



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

DIVISION DE INGENIERIA CIVIL, TOPOGRAFICA Y GEODESICA

283
126

PLANEACION PARA USO SEGUN CALIDAD DE LAS AGUAS

TRABAJO ESCRITO

ELABORADO EN OPCION DE TESIS PROFESIONAL
PARA OBTENER EL TITULO DE;
INGENIERO CIVIL
PRESENTA

ERNESTO MARTINEZ CHAVEZ

MEXICO, D. F.

NOVIEMBRE 1984



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.

I N D I C E

		Pág.
INTRODUCCION	1
CAPITULO I	ASPECTOS GENERALES.....	3
I.1	Fuentes de Contaminación	4
I.2	Grado de Contaminación de las - Aguas Residuales.....	12
CAPITULO II	CONTAMINANTES DE IMPORTANCIA...	17
II.1	Contaminación Física.....	18
II.2	Contaminación Química.....	22
II.3	Contaminación Biológica.....	33
CAPITULO III	UTILIZACION DE LAS AGUAS	44
III.1	Abastecimiento de Agua a Cen - tros de Población	47
III.2	Usos Industriales.....	49
III.3	Riego.....	53
III.4	Desarrollo de la Fauna y Flora- Acuáticas.....	54
III.4.1	En Aguas Estuarinas...	55
III.4.2	En Aguas Marinas de la Plataforma Continental	59
III.4.3	Mantenimiento Y Propa- gación	59
III.5	Recreación y Turismo.....	60
III.6	Generación de Energía Hidro - eléctrica.....	62
III.7	Navegación	63
III.8	Uso Múltiple.....	64
CAPITULO IV	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	84
	BIBLIOGRAFIA.....	97

INTRODUCCION

Entre los problemas del México actual destacan: la irregular distribución del agua en el territorio, la rápida disminución de las reservas de este recurso en las zonas sobrepobladas y la creciente contaminación de los recursos hídricos disponibles; a medida que aumenta la población y crece la demanda, se multiplican los usos y aumentan los consumos per-cápita, mientras la disponibilidad de este recurso básico permanece constante.

El país, en conjunto, cuenta con agua en cantidad suficiente para satisfacer sus necesidades presentes y futuras, pero la mala distribución geográfica de este recurso básico impide aprovecharlo a escala nacional y deja a más de la mitad del territorio con un abastecimiento de agua insuficiente o nulo y a una buena parte de la población sujeta a déficit críticos, que constituyen un freno para el desarrollo económico y el progreso social.

El carácter, la magnitud y la mayor o menor proximidad de los problemas relacionados con el agua, son distintos en cada región y varían de una región a otra, y aún dentro de la propia región, ocurriendo con frecuencia que en

algunas zonas de alta disponibilidad de agua queden incluidas áreas que sufren de escasez y, por el contrario, otras regiones que sufren limitaciones de este recurso, incluyen áreas que disponen de un abastecimiento abundante y bien distribuido.

Los ríos, cuyas cuencas de captación se extienden consecuentes con los grandes marcos del sistema orogénico, que fracciona y hace abrupto el territorio nacional, tienen por lo general cortos recorridos y fuertes pendientes longitudinales y transversales, factores, que unidos a la irregularidad y mala distribución de las lluvias, a la localización geográfica del país con relación a las trayectorias ciclónicas y a la ausencia de nevadas, hacen que el régimen de las corrientes sea eminentemente torrencial, y por consecuencia difícil de aprovechar en su estado natural.

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

El término calidad del agua es una expresión de empleo muy generalizado cuyo significado es muy amplio. Cada uno de nosotros está interesado en el agua desde su especial punto de vista; que puede implicar sus aplicaciones comerciales, industriales, recreativas, etc. Como las características deseables de un agua cualquiera varían según la utilización a la que quiera destinársele, frecuentemente existe una comunicación muy poco satisfactoria entre los usuarios del agua, en todo lo que respecta a la calidad de la misma.

1.1 FUENTES DE CONTAMINACION

En la química se concibe al agua pura como una sustancia que consta de moléculas de un solo tipo, donde se representan por la fórmula H_2O . Sin embargo, la mayoría del agua contiene pequeñas cantidades de sales minerales disueltas, y estas substancias contribuyen a incrementar el sentido del gusto.

Se considera contaminación del agua a la adición de materia extraña indeseable que deteriora su calidad, ésta se puede definir como, la aptitud para los usos benéficos a que se han venido dedicando: para la bebida del hombre, de los animales, para riego de la tierra, para la recrea -

ción, etc.

El agua no es un líquido típico, no hay nada parecido a ella y una de las consecuencias de sus propiedades físicas y químicas, es que admite la contaminación fácilmente.

La contaminación puede ocasionarse principalmente - por presencia de sólidos en suspensión, sustancias tóxicas, cargas orgánicas y el calor.

Los sólidos en suspensión producen la reducción de la penetración de la luz en el agua. La luz es importante en el proceso de fotosíntesis que aporta oxígeno y substituye al que es reducido por la respiración de los animales acuáticos. Se ha comprobado que la fotosíntesis es más importante que la turbulencia para obtener la reoxigenación del ecosistema acuático.

Siendo el oxígeno disuelto un elemento indispensable para lograr la estabilización de la materia orgánica -- dispuesta en el agua, lo lógico será establecer condiciones de equilibrio entre aquél y la demanda bioquímica del oxígeno. Esa relación nos da la pauta sobre la clase y grado de tratamiento que requiere un residuo líquido doméstico e industrial.

Los principales orígenes de la contaminación del agua son la población y todo tipo de industrias (azúcar, petróleo, química, etc.).

No siempre la contaminación del agua se debe únicamente a la carga orgánica, hay sustancias químicas que producen alteraciones en el medio acuático, entre los principales tenemos: plaguicidas, herbicidas, fungicidas; fertilizantes que actúan a través del nitrógeno y fósforo como nutrientes, produciendo fenómenos de eutroficación, detergentes y metales pesados.

Entre los elementos tóxicos que juegan un papel importante, tenemos el mercurio, plomo, níquel, cadmio y arsénico.

Existe una relación entre el contenido de calcio y la dureza en los sistemas de abastecimiento de agua, con las enfermedades cardiovasculares.

Por otra parte metales como zinc, magnesio, hierro, cobre, en concentraciones dos o tres veces mayores a los normales pueden producir daños que se hacen presentes solamente después de prolongados períodos.

Respecto al mercurio se debe mencionar que, por

efecto de la luz solar existen reacciones fotosintéticas -- con la presencia de materia orgánica, que desempeña un papel catalizador y transforma los compuestos inorgánicos de mercurio en methyl-mercurio que es absorbido por los peces, creando intoxicaciones en las personas que los emplean como alimento.

En relación con el arsénico y otras sustancias tóxicas, son muy conocidos los efectos que producen las altas concentraciones de estos elementos en el agua de consumo.

A los contaminantes se les clasifica en: causantes de enfermedades, conservativos y no conservativos. En es - tos tres grupos existen ocho categorías generales:

- Agentes infecciosos
- Residuos que demandan oxígeno
- Nutrientes de plantas
- Compuestos químicos orgánicos
- Compuestos inorgánicos y minerales
- Sedimentos
- Materias radiactivas
- Calor

Entre los primeros se incluyen aquellos que se re - fieren a la salud pública. Los conservativos son estable-

y no se degradan por los procesos biológicos normales (por --- ejemplo, los compuestos inorgánicos), es el caso de los cloruros que pueden ser diluídos pero no reducidos en cantidad. Los contaminantes no conservativos en el sistema acuático - natural cambian sus características debido a las fuerzas físicas, químicas y biológicas. El residuo líquido (agua negra) es un desecho orgánico altamente inestable y puede convertirse en bióxido de carbono, materiales inorgánicos y -- substancias celulares.

Los problemas convencionales de tratamiento de dese-- chos 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 desperdicios no- funcionarán durante un importante período de tiempo. El -- control total de los desechos municipales incluye la cons- trucción de sistemas de tratamiento de desechos dignos de - confianza, incluyendo el uso de la agricultura o de la sil- vicultura; 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 drenajes sanitarios en el mismo tipo de tubería; y el control de escurrimiento- tos de zonas urbanizadas. El residente del sistema municip- al de desechos también debe tener conocimiento de los desechos industriales o comerciales que pueden descargarse a su sistema, y que interfieren en el proceso de tratamiento o -

que no serán afectados por el sistema municipal.

La industria puede producir desechos que pueden ser excesivamente tóxicos. A diferencia de los municipales, 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. Al igual que los municipales, 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.

Los desechos relacionados con la minería, tradicionalmente han sido sedimentos y el escurrimiento altamente ácido de ciertas zonas mineralizadas y el derrame de aceite relacionado con la exploración y producción. En cada situación, se requieren sistemas específicos o dispositivos de control.

El proceso de generación de energía eléctrica, comúnmente 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.

to de las aguas receptoras y degrada la capacidad de contenido de oxígeno de esta agua. Además pueden usarse sustancias 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 temperatura 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.

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 y bosques y los desechos orgánicos de corrales de engorde y chiqueros. Nuevamente cada uno de estos diversos contaminantes poseen sus propias características y requieren 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 quizá procedimientos de desalinización.

Los daños producidos por los derrames de aceites de

barcos tanque en los últimos años, han sido objeto de publi
cidad 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 oleo--
ductos, ferrocarriles y carreteras y a la cantidad y tipo -
del material transportado. El tratamiento de desechos sani
tarios de los buques es un problema especializado al cual -
se enfrentan todas las naciones costeras.

Otras fuentes de contaminación incluyen el problema
de disposición de desechos en zonas rurales y suburbanas --
y en áreas recreativas; el sedimento causado por la ero -
sión provocada por la construcción de carreteras, proyectos
industriales y construcción general urbana; el sedimento -
debido a una erosión acelerada en corrientes urbanizadas o -
canalizadas, y de fuentes naturales como son depósitos mine
rales, drenaje de pantanos, entre otros.

El control de la prevención en la salud, agricultura,
industria, pesca, recreación, etc., es de fundamental impor -
tancia para disminuir la contaminación de agua y del suelo.
Resulta verdaderamente complejo valorar el efecto económico,
ya que estará vinculado a la magnitud del daño que ocasione
y al grado de degradación que se produzca de ese recurso na

tural.

1.2 GRADO DE CONTAMINACION DE LAS AGUAS RESIDUALES

Según el volumen de sus partículas, resulta práctico clasificar las substancias extrañas en el agua de acuerdo a su volumen, ya que, éste con frecuencia condiciona la eficacia de los diversos métodos de purificación. Las partículas arbitrariamente pueden ser divididas en tres clases: en suspensión, coloidales y en disolución.

Las partículas en suspensión son las mayores y tienen un diámetro aproximado de un micrómetro. Son lo bastante grandes para depositarse a velocidades razonables y son retenidas por filtros comunes, así también son lo suficientemente grandes para absorber la luz y hacer en esta forma, que el agua que contaminan se vea turbia y sucia.

Las partículas coloidales son tan pequeñas que su velocidad de depósito es insignificante, y pasan a través de los agujeros de la mayoría de los medios filtrantes, por consiguiente no se les puede eliminar del agua, por sedimentación. El agua que contiene partículas coloidales, se aclara en el trayecto directo de la luz que la ilumina, pero se podrá ver turbia si se le observa respecto a un ángulo recto, con respecto al haz lumínico.

La materia disuelta no se deposita, no es retenida por los filtros y no enturbia el agua, las partículas de esta materia no son mayores de aproximadamente $1/1000$ de milímetro de diámetro. Si son eléctricamente neutros se les llama moléculas y si llevan una carga eléctrica se les designa como iones.

El aumento en la contaminación artificial del agua está asociada con el incremento en el uso de este recurso. En los países de alto desarrollo económico, la contaminación de origen industrial reviste características dramáticas y aumentan conforme se establecen nuevas industrias y surgen nuevos tipos de desechos cada vez más tóxicos y difíciles de eliminar mediante tratamiento.

La contaminación natural se produce con azolve o con sales; la primera es frecuente durante las avenidas, mientras que la segunda se presenta generalmente durante los estiajes. Este tipo de contaminación es menos peligrosa que la artificial.

La contaminación expuesta por el hombre ya está afectando a los recursos hidráulicos de México y produciendo interferencias cada vez más graves, en los diferentes usos del agua, que además de afectar la salud de la población se traducen invariablemente en perjuicios económicos.

de mayor o menor cuantía.

Los ríos que cruzan las zonas sobrepobladas del altiplano, y en general los que resuelven las más grandes necesidades del país, empiezan a contaminarse en forma peligrosa, especialmente con los desperdicios de los centros de población de mayor importancia, en los que aparecen ciertos productos químicos, detergentes, materia tóxica, etc., que subsisten parcialmente después de largos recorridos y aún después de hacer pasar el agua por plantas de tratamiento.

