



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO.**

---

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN**

**“USO EFICIENTE DEL AGUA EN ZONAS URBANAS Y  
RURALES”**

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**INGENIERO CIVIL.**

**PRESENTA:**

**GUTIÉRREZ SANTIAGO DONACIANO FERNANDO**

**ASESOR: MARIDEL ZARATE MORALES**

**FES Aragón**

**MÉXICO 2013**



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.



## AGRADECIMIENTOS

A mí mismo, por haber alcanzado una meta más en mi vida.

La Universidad Nacional Autónoma de México, por permitirme cursar mis estudios de licenciatura, pero más a la Facultad de Estudios Superiores Aragón.

A mis profesores que con su apoyo he podido culminar mis estudios de licenciatura.

A mi asesora de tesis: Maridel Zarate Morales, por su apoyo en la investigación de mi trabajo de tesis, a mis sinodales: Ing. Jesús Ignacio Heredia Domínguez, M. En I. Mario Sosa Rodríguez, Ing. Jorge Arturo Pantoja Domínguez, Ing. Torres Ortiz Valente. Por sus comentarios y sugerencias para que fuera un buen trabajo de investigación.

A mis amigos de la carrera y compañeros ya que sin ellos no habría podido lograr culminar mis estudios.

Al Sistema de becas para Estudiantes Indígenas, México Nacional Multicultural (PUMC), por su apoyo en mi trayectoria en la carrera.

Finalmente agradezco a todas aquellas personas que me rodearon siempre y me apoyaron en momentos que los necesite.



## DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mi mamá Fausta Salustia García, por su  
paciencia, amor y cariño durante toda mi vida.

A mi papá y mis hermanos.

A Marisol Gutiérrez Lara, por su gran amistad.

A todos mis compañeros y amigos de la carrera, a Ricardo, Cristian, Williams,  
Erick, Luis Fernando, Daniel,

Laura Fonseca y Carlos, quienes hicieron más agradables las  
largas horas de estudio durante la licenciatura.

A mis primos y tíos de la familia cruz Santiago por su  
paciencia y apoyo en todo momento.



## ÍNDICE

<b>INTRODUCCION</b> .....	9
<b>OBJETIVO</b> .....	13
<b>CAPITULO I</b>	
<b>I.- ANTECEDENTES</b> .....	14
I.1 Definición.....	14
I.2 Distribución de agua en la naturaleza.....	14
1.2.1 El agua en el Universo.....	15
1.2.2 El agua y la zona habitable.....	15
I.3 El agua en la Tierra.....	16
I.3.1 Origen del agua terrestre.....	16
I.3.2 Distribución actual del agua en la Tierra.....	16
1.4 Efecto sobre la civilización humana.....	18
I.5 Necesidad del cuerpo humano Beber Agua.....	19
I.5.1 Dificultades en el mundo para acceder al agua potable.....	21
a) El uso doméstico del agua.....	22
1.5.2 El mal uso del agua y su afectación a la humanidad.....	24
A) Naturaleza.....	24
B) Ecosistema.....	29
C) Humanidad.....	31
<b>CAPITULO II</b>	
<b>II.- SITIOS DE CAPTACIÓN</b> .....	31
II.1 Captación De Fuentes Superficiales.....	32



II.1.2 Captación De Agua De Lluvia.....	32
a).- Techos.....	32
b).- Patios.....	32
c).- Explanadas.....	33
d).- Caminos pavimentados.....	33
e).- Garajes.....	34
II.1.3 Lagos.....	34
II.1.4 Ríos Y Arroyos.....	36
II.1.4 Embalsé.....	38
II.1.5 Canal De Rio.....	38
II.1.6 Presa De Almacenamiento.....	39
II.1.7 Presa Derribadora.....	40
II.1.8 Manantiales.....	41
II. 2 Aguas Subterráneas.....	43
II.2.1 Galerías.....	43
II.2.2 Zanjias Y Drenes.....	45
II.2.3 Pozos Excavados.....	46
II.2.4 Sondeos.....	47
II.2.5 Pozos con drenes radiales.....	48
II.3 Formas De Captación.....	49
II.3.1 Estructura en forma de caja.....	49
II.3.2 Estructura en forma de cajones.....	49
II.3.3 Tinacos de ferro-cemento.....	50



II.3.4 Estanques pequeños.....	51
II.3.5 Ensamblés de micro captación.....	51
II.3.6 Zangas o paredes de piedras bajo construidas.....	51

### **CAPITULO III**

<b>III ALMACENAMIENTO Y CONDUCCIÓN.....</b>	<b>52</b>
III.1 Conducción.....	52
III.1.2 Acueductos, túneles.....	52
III.1.3 Cañerías.....	54
a).- Tipos de conducciones.....	55
a.1) Manuales.....	55
b.2) Prefabricados.....	56
III.4 Otras Formas De Conduccion.....	56
III.2 Almacenamiento.....	57
III.2.1 Almacenamiento a nivel de tierra.....	58
a) Estanques.....	58
b) Presas.....	58
c) Tanques.....	66
d) Cisternas.....	60
e) Alberca.....	60
III.2.2 Almacenamiento elevados.....	62
a) Tanques.....	62
b) Tinaco.....	63



## CAPITULO IV

<b>IV USO DE AGUA EN ZONAS URBANAS.....</b>	<b>63</b>
IV. 1 El Agua En Los Diferentes Sectores.....	66
IV. 1.1 Sector Industria.....	66
IV. 1.2 Consumo de agua por la ciudad.....	69
1.- Uso Del Agua A Nivel Doméstico.....	70
2.- Características Del Agua A Nivel Domiciliario.....	72
IV.1. 3 El agua como transmisor de calor.....	74
IV.1. 4 Procesamiento de alimentos.....	74
IV.1. 5 Aplicaciones químicas.....	76
IV.1. 6 Otros usos.....	77
a).- Deportes y diversión.....	78
b).- Como estándar científico.....	78
IV.1. 7 La contaminación y la depuración del agua.....	79
a).- La depuración del agua para beber.....	80
b).- La depuración del agua residual.....	81

## CAPITULO V

<b>V USO DE AGUA EN ZONAS RURALES.....</b>	<b>83</b>
V. 1 Campo.....	84
a).- Ganadería.....	84
b).- Agricultura.....	86
c).- Uso del agua en riegos en zonas rurales en diferentes acciones.....	89
d).- La naturaleza del riesgo.....	92





e) Dispersión del riesgo.....	93
f) El problema de la salinidad y el drenaje.....	94
V. 2 Uso doméstico.....	95
V. 3 utilización del agua de lluvia.....	96
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>103</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>105</b>



## INTRODUCCION.

Como estudiante, como profesionista y más como seres humanos hemos adquirido muchos valores éticos y morales los cuales nos han hecho como personas que como hoy en día cada una de las cosas que realizamos o pensamos es por eso que no es necesario que nos digan o nos hablen que, uno de nuestros recursos más importante está en peligro de terminarse y por eso que en este proyecto no centraremos en estudiar el uso eficiente del agua ya que es uno del líquido vital para la humanidad se podría decir, ya que su incremento del uso de agua plantea la necesidad de buscar mecanismos para integrar el uso eficiente en los programas y proyectos, considerando el rol del agua como un bien ambiental, social y económico, y los derechos de los grupos más necesitados y vulnerables. Cada vez, el agua adquiere mayor importancia porque es un recurso limitado y no siempre disponible en el lugar en que se requiere.

En el futuro la demanda crecerá a medida que la población aumente y a causa de la expansión económica. Al mismo tiempo los recursos de agua permanecerán estables en términos de la cantidad disponible, pero decrecerá la cantidad que se puede usar debido al deterioro de la calidad causada por la contaminación. Además, en ciertos períodos del año la disponibilidad de agua se reduce debido al deterioro de las cuencas hidrográficas, producto de la erosión. En este sentido, este documento busca apoyar al lector ofreciendo información actualizada sobre el desarrollo del tema y los diferentes contactos que pueden establecerse para profundizar y conocer los últimos desarrollos.

En los casos en que el agua es escasa, por lo general se nota que la estrategia de los diferentes sistemas de suministro es buscar fuentes alternativas. La introducción de las prácticas eficientes en el uso del agua sólo se empezó a ver como una forma de garantizar el recurso hídrico en los años setenta. Esto se manifestó como tal en el ámbito urbano, cuando grandes sequías azotaron el suroeste de los Estados Unidos. Otro ejemplo es el caso de México, donde el Departamento del Distrito Federal (DDF) implantó su programa de uso eficiente del agua en 1984 (DDF, 1990). Este caso se incluye en este documento como estudio de caso. De igual forma, cada vez más países aplican esta estrategia de manera progresiva en el sector pecuario y en el de prestación de servicios. En un principio estas acciones fueron programas emergentes, pero su eficiencia y la escasez de agua los han convertido en programas clave de mediano y largo plazos.

La prosperidad y el bienestar de la comunidad son directamente dependientes de una adecuada provisión de agua limpia. En adición a salud humana básica e higiene, la existencia de agua limpia y adecuada provee beneficios cruciales tales como regadío para la agricultura, entorno para una gran cantidad de animales y plantas, beneficios estéticos, oportunidades recreacionales, y un símbolo de vitalidad.



Aunque el mundo está cubierto de agua en un 70 por ciento, sólo un 2.5 por ciento de ésta es agua dulce. Según un informe de la Comisión para Desarrollo Sustentable de las Naciones Unidas, un mero .007 por ciento de los recursos de agua dulce de la Tierra es accesibles para uso humano. Este informe también reporta que el uso del agua mundial ha aumentado a más del doble que el ritmo de crecimiento de la población durante este siglo.

El manejo de los recursos de agua dulce para acomodar a comunidades en crecimiento se ha enfocado tradicionalmente en el lado de proyectos de provisión tales como represas y embalses. Pero a menudo estos proyectos a gran escala han generado impactos negativos tales como la diversión del agua desde los habitantes de peces y animales y han creado dependencia en prácticas derrochadoras. Además, el costo de obtener y tratar nuevas fuentes de agua ha crecido sin parar haciendo que las opciones desde la perspectiva de la demanda parezcan económicamente atractivas.

Igual como la subida de precios de combustibles durante la crisis de energía de los años 70 llevó al desarrollo de máquinas y vehículos más eficientes en el uso de energía, mejoras recientes en la tecnología de uso del agua para sanitarios, duchas, equipos de regadío, y grifos han permitido mantener estilos de vida de calidad a la vez que se consume menos agua

En el capítulo dos estudiaremos sus diferentes formas de captación del agua como son subterráneas y superficiales ya en cada una de ellas se dividen diferente forma de captarlas. La captación de agua de lluvia es un medio fácil de obtener agua para consumo humano y/o uso agrícola. Se utiliza en lugares donde la precipitación pluvial y la calidad son adecuadas para estos fines. Al efecto, el agua de lluvia es interceptada, colectada y almacenada en depósitos para su posterior uso, este recurso es más utilizados en las zonas rurales ya que su estructura de captar el agua es muy siempre y costos, pero como son de escasos recursos nos les permite hacer uso de las tecnologías y es así como en aquellas zonas no donde se utiliza el agua de lluvia para diferente usos. En la captación del agua de lluvia con fines domésticos se acostumbra a utilizar la superficie del techo como captación, conociéndose a este modelo como SCAPT (sistema de captación de agua pluvial en techos). Minimiza la contaminación del agua. Adicionalmente, los excedentes de agua pueden ser empleados en pequeñas áreas verdes para la producción de algunos alimentos que puedan complementar su dieta.

En el capítulo tres nos centraremos en dos aspectos muy importantes para la utilización del agua que es la conducción, formas de conducción, tipos de conducción y almacenamiento en donde hacen la conservación para su consumo, están los canales, los túneles, las tuberías, están los canalones o canaletas, por lo regular los tunes y tuberías más utilizadas en las grandes obras de conducción de agua potable hacia lo que son las grandes ciudades en donde serán utilizado en diferentes formas de consumo tanto en comercio como industrias u otras



actividades. Los canalones y canaletas casi por lo regular se utilizan mucho para conducción el agua de lluvias en las azoteas, así como también las bajadas pluviales en algunos casos en las ciudades pero la mayoría es utilizada en las zonas rurales. También tenemos los canales que son desviaciones también que mucho se utilizan en los campos de riego o para el desenfoco de las presas con un gran volumen de agua.

Existen diferentes formas de conducción las lineales, paralelas y mixtas al igual que su estructura con el cual están diseñados solo existen solo dos: los prefabricados y los manuales, los prefabricados ya los mencionamos antes, los manuales son los que están hechos por el hombre pero por recursos de la naturaleza los cuales son los bambús o carrizos. También estudiaremos su forma de almacenamiento los cuales son diseño de dispositivo que debe tener en cuenta el volumen de agua que debe contener a grandes descargas.

Es la obra destinada a almacenar el volumen de agua de lluvia necesaria para el consumo diario de las personas beneficiadas con este sistema, en especial durante el período de sequía. La unidad de almacenamiento debe ser duradera y al efecto debe cumplir con las especificaciones siguientes: Impermeable para evitar la pérdida de agua por goteo o transpiración, De no más de 2 metros de altura para minimizar las sobre presiones, Dotado de tapa para impedir el ingreso de polvo, insectos y de la luz solar, Disponer de una escotilla con tapa sanitaria lo suficientemente grande como para que permita el ingreso de una persona para la limpieza y reparaciones necesarias, La entrada y el rebose deben contar con mallas para evitar el ingreso de insectos y animales. Dotado de dispositivos para el retiro de agua y el drenaje.

Esto último para los casos de limpieza o reparación del tanque de almacenamiento. En el caso de tanques enterrados, deberán ser dotados de bombas de mano. Así como los tanque los cuales son más utilizados en las ciudades como en el campo existen otras forma de almacenamiento que son pequeñas, medianas y grandes, las pequeñas las podemos clasificar como los botes, los tinacos y las cisternas, las medianas podemos encontrar las albercas, los lagos y ya en las grandes podemos tener lo que son las presas de diferentes longitud y tamaño ya que son las que más almacenan agua. Existen dos tipos de almacenamiento de agua los que están a nivel de terreno y los elevados, sus mecanismo de almacenamiento son diferentes los elevados se hacen otra vez de bombas y los de a nivel de tierra a presión.

En el cuarto capítulo nos centraremos en lo que es el uso eficiente del agua que se le da en las grandes ciudades lo cual es muy mala, como se utiliza y de qué manera, cuales son las cantidades que se utilizan y el promedio lo cual son muy elevados por la mala costumbre de la gente solo en las grande industrias las de mayor utilización de agua y de contaminación así misma o en los hogares para su uso doméstico o para otras actividades, así como en algunos casos donde utilizan



grados cantidades de agua para lavar sus autos o para las lavadoras o sus descargas en los sanitarios.

En el quinto capítulo estudiaremos las mismas funciones de del agua en los mismo sectores pero aquí será en las zonas rurales en aquellos pueblos en donde la escases del agua es muy grande o en donde su sistemas de consumo de agua es muy diferente en donde es el principal impulsador de la economía en las grandes ciudades, así como son las grandes áreas en lo que es comercio pero al igual en donde son explotado sus acuíferos para ser llevado con su tecnología a las ciudades donde se le da un mal manejo al agua o en donde viene grades descargas de aguas negras que contaminan sus pocos lugares vivos que les queda. También lo que es el uso del agua para los sistemas de riego para los cultivos o para otras actividades.



## **Objetivo:**

Este proyecto tiene como objetivo tratar de formular un procedimiento adecuado basado en los conocimientos de la ingeniería adquiridos en sus diferentes áreas como construcción, estructura, hidráulica, pavimentos, hidrología ext. Los cuales son elementos importantes en la ejecución y el buen manejo de los recursos que tiene que ver con el agua ya que es un líquido vital en nuestra humanidad. Poder explicar cómo se comporta este líquido en los dos diferentes sectores, al igual que implementar soluciones de ingeniería, aplicada en los diferentes usos de tecnología que se utilizan para la captación, conducción y el uso adecuado del agua, también para poder estabilizar y no sobreexplotar los acuíferos. Proponer nuevas estrategias de procesamiento y reutilización del agua. Tener conciencia de que estamos creando un desequilibrio en el ecosistema por el mal manejo de este recurso. Hay que aportar conocimientos éticos y coherentes en decisiones que se debe de tomar en situaciones en donde tiene que ver este líquido vital más importante en nuestra humanidad llamada agua.

## **Alcance:**

Se pretende abarcar a grandes rasgos, un conteo sobre el agua en su aplicación de uso, como se extrae hasta que se le da su uso en los diferentes sectores como son agricultura, comercio, industria entre otros más, así como la comparación en estos dos grupos en donde los sectores están incluido dependiendo de lo que se está estudiando los cuales son zonas urbanas y rurales, en cuál de estos dos hay mayor gasto y que uso se le da a cada uno de ellos. Así mismo también que tan importante es para el mundo.

## **Utilidad:**

Este material se lo recomendaría a toda aquellas personas que estén interesadas en ponerse a pensar y a hacerse un criterio en donde entre un cuestionamiento ético y coherente sobre el uso del agua en nuestras casas, comunidades, poblaciones, ciudades y el mundo en conjunto. Y crear nuevas formas de uso adecuado.



# CAPITULO I

## ANTECEDENTES.

### I.1 Definición

El agua (del latín agua) es una sustancia cuya molécula está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H<sub>2</sub>O). Es esencial para la supervivencia de todas las formas conocidas de vida. El término agua, generalmente, se refiere a la sustancia en su estado líquido, pero la misma puede hallarse en su forma sólida llamada hielo, y en forma gaseosa denominada vapor. El agua cubre el 71% de la superficie de la corteza terrestre. Se localiza principalmente en los océanos donde se concentra el 96,5% del agua total, los glaciares y casquetes polares poseen el 1,74%, los depósitos subterráneos (acuíferos), los permafrost y los glaciares continentales suponen el 1,72% y el restante 0,04% se reparte en orden decreciente entre lagos, humedad del suelo, atmósfera, embalses, ríos y seres vivos. El agua es un elemento común del sistema solar, hecho confirmado en descubrimientos recientes.

### I.2 Distribución de agua en la naturaleza



Los vientos transportan tanto vapor de agua como el que se vierte en los mares mediante su curso sobre la tierra, en una cantidad aproximada de 45.000 m<sup>3</sup> al año. En tierra firme, la evaporación y transpiración contribuyen con 74.000 m<sup>3</sup> anuales al causar precipitaciones de 119.000 m<sup>3</sup> cada año. Se estima que aproximadamente el 70% del agua dulce es usada para

agricultura. El agua en la industria absorbe una media del 20% del consumo mundial, empleándose en tareas de refrigeración, transporte y como disolvente de una gran variedad de sustancias químicas. El consumo doméstico absorbe el 10% restante. El agua es esencial para la mayoría de las formas de vida conocidas por el hombre, incluida la humana. El acceso al agua potable se ha incrementado durante las últimas décadas en la superficie terrestre. Sin embargo estudios de la FAO, estiman que uno de cada cinco países en vías de desarrollo tendrá problemas de escasez de agua antes de 2030; en esos países es vital un menor gasto de agua en la agricultura modernizando los sistemas de riego.





## 1.2.1 El agua en el Universo.

En el universo también podemos encontrarlo, el agua es un elemento bastante común en nuestro sistema solar, es más, en el universo; principalmente en forma de hielo y, poco menos, de vapor. Constituye una gran parte del material que compone los cometas y recientemente se han encontrado importantes yacimientos de hielo en la luna. Algunos satélites como Europa y Encélado poseen posiblemente agua líquida bajo su gruesa capa de hielo. Esto permite a estas lunas tener una especie de tectónica de placas donde el agua líquida cumple el rol del magma en la tierra, mientras que el hielo sería el equivalente a la corteza terrestre.

## 1.2.2 El agua y la zona habitable.



La existencia de agua en estado líquido en menor medida en sus formas de hielo o vapor sobre la Tierra es vital para la existencia de la vida tal como la conocemos. La Tierra está situada en un área del sistema solar que reúne condiciones muy específicas, pero si estuviésemos un

poco más cerca del Sol un 5%, o sea 8 millones de kilómetros ya bastaría para dificultar enormemente la existencia de los tres estados de agua conocidos. La masa de la Tierra genera una fuerza de gravedad que impide que los gases de la atmósfera se dispersen. El vapor de agua y el dióxido de carbono se combinan, causando lo que ha dado en llamarse el efecto invernadero. Aunque se suele atribuir a este término connotaciones negativas, el efecto invernadero es el que mantiene la estabilidad de las temperaturas, actuando como una capa protectora de la vida en el planeta. Si la Tierra fuese más pequeña, la menor gravedad ejercida sobre la atmósfera haría que ésta fuese más delgada, lo que redundaría en temperaturas extremas, evitando la acumulación de agua excepto en los casquetes polares (tal como ocurre en Marte). Algunos teóricos han sugerido que la misma vida, actuando como un microorganismo, mantiene las condiciones que permiten su existencia. La temperatura superficial de la tierra ha estado en relativamente constante variación a través de las eras geológicas, a pesar de los cambiantes niveles de radiación solar.

Este hecho ha motivado que algunos investigadores creen que el planeta está termorregulado mediante la combinación de gases del efecto invernadero y el albedo atmosférico y superficial. Esta hipótesis, conocida como la teoría de Gaia, no es sin embargo la posición más adoptada entre la comunidad científica.





