



106
201

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

"IMPACTO AMBIENTAL DE
LAS OBRAS DE USO
Y MANEJO DEL AGUA"

TESIS PROFESIONAL

que para obtener el título de

INGENIERA CIVIL

presenta

LAURA MINERVA ROLDÁN MORALES

Directora de Tesis:

Ing. Alba B. Vázquez González



TESIS CON *Ciudad Universitaria, D.F., 1997*
FALJA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-1-047/96

Señorita
LAURA MINERVA ROLDAN MORALES
Presente.

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso la profesora **ING. ALBA B. VAZQUEZ GONZALEZ**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.

" IMPACTO AMBIENTAL DE LAS OBRAS DE USO Y MANEJO DEL AGUA "

- I. **INTRODUCCION**
DESCRIPCION DEL PROYECTO DE LAS PRINCIPALES OBRAS DE USO Y MANEJO DEL AGUA
- II. **PRESENTACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR LAS OBRAS DE USO Y MANEJO DEL AGUA**
- III. **MEDIDAS DE MITIGACION PARA LOS IMPACTOS DE LAS OBRAS DE USO Y MANEJO DEL AGUA**
- IV. **PRESENTACION DEL CASOS ESTUDIO DE PROYECTOS NACIONALES DE OBRAS DE USO Y MANEJO DEL AGUA Y SU IMPACTO AMBIENTAL**
CONCLUSIONES

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitario, a 17 de abril de 1996.
EL DIRECTOR.


ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS

JMCS/GMP*jbr

A la Universidad Nacional Autónoma de México,
a la Facultad de Ingeniería, donde pude forjar mi
meta.

A todos mis profesores que me transmitieron sus
experiencias y conocimientos; especialmente a
la Ing. Alba B. Vazquez González por su apoyo,
tiempo y paciencia para llevar a término este
trabajo.

A MIS PADRES:

MARY Y RICARDO.

Con mucho cariño, por haberme guiado hacia la mejor herencia que podrían darme; el obtener mi título universitario.

Gracias mami por tu apoyo y tu confianza; y por las horas de sueño que te he robado.

Gracias padre por tus enseñanzas y sabios consejos que me animan a seguir adelante.

Gracias por amarme como nadie podrá jamás.

A MIS HERMANOS:

Rosa, Yolanda, Estela, Miguel, Paty, Ricardo, Gustavo, Ale, Adriana, Oscar y Jorge.
Por su cariño y amor incondicional.

A DANY Y DANIELA.

A MI QUERIDO ENTRENADOR:

HEDIBERTO (MAC).

Que me enseñaste que el logro de una meta se consigue a base de fuerza de voluntad y que nunca hay que darse por vencido.

A MIS COMPAÑEROS DE EQUIPO:

Julio, Bere, Dante, Caro, Rafa, Mary, Benji, Eli, Christian, Paco, Ernesto, Enrique, Carlos, Gina, Juan Manuel, Fausta, Celeste, Margarita, Adriana, Mario, Pablo, José, Ricardo.

Porque el apoyo y la unión hacen ser más fuerte a nuestro equipo.

A MIS AMIGOS DE LA FACULTAD:

Mayela, Erica, Laura, Cintya, Elvira, Amando, Eduardo, Benjamín, Carlos, César, especialmente a Isaac.

Por soportar juntos los días de duro trabajo para alcanzar un mismo sueño.

A JULIO CESAR:

Mi amigo, que con tus palabras confortas mi ser y me incitas a continuar mi camino. Mi amado compañero, que tienes siempre los brazos abiertos para que yo me refugie en ellos.

Gracias por contar siempre contigo, por enseñarme a amar y conocer la felicidad.

CONTENIDO.

	pag.
INTRODUCCION.	
1. DESCRIPCION DEL PROYECTO DE LAS PRINCIPALES OBRAS DE USO Y MANEJO DEL AGUA.	1
1.1 Descripción del proyecto de presas	2
1.2 Descripción del proyecto de obras para abastecimiento de agua potable	21
1.3 Descripción del proyecto de obras para alcantarillado	40
1.4 Descripción del proyecto de obras de irrigación y drenaje	49
1.5 Descripción del proyecto de plantas de tratamiento de agua potable	51
1.6 Descripción del proyecto de plantas de tratamiento de agua residual	53
2. PRESENTACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR LAS OBRAS DE USO Y MANEJO DEL AGUA.	57
2.1 Principales impactos ambientales generados por el proyecto de presas	58
2.2 Principales impactos ambientales generados por el proyecto de obras de abastecimiento de agua potable.	61
2.3 Principales impactos ambientales generados por el proyecto de obras de alcantarillado	68
2.4 Principales impactos ambientales generados por el proyecto de obras de irrigación y drenaje	71
2.5 Principales impactos ambientales generados por el proyecto de plantas de tratamiento para agua potable	75
2.6 Principales impactos ambientales generados por el proyecto de plantas de tratamiento para agua residual	77

3.	MEDIDAS DE MITIGACION PARA LOS IMPACTOS DE LAS OBRAS DE USO Y MANEJO DEL AGUA.	81
3.1	Algunas medidas de mitigación para los impactos generados por el proyecto de presas	82
3.2	Algunas medidas de mitigación para los impactos generados por el proyecto de obras de abastecimiento de agua potable	85
3.3	Algunas medidas de mitigación para los impactos generados por el proyecto de obras de alcantarillado	88
3.4	Algunas medidas de mitigación para los impactos generados por el proyecto de obras de irrigación y drenaje	90
3.5	Algunas medidas de mitigación para los impactos generados por el proyecto de plantas de tratamiento para agua potable	94
3.6	Algunas medidas de mitigación para los impactos generados por el proyecto de plantas de tratamiento para agua residual	96
4.	PRESENTACION DE CASOS-ESTUDIO DE PROYECTOS NACIONALES DE OBRAS DE USO Y MANEJO DEL AGUA Y SU IMPACTO AMBIENTAL.	100
4.1	Caso-estudio: Proyecto de una presa.	101
4.2	Caso-estudio: Proyecto de abastecimiento de agua potable	105
4.3	Caso-estudio: Proyecto de alcantarillado	108
4.4	Caso-estudio: Proyecto de irrigación y drenaje	110
4.5	Caso-estudio: Proyecto de una planta de tratamiento para agua potable	112
4.6	Caso-estudio: Proyecto de una planta de tratamiento para agua residual	115

CONCLUSIONES.

INTRODUCCION.

La Ingeniería en general y la Ingeniería Civil en particular han sido actividades en las cuales el hombre se ha apoyado para su desenvolvimiento a través de su existencia.

El ingeniero ha transformado los elementos naturales para crear obras que han sido factores importantes en el desarrollo social. Las sociedades modernas, que se han caracterizado por su creciente industrialización, cuentan con grandes obras de ingeniería que les han permitido tener una infraestructura capaz de impulsar su desarrollo. Sin embargo, el progreso alcanzado empieza a ser cuestionado al observar las consecuencias adversas que en muchas ocasiones provocan estas mismas obras.

En épocas anteriores no se había dado la suficiente importancia a las alteraciones negativas del medio provocadas por la actividad del hombre en su afán de progreso y desarrollo, porque sus efectos eran de poca cuantía o no resultaban evidentes, sin embargo, las condiciones actuales han cambiado. La contaminación del aire, el agua y el suelo, que son los medios básicos para la vida ha llegado a tal grado que en muchos países se ha hecho necesario promulgar leyes y reglamentos tendientes a evitarla y controlarla.

Se han realizado estudios encaminados a tomar en cuenta y a prevenir, hasta donde es posible, las consecuencias ambientales negativas que pueden producirse directa o indirectamente por la construcción u operación de una obra en una región determinada. Es decir, se estudia lo que se ha venido llamando "IMPACTO AMBIENTAL".

El concepto de impacto ambiental en cuanto a la Ingeniería Civil, se refiere a las consecuencias previstas o imprevistas que pueden afectar al ambiente, ya sean éstas adversas o benéficas, como resultado de la construcción y operación de una obra de esta rama profesional. El ambiente impactado comprende no sólo el aspecto natural, esto es, la afectación física que puede ocurrir, sino además contempla las alteraciones ecológicas, sociales, culturales, estéticas, etc., en la región en que la obra tiene influencia.

En esta tesis, se trata de hacer resaltar de manera general, por un lado, el impacto ambiental que pueden ocasionar las obras de uso y manejo del agua, el interés y cuidado que necesariamente debe tener el ingeniero al planear y diseñarlas, para reducir o evitar los efectos negativos durante la construcción y operación de dichas obras.

Por otro lado, se trata de concientizar con respecto a lo que el término "agua" significa. Dos razones hacen del agua un recurso natural único. Una, que el agua es esencial para la vida humana. Y la otra, que a diferencia de otros recursos, la cantidad total de agua del planeta es constante y no puede ni hacerse aumentar (como la madera o el pescado) ni disminuir (como el petróleo o el carbón).

El volumen total de agua en el mundo es de unos 1,400 millones de kilómetros cúbicos. Pero más del 97% es agua de mar. De la restante, 22% es agua freática y 77% es hielo, aprisionado en los glaciares y en los casquetes polares. Esto deja apenas un 1% del total de agua dulce en el ciclo hidrológico, del que aproximadamente la mitad se encuentra en ríos, lagos y marismas.

Aun así, a nivel mundial existe más que suficiente agua dulce para cubrir la demanda tanto presente como futura. El problema es que tiende a no haber donde se necesita, o a ser de mala calidad.

Para ello, el contenido de esta tesis se ha dividido en los siguientes temas: en el primer capítulo se presenta la descripción del proyecto, de manera general, de cada una de las obras de uso y manejo del agua. En el segundo capítulo se hacen notar las posibles afectaciones ambientales de carácter adverso y benéfico que pueden ocurrir al ser construida una obra de uso y manejo del agua. En el tercer capítulo se presentan algunas medidas de mitigación, con el fin de mejorar y preservar la calidad del ambiente. En el cuarto capítulo, se presenta un estudio de Manifestación de Impacto Ambiental de cada una de las obras de uso y manejo del agua; siendo éstos proyectos nacionales. Por último en el anexo "A" se presenta el código de ética medioambiental para ingenieros.

CAPITULO 1.

DESCRIPCION DEL PROYECTO DE LAS PRINCIPALES OBRAS DE USO Y MANEJO DEL AGUA.

El vital líquido, el líquido de vida por excelencia, el agua, sigue siendo como desde la antigüedad más remota, imprescindible para el desarrollo de toda comunidad humana, pues de su disponibilidad dependen supervivencia, progreso y bienestar de los seres vivos.

Los pueblos buscaron asentarse en sitios donde hubiera suficiente agua; por eso, el florecimiento de las civilizaciones estuvo generalmente asociado a un río y a su aprovechamiento mediante obras hidráulicas.

En la actualidad se busca aprovechar el agua desde cualquier lugar que nos encontremos hasta donde se localice la fuente que nos abastece, no importando la distancia que separe el origen con el destino

Mediante el avance de la ingeniería civil y el mejoramiento de las técnicas para conducir el agua por medio de las obras de uso y manejo del agua, se hace posible la satisfacción de las necesidades humanas; aunque dichas obras son proyectadas naturalmente para beneficio de la sociedad, adicionalmente generan impactos negativos en el ambiente. La figura 1.1 muestra las principales obras de uso y manejo del agua.

Las principales obras de uso y manejo del agua son:

- presas,
- obras para abastecimiento de agua potable,
- obras para alcantarillado,
- obras de irrigación y drenaje,
- plantas de tratamiento de agua potable,
- plantas de tratamiento de agua residual.

En el estudio del impacto que producen dichas obras, será necesario conocer la descripción del proyecto de cada una de ellas. En el presente capítulo se expone una breve descripción del proyecto de las principales obras de uso y manejo del agua.

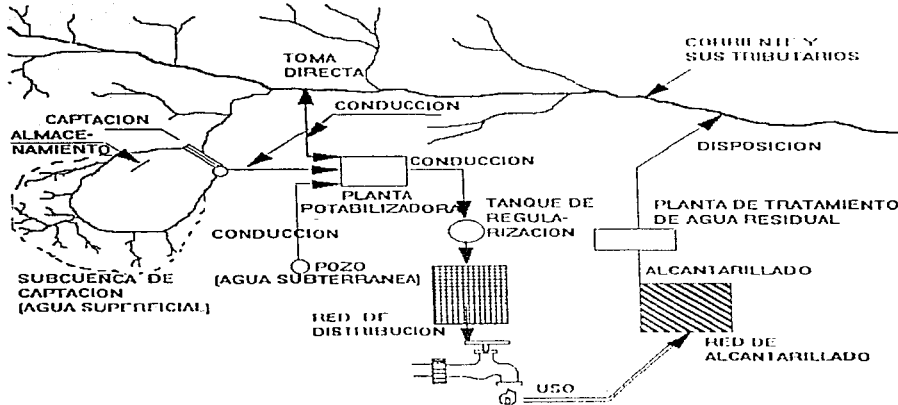


Figura 1.1 Obras de uso y manejo del agua.

1.1 DESCRIPCION DEL PROYECTO DE PRESAS.

Las presas se pueden clasificar en un número de categorías diferentes, pero es conveniente considerar tres amplias clasificaciones de acuerdo con: el uso, el proyecto hidráulico, o los materiales que forman la estructura.

Clasificación según el uso.

Las presas se pueden clasificar de acuerdo con la función más general que van a desempeñar, como de almacenamiento, de derivación o regulación.

Presas de almacenamiento, se construyen para embalsar el agua en periodos en que sobra, para utilizarla cuando escasea. Estos periodos pueden ser estacionales, anuales o más largos. Muchas presas almacenan los escurrimientos de primavera para usarse en la estación seca de verano.

Las presas de almacenamiento se pueden a su vez clasificar de acuerdo con el objeto del almacenamiento, como para abastecimiento de agua, para recreo, para la cría de peces y animales salvajes, para la generación de energía eléctrica, irrigación, etc.

Presas de derivación, se construyen ordinariamente para proporcionar la carga necesaria para desviar el agua hacia zanjas, canales, u otros sistemas de conducción al lugar en que se van a usar. Se utilizan en los sistemas de riego, para la derivación de una corriente natural hacia un vaso de almacenamiento fuera del cauce natural de la corriente, para usos municipales e industriales, o para una combinación de los mismos.

Presas reguladoras, se construyen para retardar el escurrimiento de las avenidas y disminuir el efecto de las ocasionales. Las presas reguladoras se dividen en dos tipos. En uno de ellos, el agua se almacena temporalmente, y se deja salir por una obra de toma con un gasto que no exceda de la capacidad del cauce de aguas abajo. En el otro tipo, el agua se almacena tanto tiempo como sea posible y se deja infiltrar en las laderas del valle o por los estratos de grava de la cimentación. A este último tipo se le llama algunas veces de distribución o dique, porque su principal objeto es recargar los acuíferos.

Clasificación según su proyecto hidráulico.

Las presas se pueden clasificar también como presas vertedoras o no vertedoras.

Presas vertedoras, se proyectan para descargar el agua sobre sus coronas. Deben estar hechas de materiales que no se erosionen con tales descargas. Es necesario emplear concreto, mampostería, acero y madera.

Presas no vertedoras, son las que se proyectan para que no rebase el agua por su corona. Este tipo de proyecto permite ampliar la elección de materiales incluyendo las presas de tierra y las de enrocamiento.

Clasificación según los materiales.

La clasificación más común que se usa en la discusión de los procedimientos de construcción se basa en los materiales que forman la estructura. En esta clasificación también se menciona el tipo básico de proyecto como, por ejemplo, presa de concreto de gravedad, o presa de concreto del tipo de arco.

Presas de tierra, constituyen el tipo de presas más común, principalmente porque en su construcción intervienen materiales en su estado natural que requieren el mínimo de tratamiento.

Presas de enrocamiento, se utiliza roca de todos los tamaños para dar estabilidad a una membrana impermeable. La membrana puede ser una capa de material impermeable del lado del talud mojado, una losa de concreto, un recubrimiento de concreto asfáltico, placas de acero, o cualquier otro dispositivo semejante; o puede ser un núcleo interior delgado de tierra impermeable.

Presas de concreto del tipo de gravedad, se adaptan a los lugares en los que se dispone de una cimentación de roca razonablemente sana. Se adaptan bien para usarse como cresta vertedora.

Presas de concreto del tipo arco, se adaptan a los lugares en los que la relación de la distancia entre los arranques del arco a la altura no es grande y donde la cimentación en estos mismos arranques es roca sólida capaz de resistir empuje del arco.

Presas de concreto del tipo de contrafuertes, requieren aproximadamente el 60% menos de concreto que las presas macizas de gravedad, pero los aumentos debidos a los moldes y al refuerzo de acero necesario, generalmente contrarrestan las economías en concreto.

En general una presa esta constituida por los siguientes elementos:

- vaso de almacenamiento,
- cortina
- temporalmente, durante la construcción las obras de desvío,
- obras de toma, - obras de excedencias

1.1.1 Vaso de almacenamiento.

Los proyectos de abastecimiento de agua, riego o hidroeléctricos que extraen directamente el agua de una corriente, no pueden ser capaces de satisfacer las demandas de sus consumidores o usuarios durante los escurrimientos extremadamente bajos. La corriente que puede no llevar agua, o bien, tener escurrimientos muy pequeños de ésta durante ciertas partes del año, con frecuencia se vuelve un impetuoso torrente después de lluvias fuertes y, entonces, constituye un peligro a todas las actividades a lo largo de sus márgenes. Un vaso de almacenamiento, puede retener ese exceso de agua en los periodos de altos escurrimientos para su utilización durante los periodos de sequía.

Cualquiera que sea la capacidad de un vaso o el uso final del agua, la función principal de un almacenamiento es estabilizar el escurrimiento del agua, ya sea regulando un establecimiento variable en una corriente natural o mediante la satisfacción de una demanda variable para los consumidores finales.

Características físicas de los vasos de almacenamiento.

Como la función principal de los vasos es proporcionar almacenamiento, su característica física más importante es la capacidad de almacenamiento. La capacidad de un vaso de forma regular puede calcularse con las fórmulas para los volúmenes de sólidos. La capacidad de los vasos en sitios naturales generalmente debe determinarse por medio de levantamientos topográficos. Una curva de áreas-elevaciones, se construye planimetreando el área comprendida dentro de cada curva de nivel del sitio del vaso de almacenamiento. La integral de la curva áreas elevaciones es la curva de elevaciones o alturas-capacidades o curva de capacidades del vaso.

El nivel normal de almacenamiento es la elevación máxima a la cual la superficie del vaso subirá durante las condiciones ordinarias de funcionamiento u operación. El nivel mínimo de abastecimiento es la mínima elevación a la cual se trabajará el vaso en condiciones normales. Este nivel puede fijarse por la elevación de la toma o salida más baja en la presa. El volumen de almacenamiento entre el nivel mínimo y el normal se llama almacenamiento útil. El agua retenida abajo del almacenamiento mínimo es normalmente el almacenamiento muerto. Durante las avenidas, las descargas sobre el vertedor de demasías pueden hacer que el nivel del agua suba arriba del nivel normal de almacenamiento. Este super almacenamiento, normalmente no se controla, es decir, sólo existe cuando está presentándose una avenida y no puede almacenarse o retenerse para uso posterior. En la figura 1.2 se muestran las zonas de almacenamiento en un vaso.

Rendimiento del almacenamiento.

Probablemente el aspecto más importante del diseño de vasos de almacenamiento es un análisis de la relación entre el rendimiento y la capacidad. El rendimiento es la cantidad de agua que puede proporcionarse del vaso en un intervalo específico de tiempo. El intervalo o periodo de tiempo puede variar desde un día para un pequeño vaso de distribución hasta un año o más para un gran vaso de almacenamiento. El rendimiento depende del escurrimiento de aportación y variará de año en año.

Curvas-masa.

Las curvas-masa permiten una inspección gráfica de todo el registro de cualquier porción del mismo, para calcular o evaluar el rendimiento. Una curva-masa es la representación acumulativa del gasto o aportación de entrada neta al vaso para un periodo determinado de años.

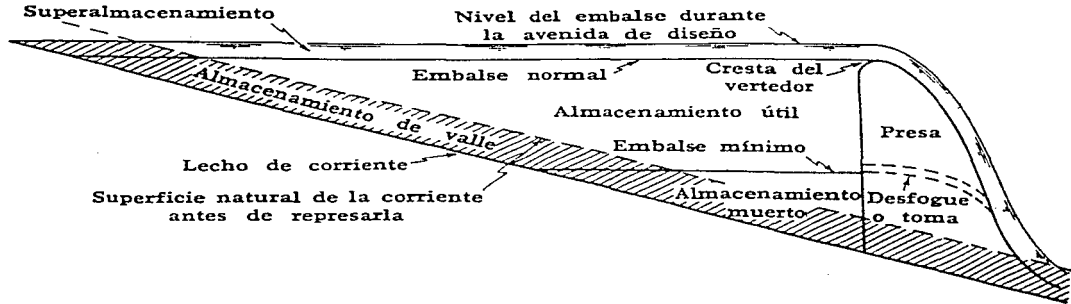


Figura 1.2 Zonas de almacenamiento de un vaso.

Selección del sitio para el vaso de almacenamiento.

Las reglas generales para la selección de sitios para vasos son:

1. Un sitio apropiado para presa debe existir. Con frecuencia el costo de la presa es un factor que controla la selección de un sitio para vaso.
2. El costo de los terrenos que ocupará el vaso (incluyendo carreteras, ferrocarril y relocalización de abastecimientos), no debe ser excesivo.
3. El sitio del vaso debe tener una capacidad adecuada.
4. Un vaso profundo es preferible a un vaso somero, debido a los costos más bajos del terreno por unidad de capacidad, menor pérdida por evaporación y menor probabilidad de crecimiento de las malas hierbas.
5. Las áreas tributarias que producen azolve deben, si es posible, evitarse.
6. La calidad del agua almacenada debe ser satisfactoria para el uso que se le intente dar.
7. Los sitios en los cuales una cantidad considerable de fugas pueden ocurrir, deben evitarse.

1.1.2 Cortina.

Se entiende por cortina una estructura que se coloca atravesada en el lecho de un río, como obstáculo al flujo del mismo, con el objeto de formar un almacenamiento o una derivación. Tal estructura debe satisfacer las condiciones normales de estabilidad y ser relativamente impermeable.

Las cortinas se pueden clasificar con referencia a:

- su altura,
- su propósito,
- el tipo de construcción y los materiales que la constituyen.

El cuadro 1.1 muestra los tipos de cortinas.

	ALTURA	PROPOSITO	TIPO DE CONSTRUCCIÓN Y MATERIALES QUE LA CONSTITUYEN.		
Cortinas	Bajas H<15m	No vertedora	Concreto o Mamposteria	Gravedad	Simple
				Arco	Doble
	Altas H>15m	Vertedora	Tierra enrocamiento y	Machones o Contrafuertes	Placas Arcos Múltiples Cabeza
				Homogénea	Tierra Enrocamiento
			Materiales graduados		

Cuadro 1.1 Tipos de cortinas.

Altura estructural de cortinas de concreto.

La altura de una cortina de concreto se define como la diferencia en elevación entre la corona de la cortina y el punto inferior en la superficie de desplante, sin incluir dentellones o trincheras. La corona de la cortina será el piso del camino o andador que exista en la parte superior de la misma.

Altura estructural de cortinas de tierra, enrocamiento y materiales graduados.

La altura de cortinas de tierra y enrocamiento se define como la diferencia en elevación entre la corona de la cortina y el punto inferior en la superficie de desplante, incluyendo la trinchera principal, si existe, pero excluyendo pequeñas trincheras y zonas angostas de relleno.

La corona de la cortina será el piso de terracería proyectada, sin incluir piso de caminos o casetas que queden a lo largo del eje de la cortina.

Altura hidráulica de cortinas de concreto, de tierra y enrocamiento y materiales graduados.

La altura hidráulica o altura hasta la cual se eleva el agua debido a la presencia de la cortina es la diferencia en elevación entre el punto más bajo en el lecho original del río y el nivel de control más alto en el vaso. La altura hidráulica de una cortina estará formada por la suma de las alturas correspondientes a las capacidades de azolves, más la de aprovechamiento. Véase la figura 1.3 curva elevaciones-capacidades.

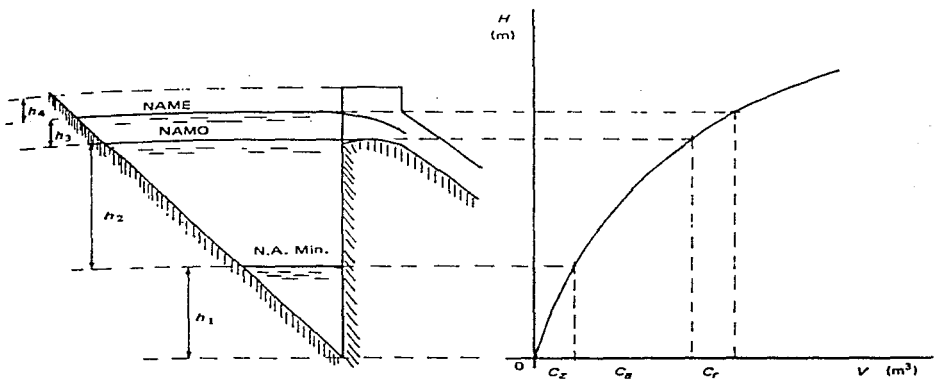


Figura 1.3 Curva elevaciones-capacidades

La altura hidráulica será:

$h_h = h_1 + h_2$; y la altura total de una cortina será:

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4$$

en donde:

h_1 = altura correspondiente a la capacidad para azolves, o capacidad muerta en su caso.

h_2 = altura correspondiente a la capacidad para aprovechamiento.

h_3 = altura correspondiente al superalmacenamiento.

h_4 = altura correspondiente al bordo libre.

Se acostumbra denominar "capacidad de azolves", C_z a la necesaria para retener los azolves que lleguen al vaso de la presa y sedimenten durante la "vida útil" de la misma.

$$C_z = V \alpha$$

Siendo V = el volumen total del agua que entra al vaso, durante la "vida útil" de la presa, en millones de m^3 .

α = relación volumétrica media, entre cantidad de azolves y de agua escurrida, que se obtiene por muestreos en el río en estudio.

Hasta épocas relativamente recientes se consideraba la "vida útil" de una presa en un lapso entre 50 y 100 años.

Sin embargo es conveniente aclarar que "vida útil" es un concepto económico en relación con depreciaciones y costos de las estructuras, y que en el caso de azolvamiento de presas es conveniente referirse a la "vida física" de las mismas, la cual debe ser la mayor posible con el fin de no provocar conflictos de aprovechamiento del agua de las generaciones futuras.

Se denomina capacidad o volumen de aprovechamiento, C_a a la necesaria para satisfacer las demandas de extracción de agua del vaso. Es el volumen comprendido entre el NAMINO y el NAMO, y se expresa en millones de m^3 .

Por superalmacenamiento se entiende el volumen retenido para la regulación de avenidas, C_r , expresado en millones de m^3 , y es el volumen comprendido entre el NAMO y el NAME.

En donde:

NAMO = Nivel de aguas máximas de operación

NAME = Nivel de aguas máximas extraordinarias.

El bordo libre, h_4 , es una magnitud, en metros, que mide el desnivel entre el NAME y la corona de la cortina. Es una función de:

- marea de viento,
- oleaje de viento,
- pendiente y características del paramento mojado,
- factor de seguridad.

Tipos de cortinas segun el tipo de construcción y los materiales que la constituyen.

Cortinas tipo gravedad.

Son las cortinas masivas de concreto o mampostería, las cuales resisten al sistema de fuerzas que les son impuestas, principalmente por el peso propio de ellas mismas. Véase figura 1.4.

Cortinas en arco.

El término cortina en arco se usa para designar una estructura curva, masiva, de concreto o mampostería, con convexidad hacia aguas arriba, la cual adquiere la mayor parte de su estabilidad al transmitir la presión hidráulica y las cargas adicionales, por acción de arco, a las superficies de la cimentación. Véase figura 1.5.

Cortinas de machones o contrafuertes.

Las cortinas clasificadas con esta denominación comprenden dos elementos estructurales principales: una cubierta inclinada que soporta el empuje hidráulico y machones, contrafuertes o muros que soportan la cubierta y transmiten las cargas a la cimentación a lo largo de planos verticales. Véase figura 1.6.

Cortinas homogéneas de tierra.

El cuerpo total de la cortina está formado por tierra común, con ambos taludes protegidos por una capa de enrocamiento. La tierra se coloca en capas delgadas y se le da mecánicamente la compactación de proyecto. Véase figura 1.7.

Cortinas homogéneas de enrocamiento.

A las cortinas construidas principalmente de enrocamiento con el paramento de aguas arriba revestido de losas de concreto hidráulico o concreto asfáltico, placas de acero o madera se les ha dado el nombre de cortinas de enrocamiento. Véase figura 1.8.

Cortinas de materiales graduados.

Este tipo de cortinas consisten en una zona central o corazón impermeable, con zonas semipermeables y permeables colocadas progresivamente hacia aguas abajo y aguas arriba desde dicho corazón. Véase figura 1.9.

Factores que afectan la determinación del tipo de cortina.

La determinación del tipo de cortina más conveniente, para un sitio determinado, involucra la consideración de muchos factores, aún cuando, con frecuencia, para estudios preliminares se requiera la elaboración de diseños de más de un tipo, con el objeto de estimar costos y determinar el que se usará en el diseño final.

Los factores que generalmente tienen importancia en la determinación del tipo de cortina son los siguientes:

- condiciones del sitio,
- factores hidráulicos,
- condiciones de tránsito,
- condiciones climáticas.

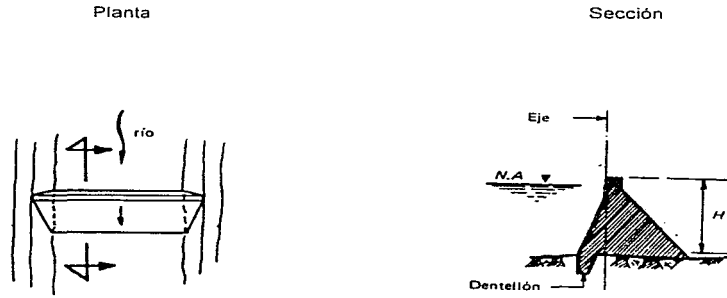


Figura 1.4 Cortinas tipo gravedad.



Figura 1.5 Cortina tipo arco

Planta

Sección

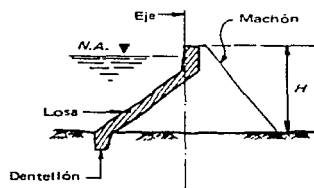
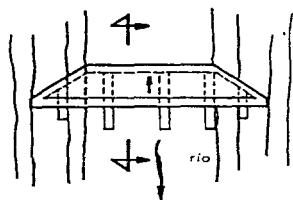


Figura 1.6 Cortina tipo machones.

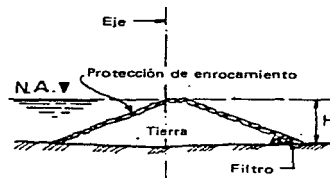
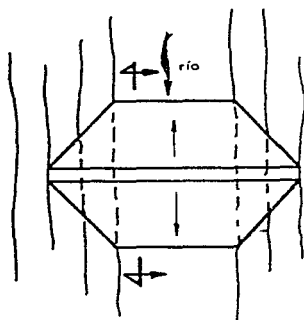


Figura 1.7 Cortina homogénea de tierra.

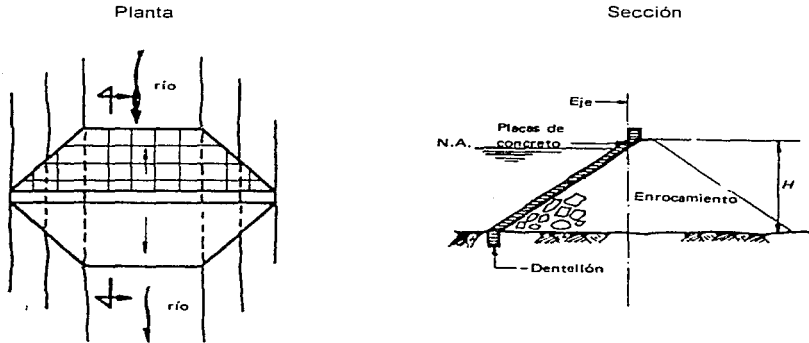


Figura 1.8 Cortina homogénea de enrocamiento.

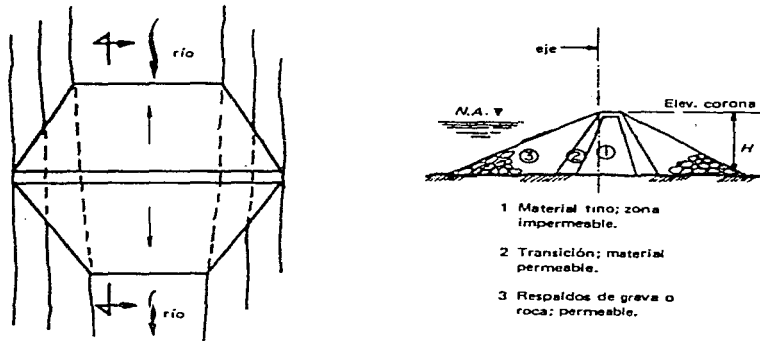


Figura 1.9 Cortina tipo materiales graduados.

1.1.3. Obras de desvío.

Las obras de desvío o desviación tienen por objeto dejar en seco el sitio de una cortina y las obras auxiliares durante el período de construcción, para lo cual es necesario desviar temporalmente el escurrimiento de río.

En general los esquemas que se estudien para el desvío del escurrimiento de un río serán diferentes cuando se trate de una cortina de concreto o de enrocamiento o una de materiales graduados. Para las dos primeras poco o ningún daño ocasionaría que ciertos volúmenes de agua pasaran por encima de la estructura; no así en el tercer caso, en que el agua podría erosionar la estructura y provocar una falla de graves consecuencias.

Con el objeto de poder determinar el conjunto y la dimensión de las estructuras que formen la mejor solución para el desvío se consideran los factores siguientes:

- a) Aspectos hidrológicos.
- b) Condiciones del sitio: topográficos, geológicos, materiales de construcción.
- c) Tipo de cortina por construir: de concreto o materiales graduados; vertedora o no vertedora.
- d) Características y localización del resto de las estructuras hidráulicas que forman la presa, como obra de toma, obra de excedencias, obras de control.
- e) La probable secuencia de las actividades constructivas.

Condiciones del sitio.

De acuerdo con las condiciones del sitio de construcción, el desvío puede efectuarse en una o dos etapas de construcción.

En boquillas muy angostas es obligado que el conducto o conductos para desvío sean túneles localizados en las laderas, con elementos de control para cierre. En este caso todo el escurrimiento del río deberá pasar por los túneles, en una sola etapa continua de construcción. Véase figura 1.10.

En boquillas amplias, es práctica común efectuar un desvío en dos etapas constructivas: una primera etapa desviando el escurrimiento en conducto abierto en una de las laderas y una segunda etapa desviando el escurrimiento en conducto cerrado en la misma u otra ladera, o a través de la cortina para el cierre de la boquilla. Véase figura 1.11.

Tipo de cortinas por construir.

Los requerimientos para un desvío en el caso de una cortina de concreto, pueden diferir en forma apreciable de aquel para una cortina de enrocamiento y materiales graduados. Protección contra inundaciones es necesario durante las excavaciones y tratamiento de la cimentación; pero el desbordamiento de las ataguías en este período puede no causar daños de consideración, excepto las limpiezas necesarias y el retraso en el programa de construcción.

Características y localización del resto de las estructuras hidráulicas que forman la presa.

En la planificación de las obras de la presa, es conveniente considerar la posibilidad de que el túnel o túneles de desvío se pueden utilizar en alguna obra permanente posterior, como puede ser una obra de toma, descarga de fondo o descarga de obra de excedencias.

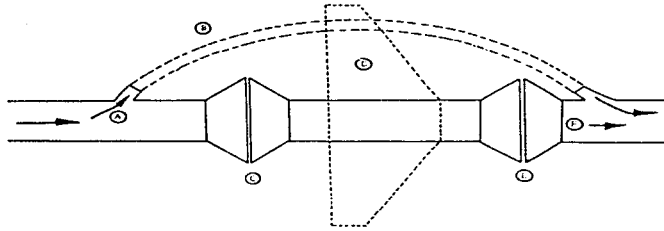
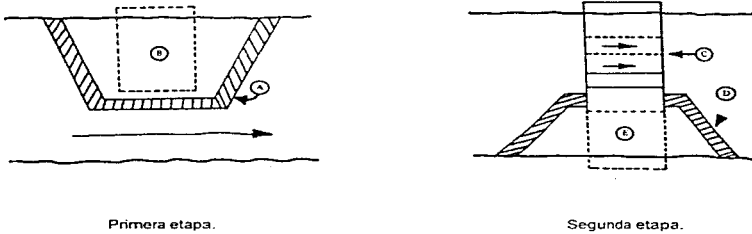


Figura 1.10. Desviación en una sola etapa.

- A. Portal de entrada al túnel
- B. Túnel
- C. Atagüa aguas arriba.
- D. Cortina.
- E. Atagüa aguas abajo.
- F. Cauce del río.



Primera etapa.

Segunda etapa.

Figura 1.11. Desviación en dos etapas.

- A. Atagüa en primera etapa.
- B. Cortina y conductos en construcción.
- C. Cortina y conductos de desviación terminados.
- D. Atagüa en segunda etapa.
- E. Obras definitivas en construcción.