En los grandes ríos del sur del país ya se hizo también presente la contaminación peligrosa de las aguas, que está destruyendo sistemáticamente la fauna acuática del propio río y de las zonas adyacentes a la desembocadura. El río Papaloapan recibe las descargas de aguas negras de todas las poblaciones situadas en sus márgenes, además los desechos industriales provenientes principalmente de grandes ingenios azucareros y de la planta de papel de Tuxtepec, -- afectando la salud de las poblaciones rurales ribereñas que satisfacen sus necesidades domésticas con esas aguas y destruyendo los bancos de ostiones de la laguna de Alvarado. En el río Coatzacoalcos, que recibe los desechos de complejos petroquímicos y de explotaciones azufreras, ocurre algo semejante.

En la región noroeste del país, los esteros y lagunas litorales se alimentaban constantemente con las aguas que aportaban los ríos, manteniendo condiciones ecológicas propicias para el desarrollo de valiosas especies marinas. En la actualidad los ríos han sido controlados; sus escurrimientos se han reducido a un mínimo y las aguas que descargan en los esteros, provenientes de los propios ríos o de los drenes agrícolas, están contaminadas con insecticidas, fertilizantes químicos y sales, además de las aguas negras de las localidades, afectando muy gravemente a la fauna, especialmente al camarón y al ostión, cuya explotación es una de las principales fuentes de ingreso regionales.

La contaminación del agua afecta en forma directa a la agricultura, provocando grandes problemas como el del Valle de Mexicali, donde una gran área de terrenos agrícolas ha resultado afectada, al regar con aguas del río Colorado, contaminadas con aguas saladas extraídas del subsuelo. Las aguas negras del Distrito Federal, cada vez más contaminadas con productos químicos y con sales han empezado a afectar los terrenos agrícolas del Valle del Mezquital. México está todavía en una situación ventajosa para atacar el problema de la contaminación del agua, quizá la ventaja más grande es la oportunidad de combatir al problema que, con ser serio y apremiante, no ha alcanzado la gravedad que se

observa en países de mayor desarrollo económico.

CAPITULO II

CONTAMINANTES DE IMPORTANCIA

El verter sustancias nocivas en los ríos, que a su vez forman cuencas y desembocan en el mar, causan a su paso un daño muchas veces irreparable, como es la falta de nitrógeno en el agua, que como consecuencia mata a los microorganismos de la flora y fauna superficial. En este caso las causas principales son los aceites y los detergentes, que forman una capa que aísla a los organismos del aire y la luz, elementos básicos para realizar la fotosíntesis, causando en esta forma su muerte, lo que a su vez trae la morte de otras especies superiores que se alimentan de los microorganismos. Eso en cuanto a los que no se combinan con el agua, sino que solo causan tensiones superficiales capaces de romper el equilibrio biológico en la superficie.

Existe el problema de que al verter otro tipo de sustancias orgánicas, se causa un crecimiento desmedido de la flora existente en el fondo de las corrientes, causando un gran consumo de oxígeno para sobrevivir, además que al crecer en forma irracional y sin ninguna restricción, forman grandes bancos que causan la falta de corriente y el estancamiento de las aguas, generando en esta forma la evaporación y la formación de zonas insalubres.

Otro de los problemas es la relación química del agua con los elementos químicos que contenga, ya que ésta

sirve de acarreador, de catalizador y de oxidante, creando así aguas venenosas que al mezclarse o filtrarse en las fuentes de agua pura, que abastecen cosechas y poblaciones, causan enfermedades endémicas en la gente y en los animales,-- además de causar problemas en los lugares donde se acumula o pasa esta agua contaminada, al desembocar en los estuarios e ir al mar, donde causan problemas más graves y de mayor dificultad de solución, ya que en el agua existe gran cantidad de NaCl, que es muy combinable y muy posible de generar compuestos muy destructivos.

II.1 CONTAMINACION FISICA

Turbiedad.- Es la característica que hace aparecer el agua como sucia o borrosa. La turbiedad es causada por partículas suspendidas y coloidales que limitan el paso de la luz a través del agua. El tamaño de las partículas suspendidas dependerá de la velocidad de arrastre o turbulencia del cuerpo de agua que las conlleva. Estas partículas pueden ser minerales u orgánicas (limo, arcilla, compuestos de zinc, hierro, manganeso, etc.; materiales como aserrín, fibras orgánicas, microorganismos, etc.).

El origen de las partículas que causan turbiedad es muy variado. Puede deberse a la erosión ejercida por los ríos, a desechos domésticos e industriales que descargan --

a las corrientes de agua, a crecimiento de microorganismos, etc. El grado de turbiedad dependerá de la concentración de partículas, de su tamaño, dispersión de las mismas y --- las propiedades de absorción de la luz que posea la suspensión.

Color.- El color que presentan las aguas pueden -- ser de origen mineral, tal como el que producen los compues- tos de hierro y manganeso, o vegetal, como los producidos - por materia orgánica en suspensión, algas, semillas y proto- zoos. El color de las aguas puede deberse también a dese- chos industriales tales como sustancias solubles proceden- tes de minas, refinerías, explosivos, industria del papel, - productos químicos, etc.

En el agua debe distinguirse el color aparente del- color verdadero. El color real o verdadero es el que se de- be a sustancias en solución solamente. El color aparente- o total es el debido a sustancias tanto en suspensión como en solución.

Olor y sabor.- Los olores y sabores desagradables- que se presentan en algunas aguas son debidos a una gran va- riedad de sustancias, siendo las principales: organismos- microscópicos vivos o vegetación en estado de descomposi- ción, incluyendo semillas, bacterias, hongos y algas. Tam

bién puede deberse a materia orgánica en estado de descomposición, desagües domésticos y a desechos industriales.

La dificultad de diferenciar entre el olor y el sabor del agua, por estar estos dos sentidos íntimamente ligados en el organismo humano, y porque casi siempre las sustancias que causan estos problemas están combinadas, ha hecho que sea impráctico, para fines de análisis rutinarios, el separar estas dos características. Lo que se determina comúnmente es el olor.

Algunas sustancias que imparten olor al agua, lo hacen en concentración tan baja, que no puede ser detectado por ninguna técnica analítica y se hace necesario recurrir al sentido del olfato, a pesar de su falta de precisión.

Los problemas de olor en el agua pueden agravarse en los embalses y en general en cualquier sistema en que se deje almacenar el agua cargada de materia orgánica, ya que esta materia sedimentará y al ir al fondo tenderá a sufrir descomposición anaeróbica.

Las aguas con sabores y olores desagradables serán particularmente inapropiadas para fines de bebida, uso doméstico, preparación de bebidas embotelladas, industria lechera, fabricación de cerveza y todo aquello que sea proce-

samiento de alimentos.

Temperatura.- El efecto de la temperatura parece una característica que puede pasar inadvertida, en realidad un cambio de temperatura en un cuerpo de agua puede tener un gran efecto y muchas veces éste es un factor crítico.

Es sabido que los organismos aeróbicos necesitan de una cantidad de oxígeno en el agua y también que a mayor temperatura menor solubilidad de gases y mayor actividad biológica. Por tanto el aumento de la temperatura disminuirá la cantidad de oxígeno, aumentará la actividad bacteriana y puede por tanto llegarse a producir condición séptica, con los consiguientes problemas de malos olores y sabores.

Los cambios de temperatura en el agua se pueden deber a cambios climáticos o a desechos industriales (destilería o aguas de enfriamiento).

Los efectos de la temperatura no sólo se evidencian en la creación de las zonas deficientes en oxígeno, sino también en el sabor del agua, influyen en los distintos procesos de tratamiento (coagulación química, filtración, desinfección, etc.). Por otro lado, a altas temperaturas se aceleran los problemas de corrosión de tuberías.

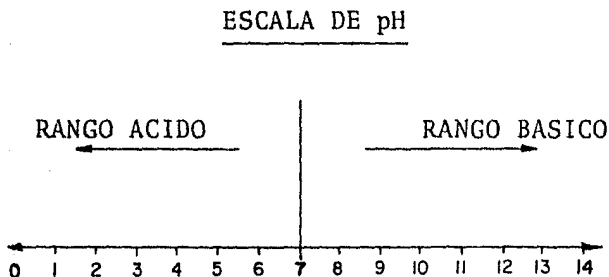
II.2 CONTAMINACION QUIMICA

Potencial hidrógeno.- El pH del agua es una forma de expresar la concentración del ión hidrógeno.

El agua se compone de dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H_2O), pero tiene la capacidad de ionizarse, o sea, de separarse en iones hidrógeno (H^+) y en (OH^-). Es común expresar la concentración del ión a términos de pH -- o sea empleando logaritmos.

$$pH = - \log (H^+) \quad \delta \quad pH = \log \frac{1}{(H^+)}$$

Generalmente se acostumbra construir una escala de pH de la siguiente forma:



En la escala de pH, de 0 a 7 se agrupan los ácidos y de 7 a 14 las bases. El valor de 7 corresponde al agua pura y se interpreta como el punto neutro.

Los ácidos disminuyen el valor del pH y producen corrosión; los carbonatos, bicarbonatos, hidróxidos, fosfatos, silicatos y boratos elevan el pH, incrementando la incrustación.

Acidez.- Puede definirse la acidez del agua como su capacidad para neutralizar al OH^- . La acidez en las aguas naturales es generalmente debida a la presencia de CO_2 el cual tiende a combinarse con el agua dando origen al ión H^+ .

El CO_2 proviene en pequeña cantidad de la atmósfera, pero la principal fuente es el producto final de la descomposición aerobia y anaerobia de la materia orgánica. En aquellas aguas de pozos en que el CO_2 no puede escapar a la atmósfera, no es difícil encontrar contenidos de CO_2 de 30 a 50 mg/l.

Otra fuente de acidez en el agua constituye la presencia de ácidos minerales, especialmente por los materiales usados en la industria metalúrgica y en la elaboración de materiales orgánicos restantes entre los desechos se tie

nen ácido sulfúrico o sales de ácido, no se tiene presente azufre, sulfuro o pirita de hierro. La conversión de estas materias a H_2SO_4 y sulfatos es producida por las bacterias-oxidantes del azufre en condición aerobia.

Las sales de metales pesados, en especial los que tienen iones metálicos trivalentes tales como Fe^{+++} y Al^{+++} , se hidrolizan en el agua y dan acidez mineral.

Alcalinidad.- La alcalinidad del agua puede definirse como la presencia de OH^- y su capacidad para neutralizar la acidez.

La presencia de OH^- en el agua se debe generalmente a la acción de sales provenientes de ácidos débiles y bases fuertes, siendo los más comunes los carbonatos y bicarbonatos.

En algunas aguas la presencia de algas producen alcalinidad, debido a que estas consumen CO_2 dentro de sus actividades fotosintéticas.

Dureza.- La dureza de las aguas se debe a la presencia de cualquier catión polivalente (Ca^{++} , Mg^{++} , Al^{++} , Fe^{++} , etc.) pero generalmente sólo se considera el calcio y el magnesio por ser los más abundantes en aguas naturales.

La presencia de estos cationes impiden la formación de espuma del jabón y causa gran desperdicio del mismo. - Otro gran problema que causa la dureza es la formación de - precipitados dentro de las tuberías y accesorios, la cual - reduce su capacidad. Este problema es muy agudo en las cal - deras, en los tubos de enfriamiento y en general en cual - quier equipo metálico en donde se caliente el agua, lo cual obliga a un tratamiento especial denominado ablandamiento.

Hierro y manganeso.- El hierro y manganeso consti - tuyen un serio problema cuando están presentes en el agua. Estos cationes entran en solución generalmente en forma bi - valente (Fe^{++} , Mn^{++}), aunque también pueden encontrarse --- formando complejos orgánicos.

Los problemas que originan son principalmente el -- mal sabor que comunican al agua, el color, las manchas que - causan en la ropa y artefactos sanitarios, la contribución - a la proliferación de bacterias del hierro, la cual a su - vez acelera los problemas de corrosión de tuberías, pues - dan origen a la producción de ácidos.

Cloro residual.- Debido a la práctica mundialmente difundida de desinfectar el agua con cloro, es conveniente - tener presente, los aspectos fundamentales de la presencia - del cloro en el agua.

El agregar cloro gaseoso o cualquier compuesto de cloro al agua, se produce siempre la misma reacción fundamental: ácido hipocloroso más ácido clorhídrico. En el ácido hipocloroso el ión cloro está funcionando con valencia +1, en cambio en el ácido clorhídrico el ión cloro está funcionando con valencia -1. El ácido hipocloroso por tanto tendrá un poder bacteriano mucho más grande que el ácido clorhídrico.

Por otro lado, se sabe que el ácido hipocloroso puede ionizarse, es importante porque cuando el ácido se encuentra en la forma no ionizada su poder de desinfección es mucho mayor (25 a 30 veces mayor) que en la forma ionizada.

