." (1)

En el presente tema se tratará el de la contaminación de aguas y el aprovechamiento del agua.

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES DEL AGUA.

Los pueblos primitivos veían descender misteriosamente al agua de las nubes con una veneración especial excitando su más profunda admiración. Las aguas del cielo como el fuego y el rayo, constituían para ellos los principales atributos de los dioses que gobiernan las alturas de la atmosfera. El Olgio Escandinavo, la Varuna India, el Poseidón y el Neptuno clásico, eran símbolos a los que consagraban con verdadero culto sus fervientes plegarias y sus pintorescas manifestaciones de agradecimiento.

Nuestras razas primitivas tenían culto reverente a la Diosa del Agua Chalchiuhtlicue y al Dios Tlaloc, sabiendo que la lluvia era esencial para obtener sus alimentos y practicaban ceremonias religiosas para lograr la codiciada lluvia. Hasta en sus técnicas, los dibujos decorativos ostentaban plegarias invocando el agua de los cielos para asegurar la salud y las cosechas. Gran importancia concedían también a la po-

sesión del agua para el consumo de los habitantes. Bajo el reinado de Chimalpopoca en 1410, la zona que hoy ocupa la ciudad de México dependía del reino de Azcapotzalco, por lo que el mencionado monarca envió un embajador a fin de disponer libremente de las aguas de los manantiales de Chapultepec, pidiendo además que fueran construidas las obras de conducción de cal y canto, la falta de aprobación de su demanda provocó una guerra sangrienta que tuvo trascendencia enorme pues determinó la primera independencia de aquella valiente raza durante el reinado de Itzchuati.

Cerca de la ciudad existían fecundos manantiales que se llamaban de Acuecuxatl. El rey Ahuizotl quería disponer de esas ricas aguas en beneficio de la población y con este motivo dió las órdenes respectivas al señor de aquella tribu, -- Tzutzumatzin, quién contestó que esas aguas causarían graves males, pues inundarían la ciudad. El soberbio monarca, en un arranque de ira mandó matar al desobediente; realizó las obras necesarias y al entrar esas aguas a Tlaltelolco, fueron recibidas personalmente por el rey con el fastuoso ceremonial que en aquel tiempo hace cuatro siglos y medio se tributaba a la gran Diosa del Agua. Por una coincidencia extraordinaria poco después esa región de la ciudad sufrió una

terrible inundación que causó los mayores daños. Muchos creyeron ver allí realizada la predicción de la víctima del sanguinario monarca.

Sería largo enumerar otros episodios pintorescos de aquella época que demuestran el interés tan especial con que aquellas tribus impulsaban las mejoras en este ramo de tan vital importancia.

Los conquistadores encontraron al pisar nuestro territorio notables obras hidráulicas y se sorprendieron al ver la amplia dotación de agua dulce con que contaba Tlalteolco y Tenoxtitlán, para proveer a sus habitantes por medio de dos acueductos paralelos que partían de Chapultepec los que conservaban cuidadosamente para llenar sin interrupción alguna, las necesidades de la población.

Las sociedades modernas desarrolladas dentro de un ambiente de progreso y obedeciendo a la presión de la civilización consideran con un criterio netamente científico este elemento otorgándole lo mismo que al aire, la máxima importancia.

" Es un caso curioso que no debo dejar pasar desapercibido que a pesar del colosal avance de la ciencia transcurrieron muchos siglos sin que se conociera la verdadera composición del agua. Los genios más notables que ha producido la humanidad no supieron lo que constituía ese precioso líquido ".

Newton lo mismo Leibnitz y Boyle, creían que el vapor acuoso estaba estrechamente relacionado con el aire y admitían que el cristal de roca no era otra cosa sino agua - cristalizada, explicando la transformación del agua en cuarzo por la acción del frío. El gran químico Lavoisier fue quién descubrió que se componía de oxígeno e hidrógeno y finalmente otros dos químicos notables, Gay-Lussac y Humboldt, determinaron la proporción de estos componentes hasta el siglo último, en el año de 1805, desde entonces conocemos la fórmula H^2O , cuya composición centésima en peso es 88.81 de oxígeno por 11.19 de hidrógeno.

También sabemos que la presencia del agua en el cuerpo humano es condición esencial de la vida, que desempeña un gran papel en su economía, constituyendo un alimento indispensable para la vida celular, y que es el vehículo por me

dio del cual se operan las acciones químicas cuyo conjunto constituye la existencia. Basta recordar que el protoplasma contiene de 80 a 90 por ciento de agua y que una reducción del 20 al 22 por ciento en el agua componente del organismo, conduce finalmente a la angustiosa muerte que causa la sed.

Está perfectamente demostrado que muchas de las aguas que se destinan al consumo de las poblaciones en realidad no son potables. Los caracteres de potabilidad se comprueban mediante análisis químicos, físicos y bacteriológicos debiendo presentar el agua potable entre otras las siguientes condiciones:

- ser transparente
- incolora e
- inodora
- tener un sabor agradable con
- una temperatura no superior a 15° centígrados
- conteniendo aire en la proporción de 28 a 30 centí metros cúbicos
- y que contenga a su vez 33 centésimos de su volumen de oxígeno.
- es conveniente que existan en ella en pequeña pro-

porción, algunas sustancias fijas que influyan en darle un sabor atractivo.

Si el agua disponible no presenta esas condiciones hay que transformarla, eliminando los elementos dañosos.

Los progresos sorprendentes que se han hecho en materia de esterilización del agua han tenido influencia decisiva en la salubridad pública desterrando enfermedades mortíferas, cuyos gérmenes se desarrollan y propagan por ese vehículo. En nuestros días la aplicación de los procedimientos modernos en el tratamiento del agua, proporcionan admirables resultados desde el punto de vista bacteriológico, químico y de su aspecto físico.

Voy a citar algunos casos concretos que demuestran los benéficos resultados obtenidos en algunas grandes ciudades - cuyas condiciones eran pésimas y que merced a la implantación del sistema más moderno de depuración del agua (que existe en el mundo) han duplicado su población en pocos años y disfrutaban de los magníficos resultados obtenidos.

- Hace algunos años en la ciudad de San Luis Missouri el agua destinada al consumo era tan deplorable su calidad que algunas personas recurrían a las aguas minerales por temor de contraer alguna enfermedad, su apariencia era en realidad terrible desastrosa y su sabor era sumamente desagradable.

dable. Bastaba saber que procedía de los ríos Mis-
sissippi y Missouri, cuyo aspecto era aterrador, para
abstenerse de beberla -

Hoy el panorama ha cambiado totalmente debido a la a-
plicación del sistema establecido allí por un munic-
pio progresista que inteligentemente proyectó y reali-
zó obras de verdadera importancia con una inversión de
varios millones de dólares.

El procedimiento de depuración empleado consiste en fil-
tros de tipo de gravedad y mecánicos con capacidad de -
240,000 galones en 24 horas. Emplean las siguientes sus-
tancias químicas :

- Cal 18,771 toneladas anuales
- Hierro 2,320
- alúmina 3,703
- clorina 82

con lo que se obtiene los siguientes resultados, las bac-
terias de todas clases existentes en las aguas de los -
ríos desaparecen totalmente.

La mortalidad de los habitantes que en 1903 era de 1,681
por 100,000 se ha reducido ahora a 1,390. Ha desapareci-
do la fiebre tifoidea, pues de 47 casos por 100,000 habi-

tantes ahora el coeficiente no llega a uno, en mayores aplicaciones porque las proyecciones que voy a tener el gusto de presentar dan una idea completa del procedimiento que se emplea. En estos procesos de purificación es muy importante el empleo del amoníaco en la esterilización por la cloramina, con objeto de tener mayor seguridad en la completa depuración del agua y conseguir especialmente algo que es enteramente esencial liberar el agua del olor o sabor desagradable. Las condiciones prácticas que deben observarse al aplicar los procedimientos en que se utiliza el cloro y el amoníaco son particularmente las siguientes:

- que la reacción se opere rápidamente a fin de que el cloro no pueda combinarse con fenol, y mantener presente cierta cantidad de amoníaco para evitar la formación de malos olores y sabores.

Resultados semejantes se han obtenido en Chicago que se provee de las aguas intensamente contaminadas del lago Michigan.

En nuestra República hay muchas ciudades que se encuentran en casos semejantes a las mencionadas, que deben a

doptar un remedio radical para mejorar sus condiciones higiénicas, sin tener que erogar crecidos gastos, ya que su población es reducida, evitando todas las enfermedades de origen hídrico, valiéndose de cloradores y esterilizadores de proporciones adecuadas a la cifra de sus habitantes.

Se ha establecido en Cali capital del Departamento de El Valle, en Colombia una instalación proyectada por el Ingeniero Bunker, Ingeniero consultor en la zona del Canal de Panamá, en la que utilizan la sedimentación, la filtración rápida en arena, la aereación y la esterilización. La instalación se proyectó para una capacidad inicial de 30,000 metros cúbicos de agua por día calculando el consumo diario de 250 litros por persona, preparada para duplicar su rendimiento. Consta de dos tanques de asentamiento de 80 metros por 20, con profundidad 2.50 metros, el agua sale de estos dos tanques por dos tuberías de hierro, la rapidez de la filtración se gobierna por un regulador SIMPLEX en cada filtro descargando el agua a un depósito construido de cemento. El resultado de esta instalación ha sido enteramente satisfactorio. En nuestra ciudad se han instalado estaciones de depuración en la Condesa con capacidad para 200,00 metros cúbicos diarios y otras más pequeñas -

en Tacubaya Mixcoac, San Angel y Guadalupe Hidalgo, del sistema Wallece y Fiernan.

En todos las ciudades importantes de la República de Chile se han instalado o se estan instalando plantas depuradoras con dobles apartados clorador pudiéndose afirmar - que las tres cuartas partes de los habitantes de esa nación reciben agua esterilizada, habiendo reducido notablemente la mortalidad por la fiebre tifoidea.

En Brasil se ha empleado por muchos años la precloración con buen éxito estableciendo plantas adecuadas que funcionan en la forma que aconseja la ciencia, lo mismo que en las demás Repúblicas del Sur.

Nuestra capital se encuentra en condiciones privilegiadas en esta materia pues cuenta con el mejor filtro que existe en el mundo, que es el que proporciona la naturaleza misma. El agua de los fecundos manantiales que brotan en su cuenca tiene todos los caracteres de la mejor agua potable, según lo demuestran los análisis del eminente Doctor Rio de la Loza que con tanta sabiduría y competencia practicó los estudios respectivos y sin embargo, hemos te-

nido que instalar plantas de cloración, porque la mano del hombre con sus obras imperfectas destruye el tesoro hidráulico poco común de que disponemos.

Nuestro problema es inverso al que presentan las ciudades norteamericanas, aquéllas disponen solamente de aguas infectadas, saturadas de micro-organismos y de bacilos COLI, y después de tratarlas científicamente la entregan a los habitantes en magníficas condiciones de pureza. Aquí tenemos el agua purísima de nuestros manantiales a unos cuantos kilómetros de la ciudad y al recibirla en nuestras casas ha declinado su grado de pureza, hay que remediar este mal con la urgencia que el caso requiere, enfrentándose al problema con toda decisión.

Recordamos que en la época en que se terminaron las obras de Xochimilco la ciudad de México era un modelo de este servicio, podemos afirmar con legítimo orgullo que no había otra ciudad en el mundo que pudiera superarla. Fue sin duda la edad de oro en este importantísimo ramo. Marroquín y Rivera con un brillante estado mayor de ingenieros muy competentes, entre los que se encontraban

Alberto J. Pani, Octavio Dubois, Carlos Daza, Nicolás Durán y otros no menos distinguidos, habían realizado una obra que mereció los elogios del prominente General Goethals, Director de las Obras del Canal de Panamá, del Jefe de Obras Públicas de la ciudad de New York y de cuantos expertos en la materia vinieron a examinarla.

Fuertes movimientos sísmicos produjeron grietas y asentamientos en el acueducto, que desgraciadamente no fueron corregidas oportunamente. Es de hacerse notar que la adopción del cemento armado para la construcción del acueducto que uno de los primeros de esta clase que se construyeron en el mundo, lo hace enteramente rígido, y no fueron suficientes para conservarlo en su posición primitiva, los millares de pilotes que se colocaron en el subsuelo para consolidar la construcción. Por este motivo las condiciones del acueducto principal son deplorables en sus primeros nueve kilómetros lo que amerita su sustitución inmediata, que debe hacerse con dos o tres conductos de tubos metálicos, con juntas flexibles que puedan en conjunto dar paso acerca de 3,500 litros por segundo. Sabemos también que la red de distribución

no abarca sino la zona de la ciudad antigua y hay que extenderla a las nuevas colonias y a los barrios habitados por las clases humildes y trabajadoras que reclaman esas mejoras.

Los pozos artesianos profundos y de gran diámetro sujetos a las últimas prescripciones de la técnica cuya aplicación está extendiéndose en todas las grandes ciudades del mundo, encuentran en México excelente aplicación por las riquezas de sus aguas subterráneas, en algunos de los que se han perforado recientemente se ha obtenido una producción considerable, que en algunos casos excede de 3,600 litros por minuto, de una agua exenta de toda contaminación llenando las más estrictas condiciones de una agua potable perfectamente filtrada por la naturaleza.

Entre los recursos hidráulicos con que contamos existe un extenso lago subterráneo en la zona del Ajusco, alimentador abundante de los manantiales de la cuenca de Xochimilco, este lago según las exploraciones practicadas abarca una extensión de ocho millones de metros cuadrados, existiendo otros de menores dimensiones cerca de los manantiales de la Noria. Encontrándose las aguas allí depositadas

cubiertas por las lavas de los contrafuertes del Ajusco, constituyen una cuantiosa reserva de líquido perfectamente protegido contra toda contaminación, garantizando de una manera absoluta la pureza de las aguas.

I. TIPOS DE AGUA.

El agua es uno de los principales elementos para la subsistencia de la vida con ella se desarrollan innumerables funciones biológicas de suma importancia para la vida del hombre, en su mayor parte el cuerpo humano está constituido de agua.

En los orígenes de la humanidad el hombre buscaba para establecerse, un lugar cercano a alguna fuente de abastecimiento, ríos, lagos, lagunas etc... proporcionaban el líquido vital y además alimentos diversos. Los pueblos nómadas se alojaban en donde se encontraban tierra fértil - que les ofreciera facilidades para satisfacer sus elementales necesidades, al tener mayor conocimiento se transformaron en pueblos sedentarios y sacaron mayor provecho del agua al utilizarla para la realización de nuevas funciones.

A medida que estos pueblos crecieron se formaron centros de población que poco a poco aumentaron en tamaño y empezaron a tener problemas por la mayor demanda de agua, esto motivó la búsqueda de otras fuentes naturales y de una mejor conducción de donde nacieron los conocidos y antiguos acueductos.

El crecimiento de estos centros de población dió por resultado la formación de grandes metrópolis, donde se agudizaba más el problema para conseguir agua potable, con obras especialmente costosas que requerían una técnica avanzada. Estas masas de población demandan una gran cantidad de agua originando los problemas de su transporte, y además el estudio de nuevas formas de purificación tales como son las plantas de tratamiento que dan nuevo uso al agua. Con el objeto de crear conciencia del correcto uso del agua se han formulado programas publicitarios para el ahorro del agua, y también conciencia de la no-contaminación del agua pues siendo escasa el agua potable se debe aprovechar bien. Veremos entonces que hay distintos tipos de agua, que son:

A) - AGUA POTABLE.

¿ Qué es el agua potable ? .

Si recurrimos a la enciclopedia - veremos que:

Agua es un cuerpo formado por la combinación de un volumen de Oxígeno y dos de Hidrógeno; sin embargo, este concepto es muy general, si profundizamos encontraremos que:

- Agua es un líquido transparente, muy debilmente azulado, de densidad 1 a 3.98, insípido y sin olor.

● Agua potable es la que se consider apta para la alimentación, lavado y usos industriales. Todo esto no nos permite dar una definición precisa de Agua potable, puesto que es un tanto superficial.

En 1675 con las publicaciones de Lewwenhoek, acerca de observaciones en microscopios de Agua de lluvia encharcada, se habló de la existencia de elementos que no se habían tomado en cuenta al definir el agua potable. Esto hizo que en 1853 en Alemania, Ferniand Cohn, haciendo uso del microscopio realizara un trabajo para obtener la información respecto al origen y a la importancia de la materia orgánica contenida en el agua, surgiendo así los primeros indicios en cuanto a la relación entre las algas y otros microorganismos y la calidad del agua, pero no alcanzaron signigificación sanitaria, no obstante, debido al interés que despertaron sus estudios y al adelanto de la microscopia que le siguieron los exámenes microscópicos quedaron como una técnica a emplearse.

Posteriormente, los trabajos de Pasteur, Kock y Frankland, en el campo de la química del agua fueron ampliamente reconocidos para la definición del concepto del agua potable.

En la actualidad Agua Potable es un liquido que cumple con las siguientes propiedades físicas y químicas:

PROPIEDADES FISICAS, BACTERIOLOGICAS Y QUIMICAS:

- a) Color - Incolora
- b) Sabor - Insípida o sabor agradable
- c) Aireación - Aireada
- d) Limpidez - Limpia
- e) Dureza - No debe cortar el jabón.

PROPIEDADES BACTERIOLOGICAS

● El agua estará libre de gérmenes patógenos procedentes de contaminación fecal humana, se considera esto cuando la investigación bacteriológica dé como resultado .

a) Menos de 20 organismos de los grupos coli, y coliforme por litro de muestra definiéndose como organismos de los grupos coli y coliforme todas las bacterias aerobicas o anaerobicas facultativas.

b) Menos 200 colonias bacterianas por ml, de muestra, en la placa de Agar incubada a 37° por 24

horas.

- c) Ausencias de colonias bacterianas licuantes de la gelatina para el desarrollo, cromogenas o fetidas en un ml., de muestra incubada a 20°C por 48 horas.

PROPIEDADES QUIMICAS.

- Nitrogeno amoniacal
- Nitrogeno potásico
- Nitrogeno de Nitritos
- Nitrogeno de nitratos
- Oxígeno consumido
- Alcalinidad
- Dureza total 300 mg. por litro
- Cloruros
- Sulfatos
- Magnesio
- Zinc
- Cobre
- Fluoruros
- Hierro y magnesio
- Plomo

- Arsénico
- Selenio
- Cromo hexavalente
- Fenoles
- Cloro libre.

Todas estas propiedades con sus respectivos miligramos se condensan en lo que se llama normas de calidad del AGUA - POTABLE.