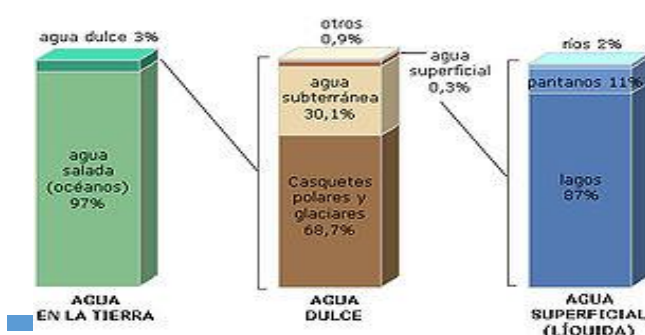
El estado del agua también depende de la gravedad de un planeta. Si un planeta es lo bastante grande, el agua que exista sobre él permanecería en estado sólido incluso a altas temperaturas, dada la elevada presión causada por la gravedad.

## I.3 El agua en la Tierra

### I.3.1 Origen del agua terrestre

Durante la formación de la Tierra, la energía liberada por el choque de los planetesimales, y su posterior contracción por efecto del incremento de la fuerza gravitatoria, provocó el calentamiento y fusión de los materiales del joven planeta. Este proceso de acreción y diferenciación hizo que los diferentes elementos químicos se reestructurasen en función de su densidad. El resultado fue la desgasificación del magma y la liberación de una enorme cantidad de elementos volátiles a las zonas más externas del planeta, que originaron la protoatmósfera terrestre. Los elementos más ligeros, como el hidrógeno molecular, escaparon de regreso al espacio exterior. Sin embargo, otros gases más pesados fueron retenidos por la atracción gravitatoria. Entre ellos se encontraba el vapor de agua. Cuando la temperatura terrestre disminuyó lo suficiente, el vapor de agua que es un gas menos volátil que el CO<sub>2</sub> o el N<sub>2</sub> comenzó a condensarse. De este modo, las cuencas comenzaron a llenarse con un agua ácida y caliente (entre 30 °C y 60 °C). Esta agua ácida era un eficaz disolvente que comenzó a arrancar iones solubles de las rocas de la superficie, y poco a poco comenzó a aumentar su salinidad. El volumen del agua liberada a la atmósfera por este proceso y que precipitó a la superficie fue aproximadamente de  $1,37 \times 10^9 \text{ m}^3$ , si bien hay científicos que sostienen que parte del agua del planeta proviene del choque de cometas contra la tierra en las fases finales del proceso de acreción. En este sentido hay cálculos que parecen indicar que si únicamente el 10% de los cuerpos que chocaron contra la Tierra durante el proceso de acreción final hubiesen sido cometas, toda el agua planetaria podría ser de origen cometario, aunque estas ideas son especulativas y objeto de debate entre los especialistas.

### I.3.2 Distribución actual del agua en la Tierra



El total del agua presente en el planeta, en todas sus formas, se denomina hidrosfera. El agua cubre 3/4 partes (71%) de la superficie de la Tierra. Se puede encontrar esta sustancia en prácticamente cualquier lugar de la biosfera y en los tres estados de agregación de la materia:



sólido, líquido y gaseoso.

El 97 por ciento es agua salada, la cual se encuentra principalmente en los océanos y mares; sólo el 3 por ciento de su volumen es dulce. De esta última, un 1 por ciento está en estado líquido. El 2% restante se encuentra en estado sólido en capas, campos y plataformas de hielo o banquisas en las latitudes próximas a los polos. Fuera de las regiones polares el agua dulce se encuentra principalmente en humedales y, subterráneamente, en acuíferos.

El agua representa entre el 50 y el 90% de la masa de los seres vivos (aproximadamente el 75% del cuerpo humano es agua; en el caso de las algas, el porcentaje ronda el 90%).

En la superficie de la Tierra hay unos 1.386.000.000 m<sup>3</sup> de agua (Si la tierra fuese plana, -sin topografía- estaría completamente cubierta por una capa de unos 2.750 m), que se distribuyen de la siguiente forma:

Distribución del agua en la Tierra				
Situación del agua	Volumen en m <sup>3</sup>		Porcentaje	
	Agua dulce	Agua salada	de agua dulce	de agua total
Océanos y mares	-	1.338.000.000	-	96,5
Casquetes y glaciares polares	24.064.000	-	68,7	1,74
Agua subterránea salada	-	12.870.000	-	0,94
Agua subterránea dulce	10.530.000	-	30,1	0,76
Glaciares continentales y Permafrost	300.000	-	0,86	0,022
Lagos de agua dulce	91.000	-	0,26	0,007
Lagos de agua salada	-	85.400	-	0,006
Humedad del suelo	16.500	-	0,05	0,001
Atmósfera	12.900	-	0,04	0,001
Embalses	11.470	-	0,03	0,0008
Ríos	2.120	-	0,006	0,0002
Agua biológica	1.120	-	0,003	0,0001
Total agua dulce	35.029.110		100	-
Total agua en la tierra	1.386.000.000		-	100

La mayor parte del agua terrestre, por tanto, está contenida en los mares, y presenta un elevado contenido en sales. Las aguas subterráneas se encuentran en yacimientos subterráneos llamados acuíferos y son potencialmente útiles al



hombre como recursos. En estado líquido compone masas de agua como océanos, mares, lagos, ríos, arroyos, canales, manantiales y estanques.

El agua desempeña un papel muy importante en los procesos geológicos. Las corrientes subterráneas de agua afectan directamente a las capas geológicas, influyendo en la formación de fallas. El agua localizada en el manto terrestre también afecta a la formación de volcanes. En la superficie, el agua actúa como un agente muy activo sobre procesos químicos y físicos de erosión. El agua en su estado líquido y, en menor medida, en forma de hielo, también es un factor esencial en el transporte de sedimentos. El depósito de esos restos es una herramienta utilizada por la geología para estudiar los fenómenos formativos sucedidos en la Tierra.

## 1.4 Efecto sobre la civilización humana.

La historia muestra que las civilizaciones primitivas florecieron en zonas favorables a la agricultura, como las cuencas de los ríos. Es el caso de Mesopotamia, considerada la cuna de la civilización humana, surgida en el fértil valle del Éufrates y el Tigris; y también el de Egipto, una espléndida civilización que dependía por completo del Nilo y sus periódicas crecidas. Muchas otras grandes ciudades, como Róterdam, Londres, Montreal, París, Nueva York, Buenos Aires, Shanghái, Tokio, Chicago o Hong Kong deben su riqueza a la conexión con alguna gran vía de agua que favoreció su crecimiento y su prosperidad. Las islas que contaban con un puerto natural seguro como Singapur florecieron por la misma razón.

Del mismo modo, áreas en las que el agua es muy escasa, como el norte de África o el Oriente Medio, han tenido históricamente dificultades de desarrollo. El agua la civilización es indisoluble. Las primeras civilizaciones se gestaron en los valles de los grandes ríos: el Éufrates, el Nilo, el Indo y el Yangtsé. Lugares donde se pasó de una agricultura de subsistencia a una economía de abundancia. Actualmente el futuro de las reservas de agua depende de la explotación que le demos a este recurso frágil y limitado.



escasez de agua podrá generar conflictos entre arios rivales, sobre todo cuando se le suma otros ores de tensión política y social. Pero también de estimular la cooperación como hoy lo uestran los tratados y los múltiples acuerdos de ición de aguas. Estas medidas tienen que llevarse a cabo brevemente ya que las señales de alarma son manifiestas-grave escasez de agua en todo el mundo, disminución de las capas freáticas, erosión, desertificación- a lo que se debe añadir el costo humano causado por la falta de agua-mal nutrición, enfermedad, éxodo de las zonas



rurales, crecimiento demográfico explosivo en las zonas costeras todo esto constituye un desafío de primera importancia.

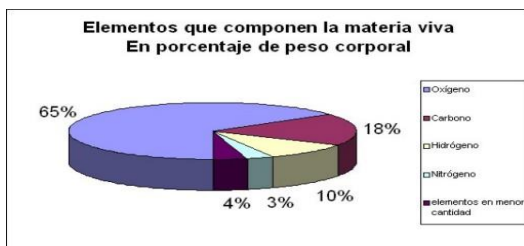


En todo este siglo la demanda mundial de agua se ha multiplicado por siete, en tanto que la población mundial se ha multiplicado por tres. Para satisfacer las necesidades previsibles en el futuro hay que otorgar un lugar prioritario al desarrollo de los recursos de agua en los planes de acción nacionales e internacionales. Si no nos los aplicamos a tiempo existe el peligro de que la urgencia por calmar la sed de las poblaciones aplicar planes arriesgados desde el punto de vista

ecológico y otros aspectos. En todas partes el desarrollo de los recursos naturales (el agua especialmente) debe complementarse con políticas energéticas destinadas a preservarlos y reutilizarlos. Posponer decisiones urgentes es olvidar que ciertas consecuencias son irreversibles y que si no actuamos a tiempo estamos fallando en un nivel moral. Una educación a nivel del agua puede inspirarse en el rico patrimonio universal. El agua une a los seres humanos, no acepta las fronteras, vinculando los paisajes y las habitadas diversas.

En las religiones, los mitos, es una metáfora sobre el movimiento de la naturaleza y el espíritu. La educación debe sacar un rico legado para poder transmitirlo a como legado a futuras generaciones.

### I.5 Necesidad del cuerpo humano Beber Agua



El cuerpo humano está compuesto de entre un 55% y un 78% de agua, dependiendo de sus medidas y complejión. Para evitar desórdenes, el cuerpo necesita alrededor de siete litros diarios de agua; la cantidad exacta variará en función del nivel de actividad, la temperatura, la humedad y

otros factores. La mayor parte de esta agua se absorbe con la comida o bebidas no estrictamente agua. No se ha determinado la cantidad exacta de agua que debe tomar un individuo sano, aunque una mayoría de expertos considera que unos 6-7 vasos de agua diarios (aproximadamente dos litros) es el mínimo necesario para mantener una adecuada hidratación.

La literatura médica defiende un menor consumo, típicamente un litro de agua diario para un individuo varón adulto, excluyendo otros requerimientos posibles debidos a la pérdida de líquidos causada por altas temperaturas o ejercicio físico. Una persona con los riñones en buen estado tendrá dificultades para beber demasiado agua, pero especialmente en climas cálidos y húmedos, o durante

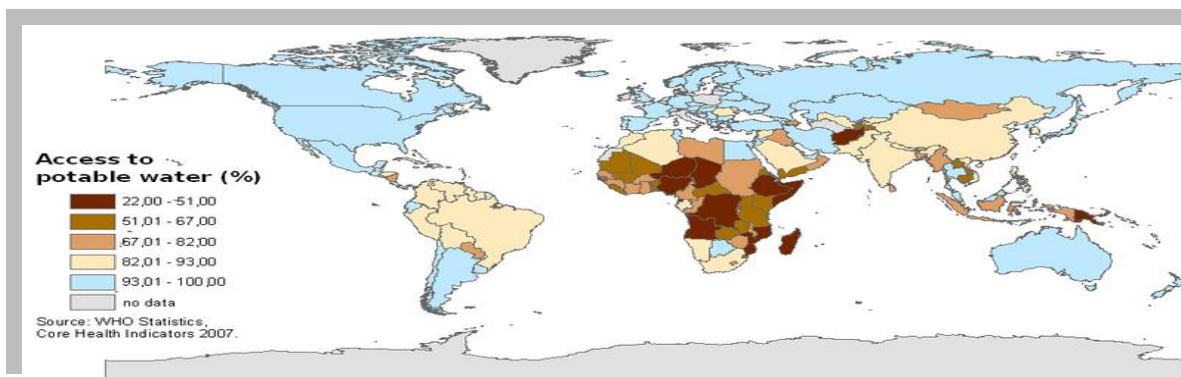


el ejercicio beber poco también puede ser peligroso. El cuerpo humano es capaz de beber mucha más agua de la que necesita cuando se ejercita, llegando incluso a ponerse en peligro por hiper hidratación, o intoxicación de agua. El hecho comúnmente aceptado de que un individuo adulto debe consumir ocho vasos diarios de agua no tiene ningún fundamento científico. Hay otros mitos sobre la relación entre agua y salud que poco a poco van siendo olvidadas.

La última referencia ofrecida por este mismo organismo habla de 2.7 litros de agua diarios para una mujer y 3.7 litros para un hombre, incluyendo el consumo de agua a través de los alimentos. Naturalmente, durante el embarazo y la lactancia la mujer debe consumir más agua para mantenerse hidratada. Según el Instituto de Medicina que recomienda una media de 2.2 litros/día para una mujer, y 3.0 litros/día para un varón una mujer embarazada debe consumir 2.4 litros, y hasta 3 litros durante la lactancia, considerada la gran cantidad de líquido que se pierde durante la cría.

También se señala que normalmente, alrededor de un 20% del agua se absorbe con la comida, mientras el resto se adquiere mediante el consumo de agua y otras bebidas. El agua se expulsa del cuerpo de muy diversas formas, a través de la orina, las heces, en forma de sudor, o en forma de vapor de agua, por exhalación del aliento. Una persona enferma, o expuesta directamente a fuentes de calor, perderá mucho más líquido, por lo que sus necesidades de consumo también aumentarán.

## Mapa de Agua potable en el Mundo



### 1.5.1 Dificultades en el mundo para acceder al agua potable

El agua adecuada para el consumo humano se llama agua potable. Como se ha explicado el agua que no reúne las condiciones adecuadas para su consumo puede ser potabilizada mediante filtración o mediante otros procesos fisicoquímicos.





La población mundial ha pasado de 2.630 millones en 1950 a 6.671 millones en 2008. En este periodo (de 1950 a 2010) la población urbana ha pasado de 733 millones a 3.505 millones. Es en los asentamientos humanos donde se concentra el uso del agua no agrícola y donde se contraen la mayoría de las enfermedades relacionadas con el agua.

Ante la dificultad de disponer de agua potable para consumo humano en muchos lugares del planeta, se ha consolidado un concepto intermedio, el agua segura como el agua que no contiene bacterias peligrosas, metales tóxicos disueltos, o productos químicos dañinos.



Esta agua se emplea para beber, por tanto se emplea cuando el suministro de agua potable está comprometido. Es un agua que no resulta perjudicial para el ser humano, aunque no reúna las condiciones ideales para su consumo.

Por diversos motivos, la disponibilidad del agua resulta problemática en buena parte del mundo, y por ello se ha convertido en una de las principales preocupaciones de gobiernos en todo el mundo. Actualmente, se estima que alrededor de mil millones de personas tienen un deficiente acceso al agua potable. Esta situación se agrava por el consumo de aguas en malas condiciones, que favorece la proliferación de enfermedades y brotes epidémicos. Muchos de los países reunidos en Evian en la XXIX conferencia del G-8 se marcaron 2015 como fecha límite para conseguir el acceso universal a agua en mejores condiciones en todo el mundo. Incluso si se lograra este difícil objetivo, se calcula que aún quedaría alrededor de 500 millones sin acceso al agua potable, y más de mil millones carecerían de un adecuado sistema de saneamiento.

La mala calidad del agua y el saneamiento irregular afectan gravemente el estado sanitario de la población: sólo el consumo de agua contaminada causa 5.000.000 de muertes al año, según informes de las Naciones Unidas, que declararon 2005-2015 la "Década de la acción". La OMS estima que la adopción de políticas de agua segura podría evitar la muerte de 1.400.000 niños al año, víctimas de diarrea. 50 países que reúnen a casi un tercio de



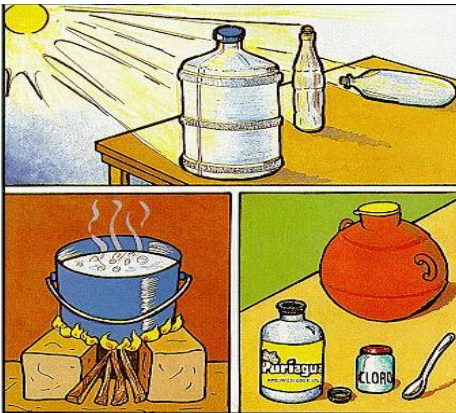


la población mundial carecen de un adecuado suministro de agua, y 17 de ellos extraen anualmente más agua de sus acuíferos de la que puede renovarse naturalmente. La contaminación, por otra parte, no sólo contamina el agua de ríos y mares, sino los recursos hídricos subterráneos que sirven de abastecimiento del consumo humano.

## a) El uso doméstico del agua

Además de precisar los seres humanos el agua para su existencia precisan del agua para su propio aseo y la limpieza. Se ha estimado que los humanos consumen «directamente o indirectamente» alrededor de un 54% del agua dulce superficial disponible en el mundo. Este porcentaje se desglosa en:

Un 20%, utilizado para mantener la fauna y la flora, para el transporte de bienes (barcos) y para la pesca, y el 34% restante, utilizado de la siguiente manera: El 70% en irrigación, un 20% en la industria y un 10% en las ciudades y los hogares.



El consumo humano representa un porcentaje reducido del volumen de agua consumido a diario en el mundo. Se estima que un habitante de un país desarrollado consume alrededor de 5 litros diarios en forma de alimentos y bebidas. Estas cifras se elevan dramáticamente si consideramos el consumo industrial doméstico. Un cálculo aproximado de consumo de agua por persona/día en un país desarrollado, considerando el consumo industrial doméstico arroja los siguientes datos:

arroja los siguientes datos:

### 1.- Consumo de agua por persona al día.

Consumo aproximado de agua por persona/día

- Lavar la ropa 60-100 litros
- Limpiar la casa 15-40 litros
- Limpiar la vajilla a máquina 18-50 litros
- Limpiar la vajilla a mano 100 litros
- Cocinar 6-8 litros
- Darse una ducha 35-70 litros
- Bañarse 200 litros
- Lavarse los dientes 30 litros
- Lavarse los dientes (cerrando la canilla) 1,5 litros
- Lavarse las manos 1,5 litros
- Afeitarse 40-75 litros
- Afeitarse (cerrando la canilla) 3 litros



- Lavar el coche con manguera 500 litros
- Descargar la cisterna 10-15 litros
- Media descarga de cisterna 6 litros
- Regar un jardín pequeño 75 litros
- Riego de plantas domésticas 15 litros
- Beber 1,5 litros



Estos hábitos de consumo señalados y el aumento de la población en el último siglo han causado a la vez un aumento en el consumo del agua. Ello ha provocado que las autoridades realicen campañas por el buen uso del agua. Actualmente, la concienciación es una tarea de enorme importancia para garantizar el futuro del agua en el planeta, y como tal es objeto de constantes actividades tanto a nivel nacional como municipal. Por otra parte, las enormes diferencias entre el consumo diario por persona en países desarrollados y países en vías de desarrollo señalan que el modelo hídrico actual no es sólo ecológicamente inviable: también lo es desde el punto de vista humanitario, por lo que numerosas ONGs se esfuerzan por incluir el derecho al agua entre los Derechos humanos. Durante el V Foro Mundial del agua, convocado el 16 de marzo de 2009 en Estambul (Turquía), Loic Fauchon (Presidente del Consejo Mundial del Agua) subrayó la importancia de la regulación del consumo en estos términos:

## 1.5.2 El mal uso del agua y su afectación a la humanidad

a) Naturaleza.





Las tierras áridas cuentan entre los ecosistemas más frágiles del mundo, y su situación de fragilidad es acentuada por las sequías periódicas y la creciente sobreexplotación de unos recursos exiguos. Las tierras áridas y semiáridas cubren alrededor de un tercio de la superficie de tierras emergidas, y en ellas vive una población de aproximadamente mil millones de personas que en su mayoría están entre las más pobres del mundo.



Los bosques, árboles y pastos son elementos constitutivos esenciales de los ecosistemas de zonas áridas, y contribuyen a mantener unas condiciones apropiadas para las actividades agrícolas, los pastizales y los medios de subsistencia humana. En las zonas áridas, los bosques y árboles potencian las estrategias de mitigación de la pobreza y reducen la inseguridad alimentaria, ya que

proporcionan a la población rural pobre bienes (especialmente leña y productos no madereros) y servicios medioambientales y ayudan a la diversificación de las fuentes de ingreso de los hogares.

Aproximadamente el 6 por ciento de la superficie forestal mundial (o alrededor de 230 millones de hectáreas) se encuentra en tierras áridas (FAO, 2002). Los árboles fuera del bosque (diseminados por el paisaje, tierras labrantías, tierras de pastoreo, sabanas y estepas, tierras yermas y zonas urbanas) desempeñan una función vital en las tierras áridas, aunque resulta difícil evaluar la extensión que ocupan.



La disponibilidad de agua (agua superficial, agua subterránea y humedad del aire) es por lo general el principal factor que limita la distribución natural de los árboles en las tierras áridas, junto con el clima (pluviosidad, temperaturas, viento) y la calidad del suelo. Cada especie de árbol está adaptada a determinadas condiciones y está localizada en su «nicho» propio.

Cuando en una zona amplia imperan unas condiciones óptimas, los bosques o arbustos pueden llegar a cubrir superficies extensas. A causa de las restricciones



que determina la escasez de agua, la vegetación se concentra más a menudo en lugares donde hay acumulación de agua de escorrentía o en lugares accesibles al agua subterránea. Esta situación conduce a la irregular distribución de los árboles y arbustos, por ejemplo en monte con franjas de maleza (rodales arbustivos fragmentados), en bosques rupícolas, en los cañones abruptos más profundos de un valle (vaguadas) y en oasis, y a su aislamiento en el paisaje.

Sin embargo, la distribución natural de la vegetación ha sufrido durante mucho tiempo los efectos de la alteración producida por las actividades humanas. Entre las principales causas de la degradación de las tierras en las zonas áridas cabe mencionar la deforestación y la degradación de las formaciones arboladas y arbustivas (especialmente de resultas de su conversión en usos agrícolas) y la sobreexplotación de bosques y montes claros (a causa de la recolección de leña y el sobrepastoreo). Además, se pronostica que el recalentamiento mundial determinará una disminución de la pluviosidad en la mayor parte de las zonas áridas, y una consiguiente escasez más grave de agua y mayores riesgos de desertificación.