En general toda la materia orgánica reacciona con el cloro, de manera que un agua que la contenga en abundancia, requerirá una fuerte dosis de cloro, si se quiere asegurar la eliminación de los organismos patógenos.

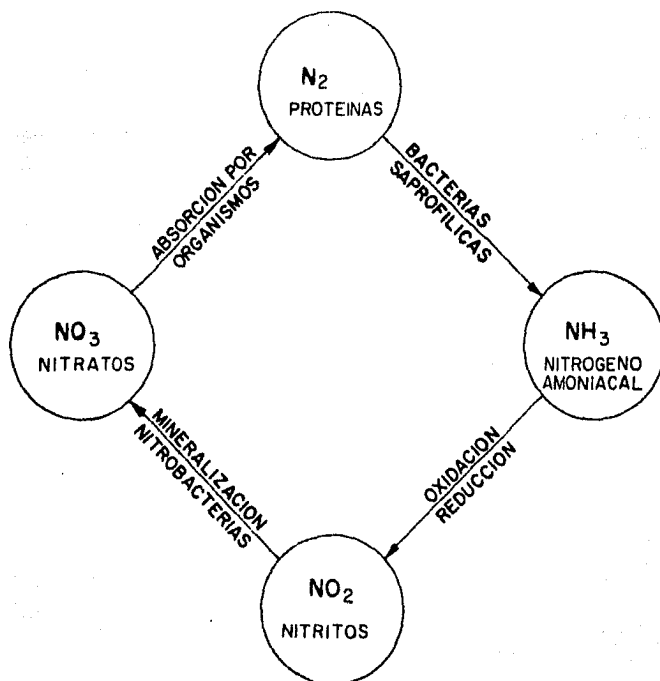
Cloruros..- Se debe tener gran cuidado de no confundir los cloruros con el cloro. Una forma fácil de recordar la diferencia es observando la valencia con la cual está funcionando el ión cloro en cada uno de estos compuestos. Cuando el ión cloro se encuentra formando cloruros, está funcionando con valencia menos uno (Cl^{-1}), en cambio en los compuestos de cloro funciona con valencia cero (caso del gas

cloro Cl_2) o con valencia superior, como el caso del ácido hipocloroso (HClO valencia del Cl^{+1}). Uno de los cloruros más comunes es el cloruro de sodio o sal común NaCl , el cual ciertamente no se utiliza para desinfectar el agua, en cambio el hipoclorito de sodio NaClO si es un desinfectante conocido y vemos que la única diferencia la hace la valencia con que está funcionando el cloro.

Nitrógeno.- Los compuestos nitrogenados al igual que los cloruros son índices químicos de contaminación.

El nitrógeno es un elemento esencial en los diferentes procesos vitales y su presencia es siempre detectable en la transformación de la materia orgánica.

En forma simplificada se puede decir que al morir los organismos vivos y descomponerse las proteínas, el nitrógeno (N_2) presente en ellas se convierte en nitrógeno amoniacal y amoníaco que a su vez se transforma por la actividad de las bacterias autotróficas en nitritos y luego en nitratos, los que absorbidos de nuevo por las plantas y organismos vivos, completan el ciclo respectivo.



Se deduce de aquí que la presencia de nitrógeno amoniacal, nitritos y nitratos en el agua, guarda relación directa con el grado de estabilización o mineralización que los compuestos orgánicos hayan alcanzado en ella.

Flúor. - Con la demostración cada vez más aceptada de que una cantidad adecuada de flúor en el agua, puede ser de gran efecto para la disminución de caries humanas en infantes, este elemento ha venido adquiriendo cada vez mayor importancia.

Cuando la cantidad de flúor en el agua es alta (en términos generales mayor de 1 mg/l), puede causar fluorosis (manchas marrones en los dientes). Cuando la cantidad de -

flúor es baja (en términos generales menor de 1 mg/l), no confiere protección contra las caries dentales en los in --
fantes. Cantidades alrededor de 1 mg/l aproximadamente --
previenen las caries dentales. De aquí puede comprenderse --
perfectamente que el control de la cantidad de flúor en el --
agua es de vital importancia y que se requieren técnicas -
bastante precisas, en la desfluoración del agua.

Sulfatos. - Los sulfatos son uno de los aniones más abundantes en las aguas naturales. Causan varios problemas, entre los cuales se pueden citar los siguientes:

- En combinación con el calcio y magnesio, son respon --
sables de las incrustaciones duras que se encuen -
tran comunmente en los artefactos donde se conduce, --
se calienta o se evapora agua (tuberías, calderas, -
utensilios domésticos, etc.).

- En combinación con la materia orgánica y las bacte-
rias sulforreductoras, causan problemas de corro -
sión, principalmente en la corona de las tuberías -
de concreto de los desagües.

- En concentración de alrededor de más de 500 mg/l, -
los sulfatos tienen acción laxante en el hombre.

- Se ha notado que si el contenido de sulfatos es superior a 200 mg/l, se nota un cierto efecto tóxico en las plantas y si la concentración es superior a 500 mg/l, es tóxico también para los animales.
- Los sulfatos pueden contribuir a crear problemas de mal olor al ser reducidos por las bacterias reductoras, ya que se da origen al ácido sulfhídrico (H₂S).
- La misma acción anterior produce una baja en el pH del agua, agravando los problemas de corrosión.

Sodio. - El sodio es un elemento ampliamente distribuido en la naturaleza y las sales de sodio son sumamente solubles, por este motivo se le encuentra en casi todas las aguas. Las aguas de mar tienen una gran cantidad de sodio. Aunque en los alimentos diarios ingerimos sodio en cantidades mayores de las que se podría ingerir en el agua de consumo, este elemento es perjudicial para las personas que sufren de enfermedades del corazón o riñones. También el sodio puede ser perjudicial para las plantas y los terrenos de cultivos, ya que en estos últimos las aguas de riego que contienen sodio producen un efecto acumulativo por el fenómeno de evaporación.

Los suelos normales de regiones áridas tienen como-

cationes principales al calcio y al magnesio, y al sodio re presentado en general menos del 5% de los cationes intercam biables. Como el calcio y el magnesio sustituyen al sodio- con mayor rapidez, el agua para riego con una relación de - adsorción de sodio (RAS) baja, es conveniente. Esta rela- ción se define como:

$$\text{RAS} = \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{(\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++})/2}}$$

La concentración de los iones está dada en equivalen tes por millón (epm).

Potasio.- El potasio también es un elemento muy - abundante en la naturaleza y sus sales son muy solubles, mo tivo por el cual se encuentran muchas aguas con este elemen to. El potasio en concentración de alrededor de 2 mg/l tie ne acción laxante. Este elemento también tiene efecto per judicial sobre las plantas.

El sodio y potasio son muy difíciles de determinar, a no ser que se encuentre con un espectrofotómetro de llama, motivo por el cual casi siempre se les calcula por diferen cia entre los cationes y aniones cuando se realizan análi - sis completos.

Substancias tóxicas.- Ocasionalmente el agua puede contener sustancias tóxicas que pueden causar daños específicos a la salud, las más comunes y su concentración máxima permisible, según la OMS, son las siguientes:

T A B L A No. 1

<u>Substancia tóxica</u>	<u>Concentración máxima permisible mg/l</u>
Plomo (Pb)	0.05
Selenio (Se)	0.01
Arsénico (As)	0.05
Cromo hexavalente (Cr)	0.05
Cianuro (como CN)	0.20
Cadmio (Cd)	0.01
Bario (Ba)	1.00

En realidad la cantidad de sustancias tóxicas que una persona puede soportar varía mucho de individuo a individuo. Concentraciones que para una persona son nocivas -- para otra no lo son tanto. Los límites que se fijan deben por eso estar del lado de la seguridad.

Algunas sustancias como el selenio pueden encontrarse naturalmente en las aguas que pasan por los suelos o

formaciones seleniosas, otras en cambio como el plomo raramente se encuentran en aguas naturales. Su presencia se debe al uso de tuberías o artefactos de plomo que se disuelven a pH bajo. Tanto el plomo como el selenio y el arsénico son venenos que se acumulan con el tiempo en el organismo y producen graves trastornos del sistema nervioso tal como ceguera o parálisis. El uso continuo de fuentes que contengan dichos elementos, aún en cantidades pequeñas, es muy peligroso.

11.3 CONTAMINACION BIOLÓGICA

Las bacterias, que son las más numerosas de todas las especies vivientes, son también los organismos que más frecuentemente se encuentran en el agua. A estos organismos les siguen, en cuanto a su abundancia en el agua, las algas y protozoarios flagelados parecidos a plantas que tampoco escasean en las aguas de lluvia, de superficie o subterráneas. Finalmente, entre los demás organismos que se encuentran a veces en el agua, están los protozoos patógenos, los virus, las larvas de trematodos, las cercarias de esquistosomas, los anquilostomas, las tenias y lombrices. Estos organismos, así como muchas variedades de bacterias, tienen una importancia directa desde el punto de vista sanitario, puesto que pueden ser agentes de enfermedad.

La presencia de un número excesivo de bacterias o de organismos patógenos (como los mencionados), convierte el agua en peligrosa, mientras que la presencia de algas y de protozoarios flagelados le da solamente mal sabor.

Las bacterias que se encuentran en el agua pueden agruparse en:

- Bacterias naturales del agua
- Bacterias del suelo
- Bacterias de origen intestinal o de aguas negras.

Entre las bacterias naturales del agua, las más comunes son las del género *Pseudomonas*, que producen un pigmento soluble en el agua, a la que dan fluorescencia verde, y que generalmente licuan la gelatina, y varias especies de los géneros *Serratia*, *Flavobacterium* y *Chromobacterium*, que producen pigmentos insolubles en el agua de color rojo, amarillo, anaranjado y violeta, respectivamente. Estas bacterias naturales del agua se consideran generalmente como no-patógenas para el hombre. Debe notarse, sin embargo, que algunas de ellas, en especial las formas fluorescentes que sobreviven frecuentemente a los procesos de purificación, causan sabores extraños en productos alimenticios y tienen, por lo tanto, importancia desde el punto de vista industrial. Además, es posible que *Pseudomonas aeruginosa* tenga alguna-

participación en disturbios entéricos de origen hídrico.

En época de inundaciones y después de lluvias inten -
sas se encuentran en las aguas de superficie muchas bacte -
rias provenientes del suelo. Estas bacterias no viven mu -
cho tiempo fuera de su ambiente natural y su eliminación -
del agua es activa por la sedimentación de la turbiedad que
acompaña su presencia. Entre las especies más comunes se -
encuentran las del género Bacillus, grampositivo, aeróbico,
productor de esporas, que no produce gas derivado de hidra -
tos de carbono, y el subgénero Aerobacillus, con esporas --
facultativo, gramnegativo, que produce gas. El *Sphaerotilus*-
dichotomus, una de las bacterias en forma de filamento, sue -
le encontrarse en aguas limpias y en aguas estancadas. Ge -
neralmente, estos organismos no tienen importancia sanita -
ria en el agua, pero la presencia de bacterias del subgéne -
ro Aerobacillus puede producir confusión al hacer análisis -
presuntivos y completos en busca de bacterias coliformes.

Entre los organismos encontrados comunmente en el -
intestino del hombre y de los animales y que, por lo tanto,
podrían considerarse como indicadores posibles de contamina -
ción, se pueden enumerar los siguientes: los bacilos del -
género Clostridium, grampositivos, formadores de esporas, -
anaeróbicos y productores de gas; los cocos del género --
Streptococcus, grampositivos; los bacilos gramnegativos no

esporógenos de los géneros *Escherichia*, *Aerobacter* y *Proteus* que, se consideran como no patógenos, y los géneros *Salmonella* y *Shigella*, que incluyen muchas especies patógenas; finalmente, los espirilos y las formas submicroscópicas, como los virus y los bacteriófagos.

El *Clostridium sporogenes* no es patógeno, está muy esparcido en la naturaleza y se encuentra en el intestino del hombre y de los animales, en las aguas cloacales, en el polvo, la leche, los alimentos desecados, como el trigo y el maíz, y en el suelo. El *Clostridium perfringens* y las especies afines son patógenos en el hombre si encuentran su paso hacia los tejidos; pero aunque en algunos casos fueron sospechosos de estar asociados con la enteritis, no se ha podido comprobar que sean causa de enfermedad transmitida por el agua. Por su amplia distribución y resistencia al tratamiento, las bacterias grampositivas, gasógenas y anaeróbicas no son indicadores satisfactorios de potabilidad o grado de contaminación.

La presencia del *Streptococcus faecalis* en el agua es indicio de reciente polución, ya que estos organismos mueren muy rápidamente fuera del cuerpo humano. Por esta razón, su ausencia no puede considerarse como base de seguridad.

Entre las bacterias gramnegativas que no forman esporas y se encuentran frecuentemente en el agua se pueden citar las del género *Proteus*. Por regla general, son móviles, licuan la gelatina, producen gas a partir de la dextrosa -- y de la sacarosa, pero no de la lactosa. Los organismos del género *Proteus* han sido a veces sospechosos de asociación con disturbios intestinales. Sin embargo se ha encontrado una prueba definitiva de que ellos causen esas enfermedades.