Para la realización de todas las necesidades cotidianas del hombre el elemento número uno es el agua, debido a es to es la importancia de disponer de suficiente, exigiendo que conste de determinadas cualidades puesto que así lo - requiere el organismo humano.

El agua una vez contaminada, después de su uso, se tira y al entrar en una corriente, como es un río empieza un pro ceso de autopurificación que se lleva a cabo dependiendo en las condiciones en que se entregó.

Los objetivos que se persiguen con el tratamiento del agua son:

- a) Un abastecimiento seguro en calidad.
- b) La prevención de enfermedades.

- c) Prevención de molestias.
- d) Agua limpia para baño y otros propósitos sanitarios y recreativos.

El grado hasta el cual es necesario llevar un tratamiento varía mucho de un lugar a otro y existen tres factores de terminantes.

- 1) Características del agua a tratar
- 2) Objetivos del tratamiento
- 3) Capacidad o espacio de que se disponga.

Estos factores son determinantes para cualquier tratamiento que se deba dar al agua dependiendo al fin de cuentas la calidad del agua y economía del agua tratada de que tan acertado fue la selección de estos factores.

No hay duda de que existen multitud de factores que influyen en la calidad del agua, por lo tanto la calidad de ésta depende de algún compromiso y sea cual fuere debe darse mayor importancia al hecho de que el público valora generalmente un abastecimiento de agua tomando en consideración los cinco factores de calidad siguientes.

- 1) Temperatura
- 2) Sabor y olor
- 3) Aspecto

4) Equilibrio químico

5) Seguridad sanitaria

De manera muy general puede afirmarse que hoy las aguas municipales proporcionadas por conducto de la Secretaría de Recursos Hidráulicos y la Secretaría de Salubridad y Asistencia tienen buena calidad sanitaria.

LA POTABILIZACION

Las aguas naturales forman parte de un ciclo continuo. La humedad que se vapora de los océanos y otras superficies de aguas como lagos, ríos etc...cierra el ciclo con la precipitación de lluvias, nieve, granizo parte de estas aguas regresa a la superficie y otra cae sobre la tierra. De esta última, una parte es empleada por la vegetación, algo se evapora, otra parte corre hacia los océanos por conducto de corriente de agua y ríos y el resto penetra en la tierra para formar el agua subterránea. El almacenamiento de agua para suministro, se realiza mediante la intercepción de corrientes de superficie o por la captación de agua que se ha infiltrado en la tierra.

En el prólogo se habló de las fuentes de aprovechamiento del agua las que se trataran con un poco más de detalles en los

siguientes párrafos.

Primeramente hablaremos de las corrientes de aguas. Estas tienen su origen en la precipitación directa, en el rebosamiento que ocurre en los lagos y lagunas así como en la infiltración de las aguas de zonas montañosas hacia los valles más bajos.

Durante los períodos de gran precipitación, las aguas se tornan lodosas con un gran contenido de bacterias, transformándose durante las grandes inundaciones en menos lodosas, en el tiempo de sequía las corrientes tendrán un volumen grande de agua procedente del subsuelo, por lo cual es un agua más dura que en otras temporadas, desde el punto de vista sanitario las aguas pueden tener efectos de polución naturales, que serán por efectos indirectos como podría ser causado por el viento, que arrastra materiales que en ocasiones deposita en una corriente de agua, hojas que con el transcurso del tiempo entran en descomposición. Desde el punto de vista de la contaminación la ocasionada por el hombre como resultado de sus actividades es la más notoria.

"El uso de las aguas potables se hace mediante una concepción en todas las corrientes, el servicio de las aguas potables es el que proporciona agua en cantidad, calidad y presión necesaria para el uso del hombre."(2)

B) -AGUAS NEGRAS

Son aguas de desecho unidas a residuos orgánicos e inorgánicos líquidas residuarias de las industrias, del uso doméstico, agua subterránea y escurrimiento de tiempo seco que puedan mezclarse con dichas aguas de desecho aguas negras como adjetivo significa algo relacionado con las aguas negras como por ejemplo obras para aguas negras o recolección de aguas negras. Las aguas negras contienen una pequeña cantidad de sólidos en volumen proporcionalmente enorme de agua, tienen un color gris y un aspecto parecido al agua de jabón de fregar platos.

Se analizan las aguas negras, para determinar aquellos constituyentes de las mismas que puedan causar dificultades para su tratamiento o evacuación o para facilitar la elección del tipo de tratamiento más conveniente. Se analizan los líquidos finales del tratamiento y las aguas que puedan producir contaminación para comprobar el pro-

greso de la polución y de la autopurificación. Se emplea con frecuencia el término fuerza o concentración de las aguas negras como un índice de su potencialidad para causar perjuicios. La fuerza de un caudal de aguas negras se mide por la capacidad potencial de producción de perjuicios de su olor, su contenido de sólidos y su demanda química de oxígeno. El análisis completo puede clasificarse en análisis desde el punto de vista sanitario.

ESTUDIO DESDE EL PUNTO DE VISTA SANITARIO.

Un estudio de tipo sanitario para determinar las características de las aguas negras, debe proporcionar datos sobre:

- (1) su origen que puede ser doméstico, comercial o industrial, el tipo o tipos de industrias de donde proceden las aguas.
- (2) las variaciones en el caudal o gasto de las aguas negras y en su fuerza o concentración.
- (3) el modo en que la duración de la permanencia de las aguas negras en las atarjeas puede afectar a la naturaleza relativas de las aguas negras.
- (4) el grado de dilución por aguas de infiltración, superficiales o de lluvia
- (5) y otros factores del medio, cuya determinación puede ser pertinente.

Tomas de muestras: la calidad de las aguas negras que fluyen por una atarjea no es constante. Tiene lugar a cambios en la calidad, tanto con el tiempo como con la posición, pues la calidad de las aguas negras en la superficie de la atarjea, es distinta de la calidad de las del fondo y la calidad por la mañana es diferente de la calidad por la tarde. Por tanto, es difícil recoger una muestra que sea representativa. En la superficie hay un exceso de materiales flotantes, cerca del fondo hay una gran proporción de sólidos en sedimentación de material terreo. Aguas abajo de una caída, donde se mezclan completamente las aguas negras que escurren, habrá habido incorporación de aire que afectara a las determinaciones del oxígeno.

Como la calidad de las aguas negras puede alterarse durante las horas que dura la formación de la muestra compuesta es necesario conservar las muestras parciales en un lugar refrigerado o agregarles algún tipo de preventivo para inhibir los procesos biológicos que en otro caso se producirían, entre los preventivos más adecuados figuran el cloroformo, el formaldehído y el ácido sulfúrico.

"Al proyectar instalaciones de tratamiento de aguas negras de

ben establecerse donde sea necesario, puntos para tomar muestras de aguas negras brutas, de los líquidos que entran y salen de cada elemento de tratamiento, de todos los tipos de lodo, de los líquidos flotantes etc... en determinaciones hechas en un análisis físico pueden comprender, temperatura, color, olor y turbidez.

TEMPERATURA.- es útil la observación de la temperatura porque puede indicar los antecedentes de las aguas negras en efecto sobre la actividad biológica, la solubilidad de los gases y el efecto de la viscosidad sobre la sedimentación.

COLOR.- las aguas negras recientes normales, tienen un color gris, un color negro o muy oscuro, puede indicar que las aguas negras están alteradas o son sépticas, especialmente si tales colores van acompañados de olores sépticos.

OLOR.- las aguas negras domésticas normales recientes son prácticamente inodoras, los olores a podrido así como los de ácido sulfhídrico y los de indol escatol y otros productos de descomposición indican que las aguas negras están alteradas o son sépticas. Ciertos desechos industriales pueden dar a las aguas negras olores característicos.

TURBIDEZ.- las aguas negras son turbias normalmente cuanto mayor es su fuerza mayor es la turbidez.⁽³⁾

C) AGUAS RESIDUALES

Entre los distintos tipos de aguas residuales pueden citarse las siguientes:

- Aguas residuales combinadas.- son una mezcla de aguas negras de origen sanitario y aguas superficiales o de lluvia, con o sin aguas de desecho de industrias.
- Aguas negras brutas o naturales.- son aguas negras que no han sufrido ningún tratamiento.
- Aguas negras diluidas o débiles.- aguas negras que contienen menos de 150 p.p.m. (partes por millón) de sólidos en suspensión y de BOD (demanda bioquímica de oxígeno).
- Aguas negras domésticas.- son aguas negras derivadas principalmente de viviendas, edificios comerciales, instituciones y similares. (pueden o no contener agua subterránea, aguas superficiales o aguas de lluvia) Escurrimiento de tiempo seco, es el escurrimiento normal a un sistema de alcantarillado durante el tiempo de lluvias.
- Aguas negras frescas.- aguas de origen reciente que contienen oxígeno disuelto en el punto en que se examinan.
- Aguas subterráneas o de infiltración.- son las que han llega-

do a la conducción a través del terreno.

- Aguas negras caseras como sinónimo de aguas negras domésticas.
- Aguas negras industriales.- aguas negras en que predominan aguas de desechos de industriales.
- Aguas negras sanitarias.- aguas negras que contienen excremento humano.
- Aguas negras sépticas.- aguas negras que han sufrido procesos de putrefacción en condiciones anaerobias.
- Aguas negras en procesos de alteración.- aguas negras que contienen poco o ningún oxígeno pero que todavía no han sufrido ningún proceso de putrefacción.
- Aguas negras de lluvia .- o aguas de lluvia, es el exceso de agua procedente de la lluvia que escurre sobre la superficie del terreno.

TIPOS DE SANEAMIENTOS.- Los sistemas de saneamiento pueden proyectarse como un sistema independiente de alcantarillas y un sistema para la evacuación de las aguas, el hecho de que sea frecuente que se sometan las conducciones independientes a un trabajo extraordinario después de su construcción, incorporándoles conexiones de drenajes de tejados o de desague de drenajes superficiales merece tenerse en cuenta. ■ El uso de un sis-

tema independiente es aconsejable en los siguientes casos.

- a) Cuando las aguas negras sanitarias tengan que concentrarse en un solo punto de salida.
- b) Cuando haya que elevar por medio de instalaciones de bombas las aguas negras sanitarias.
- c) Cuando la topografía ofrezca pocas pendientes y haya que hacer grandes excavaciones para establecer un sistema de evacuación combinado.
- d) Cuando las alcantarillas del sistema independiente tengan que colocarse a una profundidad sustancialmente mayor que la profundidad necesaria.
- e) Cuando las áreas que hay que drenar son reducidas y con pendientes suficientes facilitando el escurrimiento.
- f) Cuando las conducciones combinadas pudieran producir aguas de retroceso que inundarían los cimientos de los edificios."(4).

D) - AGUAS SUBTERRANEAS.

Las aguas naturales existen en la superficie del suelo y es tan sometidas al peso de la gravedad. Las aguas subterráneas menores en su aportación diaria pero muchas veces más numerosas que los manantiales superficiales son los suministros subterráneos municipales y privados de Norteamérica.

Las aguas subterráneas se extraen de muchas formaciones geológicas:

- 1).- De los poros de depósitos aluviales, glaciales o eolianos (arrastrados por los vientos) de materiales granulares no consolidados, tales como arena y grava.
- 2).- De los pasajes cavernas y plano de fracturas de soluciones en roca sedimentaria.
- 3).- de las fracturas y fisuras de rocas igneas.
- 4).- De combinaciones de estas formaciones geológicas con solidadas y no consolidadas.

Las fuentes subterráneas también tienen un área de toma o captación pero la alimentación o recarga se produce por infiltración a las aberturas del suelo, en lugar de por escurrimiento sobre su superficie.

El agua subterránea sale a la superficie a través de los manantiales, cuando la superficie del suelo cae bruscamente bajo el nivel freático normal (manantiales de depresión) Cuando una obstrucción geológica lleva tras de sí agua del suelo y la fuerza hacia la superficie (manantiales de contacto) cuando una falla de estrato impermeable permite al agua artesiana escapar de su confinamiento (también manan-

tiales de contacto). Los manantiales normalmente se aprovechan para captar el flujo natural de un acuífero; bajo circunstancias favorables en rendimiento puede aumentarse mediante la introducción de tubos colectores o galerías situadas más o menos horizontales dentro de las formaciones freáticas que los alimenta.

"Las obras de captación de obras subterráneas incluyen normalmente bombas. El agua fluye a ellas de todo o gran parte del campo de pozos, ya sea por su gravedad o a través de ductos profundos. La mayor parte de las aguas subterráneas son limpias de buen gusto y frías. Sin embargo, el paso a través de algunas capas del suelo puede hacerlas de sabor desagradable, repelentes, corrosivas o duras. Deben variarse su tratamiento de acuerdo con las necesidades."(5).

II. DIVERSOS USOS DEL AGUA.

Los usos que el hombre da al agua son múltiples y a continuación vamos a señalar algunos de los más importantes, - que permitan valorizar mejor los múltiples problemas que en el uso de este líquido se presentan y algunos de los - cuales son de carácter dilemático obligando a adoptar soluciones que al resolver uno dejan sin resolver y aún suelen agravar otro.

a) USO EN LA AGRICULTURA.

El problema de la utilización del agua en la agricultura de nuestro país surge consecuencia de la necesidad de proporcionar alimentos y vestido a una población que en la actualidad crece con ritmo acelerado y como la fuente primaria de la obtención de esos alimentos es la agricultura - con sus complementarias, la ganadería y la silvicultura, resulta inexcusable la utilización de nuestras posibilidades hidráulicas para abastecer las demandas de agua de la agricultura ya que el medio atmosférico dentro del que se desarrolla no le proporciona en forma natural los volúmenes de agua que demanda, resultando de aquí que ese desarrollo básicamente se encuentra regido y limitado por las posibilidades de aprovechar nuestros recursos naturales o dicho

de otra forma la utilización de nuestras posibilidades hídricas preside el desarrollo de nuestra agricultura.

Desafortunadamente son muy complejos y numerosos los factores que conforman, y dimensionan el problema y nuestro propósito es hacer aquí, dentro de las limitaciones de nuestra apreciación una enumeración de esos factores y un resumen de sus características, más antes de empezar con la enumeración, apuntaremos también como dato fundamental del problema el crecimiento demográfico que ha tenido nuestro país - desde 1910 hasta 1960.

En el año de 1910 la población se estimó de 15.1 millones de habitantes, en el año de 1930 la población había alcanzado un total de 17.5 millones de habitantes y para 1940 la población había alcanzado un total de 19.6 millones de habitantes, en 1950 - 25.8 millones, en 1960 de 34.9 millones en 1970 - 48.3 millones, en 1980 - 67.4 millones de habitantes. Personas pesimistas sin fe en el gran potencial humano, aseguran que para el año (2000) dos mil la población será tan grande y subestimando el valor de los recursos naturales disponibles por una parte y por la otra las inagotables posibilidades de la técnica agrícola especialmente, te-

men la aparición del hambre a medida de que nos vayamos acercando a esa fecha.

El primer factor del problema de la utilización del agua en la agricultura es el consumo que de ella hacen las plantas en general y las del cultivo en particular, debiéndose decir más bien que el problema consiste en proporcionar a las plantas el agua que necesitan para su desarrollo normal esta demanda de agua comienza desde la germinación de semillas o iniciación de la vida vegetal. Otro de los factores del problema en la agricultura es la orografía general del país que más adelante se verá.

El agua en la agricultura es tradicional y ampliamente conocida por su importancia, en lo que respecta a la que la lluvia proporciona y que hace que algunas regiones que la reciben con regularidad y abundancia sean verdaderos paraísos agrícolas, mientras que en otras escasea o irregular solo soportan una raquítica agricultura o llegan a carecer totalmente de ella si la escasez de tan valioso elemento se acentúa. Además el hombre aprovecha el agua de los depósitos y corrientes superficiales o las de las presas.

b) USO DOMESTICO.

"El agua en la vida doméstica es igualmente importante empleada para el aseo general del cuerpo humano para el lavado de las ropas o para la limpieza del hogar y estas necesidades que no son rigurosamente biológicas han alcanzado tanta importancia que en la actualidad la carencia del agua en las casas por unas cuantas horas provoca un estado de incomodidad, por eso es que se le ha dado bastante publicidad al mejor empleo de ella pues se han estado agotando manantiales cercanos y el estado tiene que buscar la solución al problema estudiando y localizando nuevos manantios y traer el agua hasta la ciudad." (6).

c) USO INDUSTRIAL.

El agua en el uso industrial tiene importancia capital, en primer lugar porque es necesaria en los procesos de transformación que constituyen la base de muchas de ellas y en segundo porque es fuente de energía ya sea utilizándola directamente como fuerza hidráulica o empleándola para la producción de energía.

Existen desgraciadamente muy pocos datos sobre el uso del agua en la industria mexicana. En 1972 el Plan Nacional Hidráulico dependiente de la Subsecretaría de Planeación

Secretaría de Recursos hídricos, llevó a cabo un estudio preliminar sobre demandas y consumos del agua en la industria. En 1974 la Dirección General de usos del agua y Prevención de la Contaminación realizó una serie de estudios sobre los usos del agua en los once principales sectores industriales del país.

- 1.- Industria Alimenticia
- 2.- Industria Química
- 3.- Industria del Hierro y el Acero
- 4.- Industria de la Celulosa y el Papel
- 5.- Industria Petroquímica
- 6.- Industria del Petróleo
- 7.- Industria Textil
- 8.- Industria Azucarera
- 9.- Industria de la Curtiduría
- 10.- Industria del Acabado de Metales.
- 11.- Industria Vitivinícola.

La demanda del agua por la industria puede ser clasificada, de acuerdo con el uso asignado al agua y de acuerdo con el tipo de industria que la demanda. Por ejemplo: la producción de Celulosa y Papel requiere del manejo de grandes volúmenes de agua que se destina al transporte de fibra de un proceso a otro, lavado y remoción de impurezas que se -

generan al transformar la madera a fibra, dilución de fibra en la producción mediante trituración de papel de desperdicio y alimentación a caldera de recuperación de licor y calderas de fuerza. El mayor uso de agua corresponde a utilización dentro del proceso, aunque se presentarían variaciones dependiendo del tipo de industria que se tenga, ya que en una industria no integrada de fabricación de papel es de suponer que el consumo unitario de agua fresca para enfriamiento sea mayor que el volumen destinado al mismo fin para una industria integrada.