Secuencia de las actividades constructivas.

En el esquema para obras de desviación, se trata de seleccionar un conjunto de estructuras con características óptimas considerando practicabilidad, economía y riesgos calculados. Dichas obras deberán ser tales que se puedan incorporar al programa de construcción con un mínimo de pérdidas, peligro y retraso.

1.1.4. Obras de toma.

Las obras de toma en presas son pasajes o conductos a través de los cuales se extrae agua. Forman un conjunto de estructuras y sus auxiliares que permiten condiciones satisfactorias de flujo, eficiente control y regulación de las extracciones en cualesquiera circunstancias.

El diseño de obras de toma varía mucho de acuerdo con las condiciones geológicas y topográficas, los tipos y dimensiones de las cortinas, así como las variaciones de gasto por extraer. Para esta última condición puede ser suficiente una obra de toma; pero en grandes ríos o en grandes presas se puede requerir varias tomas, o bien una toma con varios pasajes o conductos.

Los conductos de las obras de toma se pueden localizar a través de las cortinas de concreto, dentro de trincheras sobre roca sólida, en cimentaciones de cortinas de tierra o tierra y enrocamiento, o en túneles localizados en las márgenes del río, en casos de cortinas de concreto, de tierra o de tierra y enrocamiento.

Elementos de las obras de toma.

En general, una obra de toma consiste en estructura de entrada, conductos, mecanismos de regulación y emergencia con su equipo de operación y dispositivos para disipación de energía.

La estructura de entrada puede consistir en desarenador y rejillas. Con frecuencia en la estructura de entrada se instalan compuertas de emergencia o de control con el objeto de desaguar los conductos en caso necesario.

Asimismo, a lo largo de los conductos se construyen transiciones, cuando se requieren cambios en el tamaño o la forma de las secciones rectas; en algunas ocasiones será necesario construir un canal de acceso o de llamada, con el fin de orientar el flujo del agua desde el vaso hasta el sitio de la toma.

Los mecanismos de regulación y emergencia consisten en válvulas o compuertas que se diseñan para la carga máxima y se construyen para ciertas condiciones de operación. Las de emergencia se instalan aguas arriba de los de regulación y se conservan abiertas, excepto cuando se requieren maniobras de inspección, reparación o mantenimiento.

Los mecanismos de regulación se operan para extraer los gastos necesarios, y consisten en válvulas o compuertas que pueden operar a aberturas parciales o en su totalidad.

Obras de toma a través de cortinas de concreto.

Cuando las obras de toma se instalan cruzando cortinas de concreto los conductos comúnmente se colocan atravesando la sección de concreto, a lo largo de líneas horizontales o con pendiente hacia aguas abajo, con el objeto de que en ningún caso la línea de gradiente hidráulico intercepte dicho conducto. Véase figura 1.12.

Obras de toma a través de cortinas de tierra o de tierra y enrocamiento.

Las obras de toma con conducto de concreto a través de cortinas de tierra o de tierra y enrocamiento se deben construir en la superficie de desplante, en roca firme, o en trincheras excavadas en terreno firme. Ninguna parte de la obra de toma se deberá cimentar arriba de la superficie de desplante, sobre rellenos, donde la puedan dañar los asentamientos diferenciales.

Obras de toma en túnel.

Las obras de toma a través de túneles en las laderas constituyen quizá el tipo de toma más conveniente para presas con cortinas de tierra y tierra y enrocamiento cuando se deben descargar gastos de cierta consideración.

En realidad se pueden combinar con todos los tipos de cortinas, cuando las laderas están formadas de roca sana, y permiten diseños muy económicos. Véase figura 1.13.

Localización de la obra de toma en relación con los niveles del embalse.

En presas de almacenamiento las obras de toma deben satisfacer dos condiciones:

- a) Deben estar lo suficientemente abajo del nivel mínimo de operación para que se disponga de carga suficiente para que se efectúe el flujo. El nivel mínimo de operación puede coincidir o no con el nivel correspondiente a la capacidad de azolves.
- b) Teniendo en cuenta que es práctica común reservar un almacenamiento para azolves o almacenamiento muerto, la toma debe quedar lo suficientemente alta para no interferir con esta condición, que al mismo tiempo garantiza cierta calidad del agua que se extraiga.

En una presa de derivación cuya capacidad de almacenamiento no existe o es despreciable para efectos de regulación. Las estructuras se construyen para una de dos condiciones:

- a) Con el mismo régimen del escurrimiento, si aguas arriba está construida una presa de almacenamiento cuyas extracciones correspondan a cierto régimen preestablecido.
- b) Con un gasto más o menos constante que puede corresponder al mínimo del escurrimiento, cuando la presa derivadora se construye en un río virgen sin regulación aguas arriba.

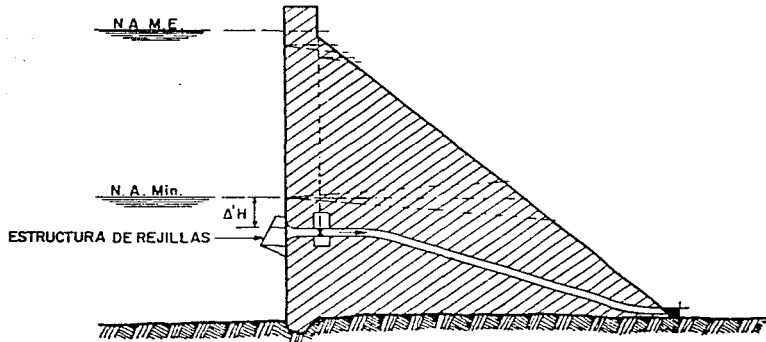


Figura 1.12. Obra de toma a través de una cortina de concreto.

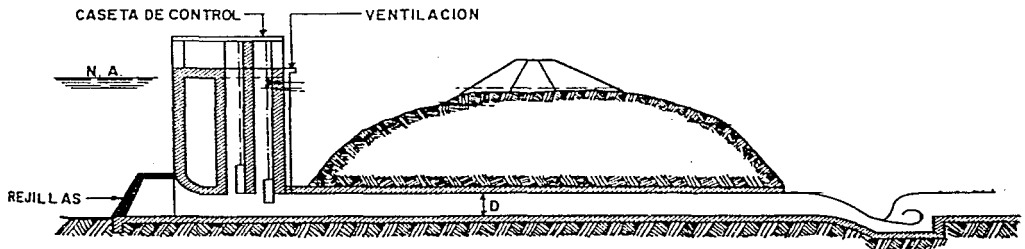


Figura 1.13. Obra de toma en túnel.

1.1.5. Obras de excedencias.

Las obras de excedencias son estructuras que forman parte intrínseca de una presa, sea de almacenamiento o derivación y cuya función es la de permitir la salida de los volúmenes de agua *excedentes* a los de aprovechamiento.

Lo anterior establece la condición de que previamente se haya satisfecho la capacidad de aprovechamiento de la presa, o sea que el vaso se encuentre lleno hasta su nivel de conservación o máximo de operación antes de que se inicien los desfuegos por la obra de excedencias.

Es frecuente que los volúmenes de agua excedentes de una presa se devuelvan al cauce del propio río a través de estructuras de descarga; sin embargo, en ocasiones las descargas se efectúan a ríos pertenecientes a cuencas de otro río o subcuencas del mismo.

La capacidad de una obra de excedencias la determinan la avenida de diseño, las características del vaso y el programa de operación de la propia obra, o sea que dicha relación quede expresada por la fórmula:

$$V_E = V_s + \Delta V_a$$

$$V_s = V_E - \Delta V_a$$

en donde

V_E = Volúmen de entrada al vaso en cierta unidad de tiempo.

V_s = Volúmen de salida del vaso en la misma unidad de tiempo.

ΔV_a = Variación del volúmen almacenado en el vaso en la misma unidad de tiempo.

La forma más fácil de proyectar una obra de excedencias es la de suponerla como un vertedor de cresta fija, coincidiendo con el nivel de aguas máximas ordinarias (NAMO) o de operación, como aparece en la figura 1.14. (a). Donde la avenida de diseño entra al vaso cuando el agua está en N.A.M.O. y alcanza el nivel más alto en N.A.M.E. (Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias) coincide con la descarga máxima del vertedor, con una carga H.

En el caso de plantas hidroeléctricas puede ser atractivo el aprovechar el volúmen C_r y la carga H en producción adicional de fuerza motriz, en cuyo caso se tiene la condición que se muestra en la figura 1.14. (b), donde se ha colocado una compuerta de control sobre la cresta del vertedor y el NAMO coincide con el NAME.

En estas condiciones, cuando se presenta un avenida, se levanta la compuerta paulatinamente, de manera que coincida el gasto de entrada al vaso con el de descarga a través de la compuerta y, por consiguiente, que no varíe el nivel del agua. En este caso en que no existe volúmen de agua retenida el gasto de salida será igual al de entrada, o sea mayor que en el caso 1a. y, por consiguiente, el umbral de la compuerta en el caso (b) deberá estar a una elevación inferior que la del caso (a) con el objeto de disponer de mayor carga.

Desde luego, para los casos de regulación de avenidas se pueden proponer casos intermedios, como se observa en el caso (c), en donde el NAME se obtiene con las compuertas completamente abiertas.

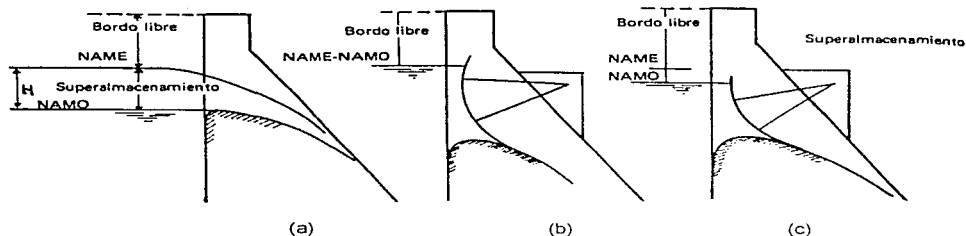


Figura 1.14. Control de un almacenamiento.

Por otra parte, además de tener suficiente capacidad, la obra de excedencias debe ser hidráulica y estructuralmente adecuada y con las descargas localizadas de manera que no erosionen el pie de la cortina u otras estructuras existentes aguas abajo.

Los materiales que formen los revestimientos de la estructura de descarga deben ser resistentes a la erosión y tener un acabado liso, con el fin de que sean capaces de resistir las altas velocidades que frecuentemente se presentan en ellas, así como para evitar fenómenos de cavitación y presiones diferenciales en las caras del revestimiento.

Cuando sea necesario se deberá prever la construcción de algún dispositivo para disipar la energía cinética del agua en el extremo inferior de la descarga.

Otro aspecto importante que se debe considerar en el diseño de una obra de excedencias es la frecuencia con que funcione, es decir el número de veces por año que vaya a trabajar.

Tipos de obras de excedencias.

Vertedores de caída libre.

Los vertedores de caída libre están asociados a cortinas de arco, o de contrafuertes, donde el espesor del concreto y la geometría general no sean favorables para guiar la vena líquida desde la cresta hasta la parte inferior; si la roca de cimentación es resistente a la erosión, el agua se puede dejar caer libremente sin protección; pero en caso contrario se debe prever alguna estructura para disipar la energía cinética del agua y amortiguar el impacto.

Cortinas vertedoras con caída en rápida.

Este tipo de vertedores se localizan en una sección reducida de una cortina de tipo gravedad, sobre la cual se permite el paso de flujo de agua; si la cimentación es erosionable se requerirá la construcción de un tanque disipador de energía.

Vertedores con tiro vertical.

Los vertedores con descarga en tiro vertical tienen una entrada en embudo que conecta a un túnel, en cuyo extremo inferior puede existir deflector o una estructura disipadora de energía. Esta forma de vertedores se adapta a presas con vaso de almacenamiento muy encañonado, gastos relativamente pequeños y en que el agua que fluya a través de ellos esté libre de objetos que puedan obstruirlos.

Vertedores con descarga directa en canal.

Los vertedores con descarga directa en canal generalmente están asociados con cortinas de enrocamiento, tierra y enrocamiento o cortinas de concreto, cuando por alguna causa no conviene que sean vertedoras.

Disipadores de energía.

Tanques amortiguadores.

La función de un tanque amortiguador es la de disipar la energía cinética del flujo supercrítico al pie de la rápida de descarga, antes de que el agua retorne al cauce del río. Todos los diseños de tanques amortiguadores se basan en el principio del salto hidráulico, el cual es la conversión de altas velocidades del flujo a velocidades que no puedan dañar el conducto de aguas abajo. Véase figura 1.15.

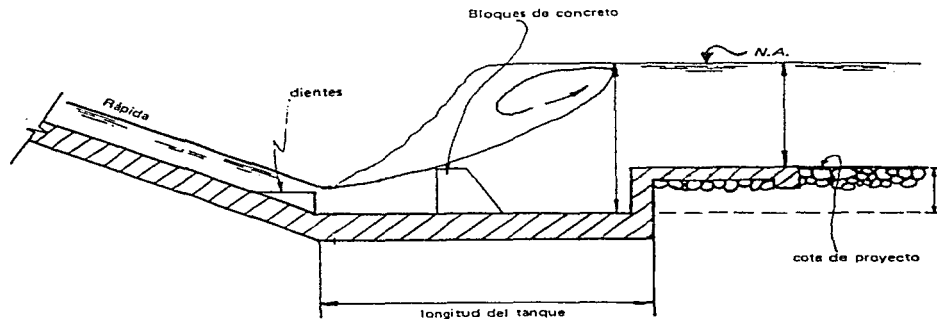


Figura 1.15. Tanque amortiguador.

Sifones.

Los sifones son obras de excedencias que ya no se usan en presas, por su reducida capacidad. Estas estructuras se utilizan como excedencias de canales.

1.2. DESCRIPCION DEL PROYECTO DE OBRAS PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.

La reunión de las diversas obras que tienen por objeto suministrar agua a una población en cantidad suficiente, calidad adecuada, presión necesaria y en forma continua constituye un sistema de abastecimiento de agua potable.

Los sistemas completos de abastecimiento de agua potable, son una consecuencia de gigantescas obras ingenieriles construidas con más o menos dificultades a base de enormes esfuerzos humanos y de elevados costos. Tanto es así, que existe un gran porcentaje de nuestra población que todavía carece de agua o la tiene en forma deficiente.

Un sistema de abastecimiento de agua potable consta de las unidades siguientes:

- fuente de abastecimiento,
- obras de captación,
- conducción,
- potabilización,
- regularización,
- distribución.

1.2.1 Fuentes de abastecimiento.

Las fuentes de abastecimiento son todos los sitios susceptibles de aprovechamiento del agua para el consumo municipal o doméstico. El origen de las fuentes de que se sirve el hombre para su desenvolvimiento cotidiano es el Ciclo Hidrológico, o sea, la circulación del agua durante el transcurso del tiempo a través de distintos medios. Tomando como punto de partida la evaporación del agua en la superficie del océano, el agua en estado gaseoso circula con la atmósfera presentando desplazamientos vertical y horizontal. En la atmósfera se condensa y se precipita nuevamente a la superficie: tres cuartas partes del agua en la Tierra se encuentran en el océano y un poco menos de la cuarta parte en la superficie continental. En el océano y en el continente inicia nuevamente el paso de evaporación y en la superficie continental llena lagos, se infiltra en el terreno y circula dentro de él para aflorar en áreas de menor elevación o hasta volver subterráneamente al mar, se retiene en la vegetación y finalmente escurre superficialmente y forma ríos desembocando en lagos o vasos de almacenamiento artificiales para su regulación a fin de usarla o controlar los caudales de escurrimiento para su uso; de la superficie del terreno se produce la evaporación de agua que transporta la atmósfera junto con la que transpiran los organismos animales y vegetales y el resto vuelve al mar.

Así, gracias al ciclo hidrológico, se encuentran disponibles en la naturaleza las siguientes fuentes de abastecimiento:

- a) Agua superficial,
- b) Agua subterránea,
- c) Agua atmosférica y
- d) Agua salada.

Se recurre a las aguas atmosféricas y a las saladas muy raras veces y solamente cuando no existe otra posibilidad ya sea por escasas o de muy mala calidad las aguas subterráneas y superficiales, o también en ocasiones por factores económicos. En el caso de las aguas atmosféricas, tienen el inconveniente de que se requiere de obras civiles importantes para recolectarlas y almacenarlas en las cantidades requeridas.

Para las aguas saladas, la Ingeniería Sanitaria ha desarrollado nuevas tecnologías que permiten desalarla para ser utilizada como fuente de abastecimiento de agua potable, pero por su alto costo de inversión, operación y mantenimiento, tales tecnologías resultan casi imposibles de realizar.

Por lo tanto, hay dos grandes fuentes de abastecimiento de agua potable: las aguas superficiales y las aguas subterráneas.

Las aguas superficiales incluyen ríos lagos y acuíferos superficiales que no están confinados. Algunas ventajas de las aguas superficiales son su disponibilidad y que están visibles; son fácilmente alcanzadas para el abastecimiento y su contaminación puede ser eliminada con relativa facilidad.

Por otra parte, las aguas superficiales son variables en cantidad y se contaminan fácilmente por descargas de aguas residuales; tienen alta actividad biológica, la cual puede producir sabor y olor aun cuando el agua ya ha sido tratada. Las aguas superficiales pueden tener alta turbiedad y color, lo cual requiere un tratamiento adicional; generalmente tienen mucha materia orgánica la cual forma trihalometanos (conocidos cancerígenos) cuando se utiliza cloro para la desinfección.

Las fuentes subterráneas están mejor protegidas de la contaminación que las fuentes superficiales. La calidad es más uniforme por lo que el tratamiento es consistente y por lo tanto más fácil. El color natural y la materia orgánica son más bajos en las aguas subterráneas que en las superficiales. Es menos probable que las aguas subterráneas tengan sabor y olor, contaminación producida por actividad biológica. Las aguas subterráneas no son corrosivas porque el bajo contenido de oxígeno disuelto en ellas, reduce la posibilidad de que entre en juego la reacción química necesaria a la corrosión. Las ventajas y desventajas de las fuentes de agua potable subterráneas y superficiales se resumen en el cuadro 1.2.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS FUENTES DE AGUA POTABLE SUPERFICIALES Y SUBTERRANEAS			
SUPERFICIALES		SUBTERRANEAS	
VENTAJAS	DESVENTAJAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Disponibilidad	Facilmente contaminadas	Protección	Alto sulfuro de hidrógeno
Visibles	Calidad variable	Bajo color	Alta dureza
Limpiables	Alto color	Baja turbiedad	Relativa inaccesibilidad
Baja dureza	Alta turbiedad	Calidad constante	No limpiables
Bajo sulfuro de hidrógeno	Olor y color biológico	Baja corrosividad	
Bajo fierro y manganeso	Alta concentración de materia orgánica	Bajo contenido de materia orgánica	

Cuadro 1.2 Ventajas y desventajas de las fuentes de agua potable subterráneas y superficiales.

1.2.2. Obras de captación.

Las obras de captación son las obras civiles y equipos electromecánicos que se utilizan para reunir adecuadamente aguas aprovechables. Para el abastecimiento de agua se cuenta principalmente con las aguas fluviales y las subterráneas. Además se utiliza el agua de los manantiales, lagos y embalses.

Captación de aguas superficiales.

Para el diseño de obras de captación superficiales se requiere obtener la siguiente información:

Datos hidrológicos:

- Gastos medio, máximo y mínimo.
- Niveles de agua normal, extraordinario y mínimo.
- Características de la cuenca: erosión y sedimentación.
- Estudio de inundaciones y arrastre de cuerpos flotantes.

Aspectos económicos :

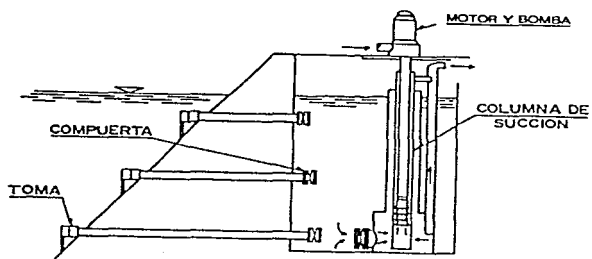
- Generación de alternativas y elección de la más económica que cumpla con los requerimientos técnicos.
- Menores costos de construcción, operación y mantenimiento.
- Costo de las obras de protección.
- Tipo de tenencia del terreno.

Dependiendo de las características hidrológicas de la corriente, las obras de captación pueden agruparse en los tres tipos generales siguientes:

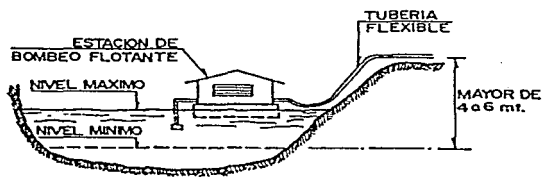
1. Para grandes variaciones en los niveles de la superficie libre.

1. a) Torres para captar el agua a diferentes niveles, en las márgenes o en el punto más profundo del río. Véase figura 1.16a.

1.b) Estaciones de bombeo flotantes. También pueden usarse en lagos o embalses. Véase figura 1.16b.



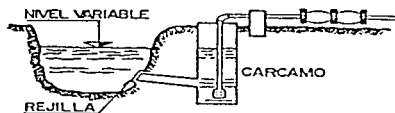
a)



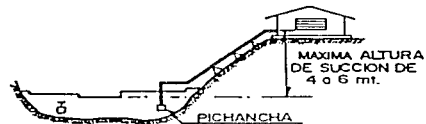
b)

Figura 1.16 Obras de captación para grandes variaciones en los niveles de la superficie libre.

2. Para pequeñas oscilaciones en los niveles de la superficie libre.
- 2.a) Estaciones de bombeo fijas, con toma directa en el río o en un cárcamo. Véase figura 1.17.
- 1.17. 2.b) Canales de derivación con o sin desarenadores.



En un cárcamo.



En un río.

Figura 1.17. Toma directa por bombeo.

3. Para escurrimientos con pequeños tirantes.

- 3.a) Presas derivadoras o diques con toma directa. Véase figura 1.18.
- 3.b) Dique con caja y vertedor lateral. Véase figura 1.19.
- 3.c) Dique con vertedor y caja central. Véase figura 1.20.

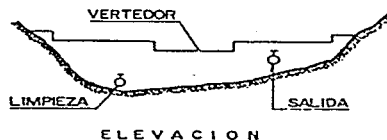
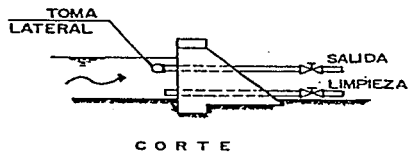


Figura 1.18. Presas derivadoras con toma directa.

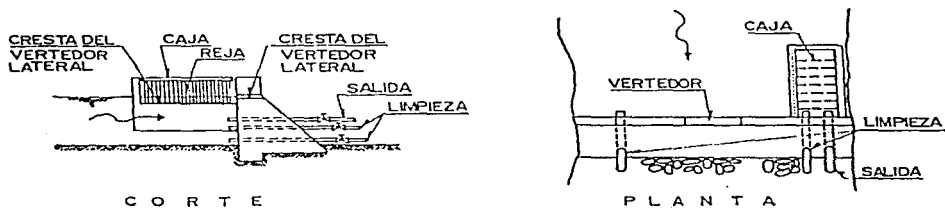


Figura 1.19. Dique con caja y vertedor lateral.

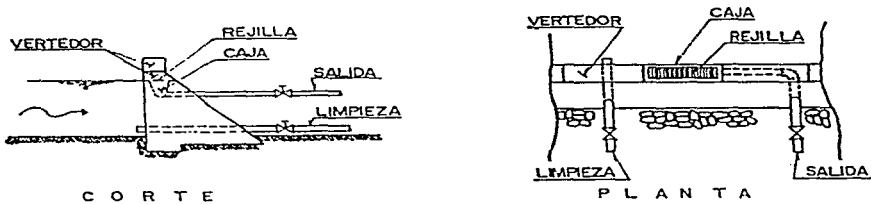


Figura 1.20. Dique con vertedor y caja central.

Obras de captación para agua subterránea.

Las posibles obras de captación para este tipo de agua son:

- a) Cajas de manantial.
- b) Pozos.
- c) Galerías filtrantes.

Manantiales.

Los manantiales pueden ser de filtración, de fisura o tubulares según los intersticios de donde proviene el agua y de gravedad o artesianos según su origen.

La captación se puede hacer mediante cajas cerradas de concreto reforzado o mampostería de piedra o tabique. El agua se debe extraer solamente con una tubería que atraviese la caja y ésta llevar una tapa movable o registro; no se requiere ventilación. Se debe excavar lo suficiente para encontrar las verdaderas salidas de agua, procurando que la entrada del agua a la caja de captación se efectúe lo más profundo posible. Se le debe dotar a la caja de un vertedor de demasías. Figura 1.21.

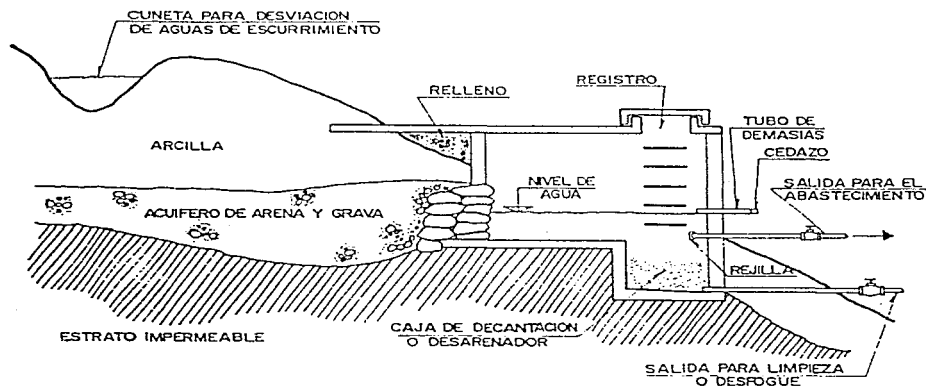


Figura 1.21 Captación de agua proveniente de manantial.

Pozos.

Un pozo es una perforación vertical, en general de forma cilíndrica y de diámetro mucho menor que la profundidad. El agua penetra a lo largo de las paredes creando un flujo de tipo radial. Se acostumbra clasificar a los pozos en "pozos someros" y "profundos". Los pozos hasta 30 metros de profundidad se clasifican como poco profundos y son aquellos que permiten la explotación del agua freática u o subálvea.

Los pozos someros excavados son los practicados con picos y palas; tienen diámetros mínimos de 1.5 metros y no más de 15 metros de profundidad.

Los pozos profundos tienen la ventaja de perforar capas acuíferas profundas y extensas, circunstancias que evitan rápidas fluctuaciones en el nivel de la superficie piezométrica y dan por resultado un rendimiento uniforme y considerable. El agua profunda es adecuada para obtener una buena calidad sanitaria, a menos que esté contaminada por infiltraciones en la capa acuífera. Los inconvenientes son el gran costo de los pozos y el hecho de que el largo recorrido subterráneo del agua puede dar lugar a que disuelva materias minerales que pueden hacerla dura, corrosiva o inadecuada.

Galerías de infiltración.

La galería de infiltración consiste en un tubo perforado o ranurado, rodeado de una capa de gránzón o piedra picada graduada. En los extremos aguas arriba de la galería y a longitud aproximada de 50 metros, normalmente se coloca un pozo de visita. En el extremo aguas abajo se construye una tanquilla o pozo recolector, de donde se conducen las aguas por gravedad o por bombeo hacia el sistema de distribución.

El tubo de recolección es normalmente de concreto o de asbesto cemento. Su diámetro es función del gasto de captación, siendo el mínimo recomendable del orden de 8" a 10". La galería de infiltración se orienta de acuerdo con la dirección predominante del flujo subterráneo.

1.2.3. Conducción.

Se denomina línea de conducción a la parte del sistema constituido por el conjunto de conductos, obras de arte y accesorios destinados a transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento, desde el lugar de la captación hasta un punto que puede ser un tanque de regularización, a un cárcamo para una segunda conducción, o a una planta potabilizadora.

Tuberías utilizadas.

Una tubería se define como el conjunto formado por el tubo y su sistema de unión.

Tuberías de fierro fundido.

Se fabrican en tramos con longitud de 3.6 m y variación de diámetros que van de 7.5 cm (3") a 210 cm (8.4") en cuatro clases distintas según la presión que soporten. Actualmente ya no se emplean con tanta frecuencia, pero se siguen usando las piezas especiales de este material.

Tuberías de concreto.

Las tuberías de concreto pueden ser simples o armadas; las primeras se emplean para aguas sin presión y hasta diámetros de 0.60m; las segundas para diámetros mayores de 0.60m y cuando se conduce agua a presión. El refuerzo puede consistir en varillas de acero colocadas en anillos individuales o corridos. Para altas presiones y con objeto de disminuir al máximo las filtraciones, el refuerzo puede ser un tubo formado por placa de acero. La durabilidad de la tubería de concreto es de unos 75 años. La velocidad recomendada para evitar erosión y grandes pérdidas por fricción, en esta clase de tubos varía de 1.00 a 1.50 m/seg. Las uniones en tuberías de concreto simple son a base de macho y campana, junteadas con mortero. En las tuberías reforzadas, la unión puede ser también a base de macho y campana junteadas con mezclas resistentes.

Tuberías de asbesto-cemento.

El asbesto-cemento ha venido a sustituir en gran parte a los otros materiales por resultar tuberías con costos relativamente bajos, de rápida y fácil colocación y mínima necesidad de conservación, además de presentar la ventaja de poderse cortar y perforar con suma facilidad, no obstante su alta resistencia. Se construyen en longitudes de 4m para diámetros desde 76mm (3") hasta 914mm (36") y en cuatro tipos denominados A-5, A-7, A-10, y A-14 indicando el número la presión de trabajo en kg/cm². La velocidad recomendable varía de 0.60 m/seg hasta 1.50 m/seg. La durabilidad de estas tuberías se estima entre 75 y100 años.

Tuberías de acero.

Este tipo de tubería se recomienda en los casos de conducción de agua a elevadas presiones y para velocidades hasta de 5 a 6 m/seg para lograr diámetros menores y por lo tanto mayor economía. Se fabrican con diámetros desde 114.3mm (4.5") hasta 1219mm (48"). La durabilidad de estas tuberías se estima entre 25 y 50 años. También se emplean, en pequeños tramos, en combinación con tuberías de otros materiales cuando se trata de soportar cargas y esfuerzos interiores y exteriores más elevados, que éstas no puedan soportar.

Tuberías de polietileno

En la actualidad la tubería plástica de policloruro de vinilo (PVC), se esta empleando con grandes ventajas en los sistemas de abastecimiento de agua potable. Las ventajas de las tuberías de polietileno son: su gran flexibilidad, que permite su presentación en roillos; su ligereza facilita su transporte y colocación y no presenta corrosión.

Piezas especiales y dispositivos de control.

Son en general todas aquellas que se utilizan para guiar y controlar en forma eficiente el flujo del agua en las conducciones. Entre éstas se hallan las válvulas, los codos, las reducciones y otras.

Válvulas.

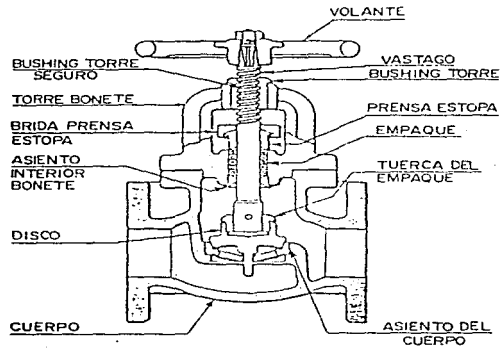
Las válvulas sirven para limitar o interrumpir la circulación del agua. Se pueden clasificar según su mecanismo en válvulas de globo, de compuerta, de mariposa y de check.

Válvulas de globo.

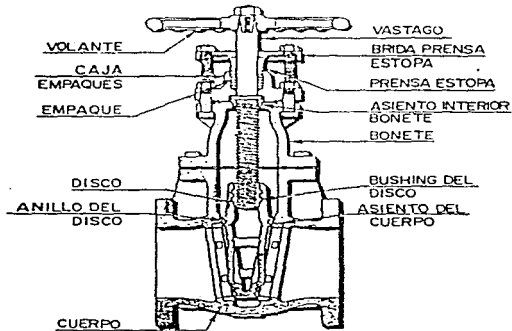
Son voluminosas y presentan una alta resistencia al paso del agua, por lo que se emplean, generalmente, solo en tuberías de pequeños diámetros. Constan de un disco horizontal accionado por un vástago para cerrar o abrir un orificio por el que pasa el agua; este mecanismo se encuentra dentro de una caja de fierro fundido con extremos de brida para los diámetros grandes y de rosca para los pequeños. Ver figura 1.22a.

Válvulas de compuerta.

Se emplea con el objeto de aislar en un momento dado algún elemento o sección del sistema para poder efectuar una reparación, inspección o dar mantenimiento, sin que se interrumpa totalmente el servicio. Presentan grandes ventajas en cuanto al espacio ocupado y la poca resistencia al paso del agua. Ver figura 1.22 b.



a) Válvula de globo.



b) Válvula de compuerta.

Figura 1.22

Válvulas de mariposa.

Las válvulas de mariposa pueden sustituir a las de compuerta cuando se requieren diámetros grandes y para presiones bajas en la línea; tienen la ventaja de ser más ligeras, son de menor tamaño y más baratas. Estas válvulas se operan por medio de una flecha que acciona un disco haciéndolo girar centrado en el cuerpo de la válvula; la operación puede ser manual, semiautomática o automática, mediante dispositivos neumáticos, hidráulicos o eléctricos. El diseño hidrodinámico de esta válvula permite emplearla como reguladora de gasto y en ciertos casos para estrangular la descarga de una bomba. Ver figura 1.23 a.

Válvulas check.

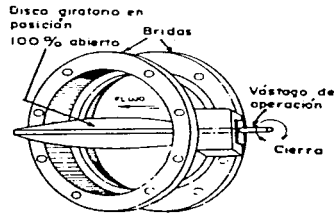
El objeto de las válvulas check consiste en dejar pasar el agua en un solo sentido e impedir que lo haga en el contrario; para ello constan de una placa con charnela o guisa de compuerta y casi equilibrada con su peso para ser movida y quedar abierta, con ayuda del agua que circula en el sentido deseado. Ver figura 1.23 b.

Válvulas eliminadoras de aire.

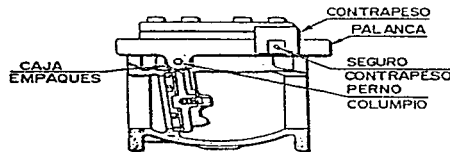
Se instalan válvulas eliminadoras de aire a lo largo de la línea de conducción, pues el aire en las tuberías supone una condición altamente perjudicial y potencialmente peligrosa cualquiera que sea el material que constituye el tubo. Al acumularse en el interior de una conducción, tiende a ocupar los puntos topográficos altos del perfil de la línea y si no se extrae, produce una estrangulación de la sección que puede llegar a interrumpir el flujo del agua. El mayor peligro, sin embargo, está en la posible compresión de este aire y su expulsión súbita así como en una interrupción repentina del flujo que puede multiplicar enormemente la presión de la bolsa de aire acumulado en la tubería traduciéndose en una verdadera explosión con proyección de fragmentos. Ver figura 1.23 c.

Válvulas de alivio.

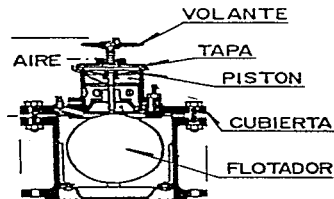
Las válvulas aliviadoras de presión son empleadas para proteger al equipo de bombeo, tuberías y demás elementos en la conexión, contra los cambios bruscos de presión que se producen por el arranque o paro del equipo de bombeo.



a) Válvula de mariposa.



b) Válvula check.



c) Válvula eliminadora de aire.

Figura 1.23 Tipos de válvulas.

Codos.

Para cambios de dirección se colocan los codos, que varían en deflexiones de $22^{\circ}30'$, pero los más comunes son de 45° y 90° . Se fabrican del mismo material que la tubería empleada, aunque para diámetros grandes se colocan normalmente de hierro fundido o acero y extremidades con brida. Ver figura 1.24a.

Cruces y tes.

Una red de distribución, como su nombre lo indica, ésta formada por una línea principal y ramificaciones que se cruzan. En las ramificaciones y cruzamientos se colocan "Tes" y "Cruces", en las que los diámetros pueden ser iguales o diferentes. Ver figura 1.24b y 1.24c.

Reducciones.

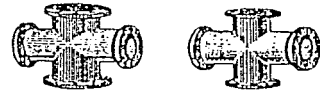
Son piezas de sección troncocónicas que sirven para hacer la unión entre tubos de distinto diámetro.

Junta flexible.

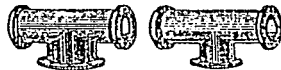
Son recomendadas para absorber algunos movimientos ocasionados por el trabajo de la bomba, así como pequeños deslineamientos producidos durante el montaje del conjunto; también se aprovechan para desconectar con facilidad la unidad de bombeo cuando se requiera. Generalmente son empleadas las juntas Dresser y Gibault. Ver figura 1.24d.