Las bacterias de los géneros *Escherichia* y *Aerobacter* son bacilos no esporógenos, móviles o inmóviles, y sólo unas cuantas especies licuan la gelatina. Se diferencian de la mayor parte de las variedades del género *Proteus* y de las bacterias patógenas intestinales por su facultad de producir gas a partir de la lactosa. Entre las numerosas especies están *Escherichia Coli* (*E. Coli*), *Aerobacter aerogenes*, *Aerobacter cloacae* y *Escherichia freundii*. La *E. Coli*, la más común, se encuentra normalmente en el intestino del hombre y de los animales y es relativamente rara en el suelo, a la inversa de las otras especies citadas.

Pocas especies de *Salmonella*, en particular la *Salmonella paratyphi* y la *Salmonella schottmuelleri* causan fiebres entéricas transmitidas por el agua; otras especies son causa de intoxicación por alimentos. La *Salmonella ty-*

phosa causa la fiebre tifoidea en el hombre. El género --- *Shigella* comprende gran número de especies, muchas de las - cuales causan la disentería bacilar; las más importantes - son la *Shigella dysenteriae* y la *Shigella paradysenteriae*, que producen tipos de disentería respectivamente graves o-- benignos. Esos dos grupos de bacilos disentéricos se dife- rencian en los cultivos por el hecho de que el primero no- produce ácido a partir del manitol, mientras que el otro si lo produce.

Otras especies patógenas que existen en el agua son: la bacteria del cólera asiático *Vibrio comma* y el protozoo- *Endamoeba histolytica*, agente de la disentería amibiana.

Las bacterias, en especial las especies intestina - les y otras especies patógenas, no subsisten fácilmente en el agua. Se ven afectadas en forma adversa por los cambios en el abastecimiento de alimentos, por la temperatura, la - luz, y especialmente, por la sedimentación y las depredacio - nes de otros organismos.

Las bajas temperaturas y las escasas concentracio - nes de alimentos disponibles en las aguas naturales son per - judiciales al crecimiento de las bacterias parásitas y pató - genas, cuanto más baja sea la temperatura más tiempo logran sobrevivir estos organismos. Por esta razón, el agua que se

recoge para análisis bacterial es frecuentemente congelada. Para lograr resultados reales, estas muestras de agua helada deben analizarse cuando menos dentro de las seis horas - que siguen a su recolección, y las muestras sin congelar deben estudiarse inmediatamente, si es posible.

La cantidad de materias orgánicas en el agua influye también en el número de bacterias. Las fuertes concentraciones del tipo de algas asociado con la polución producida por las aguas cloacales están acompañadas por gran número de bacterias. A medida que la cantidad de materias orgánicas disminuye, ya sea por dilución o por algún proceso de autopurificación, como la sedimentación y la lucha por conseguir alimentos, el número de bacterias se reduce progresivamente.

La sedimentación, sobre todo la que ocurre en aguas muy turbias, reduce en grado muy considerable el número de bacterias y es probablemente el factor más potente de la -- llamada autopurificación bacteriana en corrientes de agua lentas.

El objetivo principal del examen bacteriológico del agua es proporcionar toda la información relacionada con su potabilidad, es decir, evitar el peligro de ingerir organismos que puedan producir enfermedades. El procedimiento lógic

co y natural sería la detección, en el agua que se examina, de microbios patógenos específicos, como la *Salmonella typhosa*. Sin embargo, una tarea de esta naturaleza requiere mucho tiempo, es difícil de llevar a cabo y no es práctica para un análisis rutinario del agua, por la dificultad del aislamiento directo de bacterias que producen enfermedades específicas, se han ideado procedimientos indirectos que permiten obtener la información necesaria sobre la probable presencia de estos microbios patógenos.

- La cuenta bacteriana. Número de bacterias que se desarrollan en agar nutritivo por 24 horas de incubación a temperatura de 37°C.
- El índice coliforme. Consiste en la determinación del número de bacterias que se sabe son de origen intestinal.

En el grupo coliforme de bacterias, expresión empleada en los análisis de agua, se incluyen los bacilos cortos gramnegativos no esporógenos que fermentan la lactosa con elaboración de ácido y de gas, con multiplicación aeróbica en agar nutritivo.

En general, se puede decir que las *Escherichias* constituyen el 90% de los coliformes de las heces, son las que

comunmente se encuentran en el órgano intestinal, mientras que las Aerobacters se originan más frecuentemente en el suelo y las plantas.

La presencia de coliformes y en especial de E. Coli se considera el mejor criterio para saber si un agua está o no contaminada por las razones siguientes:

- No existe ensayo práctico y rutinario para detectar la presencia de bacterias patógenas en el agua.
- Todos los microorganismos infecciosos entran en el agua solamente por la contaminación con materias fecales de personas enfermas.
- Las aguas negras "frescas" siempre contienen gran cantidad de E. Coli.
- La E. Coli rara vez se encuentra en agua limpia.
- La E. Coli se puede detectar fácilmente y con tal precisión, que no puede haber una apreciable cantidad de materia fecal sin que el ensayo para coliformes deje de revelarlo.
- Las bacterias patógenas son por lo menos igualmente

sensibles que las E. Coli a las condiciones ambientales. De manera que si la E. Coli ha desaparecido por cualquier motivo se puede concluir que las bacterias patógenas han desaparecido también.

Entre los organismos que se encuentran en el agua, pero que no son considerados patógenos para el hombre, están las algas, los rotíferos, crustáceos, hongos, briozoos, esponjas y varias clases de protozoos flagelados. La abundancia de protozoos o un cambio notable de su número en las corrientes de agua contaminadas por aguas de alcantarilla -- deben considerarse como una señal preventiva para empezar los trabajos de purificación. Estos organismos deben considerarse más como una molestia que como un peligro. Producen sabores y olores extraños en el agua potable, interfieren en los procesos de coagulación y de filtración, forman depósitos en las tinas de baño, interfieren en el teñido, la fotografía y muchos procesos industriales, obstruyen pozos y tuberías creando muchos problemas.

Los más persistentes de estos efectos desagradables son los sabores y olores que se atribuyen generalmente a las algas y a los protozoos y que, según, se deben a ciertos aceites esenciales secretados por estos organismos.

Las algas son plantas, por lo general acuáticas, ---

que contienen clorofila en sus células y que por un proceso de fotosíntesis elaboran sus propios alimentos con los ga - ses y las sales que se encuentran normalmente disueltos en el agua. Las algas se dividen en seis clases: cianofí - ceas; clorofíceas; xantofíceas; diatomáceas; feofíceas - y rodofíceas.

Las cianofíceas (algas de color azul verde), las -- clorfíceas (algas de color verde) y las diatomáceas (gener - ralmente de color café), son las más ampliamente difundidas y en la mayoría de los casos son las que producen sabores y olores extraños en las fuentes de agua.

Los protozoos son organismos unicelulares minúscul - los, la forma más elemental de vida dentro del reino animal. Entre las cuatro ramas en que están clasificados (sarcodin - nos, mastigóforos, infusorios y esporozoos), son los mastig - góforos, y especialmente los de la clase fitomastigodos, -- los que ocasionan mayores problemas. Incluidas en esta clas - se se encuentran las formas flageladas, que contienen clorof - fila y las que, aunque incoloras, muestran por su estructur - ra y por su modo de vivir un parentesco cercano con los org - ganismos cargados de clorofila. Entre los géneros más mol - lestos de este grupo están el *Synura*, el *Dinobryon* y el - *Uroglenopsis*.

CAPITULO III

UTILIZACION DE LAS AGUAS

Entre todos los recursos naturales, es el agua el factor que interviene en forma más directa y que se utiliza en mayor proporción para la conservación y evolución de la vida. El agua interviene virtualmente en todas las actividades económicas y es el único recurso cuya falta de disponibilidad afecta de la manera más efectiva al desarrollo económico.

Una vez que se logra el límite del desarrollo y de la eficiencia en el uso de los recursos hidráulicos, la economía cesa de crecer, pues a diferencia de otros recursos, no existe sustituto del agua en las diferentes actividades urbanas, agropecuarias e industriales. Por su parte la industria utiliza grandes cantidades de este recurso en todos sus procesos de transformación o de manufactura, aún para la producción de substancias en cuya constitución no interviene este elemento vital, y es indispensable para la dilución y el arrastre de los desechos, que tienen salida a lo largo de los ríos.

Se puede afirmar que la industrialización del país depende directamente del aprovechamiento de los recursos hidráulicos, y que el grado de desarrollo que puede alcanzar cada región es proporcional a su disponibilidad del agua. Las zonas deficitarias en recursos hidráulicos se caracteri

zan por su desarrollo, dentro del cual este recurso básico es el elemento clave para elevar el nivel de vida de la población.

En términos generales, se considera que para satisfacer en forma razonable todas las necesidades de agua en un clima semejante al que predomina en México, una persona requiere en promedio unos 2000 m³ por año. Este volumen incluye el agua necesaria para usos domésticos, públicos, agropecuarios (tanto para satisfacer sus necesidades personales, como para generar ciertos saldos exportables), recreativos, industriales (considerando una industria medianamente desarrollada), generación de energía, etc.

Desde luego que este índice debe usarse con reservas, para estimar metas a largo plazo en estudios nacionales o regionales de carácter general.

Para obtener del agua el mayor beneficio posible al menor costo es preciso usar este recurso en forma racional, realizando de preferencia los aprovechamientos que no consumen o contaminan el agua; en seguida, los que reducen la disponibilidad y, por último, los que contaminan el agua o pueden desarrollarse con aguas sucias. Cuando no es posible seguir esta secuencia ideal, se reduce el grado de aprovechamiento y en algunos casos deben tomarse medidas protec

toras para que las aguas contaminadas pasen por plantas de tratamiento, antes de descargarlas a un río, para realizar nuevos aprovechamientos.

El agua superficial puede aprovecharse para los siguientes propósitos:

- Abastecimientos a centros de población
- Usos industriales
- Riego
- Desarrollo de la fauna y flora acuáticas
- Recreación y turismo
- Generación de energía hidroeléctrica
- Navegación
- Usos múltiples

III.1 ABASTECIMIENTO DE AGUA A CENTROS DE POBLACION

El abastecimiento de agua a los centros de población tienen preferencia sobre todas las otras clases de aprovechamientos, y su meta es la de satisfacer las necesidades de los habitantes de acuerdo con el grado de desarrollo de cada localidad.

La dotación de agua por habitante es variable y aumenta conforme crecen la población y la categoría política-

de la localidad. En las localidades rurales menores de 500 habitantes, la dotación de agua es únicamente la necesaria para satisfacer las necesidades primarias de la población; mientras en los grandes centros urbanos la dotación se hace para satisfacer en forma plena las necesidades de los habitantes e incluye usos domésticos, públicos, comerciales e industriales.

El uso doméstico incluye toda el agua usada en el interior y en las inmediaciones de la vivienda. El monto del consumo doméstico varía de acuerdo con el nivel de vida de cada localidad y aún de cada zona de la misma, pero es proporcional al número de habitantes. El uso público comprende el agua usada para regar calles y jardines públicos, para extinguir incendios, para limpiar alcantarillas, para abastecer edificios públicos, etc. El uso comercial incluye el agua usada en zonas comerciales por personas que no son residentes en ellas. El uso industrial se aplica a fines de manufacturación o de transformación y no tiene relación con la población de las zonas industriales.

La dotación de agua de algunas localidades rurales situadas en las zonas áridas del norte, alejadas de fuentes seguras de abastecimiento, llega a ser menor de 10 litros por habitante al día; mientras en algunos centros urbanos disfrutan de un abastecimiento suficiente, la dotación es -

mayor de 300 litros por habitante al día e incluye los usos mencionados.

Por su parte, los sistemas de abastecimiento comprenden desde una toma colectiva para toda la localidad, hasta los modernos sistemas de abastecimiento con tomas domiciliarias y agua entubada dentro de cada vivienda, con su indispensable sistema de alcantarillado.

III.2 USOS INDUSTRIALES

Existe actualmente en todos los sectores de la actividad económica (particularmente en las zonas donde es mayor la presión de la población sobre los recursos hidráulicos), una demanda creciente de agua, que adquiere especial importancia en el sector industrial, donde es mayor la productividad de este recurso básico. Directa o indirectamente la industria contribuye en forma cada vez más importante al aumento de la demanda global de agua.

La influencia de la industria en la demanda de agua obedece a que la mayor parte de las industrias primarias y secundarias requieren de este recurso en cantidades cada vez mayores, para sus procesos de elaboración y transformación, y en algunos casos para enfriamiento.

Por otra parte, la industrialización trae consigo - concentraciones de la demanda de agua en determinadas zonas geográficas, lo que produce una intensa presión sobre la -- disponibilidad de recursos hidráulicos que se requieren como fuente de abastecimiento y como medio de eliminar dese - chos.