Es por eso que urge un programa razonado de uso de aguas residuales para satisfacer las demandas de agua en la industria, casi todos los países industrializados estudian la implantación de un sistema que ayude a resolver el problema de control de aguas residuales, su tratamiento y reuso. El establecimiento de distritos o cooperativas regionales para el tratamiento de las aguas residuales en forma comunal y su reutilización en la industria o en la agricultura es una de las alternativas más atractivas desde el punto de vista económico-social, tanto a nivel individual como regional y nacional.

El Valle de México que contaba con 12,500 habitantes en 1970 era el área industrial más importante del país su producción era el 48% del total en la República Mexicana. Esta alta concentración urbana-industrial hace que el agua disponible para el abastecimiento sea insuficiente, haciendo indispensable la importación de agua de cuencas externas a un alto costo.

"Los distritos de reutilización se han proyectado en las áreas de mayor densidad industrial, teniendo actualmente en estudios los siguientes : Naucalpan, Alce Blanco, Vallejo, Tlalnepantla-Barrientos, Tultitlán-Lechería, Santa Clara Xalostoc Ecatepec. En estos cinco distritos se estima que puede existir un volumen de reutilización entre 600,000 y 700,000 m³. por día, los principales usos a que pueden destinarse estas aguas tratadas son los procesos de enfriamiento, riegos de jardines, combate de incendios, lavados de pisos y todos aquellos procesos industriales donde la calidad del agua tratada lo permita."(7).

d) GENERACION DE ENERGIA.

Continuamos con la enumeración de los aprovechamientos tenemos que: El desarrollo hidroeléctrico es muy importan-

te porque es la base del progreso de la nación.

La producción de energía debe vigilarse mucho, sobre todo en lo que se refiere a la producción mediante el volumen almacenado de una corriente ya que esta agua no se consume se toma su energía y se devuelve al río. A gran ritmo se continúan construyendo obras en todo el país, hay necesidad de prever las necesidades eléctricas de nuestro desarrollo social y económico ya que casi la mitad de la población de México carece de servicios eléctricos. La Comisión Federal de Electricidad consciente de la importancia de la hidrología en los aprovechamientos hidroeléctricos, tiene una dependencia formada por técnicos especializados dedicados exclusivamente a observar las corrientes que son de su interés y elaboran los estudios hidrológicos antes de llevar a cabo cualquier obra.

Cuando en 1926 la Comisión Nacional de Irrigación inició la construcción de grandes obras hidráulicas para el riego de terrenos que contaban con poca o casi nada de agua en las épocas de estiaje, el único objetivo que se buscaba era el riego. Pero con el tiempo se fue viendo que esas presas podrían servir para control de avenidas y gene-

ración de energía.

Solo el estudio hidrológico puede determinar hasta que grado pueden ser compatibles el riego y la generación de energía y como coordinar esas dos demandas que son totalmente diferentes para obtener el máximo aprovechamiento.

"Para generación de energía se necesita extraer el agua todo el año con muy pocas variaciones por lo general se encuentran en unos cuantos meses que son los de estiaje:

Las soluciones que la hidrología estudia son varias pero en cada caso dependen de las condiciones de cada caso particular.

- a) Construir una presa reguladora inmediatamente aguas abajo de la presa principalmente en donde se genera energía.
- b) Generación de energía con las extracciones para riego y además instalar una planta termoeléctrica que suplirá el faltante de energía generado en la presa.
- c) Generación de energía firme y además abastecimiento de las demandas para riego.

Lo anterior se refiere a una sola presa de almacenamiento - pero cuando se tiene una o más presas se pueden hacer varias

combinaciones como por ejemplo: generar energía firme en las presas superiores y usar la presa inferior solo para riego, generar firme en la presa inferior con las extracciones para riego y completar la demanda con la generación en las presas superiores.* (8).

C I T A S

- 1.- BOLETIN DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE GEOGRAFIA Y ESTADISTICA.
Ing. Ignacio L. de la Barra.
Tomo re. páginas 355 - 365.
- 2.- LOS RECURSOS NATURALES RENOVALES.
Dr. Federico K.G.Mullerrud.
México 1948. páginas 62 - 73
- 3.- ALCANTARILLADO Y TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS.
Harol E. Balbitt.
Robert Baumann.
CECSA. páginas 403 - 407.
- 4.- ABASTECIMIENTO DE AGUA Y REMOCION DE AGUAS RESIDUALES.
Daniel Alexander Geyer.
Jaon Charles Okun
Editorial Limusa.
México 1974. páginas 43 - 50.
- 5.- LA CAPTACION DE AGUAS SUBTERRANEAS
Jean Pimienta.
Daniel Sanz Lanzuela
México 1973. Capítulo I.
- 6.- MESAS REDONDAS SOBRE EL PROBLEMA DEL AGUA EN MEXICO.
Instituto Mexicano de Recursos Renovables.
3 al 7 de agosto 1964. páginas 55 - 60.
- 7.- DISEÑO HIDRAULICO Y TECNOLOGIA AMBIENTAL, S. A.
CAPITULO III
- 8.- HIDRAULICA.
Pedro J. Dozal.
Talleres Gráficos de la Nación
8 de septiembre de 1935.

CAPITULO II

PROBLEMAS MAS IMPORTANTES Y ESPECULATIVOS DEL AGUA.

I.- REPARTO GEOGRAFICO.

El territorio nacional comprende: la superficie continental; las islas, incluyendo los arrecifes y cayos en los mares adyacentes ; las islas Guadalupe y Revillagigedo en el Oceano Pacífico; la plataforma continental y los zócalos submarinos de las islas, cayos, arrecifes; las aguas de los mares territoriales hasta una extensión de 12 millas marinas de las costas y el espacio situado sobre el territorio nacional. Según la Constitución Política de 1917 el nombre de la Nación es el de Estados Unidos Mexicanos, sin embargo, se le llama también México o República Mexicana, nombre que oficialmente tuvo antes, según la Constitución de 1857.

Está situado al Sur de América del Norte, en la porción más angosta. Afecta toscamente la forma de un triángulo

con la base hacia el norte, donde limita con los Estados Unidos y tiene una extensión de 2,597 kms. El vértice, desviado hacia el sureste, limita con la República de Guatemala y con la Colonia Inglesa de Belice en 1,133 km.

Al oriente lo bañan las aguas del Golfo de México y del Mar de las Antillas; al occidente y al sur, las del Océano Pacífico. El punto más boreal, que es el NO de la Baja California, tiene una latitud de $32^{\circ}43'$ N; la del punto más austral, que es la desembocadura del río Suchiate es de $14^{\circ}30'$ N. Así es que todo el territorio está situado en el Hemisferio Norte. El Trópico de Cáncer lo atraviesa sensiblemente por el centro, de modo que la parte norte, que es la más extensa, corresponde a la zona templada y la porción sur, que es la más angosta a la zona tórrida o intertropical.

Sus longitudes extremas son $86^{\circ}36'$ y $118^{\circ}20'$ al occidente de Greenwich, tomadas desde la punta sur de la Isla - Mujeres, por el E, hasta la Isla de Guadalupe en el Pacífico, por el W. De modo que la República Mexicana queda comprendida en el Hemisferio Occidental.

Sus litorales son muy extensos, los del Atlántico miden 2,611 km. y los del Pacífico tienen una extensión de 6,608 km. que dan un total de 9,219 km. Su área es de cerca de dos millones de kilómetros cuadrados. La porción continental mide 1,966,050 km². y la insular 6,496 km². más 450,000 km². de plataforma continental marítima.

América como todas las masas continentales, ha estado sujeta a las modificaciones debidas a la actividad interna de la Tierra que ha plegado, invertido, dislocado, fracturado, hundido y levantado enormes capas de rocas de la corteza terrestre, modificando las estructuras del relieve de muchas regiones.

" Por eso el suelo de México es muy quebrado, posee elevaciones superiores a 5,000 metros, mesetas extensas, grandes depresiones y profundas barrancas. Tres series de cadenas montañosas con orientación general de NO. a SE. - prolongaciones de las cordilleras estadounidenses - son las que principalmente dan forma a la parte continental del territorio: la Sierra Madre Oriental, prolongación de los Montes Wasach; la Sierra Madre Occidental, que

es la continuación de las montañas Rocallosas, y la Sierra de la Baja California, de la Cadena Costera," (1).

En tiempos muy remotos una serie de hundimientos en la zona situada entre la Sierra Madre Occidental y la Sierra de la Baja California, favorecieron la invasión de las aguas del Océano Pacífico que formaron el Golfo de California, porque casi quedó separado del Continente una larga y estrecha faja de tierra que constituye la Península de la Baja California.

Entre las dos Sierras Madres queda encerrada la Altiplanicie Mexicana, cuyo límite sur lo forma una aglomeración de conos volcánicos y derrames de lavas que lleva el nombre de Eje Volcánico o Sistema Tarasco Nahoá. Atraviesa el territorio de O a E. y contiene las mayores elevaciones del país. En seguida se da una lista de las principales, citas de E. a O. con sus respectivas alturas:

<u>NOMBRE</u>	<u>ALTURA EN METROS</u>
Pico de Orizaba (Citlaltépetl).....	5,747 m.
Cofre de Perote	4,282 m.
Malinche	4,461 m.
Popocatepetl	5,452 m.

Iztaccíhuatl	.....	5,286 m.
Nevado de Toluac	.....	4,558 m.
Pico de Tancítaro	.....	3,845 m.
Nevado de Colima	.....	4,330 m.
Volcán de Colima o del Fuego	.....	3,960 m.

y otros. El Eje Volcánico está situado a los 19° de latitud Norte.

La Altiplanicie se extiende desde esta zona volcánica hasta el interior de los Estados Unidos con un declive hacia el N y el NE. Su suelo no es uniforme, está cruzado por varias corilleras transversales. Un poco al N. del Trópico de Cáncer, desde la Sierra Madre Occidental hasta la Sierra Madre Oriental, aparece otra serie de cadenas volcánicas llamadas Sierras de Zacatecas Orientadas de NO. a SE. que la dividen en dos grandes secciones: la Meseta de Anáhuac al S. y las llanuras Boreales o Región de los Bolsones al N. Esta última es la más extensa ocupa como la cuarta parte del territorio y en su suelo aparecen dilatadas llanuras con numerosas depresiones, conocidas con el nombre de bolsones. Los principales son el de los Indios Pueblos, al NO; en la parte conral, el de Mapimí y el Va-

lle del Salado al SE. Tal vez en tiempos remotos estuvieron ocupados por lagos ya desaparecidos a causa de la intensa evaporación y de la falta de lluvias.

Al S. de la Región de los Bolsones y separada de ella por las Sierras de la Breña, Zacatecas y San Luis, está situada la Meseta de Anáhuac con una altura media de 2,000 metros sobre el nivel del mar. Al " , al S. y al E., la limitan respectivamente la Sierra Madre Occidental, el Eje Volcánico y la Sierra Madre Oriental. Las Sierras de Zacatecas la dividen en dos partes: una muy amplia al O - la Cuenca del Lerma - que presenta extensas llanuras y la Cuenca del Pánuco, estrecha y de suelo más quebrado al E.

Al S. del Eje Volcánico las cadenas montañosas tienen una dirección general de O. a E. con excepción de la Sierra - Madre Oriental que se prolonga hasta el Istmo de Tehuantepec. La Sierra Madre del Sur se eleva casi bordeando el litoral del Pacífico hasta el Istmo de Tehuantepec.

Entre la Sierra Madre del Sur y la Sierra Madre Oriental, hacia el S. del Eje Volcánico, se levanta un maciso de rocas llamado Escudo Mixteco o Nudo Mixteco y al oriente, u-

na región muy elevada, con montañas en direcciones tan diversas que complican mucho el relieve. Es la región llamada del Cempoaltépetl que tiene un declive brusco hacia el Istmo de Tehuantepec que es muy bajo. Al oriente del Istmo hay otra sección montañosa formada por cordilleras - paralelas orientadas de oeste a este que constituyen la - Sierra Madre de Chiapas próxima al litoral del Pacífico.

La vertiente meridional del Eje Volcánico desciende casi a pico desde alturas de tres a cuatro mil metros hasta depresiones de doscientos metros. Esta enorme hoya de forma - triangular, está enmarcada por el Eje Volcánico, la Sierra Madre del Sur y la Sierra Madre Oriental y se le conoce - con el nombre de Depresión Austral o Cuenca del Balsas.

Entre los pliegues de la Sierra Madre de Chiapas quedan situadas las mesetas centrales, y hacia el Norte con declive al Golfo de México, las llanuras de Tabasco y Campeche que unieron al territorio mexicano una gran dala caliza de suelo plano con ligero declive hacia el Norte, que formó la - Península de Yucatán, bañada al O. y al N. por el Golfo de México y al E. por el Mar de las Antillas.

" México tiene gran variedad de climas, tanto por su situación entre dos zonas térmicas, como por la variedad del relieve de su suelo. Si sólo interviniera en los climas el factor latitud, las regiones meridionales serían calidas todo el año y algo templadas las regiones septentrionales. Pero la diversidad de alturas, la orientación de las cadenas montañosas respecto a los vientos dominantes y la distancia al mar, hacen varias mucho los climas." (2).

Los lugares altos son menos calientes que los bajos y en las cumbres de las montañas muy elevadas hay nieves perpetuas.

La Meseta de Anáhuac y las Mesetas de Chiapas gozan de temperaturas templadas todo el año, no obstante hallarse situadas en la zona tórrida, por su altura; en tanto que las regiones bajas, como las cercanas a los litorales, como la Península de Yucatán, el Istmo de Tehuantepec y las llanuras del NE., que son los dominantes en la República Mexicana, - entran al territorio por el Golfo de México saturados de humedad y al chocar contra las estribaciones de la Sierra Madre Oriental y la parte norte de las Mesetas de Chiapas producen copiosas lluvias de relieve en la vertiente del Golfo y entran casi secos a la Altiplanicie, al Escudo Mixteco y

a las Mesetas de Chiapas, por lo que estas comarcas son mucho menos lluviosas. La Región de los Bolsones, que es la más extensa de la Altiplanicie es mucho más seca y tiene grandes áreas que son verdaderos desiertos porque los vientos llegan después de haber descargado su humedad en las vertientes exteriores de las cordilleras que las rodean y por estar muy alejadas del mar. La falta de humedad es causa de que las temperaturas sean muy extremosas. Esas regiones tienen veranos muy calurosos e inviernos fríos además, están influenciadas por las ondas frías que llegan desde el norte del continente con trayectorias hacia el Golfo de México y el Mar de las Antillas.

La Vertiente del Pacífico es menos lluviosa que la del Golfo porque los vientos alisios le llegan casi secos; pero las regiones meridional y occidental reciben en verano lluvias irregulares de los ciclones que cruzan el Océano Pacífico en su trayectoria hacia las tierras situadas al N. del Golfo de México. Pero al N. de la Baja California y el NO. de la vertiente del Pacífico carecen de esta influencia y tienen clima desértico.

" Infortunadamente los climas secos y semi-secos predominan

en más de la mitad de la República y esta falta de humedad repercute en los regímenes de sus corrientes fluviales. La mayor parte de los ríos mexicanos son torrenciales; sus estiajes son tan marcados que, en las épocas de sequía, casi desaparecen. En cambio, durante las estaciones lluviosas muchos de ellos se desbordan. Son muy pocos los que tienen caudal permanente y casi todos desembocan en forma de barras que son un obstáculo para la entrada de grandes embarcaciones." (3).

La Dirección general de las Sierras Madres determinan dos grandes vertientes exteriores:

- Una inclinada hacia el Golfo de México y otra hacia el Océano Pacífico. En las extensas depresiones del interior del país, sin escurrimiento hacia el mar, se forman cuencas cerradas.

Las corrientes principales de la vertiente del Golfo, mencionadas de N. a S. son:

- El río Bravo que nace en las Montañas Rocallosas del vecino país y, en su curso medio forma parte de la frontera entre México y los Estados Unidos, desemboca en el Golfo de México y cerca de su desembocadura está situado el puerto de Matamoros. Su caudal es pobre, excepto en

las épocas de lluvias, pues la mayor parte de su curso atraviesa por regiones muy secas; sus aguas se aprovechan más bien para riego y no es navegable.

El río Pánuco nace con el nombre de río Moctezuma en la cuenca oriental de la Meseta de Anáhuac y desemboca en el Golfo donde está situado el puerto de Tampico.

El río Papaloapán nace de la unión del Tehuacán, que baja del SE. de las Sierras de Puebla y del Quiotepec que baja de la Sierra de Ixtlán; serpentea por un estrecho cañón que talló en la Sierra Madre Oriental, recibe afluentes - por ambas riberas y, en su curso bajo se desliza por una llanura baja y anegadiza para desaguar en el Golfo, en la laguna y puerto de Alvarado.

El Coatzacoalcos es caudaloso, se enriquece con las aguas de la vertiente N. del Istmo de Tehuantepec, nace en la Sierra Atravesada y desagua en el N. del Istmo, cerca de su desembocadura está situado el puerto de Coatzacoalcos, llamada anteriormente Puerto México.

Tres ríos riegan las llanuras de Tabasco, que son las más bajas del país y con sus afluentes forman una verdadera red hidrográfica. Dos de ellos, el Mezcalapa o Chiapa y el Usumacinta, nace en Guatemala. El Grijalva se origina al S. de la capital de Tabasco de la unión de otros dos ríos

es corto, pero muy caudaloso y desemboca en la barra de Frontera. En las épocas de avenidas se le une uno de los brazos del Mezcalapa por la margen izquierda, y por la derecha recibe otro brazo del Usumacinta el cual antes de desembocar se divide en tres corrientes: la de la derecha que recibe el nombre de río Palizada; la del centro, el río San Pedro y la de la izquierda conserva el nombre de río Usumacinta. En parte de su curso medio sirve de frontera entre México y Guatemala y es navegable en 300 km. sin interrupción.

Los principales ríos de la vertiente del Pacífico de S. a N. son:

El río Balsas, cuya cuenca forma la Depresión Austral y se origina de varios riachuelos que corren de oriente a poniente entre el Eje Volcánico y la Sierra Madre del Sur; el Balsas sigue esta misma dirección y desemboca en el Océano Pacífico con el nombre de río Zacatula.

La porción occidental de la Meseta de Anáhuac la ocupa la cuenca del Lerma que nace al pie del Nevado de Toluca; corre de E. a O y desagua en el lago de Chapala, en el que se origina, por el N. el río Santiago que corre hacia el NO pa

ra desembocar en el Pacífico cerca del Puerto de San Blas.

Más al N. el río Mayo se forma de varias corrientes que bajan despeñándose desde las sierras por profundas barrancas. Corre con rapidez hacia el SO hasta la llanura costera donde se desliza lentamente hasta la Bahía de Santa Bárbara.