La plantación de árboles es uno de los muchos métodos a que se recurre para invertir los procesos de deforestación, degradación y desertificación de las tierras.

Sin embargo, antes de comenzar la plantación de árboles, es preciso efectuar un balance hídrico.

La disponibilidad de agua impone límites a la distribución de los árboles; algunos individuos consiguen sobrevivir incluso en el desierto y lejos de cualquier otra forma de vegetación (Mauritania)



### ➤ Deforestación

La principal causa de la intensificación de la deforestación en las tierras áridas es la conversión de los bosques en tierras de cultivo agrícolas y en pastizales. En muchos lugares, ya no es posible seguir practicando cultivos migratorios o cultivos seguidos de barbecho, y el cultivo continuo, muchas veces sin rotación, de un



mismo pedazo de tierra conduce al agotamiento de la fertilidad de los suelos y a la necesidad de encontrar nuevas tierras.

En las tierras de monte claro degradadas, antes abandonadas, se registra ahora una muy rápida deforestación. El aumento de la presión de pastoreo y la extracción sin ordenación de leña y otros productos también se traducen en degradación y deforestación.



Los bosques y tierras arboladas restantes se ven amenazados algunas veces por plagas y brotes de enfermedades, que sin embargo son raros en los ambientes muy secos. Los rodales incendios forestales constituyen una amenaza constante en las tierras áridas, pero los grandes incendios son en ellas poco frecuentes en comparación con los que se declaran en otras regiones, puesto que el pastoreo intenso tiene por efecto reducir la cantidad de materias combustibles acumuladas y limitar la extensión de las superficies que puedan quemarse.

Sin embargo, especialmente en los ecosistemas más secos, el fuego causa grandes pérdidas de bosque, matorrales y cubierta arbórea y pone en peligro nichos ecológicos que albergan reliquias forestales de notable diversidad biológica.

### ➤ Desertificación

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD, 1992) definió el concepto de desertificación como «la degradación de las tierras en las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas a consecuencia de diversos factores, incluidas las variaciones climáticas y las actividades humanas». La desertificación no consiste en el avance de los desiertos existentes, sino que es consecuencia del efecto de la degradación localizada de las tierras, y





ocurre rápidamente tras la deforestación y el agotamiento de los suelos. Al estar expuestos al sol, al viento y a las lluvias, los suelos agotados pierden sus sustancias orgánicas y su estructura se menoscaba a medida que los nutrientes son lixiviados. Los elementos finos del suelo son arrastrados por las tormentas de arena; los granos de arena adquieren movilidad e invaden otras tierras en virtud del desplazamiento de las láminas de arena y las dunas. La desertificación ha aumentado a causa de la sobreexplotación de los bosques, árboles, arbustos, pastizales y recursos de suelos.

La desertificación es un problema de proporciones mundiales que afecta directamente a 250 millones de personas; la desertificación afecta especialmente al África, ya que las tres cuartas partes del continente son tierras secas y desiertos. Sin embargo, más del 30 por ciento de las tierras de los Estados Unidos de América también está afectado por la desertificación. Un cuarto de la superficie de América Latina y el Caribe son desiertos y tierras secas. En España, el 20 por ciento de las tierras corre el riesgo de transformarse en desierto. En China, desde el decenio de 1950, los desplazamientos de arena y la degradación han afectado a cerca de 700 000 ha tierras cultivadas, 2,35 millones de hectáreas de pastizales y 6,4 millones de hectáreas de bosque, monte claro y tierras arbustivas. En todo el mundo, alrededor del 70 por ciento de los 5 200 millones de hectáreas de tierras secas usadas para actividades agrícolas está degradado y se encuentra en peligro de desertificación (FAO, 2007a).

### ➤ Efectos del cambio climático en las tierras áridas



Los bosques inalterados tienen, hasta cierto punto, la capacidad de adaptarse a los cambios climáticos y edáficos, pero no por mucho tiempo: los registros paleobotánicas indican que cambios climáticos que tuvieron lugar en épocas anteriores destruyeron los tipos de vegetación existentes e impulsaron la aparición de nuevos tipos de

vegetación que suplantaron a los antiguos. Según la mayoría de los modelos de predicción, el recalentamiento mundial afectará a las tierras áridas de todo el mundo (con exclusión del sudoeste de América Latina, donde las más frecuentes



oscilaciones meridionales de El Niño disminuirán el riesgo de sequías) a causa del aumento de la temperatura y la disminución de las lluvias (UCAR, 2005). Los modelos pronostican un aumento de la frecuencia y/o intensidad de las sequías. También son de prever mayores riesgos de incendios en los demás bosques y tierras arboladas. El aumento de la temperatura se traduce en una mayor evaporación y en una más acentuada escasez de agua. El conjunto de estas tendencias aumenta el riesgo de desertificación. En muchos lugares, la vegetación ya está expuesta a las severas condiciones imperantes a las proximidades del umbral de las temperaturas letales. Todo aumento de esas temperaturas máximas conducirá ineludiblemente a una pérdida de vegetación.



Las principales consecuencias del cambio climático en las tierras áridas serán la reducción de la producción de las tierras agrícolas, pastizales y bosques; una menor biodiversidad, una merma de materia orgánica en el suelo y una menor fertilidad. Estos efectos agravarán la pobreza y la inseguridad alimentaria. Las poblaciones se verán obligadas a migrar. Se pronostica que, para 2020, 135 millones de refugiados medioambientales abandonarán sus tierras a causa de la desertificación, y que de ellos, en el África subsahariana, 60 millones serán personas desplazadas (FAO, 2007b). Los cuidadores de ganado nómadas, que ya deben hacer frente a la menor productividad de los pastizales naturales, se verán obligados a la sedentarización. La concentración de los rebaños alrededor de sus nuevos hogares ya ha producido la desaparición de la mayor parte de la vegetación natural que rodea muchos asentamientos y pozos y otras fuentes de agua de las cuales proviene a lo largo del año el agua de bebida para hombres y animales. Las políticas de sostén para el asentamiento de los pastores nómadas son débiles en muchos países.

Otro problema consiste en el envejecimiento de la población arbórea a consecuencia del sobrepastoreo de plantitas jóvenes, y el consiguiente impedimento de la regeneración de los árboles. Los árboles sobre maduros pierden progresivamente su capacidad de recuperación ante los efectos del estrés climático, de manera que un único acontecimiento climático podría destruir por completo una superficie de bosque. Por ejemplo, la mayor parte de los bosques de *Acacia nilotica* del valle del río Senegal pereció tras la fuerte sequía que se registró a comienzos del decenio de 1970.

La restauración de la cubierta vegetativa en las zonas áridas puede contribuir a mitigar los efectos del cambio climático, ya que determina el aumento de la absorción y almacenamiento de carbono, así solo una pequeña cantidad de



carbono sea absorbida por unidad de superficie. La superficie de tierras áridas que precisa ser restaurada es tan vasta que constituye un buen sumidero potencial de carbono. Sin embargo, los planes económicos pertinentes deberían ser considerados y documentados atentamente.

## B) Ecosistema.

Hemos visto que el agua es motor y combustible esencial de la vida en la biosfera terrestre y como su abundancia condiciona los grandes tipos de paisaje. Pero la presencia de agua en sí misma, acumulándose en grandes o pequeñas masas, es origen de ecosistemas únicos con multitud de organismos que viven en ella, sea en el mar o en tierra firme. El número de especies de organismos que viven en los ecosistemas acuáticos es mucho mayor que el de la biosfera terrestre. El agua no es solo un motor clave para muchos ecosistemas sino verdadera sustancia que da soporte a la vida misma.

Los organismos que viven en el agua han evolucionado en ella desde el principio del origen de la vida en la tierra. Probablemente la vida se originó en el agua y durante millones de años, mientras los continentes probablemente tenían poca diversidad, el mar estaba lleno de vida. Las aguas dulces representan una parte minúscula de toda el agua del planeta, pero albergan una diversidad proporcionalmente mucho mayor que el mar si comparamos las extensiones relativas.

La mayor parte de los grandes tipos de organismos (mamíferos, peces, gusanos.) se encuentran tanto en el agua dulce como la marina, pero también hay grupos prácticamente exclusivos del mar (los erizos y sus parientes) y otros más propios del agua dulce (los insectos acuáticos por ejemplo).



Los ecosistemas acuáticos de agua dulce se caracterizan por su heterogeneidad y la gran variedad de condiciones que en ellos se producen. Hay masas de agua muy grandes que casi se comportan como un mar (el lago Baikal por ejemplo) y en el otro extremo minúsculas cavidades que se producen en las rocas por el acumulo de agua de lluvia que albergan también una vida propia y característica. Sobre los continentes se sitúan los mares más salados (como los saladares del altiplano andino) o las aguas más puras, casi agua destilada (los lagos andinos).



España es un país diverso en lo que hace a los ecosistemas acuáticos. La Península Ibérica presenta un mosaico de condiciones orográficas, geológicas y climáticas que genera la presencia de muchos y diversos ecosistemas acuáticos, grandes y pequeños, todos ellos relativamente bien

estudiados y con una gran biodiversidad. Los principales tipos de ecosistemas que nos podemos encontrar.

### C) Humanidad.

La falta de agua ocasionaría muchas guerras por el control de lugares en



donde se encuentre todavía acuíferos para explotar, un sobrecalentamiento en el planeta ya que la tierras por la falta de este vital liquido ocasionaría un gran desequilibrio, en todos los sectores como en la humanidad, como en el ecosistema, pero en donde

más se podría ver sería en las muertes de todos los seres vivos un





aumento de temperaturas. Lo que ocasionaría esto sería el fin de la humanidad ya que el ecosistema y todo el mundo perderían el equilibrio.

## CAPITULO II

### II. SITIOS DE CAPTACIÓN.

A través de la historia, el hombre ha necesitado de un suministro adecuado de agua para su alimentación, seguridad y bienestar. El agua es una necesidad universal y es el principal factor limitante para la existencia de la vida humana. La destrucción de las cuencas naturales hidrográficas ha causado una crítica escasez de la misma, afectando extensas áreas y poblaciones. Sin embargo, a través de la tecnología conocida como captación ("cosecha") del agua, granjas y comunidades pueden asegurar el abastecimiento del agua para uso doméstico y agrícola.

La captación consiste en recolectar y almacenar agua proveniente de diversas fuentes para su uso benéfico. El agua captada de una cuenca y conducida a estanques reservorios puede aumentar significativamente el suministro de ésta para el riego de huertos, bebederos de animales, la acuicultura y usos domésticos.

La circulación del agua en sus diferentes formas alrededor del mundo se conoce como el ciclo hidrológico. El hombre puede captar el agua eficientemente en ciertos puntos de éste ciclo. El comprender cómo el agua circula alrededor de la tierra ayuda en la selección de la tecnología más apropiada para su almacenamiento. En el ciclo hidrológico, el agua se evapora de la superficie terrestre al ser calentada por el sol. Esta luego regresa a la tierra en forma de lluvia, nieve, granizo, o neblina. Entre más alta sea la temperatura de la masa de aire, mayor será la cantidad de vapor que ésta puede acarrear. En la medida en que la masa de aire se enfría, el vapor cambia a estado líquido y forma gotas que caen por su propio peso. Mientras el aire es elevado sobre las montañas, éste se enfría por expansión al chocar con masas de aire caliente y por el calor del aire húmedo cercano a la superficie de la tierra (enfriamiento por convección).

El agua que se evapora de los océanos es la fuente más importante de humedad atmosférica. Sin embargo, ésta también se puede evaporar de otros cuerpos de agua y de la superficie de la tierra. La transpiración de las plantas (evapotranspiración) es otra fuente de humedad atmosférica. En las plantas el agua es absorbida por las raíces, pasa a los tallos, atraviesa a las hojas para finalmente evaporarse a la atmósfera. Por ejemplo, una hectárea de maíz puede transpirar diariamente a la atmósfera de 7000 a 10000 galones de agua

#### II.1 Captación De Fuentes Superficiales

Al caer, parte de la lluvia fluye superficialmente por canales naturales de drenaje. Esta agua de escorrentía eventualmente llega a ríos, lagos y océanos. Sin



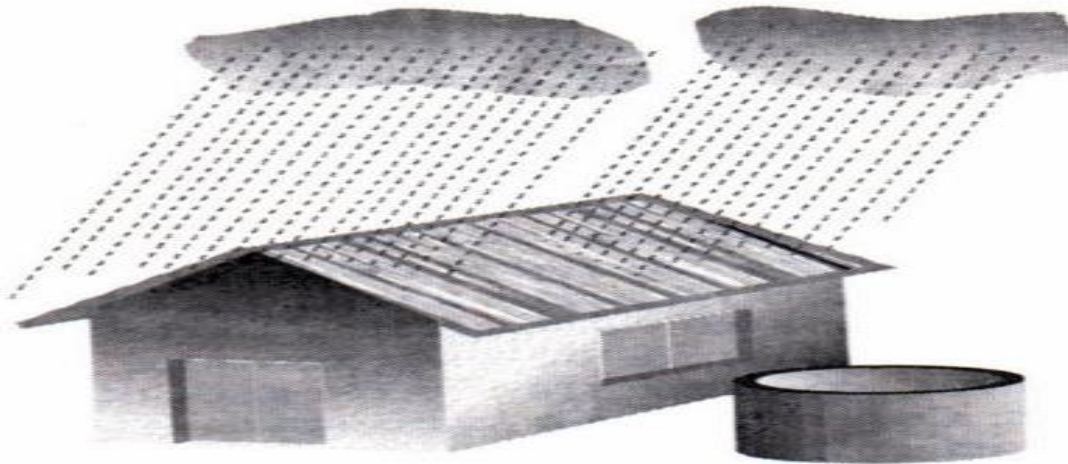


embargo, la mayor parte de ésta precipitación se infiltra en el suelo y pasa a ser Orepresada sobre la superficie de la tierra para su uso posterior. La escasez de agua en varias regiones del mundo puede aliviarse captando el agua de escorrentía.

## II.1.2 Captación De Agua De Lluvia

### a).- Techos.

Son estructuras que están diseñados con cualquier tipo de material, mientras no es permeable por el agua, son canaletas en todo tipo de formas hexagonales, cuadrados, semicírculos, triangulares, ext. Entre muchos más, sus paredes y su superficie son lisas o rugosas pero con una pendiente, por donde el agua se almacena y escurre asía donde será utilizada.



### b).- Patios.

Es un sitio hecho con un material en donde el agua que cae de la lluvia se están, ya que con el líquido que esta tiene como un curado impide a que el agua pueda penetrar hacía el suelo, se le coloca una pendiente y se construye un tanque subterráneo en donde el agua va a desembocar, pero el procedimiento de captación debe de ser en un área muy limpio ya que se contamina el agua por la basura y tierra del medio ambiente.



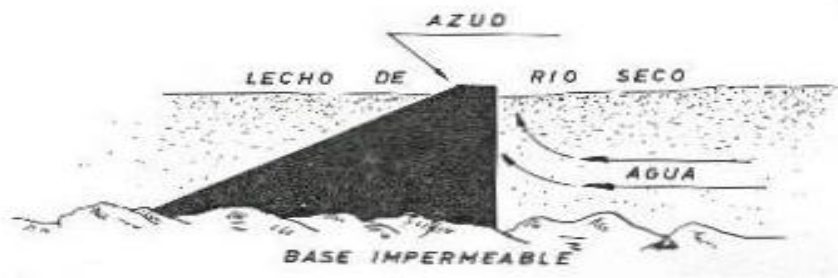
c).- Explanadas.

Son sitios al igual que los patios, pero estos son más extensos así como de plaza o colonias grandes, pero con un procedimiento similar, en lo único que cambia es en las dimensiones que son más grandes.



d).- Caminos pavimentados.

Son bueno para la captación de agua en zonas rurales, para utilizarlos en sus riegos de cultivos ya que el pavimento no es permeable, lo cual hace que este escurra hacia las canaletas y estas sean llevadas a donde será almacenada o utilizada.



e).- Garajes.

Estés es otro medio por el cual en zonas rurales captan el agua para sus cultivos y demás actividades o de la misma manera para conducir las hasta donde tiene sus cultivos y así poder mantenerlas en un buen estado



F).- *Cualquier superficie no permeable por donde escurra el agua de lluvia, y sea factible recolectarla.*

1.- Material con el cual está diseñado.

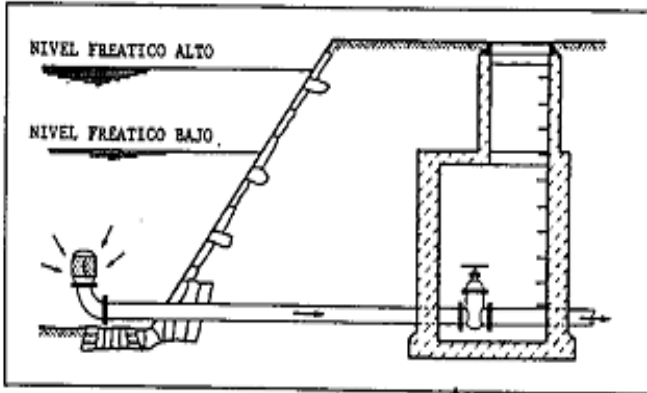
A).- Barro y concreto.

B).- Metal y fibra (o lana) de vidrio.

C).- Superficies de Madera, alquitrán, grava y otros.

### II.1.3 Lagos

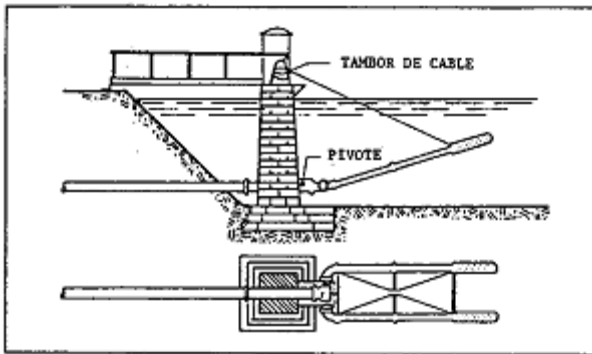
La calidad del agua de lago está influenciada por la auto-purificación que se logra a través de la aeración, procesos bioquímicos y asentamiento de sólidos suspendidos. El agua lacustre puede ser clara, de bajo contenido orgánico y con



elevada saturación de oxígeno. Por lo general, la contaminación humana y la animal sólo presentan un riesgo para la salud cerca de las orillas del lago. A cierta distancia de la orilla el agua de lago está generalmente libre de bacterias patógenas y virus. Sin embargo, pueden estar presentes las algas, particularmente en las capas

superiores del agua.

En lagos profundos, la acción de las olas y la turbulencia causada por el viento que golpea la superficie, no afectarán los estratos inferiores. No habiendo mezcla, se desarrollará una estratificación termal con las cálidas capas superiores de agua flotando encima de las capas frías, las cuales tienen una mayor densidad de masa. Como resultado de la estratificación termal, puede ser que las capas más profundas de agua difieran en calidad del agua de la parte superior. La



estratificación termal puede ser bastante estable, especialmente en condiciones tropicales.

Variación de la calidad del agua con la profundidad en lagos profundos (Indonesia)



Se debe tener en cuenta la estratificación termal cuando se decide sobre la locación y profundidad de una captación de agua de lago para propósitos de abastecimiento de agua. Otro factor importante es la presencia de algas en las capas superiores del agua.

En lagos' profundos, con agua de bajo contenido de nutrientes (nitratos) fosfatos, etc.). La calidad química del agua será casi la misma en toda la profundidad. Para propósitos de abastecimiento, el agua de estratos inferiores tendrá la ventaja de una temperatura prácticamente constante. Se debe tomar medidas para extraer el agua a cierta profundidad por debajo de la superficie.

Los lagos profundos con agua que tiene un elevado contenido de nutrientes, muestran una marcada diferencia de la calidad del agua a profundidades distintas.





Se debe extraer el agua de las capas superiores del lago que tengan el mayor contenido de oxígeno. Sin embargo, como es posible que la capa superior de agua se caliente, la captación de agua para abastecimientos deberá estar preferiblemente a 3-5 m por debajo de la superficie.

En lagos de poca profundidad, la captación debe estar lo suficientemente elevada sobre el fondo" del lago como para evitar el ingreso de sedimento.

### II.1.4 Ríos Y Arroyos

En países tropicales, los ríos y arroyos a menudo tienen una gran fluctuación estacional en su caudal. Esto afecta la calidad del agua en períodos de lluvia, el agua puede tener un bajo contenido de sólidos disueltos, pero a menudo tiene una turbiedad elevada. En períodos de seca, el caudal de los ríos es bajo y la carga de sólidos disueltos es menor diluida.

Los arroyos o corrientes montañosas llevan algunas veces una carga elevada de sedimento pero el contenido mineral es generalmente bajo y la contaminación humana está frecuentemente ausente. En llanuras y estuarios, los ríos, por lo general, fluyen lentamente excepto cuando hay una inundación. El agua puede ser relativamente clara pero casi siempre está contaminada y será necesario un tratamiento para hacerla apta para propósitos de bebida y usos domésticos.

Por lo general la calidad de agua de río no diferirá en mucho a través de la amplitud y profundidad del lecho del río; por lo tanto, se puede colocar la captación en cualquier punto adecuado en donde se pueda extraer el agua del río en cantidad suficiente. El diseño de las obras de captación de agua de río debe ser tal que se evite el atoro y la socavación. Se debe asegurar la estabilidad de la estructura de captación aún bajo condiciones de inundación.

En lugares donde el río no transporta pedruscos o cantos rodados que puedan dañar las obras de captación, estas instalaciones aun sin protección pueden ser adecuadas.