Las necesidades globales de agua en la industria, - están relacionadas con la producción industrial total, tam - bién están determinadas por la composición y tecnología de la industria. Según los tipos de actividad industrial que existan y la orientación de las nuevas actividades producti - vas, la diversificación industrial puede aumentar o dismi - nuir (según el caso), el promedio de la demanda de agua por unidad de producto, sin que por esto deje de aumentar la de - manda global de agua.

En los países industrializados, cualquier reducción importante en la demanda de agua, producida por un progreso tecnológico, queda compensada en conjunto por una modifica - ción de la composición de la actividad industrial y por la creación de industrias (fábricas de hule sintético, de plás - ticos, de rayón, etc.) que requieren mayores cantidades de - agua, tanto en conjunto como por unidad de producto. Sin - embargo, cuando las actividades industriales se limitan en - gran parte a la explotación de recursos naturales (foresta -

les, minería, petróleo, etc.) que exige grandes volúmenes de agua, la diversificación industrial tiende a reducir el promedio de consumo de este recurso por unidad de producto industrial.

En algunas industrias, la calidad del agua es aún más importante que la cantidad disponible; por lo tanto este factor también influye en la composición de la industria. El establecimiento de nuevas industrias puede frenarse por el costo excesivo que implica el tratamiento de agua de mala calidad. Por otra parte, debido a las prácticas que se siguen para eliminar los desechos, la instalación de ciertas industrias puede alterar la calidad del agua destinada a otras industrias que ya funcionan y a otros consumidores potenciales.

La disponibilidad del agua va adquiriendo importancia como factor de la ubicación y está desempeñando un papel decisivo en la instalación de un número cada vez mayor de industrias o en la ampliación e incluso el traslado de las existentes, cuando tienen que resolverse los problemas que plantean la existencia en cantidad y calidad de este recurso y sus crecientes costos.

La cantidad de agua que se consume o se usa para producir artículos industriales depende de la clase de pro-

ductos que se elaboran y sí el uso que se hace es o no fungible, o sea, si el agua se consume al incorporarse al producto durante el proceso de elaboración o, por el contrario, si solamente se aprovecha para el proceso de elaboración y puede volver a usarse en el mismo o en otro proceso, aunque a veces tenga que reacondicionarse para satisfacer determinados requisitos.

Como la demanda de agua aumenta constantemente, es una circunstancia afortunada que la mayor parte de este recurso que se utiliza en la industria no se consume con el uso.

Resulta muy difícil precisar la cantidad de agua requerida en la práctica para producir un determinado artículo, pero en términos muy generales puede decirse que se requiere un metro cúbico de agua para obtener cualquiera de las siguientes cantidades: 30 kg de acero, 70 kg de pulpa de madera, 12 kg de hule sintético, 50 litros de gasolina, 29 kg -- de productos petroquímicos, 18 litros de cloro, 33 kg de azufre, 4 kg de telas, 0.3 kg de algodón en pluma, etc., o sea que el proceso de desarrollo industrial del país está íntimamente relacionado y es proporcional a los consumos de agua por este concepto.

El proceso masivo de industrialización de México se-

inicia en condiciones desfavorables. Mientras el desarrollo industrial de los Estados Unidos empezó cuando sus recursos hidráulicos estaban prácticamente inaprovechados en usos consuntivos (con base en la agricultura de temporal de alta productividad que previamente se desarrolló en la vasta zona húmeda comprendida al este del meridiano 100, oeste de Greenwich, en donde puede cosecharse alfalfa sin riego y practicarse, por lo mismo, muchos otros cultivos menos exigentes), el desarrollo industrial de México dió principio en las zonas áridas y semiáridas de nuestro territorio, donde los recursos hidráulicos están comprometidos en riego y usos municipales, y antes de contar con una producción agrícola, que en nuestro país sólo puede obtenerse con riego.

III.3 RIEGO

Las características climáticas del territorio mexicano hacen el riego prácticamente indispensable. El 63% del área es árida, o sea que no es aprovechable para fines agrícolas sin riego; un 31% es semiárida, en la que solamente es posible desarrollar cultivos de temporal durante la estación de lluvias, con serias limitaciones; 5% de la superficie es semihúmeda, en la que prácticamente todos los años es posible obtener cosechas sin riego, pero en las que éste es conveniente para aumentar los rendimientos de los cultivos; y el 1% restante es húmedo y permite desarrollar

cultivos todos los años sin necesidad de riego, por la existencia de lluvias abundantes y bien distribuidas. En resumen, el riego es indispensable en el 63% del área del país; necesario en 31%; muy conveniente en 5%; y es innecesario en el 1% restante. En realidad, el principal factor limitante del aprovechamiento agrícola del territorio mexicano es la aridez.

Pero las posibilidades agrícolas del país se reducen aún más al tomar en cuenta las condiciones orogénicas. México es uno de los países más montañosos de la Tierra, lo que origina gran parte de los contrastes e irregularidades del clima y que predominan a través del territorio las fuertes pendientes, que limitan muy seriamente la extensión y la calidad de las tierras disponibles para la agricultura. De los 196.7 millones de Ha que comprende el país, 71 millones, o sea el 36%, son de tierras llanas, con pendientes menores de un 25%; el resto del territorio está ocupado por terrenos accidentados. La topografía accidentada constituye el segundo factor limitativo de la utilización agrícola del territorio.

III.4 DESARROLLO DE LA FAUNA Y FLORA ACUATICAS

En los litorales de la República Mexicana existe una faja más o menos amplia de esteros, lagunas y marismas-

que presentan las condiciones ecológicas más favorables (como criaderos naturales) para el desarrollo del camarón, os-tión y otras valiosas especies de alto valor comercial.

III.4.1 EN AGUAS ESTUARINAS

Los recursos pesqueros de estas masas de agua (fértiles por naturaleza) han venido siendo afectados en forma - desfavorable por las obras de control de los ríos, que han-reducido los escurrimientos a un mínimo; por las descargas provenientes de los drenajes agrícolas, contaminadas por in-secticidas, fertilizantes químicos y sales; por la contami-nación que producen los desechos industriales y por las des-cargas de las aguas negras de los centros de población, que en conjunto han provocado un alarmante descenso en la pro-ducción.

Por su grado de salinidad natural, las lagunas lito-rales pueden ser hipersalinas o de origen fluvial.

Las lagunas hipersalinas se encuentran en las zonas áridas y semiáridas, donde la precipitación es escasa y la-evaporación excede a la alimentación de agua de mar o dulce. Llegan a alcanzar salinidades abióticas debido a la limita-ción del funcionamiento osmótico y de control iónico de la-fauna que tradicionalmente las habita.

Las obras de control de los ríos reducen las descargas de agua dulce en los estuarios, induciendo un incremento de la salinidad de las lagunas, que se agrava por la poca profundidad de estos cuerpos de agua y los altos índices de evaporación, que contribuyen a la hipersalinidad.

El caso extremo de hipersalinidad ocurre cuando se suspende la alimentación de agua dulce a una laguna litoral que no está comunicada con el mar, de manera que solamente recibe agua durante los períodos de lluvia abundante o al ocurrir las mareas excepcionales que vierten agua del mar al interior.

Por su parte, las lagunas de origen fluvial son las que no tienen comunicación con el mar y reciben la descarga de varios ríos, que durante sus períodos de avenidas abren bocas para cerrarlas después, con los depósitos de azolves que acarrean las propias corrientes, al descender los niveles de agua. En su estado natural, las lagunas de este tipo estarán influenciadas por las aguas dulces, y su producción de origen marítimo será limitada mientras no se construyan las obras para contrarrestar estos aspectos negativos.

Para aumentar la productividad de las lagunas litorales es preciso construir un conjunto de obras de diferentes clases, destinadas a establecer las condiciones ecológi

cas requeridas por cada caso.

Por lo que se refiere a las lagunas hipersalinas, - se requiere construir obras de conexión con el mar y de alimentación de agua dulce derivada de un río. En el caso de que no se disponga de agua dulce para alimentar la laguna, - basta con los canales de conexión con el mar que permiten - introducir agua en menor grado de salinidad que la almacenada en la propia laguna.

En cuanto a las lagunas de origen fluvial, deben -- construirse obras de control de los ríos para reducir la - alimentación de agua dulce y conexiones con el mar para permitir la entrada de agua salada. Cuando no es posible construir obras de control de los ríos, es preciso dar acceso - al agua de mar en las lagunas, mediante obras de canalización.

Desde luego que en ambos casos se requiere desviar- las aguas contaminadas para descargarlas en mar abierto o - en zonas interiores menos productivas por sus condiciones-- geofísicas naturales.

Los proyectos de desarrollos pesqueros deben inte--grarse además con un conjunto de obras de diferentes tipos, realizadas siguiendo una secuencia precisa para obtener los

resultados óptimos.

Aunque desde hace tiempo se han venido efectuando - investigaciones sobre la conservación y aprovechamiento racional de las especies marinas de alta mar y de las zonas - estuarinas, a pesar de su fácil acceso, poco se ha realizado en éstas últimas y las explotaciones se llevan a cabo en forma primitiva y con bajos rendimientos.

Las lagunas litorales son áreas privilegiadas en las que pueden aplicarse las nuevas tecnologías destinadas a mejorar el medio ecológico y elevar la productividad a niveles imprevistos. El conocimiento científico del proceso de producción, de los factores del ambiente y de sus variaciones, - de la biología de las especies ya adaptadas y de las que pueden llegar a adaptarse a cada sistema ecológico, son elementos esenciales para elevar la productividad en forma sostenida.

La producción de las lagunas litorales alcanzan niveles que superan a los de la agricultura tecnificada y que aún pueden elevarse al disponer de las obras necesarias para realizar el aprovechamiento óptimo de los recursos.

El área de las lagunas litorales de México cubre un área total de 1'540,780 Ha, el área susceptible de aprovechar

se asciende aproximadamente a 1'000,000 Ha y la demanda total de agua dulce es de 17,110 millones de m³.

III.4.2 EN AGUAS MARINAS DE LA PLATAFORMA CONTINENTAL

Los ríos y arroyos en su estado natural descargan - en los mares, contribuyendo a mantener el equilibrio ecológico indispensable para el desarrollo del ciclo biológico - en la plataforma continental y zonas adyacentes.

En la actualidad todas las aguas de los ríos y arroyos que descargan en el mar cumplen con esta función, pero las aportaciones de agua dulce tienden a reducirse o a cambiar el régimen de descarga, a medida que se van controlando y aprovechando los ríos, y en algunas zonas se presentarán problemas a corto plazo de no tomarse medidas con la debida oportunidad.

Es preciso considerar, entre los principales usos - del agua, la alimentación de esta potencialmente rica faja costera, con el propósito de fomentar el desarrollo y la explotación comercial de valiosas especies marinas.

III.4.3 MANTENIMIENTO Y PROPAGACION

Esta clase de aprovechamiento se realiza in situ, -

utilizando para tal efecto almacenamientos artificiales ya existentes o depósitos naturales de agua.

Para satisfacer las necesidades de este tipo de -- aprovechamiento se requiere que el vaso tenga suficiente - profundidad aún en los períodos de estiaje, a fin de mantener condiciones propicias para el desenvolvimiento biológico de la fauna acuática a lo largo del año. Asimismo, es - necesario disponer de agua libre de contaminaciones de cual quier clase.

En la mayor parte de los almacenamientos constru - dos en México que reúnen las condiciones antes mencionadas, se han "sembrado" especies de peces que se adaptan a las -- condiciones ecológicas de cada región, y en algunos casos - se aprovechan para la alimentación de la población, sin que hayan llegado a constituir una fuente importante en la die - ta regional.

Este tipo de aprovechamiento no consume, ni contami - na el agua.

III.5 RECREACION Y TURISMO

El aprovechamiento del agua para fines recreativos- se inició desde los más remotos tiempos y está asociado con

el desenvolvimiento de las grandes civilizaciones, al grado de que en algunos países este uso del agua tiene preferencia sobre otros propósitos, especialmente en la proximidad de los grandes centros urbanos.

En las zonas que cuentan con lagos y ríos de corriente permanente, es relativamente fácil desarrollar diversas formas de recreo; pero en las zonas áridas y semi-áridas, donde la necesidad es mayor, el régimen de los ríos es errático y torrencial y no existen lagos, éste tipo de usos siempre está ligado con los vasos que forman las presas de almacenamiento, cualquiera que sea el uso a que se destinen.

En el caso de las presas de almacenamiento construídas para abastecimiento de agua potable, es frecuente que surjan conflictos por el uso de las aguas para fines recreativos, que producen cierto grado de contaminación.

Por lo que se refiere a las presas construídas para riego, generación de energía o control de avenidas, la única desventaja que presentan son las fuertes fluctuaciones de los niveles del agua que ocurren en algunos casos.