El río Yaqui es el más importante de esta vertiente y su cuenca es una de las más extensas de México. Baja de la Sierra por cañones bellísimos y muy agrestes, describe muchas curvas, recibe varios afluentes y desemboca cerca del Puerto de Guaymas.

El río Colorado nace en las Rocallosas y la mayor parte de su curso pertenece a los Estados Unidos; en su curso bajo parte sirve de límite entre los dos países; después corre entre el N. de la Baja California y Sonora y desemboca en el N. del Golfo de California. El río Colorado solo en 96 km. es mexicano.

Numerosas corrientes de agua bajan de la Sierra Madre Occidental a la porción NO. de la vertiente del Pacífico, pero desgraciadamente son muy pocos los que llegan a desembocar

hasta el Golfo de California, porque debido a la intensa y prolongada sequía, su caudal se empobrece a medida que avanzan, pues en parte se evapora el agua por el calor - excesivo y, en parte, se infiltra por las tierras reseca.

En la Península de la Baja California solo el NO hay algunos ríos de caudal permanente, pues por una parte la disposición del relieve y por otro la extremada sequía impiden la formación de corrientes de agua constantes. Las dos vertientes están cortadas por barrancas profundas que muestran grandes cauces secos y pedregosos obstruidos por el material de acarreo que arrojan las corrientes de agua las raras veces que llueve, porque la lluvia siempre es en forma de aguaceros torrenciales y las aguas de los ríos se despeñan impetuosas y devastadoras para arrojarse violentamente hasta el mar.

Como el suelo de la Península Yucateca es una dala caliza casi plana, pues sólo al NO., próxima al litoral, aparece una serie de lomas llamada la Sierrita, carece de ríos superficiales. El agua de las lluvias se filtra por las tierras calizas para formar corrientes y lagos subterráneos. Cuando la parte superior de la roca del suelo se -

debilita y se hunde, deja al descubierto especies de grutas subterráneas con un lago en el fondo que llaman localmente cenotes, son semejantes a las dolinas.

a) ZONAS ARIDAS.

" Cuando se habla de zonas áridas, viene inmediatamente a nosotros la idea de una región de la tierra donde la escasez de agua, como elemento indispensable para la vida vegetal y animal, constituye el más importante de los factores limitantes.

Sin embargo, al tratar de definir lo que son las zonas áridas, encontramos graves problemas. En ocasiones, y estos son los casos que podemos considerar indispensables - la cantidad total de precipitación pluvial en la región es tan pequeña que por sí misma limita en cualquier circunstancia las posibilidades de los organismos." (4).

Tres son fundamentalmente los criterios que se aplican para definir y delimitar las zonas áridas:

- el climatológico, que toma en cuenta la cantidad y distribución de la precipitación pluvial, y sus relaciones con la temperatura.

- el hidrológico, que considera la disponibilidad de agua con miras a su utilización, analizando no solamente los factores anteriores, sino también
- los orográficos y edáficos, que pueden afectar más o menos profundamente el panorama respectivo y
- el ecológico que aunque apoyándose en los datos básicos derivados de las consideraciones anteriores, usa como criterio para la delimitación de las zonas las características de su vegetación.

Si consideramos el conjunto del Planeta y estimamos una superficie total para sus tierras emergidas de 134 602 300 km². , Shantz (1956) calcula que, basándose en el estudio de la vegetación, pueden considerarse 7 044 800 km² como semi-áridos 33 411 000 km², como áridos y 6 293 700 como extremadamente áridos, sumando en conjunto 46 749 500 km², que equivalen al 35% de la superficie terrestre.

Por su parte Meigs (1952) utilizó un criterio climatológico basado en el sistema de Thornthwaite (1948) llega a una estimación total notoriamente semejante a la anterior, pues considera que las tierras áridas (48 857 760 km²) corresponden al 36% de la superficie terrestre. Pero su

distribución en los mismos tres grupos básicos mencionados por Shantz es muy distinta, ya que reporta 21 243 180 km² como semi-áridos (o sea unas 3,5 veces más que en el caso anterior); mientras que solo incluye en el grupo de las tierras áridas 21 802 620 km² que corresponden a algo menos de 7 décimos de la clasificación previa; en cambio la estimación de las extremadamente áridas (5 811 960 km²) es prácticamente equivalente a la obtenida tomando la vegetación como indicador.

Aunque un mapa de las distintas zonas con diverso grado de aridez, muestra que las mismas se encuentran distribuidas en manchones en los varios Continentes, no es menos cierto que en todos ellos existen; considerando la UNESCO (1958) que más de cincuenta países y territorios incluyen zonas áridas dentro de sus fronteras.

En la misma publicación mencionada en párrafo anterior, se distribuyen las zonas áridas del mundo en cinco grandes grupos que son:

- 1) Norteafricano - eurasiático.
- 2) Norteamericano (en el que queda comprendido nuestro país)
- 3) Surafricano.

4) Australiano y

5) Suramericano.

El interés de la UNESCO por estudiar los problemas de las zonas áridas se remonta a casi tres lustros, y se inicia en 1948, cuando se discute la posibilidad de realizar un programa específico durante la Conferencia Científica para la Conservación y Utilización de los Recursos Naturales Renovables, que se reunió en Lake Success convocada por dicho organismo.

Ese mismo año, el Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas formuló la recomendación de que algo se hiciera en este sentido, y la UNESCO convocó desde luego a un Comité de Expertos que se reunió en París en 1949 y apoya la recomendación anterior, organizándose de inmediato un Consejo Internacional Provisional de Investigaciones sobre las Zonas Áridas, que recomienda en 1950, la organización de un Comité Permanente, cosa que la UNESCO convierte en realidad el año siguiente y en ese mismo 1951 celebra su primera reunión en Argel.

Desde entonces, las actividades del Comité no solo se han

manifestado en sus reuniones periódicas y en la publicación de numerosos y muy valiosos trabajos, sino que también ha estimulado la celebración de reuniones de mayor amplitud, como la muy importante que con el nombre de "International Arid Lands Meeting" organizó la American Association for the Advancement of Science en New Mexico, en abril y mayo de 1955, con la cooperación económica de la National Science Foundation, La Rockefeller Foundation y la propia UNESCO, publicando al año siguiente (White, 1956) los resultados de tan interesante asamblea, en la que se tuvo resultados benéficos.

" En México las tierras áridas y semi-áridas constituyen para el país un problema de gran magnitud, ya que ocupan más de la mitad del territorio nacional precisamente en aquellas zonas donde es mayor la concentración demográfica." (5).

Robles Ramos (1948) fue de los primeros en enfocar la atención sobre estos problemas en su interesante trabajo "La Desertización de México" que, además de contener interesantes materiales geológicos e hidrológicos, fue también grito de alarma frente al mal manejo de los dos recursos básicos que son el suelo y el agua.

El intento más importante para discutir con amplitud y autoridad estos problemas, lo constituyeron las "Mesas Redondas sobre problemas de las zonas áridas de México" convocadas por el Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables en enero de 1955, y que el propio Instituto editó antes de que terminara dicho año (I.M.R.N.R.-1955). En ellas, un grupo de distinguidos investigadores mexicanos actuó como ponente o comentarista de los diversos aspectos relacionados con el tema, sosteniéndose después una interesante discusión libre que contribuyó a dar mayor importancia a la reunión y que fue también publicada.

Recientemente, Quintanar (1961) dió a luz otra contribución sobre los desiertos mexicanos, que contiene algunos datos útiles. El interés por esta clase de trabajos se puso también de manifiesto con el establecimiento del Instituto del Desierto en la Universidad de San Luis Potosí - con la colaboración de la Universidad Autónoma de México - que se ocupó preferentemente de investigaciones relacionadas con dicha Entidad.

En el año de 1956 el Instituto Mexicano de Recursos Natu-

rales Renovables, llevó a cabo - por contrato con Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial y en relación con su propósito de utilizar las yucas (*Yucca spp.*) en la obtención de celulosa - una cuidadosa investigación ecológica sobre estas plantas, formulando un extenso estudio que hasta la fecha no ha sido publicado, pues es propiedad de los mencionados Laboratorios.

La más reciente investigación sobre aspectos de las zonas áridas de México es la iniciada por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales en 1960, que se encuentra actualmente en pleno proceso de desarrollo, y que se continuará en el futuro de manera permanente, ya que existe el propósito de establecer dos Estaciones Experimentales, posiblemente en los Estados de Coahuila y San Luis Potosí.

Seguramente que los resultados de las Mesas Redondas de 1955, constituyen a la fecha la mejor y más completa presentación y análisis de los problemas relacionados con las zonas áridas mexicanas, aunque no reportan los resultados directos de trabajo específicos de investigación, si bien las exposiciones y comentarios de los participantes están basados fundamentalmente en la experiencia personal de los

mismos, al enfocar diversos aspectos de tales problemas.

Por lo que hace a intesos de investigación de campo, creemos que los iniciados por el Instituto N. de Investigaciones Forestales, constituyen lo más serio y completo hasta la fecha realizado y es de esperarse que las publicaciones a que den lugar sean valiosas aportaciones a la literatura respectiva.

Sin embargo, no existe aún prácticamente ninguna contribución que por su amplitud y profundidad pueda compararse con la que aquí ofrecemos y que es resultado de cuidadosa planeación, una serie de minuciosos trabajos de campo, y el intento de aprovechar a su máximo los datos contenidos en la literatura.

Dentro de los lineamientos generales que rigen las actividades del Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, la presente investigación se motivó con el deseo de conocer las condiciones ecológicas de algunas zonas que se consideraron representativas de las partes áridas de la República Mexicana, y en las cuales el aprovechamiento de los recursos naturales espontáneos (candelilla, palma, lechuguilla, nopal

y pastos, preferentemente) constituyen base principal o contribuyen substancialmente a la vida de sus habitantes.

La elección de la zona presentó algunas dificultades, pues se deseaba que la misma no fuera demasiado extensa ya que el estudio de un área muy considerable quedada fuera de las posibilidades económicas del proyecto y, a la vez, que tampoco resultara demasiado reducida, en cuyo caso no podría considerarse representativa.

Interesado el Instituto anteriormente en lo referente a las yucas productoras de ixtle - y potenciales de celulosa - con las que se habían familiarizado en la realización del estudio llevado a cabo para los Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial a que antes se hizo referencia, así como también con un gran interés por lo que hace a la producción y aprovechamiento de la candelilla, la selección se originó desde luego hacia el norte del país, habiéndose seleccionado de inmediato el Estado de Coahuila, tanto por la posibilidad de obtener alguna ayuda económica de parte del Gobierno del mismo, la que se obtuvo y, justo es reconocerlo, fue la más cuantiosa de las otorgadas por los Gobiernos de los Estados estudiados, como también podía obtenerse cooperación

de los elementos ligados con la Escuela Superior de Agricultura Antonio Narro, instalada cerca de la ciudad de - Saltillo.

Queriendo que la zona se extendiera - sin presentar soluciones de continuidad - el segundo Estado seleccionado fue el de San Luis Potosí, por el hecho de que ya existía ahí el Instituto del Desierto a que antes se hizo referencia y porque se tenía el ofrecimiento - que se cumplió oportunamente - de que la Universidad Nacional Autónoma de México - a través del mismo - haría alguna aportación económica.

El Estado de Nuevo León fue incluido pensando que se contaría con la cooperación del Instituto de Investigaciones - Científicas de la Universidad de Nuevo León y por haber tenido un ofrecimiento de ayuda económica de parte del Gobierno del Estado, que desgraciadamente por diversas circunstancias no pudo materializarse.

Por último, se agregó el Estado de Zacatecas, porque el entonces gobernador electo del mismo, Lic. Francisco E. García sabador de la existencia del proyecto, solicitó se incluyera en el estudio a su entidad, ofreciendo cierta cooperación e-

conómica, que oportunamente recibimos.

" Las razones mencionadas hicieron que la zona por investigar fuera la comprendida por los Estados de Coahuila, Nuevo León, Zacatecas y San Luis Potosí, que es a la que se refieren los datos presentados en esta obra, aunque incidentalmente se mencionan ejemplos de otras procedencias, que pueden servir para ilustrar la exposición principal."
(6).

El área comprendida en el presente trabajo, quedaría incluida en la amplia faja de tierras áridas que, desde los límites con los Estados Unidos, se prolonga hacia el Sur, para llegar en sus últimas estribaciones a la zona de Tehuacán, cubriendo en su recorrido amplias porciones de los Estados de Chihuahua, Coahuila, Tamaulipas, Nuevo León, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, Aguascalientes, Guanajuato, Jalisco, Hidalgo, Querétaro, México, Tlaxcala, Puebla y Oaxaca.

De las cuatro Entidades seleccionadas en la investigación que aquí se reseña, Coahuila puede considerarse casi totalmente dentro de la zona árida acabada de mencionar, con excepción de las partes montañosas. En Nuevo León, la porción árida comprende principalmente una faja colindante con

la frontera norteamericana, así como otra menos extensa al sur del Estado. Zacatecas tiene dentro de ella prácticamente toda su mitad oriental, y por lo que respecta a San Luis Potosí, solo se excluye la región poniente - que corresponde a la Huasteca.

" La situación en las zonas áridas de la República - por el hecho de serlas - ofrece a sus habitantes una serie de obstáculos para su vida, entre los cuales descuellan como factor limitante fundamental la escasez, mala distribución o inseguridad de las lluvias, que condenan a la agricultura y a la ganadería a una vida por demás - precaria." (7).

b) ZONAS ACUIFERAS.

El agua es uno de los recursos naturales renovables más importante con que se cuenta, pues se ha visto que sin ella sería imposible la vida en la tierra.

El agua es para el hombre un elemento indispensable no solo biológicamente hablando sino también para su progreso desde todo punto de vista. La humanidad desde sus albores se ha preocupado por el abastecimiento del agua, en

un principio únicamente la buscaba para calmar su sed y refrescar su cuerpo, pero después, a medida que fue evolucionando y fueron aumentando sus necesidades, vió en ella un medio para solucionar sus problemas y así empezó a utilizar en mayor cantidad para usos domésticos, para la agricultura, en la producción de energía y en la industria. Ejemplo de ello lo dan las civilizaciones que surgieron en las proximidades de grandes abastecimientos de agua, y por su desarrollo ocupan un lugar prominente en la historia.

Al mismo tiempo que se ha ido multiplicando la población, los usos del agua han ido creciendo, lo cual implica una mayor demanda de este recurso y si estos fenómenos continúan, es probable que en algunos lugares las fuentes de abastecimiento serán más difíciles de alcanzar.

Como consecuencia de esto se ha hecho necesario la investigación de todos los medios posibles para la obtención de este elemento esencial en nuestro planeta.

Ha habido varias opiniones sobre el tema, unas con cierto

fondo de pesimismo y otras francamente optimistas. Algunos autores temen que el agua llegue a ser insuficiente para satisfacer las necesidades, en cambio otros consideran que las reservas existentes bastarían para la satisfacción de dichas necesidades y suponiendo que no fuera así, piensan que el hombre se enfrentará al problema resolviéndolo de una u otra forma ya que se trata de una etapa más en el progreso de la civilización.

Uno de los estudios de mayor interés es el de la reserva de agua dulce más grande que existe en el mundo, la que se encuentra bajo nuestros pies, es decir, el agua subterránea. Por estar bajo la superficie y no poder ser observada, es difícil hacer su cuantificación, sin embargo, se ha calculado que el volumen total de aguas subterráneas sobrepasa al volumen total de aguas superficiales continentales.

" El subsuelo constituye un depósito natural de agua, mejor y mucho más grande que el logrado por las obras de ingeniería hechas para el almacenamiento de las aguas en la superficie; depósito al que se le debe prestar aten-

ción porque ahí se ha encontrado el alivio de muchas regiones en las que el agua superficial es escasa." (8).

La importancia de las aguas subterráneas es indispensable gracias a ellas muchas regiones del globo han podido ser habitadas y en el futuro se seguirá dependiendo de ellas en un grado mucho mayor por las razones antes expuestas; por tal motivo es de imperiosa necesidad el estudio y la investigación de esta parte de la hidrología para hacer de ella una explotación racional y provechosa.

Lo principal es saber cómo mejorar el aprovechamiento de este depósito que ofrece la Naturaleza, pues puede suceder que la extracción constante agote el manto de agua subterránea o bien, llegue a bajar el nivel del agua a una profundidad tal que resulte incosteable su extracción. Una vez estudiada la situación se puede proceder, según convenga a la utilización de esta reserva y aún a su incremento.

La importancia del agua del subsuelo es notable en México donde gran parte del territorio carece de aguas superficiales aprovechables debido a su régimen de lluvia; por lo mis

mo el agua subterránea tiene un papel muy importante. En ocasiones la necesidad del agua ha dado lugar a un aprovechamiento desordenado, lo cual ha causado ciertos daños o está a punto de producirlos. Por estas razones se consideró interesante exponer el tema del agua subterránea en México, desde luego, con un punto de vista geográfico.

Por lo que se refiere a la presencia del agua en el subsuelo se le ha atribuido varios orígenes. En la antigüedad y en la Edad Media se creía que el agua subterránea provenía directamente del mar o bien de la condensación del aire en las cavernas que se suponía existían en el interior de la tierra. Sin embargo, en el siglo I el arquitecto romano - Marco Vitruvio Pollio pensó en la existencia del agua subterránea como consecuencia de la infiltración del agua superficial, idea que tiempo después fue secundada por Mariotte, a quién se le considera como el padre de la Hidrología, y por Bernardo Palissy quién afirmó que el agua se infiltraba en el suelo hasta ser detenida por una capa impermeable.

Para el siglo XIX se habían generalizado dos teorías acerca de su origen, por una parte la que suponía que las aguas sub

terráneas se debían a la condensación del vapor de agua atmosférico en los poros e intersticios de la tierra y grietas de las rocas y, por la otra la que decía que el agua subterránea procedía de la infiltración del agua de las precipitaciones. En la actualidad se ha comprobado que la presencia de la mayor parte del agua subterránea se debe a la infiltración del agua en el suelo y forma parte del ciclo hidrológico. También hay aguas subterráneas debido a otros fenómenos, tales como las magmáticas y las volcánicas (aguas juveniles) y las que resultan al quedar atrapadas en los intersticios de rocas sedimentarias en el momento en que se depositan éstas (aguas fósiles), pero su cantidad no es considerable en relación con las que provienen de la infiltración.

La infiltración está limitada por ciertos factores como el tipo de rocas, las características geomorfológicas, etc... que se describirán posteriormente al hablar en particular del territorio objeto de estudio, México.