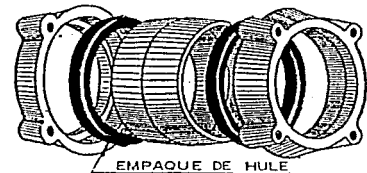
a) Codos.



b) Cruces.



c) Tes.



d) Junta flexible

Figura 1.24 Piezas especiales.

1.2.4. Potabilización.

El término potabilización se refiere a todos aquellos procesos que de una u otra manera sean capaces de alterar favorablemente las condiciones de un agua. El tratamiento no está, en general, constituido por un sólo proceso, sino que será necesario, de acuerdo con las características propias del agua cruda, integrar un "tren de procesos" esto es, una serie de procesos capaz de proporcionar al agua las distintas características de calidad que sean necesarias para hacerla apta para su utilización. Cuando al tratamiento que se le da al agua es con el fin de hacerla apta para la bebida, se le llama potabilización; y planta potabilizadora a la obra de ingeniería civil en la que se construyen las unidades necesarias para producir el agua potable.

Son tres los objetivos principales de una planta potabilizadora; proporcionar agua:

1. Segura para consumo humano
2. Estéticamente aceptable y
3. Económica.

La planta potabilizadora puede ser diseñada para tratar agua cruda de cualquier tipo de fuente. Dependiendo de la calidad del agua cruda y de la calidad final deseada para el agua tratada, serán necesarios uno o más procesos. Una planta de agua potable incluye la siguiente secuencia de pasos o tren de procesos: mezclado, floculación, sedimentación, filtración y desinfección.

Básicamente, la idea del tratamiento es coagular la partículas suspendidas que causan turbiedad, sabor, olor y color para que puedan ser removidas por sedimentación y filtración.

1.2.5 Regularización y almacenamiento.

El almacenamiento es un elemento esencial de cualquier sistema de agua y está adquiriendo mayor importancia al continuar el desarrollo, la ampliación de las zonas de servicio y otros usos que aumentan la demanda de agua.

El término "almacenamiento para distribución", se debe entender que incluye el almacenamiento de agua en el punto de tratamiento, lista para distribución.

Las principales ventajas del almacenamiento para distribución son:

1. Se logra casi igualar las demandas sobre la fuente de abastecimiento, los medios de producción y la línea de conducción y distribución, no necesitando ser tan grandes los tamaños o capacidades de estos elementos de la planta.
2. Se mejoran los gastos y presiones del sistema y se estabilizan mejor para servir a los consumidores en toda la zona de servicios.
3. Se dispone de abastecimiento de reserva en el sistema de distribución para el caso de contingencias tales como el control de incendios y las fallas de la corriente eléctrica.

El tanque de regularización (y de almacenamiento en algunos casos) es la parte del sistema de abastecimiento que permite enviar un gasto constante desde la fuente de abastecimiento y satisfacer las demandas variables de la población. Se acumula agua en el tanque cuando la demanda en la población es menor que el gasto de llegada; el agua acumulada se utilizará cuando la demanda sea mayor.

Cuando además de la regularización se proporciona un volumen adicional para almacenar agua en el tanque, se dispone entonces de una cantidad como reserva con el objeto de no suspender el servicio en caso de desperfectos en la captación o en la conducción, así como satisfacer demandas extraordinarias como es el combate de incendios.

Tipos de tanques y su funcionamiento.

Las principales categorías de los depósitos de almacenamiento son:

- a) Tanques superficiales
- b) Columnas reguladoras y
- c) Tanques elevados.

Tanques superficiales.

Estos depósitos se construyen bajo el nivel del suelo o balanceando cortes y rellenos. Sus paredes pueden construirse con mampostería de piedra o con concreto reforzado, revistiéndolas en ambos casos con gunita o un impermeabilizante integral al concreto. Los tanques deben techarse empleando para ello losas de concreto reforzado armadas en el lugar, o materiales preconstruídos (por ejemplo vigueta y bovedilla). Se proporciona ventilación a los tanques por medio de tubos verticales u horizontales, que atraviesan el techo o la pared, según sea.

La salida de agua se hace por medio de un tubo con colador o malla. Los tubos de demasías se instalan de manera que impidan la entrada de aves, insectos, roedores, etc. Para la limpieza del tanque se coloca un tubo de desagüe en el fondo. Los tanques superficiales se sitúan en una elevación natural en la proximidad de la zona a que servirá de manera que la diferencia de nivel del piso del tanque con respecto al punto más alto por abastecer sea de 15m, y la diferencia de altura entre el nivel del tanque estando lleno y el punto más bajo por abastecer sea de 50m. Ver figura 1.25.

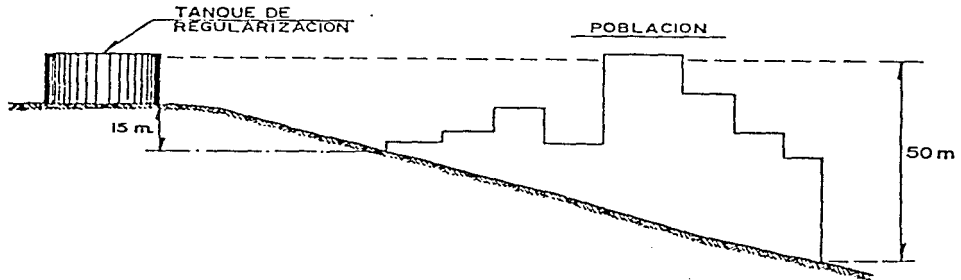


Figura 1.25 Posición del tanque de regularización superficial.

Columnas reguladoras.

Estos depósitos se emplean en donde la construcción de los tanques superficiales no proporcionan suficiente agua. Las columnas consisten de un tanque cilíndrico alto cuyo volumen de almacenamiento incluye una porción superior que es el volumen útil por encontrarse arriba de la tubería de alimentación a la red y un volumen inferior que es de soporte y que proporcionará la carga requerida. Ver figura 1.26. No son económicas columnas de más de 15m de altura.

Las columnas se construyen normalmente de acero o concreto reforzado. El acero es más favorecido, sobre todo en columnas de gran altura, aunque el concreto requiere menores costos de mantenimiento y se adapta mejor a la concepción arquitectónica. El acero se adapta mejor a altas cargas y las fugas en estas estructuras se pueden controlar mejor. Las columnas de acero se deterioran con facilidad, a menos que se pinten regularmente, protegiéndolas contra la erosión.

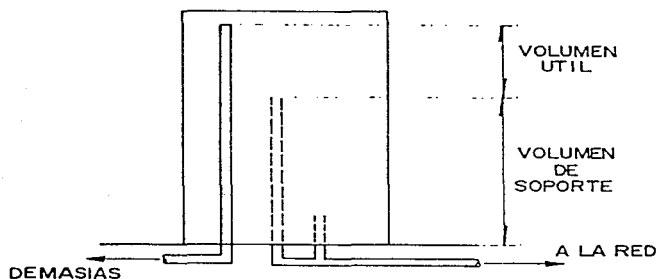


Figura 1.26. Columna reguladora.

Tanques elevados.

Los tanques elevados se emplean cuando no es posible construir un tanque superficial, por no tener en la proximidad de la zona a que servirá, una elevación natural adecuada. El tanque elevado se refiere a la estructura integral que consiste en el tanque, la torre y la tubería elevadora.

Los más comunes se construyen de acero, tanto el tanque como la torre. Las alturas de torre son de 10, 15 ó 20m y la profundidad de los tanques varía entre 6 y 7.5m. para tener un máximo beneficio, los tanques elevados se localizan cerca del centro de uso, pero en grandes áreas se localizan varios tanques en diversos puntos. En la figura 1.27 se ha ubicado el tanque elevado a las afueras de la población.

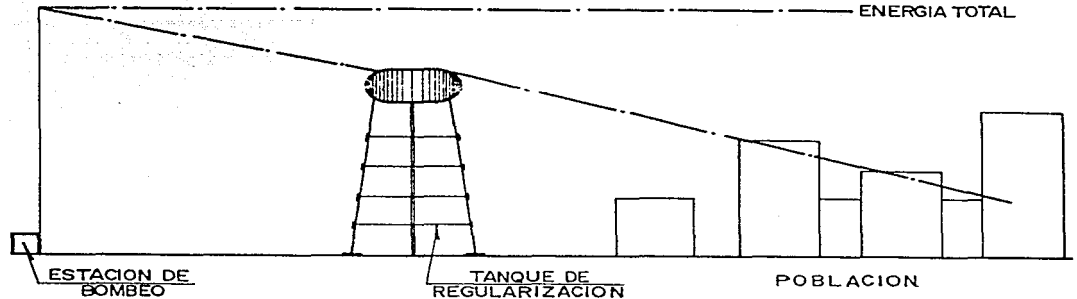


Figura 1.27 Tanque de regularización al extremo de la población.

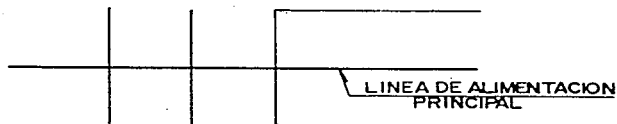
1.2.6. Distribución.

Una vez que disponemos de agua potable en el tanque de regularización, nos hace falta ponerla a disposición de los habitantes, distribuyéndola por toda la población, por medio de la red de distribución. Un adecuado sistema de distribución debe ser capaz de proporcionar agua en cantidad adecuada, estéticamente de calidad satisfactoria y sanitaria, y a la presión suficiente cuándo y dónde se requiera dentro de la zona de servicio.

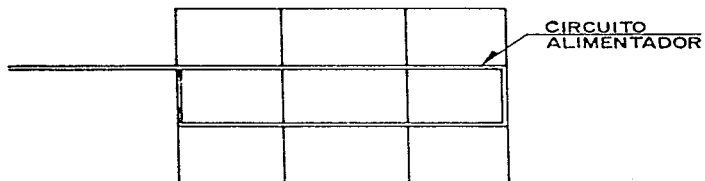
Los sistemas de distribución se clasifican generalmente en malla, sistemas ramificados y sistemas combinados (figura 1.28), la configuración que se de al sistema depende principalmente de la trayectoria de las calles, topografía, grado y tipo de desarrollo del área y localización de las obras de tratamiento y regularización.

Sistema ramificado.

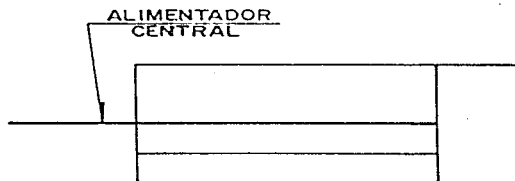
La línea de alimentación o troncal es la principal fuente de suministro de agua, y de esta se derivan todas las ramas. Aunque estos sistemas son simples de diseñar y construir, no son favorecidos en la actualidad por las siguientes razones: 1) en los extremos finales de las ramas se pueden presentar crecimientos bacterianos y sedimentación debido a estancamiento; 2) es difícil que se mantenga una dosis de cloro residual en los extremos muertos de las tuberías; 3) cuando tienen que hacerse reparaciones a una línea individual en algún punto, deben quedar sin servicio las conexiones que se encuentran más allá del punto de reparación hasta que ésta sea efectuada; 4) la presión en los puntos terminales de las ramas puede llegar a ser indeseablemente baja conforme se hacen ampliaciones a la red.



a) Sistema ramificado.



b) Sistema en malla.



c) Sistema combinado

Figura 1.28. Configuraciones del sistema de distribución.

Sistema en malla.

El rasgo distintivo del sistema en malla es que todas las tuberías están interconectadas y no hay terminales o extremos muertos. En estos sistemas el agua puede alcanzar un punto dado desde varias direcciones, superando todas las dificultades del sistema ramificado. La desventaja es que el diseño de estos sistemas es algo más complicado.

Sistema combinado.

De acuerdo con las características de la zona, en algunos casos se hacen ampliaciones a la red de distribución en malla con ramas abiertas, resultando un sistema combinado. Este tipo de sistema, tiene la ventaja de permitir el uso de alimentadores en circuito que suministran agua a una área desde más de una dirección.

Componentes del sistema de distribución.

Tuberías.

Un sistema de distribución está formado por una red de tuberías y a su vez ésta se compone de tuberías de alimentación, principales y secundarias, esta designación depende de la magnitud de su diámetro y de su posición relativa con respecto a la demás tuberías.

a) Líneas de alimentación. Cuando la red trabaja por gravedad, la línea de alimentación parte del tanque de regularización y termina en el lugar donde se hace la primera derivación. En esta línea fluye el total del gasto considerado, por lo tanto resulta la de diámetro mayor; esto sucede cuando se ha de proyectar un solo tanque de regularización. Cuando haya más de uno, habrá tantas líneas de alimentación como tanques se tengan, pero en todo caso, la suma de los gastos que fluye en estas líneas debe ser igual al gasto máximo horario.

Cuando el sistema es por bombeo directo a la red, las líneas de alimentación se originan en las estaciones de bombeo y terminan en la primera inserción. El gasto de diseño de la línea de alimentación para este caso es el gasto máximo diario.

b) Tuberías primarias. En el sistema de malla, son las tuberías que forman los circuitos, localizándose a distancias entre 400 y 600m. En el sistema ramificado es la tubería troncal de donde se sacan las derivaciones. A estas líneas están conectadas las líneas secundarias o de relleno.

c) Tuberías secundarias o de relleno. Una vez localizadas las tuberías de alimentación, a las tuberías restantes para cubrir el área de proyecto se les llama secundarias o de proyecto.

d) Tomas domiciliarias. Es la parte de la red gracias a la cual los habitantes de la población tienen agua en su propio predio.

Válvulas.

Los tipos de válvulas comúnmente usadas en la red de distribución son las de compuerta, de expulsión de aire y de retención. Tres válvulas de compuerta se usan en las tuberías que concurren a cruces y dos válvulas en todas las té. La principal función de estas válvulas es aislar secciones del sistema para reparaciones y mantenimiento. En los puntos bajos de la red para desagüe y en los sitios altos se colocan válvulas de expulsión de aire, las válvulas de retención se usan para limitar el flujo del agua hacia una dirección.

Presiones requeridas y velocidad de flujo en la red.

El buen funcionamiento de un sistema de distribución se juzga con base en las presiones disponibles para un gasto especificado. Las presiones deberán ser lo suficientemente altas para cubrir las necesidades de los usuarios y por otro lado no deberán ser excesivas para no elevar los costos y evitar dañar la red interior de los edificios.

En el proyecto, las presiones resultantes se calculan con relación al nivel de la calle en cada cruce de las tuberías primarias o de circuito. La presión mínima debe ser de 15m de columna de agua y máxima de 50m.

En cuanto a la velocidad de flujo en la red, para diseño se recomienda partir de valores comprendidos entre 1.2 y 1.8 m/seg.

1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE OBRAS PARA ALCANTARILLADO.

El alcantarillado es un sistema de ductos y equipos que tienen como finalidad coleccionar y desalojar en forma segura y eficiente las aguas residuales de una población, solas o en combinación con las aguas pluviales, además de disponerlas adecuadamente y sin peligro para el hombre y el ambiente.

1.3.1 Tipo de sistema.

Para recolectar y disponer de las aguas residuales o pluviales de una población, básicamente se han adoptado los siguientes sistemas:

a) Sistema separado. En este tipo de sistema la red se proyecta para recoger y conducir solamente las aguas residuales que produce una población, o bien se proyecta sólo para conducir y desalojar las aguas de lluvia. Es decir, existen dos redes de tubería para desalojar tanto las aguas residuales como las aguas pluviales en forma separada.

b) Sistema combinado. En este caso el sistema se proyecta para recoger y conducir conjuntamente tanto las aguas residuales como las aguas pluviales. Es útil cuando existe poco espacio para ubicar dos redes con otros conductos subterráneos como gas, agua potable, teléfono y otros.

1.3.2 Principales componentes de un sistema de alcantarillado.

Los elementos que constituyen un sistema de alcantarillado se pueden clasificar en dos grupos: tuberías o conductos y obras o estructuras accesorias.

Tuberías o conductos.

Los conductos que generalmente integran un sistema de alcantarillado son:

a) Atarjeas. Son los conductos de menor diámetro en la red. Colocados generalmente por el eje de la calle, reciben directamente las aguas residuales domiciliarias. Las atarjeas dentro de los predios urbanos o industriales reciben el nombre de albañal.

b) Subcolectores. Los subcolectores son tuberías que captan las aguas recolectadas por las atarjeas. Generalmente los subcolectores son de mayor diámetro que las atarjeas, sin embargo, en un principio pueden tener el mismo diámetro.

c) Colectores. Los colectores captan el agua de los subcolectores y de las atarjeas, por lo cual son de mayor diámetro que el de los subcolectores.

d) Emisor. El emisor es generalmente el conducto al cual ya no se conectan descargas de aguas residuales ni de aguas pluviales, y tiene como objetivo conducir los volúmenes de agua captados por todo el sistema de tuberías, que constituye la red de alcantarillado, hasta el lugar donde se tratarán o se verterán las aguas residuales.

Materiales de las tuberías.

Las tuberías que se utilizan en la actualidad en la construcción de sistemas de alcantarillado se fabrican y venden en forma comercial, es decir, se elaboran bajo condiciones estándar con materiales y diámetros específicos. Entre los factores importantes que hay que tener en cuenta al elegir el material para la construcción de una tubería figuran: la resistencia a la corrosión, la resistencia mecánica, la duración, el peso, la impermeabilidad y el costo.

Las tuberías comerciales más usuales, se construyen de los siguientes materiales:

- a) Tuberías de concreto simple y concreto reforzado.
- b) Tuberías de asbesto-cemento.
- c) Tuberías de plástico (policloruro de vinilo PVC).

Estructuras y obras accesorias.

Las estructuras que generalmente se utilizan en un sistema de alcantarillado son las siguientes:

- a) Pozos de visita.

Estos pozos tienen la finalidad principal de facilitar la inspección y limpieza de los conductos del sistema, así como de permitir la ventilación de los mismos. Se instalan en el comienzo de las atarjeas, en cambios de dirección y de pendiente, para permitir la conexión de otras atarjeas o colectores y cuando haya necesidad de cambiar de diámetro.

Los pozos de visita se clasifican en comunes y especiales.

- Pozos de visita común.

Se utilizan para tuberías de 20cm a 61cm de diámetro siendo su base de 1.20m de diámetro interior como mínimo para permitir el manejo de las barras de limpieza. Ver figura 1.29.

- Pozos de visita especial.

Se utilizan para tuberías de 76cm a 107cm de diámetro siendo el diámetro interior de su base de 1.50 como mínimo. En tuberías de 122cm de diámetro o mayores también se utilizan pozos de visita especiales, pero con un diámetro interior de 2.0m. Ver figura 1.30.

- b) Pozos de caída.

Por razones de carácter topográfico o por tenerse determinadas elevaciones fijas para las plantillas de algunas tuberías, suele presentarse la necesidad de construir estructuras que permitan efectuar en su interior los cambios bruscos de nivel. Los pozos de caída son pozos de visita en los que admite la entrada de agua en la parte superior del pozo y permite el cambio brusco de nivel por medio de una caída, sea libre o conducida por un tubo.

Los pozos de caída se clasifican en:

- Pozos con caída adosada.

Son pozos de visita comunes a los cuales lateralmente se les construye una estructura menor y permiten la caída en tuberías de 20 y 25cm de diámetro con un desnivel hasta de 2.0m. Ver figura 1.29.

- Pozo de caída escalonada.

Son pozos con caída escalonada cuya variación es de 50 en 50cm hasta llegar a 2.50m como máximo. Se emplean en tuberías con diámetros de 91cm a 244cm. Ver figura 1.31.

- Pozos y cajas de unión.

Estas estructuras se emplean para hacer la unión y cambio de dirección horizontal entre subcolectores y colectores con diámetros iguales o mayores de 76cm. Ver figura 1.32.

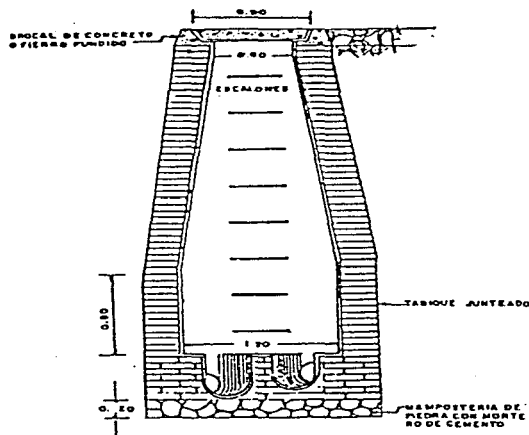


Figura 1.29 Pozo de visita común.

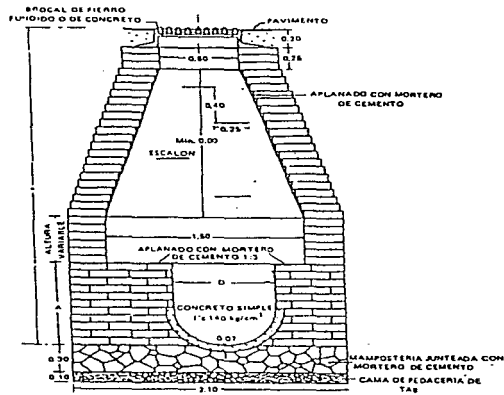


Figura 1.30 Pozo de visita especial.

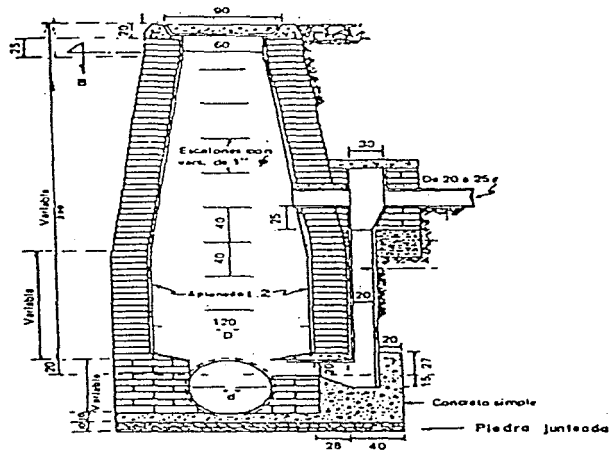


Figura 1.31 Pozo con calda adosada.

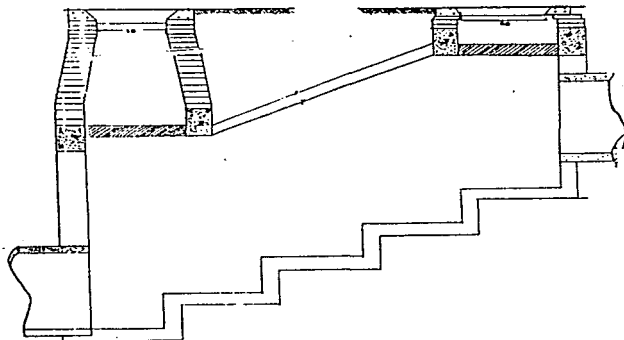


Figura 1.32 Pozo con caída escalonada.

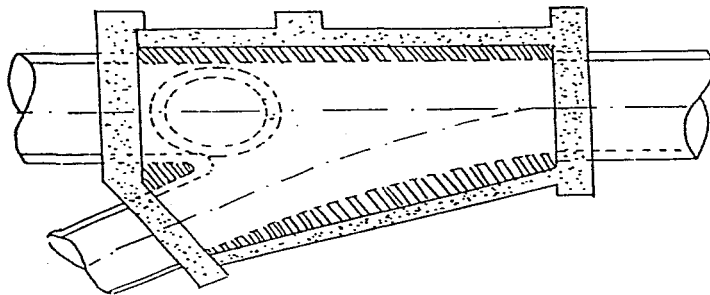


Figura 1.33 Pozos y cajas de unión.

1.3.3 Patrones o modelos de configuración de los sistemas de alcantarillado.

Se denomina patrón o configuración de un sistema de alcantarillado al trazo de las principales tuberías, dependiendo fundamentalmente de la topografía dominante, de él o los sitios de vertido, de la disposición final de las aguas residuales y de la organización en el trazo dominante de las calles principales de la población.

Los patrones más usuales se pueden agrupar en las siguientes clasificaciones:

a) Perpendicular.

En el caso de una comunidad a lo largo de una corriente con el terreno inclinándose suavemente hacia ella, la mejor forma de conducir las aguas residuales se logra colocando tuberías perpendiculares a la corriente y que descarguen a un solo colector cercano a la corriente. Ver figura 1.34.

b) Radial.

En este modelo las aguas residuales fluyen hacia afuera desde la zona central de la localidad hacia las tuberías principales. Ver figura 1.35.

c) Interceptores.

Este tipo de modelo se emplea para recolectar aguas residuales o pluviales en zonas con curvas de nivel más o menos paralelas, sin grandes desniveles y cuyas tuberías principales se prestan para interceptarse por una tubería mayor que es la encargada de transportar las aguas residuales hasta la planta de tratamiento. Ver figura 1.36.

d) Abanico.

Cuando la localidad se encuentra ubicada en un valle se pueden utilizar líneas convergentes hacia una tubería principal localizada en el interior de la localidad originando una sola tubería de descarga. Ver figura 1.37.

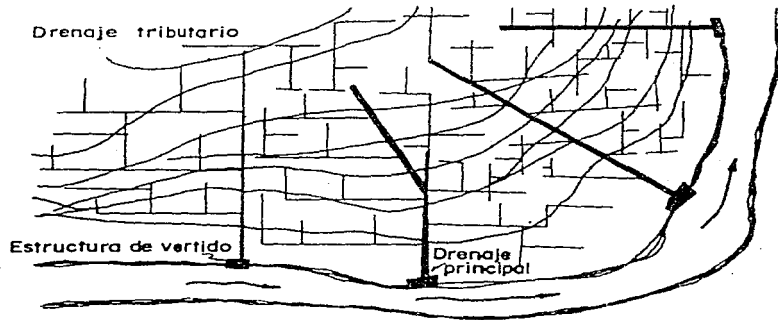


Figura 1.34 Perpendicular.

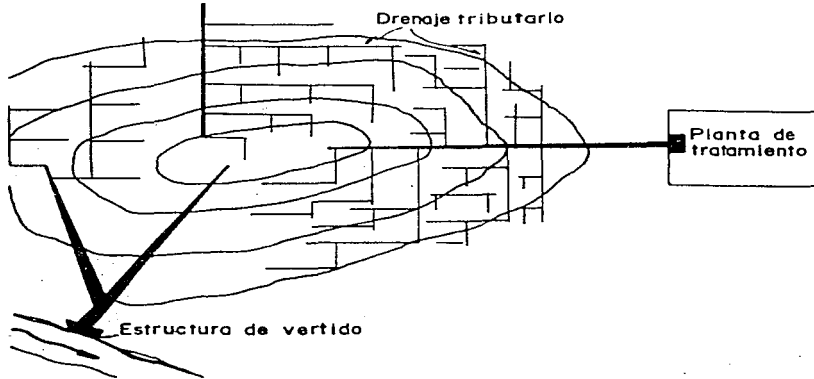


Figura 1.35 Radial.

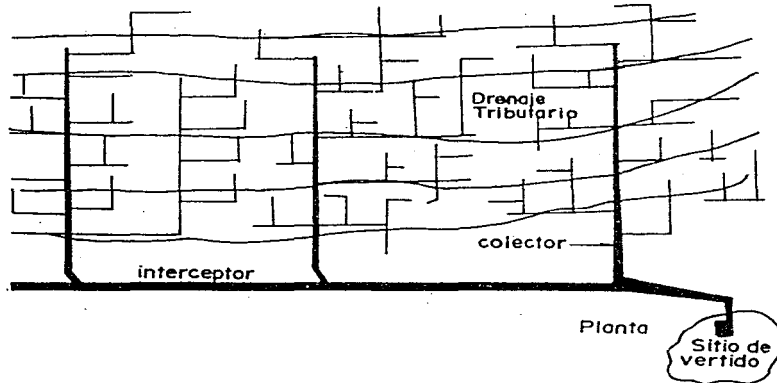


Figura 1.36 Interceptores.

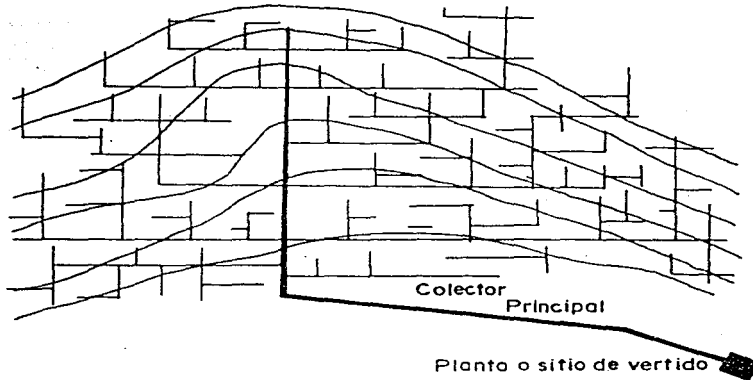


Figura 1.37 Abanico.

Modelos de configuración de atarjeas.

Elegido el patrón que se considere más adecuado para la zona en estudio, el paso siguiente es trazar el sistema de atarjeas o tuberías que coleccionarán las descargas de cada domicilio. El trazo de atarjea generalmente se realiza coincidiendo con el eje longitudinal de cada calle. Cuando las calles no estén bien definidas o alineadas, deberá procurarse que la atarjea quede a igual distancia de cada domicilio.

Los trazos más usuales de atarjeas se pueden agrupar en los siguientes tipos:

a) Trazo en bayoneta.

Se denomina así al trazo que iniciando en una cabeza de atarjea tiene un desarrollo en zigzag o en escalera como se observa en la figura 1.38 con deflexión horizontal o caída vertical en cada cruce de calle o en cada pozo de visita hasta su entronque con el subcolector o colector donde haga su aportación.

b) Trazo en peine.

Es el trazo que se forma cuando existen varias atarjeas con tendencia al paralelismo, empiezan su desarrollo en una cabeza de atarjea, descargando su contenido en una tubería común de mayor diámetro perpendicular a ellas, misma que a su vez descarga en otro conducto mayor. Ver figura 1.39.

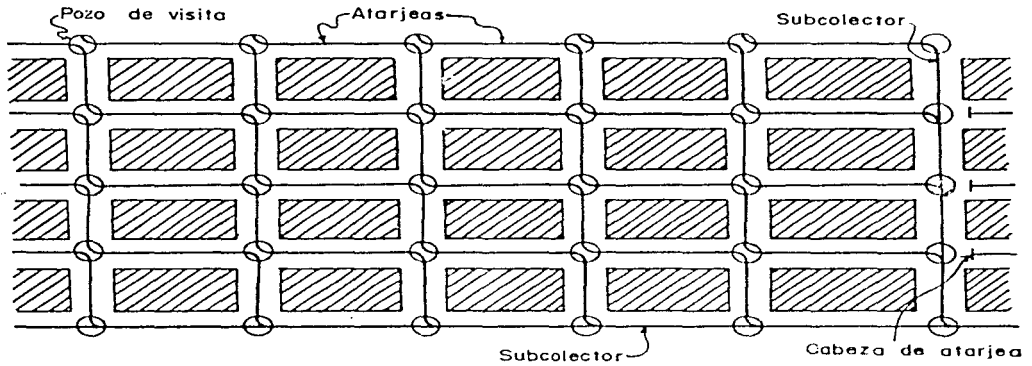


Figura 1.38 Trazo en bayoneta.

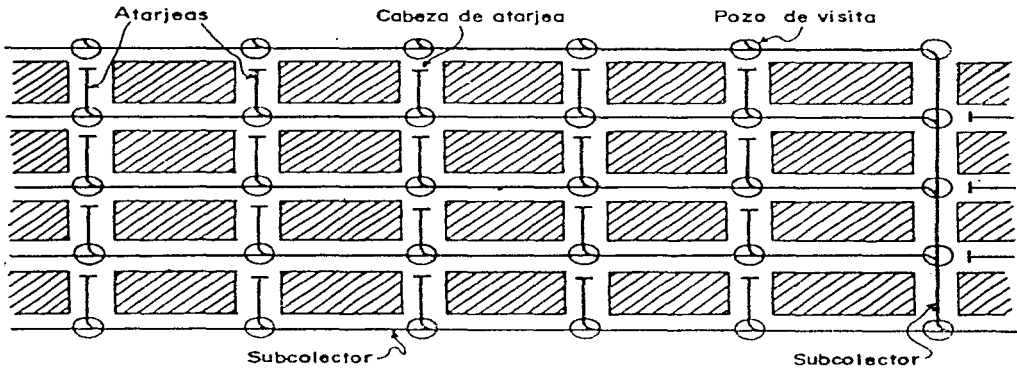


Figura 1.39 Trazo en peine.

1.4 DESCRIPCION DEL PROYECTO DE OBRAS DE IRRIGACION Y DRENAJE.

El riego es la aplicación del agua al suelo para complementar la lluvia deficiente y proporcionar humedad para el crecimiento de las plantas. Aproximadamente una tercera parte de la superficie de la Tierra recibe en un año precipitación suficiente para madurar cosechas alimenticias.

1.4.1 Clasificación de las tierras.

La primera etapa de la planeación de un proyecto para riego consiste en el conocimiento de la capacidad de la tierra para producir cosechas que proporcionen ganancias adecuadas a la inversión que se haga para construir las obras. *Tierra arable* es la tierra que, cuando se prepara en forma adecuada para la agricultura, dará un rendimiento suficiente que justifique su explotación. *Tierra regable* es la tierra arable para la cual hay disponible un abastecimiento de agua. El suelo para ser adecuado a la agricultura de riego, debe tener una capacidad de retención de agua razonablemente alta y debe además tener suficiente penetración a la misma. Sin embargo, la infiltración debe ser suficientemente baja para evitar la pérdida excesiva de agua. Finalmente, el suelo debe tener un abastecimiento adecuado de elementos nutritivos para la planta y estar libre de elementos tóxicos.

1.4.2 Métodos de riego.

Hay cuatro métodos básicos de aplicación del agua de riego a los campos o parcelas de cultivo: inundación, riego por surcos, riego por aspersión y riego subterráneo. Para cada uno de estos métodos de riego básicos hay numerosas subdivisiones.

Riego por inundación.

La inundación libre consiste en poner el agua sobre las pendientes naturales del terreno, sin mucho control o preparación previa. Este método, generalmente, desperdicia agua, y si el terreno natural no está parejo el riego resultante será bastante irregular. *La inundación libre* se utiliza principalmente para los pastizales y campos de pastos nativos en pendientes fuertes donde hay disponible agua en abundancia y los valores de las cosechas no garantizan trabajos de preparación más caros.

La inundación controlada puede hacerse con zanjas o regaderas en las parcelas o lotes o utilizando bordos, represas o cajas. Las inundaciones hechas a partir de las regaderas, con frecuencia son adaptables al terreno que tenga una topografía demasiado irregular para utilizar otros métodos de inundación. Este riego es relativamente barato porque solo exige un mínimo de preparación del terreno y el agua se lleva al campo en regaderas permanentes y se distribuye por él por medio de regaderas más pequeñas espaciadas de acuerdo con la topografía, el suelo y el valor de gasto de agua. El método de inundación con bordos necesita que el terreno se divida en fajas. Las fajas van separadas por bordos de poca altura y el agua se pone en cada una, por medio de una compuerta de cabecera colocada en uno de los lados angostos para que escurra hacia abajo a lo largo de la longitud de la faja. La preparación del terreno para el riego por fajas bordeadas es más cara que para la inundación ordinaria, pero esto puede balancearse por el menor desperdicio de agua debido a la mayor regulación que se tiene con el líquido. La inundación con represas se lleva a cabo metiendo el agua a parcelas relativamente niveladas o en "melgas" rodeadas por bordos. La inundación mediante represas es útil en suelos muy permeables; en este riego cada melga o parcela bordeada se llena con agua a una velocidad moderadamente alta y se deja ahí hasta que el agua se infiltra.

Riego por surcos.

El riego por surcos se realiza al escurrir el agua en pequeños canales denominados surcos, en los cuales el agua se infiltra al mismo tiempo que se mueve en la pendiente.

Uno de los requisitos para usar este método es el de tener en el sentido del riego una pendiente uniforme. En el riego por surcos no se moja la superficie total del suelo, por lo tanto, para obtener un riego eficiente se depende del movimiento del agua en el suelo. También es muy importante el movimiento del agua con respecto al movimiento de las sales solubles, fertilizantes y herbicidas que son acarreados por el agua. El espaciamiento de los surcos dependerá del cultivo, del tipo de maquinaria utilizada y de los patrones de mojado que se obtenga con el movimiento del agua en el suelo.

Riego por aspersión.

El riego por aspersión se usa en casi todos los tipos de suelos, este procedimiento de riego puede ser la única manera de regar en forma satisfactoria donde los suelos tengan una velocidad de infiltración alta, fuertes pendientes, poca profundidad o topografía irregular. El agua no debe ser aplicada con mayor velocidad que aquella con la que el suelo puede absorberla, pero a la vez, esta aplicación deberá ser lo bastante rápida para prevenir pérdidas excesivas por evaporación. El equipo deberá ser capaz de surtir humedad al suelo en una cantidad por lo menos igual al consumo máximo del cultivo. El agua debe aplicarse tan uniformemente como sea posible y la práctica lo permita.

Subirrigación.

En unas cuantas zonas las condiciones del suelo son favorables para la *subirrigación*. Las condiciones necesarias son tener un suelo impermeable en la zona radicular y tener un horizonte impermeable o un nivel freático alto. El agua se entrega al campo en regaderas espaciadas y se deja que se infiltre en el suelo para mantener al nivel freático a una altura tal, de manera que el cordón capilar deje disponible el agua que contiene las plantas. El método de la subirrigación origina pérdidas por evaporación mínimas, así como por desperdicios, y requiere pocas labores de preparación y mano de obra.