En algunas regiones ubicadas en las zonas árida y

semiárida del territorio mexicano, es conveniente aplicar a fines recreativos y turísticos los escasos recursos hidráulicos disponibles, por el elevado índice de productividad - que se podría conseguir en comparación con otros propósitos.

Esta clase de aprovechamiento prácticamente no consume ni contamina el agua.

III.6 GENERACION DE ENERGIA HIDROELECTRICA

Uno de los problemas de México durante los últimos años, es sin duda, la electrificación total del país. Es - posiblemente en esta industria donde se ha sentido con ma - yor intensidad la acción reguladora e impulsora del Estado, interviniendo directamente a través de la Comisión Federal de Electricidad en la construcción de nuevas plantas, finan - ciando con sus propios recursos la electrificación del país y, en general, promoviendo y fomentando la electrificación, tanto pública como privada.

El carácter eminentemente montañoso de México, que limita la extensión y la calidad de las tierras agrícolas, favorece el desarrollo de aprovechamientos hidroeléctricos, y con este tipo de proyectos se inició la electrificación - masiva del país. En los últimos años ha existido una marca da preferencia por las plantas termoeléctricas, al grado de

que el petróleo proporciona actualmente la mayor parte de la energía que impulsa la actividad económica del país.

En las plantas termoeléctricas, el agua utilizada queda incluida en los volúmenes destinados para usos industriales.

Los aprovechamientos hidroeléctricos no consumen o contaminan el agua, ni cambian substancialmente el régimen de los ríos (en forma que lleguen a afectar otra clase de aprovechamientos que se realicen aguas abajo), por lo tanto, no se requiere de reservas especiales para este fin.

III.7 NAVEGACION

En realidad, son pocos los ríos navegables del mundo que pueden utilizarse para este propósito, sin requerir costosas obras hidráulicas o sin serias restricciones. En general las condiciones de navegación no dependen directamente de la potencialidad del río, sino de la regularidad de la corriente y de la pendiente y características generales del cauce.

En México son pocos los ríos y cortos los tramos que pueden considerarse como navegables, sin embargo, por lo menos en seis de nuestros grandes ríos (Usumacinta, Grijalva,

Tonalá, Papaloapan, Coatzacoalcos y Pánuco), la navegación ha sido tradicional y puede incrementarse notablemente al construir almacenamientos destinados a propósitos múltiples que permitan regularizar sus regímenes, y mantener los tirantes de agua necesarios, y al mismo tiempo aprovechar para ese propósito los lagos que se formen aguas arriba.

Es indudable que en el futuro la navegación fluvial vendrá a ser un medio de transporte conveniente y económico de la producción de grandes zonas en México, que permitirá aprovechar los grandes volúmenes excedentes de algunos ríos.

III.8 USO MULTIPLE

Las corrientes naturales de México (ríos y arroyos), constituyen uno de nuestros más valiosos recursos, pero la tendencia que tienen a salirse de sus cauces y provocar inundaciones durante los períodos hidrometeorológicos anormales, que se repiten con alarmante frecuencia, causa graves daños a nuestra economía y ha impuesto al sector público la tradicional y costosa tarea de construir y conservar obras de control de ríos para protección contra inundaciones.

Prácticamente todas las regiones del país han sufrido daños directos o indirectos graves, producidos por las

avenidas de los ríos o arroyos. Los primeros son en su mayor parte los daños materiales producidos por las avenidas y se estiman por el costo de los trabajos para reestablecer las condiciones que prevalecían antes del fenómeno. Los -- segundos son las pérdidas intangibles que sufre la economía debido a la interrupción de las actividades productivas dentro y fuera de la zona sujeta a inundaciones.

A medida que se desarrolla una región, va en aumento la necesidad de construir obras de control de ríos, y cada vez es mayor el número de obras que deben realizarse por todo el país para proteger los intereses crecientes.

Los más grandes desastres producidos en México por las avenidas se deben principalmente a que el hombre, en su afán de acercarse a los ríos ha invadido los cauces y los valles adyacentes, construyendo centros de población y desarrollando agricultura o industria en zonas peligrosas.

Las presas para control de los ríos y las obras de defensa para protección contra inundaciones están íntimamente relacionadas con la seguridad y el bienestar de la población, ya que protegen las vidas y los intereses de los habitantes, aumentan el valor de la propiedad y promueven el desarrollo económico.

En México se han construído pocas presas que tengan como objeto único el control de las avenidas para protección contra inundaciones y, aún más, no es frecuente que se considere a los almacenamientos una capacidad adicional para ese objeto; sin embargo los vasos tienen siempre cierto efecto regulador que reduce notablemente la magnitud de las avenidas.

El aprovechamiento hidráulico ideal es el destinado a usos múltiples, que se apoyan unos en otros y se complementan para diversificar e incrementar los beneficios, cuya magnitud (basada en el esfuerzo coordinado del conjunto), es mayor que la de los beneficios individuales de sus partes, si se desarrollan separadamente. Este tipo de proyectos, que permite el uso económico y repetido del agua, debe asociarse casi invariablemente con el control de avenidas.

En los proyectos para usos múltiples se asocia generalmente el control de avenidas con otro uso cualquiera, ya sea abastecimiento de agua a centros de población, riego, generación de energía, etc., aumentando la factibilidad económica del conjunto.

De acuerdo al Reglamento para la Prevención y Control de Contaminación de Aguas, publicado en el Diario Oficial del 29 de marzo de 1973, y basándonos en los dos artf-

culos siguientes de este Reglamento:

ARTICULO 23.- Las Secretarías de Agricultura y Recursos Hidráulicos y de Salubridad y Asistencia realizarán los estudios de los cuerpos receptores a que se refiere este Reglamento, a fin de clasificar las aguas en función de sus usos, conocer su capacidad de asimilación y de dilución, así como para señalar las condiciones particulares de las descargas de aguas residuales.

ARTICULO 24.- Con base en el dictamen que emita la Secretaría de Salubridad y Asistencia y en los estudios a que se refiere el artículo anterior, de una cuenca o región, la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos fijará las condiciones particulares de las descargas de aguas residuales, de acuerdo con la clasificación del agua del cuerpo receptor, su volumen o gasto y las tolerancias fijadas en las siguientes tablas:

T A B L A N° 2

CLASIFICACION DE LAS AGUAS DE LOS CUERPOS RECEPTORES SUPERFICIALES EN FUNCION DE USOS Y CARACTERISTICAS DE CALIDAD*

Clase	U s o s	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
		pH	Temperatura (°C)	O.D. (mg/l)	Bacterias coliformes NMP (Organismos/100ml)	Aceites y grasas (mg/l)	Sólidos disueltos (mg/l)	Turbiedad (U.T.J.)	Color (Escala platino cobalto)	Olor y sabor	Nutrientes: nitrógeno y fósforo	Materia flotante	Substancias tóxicas
				Límite máximo	Límite máximo	Límite máximo	Límite máximo	Límite máximo	Límite máximo	Límite máximo	Límite máximo		
DA	Abastecimiento para sistemas de agua potable e industria alimenticia con desinfección únicamente. Recreación (contacto primario) y libro para los usos DII y DIII	6.5	C.N. más	4.0	200 fecales	0.76	No mayor de 1,000	10	20	Ausentes	(c)	Ausente	(d)
		8.5	2.5 (a)		(b)								
DI	Abastecimiento de agua potable con tratamiento convencional (coagulación, sedimentación, filtración y desinfección) e industrial.	6.0	C.N. más	4.0	1,000 fecales	1.0	No mayor de 1,000	C.N.	(f)	(g)	(c)	Ausente	(d)
		9.0	2.5 (a)		(e)								
DII	Agua adecuada para uso recreativo, conservación de flora, fauna y usos industriales.	6.0	C.N. más	4.0	10,000 coliformes totales como promedio mensual; ningún valor mayor de 20,000 (h)	Ausencia de pelcula visible.	No mayor de 2,000	C.N.	C.N.	C.N.	(c)	Ausente	(d)
		9.0	2.5 (a)										
DIII	Agua para uso agrícola e industrial	6.0	C.N. más	3.2	1,000 (j) y libre para los de más cultivos	Ausencia de pelcula visible	(i)	C.N.	C.N. más		(c)	Ausente	(d)
		9.0	2.5 (a)						10				
DIV	Agua para uso industrial (excepto procesamiento de alimentos).	5.0		3.2									(d)
		9.5											

pH = Potencial hidrógeno
 mg/l = miligramos por litro
 O.D. = Oxígeno disuelto
 C.N. = Condiciones naturales
 N.M.P. = Número más probable
 °C = Grados centígrados
 U.T.J. = Unidades de turbiedad Jackson

ANEXO DE LA TABA No. 2

(a) Máximo 30°C excepto cuando sea causada por condiciones naturales.

Medida en la superficie fuera de la zona de mezclado, la cual se determinará de acuerdo con las características de la descarga.

(b) Este límite, en no más del 10% del total de las --- muestras mensuales (5 mínimo), podrá ser mayor a 2,000 coli formes fecales.

(c) No deben existir en cantidades tales que provoquen una hiperfertilización.

(d) El criterio con respecto a sustancias tóxicas es el siguiente: ninguna sustancia tóxica sola o en combinación con otras estará presente en concentraciones tales que conviertan el agua del cuerpo receptor en inadecuada para el uso específico a que se destinen.

La Tabla No. 3 resume algunas de las sustancias tóxicas que de acuerdo con la información disponible se en - encuentran bajo reglamentación y estudio en varias partes del mundo.

Los valores de las sustancias de esta tabla no son limitativos y están sujetos a modificación de acuerdo con el futuro avance tecnológico.

(e) Este límite, en no más del 10% del total de las --- muestras mensuales (5 como mínimo), podrá ser mayor a 2,000 coliformes fecales.

(f) No será permitido color artificial que no sea coagulable por tratamiento convencional.

(g) Removible por tratamiento convencional.

(h) 2,000 coliformes fecales como promedio mensual, ningún valor mayor de 4,000.

(i) Conductividad no mayor de 2,000 μ mohs/cm. Si el valor de RAS es mayor de 6, la Secretaría de Agricultura y Reursos Hidráulicos fijará el valor definitivo.

RAS igual a relación de adsorción de sodio.

Boro 0.4 mg/l. Para valores superiores, la autoridad competente fijará el valor definitivo.

(j) Para riego de legumbres que se consuman sin hervir- o frutas que tengan contacto con el suelo.

T A B L A No. 3

VALORES MAXIMOS PERMISIBLES DE SUBSTANCIAS TOXICAS EN LOS
CUERPOS RECEPTORES

Clasificación (Tabla 2)	Límite máximo en miligramos por litro			
	DA	DI	DII	DIII
Arsénico	0.05	0.05	1.00	5.00
Bario	1.00	1.00	5.00	-
Boro	1.00	1.00	-	2.0
Cadmio	0.01	0.01	0.01	0.005
Cobre	1.00	1.00	0.1	1.0
Cromo hexavalente	0.05	0.05	0.1	5.00
Mercurio	0.005	0.005	0.01	-
Plomo	0.05	0.05	0.10	5.00
Selenio	0.01	0.01	0.05	0.05
Cianuro	0.20	0.20	0.02	-
Fenoles	0.001	0.001	1.00	-
Substancias activas al azul de metileno (detergentes)	0.50	0.50	3.0	-
Extractables con clo- roformo	0.15	0.15	-	-
Plaguicidas				
Aldrin	0.017	0.017		
Clordano	0.003	0.003		
D.D.T.	0.042	0.042		
Dieldrin	0.017	0.017		
Heptacloro	0.018	0.018		
Endrin	0.001	0.001		
Epóxico de heptacloro	0.018	0.018		
Lindano	0.056	0.056		
Metoxicloro	0.035	0.035		
Fosfatos orgánicos con carbamatos	0.100	0.100		
Toxafeno	0.005	0.005		
Herbicidas totales	0.100	0.100		
Radiactividad	Picocuries por litro			
Beta	1.000	1.000	1.000	
Radio 226	3	3	3	
Estroncio	10	10	10	

TABLA N° 4

CLASIFICACION DE LAS AGUAS DE ESTUARIOS EN FUNCION DE SUS USOS Y CARACTERISTICAD DE CALIDAD'

CLASE	USOS	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
		pH	Tempe- ratura (°C)	O.D. mg/l	Bacterias coliformes NMP Organismos/ 100 ml	Aceites y grasas	Sólidos disueltos	Turbiedad (U.T.J.)	Color, olor y sabor	Nutrientes: nitrógeno y fósforo	Materia sedimen- table	Sustancias tóxicas
			Límite máximo	Límite mínimo	Límite máximo							
E I	Explotación de molus- cos para consumo direc- to y todos los demás - usos	6,5 a 8,5	C.N. +2.5 (a)	4.0	70 Promedio	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i) Ausente	(j)
E II	Recreación (contacto - primario) y cualquier- otro uso excepto E I	6,5 a 8,5	C.N. +2.5 (a)	IDEM	200 Fecales (b)	(d)		(f)	(g)	(h)	IDEM	(j)
E III	Explotación pesquera - y cualquier otro uso - excepto los anteriores	6,3 a 8,5	C.N. +2.5 (a)	IDEM	10,000 Prome- dio mensual (c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	IDEM	(j)
E IV	Navegación y cualquier otro uso, excepto los- anteriores	5.0 a 9.0		3.0		(d)				(h)	IDEM	(j)

I. Los valores de la tabla se refieren a las aguas fuera de las zonas de mezclado (k), excepto el correspondiente a temperatura.

pH Potencial hidrógeno
O.D. Oxígeno disuelto
N.M.P. Número más probable

U.T.J. Unidades de turbiedad Jackson
mg/l miligramos por litro

C.N. Condiciones naturales
°C. Grados centigrados

ANEXO DE LA TABLA No. 4

- (a) Medida en la superficie de la zona de mezclado (k).
- (b) No más del 10% del total de las muestras mensuales (5 mínimo), podrá exceder de 2,000 coliformes fecales.
- (c) Ningún valor deberá exceder de 20,000 coliformes totales.
- (d) Ningún aceite o producto de petróleo debe ser descargado en cantidades que:
- I) Pueda ser detectado como una película visible, o
 - II) Pueda causar manchas en peces y/u organismos invertebrados, o
 - III) Forme depósitos de lodo aceitoso en la costa, ribera o en el fondo del cuerpo receptor, o
 - IV) Se vuelva tóxico.
- (e) No deberán hacerse cambios en la geometría de la -
cuencia o en las entradas de agua dulce, que puedan causar-
cambios permanentes en los patrones de comportamiento de la
isohalina de + 10% de la variación natural.
- (f) Se aplicarán los siguientes límites:

C.N. + 5%, si la turbiedad natural está entre 0 y 50 U.T.J.