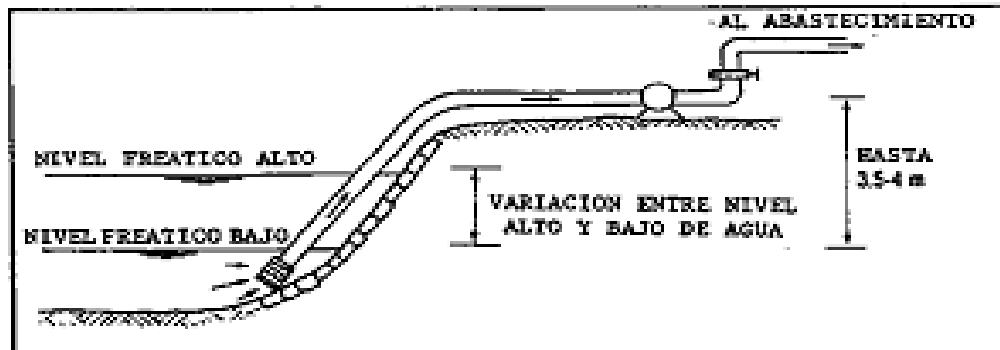
Estructura de una captación de río.

El fondo de la estructura de captación debe estar por lo menos 1 m por sobre el lecho del río para evitar el ingreso de cualquier pedrusco o cantos rodados. Se puede necesitar un desviador para evitar los desechos y la materia flotante, tales como troncos y palizadas. Para reducir el ingreso de sedimentos y materia suspendida, la velocidad de flujo a través de la captación debe ser baja, preferiblemente inferior a 0.1 m/seg.

Una captación de río siempre requiere profundidad suficiente de agua en el lecho del río. Puede que se tenga que construir un vertedero sumergido a través del río,

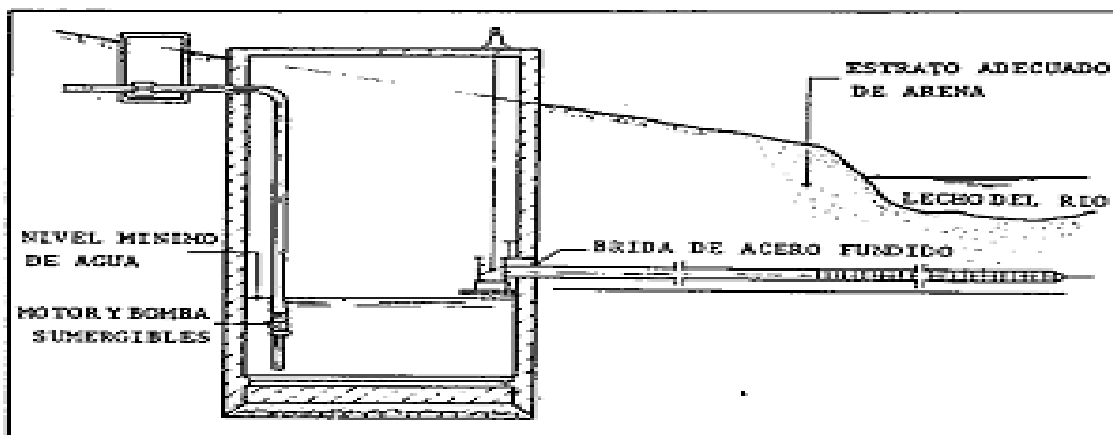


aguas abajo de la captación, para asegurar que se dispondrá de la profundidad necesaria de agua, aun en períodos secos.



Frecuentemente, se necesita de bombeo para la captación del 'agua de río. Si la variación entre el nivel alto y el nivel bajo de agua en el río no es mayor a los 3.5-4 m, se puede usar una bomba de succión colocada en la ribera del río.

Se necesitará un arreglo diferente de captación si la carga de bombeo necesaria excede los 3.5-4 m. Un arreglo que merece considerarse usa un pozo-sumidero construido en la ribera del río. Se recolecta el agua del río con drenes de filtración colocados por debajo de su lecho; el agua fluye por gravedad hacia el pozo de recolección. Como el nivel más bajo de agua en el sumidero. Probablemente estará demasiado profundo para una bomba de succión colocada sobre el suelo, por lo general se extrae el agua con una bomba sumergible o una bomba de eje colocada bien abajo en el pozo.



### II.1.4 Embalsé

La fuente superficial de agua en lo posible debe satisfacer la demanda a lo largo del año así como de satisfacer otros requisitos adicionales como producción hidroeléctrica y prevención de inundaciones. Para lograrlo es necesario interponer



una barrera artificial, llamada Presa o Dique, en un sitio adecuado en el curso del río que permita retener y regular el agua a los límites deseados para los fines de diseño. A la masa de agua retenida por la presa se le denomina Embalse. Los embalses deben ser capaces de almacenar en la época de lluvia agua suficiente para compensar el déficit que se producen en épocas de sequía y adicionalmente almacenar agua de años de producción pluvial abundante.

## Tipos de Embalses

Se pueden clasificar según su función principal en:

- Almacenaje de Conservación: Tiene como objetivo retener el agua excedente de los días lluviosos para disponer de este en épocas de insuficiente caudal para satisfacer las demandas, bien sea, de riego, abastecimiento doméstico e industrial, y producción de energía.
- Almacenaje para control de inundaciones: en este caso el almacenamiento no es aprovechado para consumo, sino que el agua producto de crecidas es retenida para su descarga regularizada.
- Almacenamiento Mixto: el embalse en este caso permite regularizar las aguas para satisfacer la demanda y adicionalmente regular las crecidas.

### II.1.5 Canal De Rio



Se deberán obtener los datos completos de la fuente; alimentación, régimen, aforos, área de riego que sirve, etc., perjuicio que ocasionaría la derivación del caudal necesario en la economía de la zona, por disminución del área de riego; período de limpieza anual; toma suplementaria sobre otro canal próximo donde el corte del agua no coincida con el principal: caudales disponibles a derivar; muestras de agua para análisis químico y bacteriológicos. En todos los casos, debe establecerse el compromiso de cesión corresponde.



### II.1.6 Presa De Almacenamiento



Las presas de almacenamiento como obras de embalse de almacenamiento que viene a ser una obra de almacenamiento o embalse de agua superficial que tiene la característica de poder ser desfogada parcial o totalmente por medio de gravedad o por aspiración. Estas obras se dividen en distintas partes como lo son: presa: la presa, dique o represa, es la

estructura de retención de las aguas y resiste un empuje. Debe ser por lo tanto, impermeable y estable. este elemento es lo más conocido como las cortinas que son las que retienen todo el elemento que contienen además dentro de esta subdividido en distintas partes como centro de máquinas, túneles, etc. aliviadero: sus características más importante es la de evacuar con facilidad las máximas crecientes que llegan al vaso de almacenamiento. Este elemento viene a ser lo más conocido como las compuertas o elementos de desfogue que son los que eliminan el exceso de agua en dichas obras. Obras de toma: son un conjunto de estructuras formado por una estructura de entrada o toma, un túnel o conducto a través de un estribo o de la presa y una estructura de salida. Este conjunto permite tomar las aguas del embalse y pasarlas al canal principal. Las funciones principales de este tipo de obras que almacenan agua pueden ser: irrigación suministro de agua generación hidroeléctrica regulación de ríos control de inundaciones todas estas vienen a dar un servicio necesario hacia las personas o seres humanos con el objetivo de satisfacer sus necesidades y mejorar la calidad de vida.



### II.1.7 Presa Derribadora

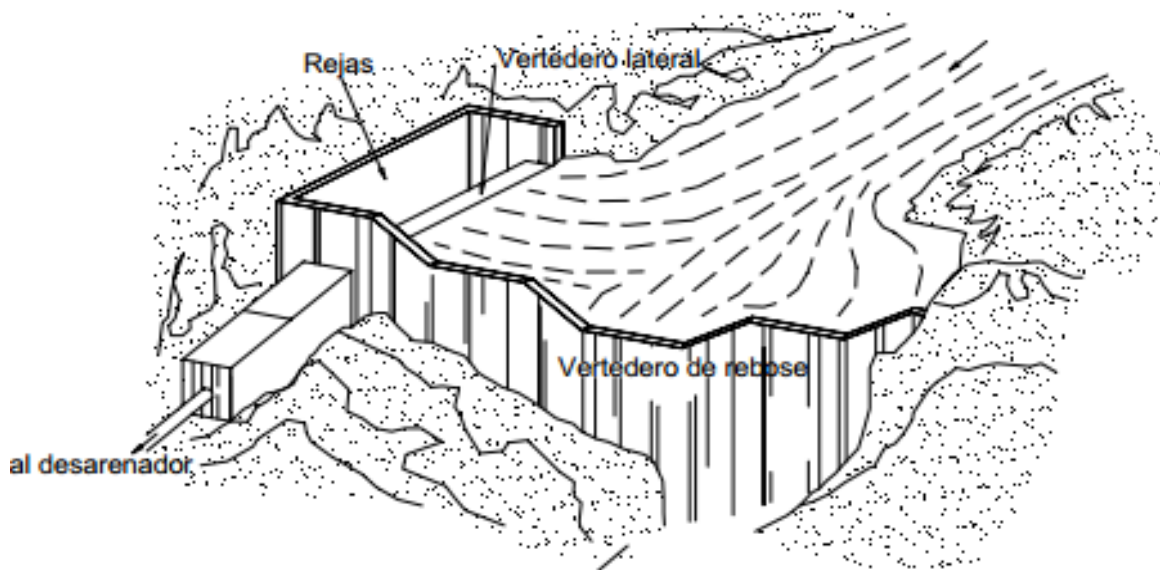




Por medio de una presa derivado» se dispone de carga suficiente en los ríos para proporcionar determinados gastos a través de sus canales. Se describe un método para escoger las dimensiones de los principales elementos de una presa derribadora. Se presentan las ecuaciones necesarias para las distintas etapas del método y un ejemplo. Se incluyen varios programas de cómputo que puedan facilitar el empleo del método propuesto.

Las presas derribadoras sirven para disponer de cargas suficientes en los ríos, a efecto de proporcionar los gastos requeridos por los canales de derivación en diferentes condiciones de trabajo. Estas presas constan de una obra principal y una de toma. La primera, alojada en el cauce del río, está formada por una batería de compuertas y los bordos del río, mientras que la segunda, generalmente posee una compuerta para regular el gasto que va hacia el canal de derivación y se le ubica en una margen del río. Cualquiera de estas obras, o bien ambas. Pueden requerir de tanques amortiguadores. Las dos están provistas de puentes de maniobras para colocar los mecanismos elevadores de las compuertas y facilitar el tráfico.

Es frecuente que en la época de estiaje se deriven gastos mayores a los de la temporada de avenidas y, en ésta última, es necesario comprobar que la obra principal no provoque remansos importantes en el cauce del río.



Toma lateral con presa de derivación



### II.1.8 Manantiales.

Un manantial o naciente es una fuente natural de agua que brota de la tierra o



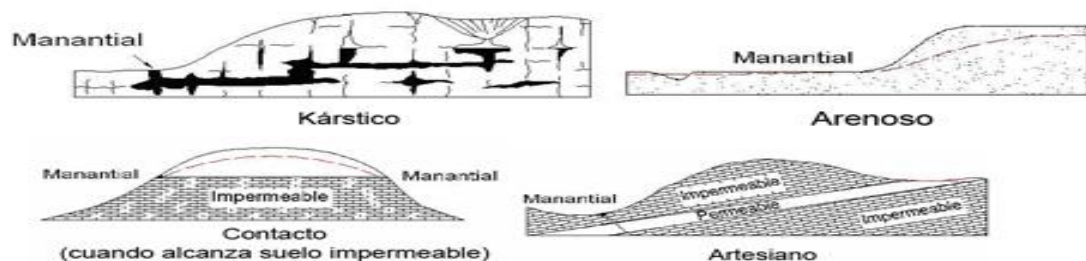
entre las rocas. Puede ser permanente o temporal. Se origina en la filtración de agua, de lluvia o de nieve, que penetra en un área y emerge en otra de menor altitud, donde el agua no está confinada en un conducto impermeable. Estas sugerencias suelen ser abundantes en relieves kársticos. Cuando el flujo natural de aguas subterráneas o provenientes de partes más profundas del interior del planeta (aguas fósiles) aparece en la superficie de los continentes, se forman los manantiales; pero cuando ese flujo hídrico llega a cursos de agua se une a ellos. También puede formar lagunas o lagos. Su origen puede ser atmosférico (caso del agua de lluvia que se filtra en la tierra y surge en otro lugar de menor altitud) o ígneo (por lo cual nacen

manantiales de agua caliente y géiseres).

Los manantiales se pueden clasificar de acuerdo con varios criterios:

Según el tipo de surgimiento de las aguas: a) rocosos, o sea los que brotan entre rocas basales; b) de vertedero o "vertientes", cuando el lugar de la salida original de las aguas queda obturado por rocas de desprendimiento que la obligan a brotar en la superficie por un conducto situado generalmente en la parte inferior de la ladera.

Por otra parte, según la dirección del curso que las aguas subterráneas siguen antes de su salida al exterior, se dividen en a) descendentes o de derrame, cuando los valles están situados bajo el nivel de las aguas subterráneas, y b) ascendentes, cuando las aguas manan por presión hidrostática.





Además, según su formación se dividen en a) manantiales de estratos, los cuales se forman entre capas impermeables; b) de desborde, cuando se localizan en el borde de capas impermeables, formando una hondonada de la cual surgen las aguas, y c) de turbación o de falla, que es cuando las aguas se acumulan y ascienden por fallas o fracturas en que coinciden capas permeables con capas impermeables.

Por último, de acuerdo con la periodicidad de salida de sus aguas se diferencian en a) manantiales perennes, pues su flujo es continuo, o b) episódicos, periódicos o intermitentes, si es que fluyen normalmente en tiempos cortos, de manera más o menos regular, como lo hacen por ejemplo los géiseres.

Ahora bien, en el año 2001 el señor Julián Orbanejo informó por la Internet que la oceanógrafa Débora Kelley, de la Universidad de Washington, había descubierto una nueva clase de manantiales de origen no volcánico, producto de una reacción química entre las aguas del Atlántico que bañan los mantos rocosos de un punto llamado "Ciudad perdida". En la reacción se forman gases como metano e hidrógeno, y se genera calor que contribuye a la formación de los manantiales. Además de que el material que se produce en ellos es de carbonita de color claro, común en las cavernas, los géiseres que emiten pueden alcanzar alturas de más de 50 metros, siendo que los hasta ahora conocidos alcanzan nada más entre los 18 y los 24 metros. Según el informante, la importancia de este descubrimiento alcanzará no solo a los oceanógrafos y a los geólogos, sino a los biólogos y a los microbiólogos.

Es probable que todos los pueblos tengan historias tendientes a rendir homenaje a



los manantiales, o a declararlos prodigios básicos de su cultura. Así, y además de sus particularidades locales, los países de Europa y América, a la vez que algunos asiáticos, tienen por patrimonio común en tal sentido el pasaje bíblico por el que el patriarca Moisés salva de la sed a su pueblo sacando agua de las piedras, cuando lo conducía a la Tierra Prometida a través del desierto de Sin, habiendo pedido antes al faraón egipcio su anuencia para abandonar su país, que durante

un largo tiempo había ofrecido a los israelitas seguridad y sustento.

En México existen leyendas que continúan el tema bíblico antes recordado. Quizás la más conocida sea la de que en la ciudad de Pátzcuaro, para afrontar una sequía extrema, el benefactor Vasco de Quiroga obtuvo agua al clavar su





cayado en la tierra. Este relato se ve a la vez nutrido y contrarrestado por otro del mismo lugar, pero de origen prehispánico, "El manantial del colibrí", en el que el Padre Sol permite a la princesa Hapunda observar a un pajarillo que entra seco a un matorral y sale mojado de él, con lo cual la joven descubre el ojo de agua antes oculto.

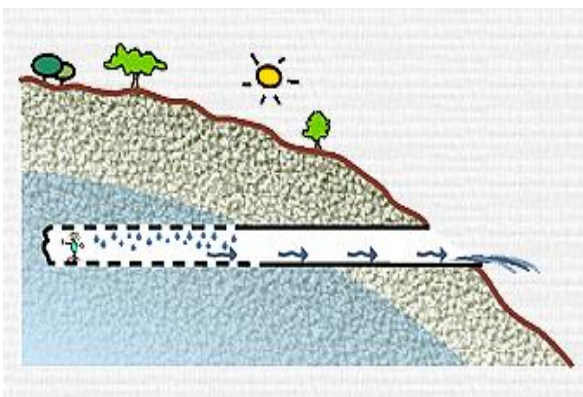
## II. 2 Aguas Subterráneas



Se le denomina agua subterránea a toda aquella agua que se encuentra por debajo del nivel freático o zona saturada. Como se mencionó en el ciclo del agua, del volumen de agua que precipita a tierra desde la atmósfera, una porción de ésta se infiltra en el suelo, pasando primero por una capa superficial del suelo que se llama zona no saturada en la cual las raíces de las plantas logran interceptar para utilizarla en

su ciclo vital. El resto del agua seguirá su camino a través de la tierra, por acción de las fuerzas gravitatorias, en diversas formaciones geológicas, que podrán almacenarla o transportarla. El agua en estas condiciones se encuentra en la zona saturada en donde se une con más agua.

### II.2.1 Galerías.



Una galería es una excavación en forma de túnel generalmente de suave pendiente y sección apreciable (1.5 a 2 metros de alto por 0.6 a 1.2 metros de ancho), con un nivel de agua libre que discurre por su fondo. La función de una galería es doble ya que, además de actuar como elemento de captación de agua, sirve también como medio de transporte de esta. La mayoría de los manantiales utilizados para cualquier tipo de uso, disponen de galerías

mediante las que se ha tratado de optimizar la captación, reuniendo sugerencias dispersas en un solo punto y facilitando el drenaje de la formación permeable.



En la actualidad la construcción de galerías es un sistema poco utilizado, debido al elevado costo económico y a sus propios condicionantes, sin embargo existen algunas excepciones, tal es el caso de las islas Canarias, donde este tipo de captación tienen un notable desarrollo. Esto es debido a la existencia de una



determinada estructura hidrogeológica, con la presencia de gran cantidad de acuíferos colgados de extensión reducida y a la gran escasez de agua existente. En Tenerife es donde estas captaciones adquieren una mayor profusión, con una longitud total perforada

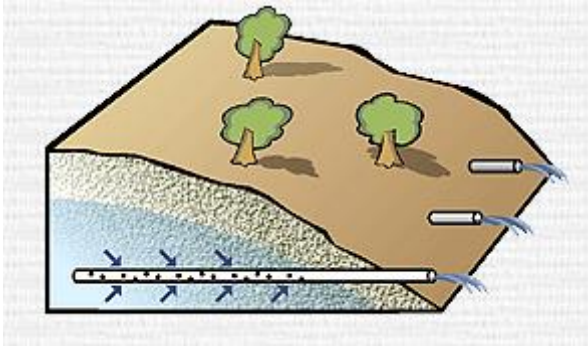
superior a 1.300 Km.

La construcción de una galería se realiza normalmente por medios rudimentarios, pico y pala, y en ocasiones se utilizan explosivos. A veces, si el tamaño de la galería lo permite, pueden realizarse perforaciones en el interior (tal es el caso de la "Galería de Los Suizos" en Alicante). El principal inconveniente que presentan este tipo de captaciones es el nulo poder de regulación ejercido sobre los recursos hídricos, ya que actúan como manantiales normales, con caudales muy reducidos durante el estiaje, incluso pueden llegar a desaparecer, y caudales muy importantes durante las épocas húmedas, cuando las demandas solicitadas son muy reducidas o inexistentes, lo que da lugar a la pérdida irremediable de los volúmenes de agua drenados.



**II.2.2 Zanjas Y Drenes.** Se trata de excavaciones lineales de escasa profundidad, que actúan a modo de colector, realizados generalmente sobre materiales permeables poco consolidados, donde el nivel de agua se haya próximo a la superficie.





Dentro de estas zanjas, se instala una tubería filtrante con ranuras apropiadas al material que lo rodea, y/o bien se procede al relleno con grava o piedras que permitan el libre paso del agua dentro de la zanja drenaste.

Finalmente la excavación es rellena con material del propio acuífero. La evacuación del agua se realiza

normalmente por gravedad, aunque el agua puede ser conducida en último término a pozos desde donde será extraída mediante bombeo. En el diseño de estas captaciones es necesario tener en cuenta la granulometría y material de relleno con objeto de evitar, por un lado la colmatación y erosión por lavado del suelo circundante y, por otro, mantener el adecuado grado de permeabilidad con relación al suelo a drenar. Este tipo de captaciones es frecuente para la obtención de aguas subterráneas en cauces secos de ríos de carácter estacional y substrato impermeable, en los que se da un elevado volumen de material de acarreo.

El principal problema que presentan estas captaciones es su extremada vulnerabilidad a los fenómenos contaminantes, circunstancia inherente al tipo de acuíferos captados (permeabilidad elevada y estrecha relación con aguas superficiales).



### II.2.3 Pozos Excavados.

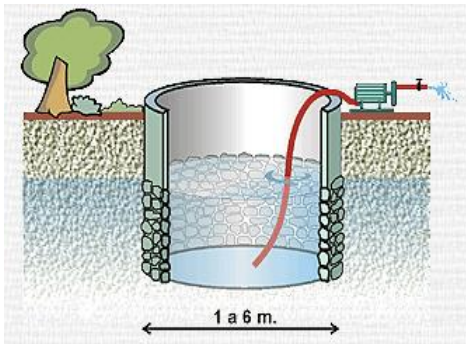


Son obras de perforación excavadas a mano, con un diámetro mínimo de 1.5 metros. Su profundidad normalmente es de unas pocas decenas de metros (20 ó 30 metros), aunque se han llegado a alcanzar



varios centenares Si bien el diámetro mínimo, tal y como se ha comentado es de 1.5 metros, espacio imprescindible para el trabajo de una persona, es frecuente que supere los 3 metros, con máximos de hasta 6 metros. Este tipo de obras se realizan en acuíferos de materiales poco consolidados con niveles piezométricos poco profundos.