1.4.3 Estructuras hidráulicas.

En general, los proyectos de irrigación se clasifican de acuerdo con el método para obtener el agua, en proyectos por gravedad o por bombeo, o por combinación de ambos.

El sistema de distribución de un sistema de riego por gravedad consta de una serie de canales y las estructuras que se requieren para conducir el agua a todos los puntos de la zona regable y que son:

- Canal principal.
- Canales laterales, sublaterales, ramales, subramales y regaderas.

El canal principal es el que domina toda el área regable y abastece al sistema de canales laterales. Los laterales son los que dominan las divisiones principales del área regable y abastecen a los sublaterales. Los sublaterales son necesarios para ramificar un lateral en dos o más canales. Los ramales son abastecidos por los sublaterales y a su vez abastecen a las regaderas. En algunas zonas de riego aún es necesario subdividir los ramales, y en estos casos se construyen los subramales antes de llegar a las regaderas, que en todos los casos son las últimas ramificaciones de la red de distribución.

Los canales principales deben conducir el agua por las partes más elevadas y los laterales y sublaterales deben conducir el agua a las diversas partes de la zona aprovechando también las partes elevadas.

En todos los proyectos de irrigación en que las condiciones naturales de drenaje sean inadecuadas para permitir una rápida eliminación de agua sobrante se debe suministrar un sistema de drenaje eficiente. El agua sobrante puede incluir residuos de pesticidas y fertilizantes, escurrimiento de agua de lluvias o exceso de infiltración durante el riego o lluvia. Es esencial un adecuado sistema de drenaje en las áreas irrigadas, con el fin de obtener una continua y provechosa producción de cultivos.

En la mayoría de los proyectos de irrigación se puede asegurar un sistema adecuado de drenaje excavando zanjas a lo largo de localizaciones convenientes. Las dimensiones, las pendientes y el espaciamiento de los drenes principales, así como los drenes laterales o colectores, se deben escoger adaptándose a la topografía local, las características del suelo y los gastos probables.

1.5 DESCRIPCION DEL PROYECTO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE.

Cuando el agua no cumple con los requisitos establecidos para ser potable y existe la necesidad de emplearla para usos municipales, se recurre a un proceso que la transforma, el cual se denomina potabilización.

La potabilización se lleva a cabo empleando una serie de instalaciones, a cuyo conjunto se le da el nombre de planta potabilizadora; consta además de uno o varios edificios para alojar oficinas, laboratorios, almacenes y equipo de dosificación.

Los procesos que se llevan a cabo en una planta potabilizadora son generalmente:

- Aireación
- Mezclado
- Floculación
- Sedimentación
- Filtración
- Desinfección

Por medio de los pasos anteriormente citados, se logra eliminar olores, sabores, colores, turbiedad y microorganismos entre los cuales se hallan los patógenos. En algunos casos se agregan otros procesos o unidades, como por ejemplo ablandamiento, fluoración, etc.

Las plantas potabilizadoras pueden localizarse, dentro de un sistema completo de abastecimiento de agua, en el tramo comprendido entre las obras de captación y el tanque de regularización.

1.5.1 Aireación.

Es el contacto íntimo entre el agua y la atmósfera, se considera esencialmente como una acción física o mecánica, por la cual las materias indeseables se eliminan del agua y se sustituyen por el oxígeno u otros gases del aire.

La aireación del agua tiene varias aplicaciones útiles. Elimina fácilmente el ácido sulfhídrico y parcialmente los olores originados por los gases, debidos a la descomposición orgánica. Se puede eliminar el simple olor a cloro, pero los olores debidos a las combinaciones entre el cloro y la materia orgánica sólo se eliminan levemente. También se elimina el anhídrido carbónico y de este modo se disminuye hasta cierto punto la corrosividad. Se emplea para la eliminación del hierro y del manganeso, en cuyo caso el oxígeno liberado del aire se combina químicamente con los bicarbonatos de estos metales para oxidarlos y precipitarlos.

La aireación se efectúa en unidades de diversos tipos denominados aireadores y que según la forma de su funcionamiento pueden dividirse en:

- Aireadores por inyección de aire
- Aireadores por gravedad
- Aireadores por presión.

1.5.2 Mezclado.

Para eliminar la turbiedad, bacterias, compuestos oxidados de fierro y manganeso y coloides del agua, se le agregan al agua ciertas sustancias químicas para dejarla rápidamente cristalina.

Estas sustancias llamadas coagulantes por formar grumos con las partículas suspendidas en el agua, necesitan para su acción, de una distribución uniforme y rápida que se lleva a cabo en tanques que reciben por esto el nombre de mezcladores.

La coagulación comienza en el mismo instante en que se agregan los coagulantes al agua y dura solamente fracciones de segundo. Básicamente consiste en una serie de reacciones físicas y químicas, entre los coagulantes, la superficie de las partículas, la alcalinidad del agua y el agua misma.

1.5.3 Floculación.

Inmediatamente después del mezclado, el agua pasa a los tanques floculadores en los que terminan las reacciones químicas que se iniciaron en el mezclado para dar lugar a la formación de flocúlos, los cuales se consideran correctos cuando tienen el tamaño de una cabeza de alfiler, activándose así la sedimentación por aumentar la velocidad de asentamiento de las partículas pequeñas que se adhieren a éstos.

Existen dos tipos de floculadores: los mecánicos y los hidráulicos. Los floculadores mecánicos permiten tener más control sobre el proceso que los floculadores hidráulicos, pero requieren más mantenimiento. La floculación y la sedimentación se pueden combinar en una sola unidad.

1.5.4 Sedimentación.

Una vez floculada el agua, el problema radica en separar los sólidos del líquido, o sea las partículas coaguladas, del medio en el cual están suspendidas. Esto se puede conseguir dejando sedimentar el agua o filtrándola, o ejecutando ambos procesos consecutivamente.

La sedimentación se lleva a cabo en tanques que permiten el asentamiento de los flocúlos formados por los coagulantes. La sedimentación realiza la separación de los sólidos más densos que el agua y que tienen una velocidad de caída tal que puedan llegar al fondo del tanque sedimentador en un tiempo económicamente aceptable.

Los sedimentadores según su carga superficial pueden clasificarse en dos tipos: de baja velocidad de separación y de alta velocidad de separación. Los primeros pueden ser de flujo horizontal y de flujo vertical o manto de lodos. Los segundos pueden ser de pantallas o celdas.

1.5.5 Filtración.

El objetivo básico de la filtración es separar aquellos sólidos que tienen una densidad muy cercana a la del agua y que no han quedado retenidos en los procesos de coagulación y sedimentación. En consecuencia, el trabajo que los filtros desempeñan, depende directamente de la mayor o menor eficiencia de los procesos preparatorios.

La filtración puede efectuarse en muchas formas distintas: con baja carga superficial (filtros lentos), o con alta carga superficial (filtros rápidos), en medios porosos (pastas arcillosas, papel de filtro) o en medios granulares (arena, antracita, granate o combinados), con flujo ascendente o descendente y mixto. Por último, el filtro puede trabajar a presión o por gravedad.

1.5.6 Desinfección.

Debido a lo pequeño de muchos microorganismos, no es posible garantizar que su remoción sea completa con los tratamientos de coagulación o filtrado. Por esa razón, es necesario efectuar una desinfección para asegurar la eliminación de microorganismos dañinos presentes en las aguas potables.

El cloro, en sus diversas formas, se emplea casi universalmente como agente desinfectante del agua porque:

- Se obtiene fácilmente como gas, líquido o polvo.
- Es barato.
- Es fácil de aplicar.
- Deja un residuo en solución que no es dañino para el hombre y protege el sistema de distribución.
- Es tóxico para la mayoría de los microorganismos, ya que detiene las actividades metabólicas.

Tiene algunas desventajas como el ser un gas venenoso que requiere un manejo cuidadoso y puede causar problemas de sabor y olor.

1.6 DESCRIPCION DEL PROYECTO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL.

Las aguas residuales son aquellas que resultan de haber utilizado el agua potable o de primer uso a las cuales se agrega: sustancias, materiales, elementos, energía o cualquier otro componente no incluido en su estado original y que produce cambios en sus características físicas, químicas y biológicas.

La remoción de materiales de desecho que contienen las aguas residuales se logran por medio de un adecuado tratamiento en obras de ingeniería construidas especialmente para tal objeto, alejadas de las comunidades y que se denominan plantas de tratamiento.

Existen un gran número de procesos de tratamiento cuya aplicación dependerá del grado de calidad que se requiera dar al agua residual para su disposición final. También están en función de la clasificación del cuerpo receptor y de los parámetros de calidad del agua establecidos.

Los distintos procesos de tratamiento se dividen en:

- Físicos o primarios.
- Biológicos o secundarios.
- Químicos o terciarios.

1.6.1 Físicos o primarios.

Se refieren a los métodos que nos permiten eliminar la materia sólida flotante y parte de la suspendida, por medio de dispositivos que interceptan el paso de aguas residuales. Tales dispositivos pueden ser :

- Rejillas
- Desarenadores
- Tanques de sedimentación simple
- Fosas sépticas
- Tanques Imhoff

Rejillas.

Mediante las rejillas se intenta interceptar solamente los sólidos flotantes gruesos. Un tipo común de rejillas se forma separando varillas de metal anticorrosivo a cada 25 a 50 mm. A menudo estas están inclinadas unos cuantos grados respecto a la vertical.

Desarenadores.

Un desarenador sirve para eliminar la gravilla y la arena contenido en el agua residual y tan sólo una mínima proporción de los sólidos orgánicos en suspensión. El tiempo de retención en el desarenador debe ser lo suficientemente largo para permitir que una partícula de 0.2 mm sedimente desde la superficie hasta el fondo, el ámbito está entre 45 a 90 seg.

Tanques de sedimentación simple

El término tanque de sedimentación simple se aplica a aquellos en los que el proceso no se facilita mediante coagulantes y los lodos no se retienen para su digestión. Los tanques de este tipo se pueden construir con dispositivo mecánico para la eliminación continua del lodo.

Fosa séptica .

Las fosas sépticas son tanques en los que se impide la ventilación del agua para que se active la vida de las bacterias anaerobias cuya acción se efectúa en un medio de putrefacción (séptico). Se emplean para pequeños caudales, como los provenientes de casas, escuelas y hoteles en forma individual. No son aconsejables para uso municipal.

Tanques Imhoff.

En un tanque Imhoff toman lugar la sedimentación y almacenamiento de los lodos, así como su digestión. Constan de dos cámaras: una superior por donde circula el agua y otra inferior por la que pasan los sólidos. Los tanques Imhoff no utilizan equipo mecánico, pero necesitan atención y mantenimiento.

1.6.2 Biológicos o secundarios

Este tratamiento recibe las aguas procedentes del proceso primario y se utiliza para la remoción o estabilización de la materia putrescible en suspensión y en solución que contengan las aguas residuales.

El tratamiento biológico depende principalmente de los organismos aerobios y anaerobios para la descomposición de la materia orgánica hasta transformarlos en sólidos inorgánicos.

Los dispositivos que se utilizan para el tratamiento biológico o secundario pueden ser las siguientes:

- Filtros intermitentes
- Filtros rociadores
- Lodos activados
- Lagunas de estabilización.

Filtros intermitentes.

El filtro intermitente consta de una capa natural o artificial de arena u otro material granular, por la cual se hace pasar en forma intermitente el agua residual para su filtrado. Tiene las siguientes ventajas: 1) necesitan poca altura. 2) su funcionamiento es sencillo y el equipo mecánico que necesitan no tiene complicación. 3) el efluente es de excelente calidad. 4) no existen problemas con los insectos, y las molestias debidas a los olores son insignificantes.

Filtros rociadores.

Los filtros rociadores están constituidos por un lecho de piedra machacada, grava o escoria de tamaño relativamente grande, sobre cuya superficie se aplican las aguas residuales por medio de rociadores. El agua residual forma una película fina sobre las superficies del medio filtrante cubierto previamente por una película gelatinosa. La película esta constituida por hongos, algas y bacterias. La concentración de la materia orgánica en la película explica porqué las aguas residuales quedan adecuadamente tratadas.

Lodos activados.

Si se airea un agua residual, mecánicamente o por medio de aire a presión, mezclándose lodo previamente aireado, y el líquido mezclado y aireado se deja sedimentar, se encontrará que se habrá conseguido mucho más que con sólo la aireación. El lodo, que es ligero y flocoento, sirve de vehículo para las bacterias aerobias que oxidan la materia orgánica y con la agitación que se provoca hace la mezcla de las bacterias con la materia suspendida y coloidal; las bacterias al buscar su alimento forman floculos que por aumentar de diámetro y peso, se sedimentan fácilmente en otros tanques favoreciendo así la operación.

Este proceso recibe el nombre de "lodos activados" porque parte de los sedimentos se regresan a las aguas residuales que apenas van a iniciar su aireación para "activar" la formación de los floculos.

Lagunas de estabilización.

Otro proceso biológico para lograr la oxigenación de las aguas residuales consiste en el aprovechamiento de la acción de los rayos solares, para mantener la vida de algas microscópicas y macroscópicas, pues la acción fotosintética de estos vegetales efectúa la oxigenación de las aguas. Se realiza en tanques formados en terreno natural que reciben el nombre de "lagunas de oxidación o estabilización".

Las lagunas de estabilización deben proyectarse para zonas con tiempos prolongados de soleamiento, es decir, con temporadas cortas de nublados. Con el objeto de que la iluminación del sol incremente la vida vegetal, el espesor del agua deberá fluctuar entre 1.0 y 2.0 m. el volumen es el correspondiente para un tiempo de retención de 30 días o a veces más.

1.6.3 Químicos o terciarios.

Aunque una planta convencional de tratamiento de agua residual que incorpore los procesos de sedimentación primaria, oxidación biológica y sedimentación final puede producir un efluente aceptable; la producción confiable de un efluente significativamente mejor requiere alguna forma de tratamiento terciario.

El tratamiento químico se aplica solamente a ciertas aguas que contienen sólidos finamente divididos y que no responden a la sedimentación gravitacional. Se emplean para neutralizar desperdicios ácidos o alcalinos y cuando hay necesidad de romper emulsiones de aceites.

Para el tratamiento químico o terciario existen los siguientes procedimientos:

- Microfiltración
- Osmosis inversa
- Intercambio iónico.

Microfiltración.

Se han utilizado los microfiltros para el tratamiento terciario que tienen como ventaja su tamaño pequeño y que se pueden colocar fácilmente bajo techo. Las remociones de los sólidos en suspensión depende de la trama del tejido que se use y de las características de filtrabilidad de la materia suspendida.

Osmosis inversa.

La ósmosis inversa depende del fenómeno de ósmosis en el cual ciertos tipos de membrana permiten el paso de agua dulce al mismo tiempo que evitan o restringen el movimiento de materias solubles. La membrana semipermeable actúa como una barrera entre una solución con sal y el agua dulce, el solvente (el agua) pasará a través de la membrana para igualar la concentración de sal en ambos lados.

Se puede visualizar el proceso como una forma de hiperfiltrado en el cual las moléculas de agua son lo suficientemente pequeñas para pasar a través de los poros de la membrana, lo que no pueden hacer las moléculas más grandes.

Intercambio iónico.

Ciertos materiales naturales, especialmente zeolitas y las arenas verdes, tienen la propiedad de intercambiar un ión en su estructura por otro en solución. Las aguas residuales de origen industrial, como los efluentes del terminado de metales, se pueden tratar con un intercambio iónico como una alternativa a los métodos de precipitación; sin embargo, el uso más común del intercambio iónico es en el ablandamiento de agua o desmineralización en el caso de aguas para calentadores, donde es esencial la alta pureza del agua.

CAPITULO 2.

PRESENTACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR LAS OBRAS DE USO Y MANEJO DEL AGUA.

Con el aumento de la población y de sus necesidades se han explotado recursos naturales que proveen las materias primas necesarias para el desarrollo. El agua es un recurso natural renovable de vital importancia y por ello se trata de aprovecharla con eficiencia mediante la construcción de obras que permitan su disponibilidad suficiente.

Con las obras de uso y manejo del agua se persigue aprovechar el agua, pero la distribución del agua no coincide con la ubicación de los centros urbanos e industriales que requieren grandes cantidades de agua, por lo que hay la necesidad de construir obras que satisfagan dichas demandas. Aunque se busca producir acciones positivas, en ocasiones se generan daños y degradación del ambiente con lo que se corre el peligro de provocar desequilibrios ecológicos. En algunos casos, los daños producidos limitan las actividades y afectan la salud humana, pero existen, además posibles impactos cuya importancia futura no es predecible.

Debido a que los ambientes naturales fluctúan con el tiempo, es difícil distinguir los cambios causados por el hombre. La construcción de una obra de ingeniería, como lo son las obras de uso y manejo del agua, puede modificar el ambiente físico de muchas maneras, pero es necesario comprender las condiciones que se tendrían de no construirse la obra.

En el presente capítulo se presentan los impactos más relevantes que las obras de uso y manejo del agua ocasionan al ambiente.

2.1 PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR EL PROYECTO DE PRESAS.

2.1.1 Impactos ambientales en etapa de preparación del sitio y construcción.

Al seleccionar la ubicación del proyecto, sobrevienen fenómenos como la especulación de la tierra que cambia su valor, además de protestas de la comunidad que debe modificar su forma de vida ante el necesario cambio de residencia. La construcción de la presa Cerro de Oro en Oaxaca, constituye un buen ejemplo de estas alteraciones. No se logró la reubicación total de los poblados afectados, los cuales decidieron quedarse en las margenes del embalse y los que se asentaron en Veracruz han sufrido fricciones con los grupos ya existentes, ya que estos se sienten invadidos y relegados por contar con menos servicios que los nuevos pobladores.

También se tiene el caso de si el área a inundarse alberga poblados con gentes dedicadas en su mayoría a actividades agrícolas o ganaderas, por lo que se verán obligadas a perder por algún tiempo su sustento económico.

Si en la ubicación del proyecto no existen vías de acceso, habrá la necesidad de construir caminos y líneas de transmisión de energía eléctrica. Así como la instalación de servicios sanitarios.

También se puede mencionar el desmonte, el despalme y el movimiento de tierras que implica la nivelación del terreno para el desplante de estructuras.

2.1.2 Impactos ambientales en etapa de operación y mantenimiento.

Durante la construcción de una presa, los efectos que ocasiona en su entorno se pueden mencionar los siguientes: alteración de las condiciones climatológicas del lugar, cambios en los gastos de las corrientes, disminución de la superficie del suelo susceptible de cultivo, alteración del nivel freático natural, sismicidad inducida por el embalse e impactos sobre la calidad de las aguas. Estos impactos se pueden considerar como impactos físicos.

Los cambios producidos por el embalse en las condiciones climatológicas se limitan a las zonas colindantes y está en función de las condiciones topográficas y meteorológicas del sitio. Estos cambios se deben directamente a la existencia de una gran masa de agua almacenada que antes no estaba allí y que hace que se incremente tanto la humedad relativa como la evaporación.

Los efectos del embalse sobre el clima local producen así mismo condiciones físicas que mejoran el hábitat para algunas especies de plantas, insectos, aves y mamíferos, aunque también produce condiciones propicias para el desarrollo de ciertos microorganismos que pueden ser perjudiciales al hombre.

Una de las características esenciales del establecimiento de un embalse es el cambio en el régimen hidráulico de la corriente, esto es, en los patrones anuales del gasto y por consecuencia, en la velocidad de la corriente.

Estos cambios se reflejan directamente en las variaciones de nivel sobre todo aguas abajo de la presa, dependiendo de la llegada de la época de avenidas o de la época de sequías.

No obstante el impacto negativo debido a la variación del flujo de la corriente sobre los organismos también produce impactos positivos sobre el medio:

- La regularización del flujo hace que se impidan inundaciones aguas abajo de la presa.
- Se evitará que los cauces se erosionen debido a las variaciones de los regímenes.

De los impactos negativos que un embalse produce en la cubierta vegetal de los alrededores, se pueden mencionar:

En primer lugar desde el llenado del embalse se pueden producir pérdidas de suelos que antes tenían diversos usos y con grandes beneficios para el área circundante. Si estos suelos inundados no son fértiles, las pérdidas en realidad no son de mucha consideración, pero si lo son, se estará perdiendo una superficie muy valiosa.

La importancia de la pérdida de las tierras, depende de la densidad de población y de la disponibilidad de tierras cultivables en otras zonas del país; esa disponibilidad de tierras es lo que determina la posibilidad de reubicar a las poblaciones desplazadas en nuevas zonas agrícolas y recuperar entonces la producción agrícola perdida.

Un efecto más de los embalses en el ambiente físico es su condición de ser agente provocador de sismos en sus alrededores. No puede saberse, a partir de un volumen mínimo de agua embalsada, si va a producirse o no un sismo.

Cuando la población reubicada se establece cerca del embalse por lo general hacen el vertido de las aguas residuales al embalse dicha agua presenta nutrientes los cuales producen la eutroficación en el embalse.

Como consecuencia de la eutroficación, se presentan los siguientes problemas en los embalses:

- Se impide la utilización recreativa de los embalses debido al exceso de turbidez, color y olor.
- Se dificulta la supervivencia de peces valiosos.
- Propicia el desenvolvimiento de vegetales acuáticos superiores y larvas de insectos perjudicando el embalse desde un punto de vista estético.
- Se produce una excesiva proliferación de algas que transfieren sabores y olores indeseables a las aguas utilizadas para abastecimiento.

Como consecuencia de la actividad del viento y la radiación solar, la evaporación provoca una pérdida de agua bastante significativa. Debido a la evaporación y dependiendo del área superficial y del balance hidrológico del embalse (gastos de entrada y de salida, precipitación, evaporación, percolación e infiltración) puede ocurrir un aumento de salinidad en las aguas bastante significativo.

Un aumento de sales en solución puede volver el agua inapropiada para consumo humano y para la irrigación de plantas y hortalizas.

En la etapa de operación y mantenimiento, también se ven afectadas la flora y la fauna las cuales están dentro de los impactos biológicos.

Las áreas inundadas por los embalses, contienen cada una diferentes tipos de vegetación, dependiendo de su localización geográfica, su altitud y el clima. En términos generales, se puede encontrar que en tales áreas la vegetación puede ser escasa, abundante y variada o que se trate de un bosque.

El primer caso, de las tierras con vegetación escasa, sería propio de zonas áridas o semi-áridas y resulta el caso más favorable. La transformación del producto vegetal terrestre al acuático, no es tan drástico si se toma como base la cantidad.

El caso siguiente puede referirse tanto a la vegetación silvestre como a tierras de cultivo. Ambos casos representan pérdidas considerables tanto para el ecosistema en sí como para el propio interés humano. Si el sitio a inundar posee tierras aptas para el cultivo o tierras que ya se estaban cultivando, habrá que determinar si la producción de alimentos no se verá afectada con la inundación.

El último caso es el más importante y es el del bosque tanto inundado como el talado y que dará lugar al embalse o a zonas de cultivo tecnificado. El bosque actúa sobre el suelo de dos modos, como formador y como protector. Las hojas y las ramas al caer y al descomponerse forman el humus. El bosque puede considerarse un poderoso productor de la materia viva indispensable para la fotosíntesis. Ante todo protege al suelo contra la erosión por el viento y el agua.

Los animales representan una pequeña proporción dentro de la biomasa total del ecosistema y consumen una pequeña parte de la producción neta viva disponible del sistema. Esto podría indicar que su papel dentro del flujo energético y en el ciclo de los minerales es mínimo, sin embargo, su papel es primordial en una variedad de funciones como el control de los procesos de polinización, fructificación y floración, descomposición de hojarasca y consumo de plantas verdes.

Para un análisis de los efectos que produce una presa en la fauna, hay que distinguir el sitio y el momento del efecto, su importancia y lo que ello significa en las poblaciones terrestres, acuáticas y aéreas.

La inundación de áreas extensas puede provocar migraciones, mortalidad y posiblemente crecimientos aumentados en los vertebrados terrestres, pero, si bien es cierto que en la inundación perecen muchos animales, cantidades apreciables logran sobrevivir por medios propios o ayudados por acciones humanas. Si tales animales son llevados a ambientes similares a los anteriores, entonces logran sobrevivir y así, las molestias ocasionadas por la presa son temporales.

Se considera que uno de los efectos más importantes producidos en la fauna mayor es la creación de una barrera en el camino de circulación entre ambos márgenes, lo cual es de gran importancia para las especies que emigran o que tienen su hábitat distribuido a un lado u otro del cauce.

En términos generales, puede suponerse que la construcción, operación y mantenimiento de las presas traen consigo una elevación del nivel de vida para aquellos que viven en sus alrededores. Se construyen centros de salud, escuelas, servicios públicos tales como correo, teléfono, etc. de tal manera que se introducen en el nuevo poblado todas aquellas comodidades que se gozan en las grandes ciudades. La práctica de la agricultura que se realizaba antes de la construcción de la presa puede compensarse con la pesca, ya que los habitantes de los alrededores pueden dedicarse de lleno a la actividad, o bien pueden trabajar en empacadoras de pescado. Siempre y cuando se capacite a las personas en el arte de la pesca.

El descuido o el deficiente mantenimiento de los vasos de almacenamiento, puede propiciar la propagación de vegetales, el lirio es el más común, que disminuyen el atractivo e incluso impiden las actividades recreativas, además de otros problemas de tipo biológico que pueden ocurrir. Como es el caso de la contaminación por la plaga de lirio acuático en la laguna de Yuriria, Guanajuato, que desde hace varios años provoca la desaparición de peces e impide el uso agrícola de las aguas.

Sin embargo, todo el beneficio que se pretende brindar a la población del lugar puede quedarse en buenas intenciones e inclusive puede convertirse en perjuicio para los habitantes, si antes de la construcción de la presa no se realizan los estudios necesarios, o si la planeación de tales aspectos se realiza a la ligera o de manera incompleta.

2.2 PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR EL PROYECTO DE OBRAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.

Las afectaciones ambientales que pueden ocasionarse al proyectar y construir un sistema de abastecimiento de agua potable son minimizadas al compararlas con los beneficios que todos recibimos de éste. Sin un suministro de agua potable, las grandes ciudades no podrían subsistir y la vida en ellas sería a la vez desagradable y peligrosa, a menos que se eliminaran rápidamente los residuos domésticos y de otro origen. A continuación se mencionan los principales impactos que esta obra produce en el ambiente.

2.2.1 Impactos ambientales en etapa de preparación del sitio y construcción.

Debido a que el sistema de abastecimiento de agua potable es una obra de carácter urbano, este provoca molestias para los habitantes del lugar, ya que hay que cerrar el paso a la circulación tanto vehicular como peatonal debido a los trabajos previos de construcción: el transporte de los equipos y herramientas que se utilizarán y que se mantendrán en el sitio durante el tiempo que dure la obra; además por parte del personal que este laborando en la obra, la generación de residuos y escombros y el movimiento de equipo, lo que ocasiona ruidos no deseables y emisiones contaminantes de la maquinaria a la atmósfera.

En lo que se refiere a la captación del agua esta se realiza en ríos o arroyos de poco caudal, la construcción de un embalse permite retener el volumen por captar. Sin embargo, el régimen de la corriente se modifica tanto en aguas arriba como en aguas abajo, y en este último caso se reduce la cantidad de líquido que transporta el río. Por otra parte, es normal que las poblaciones se desarrollen al margen de corrientes o proximas a ellas, esto contribuye a que las captaciones provoquen asimismo una disminución en el caudal, que puede llegar inclusive a la sequedad parcial o total si no se administran adecuadamente las captaciones. Esto también ocasionaría una consecuencia negativa para la fauna del río o del arroyo.

El uso de ciertas fuentes de abastecimiento y el no tomar en cuenta problemas resultantes por las afectaciones de terrenos particulares para el trazo de la línea, origina en ocasiones problemas con los habitantes de la región, propiciando cambios de fuente, modificaciones del trazo de la conducción, indemnizaciones, etc.

La excavación de zanjas que se tiene que realizar ya sea con máquinas excavadoras de zanjas o a mano, provoca emisiones de polvo al ambiente, además de que al lado de la zanja habrá que depositar los escombros producto de la excavación generando así residuos poco atractivos para los habitantes cercanos al lugar, aún cuando el relleno de la zanja se realice lo más rápido posible.

Ahora bien si el nivel de las aguas subterráneas está más alto que el fondo de la zanja, el agua fluirá dentro de ella; si se produce este hecho será preciso una cuidadosa colocación de los tubos así como agotar el agua mediante bombas ya que en caso contrario pueden producirse hundimientos que sepuliten a los obreros.

La posible afectación por el tendido de la línea de conducción, puede ser de carácter estético si ésta se coloca en forma visible, pero también se debe considerar que la tubería está propensa al deterioro o mal trato de personas por lo que es preferible enterrarla. La colocación y ensamble de los tubos puede originar la ruptura de uno o alguno de ellos, generando residuos de la tubería.

En cuanto a los tanques de regularización construidos en forma elevada cercanos a un sector de la población densamente poblado o bien con intensa circulación es posible que sean elementos que dificulten o impidan totalmente la circulación o bien la visibilidad de este sitio.

Si la fuente de abastecimiento es agua subterránea, habrá que construir un pozo como obra de captación, la cual resulta más barato que los embalses y las cantidades de agua son más seguras; pero esta obra no se puede ver ni se puede manipular directamente. Así es que los accidentes que ocurran: derrumbes, roturas, desviaciones, son inaccesibles.

Con la construcción de pozos poco profundos pueden tenerse las siguientes objeciones: a) el nivel piezométrico del agua subterránea poco profunda que perforan fluctúa con facilidad y considerablemente, por lo que dan un rendimiento incierto; b) los mismos pozos harán bajar el nivel freático y podrán afectar a otros pozos; c) puede presentarse una posible infiltración de agua de mar, si los pozos están próximos a él, a menos que estén construidos muy cuidadosamente.

Con la construcción de pozos profundos se tiene la ventaja de perforar acuíferos profundos y extensos, circunstancias que evitan rápidas fluctuaciones en el nivel de la superficie piezométrica y dan por resultado un buen rendimiento uniforme. Los inconvenientes son el gran costo de los pozos y el hecho de que el largo recorrido subterráneo del agua puede dar lugar a que disuelvan una gran proporción de minerales que pueden hacerla dura, corrosiva o inadecuada.

Con el aprovechamiento de las aguas subterráneas en las regiones costeras se tiene siempre el peligro de la salinización de ellas por la intrusión salina, es decir, por el avance de las aguas del mar por debajo de los acuíferos de aguas dulces que, como es sabido, el agua que contienen es menos densa que las saladas, de aquí que pueda decirse que aquellas flotan sobre estas de manera que una explotación inmoderada, al destruir el equilibrio existente puede conducir a la extracción de aguas inadecuadas para el consumo doméstico.

Pero no está únicamente en las aguas marinas el origen de la salinidad. Este se encuentra en los terrenos que el agua recorre superficial o subterráneamente, y la salinidad es tanto más intensa cuanto más largos son esos recorridos y más fácilmente atacables por las aguas las formaciones rocosas, aunque el mayor peligro de la salinidad existe en las zonas costeras, puede presentarse en cualquier parte.

Es frecuente que la construcción de los pozos falle o que se obtenga una reducción en su rendimiento. En muchos casos se debe a que la extracción es mayor que la percolación de agua en la zona de carga del acuífero.

Cuando la fuente de abastecimiento es una corriente superficial, existen problemas de afectación a la cuenca a la que pertenece la corriente debido a que generalmente la corriente es sobreexplotada, y muchas veces el mayor porcentaje de suministro de agua que se extrae es para localidades urbanas lejanas de ésta por lo que podría causar cierto descontento a las localidades rurales cercanas a la corriente. Como ejemplo, se calcula que aproximadamente el 68% de la población que habita en la cuenca Lerma-Chapala se ubica en localidades urbanas y sólo el 32% en las rurales.

Además al exportar agua de una cuenca se corre el riesgo de tener elevados costos en el sistema, como es el caso de la Ciudad de México: el agua tiene que bombearse desde Cutzamala, lugar ubicado a 100km de distancia y a una altitud 1000m inferior a la de la ciudad.

Pero no sólo es la sobreexplotación de la cuenca el problema, sino que en el transcurso de la corriente se incorporan a su curso descargas urbano-industriales que deterioran su calidad hasta clasificarlas como fuertemente contaminadas y en caso de no depurar estas aguas causarían problemas para la flora y fauna cercanas a la corriente, así como para consumo humano.

Entre las corrientes más contaminadas del país se encuentran la cuenca del río Lerma-Chapala, la cuenca del río San Juan, así como las cuencas de los ríos Balsas, Pánuco, Nazas y la del río Bravo.

Los contaminantes biológicos que contienen dichas descargas pueden causar enfermedades infecciosas, sobre todo en el aparato gastrointestinal, y los químicos pueden provocar cuadros de toxicidad aguda, afecciones neurológicas y padecimientos cardiovasculares, entre otros, en consecuencia, las aguas de estos cauces y vasos son prácticamente inutilizables para uso doméstico, y en ocasiones su tratamiento para uso industrial o comercial significaría costosas e inconvenientes inversiones.

2.2.2 Impactos ambientales en etapa de operación y mantenimiento.

El agua superficial es un recurso importante como fuente de abastecimiento de agua potable pero el agua del subsuelo es uno de los recursos más importantes del mundo entero. Es mucho más importante que los ríos, arroyos y lagos. Si no hubiera el agua del subsuelo, no existirían los ríos y solamente fluiría el líquido durante los periodos de lluvia; en realidad el agua del subsuelo ocasiona que haya ríos y lagos durante todo el año.

Desgraciadamente la escasez de agua superficial ha provocado que utilizemos el agua subterránea como fuente de abastecimiento de agua, esto ocasiona sobreexplotación de acuíferos en algunas zonas, lo que trae como consecuencia la intrusión salina, el hundimiento del terreno y el requerir de bombeos incosteables.

En la República Mexicana un fuerte porcentaje de los sistemas de abastecimiento de agua potable aprovecha aguas del subsuelo, generalmente de mejor calidad que las del escurrimiento superficial; y las más frecuentes obras de captación de tales aguas son del tipo de pozos profundos de las más variadas características, así como las condiciones de los acuíferos que se aprovechan, unas veces por la naturaleza de las formaciones geológicas donde se almacenan o a través de las cuales circulan las aguas que se captan o han de captarse, otras por la calidad de las mismas desde el triple punto de vista físico, químico y bacteriológico o por el carácter del mismo acuífero.

Es evidente que si se perforan varios pozos en un mismo acuífero habrá cierta interferencia en las extracciones y descensos, cuya importancia depende primeramente de las distancias entre ellos y en segundo lugar de su posición relativa.

Al efectuarse la extracción del agua de un pozo con equipo de bombeo, ocurre un abatimiento de la superficie libre del agua, deteniéndose hasta que ocurra el equilibrio con la aportación de los mantos acuíferos. Además del notable abatimiento del nivel freático, producto de la extracción indiscriminada, también repercute en la vegetación existente y en la humedad del suelo.

En el subsuelo que rodea al pozo, debido al escurrimiento del agua hacia el mismo se provoca una depresión cónica denominada "cono de abatimiento" cuya influencia se deja sentir según el caudal extraído y la clase de material que rodea al pozo. Figura 2.1.

A partir de la creación de los distritos de riego, la demanda de agua se incrementó considerablemente y rebasó la disponibilidad de aguas superficiales. Por ello se recurrió al aprovechamiento del agua subterránea en forma intensiva, lo que ocasionó perforaciones de pozos profundos. Debido a la perforación desmesurada de pozos, que provocó la extracción de grandes volúmenes de agua, existen más de 80 acuíferos con sobreexplotación, como puede verse en la figura 2.2.

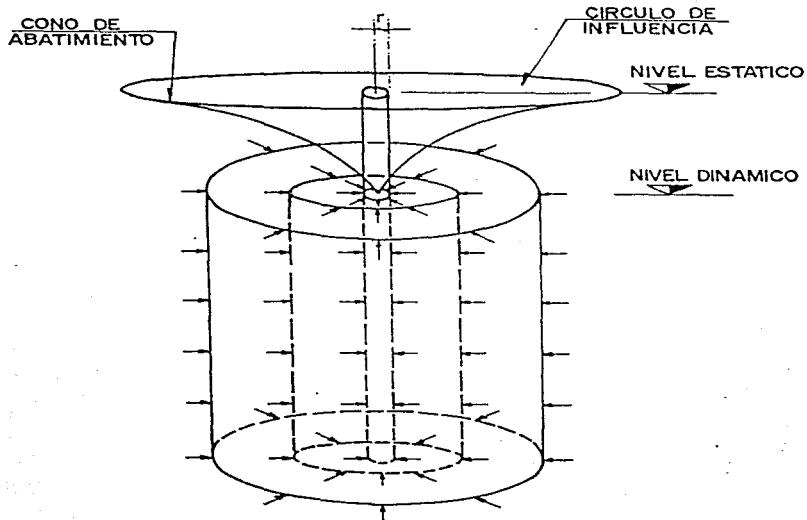


Figura 2.1 Cono de abatimiento.



Figura 2.2 Zonas de sobreexplotación de acuíferos.

Aunque todavía existen acuíferos subaprovechados, la sobreexplotación del agua subterránea se está generalizando principalmente en las zonas áridas y semiáridas, lo que ha ocasionado perjuicios prácticamente irreversibles. Además, diversos acuíferos presentan problemas de contaminación debidos a la infiltración de aguas residuales y a la disposición inadecuada de residuos sólidos en tiraderos a cielo abierto.