Es difícil determinar la distribución del agua subterránea puesto que es frecuente que cuando se excava puede obtener-

se agua; además en algunos lugares se encuentra cerca de la superficie, en otros está bastante profunda, a veces es abundante y otras escasa, pero casi siempre se encontrará. Sin embargo, si se considera que las condiciones varían en cada lugar de acuerdo con la superficie de recarga, con el movimiento del agua y con la utilidad económica que de ella se puede hacer, sí resulta posible determinar la distribución de las aguas del subsuelo.

En este caso se consideraron principalmente la constitución geológica, la fisiografía y la precipitación pluvial y de ese modo resultaron regiones geohidrológicas en territorio mexicano.

- Zona norte de la Península de Baja California. Las formaciones geológicas corresponden en su mayor parte a rocas de permeabilidad continua nula, y son las que forman las sierras de la región; por otra parte son escasas las llanuras costeras en la región del Golfo de California y las situadas en el Océano Pacífico no son muy amplias.

La realimentación de los acuíferos existentes en la región se lleva a cabo muy lentamente, ya que la lluvia es escasa. Por otra parte, dado que se trata de una región de vulcanismo, existen manantiales termales.

- Zona central de la Península de Baja California. Las condiciones para la infiltración de acuerdo con los factores considerados, son mejores que en la provincia anterior.

Las sierras están formadas en gran parte por material ígneo extrusivo y las llanuras por terrenos sedimentarios que absorben el agua con facilidad.

Existe una llanura costera occidental y la oriental es demasiado estrecha en donde se presenta.

Esta parte central es donde se encuentran las mejores condiciones geohidrológicas de la península. Las sierras volcánicas de la península. Las sierras volcánicas actúan como regiones alimentadoras de los acuíferos de la costa occidental. El agua que aquí se encuentra, dada la homogeneidad del material geológico, es más bien de carácter freático, aunque puede haber estratos menos permeables que den lugar a acuíferos confinados.

Esta provincia se abastece esencialmente de agua subterránea, la cual proviene de los terrenos sedimentarios ya mencionados. La lluvia es escasa por lo que la realimentación de los mantos subterráneos es lenta.

Aquí el terreno absorbe el agua fácilmente pero la dificultad para su almacenamiento es la poca cantidad de pre

cipitación que corresponde a la región.

- Altiplanicie del Norte y llanuras de la costa Noroeste del Pacífico. Esta provincia comprende la mayor parte de la Altiplanicie Mexicana y la región costera norte del Pacífico y se caracteriza por ciertas variantes de los factores determinantes de la acumulación de agua.

El agua que se infiltra directamente en la región es poca y más bien pertenece a terrenos bajo la influencia de los ríos que por allí corren.

Por lo que se refiere a las condiciones en que se encuentra con respecto a las diversas formaciones geológicas, puede decirse que por tratarse éstas de material heterogéneo, en cuanto a consolidación y cementación, hay acuíferos freáticos y confinados.

En esta provincia es indispensable este recurso natural, pues gracias a él se han podido desarrollar en varios lugares actividades tan importantes como la agricultura, además de que sirve para abastecer a las poblaciones aquí localizadas.

- Sierra Madre Occidental y Sierras Transversales de la Altiplanicie Mexicana. Las rocas volcánicas de estas regio

nes facilitan el paso del agua al subsuelo pero, dada la topografía de la zona el agua no se acumula, sino más bien sigue su curso hacia los lugares bajos del lado de la Altiplanicie y hacia la llanura costera del Pacífico de manera que actúa como zona de realimentación.

Esta circunstancia da lugar a una serie de manantiales en la zona de contacto entre el material sedimentario y el volcánico que forma esta provincia, ejemplo de ello es el nacimiento del río Tepic afluente del río Santiago, cuyas aguas provienen de varios manantiales de la parte Sur del Estado de Nayarit, y el río Zula afluente del sistema fluvial Lerma-Santiago que nace por el escurrimiento de varios manantiales que brotan en las sierras transversales de la Altiplanicie.

- Llanuras costeras de Sinaloa y Nayarit y parte de Sonora.

Corresponde a una porción del territorio formada por depósitos aluviales que absorben el agua de lluvia, pero por otra parte tiene la contribución de los mantos acuíferos provenientes de la Sierra Madre Occidental, de manera que las condiciones para la presencia de agua subterránea son buenas. Esta es una región favorable para hacer un uso combinado del agua subterránea y la superficial debido al

regimen pluvial.

- Sierra Madre Oriental y Zona Noroeste de la Altiplanicie Mexicana. Esta sección del país está constituida por terrenos del cretácico, formados por rocas sedimentarias - principalmente calizas.

La lluvia es suficiente y el agua infiltrada en la Sierra Madre Oriental corre principalmente hacia la llanura costera del Golfo de México y en pequeña proporción a la Altiplanicie, por lo que se considera como una fuente de re-alimentación.

El noreste de la Altiplanicie es una región excelente para el almacenamiento del agua subterránea.

Dada la constitución de esta provincia, son frecuentes los manantiales de contacto en las laderas de la Sierra como por ejemplo el ojo de agua El Salto, que brota en el Estado de Nuevo León y da lugar al río Sotolamarina y el río Mante afluente del Tamesí que nace en un afloramiento de agua subterránea en el sitio llamado El Nacimiento.

- Llanura costera del Golfo de México. Los acuíferos aquí localizados corresponden a terrenos sedimentarios especialmente aluviales provenientes de la denudación de la Sierra

Madre Oriental y son alimentados tanto por la lluvia de región como por los mantos subterráneos de la sierra. Sin embargo, es una zona relativamente favorable para el almacenamiento de agua subterránea porque la roca basal es más bien impermeable, de manera que los acuíferos corresponden a los terrenos formados por los ríos que por ahí corren.

- Sierra Volcánica Transversal y Sur de la Altiplanicie Mexicana. En esta provincia se localiza la Sierra Volcánica Transversal y una serie de mesetas que corresponden a la parte sur de la Altiplanicie, limitadas por estribaciones de dicho sistema montañoso y del conjunto de sierras volcánicas que se hallan a lo largo de la Altiplanicie en los Estados de Durango, Zacatecas, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo y Puebla.

El material que constituye las sierras de esta provincia es volcánico de tipo basáltico principalmente y el relleno de las mesetas es de rocas clásticas formadas debido a la erosión de las zonas montañosas.

La lluvia es en general abundante y la infiltración se efectúa tanto en las planicies como en las montañas.

Los acuíferos se encuentran en los lugares de poca pen-

diente que reciben, además, el agua subterránea que desciende de los lugares más altos y de mayor inclinación. Esta realimentación ha disminuido notablemente en los últimos tiempos debido a la gran deforestación de que ha sido objeto esta provincia.

Dada la composición geológica de las sierras y de las partes llanas, los manantiales son abundantes en las zonas de contacto entre el material volcánico y el sedimentario; así se origina el río Lerma en las inmediaciones de Almoloya del río, por manantiales de contacto que brotan entre las lavas basálticas del Monte de las Cruces y el material de relleno del Valle de Toluca; el río San Juan afluente del Santiago que nace en el manantial conocido como Agua Azul en la ciudad de Guadalajara, el río Gupatitzio, afluente del Tepalcatepec, que debe su origen al manantial que brota en la población de Uruapán; el río Tarecuato formador del río Tepalcatepec, cuyo nacimiento se debe a la unión del escurrimiento de varios manantiales localizados al norte de Tarecuato.

Dentro de esta región se encuentran las lagunas de Cempoala, que reciben alimentación subterránea y el lago Pátzcuaro que también recibe aportaciones subterráneas.

Por otra parte están los ex-manantiales que surten a la

ciudad de México que brotan al pie de las sierras volcánicas. En estos ex-manantiales, debido a la deforestación y el bombeo excesivo, su cuantioso caudal ha desaparecido.

En esta región, por ser de carácter volcánico, se concentran los manantiales termales, los cuales brotan, igual que los ríos, en la zona de contacto de las diferentes clases de material.

La explotación del agua subterránea en esta región se ha hecho más necesaria a causa del desarrollo industrial y el aumento de población como se observa en el Valle de México.

- Depresión del Balsas. Tepalcatpec. Pertenece a la cuenca del río Balsas. En esta región la lluvia es mayor a medida que se asciende a las partes más altas de la cuenca y además son diversas las formaciones geológicas que la ocupan

Esta provincia está limitada por el declive sur de la Sierra Madre del Sur, por lo que sus principales componentes son las rocas volcánicas y las intrusivas y metamórficas, las rocas son impermeables.

Esta región tiene el agua procedente del declive sur de la Sierra Volcánica Transversal y en menor proporción

la proveniente de la Sierra Madre del Sur, además de la infiltración del río que corre en esta región.

Las posibilidades de agua subterránea en esta zona, dada la constitución del terreno, con buenas en algunos lugares y malas en otros.

- Sierra Madre y Zona Costera de Chiapas. Esta es la región en la que se registra la cantidad más grande lluvia en la República, sin embargo, la presencia del agua subterránea en abundancia no es fácil, pues la infiltración no es muy efectiva ya que predominan los terrenos impermeables, salvo en la llanura costera en la que es por lo tanto, mayor y donde se acumula el agua en el subsuelo.

Los manantiales de contacto son frecuentes por la composición geológica de la región.

- Península de Yucatán. Esta es una zona muy especial en el territorio mexicano y reúne las condiciones óptimas para la presencia del agua subterránea, de manera que la geohidrología tiene una gran significación.

En general el relieve no sobrepasa a los 200 m. de altitud y el componente principal del terreno es la roca caliza - que por su edad y composición es fácilmente afectada por

el agua y no permite que haya un drenaje superficial, ya que el agua al ponerse en contacto con ella la disuelve; a causa de esto la hidrología es esencialmente subterránea.

La lluvia es abundante pero aún cuando no lo fuera, la poca que cayera sería absorbida debido a la clase de roca que ocupa esta región.

Es característica la morfología de esta península debido a la hidrología y constitución geológica, las cuales producen ciertos efectos en el terreno, convenientes de señalar.

La disolución de la roca caliza es la causa de todas las formas del terreno allí existentes que reciben diversos nombres de acuerdo con el proceso de su formación.

"La acción del agua del subsuelo da lugar a cavernas subterráneas y a oquedades en el terreno, producidas por el hundimiento de los techos de dichas cavernas o por disolución, que llevan el nombre de dolinas, más bien conocidas en México como cenotes; cuando estas oquedades se unen unas con otras reciben el nombre de uvalas.

Otras oquedades que se forman de la misma manera que las dolinas, pero de menor extensión, son las bartenejas y aguadas. Todas estas formaciones dan a la llanura un

aspecto ondulado." (9).

El agua freática es abundante en esta región y además se han hecho estudios que comprueban la existencia de estratos impermeables que originan aguas confinadas que brotan en el mar como manantiales de agua dulce.

El inconveniente del agua es su calidad, ya que se encuentra mineralizada porque al pasar a través de la roca la disuelve en gran parte, llevándose un alto porcentaje de material mineral.

II. LA CONTAMINACION DEL AGUA.

Aunque en la actualidad se estima que el agua contaminada es uno de los precios del progreso, existen dos formas de contaminación de la misma, no necesariamente ligadas a los usos industriales; la demanda bioquímica y química del oxígeno, así como la descomposición de cuerpos orgánicos por acción bacteriana. Ambos fenómenos pueden presentarse por el simple crecimiento del volumen de agua utilizada, que no necesariamente es símbolo de progreso.

El uso industrial del agua, al afectar su temperatura, altera el ciclo reproductivo de los peces. Su uso intensivo puede acelerar el avance de sedimentación en las cuencas que, de producirse naturalmente, llevaría varias decenas de años o varios siglos. No obstante, los efectos de la contaminación de los recursos hidráulicos van mucho más lejos.

La contaminación de ríos y esteros, aunque incipiente en México, atrae ya la atención por los problemas que puede crear en el medio costero que vive de la pesca. Recientemente se han tenido noticias que en las costas de Veracruz, frente a Coatzacoalcos, la contaminación de sustancias químicas ha provocado la muerte de numerosos peces.

"Las aguas contaminadas transmiten al hombre padecimientos entéricos y enfermedades infecciosas. Aunque se ha recurrido a la potabilización, ésta no se encuentra, sin embargo, en posibilidad de eliminar los contaminantes químicos. La contaminación, hoy día, es básicamente de origen químico. En general, el agua contaminada contiene materias químicas que, en su mayoría, no han sido suficientemente identificadas." (10).

Así como toda forma de energía, calor, radioactividad y ruidos que al operar en o sobre el aire, agua o tierra alteran su estado normal.

La Ley Federal para prevenir y controlar la contaminación ambiental expedida en México, en 1971 define contaminación como: "la presencia en el medio ambiente de uno o más contaminantes o cualquier combinación de ellos, que perjudiquen o molesten la vida, la salud y el bienestar humano, la flora, la fauna o degraden la calidad del aire, el agua, la tierra, los bienes y los recursos de la nación en general o de los particulares.

a) CAUSAS DE CONTAMINACION DEL AGUA.

El agua como elemento esencial de la vida ha sido participe

determinante en el desarrollo de la humanidad, desde la más remota antigüedad fue la base de la implantación y evolución de los primeros núcleos de población.

Las más antiguas técnicas de las civilizaciones prehistóricas referían a sistemas de captación, distribución y almacenaje.

Con el transcurrir del tiempo el concepto de aprovechamiento del agua sufrió grandes cambios como consecuencia de la explosión demográfica. Las grandes aglomeraciones humanas le han ido dando diversos usos, el continuo proceso de urbanización la explotación intensiva de los campos agrícolas, la desenfrenada carrera tecnológica industrial, la necesidad de generación de energía, etc.. El hombre ha basado su desarrollo en la despilfarrada e irracional utilización del agua, parece que la actividad humana confiada en la aparente abundancia del recurso hidráulico en el planeta no toma en cuenta que si bien es cierto que las 3/4 partes del planeta está constituido por agua pero un 95% son saladas, comunmente fuera del uso humano.

En épocas pasadas la descarga de los desechos domésticos e industriales no provocaban mayor problema de contaminación, de-

bido a la poca cantidad de los mismos, teniendo las aguas receptoras la capacidad suficiente para diluirlas totalmente.

Tradicionalmente se consideraba a los oceanos y ríos como medios de evacuación de los desechos de las sociedades humanas."

(11).

Hasta hace poco los ciclos biológicos del agua aseguraban la reabsorción de tales restos, hasta el punto de que sólo con evitar el contacto o utilización de las aguas vertidas por los desagües de las cloacas, las aguas fluviales y las de las costas se consideraban purificadas; actualmente al río o a la costa no sólo van a parar restos orgánicos, sino masas cada vez más considerables de productos químicos de múltiples efectos nocivos, como la muerte de peces, aniquilación de algas y microorganismos.

"La contaminación de los oceanos es consecuencia del hombre y sus actividades, y la diferencia de otras épocas es que el hombre está aumentando las concentraciones de substancias que constituyen una seria amenaza al equilibrio del ecosistema marino." (12).

Las variaciones de contaminación del agua son:

1) Naturales : Han existido desde la aparición de la vida vegetal y animal sobre la faz de la tierra.

Consistiendo los contaminantes naturales en los productos de desechos de los organismos acuáticos y en materia orgánica muerta que es arrastrada a los arroyos, ríos, lagos y mares.

2) Térmicas ? Se originan cuando las plantas eléctricas y las fábricas arrojan materias a los ríos y depósitos de aprovisionamiento acuático, en estos casos la causa de contaminación es el calor que se descarga a una corriente, lago o río. La más grave consecuencia de este tipo de contaminación es la alteración de las propiedades físicas del agua o sea que al aumentar la temperatura disminuye la cantidad de oxígeno disuelto, sin oxígeno no hay vida.

"El proceso de generación de energía eléctrica, comunmente va acompañado de descargas de grandes cantidades de agua caliente. El agua caliente modifica las reacciones químicas y biológicas en el agua utilizada para enfriamiento de las aguas receptoras y degrada la capacidad de contenido de oxígeno de esta agua. Además pueden usarse substan

cias químicas en los sistemas de generación de energía térmica para el control de limos o algas. Los sistemas hidroeléctricos también pueden producir efectos contaminantes por cambios en temperaturas y en la saturación de nitrógeno de aguas almacenadas. Además, los vasos de almacenamiento tienen tendencias mayores al desarrollo de condiciones eutróficas de las que tienen las corrientes de escurrimiento libre." (13).

3) Las aguas residuales urbanas; Llamadas también aguas negras o de albañal, contienen detritos líquidos y sólidos, de procedencia humana.

Además de todo aquello que comunmente se elimina a través de los desagües y sumideros de las viviendas, este contaminante está constituido por el agua de baños y retretes, detergentes y en general todos los desperdicios que escapan por los drenajes.

Los problemas convencionales de tratamiento de desechos municipales son bien comprendidos, aún cuando la profesión de la ingeniería sanitaria con frecuencia ha dado poca atención a la confiabilidad de un sistema, aceptando así el hecho de que las plantas de tratamiento de des

perdicios no funcionarán durante un importante período de tiempo. El control de los desechos municipales incluye la construcción de sistemas de tratamiento de desechos dignos de confianza, incluyendo el uso de la agricultura o de la silvicultura; el control de los derrames de las estaciones de bombeo; el control de los derrames de sistemas combinados de drenaje, esto es aquellos sistemas de drenaje que arrastran escurrimientos de tormentas y drenaje sanitarios en el mismo tipo de tubería y el control de escurrimientos de zonas urbanizadas. El gerente del sistema municipal de desechos también debe tener conocimiento de los desechos industriales o comerciales que puedan descargarse a su sistema y, que interfieran en el proceso de tratamiento o que no serán afectados por el sistema municipal.

4) Desechos industriales: La acidez o alcalinidad de las aguas residuales, industriales, son índice importante a medir porque pueden producir condiciones sumamente perjudiciales en las aguas a las que son vertidas.

Las principales industrias que descargan aguas residuales conteniendo compuestos ácidos y/o alcalinos son:

- productos químicos, - pulpa y papel, - metalúrgica, -
- galvanoplastia, - textiles y tenería.

" La industria puede producir desechos que pueden ser excesivamente tóxicos. A diferencia de los municipios, la industria puede modificar sus líneas de proceso para eliminar o controlar el uso de materias tóxicas y, para reducir la cantidad total de agua utilizable en un proceso de fabricación." (14).

Al igual que los municipios, los sistemas de tratamiento de desperdicios industriales deben proyectarse a grados aceptables de confiabilidad, y en muchos casos deben tomar en consideración el escurrimiento de la zona industrializada. Del uso de sistemas de control de contaminación del aire pueden resultar problemas secundarios de contaminación del agua.