El método constructivo es el clásico de pico y pala, aunque también se utilizan martillos neumáticos y explosivos. Requieren de una bomba de achique para que pueda ser extraída el agua una vez alcanzado el nivel que permita la continuación de los trabajos. Normalmente y sobre todo en terrenos poco consolidados, es



necesario revestir la obra con objeto de evitar el derrumbe de las paredes, para ello se utiliza piedra, ladrillo, cemento o anillos de hormigón prefabricados, colocados a medida que avanza la perforación. Este último método, llamado de "hinca" o "sistema indio", está provisto en la base con una zapata cortante, normalmente de acero, que facilita el descenso del encofrado.

La entrada de agua a la captación se verifica directamente a través de aberturas realizadas en el revestimiento llamados "mechinales", bien mediante agujeros simples, juntas abiertas, ladrillos colocados transversalmente, o perforaciones practicadas en el hormigón. Estas perforaciones permanecen obstruidas o cerradas durante la construcción del pozo y son abiertas a la finalización de la obra. No es frecuente la instalación de rejillas o zonas filtrantes. La pérdida de carga en estas obras es importante y su realización debe ser sopesada convenientemente. La ejecución de este tipo de captaciones tiene un elevado coste y su construcción requiere de unos determinados condicionantes que justifiquen su realización, estos son:

- 1.- Acuífero donde el nivel piezométrico se encuentra cerca de la superficie y la profundidad de la perforación es pequeña (menor de 20 metros)
- 2.- En acuíferos de poco espesor o con problemas de arrastres, donde se quiera obtener una superficie filtrante máxima
- 3.- En acuíferos poco permeables, donde el pozo actúe como depósito regulador.

En casos especiales, Instalación de maquinaria en el interior, imposibilidad de acceso a máquinas de perforación, necesidad de realizar trabajos que requieran intervención humana.

## II.2.4 Sondeos

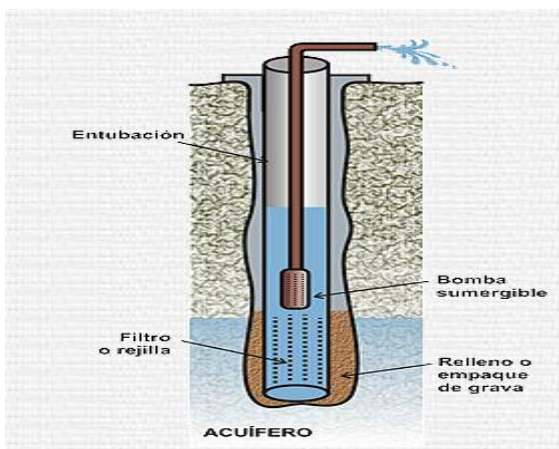


Cuando se requieren grandes caudales y la formación acuífera lo permite, por disponer de un nivel piezométrico a escasa profundidad, se pueden realizar drenes sub horizontales en las paredes del pozo que aumentan su capacidad de drenaje. Estas obras necesitan un gran diámetro de perforación (4 ó 5 m) y una compleja técnica, son los pozos Raney, que llegan a obtener caudales muy elevados. Existen sondeos con drenes radiales más modestos que pueden ser llevados a cabo con diámetros más pequeños y menos medios, cuando de lo que se trata es de obtener pequeños caudales por la baja permeabilidad de la formación acuífera. Este tipo de obras se realiza siempre en materiales sueltos, del tipo de gravas y arenas.

### II.2.5 Pozos con drenes radiales

Son las obras que con mayor frecuencia se realizan para el aprovechamiento de las aguas subterráneas. Un sondeo es una perforación excavada por medios mecánicos, preferentemente vertical, de diámetro inferior a 1.5 metros, aunque los más usuales se encuentran entre los 0.150 y los 0.700 metros. Presentan la ventaja de que pueden alcanzar grandes profundidades y tienen un coste normalmente inferior a cualquier otro tipo de captaciones.

Esto requiere:



Un elemento de rotura del terreno, Un motor de accionamiento, Un sistema de eliminación de detritus. Un sistema de mantenimiento de las paredes de la obra.

Los sistemas más comunes utilizados en perforación son:

Percusión, Rotación, Roto percusión.

La percusión basa su técnica en la fracturación y trituración de la roca por la acción de golpeo de un instrumento

pesado.

La rotación se centra en la acción de arrancar partículas por medio de un elemento cortante sometido a una fuerza giratoria y, que provoca una rotura de la roca por compresión. La roto percusión se basa en la combinación de las dos



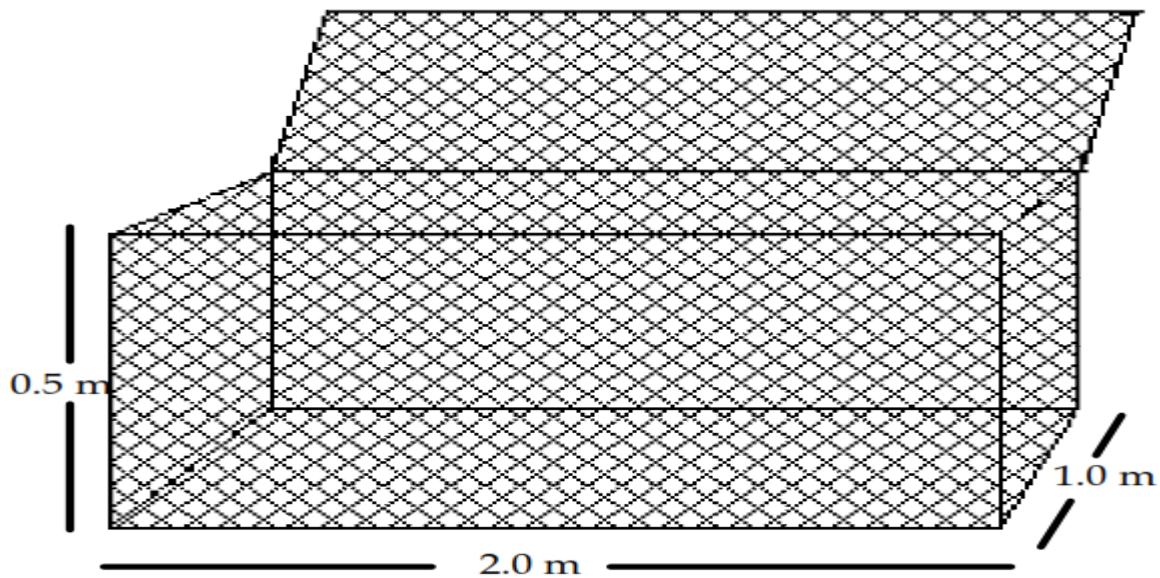


técnicas anteriores, y es aquella a la que al efecto de golpeo se superpone una acción de giro del útil de perforación.

### II.3 Formas De Captación

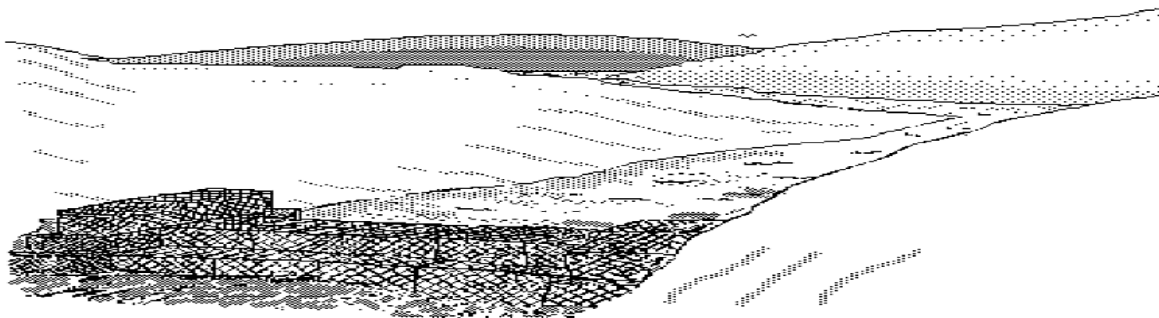
#### II.3.1 Estructura en forma de caja.

Estructura en forma de caja construido con mallas de alebré son muy populares en áfrica.



#### II.3.2 Estructura en forma de cajones.

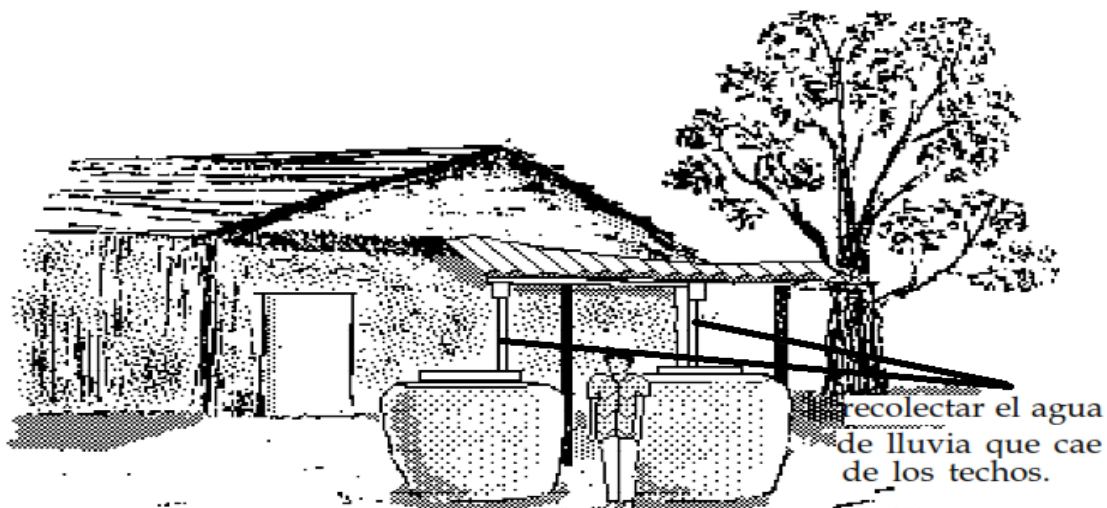
Estructura en forma de caja, construido con malla de alambré se rellena de rocas. Estas se colocan como barreras perpendicularmente a valles pequeños para disminuir la velocidad del agua. El agua represada detrás de la barrera se filtra y la humedad del suelo. Después de la época de lluvias los agricultores pueden sembrar esta área.





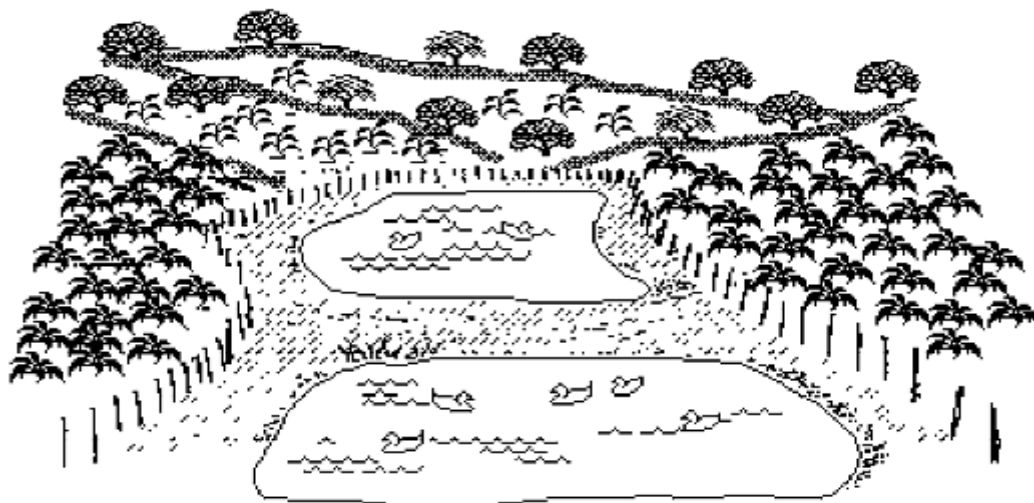
### II.3.3 Tinacos de ferro-cemento.

En Tailandia se utilizan grandes recipientes de ferro-cemento para recolectar el agua de lluvia que cae del techo. Este método de recolección provee de suficiente agua para abastecer las necesidades domesticas de una familia durante la época de sequia.



### II.3.4 Estanques pequeños.

Estanques pequeños ayudan a diversificar las actividades agrícolas. Este áreas rurales, estos son adecuados para represar el agua y utilizarla en el hogar, la irrigación de huertos, bebederos de animales y la acuicultura. Estanque bien construido y con buen mantenimiento puede ser utilizado para varios años.

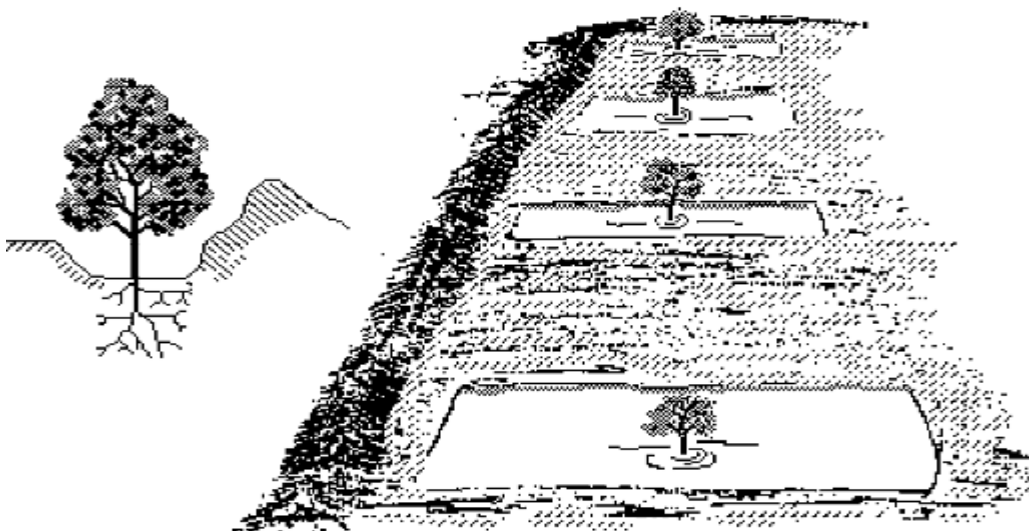






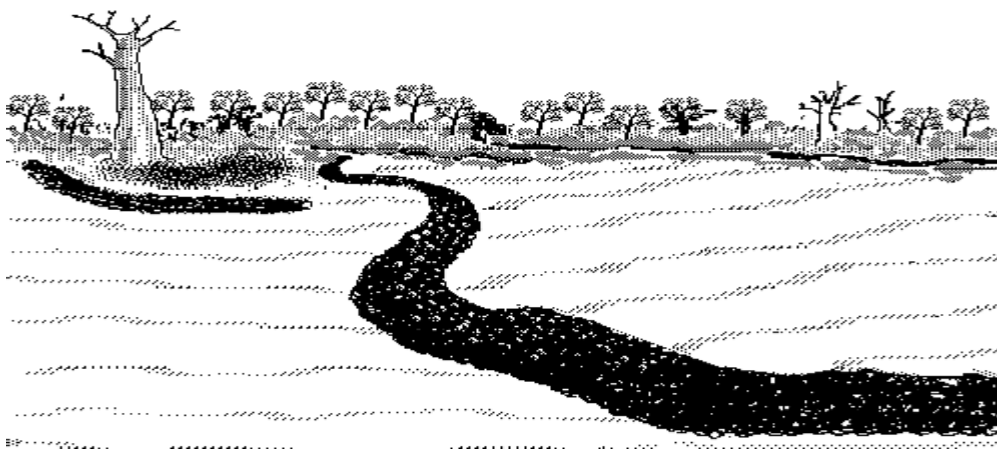
### II.3.5 Ensamblas de micro captación.

Ensamblas de micro captación representa el agua de escorrentía de una gran ares. Árboles frutales y otros cultivos pueden ser sembrados alrededor de estos estanques.



### II.3.6 Zangas o paredes de piedras bajo construidas.

La cuenca la dirigimos y concentramos el agua de escorrentía en un área específica. El agua se puede conducir al punto deseado a través de zanjaz o paredes bajo construidas de piedra a lo largo de los contornos de elevación.





## CAPITULO III

### III ALMACENAMIENTO Y CONDUCCIÓN.

#### III.1 Conducción.

Conducción, este sistema es un sistema basado en un sinfín de tuberías los



cuales son utilizado ya sea en forma de series o paralelo o mixto de acuerdo en donde esta captada para después ser transportada en donde va a hacer almacenada y luego consumida o utilizada para los diferentes sectores en las actividades que cada uno lo desee.

Frecuentemente la transmisión (también llamada conducción) del agua forma parte de un sistema de abastecimiento de agua para pequeñas comunidades; en esto no difiere de los grandes esquemas. Se necesita transportar el agua desde la fuente hasta la planta de tratamiento, si existe alguna, y más allá hasta el área de distribución. Dependiendo de la topografía y las condiciones locales, se puede transportar el agua otra vez de conductos de flujo libre, conductos de presión, o una combinación de ambos, la transmisión del agua será ya sea bajo gravedad o mediante bombeo.

Para propósitos de abastecimiento público de agua, las tuberías son los medios más comunes de transmisión de agua, pero también se utilizan los canales, acueductos y túneles. Ya sea para flujo libre o bajo presión. Por lo general los conductos de transmisión de agua requieren una inversión considerable de capital. Por lo tanto, es necesaria una consideración cuidadosa de todas las opciones técnicas y sus costos cuando se selecciona la mejor solución en un caso particular.

#### III.1.2 Acueductos, túneles.



Para la conducción de grandes volúmenes de agua tratada o a tratar, utilizaremos acueductos cerrados de tuberías o abiertos, los canales. Los canales abiertos se utilizan en algunas ocasiones para conducir el agua desde la captación hasta la planta de tratamiento, pero nunca agua tratada, por los problemas que veremos a



continuación. Si bien el uso de canales abiertos tiene la ventaja de que permite emplear materiales baratos y ahorrar en la obra, tiene las siguientes desventajas:

Hay que ajustarse al gradiente hidráulico del agua.

Se producen pérdidas de agua por filtraciones y evaporación.

Existe peligro de contaminación del agua, especialmente en zonas pobladas o industriales.

En climas fríos puede generarse hielo que produce pérdidas de carga, perturbaciones en el canal por raíces de árboles o agujeros de roedores.

Las secciones transversales más usadas son la trapezoidal, semihexágono y semicírculo. Además si los terrenos que atraviesan son muy porosos, el canal deberá revestirse en hormigón, lo cual incrementa notablemente el costo de las obras. Los conductos cerrados construidos in situ, son los que normalmente se denominan acueductos. Se los puede clasificar de la siguiente manera:



Construcción a cielo abierto, siguiendo el gradiente hidráulico.

Construcción a cielo abierto, por debajo del gradiente hidráulico y por ello bajo

presión.

Túnel, siguiendo el gradiente hidráulico, Túnel, por debajo del gradiente hidráulico y por eso bajo presión.

Una variante del acueducto construido in situ es la que emplea conductos prefabricados o tuberías. Las ventajas del acueducto sobre la tubería son:

La posibilidad de uso de materiales locales como arena y grava. Mayor vida útil, especialmente sobre las tuberías metálicas, no sobre las plásticas. Menor pérdida de capacidad hidráulica con el transcurso del tiempo, ya que no se producen incrustaciones por corrosión.

Estas ventajas podría dar origen a un menor costo inicial, que combinado con costos menores de mantenimiento de cómo resultado que la instalación sea más económica que la de tubería, pero ofrece también algunos inconvenientes:





Un acueducto debe construirse en su tamaño definitivo, por el contrario con tuberías, pueden instalarse al principio diámetros pequeños y sumarle otros en paralelo. La compensación de desmonte y relleno, exige a menudo que el acueducto se adapte a la superficie del terreno interfiriendo con los desagües naturales, dando origen también a terraplenes antiestéticos.

Los acueductos construidos in situ, salvo los de hormigón armado, se construyen ordinariamente de sección en herradura, forma que ofrece favorables propiedades hidráulicas, estable, resiste bien la presión del terreno, economiza materiales y es fácil de construir. Los túneles no sujetos a presión se construyen también en forma de herradura. Si conducen agua a presión, se emplea la sección circular. En la actualidad se emplean túneles para llevar el agua hasta el interior de algunas ciudades, enlazándose con la red de tuberías principales mediante conexiones verticales. Estos túneles deben ser totalmente estancos.



### III.1.3 Cañerías

Pueden usarse tuberías o cañerías para conducir grandes caudales de agua, en cuyo caso hacen el mismo papel que los canales abiertos y los acueductos mencionados más arriba. Los materiales más usados son: hormigón armado, fundición de hierro, acero, fibrocemento y plástico.

Las tuberías deben seguir en general, el perfil del terreno y se colocan de la manera más favorable en cuanto al costo de construcción y presión resultante. Definido el perfil de la tubería, se instala prestándose particular atención a la línea de gradiente hidráulico. Cuando más se adapte el perfil a este gradiente hidráulico, menor será la presión en la tubería, lo que da como resultado un menor costo de la misma. Las grandes presiones pueden evitarse, a veces, rompiendo la continuidad de la tubería con aliviadores o depósitos auxiliares. Los primeros evitarán también la fuerte presión estática que se produce al cerrar el extremo inferior de la tubería para reparaciones. Las velocidades deben ser lo bastante altas para evitar depósitos de sedimentos en la tubería, 0,60 a 0,75





m/seg, es una velocidad satisfactoria, pero debe siempre ser verificada con las condiciones propias del agua a transportar.