C.N. + 10%, si la turbiedad natural está entre 50 y 100 U.T.J.

C.N. + 20%, si la turbiedad natural es mayor o igual que 100 U.T.J.

(g) No deberá descargarse ningún efluente con estas características, a menos que se haya demostrado que no es perjudicial a la flora y fauna acuática ni impida el uso óptimo del cuerpo receptor.

(h) No debe existir en cantidades tales que puedan provocar hiperfertilización.

(i) Cualquier desecho susceptible de sedimentarse y que pueda ocasionar consumo de oxígeno, opacidad, o interferencia a los organismos bentónicos en su respiración o nutrición.

(j) Se seguirá el siguiente criterio para asignar de acuerdo con la tabla número 5 las concentraciones permisibles de las descargas:

Se deberá determinar mediante bioensayos el límite medio de tolerancia de 96 h., de preferencia se harán bioensayos con flujo continuo, utilizándose la etapa de vida más sensible de las especies de importancia ecológica o económica, con los siguientes valores de aplicación:

$\frac{1}{100}$	Para plaguicidas y metales
$\frac{1}{20}$	Para sulfatos
$\frac{1}{100}$	Para todas las demás sustancias tóxicas

(k) La zona de mezclado para cada descarga será de 1/3 - del área y/o volumen en la sección considerada. Aquélla se ampliará hasta 2/3 del área y/o volumen, siempre y cuando - las características de la descarga y del cuerpo receptor, - así como del número de descargas localizadas en la vecindad de la zona de mezclado así lo permitan. En todos los casos deberá quedar en el estuario una zona de paso libre para es pecies migratorias no menor que 1/3 del área y/o volumen en la sección considerada.

La Tabla No. 5 resume algunas de las sustancias tóxicas que de acuerdo con la información disponible se en - cuentran bajo reglamentación y estudio en varias partes del mundo.

Los valores de las sustancias de esta tabla no son - limitativos y están sujetos a modificación de acuerdo con - el futuro avance tecnológico.

T A B L A No. 5
VALORES MAXIMOS PERMISIBLES DE SUBSTANCIAS TOXICAS EN
ESTUARIOS

Arsénico	1.00 como As.	mg/l
Cadmio	0.01	mg/l
Cobre	0.05	mg/l
Cromo hexavalente	0.01	mg/l
Mercurio	0.005	mg/l
Plomo	0.1	mg/l
Fenoles	0.1	mg/l
Substancias activas al azul de metileno (detergentes)	0.5	mg/l
Níquel	0.1	mg/l
Zinc	10	mg/l
Cianuro	0.02	mg/l
Sulfuros	0.5	mg/l
Fluoruros	1.5	mg/l
Amoniaco	0.8	mg/l
Cresoles	1.5	mg/l

PLAGUICIDAS

Aldrin	0.0004	mg/l
BHC	0.02	mg/l
Clordano	0.02	mg/l
Endrin	0.002	mg/l
Heptacloro	0.002	mg/l
Lindano	0.002	mg/l
D.D.T.	0.006	mg/l
Dieldrin	0.003	mg/l
Endosulfán	0.002	mg/l
Metoxiclor	0.04	mg/l
Perthane	0.03	mg/l
TDE	0.03	mg/l
Toxafeno	0.03	mg/l

Coumaphos	0.02	mg/l
Dursban	0.03	mg/l
Fenthion	0.0003	mg/l
Naled	0.03	mg/l
Paration	0.01	mg/l
Ronnel	0.05	mg/l
Arsenicales	0.01	mg/l
Naturales	0.10	mg/l
Carbamatos	0.10	mg/l
Derivados de 2, 4-D	0.10	mg/l
Derivados de 2,4,5-T	0.10	mg/l
Compuestos de ácido ftálico	0.10	mg/l
Derivados de triazina	0.10	mg/l
Derivados de urea	0.10	mg/l

TABLA N° 6

CLASIFICACION DE LAS AGUAS COSTERAS EN FUNCION DE SUS USOS Y CARACTERISTICAS DE CALIDAD*

CLASE	USOS	(1) pH	(2) Temperatura (°C)	(3) O.D. mg/l Límite mínimo	(4) Bacterias coliformes NMP organismos/ 100 ml	(5) Grasas y aceites	(6) Trans- parencia	(7) Color, olor y sabor	(8) Materia flotante	(9) Substan- cias tóxicas
C1	Cultivo de mariscos -- para consumo directo, -- y áreas de acuicultura y todos los demás usos	C.N.+ 0,3	C.N.+ 10% (b)	90% de C.N. (c)	La concentra- ción media de berá ser <70 (f)	(j)	(k)	(m)	Ausente	(n)
C2	Recreación con contac- to primario y todos -- los demás usos excepto C1	C.N.+0,3	C.N.+10% (b)	90% de C.N. (d)	Menor que 1,000 (g)	(j)	(k)	(m)	Ausente	(n)
C3	Usos recreativos sin - contacto primario y to dos los demás usos -- excepto los anteriores	C.N.+ 0,4	C.N.+ 10% (b)	90% de C.N. (d)	Menor que 2,000 (h)	(j)	(L)	(m)	Ausente	(n)
C4	Explotación pesquera - de especies de escama- y todos los demás usos excepto los anteriores	C.N.+ 0,4	C.N.+ 10% (b)	90% de C.N. (e)	La concentración media mensual será 10,000 (i)	(j)	(L)	(m)	Ausente	(n)

* Dichas características deberán obtenerse de muestras que permitan representar el área afectada por las aguas residuales, fuera de la zona inicial de mezclado (a)

pH Potencial hidrógeno
O.D. Oxígeno disuelto
N.M.P. Número más probable

C.N. Condiciones naturales
°C Grados centígrados
mg/l Miligramos por litro

ANEXO DE LA TABLA No. 6

(a) Se considerará como zona de mezclado en aguas costeras al volumen adyacente al sitio de descarga en el cual se mezclan las aguas residuales con las aguas costeras debido al momentum de descarga y a la diferencia en densidades.

(b) Nunca podrá exceder de 32°C.

(c) Nunca deberá ser menor que 4.0 mg/l.

(d) Nunca deberá ser menor que 3.0 mg/l.

(e) Nunca deberá ser menor que 5.0 mg/l.

(f) No más del 10% del total de las muestras en un período mensual deberá exceder de 230/100 ml.

(g) No más del 20% del total de las muestras-mes (5 muestras por lo menos) deberá exceder de 1,000/100 ml; ni ninguna muestra simple tomada durante un período verificativo de 48 h., debe exceder de 10,000/100 ml.

(h) No más del 20% del total de las muestras deberá exceder el valor considerado en un período mensual. Ni en un período verificativo de 48 h., podrá exceder de 10,000/100-ml.

(i) No más del 20% del total de las muestras deberá exceder de 10,000/100 ml en un período mensual, ni ninguna excederá de 20,000/100 ml.

(j) Ningún aceite o producto de petróleo debe ser descargado en cantidades que:

- I. Pueda ser detectado como una película visible, o
- II. Pueda causar manchas en peces y/u organismos invertebrados, o
- III. Forme depósitos de lodo aceitoso en la costa o en el fondo del cuerpo receptor, o
- IV. Se vuelva tóxico.

(k) La media mensual de este parámetro no podrá disminuir se en más de una desviación estándar de la media determinada en el mismo período para los niveles naturales.

(l) La media mensual de este parámetro no podrá disminuir se más de una y media veces la desviación estándar, de la media determinada durante el mismo período para los niveles naturales.

(m) No deberá descargarse ningún efluente con estas características a menos que se haya demostrado que no es perjudicial para el desarrollo de la vida acuática, la apariencia-física o el uso óptimo del cuerpo receptor.

(n) Se seguirá el siguiente criterio, para asignar de -- acuerdo con la tabla número 7 las concentraciones máximas - permisibles de las descargas.

Se deberá determinar mediante bioensayos el límite - medio de tolerancia, de 96 h. (T_{Lm..}). De preferencia se ha rán bioensayos con flujo continuo, utilizándose la etapa de vida más sensible de las especies de importancia ecológica- o económica, con el siguiente factor de aplicación.

$\frac{1}{20}$ Para todas las sustancias tóxicas

Cuando debido a la supervivencia de las especies no sea po sible determinar el T_{Lm..} se deberá calcular mediante la ex presión:

$$T_{Lm..} = \frac{170}{\log (100-S)}$$

Donde:

S = porcentaje de supervivencia para el 100% de desecho.

La Tabla No. 7 resume algunas de las sustancias tóxicas que de acuerdo con la información disponible se encuentran bajo reglamento y estudio en varias partes del mundo.

Los valores de las sustancias de esta tabla son limitativos y están sujetos a modificación de acuerdo con el futuro avance tecnológico.

T A B L A No. 7

VALORES MAXIMOS PERMISIBLES DE SUBSTANCIAS TOXICAS EN AGUAS COSTERAS

Arsénico	0.1 como As.	mg/l
Cadmio	0.001	mg/l
Cobre	0.005	mg/l
Cromo hexavalente	0.001	mg/l
Mercurio	0.0005	mg/l
Plomo	0.001	mg/l
Fenoles	0.001	mg/l
Substancias activas al azul de metileno (detergentes)	0.001	mg/l
Níquel	0.008	mg/l
Zinc	0.01	mg/l
Cianuro	0.001	mg/l
Amoniaco	0.1	mg/l

PLAGUICIDAS

Aldrin	0.04	µg/l
BHC	2.0	"

Clordano	2.0	µg/l
Endrin	0.2	"
Heptacloro	0.2	"
Lindano	0.2	"
D.D.T.	0.6	"
Dieldrin	0.3	"
Endosulfán	0.2	"
Metoxiclor	4.0	"
Perthane	3.0	"
TDE	3.0	"
Toxafeno	3.0	"
Coumaphos	2.0	"
Dursban	3.0	"
Fenthion	0.03	"
Naled	3.0	"
Paration	1.0	"
Ronnel	5.0	"
Arsenicales	10	"
Naturales	10	"
Carbamatos	10	"
Derivados de 2,4-D	10	"
Derivados de 2,4,5-T	10	"
Compuestos de ácido ftálico	10	"
Derivados de triazina	10	"
Derivados de urea	10	"

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Es un hecho bien conocido que el crecimiento de la población y de la industria ha originado el aumento de desperdicios, desechos sólidos y líquidos que generan una creciente contaminación ambiental, que en muchos casos han deteriorado la calidad del agua en nuestros ríos y en los cuerpos receptores, al grado de restringir e impedir nuevos aprovechamientos para satisfacer necesidades apremiantes de nuestro desarrollo y, por este hecho, se puede comparar a la contaminación, como el gran usuario de nuestros recursos hidráulicos.

El valor del agua como recurso natural renovable, está determinado por su cantidad, la altitud a la que se encuentra, su ubicación geográfica y su distribución en el tiempo. Esto hace del concepto de disponibilidad un problema complejo.