CONTAMINACION AGRICOLA.

Proviene del uso de plaguicidas y productos químicos utilizados en la agricultura que al ser mezclados por la tierra sus productos o el agua llegan finalmente a una corriente y la deterioran.

El riego sanitario de la contaminación del agua potable con materias fecales humanas puede evaluarse por la incidencia de las enfermedades endémicas en la zona, a veces la reutilización de las aguas residuales en la agricultura puede ser peligrosa para la salud, por lo que hay que examinar cuidadosamente los aspectos sanitarios de tales proyectos.

Los principales desechos relacionados con la agricultura incluyen la salinidad asociada con la corriente que regresa después de irrigar; las sustancias químicas agrícolas tales como fertilizantes, plaguicidas y herbicidas, que pueden incluirse en el escurrimiento procedente de tierras agrícolas; los sedimentos en el escurrimiento de granjas, bosques y los desechos orgánicos de corrales de engorda y chiqueros. Nuevamente, dada uno de estos diversos contaminantes posee sus propias características y requiere su propia técnica de control altamente específica. Por ejemplo, el control de la salinidad producida por la irrigación puede exigir importantes cambios en las prácticas de irrigación o quizás procedimientos de desalinización.

SISTEMAS DE TRANSPORTES.

Los daños causados por los derrames de aceites de barcos tanque en los últimos años, han sido objeto de publicidad a nivel mundial. Sin embargo, otros accidentes de transportación como roturas de oleoductos y accidentes de camiones y ferrocarriles pueden producir graves problemas. El grado de daño potencial es directamente proporcional a la extensión del sistema portuario nacional y de los oleoductos, ferrocarriles y carreteras y a la cantidad y tipo del material transportado. En los Estados Unidos, se ha elaborado un plan nacional relativamente amplio para la pronta resolución de problemas de transportes.

El tratamiento de desechos sanitarios de los buques es un problema especializado al cual se enfrentan todas las naciones costeras.

Estas fuentes incluyen el problema de disposición de desechos en zonas rurales y suburbanas y, en áreas recreativas; el sedimento causado por la erosión provocada por la construcción de carreteras, proyectos industriales y construcción general urbana; el sedimento debido a una ero-

sión acelerada en corrientes urbanizadas o canalizadas y de fuentes naturales como son depósitos minerales, drenaje de pantanos, etc...

b) CONSECUENCIAS DEL AGUA CONTAMINADA.

" La relación entre la contaminación del agua y las enfermedades humanas fue establecida por vez primera por John Snow, en sus clásicas investigaciones epidemiológicas de la epidemia de cólera en Londres en 1853. Por esta misma época, la contaminación del agua comenzó a convertirse en un problema serio en toda Inglaterra, aunque por razones de estética. El rápido crecimiento de Londres en la primera mitad del siglo XIX, y la adopción de la costumbre de descargar las aguas de los retretes que comenzaban a instalarse, en las cañerías construidas para la transportación de las aguas de lluvias, produjo hedores tan insoportables en el Támesis en Westminster, que el Parlamento no pudo ser convocado en 1858. La solución a este problema inmediato consistió en alargar el sistema de cañerías, para que los desperdicios fueran transferidos a la corriente lo suficientemente lejos del Parlamento para disminuir la incomodidad. " (15).

El desarrollo de la bacteriología en la segunda parte del siglo pasado, suministró una base científica para comprender el papel del agua en la transmisión de la fiebre tifoidea y de otras enfermedades bacterianas entéricas. Se desarrollaron entonces procesos de filtración del agua, que podían reducir la concentración bacteriana en uno o dos órdenes de magnitud. Al terminar el siglo, estos procesos habían encontrado una gran aceptación, pero en algunas ciudades que todavía usaban aguas de río sin filtrar, tal como Pittsburgh y en Cincinnati, la mortandad causada por la fiebre tifoidea era todavía de 100 por cada 100 000 en 1900, y en la totalidad de la nación era de 35 por cada 100 000.

En los primeros treinta años de este siglo, la mayor parte de las ciudades y pueblos que utilizaban ríos como suministros de agua construyeron plantas de tratamiento. En 1908 se introdujo el uso del cloro como desinfectante del agua, y se convirtió rápidamente en un tratamiento universal. Esto hizo posible la producción de agua bacteriológicamente potable a un costo bajo, aún cuando se partiera de agua sin tratar de muy baja calidad.

El advenimiento de los procesos de tratamiento de agua y especialmente el desarrollo de los métodos de desinfección, disminuyó la atención sobre la contaminación del agua y su control, como una medida de protección para la salud pública. Son pocas las áreas en las que este tipo de control eliminaría la necesidad de tratamiento del agua. Sorprendentemente, hay muy poca diferencia entre el costo de una instalación para el tratamiento del agua de una corriente, tal como la del río Ohio, que recibe desperdicios de muchas ciudades e industrias, y el de una planta de tratamiento de aguas relativamente limpias, como las de Cambridge, Massachusetts. Los costos de operación son un poco más elevados cuando existe contaminación, pero la diferencia suele ser pequeña. Los perjuicios económicos causados al suministro de agua por los principales contaminantes, no son comparables al costo de la reducción de la contaminación. Las excepciones son los desperdicios altamente salinos, los de metales tóxicos, y los de materiales radioactivos en solución, que no pueden eliminarse con los tratamientos de agua convencionales.

Los brotes de enfermedades causados por aguas infectadas

se han vuelto relativamente raros en los Estados Unidos. En los quince años transcurridos entre 1946 y 1960, solamente se presentaron 228 casos conocidos de enfermedad o envenenamiento, que afectaron a 26 000 personas. En el período de 8 años entre 1938 y 1945, se reportaron 327 brotes, con 110 000 casos, y en el período de 17 años entre 1920 y 1936, se presentaron 399 brotes con 116 000 - casos conocidos. Aún cuando estas estadísticas son indudablemente incompletas, sí indican que ha habido una mejora sustancial a través de estos años, a pesar del aumento de población y de las oportunidades de contaminación.

En años recientes ha existido una marcada preocupación con relación a las enfermedades causadas por virus presentes en el agua, especialmente la hepatitis infecciosa. La epidemia en Delhi, India, en 1955-56, ha contribuido a esta preocupación. En esta epidemia se presentaron unos 30 000 casos de hepatitis infecciosa, debido al alto grado de contaminación del agua en un período de unos cuantos días.

Los procesos de tratamiento de agua eran evidentemente a

decuados para eliminar o matar los patógenos bacterianos tal como lo demuestra el hecho de que no se presentó aumento alguno de disenteria o fiebre tifoidea durante el periodo de alta contaminación. Los métodos de desinfección en la planta de tratamiento eran inferiores a los que se practican en E.U. A.. Esta experiencia tiende a confirmar lo incompleto de las investigaciones experimentales, sobre el efecto de la cloración en el virus de la hepatitis infecciosa, efectuadas por Neefe y sus colegas durante la Segunda Guerra Mundial. La atención de información más definitiva relativa al efecto del cloro o de otros desinfectantes sobre este virus, tendrá que esperar al desarrollo de técnicas de cultivo más adecuadas, pero todo parece indicar que este organismo, al igual que otros virus entéricos, es más resistente a la desinfección química que los patógenos bacterianos entéricos comunes.

"En E.U. A. no se han presentado brotes epidémicos de hepatitis infecciosa comparables a los de Delhi. Durante 1956 - 60, hubo unos 417 casos de un total de 115 690, - que se pueden atribuir al agua contaminada. Claro está que se trata de una estimación mínima, pues en la mayor

parte de los casos no se investigó el origen de la infección aunque es evidente que el agua no es el factor principal en la transmisión de la enfermedad. Sin embargo, no podemos descartar la posibilidad de que el agua sí sea un factor importante en la introducción del virus a una comunidad. La prudencia aconseja que en el tratamiento de aguas que pueden estar sujetas a la contaminación proveniente de cañerías de desague, la desinfección se lleva a cabo con mayor perfección que la que se requiere para cumplir los requisitos bacteriológicos básicos que se exigen actualmente". (16).

C I T A S

- 1.- JORGE L. TAMAYO, Geografía General de México,
Tomo I. 2da. edición - página 25
- 2.- OBRA. CIT.
- 3.- OBRA. CIT.
- 4.- ENRIQUE BELTRAN, Las Zonas Áridas de México.
Su presente y su Futuro.
- 5.- OBRA. CIT.
- 6.- OBRA. CIT.
- 7.- OBRA. CIT.
- 8.- LAURA ELENA MADEREY PASCON. Aguas Subterráneas
en México.
U.N.A.M. Instituto de Geografía.
México. 1967 . página 32.
- 9.- OBRA. CIT.
- 10.- MEDIO AMBIENTE HUMANO. PROBLEMAS ECOLOGICOS
Secretaría de la Presidencia.
2da. edición. 1972. página 46.
- 11.- OBRA. CIT.
- 12.- OBRA. CIT.
- 13.- OBRA. CIT.
- 14.- OBRA. CIT.
- 15.- MAURICE A. STROBBE. Origenes y Control de la Conta-
minación Ambiental.
PROFESSOR DE BIOLOGIA. Iowa Wesleyan College. 1965.
página 36.
- 16.- OBRA. CIT.

CAPITULO III

ORGANISMOS RELACIONADOS CON EL AGUA,

El antiguo poblador de México antes del siglo XVI, no se limitó a vivir de la agricultura de temporal, ni a acarrear en vasijas el agua para sus usos domésticos, sino que hizo un gran número de obras para regar sus tierras y para llevar el agua potable a las ciudades, preocupándose desde entonces en los servicios colectivos, por lo que se ha localizado el número considerable de 382 obras de riego de esa época, en la parte media y sur del territorio mexicano.

En los tres siglos que duró el virreinato (1521 a 1821) y bajo la influencia de la cultura europea, se ejecutaron obras hidráulicas de mayor importancia, tanto para riego como para abastecer de agua potable a las ciudades. Puede señalarse como obras destacadas de esa época, las de la Laguna de Yuriria para el riego del Valle de Santiago en

Guanajuato, la Presa de Arroyozarco en el Estado de México, así como numerosos acueductos para agua potable, y en cuanto a obras de desagüe muy importantes por su magnitud y finalidad, las del gran Valle de México a través del tajo de Nochistongo, proyectadas y ejecutadas para poner a salvo a la ciudad de México de las inundaciones desastrosas que sufría periódicamente.

A fines del siglo pasado y principio del actual se hicieron varias obras importantes de riego, de generación de energía con plantas hidroeléctricas de aguas potables, unas a cargo del Estado y otras a cargo de empresas particulares.

" En 1910, México sufre la conmoción de una revolución armada. Se lucha para modificar su estructura política y establecer bases democráticas en que fundar el mejoramiento de la gran masa de la población, dentro de un marco de justicia social. La Revolución Mexicana instituye entre sus postulados, el de lograr una justa repartición de la tierra y una mejor distribución del agua." (1).

Al triunfo de este movimiento popular, la nueva Constitución

Política de México, expedida en 1917, establece que:
"La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponden a la nación, la cual ha tenido y tiene derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada".

Establece que son de propiedad nacional las aguas de los lagos, de los ríos y sus afluentes, ya sean permanentes o intermitentes, desde el lugar en que se inician hasta su desembocadura en el mar, en lagos o lagunas de propiedad nacional, así como las que a México le corresponden de los ríos internacionales también señala los requisitos para adquirir el dominio de las tierras y aguas de la nación.

La importancia de este ordenamiento legal fue definitiva en la nueva política hidráulica mexicana, ya que la nacionalización del agua y su control por el Gobierno Federal, ponía término a los privilegios ilimitados de uso privado, ampliando el horizonte del aprovechamiento de agua a la explotación integral de este recurso, para alcanzar mayores beneficios generales.

Para aplicar la política hidráulica de riego, se creó la Comisión Nacional de Irrigación, organismo encargado de planear, proyectar, construir y operar las obras con dos propósitos fundamentales:

Mejorar las condiciones económicas y de vida del campesino y aumentar la producción agrícola nacional.

La Comisión dió preferencia a la ejecución de obras en zonas semidesérticas y desérticas en las que se aprovecharían entre otras corrientes, los afluentes mexicanos del Bravo. En esa forma México aseguró los derechos al uso de esas aguas al tiempo que pudo abrir al cultivo tierras hasta entonces improductivas.

En 1946, a los 20 años de su creación, la Comisión Nacional de Irrigación había puesto bajo riego con obras nuevas, 420 mil hectáreas y mejoró 396 mil que se regaban en forma deficiente. Al sumarse ambas superficies a las que continuaron obras construidas con anterioridad daban un total de: 1 232 000 hectáreas de riego.

-- "Pero el problema del agua en México, como en todo el mundo

no puede referirse exclusivamente a los usos agrícolas, a pesar de que en el nuestro se emplean los mayores volúmenes con este fin. El agua para otros usos como son los urbanos, los industriales y los de generación de energía así como los aspectos de control de avenidas y defensa contra inundaciones, requieren una atención sistemática del Gobierno. Era por lo tanto, preciso ejercer un control sobre el uso y distribución racional del agua, con base en el conocimiento de los recursos disponibles en todo el territorio nacional." (2).

Hasta 1946 no había unidad de acción entre los organismos encargados del cuidado y distribución del agua, si es verdad que solo organismos federales disponían y ejercían control sobre la misma. que como la Secretaría de Agricultura haciendo obras de riego como la Comisión Nacional de Irrigación, de abastecimiento de aguas potables como la Secretaría de Salubridad y Asistencia, de generación de energía hidroeléctrica como la Comisión Federal de Electricidad y de defensa contra inundaciones y de navegación fluvial como la Secretaría de Comunicaciones, no había entre ellas coordinación sistemática en los aprovechamientos integrales

del agua disponible, coordinación que era necesaria para lograr soluciones económicas.

Esto hizo sentir la conveniencia de centralizar la autoridad sobre los recursos hidráulicos nacionales y las actividades para estudiar, proyectar y construir las obras - que aprovecharan estos recursos equilibradamente en riego usos urbanos e industriales.

Para cumplir con este propósito, el 7 de diciembre de 1946 se creó la Secretaría de Recursos Hidráulicos, que agrupó las actividades relacionadas con el uso del agua a cargo - de los organismos antes citados, con excepción de la Comisión Federal de Electricidad, ejerciendo la función de autoridad federal en el control de todos los aprovechamientos de las aguas nacionales.

1.- SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS.

La Secretaría inició sus actividades el 1º de enero de - 1947, y siendo un organismo de mayores atribuciones y capacidad que su antecesora la Comisión Nacional de Irrigación

- su acción en el estudio investigación y construcción de obras hidráulicas, se hizo sentir en mayores extensiones de riego y numerosos trabajos para dotar de agua potable a las poblaciones.

Posteriormente a la creación de la Secretaría de Recursos Hidráulicos y en diversas fechas se crearon las comisiones de algunos ríos, para abordar el desarrollo integral de algunas cuencas hidrográficas en las que el agua constituía un factor destacado, ya fuera por escasez de ella o por exceso. Los organismos así establecidos fueron:

- Comisión del Río Papaloapan (1947).
- Comisión del Río Tepalcatepec (1947), que más tarde se transformó en
- Comisión del Río Balsas (1960)
- Comisión del Río Fuerte (1951) y
- Comisión del Río Grijalva (1951)

Los organismo que dependen de la Secretaría y que conforme a los decretos que la constituyeron, tienen facultadas para concurrir conforme a programas aprobados, en todas aquellas actividades que tiendan al desarrollo integral de las cuencas hidrográficas de su jurisdicción. En esa forma partici-

pan en obras para establecer o mejorar servicios de riego, agua potable, alcantarillado, caminos, escuelas, electrificación y otros. En todas estas actividades, las comisiones trabajan coordinadamente con agencias específicas del Gobierno Federal y de los Gobiernos Estatales, dentro de las cuencas de su jurisdicción.

También dependiendo de la Secretaría y en diversas épocas, se crearon Comisiones para el estudio de los problemas hidráulicos de algunas cuencas hidrográficas que ofrecen particular complejidad estos organismos fueron:

- La Comisión del Sistema Lerma-Chapala-Santiago.
- La Comisión hidrológica de la Cuenca del Valle de México
- La Comisión de la Cuenca del Río Pánuco.

A diferencia de las Comisiones Ejecutivas, las de Estudio no realizan obras, sólo hacen proposiciones para resolver problemas de carácter hidráulico, en las Areas de su jurisdicción.

"La Ley de Secretarías de Estado, señalan las atribuciones de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, las cuales junto

con otras actividades complementarias, se resumen en la siguiente forma:

- a) Reconocer derechos, otorgar concesiones y reglamentar el aprovechamiento de las aguas nacionales y de las zonas federales correspondientes.
- b) Estudiar la cuantía y régimen de las aguas en el territorio nacional, tanto superficiales como subterráneas.
- c) Formular planes para el aprovechamiento integral del agua.
- d) Construcción de obras de riego, ya se trate de pequeña o grande irrigación.
- e) Administrar los distritos de riego y las unidades de pequeña irrigación.
- f) Realizar las obras para el control de las corrientes y de defensa contra inundaciones.
- g) Construir las obras hidráulicas que se deriven de tratados internacionales.
- h) Construir y manejar las obras hidráulicas para el fomento de la pesca, en vasos y lagunas litorales.
- i) Auxiliar a los municipios para dotar a las poblaciones de servicios de agua potable y alcantarillado.

- j) Intervenir en la administración de los servicios de agua potable y de alcantarillado cuando en su construcción hayan concurrido fondos del presupuesto de la Secretaría.
- k) Adiestrar personal en actividades técnicas y administrativas para mejor atención de los asuntos de su competencia." (3).

" La Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos ha venido realizando desde el año de 1972 el Inventario Nacional de los Usos del Agua, de acuerdo a lo establecido por el artículo 17 fracción II de la Nueva Ley Federal de Aguas. Los trabajos del Inventario Nacional de los Usos del Agua han sido realizados por la Subdirección de Área de los usos del Agua, perteneciente a la Dirección General de Protección y Ordenación Ecológica, siguiendo los lineamientos marcados por el estudio de las estrategias del Inventario Nacional del Uso del Agua el cual califica a las diversas regiones del país de acuerdo a su importancia relativa, en cuanto a los principales usos y números de usuarios dentro de ellas, así como también por el volumen extraído y el disponible." (4).