En los puntos bajos de la tubería se colocan derivaciones de purga con válvulas para desaguar y limpiar los sedimentos acumulados. Debe evitarse que los puntos altos de la tubería queden por encima del gradiente hidráulico, puesto que en ellos se produce sifonamiento. En general todos los puntos altos de las tuberías largas



acumulan el aire disuelto en el agua. Las válvulas de aire y vacío y las purgas de aire se colocan en estos puntos. Más adelante se darán detalle de las mismas. Las primeras se emplean para que el aire salga cuando se llena la tubería y entre automáticamente cuando se vacía, lo que tiene especial importancia si son tubos de paredes delgadas como los de acero, ya que un vacío parcial, puede producir tensiones obre la misma que provoquen su

hundimiento o rotura.

Para decidir cuál tipo de tubería se debe usar en una conducción larga por gravedad, debe considerarse la capacidad hidráulica, la duración, el costo de mantenimiento y el costo inicial. Ha de tenerse en cuenta, también la clase de agua que ha de conducirse y sus posibles efectos corrosivos sobre el material del tubo, que quizás, podrá producir una serie reducción en su vida útil. El material del tubo que del menor costo anual, será el más económico. En tuberías que conduzcan agua que ha sido elevada, la pérdida de carga no viene determinada totalmente por la topografía del terreno, sino que depende en gran medida de la velocidad del agua en aquellas. El problema consiste en adoptar un material y un tamaño de tubería que den un mínimo costo anual. Los tubos de gran diámetro con velocidad y pérdida por rozamiento menores, darán un costo más bajo de energía, pero un mayor costo inicial y cargos de mantenimiento elevados.

a).- Tipos de conducciones.

Son las diferentes forma por la cual están hechas las estructuras con las que son conducidas el agua para almacenarlos o distribuirlas.

a.1) Manuales.

Las manuales son aquellas que son hechos por recursos por la naturaleza y que son muy utilizados en las zonas rurales, estos están hechos a base de bambú o carrizo o algún tallo de árbol que no sea penetrable el agua. También en los techos de las casas por medio de tejas.





### b.2) Prefabricados.

Los prefabricados son las tuberías de cobre, de cemento, de acero, los cuales son láminas o canalones, los cuales también sirven para el transporte de agua de lluvia. Estos son los más utilizados hoy en día, en las grandes ciudades y en algunas comunidades ya más o menos con sistemas de comunicación, para lo que es la conducción de agua potable. También en las zonas rurales utilizan esto que son en los techos de las casas, las láminas. Los cuales para conducir el agua hay tres formas En serie, Paralelo y Mixto.



### III.4 Otras Formas De Conduccion

Existen otras formas de conduccion hasta lo sitios de almacenes en donde despues es distribuidas a diferentes zonas, estos metodos se realizan en las comunidades marginadas los cuales son lo siguientes. Con cubetas, galones, botellas o pipas de lugares lejanos.



### III.2 Almacenamiento.

Al referirse con el termino almacenamiento no referimos a un objeto en donde podemos colocar algún liquido o objetos, en estas situación estamos hablando de un dispositivo de almacenamiento de agua, en donde se almacena el agua para ser utilizado o reutilizado para diferentes medios, estos dispositivos se dividen en diferentes forma de almacenamientos y estructuras de diferentes dimensiones de acuerdo con el uso que se le va a brindar a cada uno de ellos, lo cual continuación se va a explicar cada una de ella en el término almacenamiento únicamente.

El volumen retenido por unidad de superficie es bajo. Las alturas de agua almacenada son pequeñas y el diseño se concentra sobre los elementos de control de salida del flujo y la geometría de las cuencas receptoras. Este tipo de almacenamientos sólo retarda el flujo superficial aumentando las alturas de escurrimiento sobre las superficies o alargando los caminos que debe recorrer el flujo hasta ser evacuado. Entre estos se consideran: sobre techos, tejados, terrazas, en estacionamientos, veredas, paseos, parques y similares.





Almacenamiento localizado. El volumen unitario es alto. Se trata de obras diseñadas con el propósito especial de almacenar volúmenes importantes de agua. Entre estos se consideran: lagunas y estanques de retención, canales de flujo controlado.

### III.2.1 Almacenamiento a nivel de tierra.

#### a) Estanques.

El estanque de almacenamiento de agua es contenedor plástico fabricado a través de un proceso de moldeo rotacional automatizado, que permite fabricar grandes cuerpos de una pieza, con excelentes características estructurales y de alta resistencia al impacto, cumpliendo requerimientos y Estándar Nacionales e Internacionales.



Este estanque ha sido diseñado para almacenar desde agua hasta productos altamente corrosivos. Se ha incorporado una tapa de registro con válvula de presión o venteo, que asegura una total protección al producto almacenado, se consideraron colores con protección a los rayos ultravioletas UV8, que además impide la transmisión de luz

evitando procesos fotosensibles, tales como el crecimiento de algas y microorganismos.

Los polímeros utilizados presentan una excelente estabilidad, no se degradan, por tanto no contaminan el producto. Presentan extraordinarias cualidades fitosanitarias, certificadas para el almacenamiento y procesamiento de alimentos.

#### b) Presas.

Presas o represas a una barrera fabricada con piedra, hormigón o materiales sueltos, que se construye habitualmente en una cerrada o desfiladero sobre un río o arroyo. Tiene la finalidad de embalsar el agua en el cauce fluvial para su posterior aprovechamiento en abastecimiento o regadío, para elevar su nivel con el objetivo de derivarla a canalizaciones de riego, para laminación de avenidas (evitar inundaciones aguas abajo de la presa) o para la producción de energía mecánica al transformar



Tiene la finalidad de embalsar el agua en el cauce fluvial para su posterior aprovechamiento en abastecimiento o regadío, para elevar su nivel con el objetivo de derivarla a canalizaciones de riego, para laminación de avenidas (evitar inundaciones aguas abajo de la presa) o para la producción de energía mecánica al transformar



la energía potencial del almacenamiento en energía cinética y ésta nuevamente en mecánica al accionar la fuerza del agua un elemento móvil. La energía mecánica puede aprovecharse directamente, como en los antiguos molinos, o de forma indirecta para producir energía eléctrica, como se hace en las centrales hidroeléctricas.

Los diferentes tipos de presas responden a las diversas posibilidades de cumplir la doble exigencia de resistir el empuje del agua y evacuarla cuando sea preciso. En cada caso, las características del terreno y los usos que se le quiera dar al agua, condicionan la elección del tipo de presa más adecuado.



Existen numerosas clasificaciones, dependiendo de:

- Si son fijas o móviles (hinchables, por ejemplo)
- Su forma o manera de transmitir las cargas a las que se ve sometida
- Los materiales empleados en la construcción

Dependiendo de su forma pueden ser:

- De gravedad
- De contrafuertes
- De arco
- Bóvedas o arcos de doble curvatura
- Mixta, si está compuesta por partes de diferente tipología

Dependiendo del material se pueden clasificar en:

- De hormigón (convencional o compactado con rodillo)
- De mampostería
- De materiales sueltos (de escollera, de núcleo de arcilla, con pantalla asfáltica, con pantalla de hormigón, homogénea)

Las presas hinchables, basculantes y pivotantes suelen ser de mucha menor entidad.





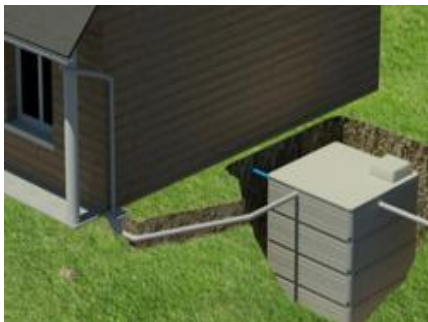
## c) Tanques.

Los tanques son de estructura de concreto ósea prefabricados en este apartado explicaremos los tanque a nivel de tierra ose ocultos.



## d) Cisternas.

Una cisterna es un depósito subterráneo que se utiliza para recoger y guardar agua de lluvia (aljibe) o procedente de un río o manantial. También se denomina cisterna a los receptáculos usados para contener líquidos, generalmente agua, y a



los vehículos que los transportan (camión cisterna, avión cisterna, o buque cisterna). Es denominada tinaco en algunos lugares. Su capacidad va desde unos litros a miles de metros cúbicos. Las cisternas convencionales aún son muy utilizadas, pero con el equipamiento de la más alta calidad que te ofrecemos, te evitarás las molestias que implica una construcción habitual. Este equipamiento incluye filtros, bombas y accesorios como pichanchas, válvulas de esfera,

de llenado, flotadores y tuberías internas, que vuelven tu cisterna un equipo sin comparación. Además de las cisternas, las fosas sépticas son elementos de gran importancia en las construcciones.

## e) Alberca.

El concepto de alberca, en cuanto que estanque artificial, es conocido en todas las civilizaciones, con usos similares a los descritos para aquellas. Es el uso intensivo de este tipo de recurso técnico para el regadío, como elemento de la red de acequias, lo que da relevancia al modelo de alberca andalusí.

Incluso el uso ornamental y de ocio se dio de forma clara en la arquitectura griega, persa, mesopotámica y, por supuesto, romana, en cuyas casas,



el jardín era un entorno vital importante. Sin embargo, la civilización islámica refinó e intensificó todos estos conceptos.

Tipos de albercas.

Alberca de riego. Suelen ser estanques de dimensiones reducidas, normalmente la necesaria para regar las parcelas a las que están asociadas, que reciben el



agua de un ramal de acequia de uso común. En la Alpujarra (Granada) se han datado algunas albercas de este tipo en épocas anteriores al siglo XV, como en el caso de la Alberca de Timar, junto a una ruta medieval. Suelen estar vinculadas a zonas que se explotaron intensivamente mediante regadío en la Edad Media. Estas antiguas albercas consisten en una excavación realizada en el

terreno, con interior cóncavo, de forma que se dificulte la pérdida de agua, a la vez que se evita que la presión reviente las paredes laterales. Tan sólo un pequeño muro de piedra refuerza la salida del agua o "piquera", que se cerraba mediante un rollizo vertical de madera.

Alberca de distribución. Estanques de gran tamaño, cuya función es recoger agua procedente, bien de acequias principales, bien de escorrentías o de precipitaciones, para almacenarla y distribuirla en momentos de escasez.



Existen ejemplos de gran valor histórico, como el Estanque de las Damas, en el paraje, en la Alhambra, que se nutría de la Acequia Real, situada a una altitud inferior, gracias a una canalización subterránea y al funcionamiento de una noria de sangre, que elevaba el agua desde un pozo. La Alberca Grande de Mesina, ambas en la

Alpujarra, están datados con anterioridad al siglo XVII. Hoy en día, se construyen balsas de gran tamaño, con materiales modernos, para la distribución de agua tanto para regadío como para abastecimiento, a modo de pequeños embalses.

Alberca ornamental. La vivienda de la población granadina acomodada, en la época de Al-Ándalus, estaba organizada alrededor de un patio con una pequeña



alberca cuya función era ornamental y ambiental. Solían situarse en el centro del patio, con acabado en ladrillo o piedra, y una pequeña fuente que, mediante un canalillo, vierte sus aguas a aquella. Las casas de más entidad y palacios, desarrollaron este modelo hasta niveles de gran valor arquitectónico y artístico, como ocurre en los palacios de la Alhambra, en Granada. En este tipo de alberca, las grandes superficies de agua se entienden



por los artistas musulmanes como superficies extendidas de decoración, reflejando la arquitectura y, a la vez, enriqueciendo la imagen del edificio reflejado.

Alberca de ocio. En muchos casos, las albercas de los Palacios tenían un destino más relacionado con el ocio que con la mera ornamentación: Juegos navales (como era el caso de la gran alberca, hoy desaparecida, del Palacio de Alcázar Genil, en Granada), baño, etc. En este sentido, cabe entender la aplicación de la palabra alberca a las piscinas, no sólo en América, sino en determinadas zonas de Andalucía.



## III.2.2 Almacenamiento elevados

### a) Tanques.

Los tanques de agua son un elemento fundamental en una red de abastecimiento de agua potable, para compensar las variaciones horarias de la demanda de agua



potable. Puesto que las plantas de tratamiento de agua potable funcionan mejor si tienen poca variación del caudal tratado, conviene mantener aproximadamente constante el caudal. Las plantas de tratamiento se dimensionan por lo tanto para que puedan producir la cantidad total de agua que la ciudad o pueblo consume a lo largo del día, y los tanques absorben las variaciones horarias: cuando hay poco consumo (como en la

noche) se llenan, y cuando el consumo es máximo (como, por ejemplo, a la hora de cocinar) se vacían.

Los tanques de agua, desde el punto de vista de su uso, pueden ser:

- Públicos, cuando están localizados de forma tal en la ciudad que pueden abastecer a un amplio sector de esta
- Privados, cuando se encuentran al interior de las viviendas, o en el terreno de un edificio de apartamentos, y sirven exclusivamente a los moradores de este.

Desde el punto de vista de su localización, los tanques de agua pueden ser:

- Enterrados (subterráneos).
- Apoyados sobre el suelo (de superficie).
- Aéreos (por encima del nivel de los techos).



Estos tres tipos de tanques pueden llegar a tener grandes dimensiones, hasta varios miles de m<sup>3</sup>.



Elevados en torres (dentro de la categoría de tanques aéreos), a estos se les llama también torres de agua. Estos tanques tienen la función de asegurar en la red la presión adecuada, en los períodos de pico de consumo.

Tanque de apartamento (dentro de la categoría de tanques de superficie), Son tanques de agua instalados dentro de los apartamentos debido al racionamiento de agua por causa de la escasez del líquido vital. Algunos surten el agua por gravedad y otros lo hacen ayudados por un sistema de bombeo compacto.



b) Tinaco.



Los tinacos son estructura ya sea de plástico o de cemento, estos elementos son muy utilizados en lo que es para las casas habitacionales ya que es un elemento que se coloca en alzado para después ser distribuida hacia lo que es regaderas o uso domésticos.

## CAPITULO IV

### IV USO DE AGUA EN ZONAS URBANAS.

Los sistemas de abastecimiento de agua en zonas urbanas abarcan todas las instalaciones destinadas a satisfacer la demanda de agua para el consumo humano y para otros fines. El abastecimiento se extiende a la población urbana, así como a los sectores públicos, industriales y comerciales. La distribución del agua se lleva a cabo a través de redes (suministro por tuberías) y puntos de distribución (por ejemplo, pozos).

En vista de que en muchos países el término 'urbano' se aplica independientemente del tamaño de la comunidad, definiremos el abastecimiento urbano en términos del servicio prestado:

Sistema de abastecimiento	Consumo en litros por persona y día (l/cx d)*
---------------------------	---





1)	Independiente de la red	15 - 40
	Red de distribución:	
2)	- Pilas públicas	hasta 40
3)	- Conexiones de patio	hasta 60
4)	- Conexiones domiciliarias	más de 60
5)	- Conexiones para consumidores especiales; p. ej., industria, comercio, servicios públicos	grandes diferencias en el nivel de consumo

En los proyectos de abastecimiento deben considerarse como grupos prioritarios los consumidores de las categorías 2) y 3), así como los del grupo 1) en caso de haberse planificado su conexión a la red de distribución. Debido al desperdicio y a las pérdidas de agua que ocurren en la mayoría de las redes de distribución, puede ser necesario aumentar considerablemente los valores expuestos en la tabla. Además, al dimensionar los componentes de las instalaciones de abastecimiento deberán tenerse en cuenta los valores máximos de consumo (por ejemplo, consumo máximo diario y cantidad consumida en horas punta). En muchos países no se tiene en cuenta, por ejemplo, el volumen máximo requerido para apagar incendios.

La mitad de la humanidad vive en la actualidad en ciudades y, dentro de dos décadas, casi el 60% de la población mundial habitará en núcleos urbanos. El crecimiento urbano es mayor en los países en desarrollo, donde las ciudades aumentan su población, de media, en 5 millones de habitantes al mes. La explosión del crecimiento urbano conlleva unos desafíos sin precedentes entre los que la falta de suministro de agua y saneamiento es el más urgente y lesivo.

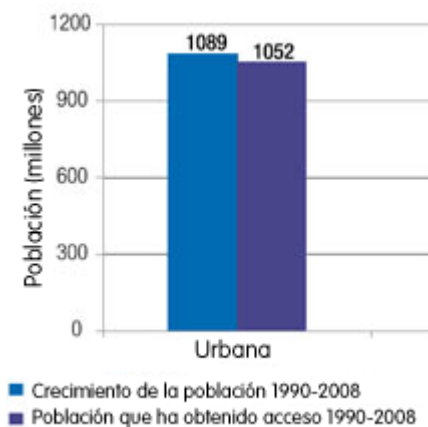


Dos son los principales desafíos en materia de agua que afectan a la sostenibilidad de los asentamientos urbanos: la falta de acceso a agua saludable y a saneamiento y el aumento de desastres relacionados con el agua como inundaciones y sequías. Estos problemas conllevan enormes consecuencias para la salud y el bienestar humanos, la seguridad, el medio ambiente, el crecimiento económico y el desarrollo. La falta de servicios adecuados de suministro de agua y saneamiento conduce a enfermedades como

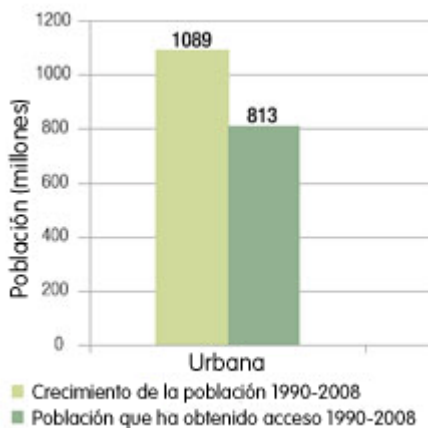
la diarrea o brotes de malaria y de cólera. Aunque la cobertura de suministro de agua y saneamiento ha aumentado entre 1990 y 2008, el crecimiento de la población urbana mundial pone en peligro estos resultados. Mientras que entre 1990 y 2008, 1.052 millones de ciudadanos obtuvieron acceso a fuentes de agua potable mejoradas y 813 millones a saneamiento mejorado, la población urbana creció durante ese periodo en cerca de 1.089 millones de personas.



Población mundial con acceso a fuentes de agua potable mejoradas comparada con el crecimiento urbano mundial, 1990-2008. El aumento en el uso de fuentes de agua potable apenas alcanza al crecimiento de la población urbana.



Población mundial con acceso a saneamiento mejorado comparada con el crecimiento urbano mundial, 1990-2008. El importante progreso en el uso de saneamiento mejorado se ve debilitado por el crecimiento de la población.



Se estima que, a nivel mundial, un 96% de la población urbana utilizaba una fuente mejorada de abastecimiento de agua en 2010, comparado con un 81% de la población rural. Ello significa que 653 millones de habitantes de zonas rurales carecen de acceso a una fuente mejorada de agua potable.



En 2010, un 79% de la población urbana tenía acceso a saneamiento mejorado comparado con un 47% para la población rural.

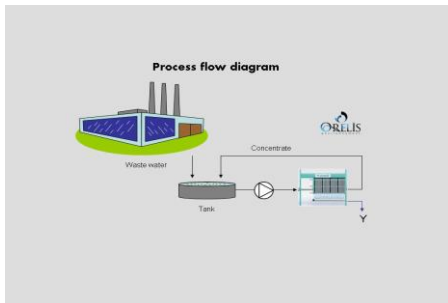
Los que más sufren los desafíos que representa el agua son las poblaciones pobres de las ciudades que, con frecuencia, viven en zonas suburbanas o en asentamientos irregulares en rápido proceso de expansión y donde no están cubiertas las necesidades más básicas para la vida como un agua potable saludable, un saneamiento adecuado, el acceso a servicios de salud, una vivienda duradera y segura.



Las ciudades no se pueden considerar sostenibles si no garantizan un acceso fiable al agua potable y un saneamiento adecuado. Lidar con las necesidades crecientes de los servicios de agua y saneamiento de las ciudades es una de las cuestiones prioritarias de este siglo. La gestión sostenible, eficiente y equitativa del agua en las ciudades no ha sido nunca tan importante como lo es en el panorama mundial actual.

## IV. 1 El Agua En Los Diferentes Sectores

### IV. 1.1 Sector Industria



- El sector industrial utiliza cerca del 20% del agua extraída a nivel mundial, incluyendo el agua destinada a la generación de energía hidráulica y nuclear, energía termoeléctrica y procesos industriales.

- El volumen anual de agua utilizado por la industria se incrementará de los 752 km<sup>3</sup> al año en 1995 a los 1.170 km<sup>3</sup> al año en 2025, es

decir, alrededor de un 24% del total de las extracciones de agua dulce.

Uno de los principales retos para la industria hoy en día es conseguir abordar de forma efectiva la explotación y contaminación insostenible de los recursos de agua dulce en el mundo. En comparación con otros sectores, la industria utiliza relativamente poca proporción de agua a escala global, el 20% de la extracción total de agua dulce. Aun así, la cantidad de agua utilizada anualmente por la industria va en aumento, por lo que el sector pasará a competir cada vez con más fuerza por unos recursos hídricos limitados junto a las demandas del crecimiento urbano.



La industria es uno de los mayores contaminantes de los recursos hídricos, anualmente vierte entre 300 y 500 millones de toneladas de metales pesados, disolventes, lodos tóxicos y otros residuos. Estos contaminantes convierten el agua en no potable al tiempo que contaminan y matan los peces, que suponen una importante fuente de proteínas para gran parte de la población, en especial los más pobres. También existe el peligro de que el agua contaminada se transfiera a la cadena trófica mediante su uso en agricultura o por captación directa de las plantas o la vida animal.