Como consecuencia de la extracción del agua del subsuelo se tiene el hundimiento del terreno, ya que los espacios que ocupaba el agua son reemplazados por un acomodo del suelo.

Ya desde 1925 el Ing. Roberto Gayol hablaba de hundimientos que estaban afectando a la Ciudad de México. Pero no fue sino hasta 1947 cuando el Ing. Nabor Carrillo llamó la atención sobre la verdadera causa del proceso al analizar la influencia de los pozos de bombeo en el hundimiento.

La extracción, superior a la infiltración del agua al acuífero del Valle de México, ha sido uno de los factores que ha generado el fenómeno del hundimiento regional que afecta a la Ciudad de México.

Otro de los factores que se ha señalado como principal agente del hundimiento es el aumento de las cargas en la superficie debidas a construcciones y rellenos.

El abuso del agua del subsuelo desde que se inició el bombeo del acuífero, (que subyace a la Ciudad de México) a mediados del siglo pasado, ha sido responsable de 7.5 metros de hundimiento del suelo en promedio, lo que en algunos sitios implica en la actualidad un hundimiento de 40 centímetros por año. La utilización de este acuífero (que en la actualidad constituye la fuente principal de abastecimiento) está severamente restringida por el gran hundimiento del suelo que produce su explotación.

Un abuso que hoy se traduce en una sobreexplotación del acuífero del Valle de México, (localizado al sur de la cuenca de México, con un área de 3448 kilómetros cuadrados) de más del 25% por encima de la recarga natural que recibe. Del agua utilizada en la actualidad, el 70% proviene del acuífero de la Ciudad de México; el 25% del sistema Cutzamala-Lerma, y el resto de fuentes superficiales internas del Valle de México.

Este hundimiento ha incrementado la tendencia natural de la Cd. de México a las inundaciones, daña la red de agua potable que junto con un control insuficiente de residuos peligrosos contribuye a producir riesgos para la salud pública.

Gran parte de la red de distribución de agua potable hace tiempo que ha superado su vida útil. Lo que sumado al hundimiento del suelo da lugar a importantes fugas responsables de la pérdida del 30% del flujo que abastece a la ciudad.

La existencia de estas fugas de agua produce un humedecimiento excesivo del suelo llegando a reblandecerlo y que al paso de vehículos el piso puede ceder, creándose baches hasta cierto punto peligrosos.

Como evidencia de algunos problemas que ha planteado el hundimiento es la emersión de la Columna de la Independencia desplantada sobre pilotes en el año de 1910, a 23m de profundidad.

Las obras más afectadas por el hundimiento son los conductos de desagüe del agua residual. El sistema por gravedad se ha transformado en otro operado totalmente por bombeo. En la figura 2.3 se muestra el efecto del asentamiento del subsuelo en el sistema de drenaje.

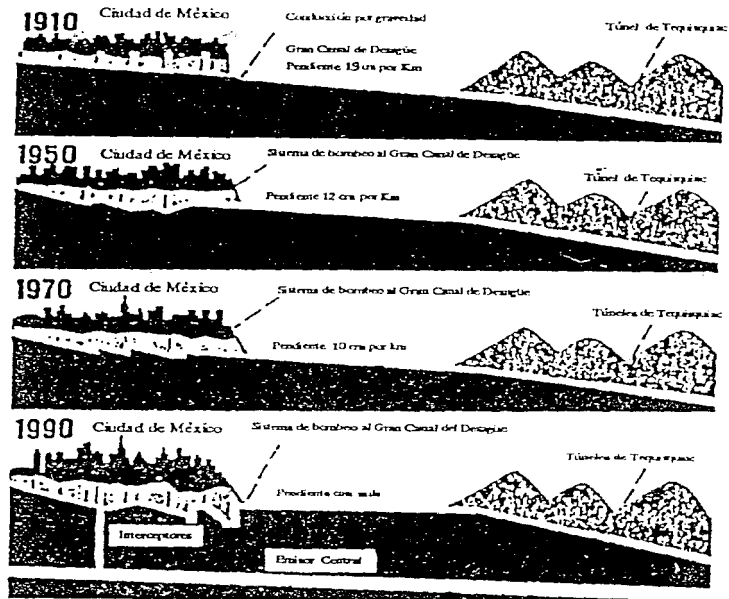


Figura 2.3 Hundimiento de la ciudad de México.

Aún cuando con la construcción del sistema de abastecimiento de agua potable se generan varios impactos negativos, no cabe duda que este es esencial para cualquier comunidad ya que eleva el bienestar social de la comunidad y se evitan enfermedades gastrointestinales a los habitantes del lugar, su necesidad en los quehaceres domésticos es, sin duda, una muestra de su importancia.

El rol del abastecimiento de agua en la mejora de la salud no se limita a aquellas enfermedades que se transmiten a través de la ingestión de agua por medio de comidas o bebidas, un suministro adecuado de agua para el baño, el lavado de ropas y de utensilios de cocina, la preparación de alimentos y otros propósitos higiénicos pueden tener efectos significativos sobre las enfermedades de los ojos, de la piel y de las enfermedades transmitidas por ectoparásitos (piojos, sarna, etc).

El abastecimiento de agua tiene como meta garantizar que todos cuenten con un acceso de agua de buena calidad y cantidad adecuada durante todo el año.

2.3 PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR EL PROYECTO DE OBRAS DE ALCANTARILLADO.

La vida en comunidades organizadas no puede existir sin los servicios de abastecimiento de agua y eliminación de las aguas residuales. La red de alcantarillado tiene la misión de recoger las aguas residuales de las zonas habitadas y conducir las a un cierto punto para su evacuación, la seguridad proporcionada por la red de alcantarillado, su conveniencia y ausencia de molestias han conducido a su adopción; pero el vertido de los líquidos residuales a un curso de agua puede ser causa de peligro para la salud pública u ocasionar perjuicios.

Aunque en primer lugar se resuelva la conducción de las aguas residuales, a continuación se presentan los principales impactos ambientales que se pueden producir con este tipo de obra.

2.3.1 Impactos ambientales en etapa de preparación del sitio y construcción.

Con la excavación de la zanja ya sea a mano o con maquinaria hay emisiones e polvo a la atmósfera lo que puede provocar molestias a los habitantes del lugar. Debe tenerse en cuenta que la excavación a mano es más cara, lo que justifica el empleo de máquinas excavadoras, además de la ventaja económica, tiene la de reducir el tiempo en que las zanjas han de permanecer abiertas. Sin embargo, debe cuidarse de no ocasionar daños a las tuberías de agua y gas; aunque cuando se encuentren grandes tuberías se debe dejar esa parte de la zanja para ser excavada a mano.

Para evitar hundimientos o el desplome de las paredes laterales de las zanjas abiertas en terrenos inestables, se debe revestir y apuntalar, por el peligro que esto representa para los trabajadores.

El material excavado que se amontona junto a la zanja, en algunas ocasiones, cuando la excavación es profunda, es separado de esta la mayor distancia posible, lo que ocasiona que se llegue a ocupar lugares que antes ocupaban los habitantes del lugar.

El sitio de vertido de las aguas residuales está generalmente a las afueras de la ciudad a la que sirve, pero debe considerarse que este desalojo no cause impactos adversos aguas abajo del sitio de vertido, ya que puede perjudicar tanto a la flora, fauna y habitantes cercanos. Esto también puede traer como consecuencia el descontento de los habitantes afectados por el vertido de las aguas.

Desde la etapa constructiva, la cantidad de ruido y polvo que se genera irrumpe en el ambiente alterando la calidad del aire y propiciando malestares a los habitantes. Asimismo, el equipo e implementos de construcción y la obra en sí, constituyen un obstáculo tanto para la circulación como para la vista.

Por otro lado, ocurre que durante la construcción y aún después de terminada la obra, un cúmulo de escombros, tierra, madera, bloques de concreto o de asfalto y hasta maquinaria fuera de servicio, se encuentran en la vía pública impidiendo la circulación por una parte y creando imágenes poco atractivas por otra.

El establecimiento de un alcantarillado adecuado para una población exige un cuidadoso trabajo de ingeniería. Las alcantarillas deben ser de dimensiones convenientes pues en caso contrario podrán desbordarse y producir daños en general. Si la velocidad no es adecuada, se pueden depositar sólidos con la subsiguiente producción de olores, además algunos contaminantes son agresivos a las estructuras que la conducen ocasionando así el deterioro de las mismas.

Se debe tener en cuenta que la obra de un sistema de alcantarillado no impacta sólo lo que podemos ver, sino también dentro de la misma obra, esto es, a los trabajadores que se encuentran dentro de los conductos y en ocasiones a grandes profundidades. Cuando la obra es ya de gran magnitud como lo es el sistema de Drenaje Profundo de la Ciudad de México, en la cual se trabaja en un subsuelo compuesto principalmente por arcillas muy saturadas y blandas. Fue necesario emplear escudos con presiones de aire de 0.8 a 1.3 kg/cm². Presiones que si no se hubiera tenido el debido cuidado, crearía un riesgo de incidencia de enfermedades por descompensación en los trabajadores, reduciendo el tiempo efectivo de las jornadas de trabajo.

Desde el punto de vista económico, resulta difícil encontrar un equilibrio: conviene instalar tuberías de diámetros pequeños; pero las medidas de seguridad son mínimas, así es que es aconsejable el empleo de tuberías de mayor capacidad para impedir inundaciones sin reparar en costos.

2.3.2 Impactos ambientales en etapa de operación y mantenimiento.

Las grandes ciudades tienen en sus alrededores e incluso en su interior gran cantidad de industrias que vierten en sus aguas residuales un sin número de sustancias que obviamente contribuyen de manera preponderante a la contaminación de las corrientes, pues al arrojar sus desechos, generalmente al alcantarillado, éstas se unen a las aguas negras amplificando el problema.

Asimismo, el constante crecimiento de la población y sus demandas, trae el desarrollo de nuevos tipos de industrias, muchas de ellas de productos sintéticos para uso doméstico, comercial e industrial, que agregan nuevas sustancias químicamente frecuentemente contaminantes.

Por otra parte, ante la urbanización de grandes superficies, las aguas pluviales aumentan en volumen al no poder infiltrarse en suelo por la presencia del pavimento y el concreto, lo que a su vez ocasiona que escurran más rápidamente hacia las zonas más bajas provocando grandes inundaciones; aunque es precisamente para evitar estas situaciones por lo que se construye el alcantarillado, muchas veces no se pueden evitar ya que en las alcantarillas se llegan a acumular arenas, raíces, grasa y una gran variedad de otros residuos que impiden el paso del agua, provocando así que el agua aflore de las alcantarillas ocasionando molestias de inundaciones a casas-habitación o comercios.

Por otro lado, es inevitable la fuga de aguas residuales que se esparcen en el subsuelo, mezclándose con el agua subterránea, además si el sistema tiene deficiencias en su operación puede en determinadas condiciones propiciar malos olores al ambiente.

Esto hace pensar en el poco mantenimiento que reciben las alcantarillas, sin embargo cuando se efectúan tareas de limpieza, se deja en la vía pública a veces por semanas o hasta que poco a poco se van esparciendo los lodos y demás basura producto de la limpieza por lo que de nada sirve asear las alcantarillas si a un lado de estas se dejan los residuos; residuos que con la llegada de la época de lluvias vuelven a introducirse a las alcantarillas.

Pero la causa de dichas fugas radica también en que muchas tuberías son muy antiguas, se construyeron con materiales distintos y con cierta frecuencia sufren averías ocasionadas por el asentamiento del subsuelo.

Así a través de los sistemas de alcantarillado son desalojadas a distintos cursos o depósitos naturales de agua los desechos líquidos, y en menor medida sólidos, de los centros urbanos que han utilizado el agua para distintas actividades tanto de tipo doméstico, como municipales e industriales, estos residuos afectan la calidad del agua y trae consecuencias para la vida animal, vegetal y finalmente del hombre.

Se estima que la descarga total de aguas residuales municipales e industriales en nuestro país asciende aproximadamente a 200 metros cúbicos por segundo. De estos el 40% proviene del sector industrial, es decir del orden de 80 metros cúbicos por segundo, caudal que constituye el efluente más contaminante y heterogéneo, en la medida de que proviene de diversas actividades de extracción y transformación de recursos naturales, entre estas destacan por su importancia volumétrica y grado de contaminación: la industria azucarera, la industria química, la producción de celulosa y papel, la industria petrolera, la producción de bebidas alimentos y textiles, y la industria siderúrgica.

La mayor parte del volumen de descargas de origen industrial no recibe tratamiento previo de ningún tipo, contaminando de esta forma los ríos, lagos, lagunas, acuíferos y aguas marinas que constituyen los depósitos de tales efluentes, este proceso acumulativo de contaminación, ha dado como resultado la degradación total o parcial de diversos cuerpos de agua susceptibles de aprovecharse para el desarrollo social y económico del país.

Por lo que la principal causa de la degradación de las aguas llamadas continentales (ríos, lagos, etc.) es debido a los desechos arrojados a estas aguas, vías obras de sistemas de alcantarillado. Así, las aguas residuales son responsable de alterar la calidad de los cuerpos receptores de agua, contaminar los suelos por donde escurren y dejar bacterias y organismos patógenos en los alimentos con los que tienen contacto.

Las afectaciones que las aguas residuales pueden causar en el suelo es que un exceso de sales disueltas en el agua pueden, al ser descargadas incrementar la salinidad del suelo y convertirlo paulatinamente en un terreno salitroso impropio para la agricultura o bien para sustentar algún tipo de vegetación útil al hombre o a otras especies animales.

Las descargas de aguas residuales al mar por ciudades e industrias costeras que carecen de infraestructura adecuada para conducir, tratar y disponer sus aguas residuales y las descargan directamente al mar sin tratamiento previo ocasionan efectos que se pueden apreciar por los efectos en los peces y moluscos, los cuales son importantes recursos alimenticios que concentran metales como plomo y mercurio debido a las descargas de aguas residuales, los cuales resultan tóxicos para los seres humanos que los ingieren.

Las aguas residuales urbanas provocan también impactos adversos, pues muchas veces, sin tratamiento alguno son reincorporadas a los cauces superficiales, afectando a poblaciones que aguas abajo utilizan las corrientes para usos humanos lo que se traduce en un atentado contra la salud pública, dado el alto grado de microorganismos patógenos que son conducidos por estas aguas.

Como ejemplo, el río Magdalena es una de las corrientes superficiales de Valle de México con un grave problema de contaminación que se ha buscado solucionar de formas diferentes. Se busca evitar la contaminación de áreas de recarga acuífera y sus consiguientes daños a la salud de la población así como eliminar las restricciones para el aprovechamiento del río.

Las principales fuentes contaminantes del río Magdalena son las descargas de aguas residuales domésticas y los desechos líquidos y sólidos que se producen en el área de actividades recreativas de río. Las descargas de aguas residuales provienen tanto del poblado Los Dinamos como de la Delegación Magdalena Contreras.

Sin embargo, debemos tener en cuenta que aún cuando se produzcan impactos adversos con el sistema de alcantarillado, se producirían impactos mayores sin la existencia de éste, este caso se presenta con mayor frecuencia en zonas rurales, o de las afueras de áreas urbanas que no tienen población suficiente como para construir la red de alcantarillado y planta de tratamiento. En tales zonas, es muy probable que los procedimientos utilizados para la eliminación de sus desechos no sean aceptables desde el punto de vista sanitario, pero se pueden utilizar sistemas que den resultados satisfactorios dependiendo de las circunstancias. Se pueden citar las fosas sépticas y percolación del terreno, aireación prolongada, filtros de arena, aunque se debe conseguir que las aguas de suministro no se contaminen, que las moscas y parásitos no tengan acceso a los desechos y que las molestias tales como olores sean mínimas.

Es conocido el esfuerzo que han hecho los gobernantes en las distintas épocas para evitar las desastrosas inundaciones en el Valle de México, desde las obras hidráulicas de los aztecas, el túnel y luego Tajo de Nochistongo, durante la colonia; el Gran Canal del Desagüe y el primer túnel de Tequiquiac, durante el gobierno del General Díaz; hasta el segundo túnel de Tequiquiac, el interceptor del poniente y el Drenaje Profundo, en la segunda mitad de este siglo XX.

Aunque el Drenaje Profundo aparece como la solución al desalojo de las aguas residuales y pluviales de la ciudad, no es suficiente para combatir los problemas pues requiere del apoyo de obras tales como plantas de bombeo, estructuras de regulación, conductos entubados instalados a diferentes profundidades, y conductos construidos a cielo abierto. Añadiendo también la necesidad de contar con un suministro continuo de energía eléctrica.

2.4 PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR EL PROYECTO DE OBRAS DE IRRIGACION Y DRENAJE.

Para una población con actividades agrícolas el riego de terrenos cultivables representa un factor importante para obtener adecuadas cosechas, pues contar con suficiente agua durante todo el año anula la incertidumbre que representa el esperar una temporada favorable de lluvias y que con ello el suelo se humedezca; la realización de obras para riego resuelve el problema de no contar con agua en épocas de estiaje, sin embargo dichas obras no quedan exentas de generar impactos adversos al ambiente.

Antes de presentar los impactos ambientales generados por las obras de irrigación, recordemos la forma en que dichas obras obtienen el agua:

- Distritos de Riego que aprovechan las aguas superficiales, como consecuencia de la construcción de presas y vasos de almacenamiento o de su derivación.
- Distritos de Riego que aprovechan el agua de las corrientes mediante su elevación a las redes de distribución, mediante equipos de bombeo.
- Distritos de Riego que aprovechan las aguas del subsuelo mediante la instalación de equipos de bombeo de pozos profundos.
- En algunos casos, Distritos de Riego, que aprovechan las aguas residuales de alguna ciudad o población que se pueden utilizar para riego.

2.4.1 Impactos ambientales en etapa de preparación del sitio y construcción.

En principio tendremos que habrá un cambio en el uso del suelo ya que en la zona que ocupe la presa el suelo se verá cubierto por agua y el escenario ambiental sufrirá un cambio total. En algunos casos será necesario reubicar a diferentes poblaciones y la zona de residencia final podrá ser totalmente distinta; provocando alteraciones económicas y sociales.

Una ventaja de los reasentamientos de población es que pueden planificarse, por ejemplo, los nuevos asentamientos pueden ubicarse dejando una distancia adecuada entre la población y las áreas acuáticas que pueden proporcionar hábitat para enfermedades. Se puede asegurar un mejor nivel de abastecimiento de agua potable y de agua para el ganado que el que la población tenía en su lugar de vivienda anterior. Sin embargo, con frecuencia hay problemas debido a que la población no considera adecuado el tipo de habitación que se proporciona, o porque no tiene instalaciones para sus animales domésticos.

Los trabajos de desmontes y nivelación provocaran impactos adversos sobre el suelo al remover la vegetación, esto puede traer como consecuencia que al llevar a cabo labores agrícolas haya necesidad de aplicar mayor cantidad de fertilizantes, propiciando una mayor carga de éstos en las aguas de retorno agrícola. Otro problema sería la alteración sobre el drenaje interno, ya que se mezclarían las capas superiores y perderían su estructura original lo que puede provocar o su endurecimiento o su lixiviación acelerada.

La remoción total de la vegetación arbórea y arbustiva, puede provocar la desaparición de algunas especies que son útiles para la ecología regional. En lo que corresponde a la fauna silvestre también sufrirá impactos adversos pues se verá obligada a cambiar sus hábitos, haciéndolo más sensible a la depredación ya sea natural o por el hombre. Esto se confirma al observar que en los distritos y su área de influencia, prácticamente ha desaparecido la fauna silvestre.

Las principales relaciones de las obras de irrigación con el medio pueden considerarse como: la captación del agua ya sea que se haga en embalses, corrientes o bien del subsuelo, pueden producir desajustes en el medio. La construcción misma de un embalse puede almacenar gran parte del caudal de las corrientes, alterar el flujo aguas abajo; aún sin existir un vaso de almacenamiento la captación indiscriminada a lo largo del río puede disminuir su caudal en su extremo final. Cuando la toma se realiza por medio de pozos, el desequilibrio, en este caso abatiéndose en nivel freático del terreno, puede ocurrir ante una extracción indiscriminada y con pozos cercanos, lo cual en ocasiones puede dar lugar a serios problemas como es el fenómeno de la intrusión salina de las aguas subterráneas presentándose en lugares cercanos al mar.

Por la construcción de canales, drenes y la red de regaderas se puede alterar la hidrología, así como el patrón de drenaje superficial lo que afecta a los mantos freáticos. Por otra parte, los canales abiertos, los canales de drenaje y las zanjas que se crean cuando se excava la tierra para construir diques, carreteras y otras estructuras, proporcionan criaderos atractivos para mosquitos y otros insectos.

Debe también tenerse en cuenta que la agricultura y/o ganadería usuales de los ocupantes de la tierra a ser irrigada se afecta por la construcción del nuevo sistema de irrigación, pudiendo encontrarse imposibilitados de mantener a sus familias durante este periodo. Por otra parte, otros agricultores se ven afectados por el desvío del río de su curso original, o por la reducción o alteración del curso del río debido al nuevo embalse, sin que reciban el beneficio del nuevo sistema de irrigación. La población puede tener también problemas para adaptarse a nuevos hábitos alimenticios. Los alimentos básicos que se usaban en su región de origen pueden no ser apropiados para el área irrigada.

En el aspecto socio-económico se presentarán impactos adversos y de muy diversa índole, que van desde la reubicación hasta el cambio de actividades ya que en la fase de construcción, al generarse una demanda de mano de obra se convertirán en obreros y al llegar a la etapa de operación podrán ser usuarios o peones.

Ya que los distritos de riego son obras que se edifican a campo abiertoTM, tienen influencia mínima en la calidad del aire, pues el ruido se propaga a lo lejos disminuyendo su intensidad. En cuanto al polvo generado en esta etapa, no representa un mayor problema pues la lluvia hace una &operación de limpiezaTM en la zona.

2.4.2 Impactos ambientales en etapa de operación y mantenimiento.

El riego de las tierras agrícolas favorece el desarrollo del cultivo, el cambio de uso del suelo y la rentabilidad de las actividades; la producción de alimentos y la recarga de acuíferos. Por otro lado el riego genera la erosión y ensaltramiento del suelo y favorece el desarrollo de malezas y plagas.

Por lo que corresponde al aprovechamiento agrícola de los suelos, se verá alterado pues su uso será intensivo, lo que producirá impactos adversos al suelo y al agua al emplear maquinaria y agroquímicos en forma poco adecuada por ejemplo, exceso de fertilizantes, fungicidas e insecticidas, los que al escurrir vertical y horizontalmente provocan horizontes endurecidos o la muerte de microorganismos que ayudan al desarrollo edáfico.

El uso de insecticidas conduce a resultados nocivos para la fauna y a variaciones de resistencia en diferentes especies animales a determinados compuestos químicos con la consiguiente desorganización del ecosistema natural.

Los plaguicidas y fertilizantes favorecen el enriquecimiento de los suelos, lo que a su vez induce a un mejor desarrollo de los cultivos y mayor producción de alimentos, pero por otro lado se altera la calidad del agua, ya que las aguas de retorno agrícola saturadas con plaguicidas y fertilizantes al llegar a otros cuerpos receptores sean lagos, lagunas, esteros o ríos pueden afectar totalmente a algunos peces y/o plantas, ya sea disminuyéndolos como es el caso de algunos crustáceos y peces; o bien aumentándolos, por ejemplo las malezas acuáticas por el incremento en nutrientes que llevan dichas aguas.

Los plaguicidas no sólo atacan a los organismos nocivos, sino que también afectan e incluso matan a insectos benéficos, aves de corral y silvestres, animales domésticos y otras especies; también contaminan los suelos, las aguas superficiales y subterráneas, y algunos se acumulan en la cadena biológica llegando hasta el hombre.

Para el hombre todos los plaguicidas son tóxicos y pueden producir intoxicaciones. Las intoxicaciones agudas se producen cuando penetra al organismo una cantidad excesiva de sustancia tóxica en un tiempo corto. Las intoxicaciones crónicas se producen cuando penetran al organismo pequeñas cantidades de sustancia tóxica repetidas durante largo tiempo. Se debe considerar que las intoxicaciones se pueden producir por el manejo inadecuado de los plaguicidas. Igualmente se debe tener en cuenta que los problemas de intoxicación dependen del tipo de plaguicida y del uso que se le de.

Es de considerarse la persistencia de los plaguicidas en el suelo, la cual esta definida principalmente por propiedades físicas y químicas del mismo, por la humedad, temperatura, así como las características físico-químicas del plaguicida. Aunque de hecho, las condiciones climatológicas y del suelo son las que mayor influencia tienen en la permanencia prolongada de los residuos de agroquímicos.

Los plaguicidas que persisten en el suelo pueden afectar en variadas formas a los organismos vivos de este medio: pueden ser tóxicos directamente a los elementos de la fauna o flora; pueden afectar a estos organismos genéticamente y provocar el desarrollo de poblaciones resistentes; pueden ocasionar una serie de efectos sobre la actividad, desarrollo, reproducción o metabolismo de estos organismos, o pueden ser captados dentro de los tejidos del cuerpo de la flora y fauna del suelo.

Pero la contaminación del ambiente no sólo se produce por la aplicación sino también por el transporte, formulación y desecho de residuos y envases de plaguicidas.

También se pueden causar impactos adversos a los acuíferos cuando la extracción por bombeo es superior a la recarga, lo que propicia intrusión de agua de mar, sobre todo en zonas cercanas a las costas. Esto da como resultado la salinización de los pozos y de los suelos y en ocasiones una alza inmoderada en la sodicidad lo que provoca que haya necesidad de un programa de rehabilitación, sin embargo la escasez de agua hace que en muchos casos los suelos afectados se abandonen o bien que bajen sensiblemente sus rendimientos.

Aunque la salinidad es causada tanto por sobreexplotación de acuíferos como por problemas de un mal drenaje de aguas de irrigación, este efecto también se presenta al ser irrigados los suelos con aguas residuales. Los diferentes componentes salinos del agua para riego afectan tanto a las plantas como al suelo. Los efectos pueden ser físicos que impidan la incorporación del agua a las plantas o cambios en la estructura del suelo, disminución de la permeabilidad y una escasa aireación.

Los riesgos a la salud que representa el riego con agua residual tratada son proporcionales al grado de contacto humano con el agua y a lo apropiado y confiable del tratamiento. La aplicación al suelo de aguas residuales municipales es una práctica común en las regiones áridas y semiáridas del mundo.

En relación con las obras de drenaje, un mal funcionamiento de éstas puede afectar al mismo cultivo al mantenerlos inundados en mayores volúmenes y tiempos que los previstos y por otra parte el estancamiento del agua puede propiciar mayor concentración de sustancias químicas en el suelo, influyendo de esta manera en su composición.

En esta etapa de operación, puede haber problemas en la tenencia de la tierra pues su valor se incrementará, independientemente de que pueda producir movimientos migracionales de la población ya que actuará como polo de atracción por su actividad económica que puede ser intensa.

Un buen proyecto de irrigación proporcionará mayor seguridad en el abastecimiento de agua por un período más largo durante todo el año. Permitirá que los agricultores acepten el riesgo de emplear más insumos para lograr mejores cosechas en calidad y cantidad, para su propio beneficio y para beneficio del país. Algunas ventajas para la salud humana serán una alimentación más adecuada como resultado del aumento de la producción de alimentos básicos, mejores oportunidades para el cultivo de frutas y hortalizas, y el aumento de su poder adquisitivo de alimentos que no producen ellos. Ingresos más elevados redundarán también en una mejora del nivel de salud, ya que las personas podrán dedicar más dinero en ropas, vivienda, ocios y salud.

Otras ventajas de la irrigación puede ser la creación de nuevas zonas de pesca, el desarrollo de áreas de recreo al lado de los embalses y canales, y mejores posibilidades para alimentar y abreviar el ganado, lo que puede también mejorar en mucho la alimentación y los ingresos de los agricultores.

2.5 PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR EL PROYECTO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO PARA AGUA POTABLE.

El tratamiento del agua tiene por objeto fundamental mejorar la calidad física, química y bacteriológica del agua proveniente de las diferentes fuentes naturales, con contaminación o sin ella, a fin de entregarla al consumo apta, inocua y aprovechable para el hombre, animales, agricultura e industrias. Sin embargo, esto no quiere decir que la planta de tratamiento para agua potable quede exenta de producir impactos. A continuación se mencionan los "principales impactos ambientales que son generados por el proyecto de plantas de tratamiento de agua potable.

2.5.1 Impactos ambientales en etapa de preparación del sitio y construcción.

El primer impacto que una planta de tratamiento para agua potable causa es de tipo social ya que si la selección del sitio en donde estará ubicada se encuentra dentro de una zona urbanizada, habrá opiniones opuestas por parte de los habitantes cercanos al sitio ya que este tipo de instalación causa cierta desconfianza dado que en esta se realizan operaciones para sanear el agua, lo que lleva a pensar que se trata de agua contaminada por lo que los residuos que resulten del tratamiento no son aceptados por los habitantes.

En segundo lugar tenemos la selección de la fuente superficial o subterránea, en cualquiera de las dos se potabilizará el agua, lo cual traerá muchos beneficios pero por otra parte tenemos que se explotará la fuente seleccionada y muchas veces se sobreexplotará para cubrir la demanda por lo que en el caso de una corriente superficial trae como consecuencia de que baje el caudal de la fuente de suministro.

Si se decide extraer agua subterránea, su sobreexplotación causaría el hundimiento del terreno, pero una de las consecuencias más importantes de la sobreexplotación de los acuíferos es el deterioro que sufre la calidad del agua subterránea ya que se llegan a explotar mantos de agua subterránea que han estado muchos años en contacto con minerales que se disuelven en el agua y que alteran la calidad química del líquido.

Se debe seleccionar la fuente de agua de la más alta calidad económicamente disponible, a condición que su capacidad sea suficiente para satisfacer las necesidades de suministro de agua para la comunidad. La selección cuidadosa de la fuente y su protección son las medidas más importantes para prevenir la propagación de las enfermedades entéricas transmitidas a través del agua.

Como en cada obra de construcción el transporte de la maquinaria, equipo y herramientas y el mantenerlos en el sitio de obra cambian la apariencia del lugar generando escenas poco atractivas para los habitantes del lugar, además de producir ruidos y emisiones de polvo a la atmósfera, sin embargo lo que impacta más es el aspecto de una planta potabilizadora ya terminada porque influye en el ambiente natural del habitante de tal manera que anímicamente le puede producir seguridad o cierta desconfianza de la calidad del líquido tratado, dependiendo de la apariencia de la misma edificación. El aspecto general y el estado de limpieza sugiere un agua pura. Los edificios y los locales mantenidos apropiadamente sugieren un personal competente y de confianza.

Ahora bien, el sistema de conducción del agua hacia su potabilización es variado, pues puede estar compuesto por canales, acueductos, tuberías, etc, algunos de estos conductos que a cielo abierto siguen laderas inclinadas pueden obstruir el escurrimiento de las aguas que bajan de los montes; como los canales y los acueductos de pendiente, interfieren el desarrollo normal del campo; también obstruyen canales naturales de drenaje, a menos que se tiendan alcantarillas adecuadas bajo ellos.

Las derivaciones o conexiones alrededor de las unidades de tratamiento y las tomas auxiliares que puedan derivar también de la planta, pueden permitir que entre agua polucionada en los depósitos de agua tratada, por lo que debe vigilarse la construcción de la planta de tratamiento. También es posible que los tanques de agua cruda y los de agua tratada se hallen separados únicamente por un muro de hormigón, y en este caso las grietas, tuberías o válvulas que sufran pérdidas pueden permitir la entrada de agua contaminada y deteriorar el agua que se va a suministrar.

2.5.2 Impactos ambientales en etapa de operación y mantenimiento.

Las plantas potabilizadoras garantizan la buena calidad del agua que se suministra, pero el mayor problema que se presenta en este tipo de plantas es su baja eficiencia causada principalmente por un mantenimiento precario. Son comunes los casos en que los instrumentos no funcionan, la existencia de compuestos químicos se agota, los motores de las bombas se queman, se permite que el lodo se acumule y se solidifique en los tanque de sedimentación, los filtros se queden casi sin arena y el equipo y materiales de laboratorio no se reemplazan; todo esto causa poca confiabilidad en la calidad del agua que se suministra ya que la eficiencia de la planta baja considerablemente sino se cuenta con un mantenimiento adecuado y planeado.

Por otra parte fallas en el diseño causan deficiencia en la operación y dificultades en el control de la calidad del agua, en pozos que por la falta de protección contra la entrada de agua no potable de escurrimientos superficiales, se observa un incremento en la cantidad de coliformes totales, ocasiona que el agua extraída sea no apta para el consumo por lo que se suspende la operación del pozo hasta resolver el problema causando una disminución temporal en el suministro de agua.

En cuanto a la operación del proceso de tratamiento, la amplia variedad de alternativas disponibles hace posible obtener virtualmente cualquier calidad de agua tratada a partir de cualquier fuente (excepto las más contaminada); por consiguiente, las consideraciones económicas y operacionales se convierten en los factores restrictivos al seleccionar las unidades de tratamiento. Sin embargo, la calidad del agua varía de un lugar a otro y, en un solo lugar, de estación a estación, y los recursos para la construcción y operación varían de lugar a lugar, así que el tratamiento seleccionado se basa en la situación particular.

En el D.F. ha sido suficiente desinfectar el agua con plantas cloradoras y sólo en algunos casos aislados es necesario dar tratamientos más complejos, así que es importante mencionar que el manejo del cloro debe estar encomendado exclusivamente a personas entrenadas para ello porque un empleo inadecuado puede resultar antieconómico y puede ser perjudicial a la salud.

La infraestructura con que cuenta el sistema de agua potable del Distrito Federal para controlar la calidad está integrada por 235 pequeñas plantas de cloración diseminadas en toda la ciudad para desinfectar en toda la ciudad para desinfectar en forma individual el agua proveniente de los manantiales y de los pozos municipales; en 227 de ellas se emplea hipoclorito de sodio en solución y en las ocho restantes se usa cloro gaseoso. Existen además nueve plantas mayores que cloran o recloran los caudales integrados de conjuntos de pozos, así como cuatro plantas donde se utilizan tratamientos químicos para acondicionar la calidad del agua; en dos de estas últimas se da un tratamiento avanzado por medio del proceso de ozonación.

Independientemente del proceso de tratamiento que se lleve a cabo, las sustancias no deseadas serán removidas con éste, por lo que los beneficios para usar el agua son bastantes significativos, ya que sin algún proceso, el líquido no tendría uso y por lo tanto no podríamos sobrevivir. Las sustancias que pueden modificar considerablemente las propiedades, efectos y usos del agua se mencionan a continuación:

El exceso de carbonatos y bicarbonatos de calcio y magnesio produce incrustaciones en tuberías. Causa dureza en el agua que, entre otros inconvenientes, obliga a consumos elevados de jabón.

El exceso de sales (cloruros y sulfatos) produce sabor desagradable y limita su uso.

El fierro colorea el agua, le da un sabor desagradable y se incrusta en las tuberías.

Los nitratos pueden producir alteraciones de la sangre en niños de corta edad.

Los fluoruros suelen provocar la aparición de manchas oscuras, y su ausencia predispone a la picadura de los dientes.

La turbiedad es objetable por su apariencia y también por que las sustancias que la producen crean problemas en el lavado de ropa, en la fabricación de hielo y de refrescos o en otros usos.

Sustancias, como el Plomo, el Arsénico o el Cromo, son tóxicos.

Las aguas que contienen bacterias patógenas producen enfermedades.

2.6 PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR EL PROYECTO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO PARA AGUA RESIDUAL.

Debido al acelerado crecimiento de la población y a medida que una ciudad progresa, el volumen de aguas residuales que se produce es mayor y su calidad se vuelve más nociva, por eso es necesario contar con una planta de tratamiento de agua residual, con el objeto de aminorar los efectos que dichas aguas pueden causar a los cuerpos receptores o sitios de vertido si no se les da antes un tratamiento adecuado.

En la actualidad no se puede concebir la construcción de un sistema de alcantarillado si dentro del proyecto no se tiene contemplado la planta de tratamiento. Aunque con la incorporación de esta unidad se logra reducir impactos adversos al ambiente, por otro lado se siguen generando problemas de importancia.

2.6.1 Impactos ambientales en etapa de preparación del sitio y construcción.

Durante la etapa de preparación del sitio, existirán emisiones a la atmósfera de humos, polvos y gases derivados de la combustión de la maquinaria empleada o bien polvos por el movimiento de tierra.

La topografía del terreno se verá afectada debido a las actividades propias de las nivelaciones y rellenos del terreno. Debido a que los trabajadores se instalan en campamentos en el lugar, puede ocurrir que haya una inadecuada disposición de residuos sólidos y líquidos presentándose así la generación de fauna poco agradable.

Si la planta se encuentra dentro de una zona urbanizada, lo más probable es que los habitantes del lugar se opongan a la construcción de dicha obra ya que el ciudadano generalmente tiene la idea que esta obra en vez de sanear, contamina el ambiente, y es peor cuando la construcción no tiene una apariencia estéticamente agradable.

Independientemente de los trabajos propios de la construcción de la planta y sus afectaciones al ambiente producidos por estos, el impacto que produce mayores descontentos es cuando ya se han finalizado los trabajos de construcción pues la presencia de un edificio relacionado con aguas residuales puede sugerir a los habitantes malos olores o probable sitio de contaminación, aunque la planta mantenga todo tipo de seguridades, o bien pasar desapercibida, dependiendo de su aspecto y la manera en que se encuentre integrado al conjunto de edificios de la zona ya que dichos edificios pueden desarmonizar estéticamente.