— El objetivo fundamental del Inventario Nacional de los Usos del Agua es conocer como y quién está utilizando actualmente el agua del país y su distribución en cantidad, espacio y tiempo. Para el logro de este objetivo se distinguen tres niveles de captación de información de acuerdo al detalle requerido y la utilización que se dé a la información:

- a) **Municipio.**- Consiste en recabar información estadística que describa la situación por municipios de los diversos usos del agua en una zona determinada, mediante la estimación de volúmenes de los tres componentes básicos en la utilización del agua, extracción, consumo y descarga. Los resultados de estos trabajos están publicados para cada municipio del país en tres tomos denominados, "Marco de Referencia de los Usos del Agua a Nivel Municipal".
- b) **Muestra.**- Consiste en enfocar el Inventario Nacional de los Usos del Agua hacia un uso o tipo de usuario preponderante en la zona estudiada, guiándose a una muestra de ellos e infiriendo con estadísticas las características del universo.
- c) **Aprovechamiento.**- Consiste en cubrir exhaustivamente las

cuenas hidrológicas, para localizar todos los aprovechamientos de aguas, tanto superficiales como subterráneas y determinar los usos a que se destina el agua extraída.

2.- SECRETARIA DE LA REFORMA AGRARIA.

LEY DE FOMENTO AGROPECUARIO

ARTICULO 1º - Esta Ley tiene por objeto el fomento de la producción agropecuario y forestal, para satisfacer las necesidades nacionales y elevar las condiciones de vida en el campo.

ARTICULO 2º - Las disposiciones de esta Ley son de orden público e interés social.

ARTICULO 3º - La aplicación de la presente Ley queda a cargo de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos en coordinación con la de la Reforma Agraria y demás dependencias del Ejecutivo Federal, según sus atribuciones.

En este Ordenamiento la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos será designada como la "Secretaría".

ARTICULO 4º - Corresponde a la Secretaría, en cumplimiento de esta Ley:

- I.- Planear, organizar, formentar y promover la producción agropecuaria y forestal.
- II.- Formular y proponer al Ejecutivo Federal el Plan Nacional de Desarrollo Agropecuario y Forestal, recabando previamente la opinión de los comités directivos de distritos de temporal.
- III.- Realizar estudios técnicos que permitan señalar los cultivos agrícolas y las actividades ganadera y forestales que resulten mayormente productivas, dando preferencia a los productos básicos, de acuerdo a las distintas condiciones ecológicas y socioeconómicas de zonas determinadas.
- IV.- Estudiar alternativas sobre las actividades susceptibles de realizarse en cada región ecológica.

ARTICULO 5º - La Secretaría atendiendo la opinión de los productores agropecuarios en sus distintos niveles y con base en la información de que disponga y la que recabe de las entidades del sector público, privado y social, elaborará con la intervención que le corresponda a la Secretaría de Programación y Presupuesto, el Proyecto del Plan Nacional de Desarrollo Agropecuario y Forestal que propondrá a la aprobación del Ejecutivo Federal.

ARTICULO 6º - El Plan Nacional de Desarrollo Agropecuario y Forestal deberá considerar el adecuado aprovechamiento de los recursos de que se disponga en los distritos de riego y de temporal, y en general los del sector rural, para la satisfacción prioritaria de las necesidades alimenticias de la población del país, las de la industria, y las de exportación cuando convenga conforme a los requerimientos de la economía nacional así como para obtener la elevación de las condiciones de vida y de trabajo en el campo.

ARTICULO 7º - El Plan Nacional de Desarrollo Agropecuario y Forestal indicará:

- I.- Los objetivos del sector de actividades agropecuarias y forestales, a corto mediano y largo plazo.
- II.- Las metas específicas de producción que habrán de alcanzarse en el tiempo, por estaciones, ciclos, cultivos, plantíos u otras modalidades, así como las circunscripciones en las que deban lograrse, de acuerdo a requerimientos expresos en los niveles nacional, regional, estatal, municipal o local que corresponda.

* La falta de agua impide la traducción perfecta de lo que significa haber logrado una justa tenencia de la tierra. La

voz institucional de la Revolución Mexicana se escucha ¡ Las Pilas !, ¡Valsequillo! , ¡Falcón!, ¡Temascalá!, ¡ Raudales ! , ¡Angotura!, son las voces del pueblo mexicano que lucha para que, al encauzar el agua, tome cauce con ella el progreso y, con el progreso se facilitan las posibilidades de vivir la vida." (5).

Con la misma preocupación y el mismo cuidado, el Presidente solicitó con éxito la aprobación de la Ley Federal de Aguas, con la que se regalementaba la dotación de los recursos hidráulicos a los hombres del campo, se evitaría el acaparamiento, que constituye otro problema similar al latifundio, y promueve la accesión, dotación, ampliación y restitución de volúmenes suficientes para que todos los campesinos gocen de las posibilidades de hacer producir la tierra y sigan constituyendo el sector, gracias a cuyo esfuerzo de provean las necesidades alimentarias de todo el pueblo de México.

La observación de la realidad nacional había sustanciado la necesidad de un ordenamiento de importancia singular como la Ley Federal de Aguas. Actualmente el país cuenta con una superficie muy amplia de hectáreas de tierras de culti-

vo bajo riego, y existen millones de más, susceptibles de regarse. Para ello se requiere la construcción de obras de drenaje contra inundaciones, perforación de pozos, nivelación de terrenos, suministros de agua potable, etc... cuya posibilidad contempla y promueve la ley mencionada,

"La meta es menos ambiciosa que urgente, supuesto que significa el beneficio de los campesinos, a quienes se dirige fundamentalmente el trabajo del Departamento de Asuntos Agrarios y Colonización, lo será el manejo de los procedimientos mediante los cuales la Ley les permita gozar de las ventajas del agua, así como someterse a las obligaciones que contrae su solicitud, su dotación y sus uso." (6).

Es imprescindible que los hombres del campo, organizados en forma conveniente y sujetos a la ordenanza legal, promuevan la construcción de obras de riego, y que esas obras se realicen en los sitios más adecuados para evitar que las corrientes desaguen inutilmente en los mares, que deslaven destructoramente la tierra o sean pasto de la codicia de quienes las acaparan para el provecho de muy selectos grupos terratenientes o de industriales voraces. Es urgente que el beneficio del agua llegue a los campesinos más neces-

sitados de su uso y se impone el cuidado de todos para que la consecuencia de otras actividades económicas no contaminen vasos, ríos y afluentes.

En esta tarea nacional nadie es ajeno, nadie debe sustraerse porque es de importancia suprema, para el aumento de las cosechas que significan la satisfacción del hambre de los crecientes núcleos humanos, lograr el aprovechamiento compartido, suficiente y racional del primer elemento vital para vivificar la tierra, es absolutamente necesario conseguir, aumentar, terca y apasionadamente la cosecha mexicana del agua.

En el curso de este instructivo hay que tener siempre presente que el artículo 27 de la Ley Federal de Aguas, establece:

"Para la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas de propiedad nacional que incluye las del subsuelo. La Secretaría de Recursos Hidráulicos deberá observar el siguiente orden de prestación:

I.- Usos domésticos.

II.- Servicios públicos urbanos

III.- Abrevaderos de ganado,

IV.- Riego de terrenos,

a) Ejidales y comunales y

b) de propiedad privada.

y tener presente también que el artículo 233 de la Ley Federal de Reforma Agraria establece:

El Ejecutivo de la Unión esta facultado para modificar sin compensación, derechos de los usuarios sobre aguas de propiedad nacional cualquiera que sea el título que ampare el aprovechamiento cuando así lo exija el cumplimiento de las Leyes Agrarias." (7).

ACCESION DE AGUAS.

"Los expedientes de acceso de aguas los tramita de oficio el Departamento de Asuntos Agrarios y Colonización (Hoy Secretaría de la Reforma Agraria). En casi todas las resoluciones presidenciales al final del punto resolutivo que fija la superficie de riego con que se dota al poblado beneficiado hay un párrafo en que se ordena que el Departamento de Asuntos Agrarios y Colonización (S.R.A.) fijará los volúmenes de agua para el riego de las tierras que concede la

misma resolución. Por lo tanto, al ejecutarse una resolución presidencial que incluya tierras de riego, se deberá sustanciar el expediente de acceso de aguas, para lo cual el personal de la oficina de Aguas o de las Delegaciones Agrarias, ejecutará los trabajos relativos a la inspección reglamentaria de aguas, por concepto de acceso." (8).

DOTACION DE AGUAS.

"Iniciado el expediente en la Comisión Agraria Mixta conforme a lo dispuesto en el artículo 318 de la Ley Federal de Reforma Agraria deberá sustanciarse, para lo cual se hace necesario que el Presidente o el Secretario de dicha Comisión ordene a un ingeniero que practique la Inspección Reglamentaria de Aguas por concepto de dotación de acuerdo con lo que ordena el artículo 319 de la Ley Federal de Reforma Agraria. " (9).

AMPLIACION DE AGUAS.

La solicitud se hace con la misma forma que para dotaciones de aguas pero que un ingeniero indicará si comprobó que los ejidatarios del poblado solicitante aprovechan totalmente las aguas, concedidas anteriormente por acceso o dotación.

RESTITUCION DE AGUAS.

Es necesario la solicitud de restitución de aguas por los vecinos del pueblo respectivo al C. Gobernador de la entidad correspondiente.

Estas son las funciones con respecto del agua que tiene la Secretaría de Reforma Agraria anteriormente el Departamento de Asuntos Agrarios y Colonización, el Manual de Aguas expedido por el DAAC, sigue vigente.

3.- SECRETARIA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y OBRAS PUBLICAS.

En el año de 1861, bajo el régimen del Lic. Benito Juárez, se creó el Ministerio de Fomento de Comunicación y obras Pdblicas, mismo que continuó con esa denominación hasta - 1917, cuanso se promulgó la Constitución y cambió su nombre por el de Secretaría de Comunicaciones.

En el año de 1925 el Presidente Plutarco Elias Calles, creó la comisión Nacional de Caminos, que funcionó dentro de la estructura de la extinta SCOP., y construyó las nuevas vías de comunicación que requería el país.

En la actual administración del Lic. José López Portillo, entra en vigor la Nueva Ley Orgánica de la Administración Pública Federal que pretende convertir la compleja estructura que había desarrollado hasta entonces el Gobierno Mexicano en un instrumento con responsabilidades claras y precisas y así cambia su nombre por el de Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas.

A la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas le corresponde planear, programar, estudiar, proyectar, construir, operar, conservar y administrar las obras de captación de aguas del subsuelo y la conducción y potabilización respectivas, para los centros de población e industrias, cuando las fuentes de abastecimiento se encuentren en zonas donde no se haya decretado veda para la extracción y utilización de las aguas del subsuelo, limitándose en estos casos a comunicar a la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos la localización y características de la obra de captación construida y los caudales de agua que se exploten, a efecto de otorgar la asignación o concesión correspondiente, incluir los datos en el Registro Nacional de Pozos, vigilar el comportamiento de los acuíferos y mantener actualizados el inventario de los recursos

hidráulicos del país, para fines de planeación." (10)

4.- SECRETARIA DE SALUBRIDAD Y ASISTENCIA.

El permanente y acelerado deterioro ecológico que ha venido sufriendo el territorio de la República Mexicana como producto principalmente del desarrollo industrial y la presión demográfica, obligó al Gobierno a tomar medidas de protección y mejoramiento ambiental.

Así en el año de 1971, y ante la magnitud del problema, se promulgó la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación. En 1972, se creó la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente dentro de la Secretaría de Salubridad y Asistencia. Finalmente en el año de 1978 por disposición presidencial se formó la Comisión Intersecretarial de Saneamiento Ambiental.

La Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente tiene entre sus funciones las de elaborar normas de saneamiento y mejoramiento del ambiente, asesorar a las dependencias aplicativas, vigilar la correcta ejecución de dichas normas y evaluar las acciones en este campo.

En la nueva estructura programática se crearon diferentes direcciones. Una de las cuales es la Dirección General de Saneamiento del Agua.

DIRECCION GENERAL DE SANEAMIENTO DEL AGUA.

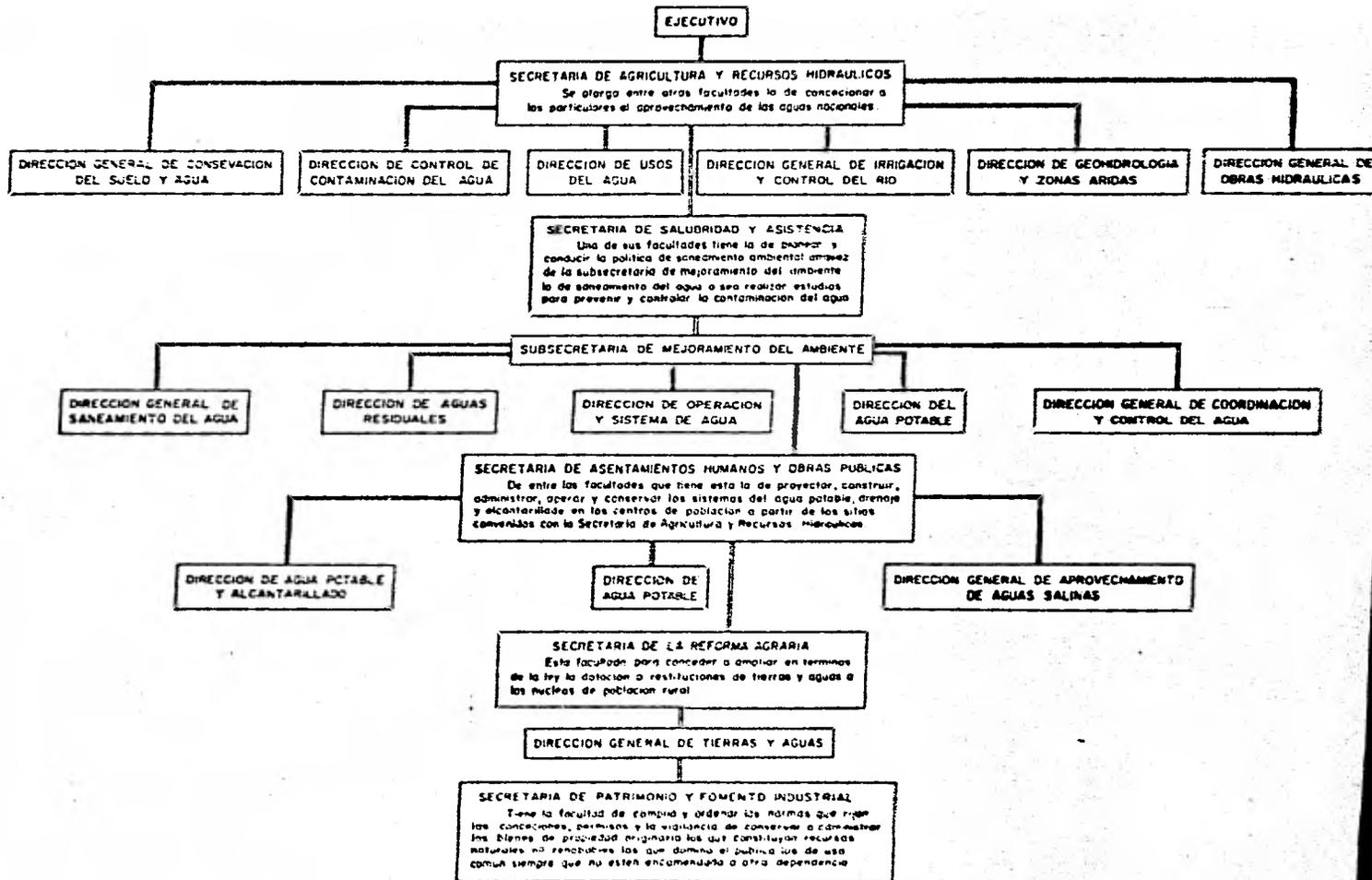
" La calidad de las aguas para consumo humano y doméstico, industriales, agropecuarias y de uso recreativo; de las aguas residuales o estacionarias, así como de las fluviales, lacustres y marítimas, es la materia de su competencia, por lo que realiza estudios para prevenir, controlar y abatir la contaminación de las aguas antes mencionadas." (11).

En coordinación con otras dependencias federales, establece las normas para el uso adecuado y el aprovechamiento de las aguas, así como las condiciones que deben cumplir en relación con las descargas de aguas residuales. Además, formula planes y programas para prevenir y controlar la contaminación del agua y evaluar sus resultados.

5.- SECRETARIA DE PATRIMONIO Y FOMENTO INDUSTRIAL.

A la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial, le co-

responde el despacho de poseer, vigilar conservar o administrar los bienes de propiedad originaria, los que constituyen recursos naturales no renovables, los de dominio público y los de uso común siempre que no estén encomendados expresamente a otra dependencia. Copilar y ordenar las normas que rijan las concesiones, autorizaciones y permisos o la vigilancia para la explotación de los bienes y recursos, así como otorgar, conceder y permitir su uso, aprovechamiento o explotación cuando dichas funciones no estén expresamente encomendadas a otra dependencia, revisar las normas que rijan las concesiones, permisos y la vigilancia - cuando se requiera conforme a las leyes para usar o explotar bienes de propiedad privada, ejidal o comunal siempre - que no corresponda expresamente hacerlo a otra dependencia y con la cooperación en su caso de las Secretarías de la Reforma Agraria y de Agricultura y Recursos Hidráulicos.



C I T A S.

- 1.- PARTIDO REVOLUCIONARIO INSTITUCIONAL.
El Agua Política y Programa para su Aprovechamiento.
1970, página 4.
- 2.- Obra Citada, página 7.
- 3.- Obra Citada, página 11.
- 4.- SARH. Inventario Nacional de los Usos de Agua.
Manual de procedimientos. 1977, página 2
- 5.- LEY DE FOMENTO AGROPECUARIO
23 de diciembre 1980.
- 6.- MANUAL DE AGUAS
Consejo Editorial Campesino 1974 página 5
- 7.- OBRA CITADA.
- 8.- OBRA CITADA.
- 9.- OBRA CITADA.
- 10.- SAHOP. FOLLETO QUE ES LA SAHOP.
Impreso en los talleres de la SAHOP. 1980. página 4
- 11.- SSA. SUBSECRETARIA DE MEJORAMIENTO DEL AMBIENTE.
Talleres de la Nación. 1978. página 5.

CAPITULO IV

LA LEGISLACION MEXICANA VIGENTE SOBRE EL AGUA.

Los recursos hidráulicos del país, requieren de una legislación que regule racionalmente el aprovechamiento del agua, para asegurar un desarrollo económico y social más justo. Por otra parte los avances de la tecnología han originado una nueva problemática, que los diversos ordenamientos jurídicos que rigen esta materia no pudieron prever en la época de su expedición.