- En los países en vías de desarrollo, el 70% de los residuos industriales se vierten a las aguas sin tratamiento alguno.



La expansión del sector industrial es fundamental para la reducción de la pobreza, la distribución de bienes y servicios, la creación de empleo y la mejora de las condiciones de vida, en especial en los países en vías de desarrollo. Sin embargo, en muchos países, el

desarrollo industrial trae consigo la degradación ambiental y el agotamiento de los recursos, lo que amenaza las oportunidades para un crecimiento económico sostenible. Las principales barreras que impiden a los países en desarrollo adoptar una estrategia de economía verde son, entre otros, la falta de conocimiento sobre los retos actuales y de los medios adecuados para afrontarlos; la ausencia de un sistema adecuado de apoyo a la industria que ayude a las empresas; unos marcos políticos fragmentados e ineficaces; y las dificultades de acceso a la financiación.

- Los países menos desarrollados todavía no consumen lo suficiente para satisfacer sus necesidades básicas, mientras que los países desarrollados consumen muy por encima de estas necesidades.
- En los países de rentas bajas, el uso de agua por la industria representa el 5% del total del agua extraída, en contraste con el 86% en algunos países de renta alta como Alemania.

Para cubrir las necesidades de las generaciones presentes y futuras, los sistemas de producción industrial tendrán que llegar a ser más sostenibles. Muchas

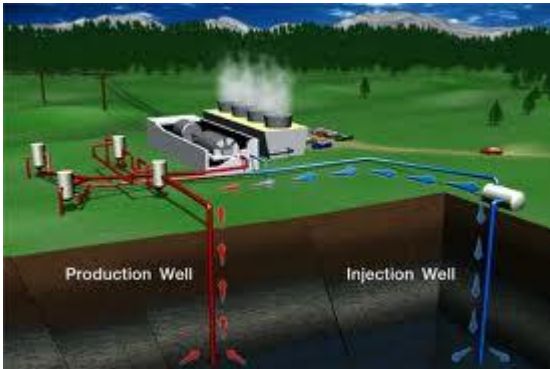




empresas consumen más materias primas y energía de las que realmente requieren sus procesos de producción debido al uso de tecnologías desfasadas e ineficaces y al fracaso a la hora de adoptar unos sistemas de gestión adecuados. Esto es especialmente así para las industrias de los países en vías de desarrollo. Las industrias pueden llegar a ser más sostenibles si son capaces de disociar su consumo de materias primas y energía de su producción, es decir, producir más con menos. El término disociación hace referencia a la capacidad de una economía para crecer sin que ello conlleve un incremento de la presión sobre el medio ambiente.

La industria por lo general suele necesitar y de hecho consume la mayor parte del agua potable destinado a los seres humanos. Infinidad de productos necesitan de grandes cantidades de agua para ser fabricados. La industria por su parte contamina y necesita del agua para diluir los contaminantes y expulsarlos al mar.

Otro tipo de industrias hacen uso del agua como vehículo o como transporte, como es el caso de las industrias de mercancías que se mueven utilizando el barco o las gabarras para operar en los ríos.



Otras industrias utilizan el agua para generar electricidad. Por ejemplo está el caso de la energía limpia obtenida de las mareas, o de la energía nuclear que utiliza grandes depósitos de agua para almacenar residuos radiactivos. La industria papelera contamina grandes

cantidades de agua de ríos, y la industria petrolífera a su vez contamina indirectamente con la fabricación de plásticos que siempre acaban llegando al mar.

Los usos principales del agua en la industria son:

**Sanitario:** Emplean en inodoros, duchas e instalaciones que garanticen la higiene personal.

**Transmisión de calor o refrigeración:** es, como mucho, el uso industrial que más cantidad de agua emplea. Aproximadamente el 80 % del agua industrial corresponde a esta aplicación, siendo las centrales térmicas y nucleares las instalaciones que más agua necesitan.

**Producción de vapor:** suele estar dirigida a la obtención de un medio de calentamiento del producto que se desea elaborar.

**Materia prima:** el agua puede ser incorporada al producto final, como en el caso de



la producción de bebidas, o puede suministrar un medio adecuado a determinadas reacciones químicas.

Utilización como disolvente en los diferentes procesos productivos.

Labores de limpieza de las instalaciones.

Obtención de energía: referido a las centrales hidroeléctricas y- a las actividades que usan vapor de agua para el movimiento de turbinas.

#### IV. 1.2 Consumo de agua por la ciudad

El consumo humano constituye el sector que más agua necesita (según el Área de recursos Hídricos de la Provincia) siendo aproximadamente del 60% del recurso hídrico del Río Quinto.



La calidad del agua superficial, según parámetros que utiliza la Unión Europea, es de tipo N° 2, lo que significa que debe ser sometida a un tratamiento de potabilización para poder ser consumida por la sociedad.

Sin embargo, la contaminación es una realidad y de no ser tratada, pone en riesgo la salud de la población. Los alumnos de la Escuela Leonardo Da Vinci realizaron una encuesta para medir algunos parámetros sociales respecto del uso del agua a nivel domiciliario. Se censaron 150 hogares clasificados según los ingresos económicos de los moradores.

Así se especificaron 3 categorías: los cuales son hogares de clase baja, media y alta.



Hogares de clase baja.



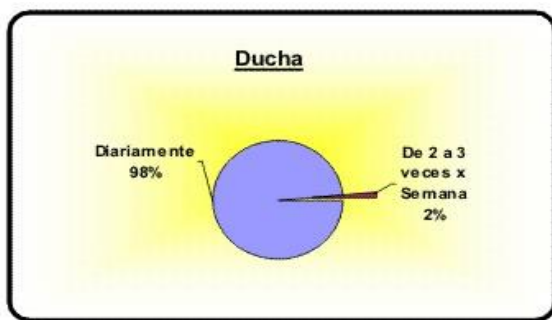
Hogares de clase media



Hogares de clase alta.

### 1.- Uso Del Agua A Nivel Doméstico

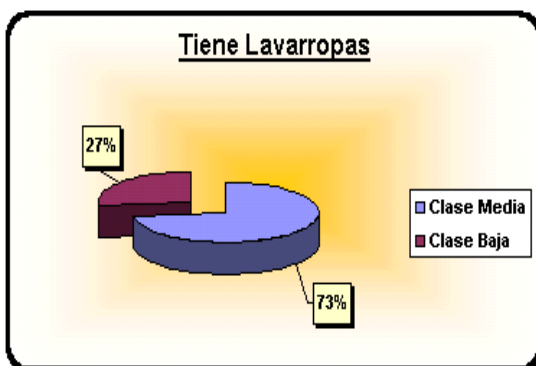
#### a) Ducha:



· El 98,50% de los encuestados se baña diariamente.

· El 1,50 % se baña de 2 a 3 veces en la semana.

#### b) Lavarropa y frecuencia del lavado de ropa:



El 98% de los encuestados tiene lavarropa. Pero discriminado tenemos que:

73,11% de la clase baja No tiene lavarropa.

26,89% de la clase media No tiene lavarropa.





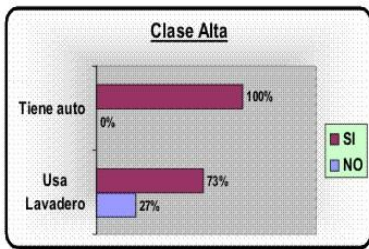
El 35,48% de los encuestados lava todos los días. Este porcentaje discriminado da por resultado que:

- 56,16% de la clase alta lava todos los días
- 27,79% de la clase media lava todos los días
- 16,05% de la clase baja lava todos los días

### c) Auto y lavado de auto:

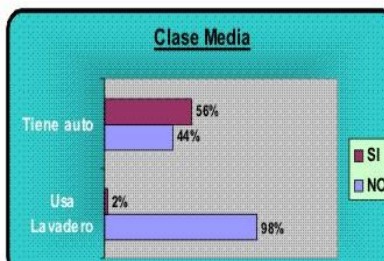
El 61% de los encuestados tiene auto pero si se lo discrimina ocurre lo siguiente:

#### Clase alta:



- Tiene auto el 100% y el 73% lo manda a lavar.
- El 27% lo lava en casa.

#### Clase media:



- El 56% tiene auto y el 98% lo lava en casa.
- El 44% no tiene auto.

#### Clase baja:



- El 27% tiene auto y 100% lo lava en casa.
- El 73% no tiene auto.





d) Jardín y frecuencia de riego:

Las casas residenciales tienen grandes jardines (de 5 a 10 m<sup>2</sup>, y en algunos casos más) la clase media y baja tienen casas con poco espacio para jardín y más plantas en maceta, lo que ahorra el gasto de agua en riego.

Con respecto a la frecuencia del riego, éste se corresponde con el tamaño de los jardines. Mientras más grande es el jardín, se riega con más frecuencia:

Clase alta:



- 40% Todos los días
- 40% 2 a 3 veces por semana.
- 20% 1 vez a la semana.

Clase media y baja:

- 2% todos los días
- 52% 2 a 3 veces por semana.
- 46% 1 vez a la semana.

## 2.- Características Del Agua A Nivel Domiciliario

a) Calidad del servicio:

El 44% de los encuestados dice no tener falta de agua en sus hogares. Pero si se discrimina este dato ocurre lo siguiente:

- Clase alta:

73% no tiene falta de agua.

20% pocas veces falta de agua.

7% frecuentemente.

Clase media:

6% no tiene falta de agua.



- 80% pocas veces.
- 14% frecuentemente.

Clase baja:

- 52% no tiene falta de agua
- 31% pocas veces
- 17% frecuentemente.

De esto se deduce que los barrios residenciales tienen el mejor servicio.

Los hogares de clase media, que son casas de barrio recientemente construidos y en zonas que constituyen un cinturón alrededor de la ciudad hacia los 4 puntos cardinales son los que tienen problemas con el servicio de agua. Más que los barrios de escasos recursos.

b) ¿Bebe el agua del grifo?

El 58% sí bebe el agua y el 42% no bebe el agua. Si estos datos se discriminan se observa que a medida que disminuyen los recursos económicos de las familias, se bebe más agua del grifo y se compra menos.

Clase alta:

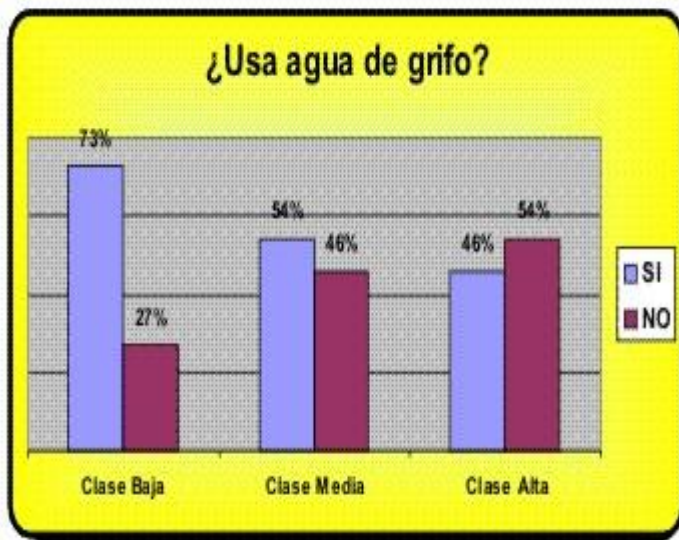
- 46% sí bebe

Clase media:

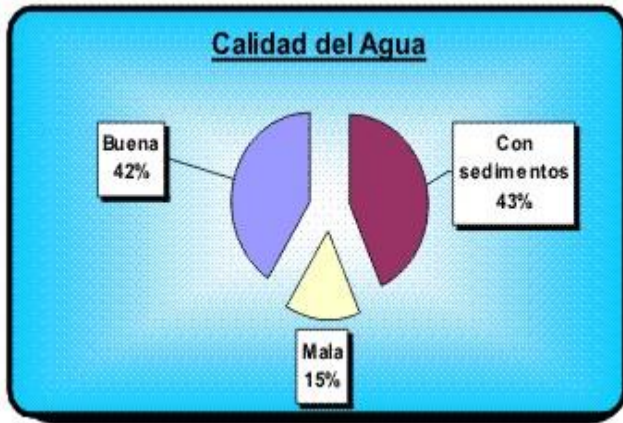
- 54% sí bebe.

Clase baja:

- 73% sí bebe.



c) Calidad del agua del grifo:



El 42% de los encuestados opina que el agua es buena (buen sabor, sin sedimentos ni olor).

El 43% opina que es buena pero con algunos sedimentos (sin olor desagradable y con buen sabor)

Solo el 15% opina que es mala (mal color, sabor y olor)

### IV.1. 3 El agua como transmisor de calor



El agua y el vapor son usados como transmisores de calor en diversos sistemas de intercambio de calor, debido a su disponibilidad, por su elevada capacidad calorífica, y también por su facultad de enfriar y calentar. El vapor condensado es un calentador eficiente debido a su elevado calor de vaporización. Una desventaja del agua y el vapor es que en cierta manera son corrosivos. En la mayoría de centrales eléctricas, el agua es utilizada como refrigerante, la cual posteriormente se evapora y en las turbinas de vapor se genera energía mecánica, permitiendo el funcionamiento de los generadores que producen electricidad.

En la industria nuclear, el agua puede ser usada como moderador nuclear. En un reactor de agua a presión, el agua actúa como refrigerante y moderador. Esto aumenta la eficacia del sistema de seguridad pasivo de la central nuclear, ya que el agua ralentiza la reacción nuclear, manteniendo la reacción en cadena.

### IV.1. 4 Procesamiento de alimentos



El agua desempeña un papel crucial en la tecnología de alimentos. El agua es básica en el procesamiento de alimentos y las características de ella influyen en la calidad de los alimentos.

Los solutos que se encuentran en el agua, tales como las sales y los azúcares, afectan las propiedades físicas del agua y también alteran el punto de ebullición y de congelación del agua. Un mol de sacarosa (azúcar) aumenta el punto de ebullición del agua a 0.52 °C, y un



mol de cloruro de sodio aumenta el punto de ebullición a 1.04 °C a la vez que disminuye del mismo modo el punto de congelamiento del agua. Los solutos del agua también afectan la actividad de esta, y a su vez afectan muchas reacciones químicas y el crecimiento de microorganismos en los alimentos. Se denomina actividad del agua a la relación que existe entre la presión de vapor de la solución y la presión de vapor de agua pura.<sup>85</sup> Los solutos en el agua disminuyen la actividad acuosa, y es importante conocer esta información debido a que la mayoría del crecimiento bacteriano cesa cuando existen niveles bajos de actividad acuosa. El crecimiento de microbios no es el único factor que afecta la seguridad de los alimentos, también existen otros factores como son la preservación y el tiempo de expiración de los alimentos.

Otro factor crítico en el procesamiento de alimentos es la dureza del agua, ya que esta puede afectar drásticamente la calidad de un producto a la vez que ejerce un papel en las condiciones de salubridad. La dureza del agua mide la concentración de compuestos minerales que hay en una determinada cantidad de agua, especialmente carbonato de calcio y magnesio. La dureza del agua se clasifica en:



- Agua blanda,  $\leq 17$  mg/l
- Moderadamente dura,  $\leq 120$  mg/l
- Agua dura,  $\leq 180$  mg/l

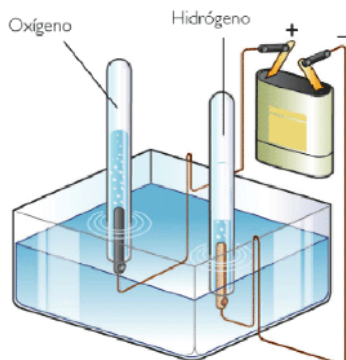
La dureza del agua puede ser alterada o tratada mediante el uso de un sistema químico de intercambio iónico. El nivel de pH del agua se ve alterado por su dureza, jugando un papel crítico en el procesamiento de alimentos. Por ejemplo, el agua dura impide la producción eficaz de bebidas cristalinas. La dureza del agua también afecta la salubridad; de hecho, cuando la dureza aumenta, el agua pierde su efectividad desinfectante.

Algunos métodos populares utilizados en la cocción de alimentos son: la ebullición, la cocción al vapor, y hervir a fuego lento. Estos procedimientos culinarios requieren la inmersión de los alimentos en el agua cuando esta se encuentra en su estado líquido o de vapor.





### IV.1. 5 Aplicaciones químicas



Las reacciones orgánicas generalmente se tiemplan con agua o con una solución acuosa que puede estar compuesta por ácido, por una base o por un tampón químico. El agua es generalmente eficaz para eliminar sales inorgánicas. En las reacciones inorgánicas el agua es un solvente común, debido a que no disuelve los reactivos en su totalidad, también es anfótera (puede reaccionar en su estado ácido y base) y nucleófila. Sin embargo, estas propiedades a veces son deseadas. También se ha observado que el agua causa una

aceleración en la reacción de Diels - Alder. Los fluidos supercríticos están siendo investigados en la actualidad, ya que el agua supercrítica (saturada en oxígeno) hace combustión en los contaminantes de manera eficiente.

#### El agua empleada como disolvente



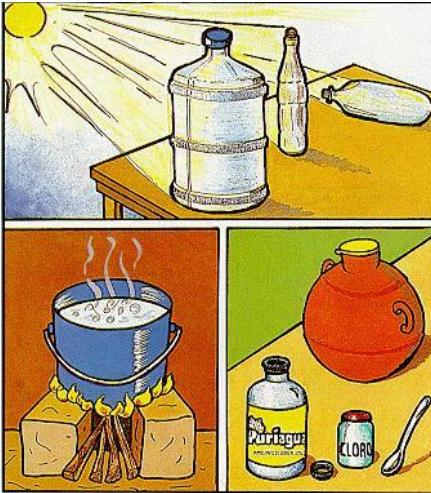
El agua es descrita muchas veces como el solvente universal, porque disuelve muchos de los compuestos conocidos. Sin embargo no llega a disolver todos los compuestos.

En términos químicos, el agua es un solvente eficaz porque permite disolver iones y moléculas polares. La inmensa mayoría de las sustancias pueden ser disueltas en agua. Cuando el agua es empleada como solvente se obtiene una disolución acuosa; por lo tanto, a la sustancia disuelta se la denomina soluto y al medio que la dispersa se lo llama disolvente. En el proceso de disolución, las moléculas del agua se agrupan alrededor de los iones o moléculas de la sustancia para mantenerlas alejadas o dispersadas. Cuando un compuesto iónico se disuelve en agua, los extremos positivos (hidrógeno) de la molécula del agua son atraídos por los aniones que contienen iones con carga negativa, mientras que los extremos negativos (oxígeno) de la molécula son atraídos por los cationes que contienen iones con carga positiva. Un ejemplo de disolución de un compuesto iónico en agua es el cloruro de sodio (sal de mesa), y un ejemplo de disolución de un compuesto molecular en agua es el azúcar.

Las propiedades del agua son esenciales para todos los seres vivos, su capacidad como solvente le convierte en un componente necesario de los fluidos vitales como el citoplasma de la sangre, la savia de las plantas, entre otros. De hecho, el citoplasma está compuesto en un 90% de agua, las células vivas tienen un 60 a 90% de agua, y las células inactivas de un 10% a un 20%.



La solvatación o la suspensión se emplean a diario para el lavado tales como vestimenta, pisos, alimentos, mascotas, automóviles y el cuerpo humano. Los residuos humanos también son conducidos por el agua a las instalaciones de tratamiento de aguas residuales. El uso del agua como solvente de limpieza consume una gran cantidad de agua en los países industrializados.



El agua facilita el procesamiento biológico y químico de las aguas residuales. El ambiente acuoso ayuda a descomponer los contaminantes, debido a su capacidad de volverse una solución homogénea, que puede ser tratada de manera flexible. Los microorganismos que viven en el agua pueden acceder a los residuos disueltos y pueden alimentarse de ellos, descomponiéndolos en sustancias menos contaminantes. Para ello los tratamientos aeróbicos se utilizan de forma generalizada añadiendo oxígeno o aire a la solución, incrementando la velocidad de descomposición y reduciendo la reactividad de las sustancias nocivas que lo componen. Otros

ejemplos de sistemas biológicos para el tratamiento de las aguas residuales son los cañaverales y los biodigestores anaeróbicos. Por lo general en los tratamientos químicos y biológicos de los desperdicios, quedan residuos sólidos del proceso de tratamiento. Dependiendo de su composición, el residuo restante puede ser secado y utilizado como fertilizante si sus propiedades son beneficiosas, o puede ser desechado en un vertedero o incinerado.

## IV.1. 6 Otros usos

### El agua como extintor de fuego



El agua posee un elevado calor latente de vaporización y es relativamente inerte, convirtiéndole en un fluido eficaz para apagar incendios. El calor del fuego es absorbido por el agua para luego evaporarse, extinguiendo por enfriamiento. Sin embargo, el agua no debe ser utilizada para apagar el fuego de equipos eléctricos, debido a que el agua impura es un buen conductor de electricidad. Asimismo, no debe ser empleada para extinguir combustibles líquidos o solventes orgánicos puesto que flotan en el agua y la ebullición explosiva del agua tiende a extender el fuego.

Cuando se utiliza el agua para apagar incendios se debe considerar el riesgo de una explosión de vapor, ya que puede ocurrir cuando se la utiliza en espacios reducidos y en fuegos sobrecalentados. También se debe tomar en cuenta el



peligro de una explosión de hidrógeno, que ocurre cuando ciertas sustancias, como metales o el grafito caliente, se descomponen en el agua produciendo hidrógeno.

El accidente de Chernóbil es un claro ejemplo de la potencia de este tipo de explosiones, aunque en este caso el agua no provino de los esfuerzos por combatir el fuego sino del propio sistema de enfriamiento del reactor, ocasionando una explosión de vapor causada por el sobrecalentamiento del núcleo del reactor. También existe la posibilidad de que pudo haber ocurrido una explosión de hidrógeno causada por la reacción química entre el vapor y el circonio caliente.