El agua para usos domésticos habrá de seguir teniendo prioridad, como también es de considerarse que desde el punto de vista de productividad, habrá que otorgarle importancia al agua destinada a la industria. Sin embargo, hay que estar conscientes y empeñados en obtener todo tipo de productos alimenticios y para ello, no se puede subestimar el valor que tiene el agua como elemento fundamental en la agricultura de riego y en la acuicultura.

La creciente demanda de agua para todos los usos, y en los cada vez mayores obstáculos materiales y más elevados costos a que está sujeto su aprovechamiento, deben ser considerados en su justo valor, para orientar los programas de desarrollo. Ante esta situación resalta la importancia de adoptar una estrategia que guíe los aprovechamientos futuros, para ello se apuntan los siguientes lineamientos generales:

- Los desarrollos que generen significativas demandas de agua, deberán encauzarse hacia los sitios en que hay disponibilidad suficiente del recurso, en los que se asocie una configuración adecuada para el crecimiento, condiciones que concurren, en sitios ubicados generalmente en nuestras planicies costeras.
- Cuando sea inevitable transportar el agua de grandes distancias a centros de consumo que ya registran deficiencias, es recomendable desalentar el crecimiento de la demanda, eliminando subsidios al servicio, repercutiendo el costo de las obras en las tarifas; gravando las nuevas urbanizaciones con cuotas que compensen a las grandes inversiones que es necesario realizar para aumentar la disponibilidad de agua; evitar el establecimiento de industrias que demanden agua que pueda destinarse a los usos domésticos y,

como medida general, adoptando tarifas crecientes - que sean capaces de evitar desperdicios.

- Una opción significativa que se presenta en los centros urbanos que han alcanzado importante desarrollo industrial, es la reutilización, por parte de las industrias que no requieren de agua potable en sus procesos del agua servida, previo el tratamiento que cada caso requiera. La reutilización de las aguas servidas es un medio de liberar aguas blancas que vienen a incrementar la disponibilidad para los usos domésticos.

Es necesario asumir diferentes grados en la responsabilidad de la toma de decisiones tendientes a lograr el mejor uso posible del recurso y las condiciones más favorables para los usuarios, mediante una selección de las alternativas que se presenten en cada región y en cada lugar, para satisfacer los requerimientos del desarrollo.

Para la mejor administración del recurso hidráulico- es necesario adoptar un criterio de regionalización, en el que el recurso sea el integrador del desarrollo y la planeación de las actividades humanas, que están íntimamente relacionadas con el uso que a éste se le de.

La delimitación regional responde a situaciones muy-particulares, que en general conducen a zonificar de acuerdo a las siguientes características:

- Areas básicas ya definidas, como el caso de los municipios; de los cuales se conocen ciertas características que permiten agruparlas en regiones.
- Fronteras físicas; investigando topográfica e hidrológicamente la región.
- Planes existentes para la región; de acuerdo a objetivos y metas que dependen de decisiones tanto políticas como económicas.

El conjuntar estas características permitirá seleccionar la zona a estudiar.

El conocer el uso que se da al recurso proporciona elementos de juicio para estimar la calidad de las aguas de desecho.

El explosivo crecimiento industrial que acompañará el desarrollo esperado y la situación actual que indica que la industria en México contribuye a más del 60% de la contaminación de nuestros cuerpos receptores de agua, hacen

temer consecuencias nefastas en la calidad de nuestros re -
cursos hidráulicos, si no se dedica especial atención a es-
te problema.

La producción de alimentos a través de las activida-
des agrícolas y agroindustriales constituyen también una -
fuente importante del deterioro del recurso hidráulico, -
cuando no se emplean en forma racional la gran variedad de
productos requeridos para incrementarlas y las prácticas pa
ra desarrollarlas no son las adecuadas. Por estas razones,
tanto las prácticas agrícolas y pecuarias, como la aplica -
ción de productos químicos al suelo y a los cultivos, debe-
rán investigarse y reglamentarse en corto plazo para minimi
zar sus efectos en los subsecuentes usos del recurso, agua.

El proceso de efecto ambiental es ante todo un meca-
nismo para la evaluación integral de un proyecto de modo que
satisfagan sus objetivos con un mínimo deterioro al ambien-
te y un óptimo aprovechamiento de los recursos naturales. -
El proceso se inicia desde la etapa de planeación del pro -
yecto cuando aún puede incidirse en la toma de decisiones, -
y continúa con el desarrollo de la alternativa más adecuada
hasta completar el diseño de un proyecto que contenga todas
las medidas visibles de mitigación de los efectos ambienta-
les.

Para mitigar los efectos ambientales más significativos, deberán diseñarse medidas apropiadas, las cuales en muchos casos prevendrán los elevados costos que supone la re-habilitación. El proceso de efecto ambiental coadyuva a la mejor aplicación de las medidas para prevenir y controlar - la contaminación y a integrar en una sola metodología todos estos esfuerzos.

La contaminación provocada por la descarga de las -- aguas residuales, domésticas o industriales es simplemente-reconocida, porque afecta a la salud, a las fuentes alimenticias y al medio en que vive y se desarrolla el hombre.

Si bien es cierto que la contaminación causada por - las descargas industriales es más compleja y difícil de combatir, también lo es que día con día aumentan los volúmenes de aguas residuales domésticas que se vierten en los ríos y lagos, provenientes de las poblaciones y ciudades, de modo- que ya desde ahora es preciso tomar medidas más enérgicas - para la prevención y control de la contaminación y no esperar a que en el futuro los daños sean irreversibles, o que-se tengan que erogar fuertes sumas de dinero en procedimientos correctivos.

El problema no es nada fácil de resolver, por las -- cuantiosas inversiones que supone; pero, a pesar de ello,-

tiene que impulsarse el tratamiento de las aguas residuales, empezando en aquellos lugares en que los problemas de la -- contaminación sean graves, o en las ciudades con mayor capa cidad económica de pago.

En otras poblaciones, lo menos que podría hacerse es que en los estudios y proyectos de ingeniería se incluya el diagnóstico de las condiciones particulares, basándose en - la determinación de las fuentes de contaminación, los meca- nismos y niveles de su acción y las posibles repercusiones - en las guas y en los suelos receptores, así como efectuando una labor permanente de muestreo y análisis, tanto en los - efluentes municipales e industriales, como en los cuerpos - de agua.

En las ciudades de rápido desarrollo, y en particu - lar en las grandes urbes, comunmente los nuevos asentamien- tos rebasan los servicios de agua y drenaje. Esta situa - ción ocurre en muchos casos por la falta de coordinación en la planeación de los servicios hidráulicos y la urbaniza - ción, así como por el inadecuado marco jurídico que incide - en el desarrollo de las ciudades.

Con frecuencia se presentan problemas al no aprove - char los recursos en forma eficiente desde las fuentes de - captación hasta las tomas mismas. Los problemas se manifies

tan tanto en los componentes físicos del sistema como en -- las áreas administrativas y aún en su organización.

RECOMENDACIONES O MEDIDAS PARA CONSERVACION DE AGUA

El aprovechamiento de aguas superficiales y la recarga artificial de acuíferos, requieren de programas integrales de saneamiento de cauces y cuencas que garanticen la calidad del agua.

Otro aspecto de la conservación del agua es el aho-rro a nivel domiciliario. Al respecto será necesario ade-cuar los reglamentos para construcciones, instalaciones hidráulicas y sanitarias a fin de hacer más eficiente su em-pleo y motivar al usuario para que instale dispositivos de ahorro. La factibilidad de implantar esta acción se determina con el análisis de costos de capital, operación y mantenimiento de dispositivos alternativos.

FUENTES DE AGUA ALTERNATIVAS

Destaca fundamentalmente el empleo de aguas residuales tratadas porque se liberan aguas de otros usos para destinarlos a consumo doméstico, y además su aprovechamiento -- tiene en general un costo menor que el empleo de agua potable, considerando niveles de tratamiento compatibles con la

calidad requerida para distintos usos, excepto para bebidas y recarga de acuíferos.

PLANEACION

En el manejo de sistemas hidráulicos urbanos varios problemas se deben a deficiencias en la planeación; los cotidianos de diseño y operación se pueden resolver con avances tecnológicos, mientras que la planeación requiere ade más de cambios en actitudes y criterios del personal que compone los sistemas. Esto implica también la creación de grupos interdisciplinarios capaces de incorporar las diversas tecnologías al proceso de planeación.

La planeación se requiere para indentificar sistemáticamente problemas y condiciones apropiadas, y sugerir medios alternativos para orientar el uso de los recursos congruentes con las metas y objetivos de las comunidades. Sin una buena planeación hay riesgo de que las soluciones que se adopten tengan un costo social más alto que otros que podrían ser factibles.

ORGANIZACION

Es conveniente que las funciones técnicas, financieras y administrativas, estén integradas bajo una organizaca -

ción que haga más eficientes los servicios de agua y alcantarillado (drenaje). La organización podría tener un carácter empresarial, a fin de conseguir el uso eficiente de los recursos humanos, materiales y financieros, podría responder plenamente por los costos que resulten de alcanzar un cierto nivel de servicios y, en consecuencia al asumir correctamente su responsabilidad, puede esperar del usuario la justa retribución por los servicios que presta.

ADECUACION DE TECNOLOGIAS

Es necesario tomar en cuenta las predicciones sobre los progresos tecnológicos en la fase de diseño, de manera que permitan su aplicación con efectividad en caso de llegar a desarrollarlos. En efecto, el ingeniero debe definir si las especificaciones y normas establecidas son aplicables, o cabe el apoyo del conocimiento sobre investigaciones y ensayos de nuevas aplicaciones de materiales y técnicas de construcción.

OPERACION Y MANTENIMIENTO

A medida que los sistemas crecen, se torna más complicada la operación de sistemas hidráulicos urbanos y se requiere mayor cantidad de información muy diversa, disponible y de rápido acceso, a fin de tomar decisiones oportunas.

En este sentido muchos servicios están adaptando y mejorando sus sistemas de información ya que gran parte de la re - cepción de datos requiere ser automatizada, así como los me - dios de control de alguno de sus componentes. Por otra par - te el mantenimiento preventivo de las instalaciones es in - dispensable para la operación ininterrumpida del sistema y además reduce los costos de trabajo en condiciones eficientes.

CAPACITACION

La competencia de los recursos humanos se debe mante - ner mediante programas de capacitación, según áreas de acti - vidad, estructurados de manera que provoquen motivación, - así como cambios de criterios, actitudes y procedimientos - que se reflejen en una mejor eficiencia de los sistemas de agua potable y de alcantarillado.

Aunque algunas instituciones tienen programas de ca - pacitación sería deseable un programa nacional coordinado - para el entrenamiento, evaluación y certificación de perso - nal de operación. En esto sería deseable que las institu - ciones educativas pudieran apoyar programas de educación - continúa en los sitios de trabajo, mientras los operadores - se mantienen en sus labores.

ASPECTOS FINANCIEROS

Los organismos que prestan servicio de agua y drenaje deberán buscar la autosuficiencia financiera, a fin de conseguir el uso eficiente de los recursos disponibles y establecer un balance adecuado entre los ingresos y los egresos.

Resumiendo los puntos anteriores, en muchas ciudades los servicios de agua y drenaje crecen como resultado natural del desarrollo urbano, sin atender debidamente a la problemática específica de los mismos. En el mejor de los casos, los planes y programas de los servicios, que resultan de esta situación, implican inversiones mayores que las necesarias para resolver los mismos problemas dentro del marco de una programación específica, lo que a la postre afecta la administración de los sistemas y su operación en particular.

De seguir así, las necesidades van a rebasar la oferta de servicios en tal medida que la barrera será insalvable. Por ello es necesario hacer un alto y replantear los objetivos particulares de cada sistema, definiendo sus estrategias claramente e implantando las medidas correctivas necesarias.

BIBLIOGRAFIA

1. AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. 1975.
Agua, su Calidad y Tratamiento
UTEHA.
2. BABBITT, Harold E. et. al. 1978.
Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Negras
CECSA.
3. CHANLETT, Emil T. 1976 .
La Protección del Medio Ambiente
Instituto de Estudios de Administración Local.
4. CICMAC. 476 .
Los Recursos Hidráulicos en América Latina
5. DEPARTAMENTO DE SANIDAD DEL ESTADO DE NUEVA YORK.
1981.
Manual de Tratamiento de Aguas
LIMUSA.
6. DIARIO OFICIAL. 29 de marzo de 1973.
Reglamento para la Prevención y Control de la Con-
taminación de Aguas
7. FAIR, Gordon M. et. al. 1981.
Purificación de Aguas y Tratamiento y Remoción de
Aguas Residuales - Tomo II
LIMUSA.
8. LINSLEY, Ray K. et. al. 1980.
Ingeniería de los Recursos Hidráulicos
CECSA.
9. NALCO CHEMICAL COMPANY. 1979.
Manual de Agua, su Naturaleza, Tratamiento y Apli-
caciones
McGraw-Hill.
10. POWELL, Sheppard T. 1979.
Acondicionamiento de Aguas para la Industria
LIMUSA.