2.6.2 Impactos ambientales en etapa de operación y mantenimiento.

El propósito del tratamiento, consiste en separar de las aguas residuales la cantidad suficiente de sólidos para que no interfieran con el empleo más adecuado de éstas, tomando en cuenta la capacidad de las aguas receptoras para asimilar la carga que se agregue.

El desalojo de aguas residuales no tratadas o tratadas parcialmente, puede contaminar los cursos de agua en los que se vierten, de tal modo que las aguas adquieran un olor desagradable, con perjuicio y posiblemente depreciación para el valor de las propiedades.

A pesar de que las aguas residuales están constituidas aproximadamente por un 99% de agua y 0.1% de materia extraña, su vertido en una corriente, cambia las características del agua que las recibe.

En esta forma los materiales que se depositan en el lecho impiden el crecimiento de plantas acuáticas; los de naturaleza orgánica se pudren robando oxígeno al agua, con producción de malos olores y sabores; las materias tóxicas, compuestos metálicos, ácidos y álcalis afectan directa o indirectamente la vida acuática; las pequeñas partículas suspendidas pueden asfixiar a los peces por obstrucción de sus agallas; los aceites y grasas flotan en la superficie o se adhieren a las plantas impidiendo su desarrollo.

En las corrientes de agua natural existe un equilibrio entre la vida vegetal y animal, habiendo una gran interacción entre las diversas formas de vida. Las aguas de buena calidad se caracterizan por una gran variedad de especies, sin predominio de unas sobre otras. La materia orgánica vertida a un cauce es descompuesta por las bacterias en nitrógeno amoniacal, nitratos, sulfatos, dióxido de carbono, etcétera, los cuales son utilizados por las plantas y algas para producir carbohidratos y oxígeno. Las especies vegetales sirven de alimento a animales microscópicos, los cuales a su vez sirven de alimento a los crustáceos, insectos, gusanos y peces. Algunos organismos se alimentan de los residuos producidos por otros, ayudando de esta manera a la degradación bacteriana.

La introducción de cantidades excesivas de residuos en una corriente de agua, altera el ciclo al promover un rápido crecimiento bacteriano, que puede producir una disminución del oxígeno disuelto en el agua. Las aguas contaminadas se caracterizan por tener una gran cantidad de un número reducido de especies.

Con la operación del proyecto es posible que la disposición inadecuada de residuos sólidos y líquidos, así como un mal manejo de los lodos originará la proliferación de fauna nociva. Entre las especies que se verían favorecidas se encuentran los insectos (moscas, mosquitos o cucarachas) y roedores.

Los lodos generados en el sistema de tratamiento, no solo constituyen un problema de manejo, acondicionamiento y estabilización, sino que una vez estabilizados pueden ser considerados como subproducto de cierto valor, dado que tiene posibles aplicaciones entre las que destacan su uso como combustible, fertilizante y mejorador de suelos.

El principal problema que presenta la disposición de lodos es el correspondiente al contenido de metales pesados, mismos que a través de emisiones, acumulación en suelos y traslocación a la cadena alimenticia del ser humano (composteo, aplicación directa de lodos en terreno agrícola) o disolución y contaminación del agua (relleno sanitario, inyección en pozos profundos, disposición en aguas costeras) ponen en graves riesgos la salud del ser humano en mayor o menor grado. Por otro lado el manejo de lodos sin digestión y sin esterilización presenta un riesgo para: la salud del personal de operación, la contaminación de acuíferos y cultivos y la salud de los habitantes de zonas cercanas al sitio de disposición de lodos debido al acarreo de organismos patógenos por el aire, los insectos y otros medios.

Cuando los lodos se disponen en aguas costeras, en diversas especies de peces y mariscos hay acumulación de metales pesados, donde el afectado es el ser humano ya que es el eslabon final de la cadena alimenticia. El proceso de inyección en cavidades ofrece riesgos de contaminación de acuíferos ya que al inyectar a presión ocurren fracturas y fallas que provocan la migración del lodo hacia estratos de baja presión.

Sin embargo, la técnica de disposición de lodos en pozos profundos es apropiado, siguiendo desde luego recomendaciones sobre protección de acuífero, monitoreo preventivo y de control en agua.

La aplicación de lodos digeridos sobre terreno agrícola es una técnica de disposición considerada entre las que se presenta un aprovechamiento posterior debido a los múltiples beneficios que aporta, entre los que se encuentran el mejorar la estructura del suelo y con ello su capacidad de retención de agua y nutrientes, incrementar el contenido de materia orgánica y aportar una fuente de nutrientes para el aprovechamiento por cultivos.

Otro aspecto que se puede presentar son las emanaciones de malos olores que se podrían derivar de un inadecuado manejo de lodos. Estos olores pueden llegar a distancias considerables del sitio y afectar la calidad del aire, con las consiguientes molestias para trabajadores y personas que transiten por la cercanía o pobladores del lugar.

Dentro de las alternativas de disposición de lodos las que más impulso y desarrollo pueden mostrar son las que permitan:

- Reducir los problemas de impacto ambiental.
- Beneficio a través de algún aprovechamiento posterior.

CAPITULO 3.

MEDIDAS DE MITIGACION PARA LOS IMPACTOS DE LAS OBRAS DE USO Y MANEJO DEL AGUA.

Son inevitables las repercusiones ambientales ocasionadas por la operación y mantenimiento de las obras de uso y manejo del agua, por lo que la preocupación por prevenir y en cierta forma evitar los efectos negativos es materia de estudio de muchos profesionales. Actualmente, por medio del documento llamado "Manifestación de Impacto Ambiental" se analizan las obras que serán llevadas a cabo y los impactos ambientales ocurridos, al tiempo que se proponen medidas de compensación de daños. Es decir, se realizan estudios en los que se identifican los daños ocasionados y se establecen estrategias compensatorias de manejo ambiental.

Y es que hoy en día es necesario prevenir desde la planeación del proyecto los daños y efectos que se pueden ocasionar durante las diversas etapas de construcción, operación y mantenimiento de las obras; también es necesario dar las medidas de mitigación idóneas para los efectos negativos.

Las medidas de mitigación son las acciones que deben realizarse para eliminar o disminuir los impactos adversos identificados para las obras de uso y manejo del agua por construirse. Es decir se debe considerar la eliminación o reducción de los impactos negativos identificados o la optimización de aquellos impactos considerados como benéficos.

Realizados en etapas tempranas de la planificación de proyectos, los estudios de impacto ambiental permiten prever los recursos económicos necesarios para la puesta en marcha de las medidas de mitigación de impactos ambientales.

En este capítulo se presentan algunas medidas de mitigación para los impactos ambientales producidos por cada una de las obras de uso y manejo del agua. Aunque para cada proyecto específico se debe estudiar cuales son las mejores medidas de mitigación.

3.1 ALGUNAS MEDIDAS DE MITIGACION PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR EL PROYECTO DE PRESAS.

A continuación se describen las medidas de mitigación más importantes que pueden implantarse en diferentes etapas del proyecto.

3.1.1 Medidas de mitigación en etapas de planeación, diseño, preparación del sitio y construcción.

La evaluación hidrológica es un aspecto fundamental para el proyecto y, en el balance del agua que es aprovechada por el proyecto, debe considerarse la demanda de agua en la corriente para mantener condiciones ecológicas adecuadas. Esto es principalmente significativo cuando el uso posterior es para abastecimiento de agua potable y agropecuario y/o industrial.

Paralelamente a la evaluación hidrológica, debe realizarse una estimación de la calidad del agua del embalse, para lo que se requiere:

- Información de la calidad del agua de la corriente, preferentemente de mediciones de programas de monitoreo de la calidad del agua. Además se necesita desarrollar un pronóstico de la calidad del agua.
- Información hidrométrica.
- Morfología del embalse
- Funcionamiento hidráulico del embalse.

Esta información es fundamental para determinar si son necesarias algunas obras complementarias o anticipar algunas acciones en la operación. Entre las obras pueden incluirse: estructuras y equipo para el control de malezas acuáticas, recubrimientos especiales en equipo de generación de energía eléctrica. Entre las acciones se pueden encontrar: ajustes en los programas de cultivos del distrito de irrigación correspondiente, prácticas de riego y diseño de programas de pesca y recreación.

En la etapa de preparación del sitio, debe evaluarse la conveniencia de realizar remoción de vegetación y el despalme del suelo, en caso de que los daños originados a la calidad del agua por la descomposición y mineralización afecten significativamente los usos de la futura presa.

Para reducir la posibilidad de ruptura de la cortina, se recomienda incluir en los estudios básicos los aspectos de estabilidad sísmica de la zona y de la cortina.

Algunos impactos socioeconómicos se presentan desde las etapas preliminares, especialmente los asociados con la tenencia de la tierra y los asentamientos humanos. Las personas cuyas tierras sean afectadas por la inundación, deben ser de preferencia compensadas con terrenos cercanos con productividad no inferior. Si la compensación es monetaria, se debe favorecer la emigración de los afectados y sus dependientes económicos. Además, en caso de verse afectados los asentamientos humanos, las viviendas y servicios inundados deben ser proporcionados por la agencia responsable del proyecto. En la construcción del poblado deben considerarse las características sociales, económicas, culturales y religiosas de la población afectada.

Para atenuar posibles impactos socioeconómicos negativos es necesario, en esta etapa, llevar a cabo un estudio que determine las características demográficas, el mercado de trabajo y la estructura productiva de la zona, y que permita delinear las políticas de ajuste socioeconómico de la zona.

La limpieza de vegetación mayor y menor del vaso es recomendable para controlar el problema de eutroficación que sería nocivo al aprovechamiento del embalse para abastecimiento público y recreación y, en algunos casos, para generación de energía eléctrica e irrigación. Además, puede incluirse en esta actividad la relocalización de componentes faunísticos importantes.

El campamento a ser establecido debe incluir tratamiento de aguas residuales mediante el proceso más adecuado a las condiciones locales, así como un sitio específicamente acondicionado para la disposición de desechos sólidos.

La cortina representa una barrera a la fauna acuática, en casos especiales, en cortinas de baja altura y que afecten especies de alto valor ecológico o comercial (p.e. salmón), se puede mitigar mediante la construcción de "escaleras", elevadores y canales para peces. Su implantación requiere de un análisis costo-beneficio.

En la construcción se deben minimizar impactos adversos asociados con el banco de préstamo mediante el uso y colocación de materiales que se puedan utilizar dentro de la misma obra. Debe procurarse un sitio adecuado para la disposición de los desechos de construcción que posteriormente pueda ser restaurado.

En esta etapa pueden emprenderse programas de relocalización de especies de fauna terrestres afectadas por el proyecto.

En caso de localizarse algún área de interés arqueológico susceptible de afectación por el proyecto, debe realizarse un proyecto de salvamento arqueológico. Inclusive puede pensarse en la relocalización del proyecto.

3.1.2 Medidas de mitigación en etapas de operación y mantenimiento.

Las prácticas de operación del caudal de agua deben incluir el mantener en la corriente aguas abajo de la presa un caudal que permita la preservación de los ecosistemas acuáticos.

Adicionalmente en la operación debe considerarse la extracción de agua de la profundidad del embalse que presente mejor calidad de agua :

- Para potabilización, del nivel que tenga menor cantidad de algas.
- Para la corriente, la que tenga nivel adecuado de oxígeno disuelto.

La presa propiciará el acceso del público a la zona por lo que se recomienda controlar el ingreso y en algunos casos establecer zonas protegidas con la vigilancia de la autoridad correspondiente para el cumplimiento de la Ley Federal de Caza.

El proceso de eutroficación es uno de los problemas que más seriamente puede afectar la operación de presas y embalses. Este fenómeno es el resultado de la interacción del deterioro de la calidad del agua de la corriente por actividades en la cuenca, del embalsamiento del agua en la presa y, en algunos casos, de degradación de la calidad del agua en la misma presa. Existen medidas que se pueden adoptar para mitigar los daños de eutroficación : técnicas para reducir el ingreso de nutrientes, técnicas para acelerar la salida de nutrientes. En el cuadro 3.1 se presentan las principales técnicas.

En caso de presentarse proliferación de malezas acuáticas indeseables, se debe establecer un programa continuo de control utilizando medios físicos, químicos y biológicos eficientes y compatibles con otros usos del embalse y con las comunidades ahí establecidas

CUADRO 3.1 Principales técnicas para restauración de lagos y embalses y/o control de eutroficación.

Técnicas para reducir ingreso de nutrientes.

- tratamiento de aguas residuales
- desviación de aguas residuales
- tratamiento de aguas sobre terrenos

Técnicas para romper el ciclo interno de nutrientes

- dragado
- desactivación de nutrientes
- aereación artificial

Técnicas para acelerar la salida de nutrientes

- dilución
 - cosechado
-

La existencia de un cuerpo de agua representa un recurso pesquero que debe ser aprovechado mediante un programa que contemple su uso racional y pueda incluir diferentes formas de acuacultura.

Las actividades de mantenimiento, aunadas a una correcta operación son esenciales para el adecuado funcionamiento de la presa y minimizar la posibilidad de accidentes.

La protección de la cuenca y el manejo de bosques redundarán en una mejor calidad del agua almacenada y en una menor tasa de sedimentación.

El mantenimiento de estructuras como cortina y bancos es necesario para garantizar la integridad y duración de la presa. Además del mantenimiento preventivo y correctivo en instalaciones, equipo y estructuras, debe incluirse un programa de monitoreo ambiental que es básico para ajustar las políticas de manejo ambiental de la presa y el embalse.

La pesca y recreación son actividades relacionadas con la construcción y operación de presas y embalses y su impulso racional normalmente contribuye a una mejor utilización de los recursos naturales.

3.2 ALGUNAS MEDIDAS DE MITIGACION PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR EL PROYECTO DE OBRAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.

A continuación se presentan algunas medidas de mitigación para el proyecto de abastecimiento de agua potable en las etapas de preparación del sitio y construcción y operación y mantenimiento.

3.2.1 Medidas de mitigación en etapas de preparación del sitio y construcción.

En cuanto a las obras de captación, deben ubicarse de manera que se eliminen en cuanto sea posible las probables interferencias con el suministro. Cuando no exista certeza de que el servicio pueda prestarse con continuidad, las captaciones deben duplicarse. Para ubicar las captaciones deben considerarse los siguientes aspectos: a) el origen del suministro, ya sea embalse, lago o río (cuestión que tiene importancia por lo que afecta a la posibilidad de amplias fluctuaciones en el nivel de agua); b) las condiciones en los alrededores de la captación, altura del agua, índole del fondo, efectos de las corrientes, avenidas y socavación del fondo; c) la ubicación con respecto a los focos de contaminación; d) presencia de materiales flotantes.

Cuando la captación es en un lago, si la ribera del lago está habitada, la captación debe localizarse donde el peligro de contaminación sea mínimo, lo que puede exigir el estudio de las corrientes y especialmente el movimiento de las aguas residuales o residuos industriales que puedan descargarse en el lago.

Debe hacerse un muestreo para vigilar la calidad del agua en la captación, en caso de encontrarse deficiencias en la calidad física, química y/o biológica del agua, obligará a efectuar muestreos repetitivos hasta que las deficiencias se eliminen por medio de acciones de control de calidad.

La vigilancia de todas las circunstancias y condiciones que puedan afectar la calidad de un suministro de agua tiene una gran importancia. Las razones que justifican la inspección son que pueden existir condiciones que pueden ser orígenes potenciales de contaminación y de epidemias transmitidas por el agua, que cuando un muestreo del agua verifica la existencia de infección, es necesario una extrema vigilancia para descubrir la causa del peligro y que la inspección es necesaria para la interpretación apropiada de los ensayos.

Si el aprovechamiento es de agua subterránea, antes de perforar pozos de abastecimiento deben hacerse investigaciones para determinar la cantidad y naturaleza de los acuíferos. Antes de completar los planos de construcción de los pozos y de adquirir las bombas, deben hacerse siempre sondeos. Estos deben ser suficientes en número para establecer la profundidad, el espesor y la naturaleza de los acuíferos en el área que se va a explotar y en sus alrededores. Los datos de pozos existentes serán particularmente valiosos si se dispone de las variaciones del descenso y del nivel estático, durante un largo período.

Las fuentes, por seguridad, deben protegerse contra la contaminación producida por las aguas superficiales o de las avenidas. El agua de los pozos puede también contaminarse con las avenidas, por lo que, siempre que sea posible, no deben situarse los pozos donde exista este peligro. Además de contar con un adecuado sellado para evitar la infiltración de aguas contaminadas.

3.2.2 Medidas de mitigación en etapas de operación y mantenimiento.

Para ser adecuado un sistema de abastecimiento de agua potable, es fundamental que cuente con una buena operación y mantenimiento para así poder proporcionar un amplio suministro de agua, estéticamente de calidad satisfactoria y sanitaria, cuándo y dónde se requiera dentro de la zona de servicio. Además, el sistema debe mantener presiones adecuadas para los usos residenciales, comerciales e industriales normales, al igual que ha de proporcionar el abastecimiento necesario para la protección contra incendio.

Pero al incrementarse la población, las fuentes superficiales resultan insuficientes para satisfacer la demanda, hecho que origina la perforación de pozos para extraer el agua de acuíferos y si este proceso tiene un desarrollo intensivo puede llegar a niveles de sobreexplotación.

El agotamiento del acuífero no significa otra cosa que su sobreexplotación y para evitarlo hay un remedio: reducir la extracción con tendencia a establecer equilibrio entre extracción y recarga.

Las relaciones entre el agua que se bombea y el agua que se extrae deben de ser calculadas. Se han desarrollado modelos matemáticos y programas de computadora para predecir los efectos que producen determinadas políticas de extracción en los niveles freáticos y en el asentamiento del subsuelo. Estos modelos permiten alguna estimación de cuanto agua va a ir disminuyendo del acuífero. El modelo debe indicar las áreas donde el bombeo del agua debe ser reducido, aumentado o estable. El mismo modelo debe proporcionar información en la localización, donde la construcción de obras para la recarga del acuífero van a ser más efectivas.

La principal utilidad del modelo es que sirve para prever los efectos de políticas futuras de operación de los pozos. Uno de los objetivos deseables de dicha operación es disminuir la rapidez del hundimiento del terreno en las áreas con mayor peligro de fallas; para lograrlo debe evitarse, por lo menos, que en esos sitios los niveles piezométricos continúen descendiendo.

En vez de limitar la extracción podría también intentarse incrementar la recarga artificial, la cual es una manera de aumentar la infiltración natural del agua de la superficie hacia un acuífero por medio de pozos u otras construcciones, pero esto no siempre está al alcance del usuario de las aguas lo que sería de desearse que ocurriera, como cuando se perforan pozos de absorción o se rotura el terreno para propiciar la infiltración de las aguas del escurrimiento superficial o se construyen diques para el almacenamiento temporal de las mismas.

Lo que debe hacerse, con la mira de conservar determinado gasto, no es precisamente enriquecer el acuífero, sino aumentar el área de influencia del pozo, lo que se consigue profundizándolo para captar otros acuíferos o construyendo galerías auxiliares cuando esto es factible.

Debe hacerse notar que un decrecimiento del gasto por agotamiento progresivo del acuífero, está siempre acompañado por un abatimiento del nivel dinámico.

Estos sistemas artificiales incluyen inundación, lagos, bordos y canales. Para la recarga artificial debe haber una fuente de agua, las cuales pueden ser arroyos naturales o excesos de corrientes de algunas otras fuentes, o hasta las aguas residuales con tratamiento.

Los pozos de recarga deben construirse y desarrollarse tan cuidadosamente como los de abastecimiento, y deben tomarse todas las precauciones posibles para excluir la arena y el limo o, de lo contrario, el filtro se obstruirá y requerirá limpieza. Además para prevenir la contaminación de las áreas de recarga del acuífero y evitar restricciones en el aprovechamiento del agua, no deben permitirse asentamientos humanos cerca de la zona.

Aún cuando se disminuya la sobreexplotación de los acuíferos, es indispensable que exista capacidad de bombeo instalada en condiciones de operación adecuadas, pues así los acuíferos podrán sobreexplotarse temporalmente cuando se presente una sequía o alguna otra emergencia que afecte a las fuentes superficiales.

Cuando el suministro es de una fuente superficial, hay que atender también al problema sanitario de la cuenca que lo alimenta, especialmente en la región próxima al mismo. Estas fuentes naturales que conducen principalmente aguas pluviales, están contaminadas con aguas residuales y basura, lo que provoca problemas de insalubridad. Por estas razones, las cuencas deben sanearse para eliminar focos de infección. Lo cual puede lograrse mediante la instalación de servicios sanitarios y de contenedores de basura en el área donde se realicen actividades recreativas cercanas a la fuente, y reubicación de asentamientos humanos irregulares con el fin de evitar padecimientos de enfermedades de origen hídrico.

En cuanto a las descargas de aguas residuales de origen industrial, se les debe exigir que cumplan con los parámetros permitidos para realizar dichas descargas para mejorar las condiciones ambientales de la cuenca.

Para llevar a cabo el control de la contaminación y saneamiento de cuencas, es necesario instalar laboratorios de calidad del agua, además del establecimiento de una red de monitoreo que permita cubrir el mayor número de cuerpos de agua con el objeto de controlar la contaminación de las aguas de aquellos depósitos o corrientes cuya calidad ha sufrido detrimento, para que, con la participación de todos, readquieran gradualmente la calidad necesaria para el aprovechamiento que se hace de ellas.

Es importante señalar que en la planeación para la utilización del agua de alguna cuenca debe considerarse tanto el abastecimiento a la ciudad, como la satisfacción de las necesidades de las regiones cercanas a la captación y de las poblaciones ubicadas a lo largo de la conducción, estableciendo programas de obras de compensación y beneficio social en los sitios afectados por la construcción de las obras, independientemente de la reforestación en esos sitios y a lo largo del acueducto. Las fuentes de abastecimiento externas a una ciudad en ocasiones son indispensables, y deben ser seguras; además de no causar daños significativos al ambiente ni a la actividad económica de las zonas de origen del agua.

El aprovechamiento adecuado de un sistema de abastecimiento de agua potable, se consigue evitando las fugas de agua, los desperdicios jamás se justifican. El grave problema de las fugas que es originado principalmente por fracturas en la red provocadas por los hundimientos del suelo, fracturas causadas por la obsolescencia de los materiales en la red, por falta de mantenimiento o porque ya no resisten la presión del agua, es una preocupación que debe importarse a todos. Además es indispensable que las autoridades correspondientes presten más atención al problema de las fugas en la red, ya que no sólo significan un riesgo, sino un gran desperdicio de recursos e inversiones. Las soluciones para este problema son: dar mantenimiento periódico a la red y buscar materiales más adecuados a las características de subsuelo para reducir la incidencia de fugas.

Deben establecerse las estrategias de acción para realizar el retiro de las instalaciones y equipo que minimicen en lo posible el impacto por la generación de residuos; así como las rutas estratégicas de circulación en el interior de la obra, con la finalidad de evitar el posible deterioro del entorno por las actividades del personal requeridas para ejecutar la obra. Se debe contar con los medios adecuados para la recolección de basuras y escombros, por ejemplo con carretillas, los que de ser utilizados correctamente evitan daños al entorno y la posible dispersión en la trayectoria de los residuos transportados.

A menudo se desestima la importancia de las válvulas, tanto en el proyecto de nuevos sistemas como en las ampliaciones y en la conservación. La instalación del número suficiente y la adecuada localización de las válvulas es una necesidad ineludible para el funcionamiento y control correcto de la red.

La importancia social de un sistema de agua es evidente. Su instalación requiere del esfuerzo humano y de inversiones considerables de dinero para dar un servicio semejante al que se logra con la energía eléctrica, el servicio telefónico y las vías de comunicación. Sus gastos de funcionamiento y mantenimiento son constantes y costosos y para cubrirlos es necesario cobrar a los usuarios. Estas tarifas producen ingresos, sin embargo debe contarse con los suficientes medidores instalados así como con sistemas administrativos necesarios para llevar a cabo un cobro efectivo del agua sobre bases de consumos medidos. El cobro por servicio medido propicia un ahorro en el consumo y favorece la utilización racional y eficiente del agua.

Un buen sistema administrativo de agua potable debe conocer perfectamente bien su red de distribución, sus válvulas, su control, sus usuarios; también cuanta agua llega al sistema, cuanta agua entrega y su eficiencia; para que por medio de la recaudación se pueda dar un buen mantenimiento o sustitución en caso necesario.

Otro punto importante, es la educación que del concepto agua tenemos, es necesario realizar programas tendientes al ahorro y al uso racional del agua; ya que las condiciones de escasez del líquido son preocupantes.

Se podría hablar de una educación sanitaria diseñada y destinada a crear en la población el deseo de tener sistemas seguros de abastecimiento de agua, proveer asistencia técnica que sea necesaria para ayudar a la población a lograr su deseo de contar con agua segura y realizar campañas de promoción y cuidado del vital líquido.

La participación ciudadana en la vigilancia de la cantidad y calidad del agua puede ayudar a proteger los abastecimientos de agua potable contra la contaminación.

Así, la instalación de un sistema adecuado de abastecimiento de agua se justifica porque a la larga resulta ser la manera más económica de obtener agua potable proporcionando este los siguientes beneficios:

- mejor salud
- mayor riqueza
- un ambiente más sano donde vivir

3.3 ALGUNAS MEDIDAS DE MITIGACION PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR EL PROYECTO DE OBRAS DE ALCANTARILLADO.

A continuación se presentan algunas medidas de mitigación para el proyecto de alcantarillado en las etapas de preparación del sitio y construcción, y operación y mantenimiento.

3.3.1 Medidas de mitigación en etapas de preparación del sitio y construcción.

En los trabajos de preparación del sitio y construcción en los que son inevitables los ruidos, las emisiones de polvo a la atmósfera y la alteración de la circulación, debe cuando menos crearse un ambiente atractivo, limpiando el área de trabajo y evacuando todos aquellos residuos que ya no se ocupen, manteniendo el equipo, maquinaria y herramienta en buen estado y ocuparla sólo cuando el trabajo lo requiera.

Debe "prepararse" a los habitantes de la zona sobre el trabajo que ha de realizarse con el fin de concientizarlos sobre la necesidad que hay de construir el sistema de alcantarillado y que las molestias que este les pueda ocasionar durante su construcción son mínimas comparadas con el beneficio que han de recibir con la operación de éste.

Al término de la construcción debe limpiarse el lugar para evitar la dispersión de residuos al ambiente y posibles quejas de parte de los habitantes.

3.3.2 Medidas de mitigación en etapas de operación y mantenimiento.

Los efluentes líquidos pueden ser eliminados mediante su vertido a aguas superficiales, tanto directamente como a terrenos que drenen a las mismas; por descarga en aguas subterráneas, de forma directa mediante inyección en pozos profundos o indirecta por percolación; o por evaporación a la atmósfera. Cualquiera que sea la técnica de eliminación final utilizada, los líquidos residuales deben someterse a un tratamiento más o menos intenso antes de su vertido a un curso de agua, de modo que no puedan ser causa de peligro para la salud pública u ocasionar perjuicios tanto al cuerpo receptor como a la flora y fauna del mismo. El grado de tratamiento necesario depende de las normas de calidad del agua para el cuerpo receptor y del caudal y calidad de ambos, agua residual y cuerpo receptor.

La calidad del efluente requerida puede conseguirse por combinación de un conjunto de procesos de tratamiento distintos. No hay un único proceso que sea el adecuado para todas las circunstancias, por lo que el ingeniero habrá de seleccionar la combinación de sistemas que proporcione el tratamiento deseado con el mínimo costo y máxima confiabilidad.

La tecnología aplicada para el tratamiento de las aguas residuales debe responder a dos enfoques diferentes: tratar para prevenir y controlar la contaminación, y tratar para reusar las aguas.

Debe elegirse un sistema de vertido aceptable, aunque no existe un único sistema que sea el más idóneo para todos los tipos de aguas residuales. Se debe estudiar todos aquellos sistemas que sean aplicables, a fin de determinar la técnica más económica que sea ecológica y socialmente aceptable.

Por ejemplo, se puede pensar en el vertido a los cursos de agua que es la técnica más comúnmente empleada y, generalmente, es también la más económica, siempre que se cumplan las normas de calidad del agua para el cuerpo receptor. El vertido al terreno es recomendable siempre que éste permita el transporte de líquido.

También debe tenerse en cuenta que para mantener una buena calidad del cuerpo receptor deben vigilarse las descargas de aguas residuales de las industrias cercanas que desalojan sus aguas a dicho cuerpo. Estas descargas deberán apegarse a las normas oficiales mexicanas que establecen los límites máximos permisibles de los parámetros de los contaminantes a fin de asegurar una calidad del agua satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

En los sistemas de nueva construcción, debe tenerse en cuenta, la posibilidad de utilizar sistemas separados, es decir una red para aguas residuales y otra red para aguas pluviales, ya que estos dos tipos de agua no tienen las mismas características, y en el momento de decidir dar un tratamiento resultaría más económico ya que el gasto sería menor. Sólo cuando los caudales de aguas pluviales estén tan contaminados que requieran un tratamiento igual que el de las aguas residuales, se podría pensar en alcantarillas combinadas.

En relación con el desalajo de las aguas de lluvia, la situación de los lugares altos y con pendientes pronunciadas se puede mejorar si se construyen cunetas para conducir el agua hasta las barrancas y cauces cercanos.

También debe tenerse en cuenta que otro problema que se presenta es que las aguas de lluvia, ya no tienen el mismo espacio para infiltrarse en el terreno, debido al crecimiento rápido e incontrolado de la población que ocupan dichos lugares. Ante esto debe proponerse un programa de desarrollo urbano para evitar asentamientos irregulares e inundaciones producto de estos mismos.

Dicho programa debe contar con la infraestructura suficiente para conectar a estos nuevos usuarios a la red de alcantarillado sin que ésta se vea afectada en su operación.

Los principales problemas que crea el mantenimiento de las alcantarillas son la eliminación de obstrucciones o el modo de evitarlas y algunos trabajos de reparación. Un buen mantenimiento requiere el apropiado conocimiento de la localización de las alcantarillas y una competente brigada de operarios que cuenten con el equipo necesario y con un servicio permanente. El equipo necesario depende del tamaño y tipo de las alcantarillas a conservar.

Las obstrucciones originadas por objetos grandes que han penetrado a las alcantarillas, o arena, grasa u otros materiales; pueden eliminarse forzando una varilla que empuje una herramienta puntiaguda a través de la obstrucción y dejando luego que la propia velocidad de las agua residuales liberadas limpie la tubería. Los grandes objetos pueden hacer necesaria la excavación y la abertura de la conducción.

Cuando se efectúa limpieza de las alcantarillas, debe procurarse que los residuos encontrados sean evacuados inmediatamente de la misma, no dejándolos en la vía pública. En esta práctica el papel de una inspección efectiva es muy importante ya que se evitarían acumulaciones indeseables en las alcantarillas, así como la salida del agua residual por las mismas alcantarillas.

3.4 ALGUNAS MEDIDAS DE MITIGACION PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR EL PROYECTO DE OBRAS DE IRRIGACION Y DRENAJE.

A continuación se describen las medidas de mitigación que pueden implantarse en diferentes etapas del proyecto.

3.4.1 Medidas de mitigación en etapas de preparación del sitio y construcción.

En la planeación de la reubicación de la población deberá decidirse entre construir las casas para quienes serán reasentados, o bien ofrecerles los medios para que ellos mismos construyan sus viviendas. Esto último es a menudo lo mejor y lo más barato. Las poblaciones reasentadas deben ser tratadas con especial consideración, aún si se les proporciona una compensación generosa. Se debe prestar cuidado especial a los canales de comunicación, de manera que la población pueda saber lo que está sucediendo y cuándo está sucediendo. En la medida de lo posible deben tomarse en cuenta sus preferencias respecto al reasentamiento.

Frecuentemente se subestima el tamaño de la población a ser reubicada, así como el costo de la compensación, lo cual, aparte de los problemas e injusticia que causa a la población afectada, puede producir disturbios públicos. Durante el estudio de planeación debe realizarse todo esfuerzo posible para obtener una evaluación exacta del número de personas y del valor de sus pertenencias ubicadas en las siguientes áreas:

- áreas donde se crearán los embalses y otras obras de infraestructura
- áreas que quedarán privadas de agua
- áreas a ser irrigadas

Deberá realizarse una estimación precisa de los niveles de compensación necesaria por la pérdida de propiedad y fuentes de ingreso (tierra, casas, árboles, equipo, ganado, pequeños negocios, etc.) y asegurar que el presupuesto del proyecto incluya fondos para estos fines.

Es necesario que los desechos producto de los trabajos de desmontes y nivelación sean removidos inmediatamente después del término de los trabajos, para evitar el posible esparcimiento de estos.

En esta etapa, es necesario contar con un programa de reforestación apropiada para la zona que a su vez incluya también cuidados para la fauna silvestre evitando así la depredación ya sea natural o por el hombre.

La construcción de un nuevo sistema de riego, puede, a veces, combinarse con la instalación de una nueva red de abastecimiento de agua para uso doméstico, con un costo adicional reducido. Debe recomendarse a la gente que no use el agua de los canales, de los drenajes y de los depósitos para beber y lavarse. Por una parte, esta agua puede haber sido contaminada y por ende no ser potable; por otra parte debe evitarse el contacto con esta agua debido al peligro que representan ciertas enfermedades transmitidas por ésta. El agua de los pozos es en general más segura para beber que las aguas de superficie. La gente, sin embargo, utiliza el agua de las obras de irrigación para beber y lavarse, a menos que exista una fuente más segura y práctica. Además, debido a que las obras de irrigación generalmente crean a su alrededor mayor densidad de asentamientos humanos, existirá mayor demanda de agua segura para uso doméstico.

Estas relaciones entre abastecimiento de agua para uso doméstico e irrigación son un ejemplo de la necesidad de establecer mecanismos de planificación intersectorial. Las instituciones responsables de la irrigación, la salud, los asentamientos y la educación serán más eficaces si trabajan juntas. Por lo tanto, deberá procurarse vincular los planes de irrigación con estos programas ya existentes, y ampliarlos cuando sea necesario.

Es necesario vigilar el cumplimiento de las especificaciones y normas durante la construcción. De no efectuarse tal control, la operación y el mantenimiento del proyecto se volverán difíciles y de costo elevado, lo que traerá pérdidas en la producción agrícola y un aumento de las amenazas para la salud.

En esta etapa se pueden finalizar algunos detalles importantes de diseño, por ejemplo, el diseño de los cursos de agua para los agricultores, puentes para peatones, instalaciones para el lavado de ropa, etc. Deberán crearse instalaciones separadas para algunas actividades tales como lavado de ropa, para evitar que la gente use los canales para este propósito en zonas donde hay prevalencia de enfermedades. Es importante que el diseño detallado se haga lo más cerca posible del lugar del proyecto, y en consulta con los usuarios, así les resultara más fácil a los campesinos organizar el mantenimiento. Si un puente peatonal permite el acceso conveniente a instalaciones comunitarias muy utilizadas, es menos probable que la población atraviese los cursos de agua que contienen caracoles infectados. Es probable que la transmisión de muchas enfermedades ocurra en lugares donde haya actividades humanas numerosas cerca del agua o en el agua.

3.4.2 Medidas de mitigación en etapas de operación y mantenimiento.

Es indudable que la utilización de plaguicidas, herbicidas y fertilizantes favorecen el desarrollo de los cultivos y la producción de alimentos. Por otra parte, pueden causar alteraciones en la calidad del agua, aire y suelo al tiempo que altas concentraciones pueden, a largo plazo generar problemas de salud al hombre a través de bioacumulación en las redes tróficas.

Para reducir la concentración de herbicidas, plaguicidas y fertilizantes, se requiere de drenes marginales de descarga y de la disminución en el uso de los mismos. No debe olvidarse que se puede aumentar la fertilidad del suelo mediante acciones tales como incorporación de abonos naturales o cultivo de abonos verdes. Tampoco debe descartarse la posibilidad de emplear otro método de combate de plagas como el uso de depredadores naturales (control biológico), elementos atrayentes sexuales, cepas resistentes de cultivos y controles naturales.

Un proyecto de irrigación puede tener riesgos para la salud; por ejemplo, a menudo, los agricultores, más seguros de contar con agua, tendrán la tendencia a utilizar más productos tales como fertilizantes, plaguicidas y herbicidas. Si las autoridades de salud llegan a notar un aumento de accidentes debidos al uso descuidado de estos compuestos químicos, deberán alertar a las autoridades de extensión agrícola.

Siempre que pueda ocurrir intoxicación por plaguicidas debe tenerse una reserva de antidotos específicos. Debe, por lo tanto, conocerse la clase de plaguicida que más se utilice en el área y, con la asesoría adecuada, tener tales antidotos a la disposición inmediata. Es importante que el plaguicida se utilice sólo donde se necesita y en las cantidades y frecuencia requeridas. Debe evitarse que contamine los alrededores, para proteger a toda persona y a los animales silvestres y benéficos.