Consecuentemente es imprescindible revisar toda ley y reglamento al respecto con el fin de proyectarla hacia una mejor política hidráulica basada en el principio constitucional de regular el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, para hacer un reparto equitativo de la riqueza pública y cuidar de su conservación, adecuándola a las técnicas modernas y al adelanto planificado de la Nación. Asimismo es necesario relacionar sus disposiciones con los nuevos ordenamientos en materia

agraria, industrial, sanitaria y de contaminación.

1.- EL ARTICULO 27 CONSTITUCIONAL.

El artículo 27 Constitucional dispone que corresponde a la Nación la propiedad originaria de las aguas y las tierras comprendidas dentro de los límites del territorio nacional y que tendrá en todo tiempo, el derecho de imponer a la propiedad privada las medidas que dicte el interés público, así como el de regular el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, el párrafo quinto - del citado artículo consagra en forma expresa la propiedad nacional de las aguas.

"La capacidad para adquirir el dominio de las tierras y aguas de la Nación, solo los mexicanos por nacimiento o por naturalización y las sociedades mexicanas, el estado podrá conceder el mismo derecho a los extranjeros siempre que - convenjan ante la Secretaría de Relaciones Exteriores en - considerarse como nacionales respecto de dichos bienes y no invocar por lo mismo la protección de sus gobiernos." (1)

Congruente con lo anterior, la fracción XVII del artículo

73 de la Ley Suprema confiere al H. Congreso de la Unión la facultad de expedir leyes sobre el uso y aprovechamiento de las aguas de jurisdicción federal.

A su vez, el artículo 80 fracción I del ordenamiento jurídico invocado establece como facultad del Presidente de la República, la de ejecutar las leyes que expida el poder Legislativo Federal proveyendo en la esfera administrativa a su exacta observancia, todo lo cual proporciona los fundamentos jurídicos para la planeación y aplicación de una política hidráulica.

La propiedad privada está subordinada a la distribución equitativa de la riqueza y al principio de justicia social, es decir, se requiere de un régimen legal que a la vez que permita preferentemente el logro de los objetivos de interés público garantice los derechos de los particulares.

En consecuencia por lo dispuesto en nuestra Constitución y en nuestras leyes tiene pleno apoyo la planeación económica y social de la política hidráulica de México por conducto de la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

2.- LEY FEDERAL DE AGUAS,

El fundamento legal de la Ley Federal de Aguas es:

- "A fin de realizar una distribución equitativa de los recursos hidráulicos y cuidar de su conservación, la presente Ley reglamenta las disposiciones en materia de aguas de los párrafos quinto y sexto del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y tiene por objeto regular la explotación uso y aprovechamiento de las aguas propiedad de la Nación incluidas aquellas del subsuelo libremente alumbradas mediante obras artificiales para que se reglamente su extracción, utilización y veda, conforme el interés público." (2)

Se declararán de utilidad pública: La formación y actualización permanente del inventario de los recursos hidráulicos del país, los estudios y trabajos necesarios para la formulación de los proyectos de obras hidráulicas, las obras de riego, drenaje control de avenidas y defensa contra inundaciones de poblaciones y de terrenos agrícolas, las obras de infiltración para conservar mantos acuíferos. La derivación de las aguas de una cuenca hidrológica hacia otras, las obras y servicios de agua potable y alcantarías.

llado, el aprovechamiento de las aguas propiedad de la nación, para generación de energía, la explotación, uso o aprovechamiento de los vasos de almacenamiento para cualquier causa, las obras hidráulicas para preservar las condiciones ecológicas para el desarrollo de la fauna y flora acuáticas, la instalación de plantas desaladoras de aguas marinas, la prevención y control de la contaminación de las aguas cualquiera que sea su regimen." (3)

AUTORIDADES COMPETENTES.

El ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos serán las autoridades competentes para vigilar el cumplimiento de esta ley, se auxiliarán de las otras autoridades que dependen del Ejecutivo Federal de los Estados y de los Ayuntamientos.

El Ejecutivo Federal expedirá en cada caso, respecto de los bienes de propiedad nacional a que se refiere esta ley, la declaratoria correspondiente que se publicará en el Diario Oficial de la Federación.

II.- Dictar las resoluciones de dotación o restitución de aguas de propiedad nacional o las accesiones en su caso a los ejidos y comunidades en los términos de la Ley Federal de la Reforma Agraria.

III.- Expedir los decretos que se refiere el artículo 3:

IV.- Reglamentar las extracciones de las aguas y decretar zonas de veda a que se refiere el artículo 7:

V.- Establecer por decreto los distritos de riego, los de drenaje y protección contra inundaciones y los de acuacultura.

VI.- Fijar las cantidades que deban recuperarse por las inversiones del Gobierno Federal en las construcciones de obras hidráulicas y los plazos de amortización.

VII.- Suspender todos aquellos aprovechamientos, obras y actividades que dañen los recursos nacionales o afecten el equilibrio ecológico de una región.

3.- REGLAMENTO PARA PREVENIR Y CONTROLAR LA CONTAMINACION DE AGUAS.

"El fundamento legal del Reglamento para la prevención y Control de la Contaminación de Aguas, tiene un objeto proveer en la esfera administrativa a la observancia de la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental en toda la República en lo que se refiere a la prevención y control de la contaminación de las aguas cualquiera que sea su régimen legal." (4)

AUTORIDADES COMPETENTES.

El Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Salubridad y Asistencia y en coordinación con la Secretaría de Recursos Hidráulicos serán las autoridades competentes para vigilar el cumplimiento de este reglamento. Las mismas autoridades se auxiliarán de las otras autoridades que dependen del Ejecutivo Federal, de los Ejecutivos de los Estados, de los territorios y de los Ayuntamientos.

La Secretaría de Salubridad y Asistencia en coordinación con la Secretaría de Recursos Hidráulicos dictarán las disposiciones técnicas, a que deberán sujetarse las personas físicas o morales de carácter público o privado cuyas actividades, pueden causar contaminación de las aguas y expedirán dentro de

sus respectivas competencias los instructivos y circulares necesarias a fin de proveer al cumplimiento del reglamento.

El Ejecutivo, igualmente deberá dictar o promover ante el congreso de la Unión, las medidas fiscales convenientes para procurar la descentralización industrial, así como para que las industrias establecidas o por establecerse eviten la contaminación del agua; para tal efecto las Secretarías de Hacienda y Crédito Público y la de Industria y Comercio realizarán los estudios conducentes a la fabricación o importación de los equipos necesarios que ayuden a esos fines.

"El Consejo de Seguridad General, de acuerdo con las facultades otorgadas por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y las que confiere este Reglamento podrá dictar las disposiciones generales para prevenir y controlar la contaminación ambiental y en este caso específico la contaminación de las aguas." (pag.10)

DE LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE AGUAS.

Los procedimientos para prevenir y controlar la contaminación de las aguas, para preservar y restaurar la calidad de

Los cuerpos receptores serán hechos de la siguiente forma:

1.- Tratamiento de las aguas residuales para el control de los sólidos sedimentales, grasas y aceites, materias flotantes, temperaturas y potencial hidrógeno.

2.- Determinación y cumplimiento de las condiciones particulares de aguas residuales, mediante el tratamiento de éstas en su caso, de acuerdo con el resultado de los estudios que la autoridad competente realice de los cuerpos receptores, su capacidad de asimilación sus características de dilución y otros factores. (artículo 6°).

Deberán registrarse en la Secretaría de Recursos Hidráulicos las descargas de aguas residuales, a excepción de las domésticas, dentro de los siguientes plazos:

I.- Seis meses para las descargas existentes de las aguas residuales provenientes de usos públicos o industriales, que se viertan en los alcantarillados de las poblaciones.

II.- Seis meses para las descargas existentes de aguas residuales, con excepción de los provenientes de los usos pura

mente domésticos, que no viertan en los alcantarillados de las poblaciones.

III.- Seis meses para las descargas de los sistemas de alcantarillados que se viertan en cuerpos receptores.

IV.- Cuatro meses para las nuevas descargas de aguas residuales provenientes de usos públicos o industriales que vayan a los alcantarillados de las poblaciones a partir de la fecha de su inicio; y

V.- Cuatro meses para las nuevas descargas de aguas residuales, con excepción de las provenientes de usos puramente domésticos que no vayan a los alcantarillados de las poblaciones, a partir de la fecha de su inicio. " (artículo 10).

Los propietarios, los encargados o representantes de establecimientos servicios o instalaciones públicas o privadas, que originen o motiven las descargas, serán los obligados de dar el informe para el registro.

Las formas de solicitudes para efectuar el registro, deberán ser proporcionadas, en forma gratuita, por la Secretaría de

Recursos Hidráulicos.

"La Secretaría de Recursos Hidráulicos, efectuará el registro, con base en la solicitud presentada y enviará los datos de aquel, a la Secretaría de Salubridad y Asistencia, con copia de la documentación exhibida". (artículo 11).

El objeto del registro de aguas residuales, será el de contribuir a los estudios para determinar la calidad de los cuerpos receptores y las condiciones de las descargas, la programación a corto, mediano y largo plazo de la acción para prevenir, controlar y abatir la contaminación de las aguas.

En cada cuenca o región la Secretaría de Recursos Hidráulicos creará una comisión consultiva para opinar sobre la prevención y control de la contaminación de las aguas de la propia región y la clasificación del agua de los cuerpos receptores, dando asesoría a quién lo solicite. Estas comisiones estarán integradas por:

- I. Los Gobiernos de Entidades Federativas
- II. Los Ayuntamientos
- III. Los Servicios Coordinados de Salud Pública

IV. El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

V. El Congreso de Trabajo

VI. La Confederación de Cámaras Industriales y

**VII. Los Comités Directivos de los Distritos de Riego
de Acuacultura y de Agrupaciones Agrícolas. "**

(artículo 31).

La vigilancia de las disposiciones de este reglamento esta
rá a cargo de la Secretaría de Salubridad y Asistencia y
de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, dentro de sus co
rrespondientes ámbitos de competencia.

CONSTITUCIONALIDAD

Art. 27. La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional corresponden originariamente a la Nación la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares constituyendo la propiedad privada .

LEY FEDERAL DE AGUAS

Art. 1. A fin de realizar una distribución equitativa de los recursos hidráulicos y cuidar de su conservación, la presente ley reglamenta las disposiciones en materia de aguas .

REGLAMENTO DE LA LEY DE AGUAS DE PROPIEDAD NACIONAL

Art. 1. El Ejecutivo Federal por conducto de la Secretaría de Agricultura y Fomento y de acuerdo con la ley que se reglamenta determinara concretamente las aguas que son de propiedad nacional.

REGLAMENTO PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE AGUAS

Art. 1. El presente reglamento tiene por objeto proveer en la esfera administrativa, a la observancia de la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental en toda la República, en la que se refiere a la prevención y control de la contaminación de aguas, cualquiera que sea su régimen legal .

MANUAL DE AGUAS

El Ejecutivo de la Nación esta facultado para modificar sin compensación, derechos de los usuarios sobre aguas de propiedad nacional, cualquiera que sea el título que ampare el aprovechamiento, cuando así lo exija el cumplimiento de las Leyes Agrarias .

CITAS .

**1.- CONSTITUCION POLITICA DE LOS ESTADOS UNIDOS
MEXICANOS .**

30 DE SEPTIEMBRE, 1973. pag. 42.

2.-LEY FEDERAL DE AGUAS .

EDITORIAL PORRUA, S.A. Pag. 8.

MEXICO, 1980 .

3.- OBRA CIT. pag. 16.

**4.- REGLAMENTO PARA LA PREVENCION Y CONTROL DE
LA CONTAMINACION DE AGUAS .**

PUBLICADA EN EL DIARIO OFICIAL, pag. 6.

MEXICO, 1973 .

5.- OBRA CIT. pag 10 .

CONCLUSIONES .

El crecimiento y desarrollo de la humanidad exige mas y mejores satisfactores, lo que implica la generacion de mas y mayores actividades, por lo que sera necesario hacer el mejor huso de todos los recursos que la naturaleza nos proporciona .

Al enunciar a las aguas negras subterranas, residuales caseras, industriales, es para enfatizar aun mas el problema del liquido y opinar que se le debe dar un mejor enfoque a su aprovechamiento total, rehabilitandolas mediante un mejor tratamiento .

En cuanto a los diversos usos que el hombre le ha dado al agua, con el objeto de crear conciencia en el correcto uso del agua, se formulen mejores programas publicitarios para el ahorro de el agua manifestando su escasez recomendando que se evita todo desperdicio .

Hacer una mayor concientizacion entre los usuario, que las obras para traer el agua de zonas cada vez mas alejadas son cada vez mas costosas, es logico fijar mayores precios al consumo que al compararlo con el costo de refrescos, cervezas, cigarros etc, resulta desproporcionado el precio -- del metro cubico de agua puesta a domicilio. Y hacer notar que el precio del agua no se cobra lo que se cobra es su - conduccion .

La orografia general del pais es un factor de fundamental importancia, dentro del problema de utilizacion de el- agua vemos que su suelo es muy quebrado siendo el agua poco aprovechable presentando asi graves problemas para la agricultura .

Vemos que hay gran cantidad de zonas aridas haciendo -
difícil la vida de sus habitantes, debe hacerse un mejor es-
tudio de la situación para construir mas presas, estanques,
canales etc, para mejorar la condicion de vida de sus habi-
tantes evitando así la emigracion cada vez mas patente en -
estas zonas .

La contaminacion del agua es sustancialmente un mal --
necesario, al que no es posible encontrarle una solucion ra-
pida eficaz y total, por lo que la legislación que procure-
la resolucíon de estos problemas debe de ser compatible con
los intereses de orden público y con la necesaria evolución
industrial y urbana de el país .

Es necesario que existan ordenamientos legales que regu-
len la tematica y den soluciones a los problemas provocados
por la contaminación de el agua, así como, que los mismos -
ordenamientos sean congruentes con la realidad económica y-
social del país .

Debe existir una relacion sistemática y coordinada en -
tre los diferentes ordenamientos legales que se refieren a -
esta misma materia .

Existe una gran diversidad de organismos relativos a el
agua lo que ha provocado una dispersión de la reglamentacion
la cual en ocasiones es incompleta y en otra repetitivas --
de las mismas disposiciones en diversos ordenamientos .

Los diferentes ordenamientos en ocasiones establecen nor-
mas de tipo general, cuando deberian avocarse al problema --
en forma mas concreta .

Las autoridades administrativas deben llevar a cabo las-
medidas de incentivos agudos y exenciones de caracter fiscal

para procurar la descentralización industrial rehabilitando las zonas económicamente débiles y aprovechar mejor los -- recursos naturales y humanos, situaciones que son necesarias para distribuir las riquezas con mayor equidad en todo el país .

Que la Legislación Mexicana en los distintos reglamentos promulgue ordenamientos más objetivos que garantice mejor los derechos de los individuos con respecto del aprovechamiento de los recursos naturales en su beneficio .

BIBLIOGRAFIA

ALCANTARILLADO Y TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS

HAROL E. BALBITT,
ROBERT BAUMANN,
CECSA,
MEXICO.

ABASTECIMIENTO DE AGUA Y REMOCION DE AGUAS RESIDUALES.

DANIEL ALEXANDER GEYER,
JHON CHARLES OKUN,
EDITORIAL LIMUSA,
MEXICO 1974.

AGUAS SUBTERRANEAS EN MEXICO.

INSTITUTO DE GEOGRAFIA
U. N. A. M.,
MEXICO 1967

BOLETIN DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE GEOGRAFIA Y - ESTADISTICA.

ING. IGNACIO L. DE LA BARRA,
TOMO 43,
MEXICO.

LA CAPTACION DE AGUAS SUBTERRANEAS.

JEAN PIMIENTA
DANIEL SANZ LANZUELA,
MEXICO 1973.

DISEÑO HIDRÁULICO Y TECNOLOGÍA AMBIENTAL, SA.
CAPÍTULO III.
MÉXICO.

PARTIDO REVOLUCIONARIO INSTITUCIONAL.
EL AGUA POLÍTICA Y PROGRAMA PARA SU APROVECHA-
MIENTO.
MÉXICO, 1970.

GEOGRAFÍA GENERAL DE MÉXICO.
TOMO 1, 2DA. EDICIÓN.

HIDRÁULICA
PEDRO J. DOZAL
TALLERES GRÁFICOS DE LA NACIÓN.
8 DE SEPT. DE 1935, MÉXICO.

INVENTARIO NACIONAL DE LOS USOS DEL AGUA
S. A. R. H. MANUAL DE PROCEDIMIENTOS.
MÉXICO 1977.

MEDIO AMBIENTE HUMANO. PROBLEMAS ECOLÓGICOS.
SECRETARÍA DE LA PRESIDENCIA.
2DA. EDICIÓN.
MÉXICO, 1972.

.....

MESAS REDONDAS SOBRE EL PROBLEMA DEL AGUA -
EN MEXICO,

INSTITUTO MEXICANO DE RECURSOS RENOVABLES,
MEXICO 3 AL 7 DE AGOSTO 1964.

MANUAL DE AGUAS. CONSEJO EDITORIAL CAMPESINO
MEXICO 1974.

CONTROL DE LA CONTAMINACION AMBIENTAL,
MAURICE A. STROBBE,
PROFESOR DE BIOLOGIA,
LOWA WESLEYAN COLLEGE,
1965.

LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES
DR. FEDERICO K. G. MULLERJUD,
MEXICO 1948

S. A. H. O. P. FOLLETO "QUE ES LA SAVIOP"
IMPRESO EN LOS TALLERES DE LA SAVIOP, --
MEXICO 1980.

SSA. SUBSECRETARIA DE MEJORAMIENTO DEL AMBIENTE,
TALLERES DE LA NACION,
MEXICO 1978.

LAS ZONAS ARIDAS DE MEXICO.
"SU PRESENTE Y SU FUTURO"

ENRIQUE BELTRAN.
EDICIONES DEL I.M.R.H.R.
MEXICO 1964.

CONSTITUCION POLITICA DE LOS ESTADOS UNIDOS-
MEXICANOS,
MEXICO, 30 DE SEPT. 1973.

LEY FEDERAL DE AGUAS
EDITORIAL PORRUA, S. A.
MEXICO 1980.

REGLAMENTO PARA LA PREVENION Y CONTROL DE -
AGUAS,
PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL .
DEL 29 MARZO 1973.

LEY DE FOMENTO AGROPECUARIO
MEXICO 23 DE DIC. DE 1980.