Los envases y recipientes vacíos de plaguicidas deben recogerse y desecharse en forma segura, ya que siempre contienen algún plaguicida concentrado. La mejor manera es inutilizar los recipientes, cavar una fosa y enterrarlos. Al desecharlos, debe hacerse una fosa de medio metro a un metro de profundidad, pero no tan profunda que llegue a llenarse de agua, en esta fosa se vierte:

- el agua con que se lavaron las manos
- el agua con que se lavaron las bombas
- el agua con que se lavó la ropa de trabajo

Asimismo, el uso de estos productos químicos puede contaminar el agua para consumo humano o animal, debiendo introducirse modificaciones en el método de aplicación. Cualquier efecto de este tipo debe ser detectado por el sistema de monitoreo de salud que debería haberse incluido en los arreglos institucionales para el nuevo proyecto.

Otro problema que se presenta en los distritos de riego, es la salinización, la cual consiste en la acumulación de sales solubles sobre el suelo, o a diversas profundidades en éste, en el aumento del contenido de minerales en el agua. Esto se traduce en la disminución de la capacidad de producción de la tierra, en la aparición de vegetación salina y en la desaparición definitiva de la vegetación.

Ya que hay suelos afectados únicamente por el fenómeno de la salinidad y que aún conservan el resto de sus propiedades productivas, éstos pueden recuperarse aplicando lavados para desalojar las sales solubles, que como excedentes están en la superficie del suelo. El método resulta efectivo cuando es dirigido por un técnico que será quien indique el número de lavados, las dimensiones de las láminas de agua, su permanencia en la parcela y si existe la necesidad de otro tratamiento previo o posterior al lavado.

En el uso de la técnica de "lavado de suelos" resulta muy trascendente considerar que para estas prácticas se requiere de grandes volúmenes de agua y que ésta posea una calidad tal que permita su uso para los fines mencionados. Se destaca lo anterior cuando precisamente se conjuga la problemática de la salinidad del suelo con el alto contenido de sales disueltas en el agua extraída del subsuelo, por lo que de decidir poner en práctica el método de "lavado" será necesario tratar el agua de los pozos previamente a su uso o conducir agua de los acuíferos de buena calidad para el fin mencionado.

Para obtener un máximo de ventajas de una obra de irrigación para la salud y la productividad, es necesario evitar cualquier impacto negativo de las enfermedades asociadas con el agua. Esto puede realizarse mediante una combinación de actividades que incluyen:

- un diseño apropiado de ingeniería en las etapas iniciales del proyecto
- la planificación y la aplicación de ciertas medidas durante la fase operacional del proyecto

La selección de medidas con la mejor relación costo/rendimiento para luchar contra las enfermedades y para reducir las infecciones a niveles socialmente aceptables requiere, durante la selección, el diseño y la ejecución, y la operación del proyecto, una buena cooperación entre:

- el personal del gobierno responsable de la salud, de la irrigación, de la agricultura y de la educación.
- las personas que viven en la zona o que se están mudando a ella
- las autoridades locales en la zona del proyecto

Esto demuestra la absoluta necesidad de la planificación intersectorial e interdisciplinaria en todas las etapas. Si se toman las precauciones adecuadas, los impactos negativos sobre la salud pueden ser evitados o limitados.

El abastecimiento de agua para uso doméstico y mejores condiciones sanitarias pueden incorporarse algunas veces en la planificación de obras de irrigación, lo que redundará en grandes ventajas para la salud gracias al acceso a agua potable y la higiene general.

La fase operacional es la más importante y de mayor duración en un proyecto. Los beneficios económicos que obtiene el país dependen enteramente del rendimiento durante esta fase. Los factores que influyen en el rendimiento son:

- el nivel de ingresos que pueden alcanzar las explotaciones agrícolas, lo que alentará a los campesinos a hacer uso de la nueva infraestructura, y
- el nivel de mantenimiento, para que la infraestructura esté siempre en condiciones productivas

Ambos factores abarcan los siguientes aspectos: los ingresos tienen influencia en la salud y el mantenimiento determina la cantidad de filtraciones, maleza y agua estancada o de movimiento muy lento. Resulta esencial observar que un buen mantenimiento es beneficioso tanto para la producción como para la salud.

Por ende es necesario prestar particular atención al mantenimiento y métodos de supervisión del mantenimiento de los canales, orillas de los embalses, estructuras anexas y drenajes. Puede ser necesario prever medidas especiales de protección sanitaria para los trabajadores que se ocupan del mantenimiento de canales, ya que estarán en contacto estrecho con patógenos y agroquímicos. Si este mantenimiento llega a ser realizado por los agricultores, necesitarán de orientación sobre las precauciones de salud, y esto debe ser incorporado en un programa de manejo agrícola.

También es importante prestar atención a la recaudación de ingresos, ya que puede afectar los fondos para trabajos de operación y mantenimiento.

Los ingresos son muy importantes para un buen mantenimiento; es por lo tanto particularmente necesario notar si se están realizando los pagos al proyecto como se esperaba, y si, por ejemplo, los agricultores están pagando sus cuotas al nivel calculado y en cantidad suficiente para sostener los costos de operación y mantenimiento.

Durante la fase operativa es inevitable que se hagan algunos cambios en el proyecto, por ejemplo, en el método de cultivos, y por lo tanto se modificará la distribución de agua ya que los agricultores se encontrarán en una nueva situación económica. Una comunicación adecuada entre los agricultores y la autoridad responsable del proyecto es importante si se desea mantener el abastecimiento de agua al ritmo de las necesidades y evitar desperdicios. También es importante la comunicación para la supervisión del mantenimiento ya que los agricultores serán los primeros en notar la falta de agua, causada por ejemplo por las infiltraciones.

3.5 ALGUNAS MEDIDAS DE MITIGACION PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR EL PROYECTO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO PARA AGUA POTABLE.

3.5.1 Medidas de mitigación en etapas de preparación del sitio y construcción.

Para la selección del terreno, la topografía es determinante clave para la ubicación de la planta. Los costos de construcción de las plantas que operan con mucha pérdida de carga se pueden reducir si se colocan en la ladera de una colina. Las consideraciones que los ingenieros deben evaluar para seleccionar la ubicación incluyen:

- limitaciones de capital
- disponibilidad de mano de obra calificada y no calificada
- conveniencia de códigos y normas de calidad del agua
- influencias tradicionales locales, costumbres y cultura en general

Con respecto al último punto, es necesario que las poblaciones servidas por estas instalaciones sean convencidas del beneficio que representa el servicio de agua desinfectada, de manera que contribuyan a conservar en buen estado las instalaciones que se les proporcionará.

Para llevar a cabo esto, antes de iniciar la construcción se deben realizar campañas para concientizar a la población de la necesidad de contar con instalaciones que purifiquen el agua. Se requiere generar un cambio cultural sobre la valoración del agua con información diversificada, amplia y adecuada a los diversos grupos involucrados.

De esta manera se pueden realizar programas educativos desde preescolar hasta educación superior, y de adultos, tendientes a proporcionar conocimientos e información, así como encauzar hábitos y costumbres sobre el uso racional del agua y su potabilización mediante diversas técnicas.

Para las acciones de concientización se puede realizar:

- La integración de grupos con especialistas que determine los contenidos y el tratamiento de la información, de acuerdo con las características y necesidades de la población, así como la definición de metodologías para la difusión, elaboración de material de apoyo, establecimiento de metas y evaluación.

- La integración de comités en colonias, barrios, comunidades agrícolas, delegaciones políticas o municipios, para coordinar y en su caso llevar a adelante las acciones programadas.

- Organizaciones de brigadas que realicen acciones de detección de problemas, registros y control, operación, comunicación, difusión y supervisión dentro de los comités.

Con el propósito de desarrollar eficientemente las acciones planteadas, es necesario establecer una coordinación entre las diversas dependencias que interactúan en el manejo del agua, aprovechando las estructuras sociales y políticas ya existentes.

El abastecimiento de agua debe obtenerse de una fuente lo más libre posible de contaminación, ya sea a través de protección natural o por medios artificiales. Debe prohibirse la descarga de aguas negras e industriales en cursos que son utilizados como fuente de abastecimiento. Elegida la fuente, hay que lindar el área adyacente a fin de protegerla de animales, viviendas y personas ajenas a la unidad. No debe permitirse que ese lugar sea tomado como sitio de recreo. Los responsables deben mantener un control permanente de las áreas circundantes a la fuente para evitar posibles contaminaciones accidentales de ellas.

La selección de la fuente determina la suficiencia, confiabilidad y calidad del suministro de agua. Por ejemplo, la mayoría de las aguas subterráneas que no contienen minerales inconvenientes son a la vez seguras y potables, y se pueden utilizar sin tratamiento, siempre que los pozos o manantiales estén adecuadamente ubicados y protegidos. Las aguas superficiales, por otra parte, se encuentran expuestas a la contaminación directa, y su tratamiento usualmente es un requisito previo para su desarrollo como suministro de agua potable.

En la medida de lo posible, se deben utilizar los materiales y métodos de construcción locales para la construcción de plantas de tratamiento de agua. Se deben investigar métodos alternativos para reducir los costos de construcción (por ejemplo utilizar concreto armado o mampostería en lugar de concreto reforzado). En regiones sísmicas, es necesario tomar medidas especiales, algunas veces incorporadas en reglamentos de métodos de construcción y vigilar su cumplimiento para reducir los posibles daños.

En las estructuras hidráulicas, las juntas de construcción y expansión son puntos donde puede empezar el deterioro. La durabilidad del concreto en dichas juntas (por ejemplo: en tanques) depende de la calidad del concreto inmediatamente debajo de la junta y el cuidado que se tenga al preparar la superficie de la junta antes de colar el muro.

Las juntas en las estructuras de concreto para retención de agua deben con frecuencia incluir un medio para evitar que el agua a presión pase a través de éstas. Para este propósito, se pueden utilizar tapajuntas metálicas o de hule.

Si la fuente es superficial, la localización y diseño adecuados de las tomas pueden reducir los requerimientos de tratamiento y proteger las unidades. Los materiales más pesados tienden a moverse a lo largo del fondo durante los periodos del flujo intenso; por lo tanto los tubos de admisión se deben colocar muy por arriba del fondo. En corrientes que varían significativamente en cuanto a nivel, puede ser necesario instalar tomas a diferentes alturas, la más baja para los periodos secos y la más alta para los periodos lluviosos.

3.5.2 Medidas de mitigación en etapas de operación y mantenimiento.

Son muchos los casos en los que incluso las instalaciones de tratamiento de agua más apropiadamente diseñadas y construidas, se encuentran operando deficientemente después de unos cuantos años de servicio. Son bastante comunes los casos en que los instrumentos no funcionan, las existencias de compuestos químicos se agotaron, los motores de las bombas se quemaron, se ha permitido que el lodo se acumule y solidifique en los tanques de sedimentación, los filtros se quedaron casi sin arena y el equipo y materiales de laboratorio no se han reemplazado. Por lo tanto, una instalación de tratamiento de agua no se puede considerar concluida, aun cuando la construcción se ha terminado, el equipo se ha instalado y las operaciones se han iniciado, a menos que se encuentre ya capacitado y en su lugar el personal necesario para asegurar el mantenimiento y operación continua de las instalaciones.

Los requerimientos de personal no sólo incluyen los operarios de la instalación sino también los directores responsables de emplear y distribuir el personal requerido, las técnicas y oficiales necesarios para el mantenimiento, y el personal de laboratorio necesario para supervisar las operaciones, incluyendo las medidas para su entrenamiento. Además, las condiciones de trabajo y las oportunidades de hacer carrera deben ser tales que retengan al personal calificado.

Si no se cuenta con sólidos recursos educativos básicos, el tiempo requerido para desarrollar el personal necesario que opere las plantas de tratamiento de agua, probablemente será mayor que el requerido para diseñar y construir las instalaciones que habrán de operarse.

Los ingenieros encargados del diseño se deben obligar a preparar un manual de operación para cada planta traducido a la lengua local. Este manual debe describir las unidades y su operación, con instrucciones para el manejo de válvulas, bombas, alimentadores químicos, etc. Este manual debe estar disponible antes de que la planta entre en operación y utilizarse en el programa de entrenamiento para el personal de la planta.

En lo que se refiere a la disposición de lodos, se debe estudiar la disponibilidad del terreno, la naturaleza del lodo y su facilidad para la deshidratación así como los factores económicos, podrán variar las soluciones de tratamiento pero el objetivo siempre es la reducción del volumen de dichos lodos y la obtención de las mejores características para disponerlos de forma que no afecten al medio y la salud pública.

3.6 ALGUNAS MEDIDAS DE MITIGACION PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR EL PROYECTO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO PARA AGUA RESIDUAL.

3.6.1 Medidas de mitigación en etapas de preparación del sitio y construcción.

Si se presenta la erosión en la preparación del sitio, el proceso erosivo se agrava cuando al compactarse el suelo y desaparecer la vegetación, el agua deja de infiltrarse hacia capas más profundas del suelo), es uno de los primeros impactos que deben mitigarse, en virtud de los múltiples impactos secundarios que provoca. Existen muchos procedimientos para prevenir o disminuir los efectos de la erosión, pueden proponerse los siguientes.

- Construcción de terrazas
- Barreras de árboles
- Reforestación de las zonas explotadas

Adicionalmente se tienen los impactos del manejo de maquinaria, principalmente la generación de contaminantes a la atmósfera, incluyendo ruido

En cuanto a la calidad del aire, en la etapa de preparación del sitio y construcción se pueden realizar las siguientes actividades para controlar las emisiones de contaminantes a la atmósfera:

- Mientras no se pavimente el camino de acceso, se debe regar con agua periódicamente para evitar la suspensión de partículas
- Se debe regular la velocidad en los caminos de acceso de 20 a 40 km/h
- Se debe cubrir con toldos de lona las cargas de los camiones de volteo provenientes del banco de materiales
- No se debe efectuar quema del producto de desmonte
- Se debe utilizar maquinaria en óptimas condiciones mecánicas
- Para el manejo de residuos sólidos, se deben usar los contenedores con tapa

En cuanto al ruido, se debe verificar que los vehículos que se empleen para el transporte de material cumplan con los niveles máximos permitidos establecidos en el Reglamento de Ruido.

Como medida de prevención de los impactos debidos a la disposición del suelo producto de la excavación requerida para obtener los niveles de proyecto, desde el diseño se debe prever que el material excavado se utilice para conformar el revestimiento interno y externo de los talúdes de los bordos combinándolo con el material granular procedente de banco.

Si existen ríos cercanos al sitio de construcción, con el fin de evitar que lleguen a los ríos materiales lavados por el agua de lluvia en las áreas de construcción, deben interceptarse los escurrimientos mediante cunetas y encauzarse a tanques de sedimentación antes de su descarga a los ríos.

Los empleados deben ser dotados con equipo de protección individual, tales como cascos, botas y fajas, y a quienes estén expuestos a niveles de presión acústica elevados se les debe proporcionar tapones de cera o goma y orejeras.

Los empleados que utilicen equipo ruidoso o vibrador deben ser rotados en sus puestos para evitar exposiciones prolongadas.

3.6.2 Medidas de mitigación en etapas de operación y mantenimiento.

Concluida la etapa de construcción de la planta de tratamiento para agua residual, la perturbación de ésta en el paisaje puede ser mitigada con las siguientes medidas:

- Conservación de diques libres de hierbas y malezas que puedan estimular la presencia de mosquitos y otra clase de insectos
- Mantenimiento de los terrenos adyacentes, deshierbados y cubiertos de pastos
- Se deben efectuar actividades programadas de mantenimiento preventivo
- En lo que se refiere a la limpieza de los edificios, se debe tener un cuidado especial ya que participan fuertemente en la impresión de conjunto de la planta

Se debe cuidar que durante esta etapa de operación no se presenten malos olores, lo cual se consigue con un adecuado mantenimiento

Las instalaciones de tratamiento de aguas residuales no deben de localizarse en lugares en los que los olores puedan producir una depreciación en el valor de las propiedades colindantes.

Para el arranque de la operación, debe estar prevista la capacitación del personal en materia de operación y mantenimiento, procedimientos de laboratorio, sistema de administración de mantenimiento, sistema de administración de la información, el plan de operaciones y el plan de aseguramiento de la calidad.

En cuanto a los operadores de la Planta.

- No se debe permitir el consumo de comida, cigarrillos o bebidas dentro de la zona de trabajo
- Después de su jornada de trabajo, deben someterse a una limpieza corporal intensiva
- No se debe permitir la entrada de infantes dentro del área del sistema de tratamiento
- El personal que tenga contacto primario con el agua residual, debe contar con equipo de seguridad, como guantes de hule, botas de plástico, etc.
- Debe prohibirse bañarse en aguas tratadas

La tecnología aplicada para el tratamiento de las aguas residuales ha respondido a dos enfoques diferentes: tratar para prevenir y controlar la contaminación, y tratar para reusar las aguas.

El reúso se refiere principalmente a la utilización de aguas residuales generadas por los usos domésticos, industriales y en algunos casos agrícolas, y por lo tanto está asociado a asentamientos urbano-industriales y a las áreas agrícolas aledañas a éstos, siempre implica un tratamiento y esta dirigido a los usos agrícola, industrial, municipal, recreativo y de recarga de acuíferos.

Así pues, se debe establecer un programa de reúso, añadiendo la aplicación de criterios severos que justifique plenamente dicha práctica, éste reúso debe ser orientado a sitios en los que no es posible aumentar la oferta sin reducir la demanda, y donde los costos de reúso sean menores a la importación.

Existen productos agrícolas que admiten el riego con efluentes secundarios como cultivos de alfalfa, algodón, arroz y sorgo. Sin embargo, si a las aguas residuales urbanas se les aplica un tratamiento avanzado, que consiste en coagulado, filtrado, sedimentado y desinfectado, se pueden sembrar hortalizas como brócoli, coliflor, lechuga y otras.

En general, todo efluente tratado puede usarse en riego si se observan las reglas más elementales de sanidad, desde la siembra hasta el consumo del producto.

Los riesgos a la salud que representa el riego con agua residual tratada son proporcionales al grado de contacto humano con el agua y a lo apropiado y confiable del tratamiento. Debe tenerse en cuenta que el uso prolongado de agua residual tratada para riego no es posible sin el adecuado drenaje de los suelos.

Dada la tendencia de maximizar el aprovechamiento de los recursos, y las fuertes demandas que existen entre los diversos usos competitivos del agua, ya no es posible considerar que sólo la agricultura sea la que utilice las aguas residuales. Gran cantidad de industrias pueden utilizar agua de menor calidad que la potable en algunos de sus procesos y recircular al máximo dentro de la misma industria, y posteriormente sus efluentes (convenientemente tratados) pueden ser utilizados para riego agrícola.

El reúso en la industria debe ser enfocado hacia las industrias con mayor consumo de agua, siendo estas de la celulosa y papel, química, siderúrgica, petrolera, alimentaria y textil, entre otras. El uso industrial del agua se divide en cuatro grandes grupos: agua para enfriamiento, agua para calderas, agua para proceso y agua para servicios.

Comúnmente los tratamientos primario y secundario son suficientes para cumplir con los criterios de calidad para agua de enfriamiento, no siendo así el caso para calderas, ya que ésta debe estar libre de sólidos suspendidos y con niveles bajos de oxígeno disuelto. En la mayoría de los casos, el agua para calderas requiere de considerable tratamiento, principalmente tratamiento primario, secundario y la remoción de sólidos y dureza.

En la recarga de acuíferos, los objetivos que se persiguen con el reúso son los siguientes:

- Restaurar un acuífero excesivamente explotado, prolongando su vida útil hasta que se disponga de otro modo de abastecimiento.
- Mantener el recurso y regularizarlo, especialmente en épocas de estiaje.
- Depurar el agua que se recarga por estancia prolongada en el acuífero.
- Combatir la intrusión marina y la contaminación, creando barreras hidráulicas apropiadas.
- Diluir las aguas existentes el acuífero y ayudar a mantener un apropiado balance de sales, principalmente en zonas agrícolas.
- Reducir la subsistencia por exceso de bombeo.

Un peligro que siempre estará latente en la recarga artificial de acuíferos utilizando aguas residuales tratadas es, la colmatación del acuífero; que, en algunos casos es irreversible. Esto trae consigo, una reducción en la permeabilidad y por lo tanto, en la capacidad de infiltración

La recarga artificial de acuíferos utilizando aguas residuales, solamente deberá de realizarse si existe la seguridad de que su práctica no contaminará al agua que está presente en el acuífero.

Por el alto potencial de peligro asociado con el cloro deben ser tomadas medidas muy estrictas de control, tales como confinamientos o aislamientos que puedan ser necesarios. En le área de manejo del cloro, debe asegurarse la capacidad de reemplazo (natural o forzado), del aire que pudiera resultar contaminado.

Es importante prevenir la formación de nubes de cloro que pudieran ser dispersadas hacia afuera de las instalaciones, llevando un riesgo directo a la salud de las personas. Se puede diseñar un sistema de inundación a base de agua a presión, que podría diluir un alto porcentaje de gas fugado, disminuyendo sensiblemente la severidad del daño probable en el exterior.

Los lodos generados se pueden disponer por el método de relleno sanitario, incorporando un programa de monitoreo mediante el muestreo en pozos de control, para prevenir la contaminación de las aguas subterráneas y de los suelos en el sitio y sus colindancias por la infiltración de los líquidos y gases de fermentación.

CAPITULO 4.

PRESENTACION DE CASOS-ESTUDIO DE PROYECTOS NACIONALES DE OBRAS DE USO Y MANEJO DEL AGUA Y SU IMPACTO AMBIENTAL.

En México, el incontrolado e irracional aprovechamiento de sus recursos naturales ha generado una serie de problemas que ahora tiene un alarmante carácter nacional, como la destrucción masiva de los bosques, aparición de grandes áreas de tierras áridas, erosión, contaminación de acuíferos, agotamiento total o a un nivel crítico de algunos recursos naturales y disminución de especies vegetales y animales. Además el crecimiento incontrolado de algunas ciudades, ha agravado bruscamente los problemas relacionados con la vida urbana, tales como: contaminación de la atmósfera y agua, acumulación de residuos sólidos y enfermedades motivadas por ésta situación.

De la adecuada solución al problema de la conservación del ambiente depende en mucho la posibilidad de desarrollo de la economía nacional, así como el bienestar y la vida no sólo de las generaciones actuales sino también de las futuras.

La política ecológica en México prevé que la realización de obras o actividades públicas y privadas que puedan causar desequilibrios ecológicos o rebasar los límites y condiciones señaladas en los reglamentos y las normas oficiales mexicanas, se sujeten a la autorización previa del Gobierno Federal o de las entidades federativas o municipios. El proponente de un proyecto debe presentar ante la autoridad una Manifestación de Impacto Ambiental, que es el documento mediante el cual se da a conocer con base en estudios, el impacto ambiental significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo.

En este capítulo se presentan ejemplos de casos nacionales y su impacto ambiental que corresponden a cada una de las obras de uso y manejo del agua tratadas en el presente trabajo. La información que se presenta fue tomada de las manifestaciones de impacto ambiental de los proyectos e incluye: nombre, naturaleza, objetivos y justificación, ubicación física, identificación de impactos ambientales, medidas de mitigación y conclusiones.

4.1 CASO-ESTUDIO: PRESA.

PROYECTO HIDROELECTRICO CHILATAN, MICOACAN.

Nombre del proyecto.

CFE ha denominado a este proyecto "Proyecto Hidroeléctrico Chilatlán".

Naturaleza del proyecto.

El P.H. Chilatlán consiste en la construcción e instalación de la infraestructura adecuada para la generación de energía eléctrica, aprovechando la obra existente de la presa Constitución de Apatzingán (Chilatlán).

El proyecto consta de una casa de máquinas, una subestación, adecuación de la tubería a presión y una línea de transmisión de 250 m que enlazará la casa de máquinas y la subestación.

La obra de generación del proyecto considera la instalación de dos unidades turbogeneradoras hidráulicas de 14.25MW cada una, que sumadas tendrán una capacidad total instalada de 28.5MW.

La CFE determinó llevar a cabo este proyecto en forma extrapresupuestal y bajo la modalidad "Llave en Mano". La fecha de inicio del proyecto se estableció en julio de 1994.

Objetivos y justificación del proyecto.

El proyecto se deriva del Programa de Obras del Sector Eléctrico (POSE) de la CFE, y la energía generada satisfará no sólo la demanda regional sino que también se integrará al Sistema Eléctrico Nacional.

Además, el proyecto consolidará el riego agrícola de una parte de los 43,750km² de la margen izquierda del río Tepalcatepec y proporcionará el suministro de agua para 24,000km² de la margen derecha del mismo río en el Valle de Apatzingán, Michoacán.

Los beneficios socioeconómicos directos del proyecto en la región incluyen: generación de empleos temporales y permanentes y suministro de energía para los requerimientos agrícolas, industriales y urbanos de la región y del país.

Entre los beneficios indirectos del proyecto se pueden mencionar el fortalecimiento de la red local de caminos, la integración de los municipios del área de influencia al desarrollo regional y mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de los municipios.

Ubicación física del proyecto.

Las coordenadas geográficas de la presa Chilatán son: 102° 46' 31" longitud oeste y 19° 17' 19" latitud norte.

Desde el punto de vista geopolítico, el proyecto se localiza en el municipio de Jilotlán de los dolores, Jal, sobre el río Tepalcatepec, aguas abajo de su confluencia con el río Corongos. Figura 4.1.

Se le denomina "Chilatán" porque prácticamente toda la superficie por beneficiar con el riego pertenece al estado de Michoacán, y la población de importancia más cercana a la presa es Chilatán, Michoacán.

Identificación de impactos ambientales.

Para identificar los impactos ambientales que se generarán por la construcción de las obras para el equipamiento de generación del P.H. Chilatán, se empleó una matriz de interacción (figura 4.2) en donde se relacionan las principales actividades del proyecto con los factores ambientales del área.

Lo anterior permitió identificar las actividades de construcción del proyecto que pudieran causar los mayores impactos y los factores del ambiente con posibilidad de ser afectados.

Se definieron cinco categorías cualitativas de impacto ambiental representados mediante símbolos: sin impacto, impacto mitigable, impacto benéfico, impacto adverso no significativo e impacto adverso significativo.

Entre los impactos ambientales identificados más importantes que ocasionará el proyecto de energía eléctrica, se encuentran los siguientes.

Etapas de preparación del sitio.

En esta etapa, el desmonte, el despalme, y el movimiento de tierras que implica la nivelación del terreno para el desplante de estructuras son las actividades identificadas como posibles causantes de efectos adversos sobre el ambiente. Al respecto, es importante señalar que el sitio que ocupará la casa de máquinas fue nivelado anteriormente durante la construcción de la presa Chilatán, por lo que las acciones de preparación del terreno en este sitio serán mínimas.

Los impactos de estas actividades sobre el suelo y la vegetación fueron catalogados como adversos no significativos debido a que la superficie que ocuparán las estructuras principales (casa de máquinas, subestación y transformadores) es pequeña, sólo 1.0 ha y porque únicamente se afectará vegetación secundaria, dicha vegetación no presenta componentes florísticos de importancia ni especies bajo algún estatus de conservación.

Por otro lado, la mayor parte del material producto de las excavaciones será utilizado para rellenar tajos de excavación, nivelar terrenos y formar plataformas para el desplante de las estructuras, así como para rehabilitar los caminos de acceso ya existentes. El material sobrante se dispondrá en un sitio dentro del predio del proyecto y se conformará de acuerdo con la topografía del lugar.

El cambio de uso del suelo será un impacto no mitigable, aunque por la pequeña superficie que será modificada y porque no tiene un uso productivo, este impacto resulta no significativo.

Por lo que respecta al impacto sobre la biota terrestre, este no se considera significativo debido a lo siguiente: 1) en el sitio donde se desarrollará el proyecto no existen especies con algún estatus de protección;

2) la fauna ha sido desplazada del área del proyecto por las actividades humanas a otras áreas menos perturbadas y porque los sitios que ocuparán las estructuras no poseen una cubierta vegetal que pueda considerarse un hábitat importante para la vida silvestre.

Etapa de construcción.

En esta etapa las actividades que se identificaron como causantes de posibles impactos fueron: construcción de campamentos, talleres, almacenes, casa de máquinas y subestación eléctrica; la explotación de bancos de material y la generación de residuos sólidos y líquidos.

La construcción de campamentos, talleres, almacenes, oficinas y estructuras principales, provocará un impacto al paisaje terrestre, lo cual es inevitable. Sin embargo, algunas de estas estructuras serán temporales y se removerán cuando termine la obra. Las áreas que hayan ocupado se restaurarán, en la medida de lo posible, a sus condiciones originales. La mayor parte de los materiales serán recuperados y enviados a almacenes de la CFE o a otras obras en construcción.

Otro impacto adverso que podría generarse en esta etapa lo constituye la posible contaminación del suelo y del agua, superficial y subterránea, por la producción de residuos sólidos y líquidos.

Por lo que se refiere a la explotación de bancos de material, existen playones con abundante grava-arena de ríos aguas abajo del embalse (1km, aproximadamente), los cuales fueron utilizados por CNA para la construcción de la presa. Estos bancos también serán empleados en la construcción de la casa de máquinas y en la cimentación de la subestación. Se estima que el impacto consistirá en la resuspensión de sólidos y el aumento de la turbiedad del agua del río Tepalcatepec. El impacto tendrá un efecto temporal y se califica como no significativo.

Los caminos de acceso a los bancos ya existen, únicamente será necesaria su rehabilitación y mantenimiento. Esto evitará generar mayores impactos, los cuales se producirán por la apertura de nuevos caminos.

La construcción de la obra no impactará al río Tepalcatepec ya que no se impedirá el flujo del agua. Sólo se trabajará en el túnel de conducción.

Por lo que se refiere a los beneficios del proyecto, se puede decir de manera general que el P.H. Chilatán tendrá un impacto benéfico de índole socioeconómico en las poblaciones de su área de influencia dado que se generarán empleos temporales y definitivos, así como el consumo de materiales y servicios de la región, lo cual estimulará las actividades comerciales.

Etapa de operación.

Los principales impactos adversos que se identificaron en esta etapa son la generación de ruido, de desechos sólidos y líquidos.

Por lo que representa al ruido, este se considera un impacto no significativo debido a que no rebasaran los 80 dB en el interior de la casa de máquinas. Este valor es ligeramente superior al límite permitido por la normatividad, pero se debe considerar que la operación de la hidroeléctrica será teledirigida, por lo que no habrá necesidad de mantener personal por períodos prolongados en el interior de la casa de máquinas; los trabajadores que lo hagan contarán con el equipo de seguridad adecuado.

Por lo que se refiere al régimen hidrológico del río Tepalcatepec, se considera que este no se verá afectado, ya que para la generación de energía eléctrica se utilizará el agua de uno de los túneles de desfogeo de la presa que surten de un flujo constante a este río. Cabe señalar que la generación de energía se sujetará al régimen de riego que establezca la CNA. Así, no se provocarán cambios en la cantidad, ni en la calidad del agua, por lo que no se prevé afectación sobre la vida acuática, ni sobre las actividades agrícolas que se practican aguas abajo de la cortina.

El impacto benéfico más importante de esta etapa radica en la generación de energía eléctrica que apoyará el desarrollo de las actividades productivas de la región y del resto del país, ya que dicha energía se integrará al sistema nacional de distribución.

Medidas de mitigación de los impactos ambientales identificados.

Las medidas y acciones que la CFE llevará a cabo en el área de influencia del P.H. Chilatán con el fin de prevenir, mitigar y compensar los efectos ambientales negativos y significativos que serán el resultado de la preparación del sitio, construcción y operación, son las siguientes:

Las áreas afectadas por las actividades de preparación del sitio (nivelaciones, rellenos, rehabilitación de los caminos de acceso), así como los taludes de los caminos, se revegetarán con especies de la región, con la finalidad de retener el material rezagado a orillas del camino y mitigar el impacto visual que se provocará por la afectación a la vegetación en tales áreas.

También, se efectuará la reforestación de las áreas circundantes a la subestación, casa de máquinas y caminos de acceso con especies nativas del lugar.

Los residuos sólidos domésticos que se generen durante las etapas de diseño y construcción se almacenarán temporalmente en contenedores apropiados que se ubicarán dentro del predio del proyecto, y posteriormente se depositarán en algún tiradero municipal, como primera alternativa Tepalcatepec, previo permiso de la autoridad municipal.

Los residuos sólidos de tipo industrial se almacenarán atendiendo la normatividad correspondiente, posteriormente se reutilizarán o se dispondrán adecuadamente donde lo indiquen las autoridades municipales.

Las aguas residuales domésticas se enviarán a un sistema de tratamiento de fosas sépticas y los residuos de grasas y aceites serán captados en trampas para grasas y aceites y manejados de acuerdo con lo establecido en la normatividad.

Los aceites y grasas residuales provenientes de los talleres mecánicos, se coleccionarán y almacenarán de acuerdo con la normatividad correspondiente. Posteriormente se enviarán a centros de regeneración.

Para la protección de la fauna silvestre no se permitirá la caza o captura de animales al personal que labore en la obra. Además, si llegara a encontrarse algún individuo será trasladado a una zona alejada de la obra.

Conclusiones.

El P.H. Chilatán es un proyecto que permitirá la generación de electricidad. Así se optimizará el embalse de la presa Chilatán y no se causarán alteraciones significativas en el ambiente, debido a que se aprovecharán las instalaciones ya construidas, así como los caminos de acceso y bancos de material empleados.

Además, durante la construcción no se modificará el flujo de agua del río Tepalcatepec, debido a que las actividades se desarrollarán en uno de los dos túneles de conducción; de esta forma, las actividades productivas en los valles de Apatzingán y Tepalcatepec continuarán.

La gran mayoría de los impactos ambientales serán no significativos, considerando su magnitud e importancia. Además, casi todos los impactos son mitigables y las medidas que tomará CFE garantizarán la reducción de los daños.

Además de la generación de electricidad, otro efecto positivo del proyecto será la creación de empleos directos e indirecto, durante la construcción y la operación de la central hidroeléctrica.

4.2 CASO-ESTUDIO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL DISTRITO FEDERAL.

Nombre del proyecto.

Sistema de abastecimiento de agua potable para el Distrito Federal.

Naturaleza del proyecto.

Para satisfacer los requerimientos de agua potable de los habitantes del Distrito Federal se suministra un caudal medio de 36 mil litros por segundo, lo que equivale a una dotación diaria de 290 litros por habitante al 98% de la población que cuenta con el servicio a través de tomas domiciliarias, y de 50 litros por habitante al día al 2% de la población que es abastecida por medio de carros-tanque.

El 69% del caudal suministrado proviene de fuentes subterráneas, extraído a través de 856 pozos: 55% del acuífero del Valle de México y 14% del acuífero del Valle de Lerma. En tanto que el caudal restante se obtiene de fuentes superficiales: 2% del río Magdalena y manantiales ubicados en la región poniente y sur de la ciudad, y 29% del sistema Cutzamala que constituye la fuente de abastecimiento externa más reciente, y de donde el agua tiene que vencer un desnivel de 1,200 m y conducirse 127 km para llegar a la ciudad.

Para hacer llegar el agua a los habitantes, esta se transporta a través de 514 km de acueductos y líneas de conducción a 279 tanques de almacenamiento con capacidad conjunta de 1.7 millones de metros cúbicos, de donde se distribuye a los usuarios mediante 659 km de longitud de red primaria y 10,600 de red secundaria. Adicionalmente se utilizan 227 plantas de bombeo para dotar de agua a los habitantes de las partes altas.

Para mantener una calidad adecuada en el suministro se utilizan 16 plantas potabilizadoras con capacidad conjunta de 1,900 litros por segundo, 11 de estas plantas operan a pie de pozo; además se cuenta con 356 dispositivos de cloración ubicados estratégicamente en las estructuras más importantes del sistema.

Por lo que respecta al uso del agua potable, el 67% del caudal suministrado se destina al consumo doméstico, el 17% a las industrias y el 16% restante corresponde al sector comercio y servicios.

Objetivos y justificación del proyecto.

El Valle de México, donde se localiza la Zona Metropolitana de la Ciudad de México asiento de una población que hoy en día supera los 16 millones de habitantes, en la que se concentra un alto porcentaje de los empleos de la industria manufacturera nacional y del sector comercial, situación que provoca una demanda de agua potable siempre creciente, presenta la necesidad de llevar a cabo un continuo esfuerzo por parte de los gobiernos del Distrito Federal y del Estado de México, y la Comisión Nacional del Agua para atender el suministro de agua en bloque que permita cubrir los incrementos en la demanda.

Para ello se estudiaron los caudales disponibles, la topografía, la longitud del recorrido, los desniveles entre los puntos de captación y entrega, la energía eléctrica para su operación, la calidad del agua, la tenencia de la tierra, los aspectos tecnológicos y sus repercusiones económicas.

Se calculó también el costo medio por metro cúbico en cada proyecto y se determinó que el más viable era el de la Cuenca Alta del Río Cutzamala, al brindar la oportunidad de aprovechar la infraestructura existente del Sistema Hidroeléctrico Miguel Alemán, permitiendo satisfacer la demanda de agua potable en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

Es importante señalar que la planeación para la utilización del agua de esta cuenca consideró tanto el abastecimiento a esta gran ciudad, como la satisfacción de las necesidades de las regiones de captación y de las poblaciones ubicadas a lo largo de la conducción, como la Ciudad de Toluca, estableciendo un programa de obras de compensación y beneficio social en los sitios afectados por la construcción de las obras, independientemente de la reforestación en estos sitios y a lo largo del acueducto.

Mediante el sistema Cutzamala, que implica captar, potabilizar y conducir el agua desde una distancia de 127 km y bombearla a más de 1,100 metros de altura, ha sido posible atender los incrementos en la demanda durante los últimos 12 años, sin aumentar la sobreexplotación del acuífero del Valle de México, mismos que han sido de 800 l.p.s. en promedio.

Identificación de impactos ambientales.

Algunos componentes del sistema hidráulico son antiguos y en zonas de transición, los hundimientos del subsuelo afectan su funcionamiento, lo que propicia un aumento del número de fugas en las redes de distribución e incrementa la complejidad de la operación del sistema.

De acuerdo a cifras estadísticas proporcionadas por técnicos especialistas, casi el 30% del agua de la red de abastecimiento del D.F. se desperdicia por fugas en las tuberías.

La extracción superior a la infiltración de agua del acuífero del Valle de México, ha sido uno de los factores que ha generado el fenómeno de hundimiento regional que afecta a la Ciudad de México.

Uno de los problemas relacionados con la sobreexplotación del acuífero es sin duda el del hundimiento de la Ciudad de México, principalmente en las zonas ubicadas en terrenos arcillosos.

La sobreexplotación del acuífero además del abatimiento que ocasiona hundimientos, deteriora la calidad del agua ya que en general se concentran las sales y se empieza a extraer agua de origen magmático y meteórico, con altos contenidos de Boro. Otro indicio de la sobreexplotación es el alto contenido de sales que es característico de aguas fósiles, que debido al largo tiempo que llevan en contacto con elementos alcalinos como el sodio, potasio y amonio, aumentan su concentración por disolución.

El hundimiento del subsuelo ha provocado tanto la pérdida de pendiente física en el caso de las redes de drenaje, como el deterioro de toda la infraestructura urbana, lo que agrava aún más el problema.

Se ha reducido el área de recarga del acuífero como consecuencia de la expansión de la mancha urbana, lo que además ha incrementado los caudales a desalojar por el sistema de drenaje.

Gran parte del crecimiento de la mancha urbana corresponde a asentamientos irregulares que se localizan en zonas alejadas de la infraestructura hidráulica o en las partes altas, lo que dificulta y encarece el suministro del servicio de agua potable. Aún persiste poco interés entre la población sobre la importancia de utilizar eficientemente el agua.

Medidas de mitigación de los impactos ambientales identificados.

Para enfrentar la problemática se han implantado las siguientes estrategias de solución:

Controlar el crecimiento urbano con base en la factibilidad de suministro de los servicios.

Aprovechar al máximo los caudales que ingresan a la Ciudad de México con base en la prioridad del uso al que se destinen y construir la infraestructura que se requiere para ello.

Continuar suministrando el agua que la población requiere con la calidad adecuada para su consumo mediante el monitoreo permanente desde las fuentes de abastecimiento hasta las tomas domiciliarias.

Mejorar la administración de los servicios y operar con mayor eficiencia y eficacia los componentes del sistema hidráulico considerando la participación del sector privado en la prestación de los servicios.

Reducir la sobreexplotación del acuífero conforme se disminuya el consumo de los usuarios sin dejar de satisfacer sus necesidades ni afectar el desarrollo de las actividades productivas, además de incorporar los caudales adicionales del sistema Cutzamala e incrementar la recarga artificial del acuífero con agua residual tratada a nivel terciario para mantenerlo balanceado.

Implantar eficiente y justo de medición, emisión de boletas y cobro de derechos, de tal manera que la prestación de los servicios hidráulicos tienda a ser autofinanciable y que los ingresos que se obtengan por el cobro se asignen al organismo encargado de prestarlos.

Fomentar entre la población una nueva cultura del agua, basada en su uso eficiente.

Adecuar la reglamentación de la prestación de los servicios hidráulicos con base en la problemática imperante y las perspectivas a futuro, asimismo, aplicar las sanciones legales que induzcan a los usuarios a utilizar eficientemente los servicios que les son proporcionados y se evite el uso irracional del agua.

Diseñar e implantar las acciones necesarias para que la población tenga una participación responsable y activa dentro del suministro de los servicios.

Incrementar la producción y diversificar el uso del agua residual tratada para lograr un mayor ahorro de agua potable.

Crear la infraestructura que permita suministrar los servicios a los habitantes que carecen de ellos, para lo cual la disponibilidad de recursos y el beneficio social son factores decisivos.

Conclusiones.

Es necesario desarrollar diversas actividades de planeación, construcción, operación y mantenimiento del sistema hidráulico. La importancia del suministro se debe plantear en términos de equidad, pues no se considera justo que algunos habitantes derrochen el agua que es necesaria para otros que no tienen el servicio con la continuidad deseable. Otro aspecto relevante del manejo es el de la calidad del agua que se proporciona, la cual debe mantenerse a un nivel físico, químico y biológico tal, que cumpla con las normas vigentes y garantice la salud de quien la consume. Si bien la infraestructura ha evolucionado con objeto de mantener los niveles de servicio deseados para una ciudad que se caracteriza por su incansable crecimiento, es necesario ampliar la cobertura de conservación y mantenimiento hidráulico. Además de operar las 24 horas de los 365 días del año, el sistema de agua potable está preparado para contingencias extraordinarias.

4.3 CASO-ESTUDIO: ALCANTARILLADO.

SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE TLAPANALA, PUEBLA.

Nombre del proyecto.

Construcción del Sistema de Alcantarillado Sanitario de Tlapanalá, Puebla.

Naturaleza del proyecto.

Dotar del servicio de drenaje a la población con la construcción de un colector con tubería de concreto simple de 30 cm de diámetro, en una longitud de 1112.64 m, red de atarjeas con tubería de concreto simple de 20y 25 cm de diámetro, en una longitud de 7804.00 m; construcción de 105 pozos de visita de diferentes profundidades y una estructura de descarga.

Objetivos y justificación del proyecto.

Mejorar el bienestar y salud de la población, para así evitar enfermedades de tipo digestivo y gastrointestinales, principalmente en la población infantil.

Ubicación del sitio.

Estado: Puebla.
Municipio: Tlapanalá.
Localidad: Tlapanalá.
Latitud Norte: 18° 42'.
Longitud Oeste: 98° 30'.
La obra se desarrollará en zona rural.

Identificación de impactos ambientales.

Preparación del terreno.

Se realizarán excavaciones y rellenos para la instalación de tuberías de concreto simple de diferentes diámetros.

Recursos que serán afectados: ninguno.

Area que será alterada: ninguna.

Requerimientos de agua.

El agua requerida será tomada de la red de distribución existente en la localidad, por lo que no se afectará a algún cuerpo superficial o subterráneo.

Residuos generados.

Los producidos por las excavaciones serán empleados para el relleno de zanjas. Los residuos sólidos generados serán almacenados en contenedores para su posterior transporte al tiradero más cercano, con previo permiso de las autoridades.

Programa de operación.

Se realizará mantenimiento preventivo y/o correctivo, con una periodicidad semestral.

Factibilidad de reciclaje.

Una vez instrumentado el sistema de tratamiento, se prevé que sus aguas sirvan par uso agrícola.

Operación del sistema.

Con la operación del sistema de drenaje sanitario se impactará en forma negativa en la zona donde se ubicará la descarga de aguas residuales denominada "Barranca Peñascosa". Sin embargo también se provocará un impacto positivo en la población, ya que se evitarán enfermedades gastrointestinales y focos de infección en las calles de la comunidad.

Medidas de mitigación de los impactos ambientales identificados.

Para mitigar el impacto negativo que se provocará con la descarga de aguas residuales en el cuerpo receptor, se tiene contemplado la elaboración del proyecto del sistema de tratamiento de estas aguas, planeando que estas a su vez sirvan para uso agrícola. Además de contar con un programa de saneamiento para el cuerpo receptor.

Conclusiones.

Con la operación del sistema de alcantarillado sanitario se generará un impacto positivo en la población, elevando el nivel de vida de la misma ya que serán menores los focos de infección que pueden ocasionar las aguas residuales al no ser colectadas; el impacto negativo que se provocará con la descarga de las aguas residuales sin tratar, será mitigado con la construcción del sistema de tratamiento el cual cumplirá con las normas establecidas.

4.4 CASO-ESTUDIO: PROYECTO DE IRRIGACION Y DRENAJE.

Descripción general.

Nombre del proyecto.

Monitoreo de calidad del agua superficial y subterránea en el Valle del Mezquital, Hidalgo.

Naturaleza y ubicación física del proyecto.

En la República Mexicana el 85% de los recursos hidráulicos se encuentran por debajo de los 500 metros sobre el nivel del mar. Contrariamente a lo anterior, el 70% aproximadamente de la población, se encuentra en asentamientos humanos ubicados arriba de dicha elevación.

El Valle del Mezquital se encuentra enclavado en el Altiplano Central, en la porción suroeste del estado de Hidalgo, por arriba de la elevación 1000 m.s.n.m., sitio en el que los recursos hidráulicos son escasos. Entre las localidades más importantes se encuentran Tula de Allende, Ixmiquilpan, Tepeji del Río, Actopan, Mixquiahuala de Juárez y Progreso de Alvaro Obregón, entre otras.

La descarga de aguas residuales del Valle de México hacia el río Tula y sus afluentes, se inició durante el período colonial con la construcción del "Tajo de Nochistongo" (1608 a 1789) y posteriormente se construyó el Gran Canal del Desagüe y el Túnel de Tequixquiac (1856-1900), que conectan al Valle de México con el río salado.

Dichas obras marcan el inicio de la utilización de las aguas residuales para el riego de diversos cultivos en la región conocida como Valle del Mezquital, en el estado de Hidalgo. Esta condición constituye un factor de impulso en la zona ya que se transformaron las tierras áridas en cultivables, obteniéndose altos rendimientos en la agricultura.

Posteriormente con la construcción del Emisor del Poniente en el año de 1962, que alivió el Gran Canal de Desagüe, se permite la conducción de las aguas fuera del valle hacia la región de El Mezquital, Hidalgo.

Finalmente en 1976 se construyó el Emisor Central que desaloja las aguas pluviales de la Ciudad de México mediante un túnel de más de 60 km de longitud, que descarga al río El Salto, en el estado de Hidalgo.

El largo período de tiempo en el que se han utilizado las aguas residuales para riego, hizo indispensable un estudio que permita conocer las condiciones actuales de la calidad del agua, así como los efectos que han tenido en el ambiente y en la población.

En el Valle del Mezquital, la agricultura tanto de temporal como de riego representa la principal actividad económica. En él se encuentran asentados los Distrito de Riego 03-Tula y 100-Alfajayucan, contándose en conjunto con 83,752 hectáreas de las cuales 52, 270 pertenecen al Distrito de Riego 03 y 31, 482 al Distrito de Riego 100.

Identificación de impactos ambientales.

Dado que el Valle del Mezquital antes de ser irrigado con las aguas residuales procedentes del Valle de México, era árido y poco productivo agrícolamente, el uso del suelo que se dio al iniciar el riego fue el agrícola, teniendo como consecuencia que se incrementara la ganadería y la avicultura.

El riesgo de contaminación de los cultivos por el uso de aguas residuales en el riego agrícola, aumenta cuando la superficie de las frutas y vegetales son regadas con el agua residual sin desinfectar; cuando las partes comestibles están en contacto con el agua o suelo contaminado, cuando se tienen cultivos de follaje muy denso o cuando las partes comestibles son contaminadas.

Medidas de mitigación de los impactos ambientales identificados.

El empleo de las aguas residuales en la agricultura es una práctica que requiere un cuidadoso manejo, el uso no controlado de aguas residuales conduce a la creación de serios problemas, tanto para la salud humana como para la productividad del suelo. Por tanto, se sugieren las siguientes medidas de control:

- la restricción de cultivos en función de la calidad del agua como primera etapa, parece ser una acción adecuada para disminuir los riesgos inherentes al aprovechamiento de agua residuales en el riego agrícola.
- el tratamiento previo al reúso es necesario para proteger la salud pública, prevenir condiciones insalubres durante la aplicación y almacenamiento del agua y para evitar daños a los cultivos, los suelos y los acuíferos.
- es conveniente realizar monitoreo de calidad de agua, con el fin de verificar que el agua utilizada para riego cumpla con los criterios y normas de calidad del agua, detectar variaciones y proponer, si es el caso, medidas tendientes a preservar y mejorar la calidad del agua en el Valle.

Conclusiones.

El empleo de las aguas residuales en el Valle del Mezquital, Hidalgo, ha permitido dar solución a múltiples problemas de supervivencia, de bienestar social y de mejoramiento ecológico, entre los cuales pueden citarse:

- liberación de grandes volúmenes de agua primaria que pueden destinarse en un primer uso al abastecimiento de agua potable de los núcleos urbanos.
- incremento del área de cultivo y por consiguiente aumento de la productividad.
- fomento del desarrollo pecuario como resultado colateral del incremento agrícola.
- aumento del valor de los terrenos, haciéndolos pasar de cultivo temporal al riego seguro.
- mejoramiento del ambiente circundante de los núcleos urbanos, por permitir la creación de zonas verdes y agrícolas permanentes.

4.5 CASO-ESTUDIO: PROYECTO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO PARA AGUA POTABLE.

Descripción general.

Nombre del proyecto.

Alternativas para el manejo, tratamiento y disposición final de los lodos generados en las Plantas Potabilizadoras en México.

Naturaleza del proyecto.

Debido a que no se pudo tener acceso a un proyecto en particular, en este caso-estudio, se expone la situación actual de las plantas potabilizadoras en México, en especial de los lodos generados en la potabilización del agua, ya que el manejo, tratamiento y disposición de los lodos es el impacto más significativo que producen las plantas potabilizadoras.

El agua tal como la encontramos en la naturaleza necesita de un acondicionamiento para consumo humano ya que a su paso por el suelo, por la superficie de la tierra e incluso a través del aire se contamina por materias en suspensión o en solución, tales como: partículas de arcilla, residuos de vegetación, organismos vivos (virus, bacterias, plancton), sales diversas (cloruros, sulfatos, carbonatos de sodio), materias orgánicas y gases. La presencia de esta gran variedad de impurezas exige el tratamiento de las aguas antes de su utilización.

El tratamiento sin embargo trae siempre como consecuencia la formación de residuos que normalmente no pueden devolverse a la naturaleza en el estado en que se obtienen. Esos residuos deben someterse a un tratamiento con el fin de reducir su volumen y su concentración de contaminantes para así disponerlos sin causar daños a la naturaleza y por consiguiente a la salud pública. A estos residuos cualquiera que sea su naturaleza se les denomina comúnmente "lodos".

En la potabilización del agua dichos residuos pueden ser de dos tipos, los que se generan en la sedimentación denominados como "lodos químicos" y el agua de lavado en filtros, estos subproductos están constituidos principalmente por materiales inertes. Son considerables las cantidades de lodos y agua de lavado en filtros que se generan actualmente en México, por lo que se debe enfatizar la importancia del vertido inadecuado de estos subproductos al suelo o a cuerpos receptores descargando contaminantes al ambiente y afectando indirectamente la salud humana, violando lo establecido en la Legislación Ambiental.

Identificación de impactos ambientales.

Descarga directa a cuerpos receptores.

Es la forma de disposición más usada en México. La descarga incluye tanto las purgas de los clarificadores, como la corriente de agua de lavado en filtros.

En las plantas construidas recientemente esta descarga ha disminuido significativamente en volumen y no tanto en masa, al recircularse el agua de lavado en filtros al influente de la planta. La razón de esta recirculación ha sido la recuperación del agua, no el control de la contaminación del cuerpo receptor.

Descarga al sistema de alcantarillado.

Este método de disposición se utiliza en el país cuando la planta potabilizadora se encuentra dentro del área urbana, ya que es la solución más sencilla. Sin embargo el gasto de los lodos debe igualarse para no sobrecargar las atarjeas del alcantarillado, además de que la purgas de los clarificadores pueden ser muy espesas.

El mayor efecto de la descarga de residuos en el drenaje la resiente el sistema de manejo de lodos de la planta de tratamiento de aguas residuales por el incremento en la masa y volumen de lodos provenientes de la planta potabilizadora. Es decir el problema del manejo se transfiere a la planta de tratamiento de aguas residuales.

Lagunas.

Este método se utiliza en el país, se realiza en plantas donde se dispone de terreno y el volumen de residuos es grande. Actualmente no existe alguna norma que regule este tipo de descarga, pero son una fuente de contaminación, además puede haber filtraciones a mantos acuíferos, creando un impacto al ambiente y por lo tanto a la salud humana.

Medidas de mitigación de los impactos ambientales identificados.

En el manejo, tratamiento y disposición de lodos no existe solución única ya que según las características del agua a tratar y de los procesos que intervengan en la potabilización se crea situaciones muy particulares, por lo tanto la selección de los procesos más adecuados estará en función del monitoreo y análisis de lo lodos generados en este tratamiento. Para atenuar los efectos negativos, los principales métodos de disposición son los siguientes:

Rellenos sanitarios.

Este método es el más recomendable para la disposición de residuos, tanto por su diseño como por su funcionamiento. El término relleno se refiere a un área en la cual se depositan desechos sólidos municipales donde se compactan y cubren con una capa de tierra diariamente o en períodos establecidos.

Su función principal es la de prevenir la circulación de lixiviados hacia el subsuelo y por lo tanto hacia acuíferos, además de absorber o atenuar el movimiento de los contaminantes suspendidos o disueltos.

Los rellenos sanitarios con operación y mantenimiento adecuados aseguran el control de los problemas de salud pública, contaminación del agua y aire.

Lagunas.

La disposición de los lodos en lagunas es otra forma muy común debido a su simplicidad y factibilidad económica sobre todo si la planta está en un lugar apartado de alguna comunidad y además cuenta con suficiente terreno.

Una laguna tiene la función de un tanque de almacenamiento en la tierra, donde se depositan los lodos con el fin de que el líquido del lodo filtre a través del suelo o se evapore y la materia sólida se deposite en el fondo de esta.

Cuando la laguna se encuentra saturada se puede desazolvar por medio de equipos o manualmente, o bien cambiar de sitio para una laguna nueva.

Suelo.

Para la disposición en el suelo podemos hablar de inyección o vertido directo. La inyección en el subsuelo consiste en aplicar el lodo en estado líquido, en bolsas porosas al subsuelo, aisladas entre dos capas continuas de arcilla. Es indispensable un estudio minucioso de las condiciones geológicas. El confinamiento tiene que ser perfecto, con el fin de impedir toda contaminación de las capas acuíferas que se atraviesan.

Conclusiones.

Dado que es difícil que se tomen medidas de solución a corto plazo en el tratamiento de los lodos, se recomienda lo siguiente:

- que las autoridades responsables de la operación de los sistemas de Abastecimiento de Agua Potable utilicen y desarrollen metodologías de bajo costo y mejoren el desarrollo y funcionamiento de las plantas potabilizadoras, incluyendo por supuesto el manejo, tratamiento y disposición de los subproductos.
- realizar un estudio minucioso en cada planta para obtener las características físico-químicas y biológicas de los residuos para establecer las medidas de mitigación y solución de cada caso en particular.
- aplicar tecnologías compatibles con la realidad nacional y que se contribuya con su experiencia al perfeccionamiento de las plantas potabilizadoras, incorporando mejoras y avances.
- realizar estudios en detalle para evaluar la factibilidad de la recuperación de productos a partir de los lodos como una fuente de generación de recursos aprovechables para el país.

4.6 CASO-ESTUDIO: PROYECTO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO PARA AGUA RESIDUAL.

Descripción general.

Nombre del proyecto.

Proyecto de la Planta Para el Tratamiento de Aguas Residuales de Tlaltizapán de Pacheco, Estado de Morelos.

Naturaleza del proyecto.

El estudio de impacto ambiental al que se refiere el presente caso-estudio trata del proyecto de la planta de tratamiento de aguas residuales a base de lagunas de estabilización para la localidad de Tlaltizapán de Pacheco, para un gasto de diseño de 37 l/s. El criterio de diseño es la obtención de un efluente con una concentración de coliformes fecales de 1, 000 NPM/ 100ml, ya que dicha concentración es el límite establecido en las Normas Ecológicas Mexicanas para que un agua tratada pueda utilizarse en riego agrícola.

El proyecto propuesto consta de las unidades de medición de caudal, pretratamiento y tratamiento que se indican a continuación:

- caja repartidora de gasto
- dos canales de rejas
- canal aforador Parshall
- tres canales desarenadores
- sistema de tratamiento secundario a base de lagunas de estabilización

Objetivo y justificación del proyecto.

La cabecera municipal de Tlaltizapán, Morelos, no cuenta con sistema de tratamiento del agua residual, situación que ha provocado en años recientes un acelerado deterioro de los cuerpos receptores debido principalmente a las descargas de agua residual dentro y fuera del municipio.

Actualmente la mayoría de las descargas se hacen directamente al Río Yautepec, conocido también como Río Salado. De los resultados obtenidos en los análisis de laboratorio para la caracterización del cuerpo receptor, se concluye que aunque todavía no presenta un índice de contaminación elevado en cuanto a carga orgánica medida como Demanda Bioquímica de Oxígeno, y la concentración de Sólidos Suspendidos es también baja, rebasa el límite de coliformes fecales.

El objetivo del proyecto, es el de dotar a la cabecera municipal de Tlaltizapán, Morelos, de la infraestructura necesaria para el tratamiento de las aguas residuales mediante la construcción y operación de un sistema a base de lagunas de estabilización cuyo diseño se ha basado en la remoción de coliformes fecales de manera que el efluente no presente una concentración mayor a 1 000 NPM/ml.

La justificación del proyecto es el control de la contaminación del agua en cumplimiento a lo dispuesto por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Identificación de impactos ambientales.

Los impactos del movimiento de tierras más significativos son debidos a la erosión. El desgaste del suelo se produce por el transporte de los materiales que los forman debido a la acción del agua o del viento. La vegetación natural es el factor regulador del proceso erosivo pues ésta actúa como retenedora del suelo e impide que su acarreo a otro lugar ocurra a mayor velocidad que el tiempo que toma la formación de un nuevo suelo en el sitio.

Los principales impactos a la calidad del agua asociados con las actividades de construcción serán temporales, presentándose solamente durante la fase de construcción. Los impactos predominantes serán el incremento en la erosión del sitio de construcción así como el incremento en la turbiedad y sedimentación aguas abajo del sitio, en el río Yautepec, efectos secundarios asociados a la erosión.

Un impacto de menor magnitud de las actividades de construcción es la lixiviación de aceite o hidrocarburos derramados, que pueden llegar a las aguas superficiales o subterráneas.

El desmonte, despalme, nivelación, suministro de combustible, transporte de material y movimiento de maquinaria, generarán polvos, humos y gases emitidos a la atmósfera. Debido a la temporalidad de las emisiones y a que estas serán dispersadas por el viento, se estima que el impacto en la calidad del aire en la etapa de construcción será adverso, indirecto temporal y reversible, cuya magnitud se considera mno significativa.

En cuanto a la estética del área, las siguientes actividades de operación y mantenimiento contribuirán a mantener un aspecto agradable del área:

- conservación de diques libres de hierbas y malezas que puedan estimular la presencia de mosquitos y otra clase de insectos.
- mantenimiento de los terrenos adyacentes a la laguna bien deshierbados y cubiertos de pastos.

El impacto de la operación y mantenimiento en la estética del lugar tendrá un impacto benéfico.

Las lagunas de estabilización pueden presentar el problema de malos olores debido a la presencia de materias flotantes que al impedir el paso de la luz solar eliminan la producción de oxígeno a través del proceso de la fotosíntesis.

En cuanto a los lodos generados por las lagunas, se estima que el sistema pueda requerir desazolve en unos 6 u 8 años. Los lodos extraídos podrían utilizarse para usos agrícolas. Por lo que el impacto de los lodos se califica como benéfico.

El principal impacto benéfico será que después de la operación ya no se deteriorarán los cursos receptores y se controlará la contaminación de estos.

Medidas de mitigación de los impactos ambientales identificados.

El primer impacto que debe mitigarse es la erosión, en virtud de los múltiples impactos secundarios que provoca. En el proyecto se incluirán las siguientes medidas:

- construcción de terrazas
- barreras de árboles
- reforestación de las zonas explotadas

Para evitar derrames de hidrocarburos, se empleará una camioneta equipada con los dispositivos necesarios para suministrar aceites y combustibles a la maquinaria.

En cuanto a la calidad del aire, se realizarán las siguientes actividades para controlar las emisiones de contaminantes a la atmósfera:

- mientras no se pavimente el camino de acceso, se regará con agua periódicamente para evitar la suspensión de partículas
- regulación de la velocidad en los caminos de acceso de 20 a 40 km/h.
- se cubrirán con toldos de lona las cargas de los camiones de volteo provenientes del banco de materiales
- no se efectuará quema del producto de desmonte
- se utilizará maquinaria en óptimas condiciones mecánicas
- para el manejo de residuos sólidos, se usarán contenedores con tapa

Una de las actividades de la operación y mantenimiento de las lagunas es conservar la superficie de la laguna libre de cuerpos flotantes que puedan estorbar la acción de la luz solar eliminando la producción de oxígeno a través de la fotosíntesis, favoreciendo así malos olores. Se mantendrá una labor continua de limpieza de cuerpos flotantes en la superficie del agua utilizando por ejemplo rastrillo, enterrando posteriormente las materias recogidas.

En el caso de que se presenten malos olores aún con adecuado mantenimiento, se solucionará reciclando el efluente a la laguna o provocando aereación.

Conclusiones.

Aun cuando se cuenta con red de alcantarillado, no se tiene instalaciones para el tratamiento, por lo que las aguas residuales conducidas por el emisor se descargan directamente al río Yautepec y en otros ríos, que pueden ser también fuentes de abastecimiento de agua tanto para el ganado como para los seres humanos.

El costo de construcción de plantas de tratamiento a menudo resulta prohibitivo para municipios con presupuestos bajos. Sin embargo, existe una solución razonablemente sencilla y económica que requiere principalmente de terreno suficiente y del esfuerzo humano, ambos bienes disponibles en Tlaltzapán: las lagunas de estabilización.

Al igual que cualquier proyecto de desarrollo, el Proyecto de la Planta para el Tratamiento de Aguas Residuales de Tlaltizapán de Pacheco, a base de lagunas de estabilización, representa una modificación del estado actual del ambiente en el sitio del proyecto. Sin embargo, se contempla contar con elementos e instalaciones que, al apegarse a las normas y criterios de diseño y construcción existentes y a las medidas de mitigación, podrán reducir el efecto de los impactos adversos generados durante la construcción y operación.

ANEXO "A"**CODIGO DE ETICA MEDIO-AMBIENTAL PARA INGENIEROS.**

El comité de Ingeniería y Medio-ambiente de la W.F.E.O. (World Federation of Engineering Organization) con la plena convicción de que la calidad de vida y la supervivencia del hombre en este planeta dependerá del cuidado y protección que esta preste a su entorno, declara los siguientes principios:

A TODOS LOS INGENIEROS.

Cuando desarrolle cualquier actividad profesional.

- Dedique toda su capacidad, entusiasmo y dedicación para obtener el máximo rendimiento, con lo cual contribuirá a construir un entorno más sano y agradable para la sociedad, tanto en espacios exteriores como interiores.

- Esfuércese en cumplir con los objetivos de su trabajo utilizando la mínima cantidad posible de materias primas y de energía, así como produciendo el mínimo de residuos y de cualquier tipo de contaminación.

- Reflexione acerca de las consecuencias de su trabajo -directas o indirectas, a corto, medio o largo plazo- sobre la base de la sanidad pública, la igualdad social y la escala de valores local.

- Estudie en profundidad el entorno de la obra, tenga en cuenta el impacto ambiental que va a causar en él; la dinámica y estética de los ecosistemas afectados; tanto en suelo rural como urbano; los sistemas socioeconómicos pertinentes, y escoja la alternativa que cause el menor impacto a corto, medio y largo plazo.

- Divulgue con claridad las razones que obligan a restaurar (o si es posible, mejorar) un medio-ambiente deteriorado, e incluya su exposición en su propuesta técnica.

- Rechace cualquier trabajo que suponga daños para el entorno, siempre sobre la base de la calidad de vida humana y preservación de la naturaleza.

- Tenga siempre presente que la interdependencia de los ecosistemas, la interrupción del ciclo biológico y la interrelación tiene un límite inquebrantable para que la cadena siga funcionando. Ultrapasar este límite supondría acabar con el equilibrio ecológico y, consecuentemente, con el ecosistema global.

Recuerde que la guerra, la ambición, la miseria y la ignorancia, sumadas a las catástrofes naturales y a las provocadas por el hombre, son las causas fundamentales de la progresiva degradación del entorno, y que usted, como profesional profundamente interesado en el progreso, tiene la obligación de usar su talento, sus conocimientos y su imaginación para ayudar a la sociedad a librarse de estos males y mejorar la calidad de vida de cada una de las personas.

(Aprobado por la comisión de Ingeniería y Medio-ambiente de la W.F.E.O., en la 6ª sesión plenaria anual en Nueva Delhi, a 5 de noviembre de 1985).

CONCLUSIONES.

Las obras civiles para generación de energía eléctrica, satisfacción de las demandas de agua, desalojo de las aguas residuales, irrigación y drenaje, tiene como objetivo fundamental utilizar y manejar el agua para protección del hombre y sostenimiento de las actividades humanas. Aunque dichas obras son proyectadas naturalmente para beneficio de la sociedad, adicionalmente generan impactos negativos en el ambiente como la deforestación, cambio en el régimen hidráulico de las corrientes, áreas no restituidas utilizadas como banco de materiales durante la construcción, disposición inadecuada de desechos, modificación en el flujo de aguas subterráneas, desaparición de ecosistemas y cambios en la estructura social, entre otros.

Cuando este tipo de obras involucra la construcción de presas, los impactos esperados más relevantes son derivados del cambio drástico del régimen hidráulico de la corriente captada, ya que se disminuirá la aportación de agua a las zonas bajas, además de provocar la pérdida sustancial del recurso por evaporación o percolación, afectando así las condiciones climáticas y los niveles freáticos de la zona.

Los efectos biológicos más relevantes que se darán por estos cambios, son la modificación en la composición y estructura de las comunidades acuáticas, siendo tal vez las especies de peces migratorios, los más drásticamente afectados, al constituirse una barrera física que impide su entrada o salida a los sistemas fluviales.

Otro aspecto importante es la desaparición de los ecosistemas terrestres ubicados en la zona de inundación del vaso y la posible eutroficación del nuevo cuerpo de agua, debido a la descomposición de la materia orgánica ahí presente, al no preverse el desmonte selectivo del área a inundar.

Entre los costos sociales más sobresalientes que se han generado como consecuencia de la constitución de estas obras, está la pérdida de tierras cultivables, así como la alteración de los patrones económicos y culturales de los pobladores, al tener que ser reubicados en sitios distintos del lugar al que pertenecen.

En cuanto a las obras de riego y drenaje, los efectos más evidentes de alteración al medio se presentan durante su fase de operación, en especial por la generación de aguas de retorno que contienen concentraciones importantes de sales y agroquímicos y que, por lo mismo, su tratamiento está fuera de un contexto económico aceptable y por ello son vertidas a los cuerpos receptores sin mejorarse su calidad. Este hecho ha contribuido a modificar la dinámica ecológica de dichos sistemas, al alterar sus condiciones fisicoquímicas, repercutiendo directamente en sus poblaciones acuáticas.

Las obras para abastecimiento de agua potable y alcantarillado, representan impactos ambientales derivados de la extracción de agua de acuíferos, en muchos casos sobreexplotados, así como del aumento en la generación de volúmenes de aguas residuales que, cuando no son adecuadamente tratadas, afectan la calidad del agua de los cuerpos receptores, o aún cuando son tratadas, los lodos generados son manejados y dispuestos en forma inadecuada.

En nuestro país, un impacto sobresaliente de estas obras es que solo un 9% de las aguas residuales son tratadas (de acuerdo con el informe del Programa Hidráulico 1995-2000), lo que representa un peligro para la salud humana así como para la flora y la fauna, no olvidemos que todo existe gracias a un ciclo de vida en el cual el agua juega un papel primordial. Dando un adecuado tratamiento al agua residual, dependiendo del uso que se le dará posteriormente, los usos de este vital líquido crecerán, aprovechando así todo el recurso.

Sin embargo, no estamos obligados a aceptar los impactos ambientales negativos, sabemos que es posible mitigar los efectos que nuestras obras ejercen en detrimento del ambiente.

El desmonte selectivo de vasos a inundar, el rescate ecológico de bancos de materiales mediante su adecuada reforestación; la minimización de caminos de acceso a las obras en proceso y la restricción de sus derechos de vía; la estricta normatividad y capacitación de usuarios en el manejo y aplicación de agroquímicos que reduzca al mínimo los desperdicios a través de los sistemas de drenaje; la ubicación de descargas de drenes agrícolas que eviten al máximo entrar en contacto con zonas de alta productividad pesquera; el adecuado diseño y operación de sistemas de drenaje que reduzcan los riesgos de salinización de tierras, el empleo de tecnologías de tratamiento de agua que reduzcan al mínimo los problemas de operación y manejo de lodos; la adecuada capacitación e integración de la población a las nuevas perspectivas económicas que aportan los proyectos y el monitoreo intensivo de la calidad del agua en todas las fases de operación de las obras, son algunas medidas prácticas de mitigación que permiten el aprovechamiento sostenido de los recursos hidráulicos.

Los efectos negativos resaltan la necesidad de realizar evaluaciones de impacto ambiental, en donde se defina la influencia de las obras de uso y manejo del agua sobre el ambiente y sus consecuencias, así como la forma de evitar o atenuar los impactos negativos.

Actualmente y en el futuro, con el fin de conciliar la demanda y oferta del agua es y será indispensable realizar estudios de impacto ambiental ya que constituyen una herramienta dentro de la planeación de los proyectos de desarrollo, con la que es posible definir la disponibilidad y uso del agua; los problemas socioeconómicos que condicionan la demanda; el impacto motivado por las obras de uso y manejo del agua y la aportación que el recurso implica en la satisfacción de metas y objetivos del desarrollo general.

Sin embargo, la evaluación del impacto ambiental como herramienta de la planeación debe considerarse en la toma de decisiones. De otra forma la evaluación del impacto ambiental será un trámite administrativo más para adquirir un permiso de la autoridad.

Debemos desarrollar una nueva cultura y educación ambiental, en particular y por todo lo que significa el agua, debemos alzarnos en favor de una explotación más racional de ésta. Desde el momento de la captación, pasando por su consumo en ciudades y campos, hasta la adecuada y rigurosa purificación de los efluentes residuales. Tenemos que evitar a cualquier precio que ese tesoro vital que es el agua no se nos escurra entre los dedos.

BIBLIOGRAFIA.

Impacto Ambiental

Alba B. Vazquez González, Enrique César Valdez.
Editado por el IMTA, 1994.

Diseño de Presas Pequeñas

United States Department of the Interior
Ed. Continental.

Obras Hidráulicas

Francisco Torres Herrera
Ed. Limusa, 1987.

Ingeniería de los Recursos Hidráulicos

Ray E. Linsley
Ed. Continental

Impacto Ambiental de las Obras de Ingeniería Civil

Constantino Gutierrez Palacios
Editado por el autor.

Abastecimiento de Agua Potable

Enrique César Valdez
Fac. Ingeniería, 1992.

Fundamentos de Control de la Calidad del Agua

T.H.Y. Tebbutt
Ed. Limusa, 1990.

Impacto Ambiental de las Obras Hidráulicas

Documentación de la Comisión del Plan Nacional Hidráulico.

Impactos producidos por las Presas en el Ambiente

Nelson Antonio Medina Rocha
Editado por el autor.

Simpodium sobre alternativas para la captación y optimización de mantos acuíferos, 1986.

Tratamiento de Aguas Superficiales para países en desarrollo.

Christopher R. Schulz
Ed. Limusa, 1990.

Alcantarillado
Jorge Luis Lara González
Fac. Ingeniería, 1991.

Abastecimiento de Agua y Alcantarillado
Ernest W. Steel
Ed. Gustavo Gili

Teoría diseño y control de los procesos de clarificación del agua
Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria "CEPIS".

Diseño Hidráulico de Sistemas de Riego
Graciela Soto Gómez
Editado por el autor.

Residuos Peligrosos en México
Instituto Nacional de Ecología.

Memoria del foro sobre el servicio de Agua Potable en el Distrito Federal
Comisión de uso y aprovechamiento de bienes y servicios públicos, 1995.

Perspectivas del reuso del agua en el país
SEDUE, 1985.

Determinación de los impactos ambientales ocasionados por la construcción y operación de presas
José Napoleón Jaramilla R.
SAHOP.

Discusión de experiencias y criterios de reuso agrícola del agua residual
SAHOP.

El sistema hidráulico del Distrito Federal
SARH, 1982.

El sistema de Drenaje Profundo de la Ciudad de México
DDF, 1990.

Plaguicidas: La prevención de riesgos en su uso
Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, 1986.

La introducción de medidas de protección sanitaria en los proyectos de irrigación
Mary Tiffen
OMS, 1991.

Cuidar el agua
Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

Instructivo Sanitario
SSA

Construcción del Sistema de Alcantarillado Sanitario, Tlapanalá, Puebla.
Manifestación de Impacto Ambiental, 1991.

Proyecto Hidroeléctrico Chilatán, Michoacán
Manifestación de Impacto Ambiental, 1994.

Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, Tlaltizapán de Pacheco, Morelos
Manifestación de Impacto Ambiental, 1993.

Estudio de monitoreo de calidad del agua superficial y subterránea en el Valle del Mezquital,
Hidalgo
Coplain Ingenieros Civiles, 1994.

Alternativas para el manejo, tratamiento y disposición final de los lodos generados en las
plantas potabilizadoras en México
Adriana Palma Nava
Editado por el autor.