### a).- Deportes y diversión

Los humanos utilizan el agua para varios propósitos recreativos, entre los cuales



se encuentran la ejercitación y la práctica de deportes. Algunos de estos deportes incluyen la natación, el esquí acuático, la navegación, el surf y el salto. Existen además otros deportes que se practican sobre una superficie de hielo como el hockey sobre hielo, y el patinaje sobre hielo.

Las riberas de los lagos, las playas, y los parques acuáticos son lugares populares de relajación y diversión. Algunas personas consideran que el sonido del flujo del agua tiene un efecto tranquilizante. Otras personas tienen acuarios o estanques con peces y vida marina por diversión, compañía, o para exhibirlos. Los humanos también practican deportes de nieve como el esquí. También se utiliza para juegos de pelea mediante el lanzamiento de bolas de nieve, globos de agua, e inclusive con el uso de pistolas de agua. Otra de las aplicaciones del agua es para decorar lugares públicos o privados con la construcción de fuentes o surtidores de agua.

### b).- Como estándar científico

El 7 de abril de 1795, el gramo fue definido en Francia como "el peso absoluto de un volumen de agua pura igual a un cubo de la centésima parte de un metro, a la temperatura de fusión del hielo". Por motivos prácticos, se popularizó una medida mil veces mayor de referencia para los metales. El trabajo encargado era por tanto calcular con precisión la masa de un litro de agua. A pesar del hecho de que la propia definición de gramo especificaba los 0° C —un punto de temperatura muy estable— los científicos prefirieron redefinir el estándar y realizar sus mediciones en función de la densidad más estable, es decir, alrededor de los 4 °C.



La escala de temperaturas Kelvin del SI se basa en el punto triple del agua, definido exactamente como 273.16 K (0.01° C). La escala Kelvin es una evolución más desarrollada de la Celsius, que está definida tan sólo por el punto de ebullición (=100° C) y el punto de fusión (=0° C) del agua. El agua natural se compone principalmente de isótopos hidrógeno-1 y oxígeno-16, pero hay también una pequeña cantidad de isótopos más pesados como hidrógeno-2 (deuterio). La cantidad de óxidos de deuterio del agua pesada es también muy reducida, pero afecta enormemente a las propiedades del agua. El agua de ríos y lagos suele tener menos deuterio que el agua del mar. Por ello, se definió un estándar de agua según su contenido en deuterio: El VSMOV, o Estándar de Viena Agua del Océano Promedio.

### **IV.1. 7 La contaminación y la depuración del agua**

Los humanos llevamos mucho tiempo depositando nuestros residuos y basuras en la atmósfera, en la tierra y en el agua. Esta forma de actuar hace que los residuos no se traten adecuadamente y causen contaminación. La contaminación del agua afecta a las precipitaciones, a las aguas superficiales, a las subterráneas y como consecuencia degrada los ecosistemas naturales.

El crecimiento de la población y la expansión de sus actividades económicas están presionando negativamente a los ecosistemas de las aguas costeras, los ríos, los lagos, los humedales y los acuíferos. Ejemplos son la construcción a lo largo de la costa de nuevos puertos y zonas urbanas, la alteración de los sistemas fluviales para la navegación y para embalses de almacenamiento de agua, el drenaje de humedales para aumentar la superficie agrícola, la sobreexplotación de los fondos pesqueros, las múltiples fuentes de contaminación provenientes de la agricultura, la industria, el turismo y las aguas residuales de los hogares. Un dato significativo de esta presión es que mientras la población desde 1900 se ha multiplicado por cuatro, la extracción de agua se ha multiplicado por seis. La calidad de las masas naturales de agua se está reduciendo debido al aumento de la contaminación y a los factores mencionados.



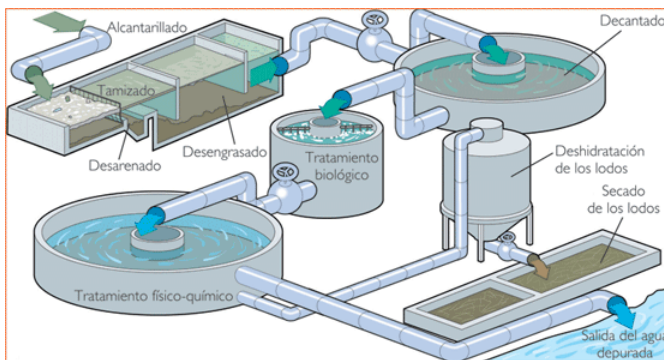


La Asamblea General de la ONU estableció en el año 2000 ocho objetivos para el futuro (Objetivos de Desarrollo del Milenio). Entre ellos estaba el que los países se esforzaran en invertir la tendencia de pérdida de recursos medioambientales, pues se reconocía la necesidad de preservar los ecosistemas, esenciales para mantener la biodiversidad y el bienestar humano, pues de ellos depende la obtención de agua potable y alimentos.

Para ello además de políticas de desarrollo sostenible, se precisan sistemas de depuración que mejoren la calidad de los vertidos generados por la actividad humana. La depuración del agua es el conjunto de tratamientos de tipo físico, químico o biológico que mejoran la calidad de las aguas o que eliminan o reducen la contaminación. Hay dos tipos de tratamientos: los que se aplican para obtener agua de calidad apta para el consumo humano y los que reducen la contaminación del agua en los vertidos a la naturaleza después de su uso.

a).- La depuración del agua para beber.

El agua destinada al consumo humano es la que sirve para beber, cocinar,



preparar alimentos u otros usos domésticos. Cada país regula por ley la calidad del agua destinada al consumo humano. La ley europea protege la salud de las personas de los efectos adversos derivados de cualquier tipo de contaminación de las aguas destinadas al consumo humano garantizando su salubridad y

limpieza y por ello no puede contener ningún tipo de microorganismo, parásito o



sustancia, en una cantidad o concentración que pueda suponer un peligro para la salud humana.

Habitualmente el agua potable es captada de embalses, manantiales o extraída del suelo mediante túneles artificiales o pozos de un acuífero. Otras fuentes de agua son el agua lluvia, los ríos y los lagos. No obstante, el agua debe ser tratada para el consumo humano, y puede ser necesaria la extracción de sustancias disueltas, de sustancias sin disolver y de microorganismos perjudiciales para la salud. Existen diferentes tecnologías para potabilizar el agua. Habitualmente incluyen diversos procesos donde toda el agua que se trata puede pasar por tratamientos de filtración, coagulación, floculación o decantación. Uno de los métodos populares es a través de la filtración del agua con arena, en donde únicamente se eliminan las sustancias sin disolver. Por otro lado mediante la cloración se logra eliminar microbios peligrosos. Existen técnicas más avanzadas de purificación del agua como la ósmosis inversa. También existe el método de desalinización, un proceso por el cual se retira la sal del agua de mar; sin embargo, es costoso por el elevado gasto de energía eléctrica y suele emplearse con más frecuencia en las zonas costeras con clima árido.

La distribución del agua potable se realiza a través de la red de abastecimiento de agua potable por tuberías subterráneas o mediante el agua embotellada.

En algunas ciudades donde escasea, como Hong Kong, el agua de mar es usada ampliamente en los inodoros con el propósito de conservar el agua potable.<sup>97</sup>

### b).- La depuración del agua residual

El tratamiento de aguas residuales se emplea en los residuos urbanos generados en la actividad humana y en los residuos provenientes de la industria.



El agua residual, también llamada negra o fecal, es la que usada por el hombre ha quedado contaminada. Lleva en suspensión una combinación de heces fecales y orina, de las aguas procedentes del lavado con detergentes del cuerpo humano, de su vestimenta y de la limpieza, de desperdicios de cocina y domésticos, etc. También recibe ese nombre los residuos generados en la industria. En la depuración se realizan una serie de tratamientos en cadena. El primero

denominado pre tratamiento separa los sólidos gruesos mediante rejillas, separadores de grasas. Después un tratamiento denominado primario separa





mediante una sedimentación física los sólidos orgánicos e inorgánicos sedimentables.

La política del agua es la política diseñada para asignar, distribuir y administrar los recursos hídricos y el agua. La disponibilidad de agua potable per cápita ha ido disminuyendo debido a varios factores como la contaminación, la sobrepoblación, el riego excesivo, el mal uso y el creciente ritmo de consumo. Por esta razón, el agua es un recurso estratégico para el mundo y un importante factor en muchos conflictos contemporáneos. Indudablemente, la escasez de agua tiene un impacto en la salud y la biodiversidad.

Desde 1990, 1.6 mil millones de personas tienen acceso a una fuente de agua



potable. Se ha calculado que la proporción de gente en los países desarrollados con acceso a agua segura ha mejorado del 30% en 1970<sup>7</sup> al 71% en 1990, y del 79% en el 2000 al 84% en el 2004. Se pronostica que esta tendencia seguirá en la misma dirección los

próximos años. Uno de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) de los países miembros de las Naciones Unidas es reducir al 50% la proporción de personas sin acceso sostenible a fuentes de agua potable y se estima que la meta será alcanzada en el 2015. La ONU pronostica que el gasto necesario para cumplir dicho objetivo será de aproximadamente 50 a 102 mil millones de dólares.

Según un reporte de las Naciones Unidas del año 2006, «a nivel mundial existe suficiente agua para todos», pero el acceso ha sido obstaculizado por la corrupción y la mala administración.



En el Informe de la Unesco sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo (WWDR, 2003) de su Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP) predice que en los próximos veinte años la cantidad de agua disponible para todos disminuirá al 30%; en efecto, el 40% de la población mundial tiene insuficiente agua potable para la higiene básica. Más de 2.2 millones de personas murieron en el año 2000 a consecuencia de enfermedades

transmitidas por el agua (relacionadas con el consumo de agua contaminada) o sequías. En el 2004 la organización sin ánimo de lucro WaterAid, informó que



cada 15 segundos un niño muere a causa de enfermedades relacionadas con el agua que pueden ser prevenidas y que usualmente se deben a la falta de un sistema de tratamiento de aguas residuales.

Estas son algunas de las organizaciones que respaldan la protección del agua: International Water Association (IWA), WaterAid, Water 1st, y American Water Resources Association. También existen varios convenios internacionales relacionados con el agua como: la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNUCLD), el Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los Buques, la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del mar, y el Convenio de Ramsar. El Día Mundial del Agua se celebra el 22 de marzo y el Día Mundial del Océano se celebra el 8 de junio.

Como podemos observar las grandes ciudades en sus diferentes sectores son los grandes consumidores de agua y lo mayores en contaminación de agua por lo cual podemos concluir que deben tomarse mayores medidas para la protección del agua ya que ocasionan un mayor daño al ecosistema.

## CAPITULO V

### ***V USO DE AGUA EN ZONAS RURALES.***

El abastecimiento de agua en zonas rurales abarca todas las actividades destinadas a satisfacer la demanda de agua en regiones primordialmente campestres.

Las regiones rurales se distinguen por:

- Estructuras nómadas
- Estructuras agrícolas

El abastecimiento de agua en zonas rurales abarca el suministro de agua para el consumo humano y para otros usos de la población rural, incluyendo por ejemplo el agua de riego para huertas. Dada la imposibilidad de separar claramente el suministro de agua para el ser humano y para los animales, se considera que el abastecimiento rural abarca también el suministro de agua para el ganado, incluido el abastecimiento de bebederos, a pesar de que éste constituye un problema independiente desde el punto de vista de su impacto ambiental.

Conforme las ciudades utilizan más agua para su población en acelerado crecimiento, la agricultura debe mejorar considerablemente la eficacia y productividad del uso que hace del agua. La productividad de las tierras de regadío es aproximadamente tres veces superior a la de las de secano. Más allá de este dato global, existen muchas razones para destacar la función del control de los recursos hídricos en la agricultura. La





inversión en la mejora de los regadíos supone una garantía frente a las variaciones pluviométricas y estabiliza la producción agrícola, impulsando la productividad de los cultivos y permitiendo que los agricultores diversifiquen su actividad. Ello tiene un reflejo en un incremento y una menor volatilidad de los ingresos agrícolas.

## V. 1 Campo.

Sabemos que nuestro planeta azul está compuesto mayormente por agua, por eso es difícil creer que el recurso natural más precioso se ha vuelto escaso al punto de peligrar la futura producción de alimentos y la salud planetaria.

El agua para consumo humano y también para los animales domésticos es uno de los elementos más importantes para la vida y la salud de los humanos. Debe reunir las siguientes condiciones:

Ser limpia: sin barro, materias orgánicas (heces, cadáveres y similares) y otros contaminantes (fertilizantes, pesticidas, etc.).

a).- Ganadería.



En la ganadería el uso del agua es muy esencial ya que sin este líquido sería imposible la sobrevivencia de los animales. El agua tiene un principal parámetro en la reproducción y producción de los animales ya que se ocupa de diferentes forma uno de ellos son los criaderos en donde es utilizado.

Podemos resaltar que el agua es fundamental, enumeraremos en donde es utilizada el agua: criaderos de animales, en la limpieza de la carne de los animales muertos y para su consumo del mismo. Obviamente en los criaderos de los centros rurales son menos el consumo y continuación del agua que en las granjas de que se encuentran en las ciudades.



En la ganadería porcina la utilización del agua se debe principalmente a dos causas:

1. El agua que beben los animales.
2. La limpieza de las naves.

El agua es un elemento básico para cualquier animal, como lo pueden ser las proteínas, los lípidos, las vitaminas, etc., por lo que el animal debe tenerla a

su disposición en cualquier momento que la necesite. El consumo de agua varía en función de la edad, estado fisiológico, temperatura ambiente o composición de la dieta del cerdo; en la tabla 1 se detallan los consumos medios de agua en función del tipo de animal. Su suministro debe ser permanente y suficiente para los animales y se debe comprobar que su calidad sea la correcta. Este punto es de gran importancia, ya que está íntimamente relacionado con diversas patologías porcinas. La contaminación bacteriológica del agua produce la aparición de diarreas, mamitis, metritis y abortos. El agua con pH básicos o ácidos produce cistitis, nefritis, metritis, alteraciones reproductivas y problemas locomotores. Así mismo, los nitratos en el agua producen problemas reproductivos, alteraciones nerviosas, problemas renales y dificultades de crecimiento.

En la mayoría de las explotaciones los animales disponen libremente del agua para su consumo, al mismo tiempo que queda ya lejana la idea de que el animal sólo gastaba el agua que consumía, ya que se ha demostrado que existen multitud de pérdidas y derroche en las granjas. Para optimizar el gasto de agua en la explotación el ganadero tiene que conocer y controlar cuáles son las principales causas de estas pérdidas y derroches y qué mejoras puede introducir en su granja para minimizarlas.

Entre los controles que debe realizar se encuentran los siguientes:



- Llevar un control sobre la temperatura y humedad en el interior de las naves.
  - Llevar un control del consumo de agua en la explotación, de manera que se puedan detectar pérdidas o derrames excesivos por el consumo extraordinario que se tenga en un momento dado.
- Además de estos controles, existen otras estrategias de ahorro que se pueden adoptar en las explotaciones de porcino. Según la guía de Mejores Técnicas

Disponibles del sector, el manejo del agua es uno de los puntos críticos dentro de las actividades que se llevan a cabo en los alojamientos. Este manejo influye en gran medida en la cantidad de purín que se genera en la explotación. Por lo tanto, es un punto sobre el que es necesario plantearse estrategias de reducción o



minimización para reducir su impacto. En la tabla 2 se definen los principales consumos de agua y la estrategia de ahorro que se puede adoptar.

## b).- Agricultura.



Es común escuchar la queja de que la agricultura es la que más usa agua en el país. Afirmar esto es, por una parte, desconocer cómo funcionan los cultivos, y por otra, ignorar también por qué esto ocurre en casi todos los países y es un problema sólo para una región del país. En México, la agricultura de riego se desarrolló en donde se dispone de menos agua y, de persistir su desarrollo en esta región, conviene que el agua sea usada en forma más eficiente. Este relato

pretende aclarar cómo llegamos a esta situación.

En países donde la estación pluvial está bien definida, como México, el empleo de agua para riego agrícola es fundamental, en especial en donde se carece de ríos abundantes y caudalosos. El riego permite que los



agricultores produzcan no sólo lo que se cultiva en zonas de temporal, sino que además les permite desarrollar cultivos mucho más exigentes al agua (en cantidad y temporalidad), que por lo regular generan mayores ingresos. Además, gracias al riego pueden levantar de dos a tres cosechas por año, en lugar de una. Esta virtud del agua de riego es conocida desde hace mucho tiempo. Por ello, desde antes de La Colonia, había cerca de 400 sitios en el Valle de México, Morelos, Puebla,

Hidalgo, Guerrero, Colima y Jalisco, en donde nuestros antepasados indígenas regaban. Estos sitios coincidían con aquellos donde se asentaban las poblaciones demandando alimento. Durante La Colonia, la ubicación de la demanda de agua para riego junto con los métodos empleados para ello prácticamente no cambió, salvo algunas pequeñas mejoras tecnológicas. Así, tanto la agricultura de riego como la demanda de agua para las ciudades continuaron creciendo en el altiplano, y la zona del Bajío (Querétaro y Guanajuato) llegó a ser considerado como el granero de la Nueva España.





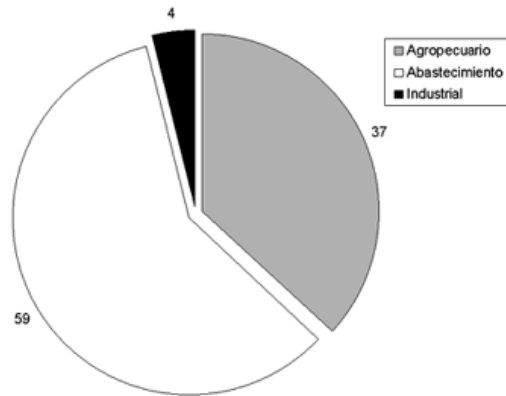


Durante la Independencia, el desorden y las guerras hicieron que prácticamente no se construyeran nuevas obras de riego. Pero además, y desafortunadamente,



mucha de la que había se destruyó. Como resultado, el uso de agua para la agricultura creció muy poco. Esta situación se mantuvo en los años posteriores a la Independencia, a pesar de que la Ley de Desamortización de 1856 y la de Nacionalización de los Bienes de la Iglesia de 1859 buscaron intensificar la agricultura al promover que las haciendas que eran propiedad del clero y en donde no se cultivaba

para la comercialización pasaran a manos de civiles. La causa fue simple, las propiedades de la Iglesia pasaron a manos de unos cuantos latifundistas que no tenían necesidad de trabajar la tierra. Uno de los problemas asociados con ello era que aun cuando se usaba poca agua para regar, no todos los agricultores contaban con ella, ya que el agua, al igual que la tierra, también se concentró en unas cuantas personas. Al igual que ocurría antes de la Independencia, después de ella el agua era administrada por autoridades locales o por particulares social y/o económicamente poderosos que, mediante acuerdos privados, repartían el agua.



De los 13.000 millones de hectáreas de la superficie terrestre del planeta, el 12% está cultivado y se calcula que un 27% se destina al pastoreo. De las 1.500 millones de hectáreas de tierras de cultivo, 277 millones de hectáreas de tierras son de regadío, lo que equivale al 18% de las tierras de cultivo.

En términos de población, las tierras cultivables equivalen a un promedio global de 0,25 hectáreas por persona.

Para satisfacer la creciente







demanda de alimentos entre 2000 y 2030, se prevé que la producción alimentaria en los países en vías de desarrollo deberá aumentar un 67%. A la vez, un aumento constante de la productividad debería permitir frenar el incremento de la utilización de agua en la agricultura en un 14%.



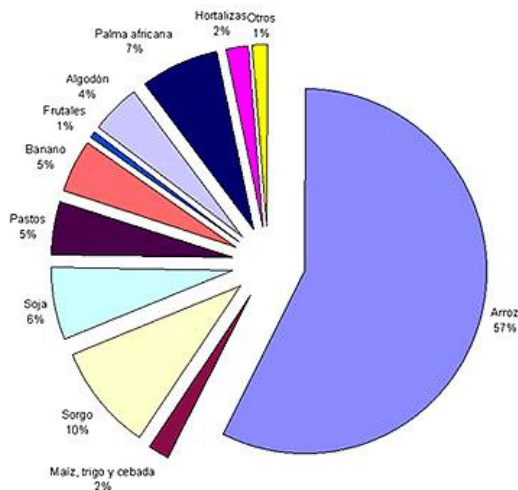
Producir alimentos requiere entre 2.000 y 5.000 litros/persona/día, dependiendo de las diferencias climáticas y dietéticas así como de la eficiencia de los sistemas locales de producción de alimentos.

La mayor parte del agua que se utiliza para producir alimentos u otros cultivos proviene de la lluvia almacenada en el suelo (denominada agua verde), donde es absorbida por las raíces de los cultivos. El riego se practica en lugares y épocas en las

que el agua de lluvia es insuficiente para abastecer de agua a los cultivos de manera adecuada.

A nivel global, las precipitaciones proporcionan cerca del 90% del agua utilizada para los cultivos. A pesar de que sólo representa el 10% del agua utilizada en la agricultura, el riego requiere el 70% de toda el agua dulce (denominada agua azul)

destinada a consumo humano.



En 2030, la agricultura de regadío en 93 países en vías de desarrollo será responsable de más del 70% del aumento previsto en la producción de cereales. En estos países, se espera que la superficie irrigada se extienda un 20% (40 millones de hectáreas) entre 1998 y 2030.

Gracias al aumento de la intensidad de cultivo, se estima que para el año 2030 la zona de regadío cultivada aumentará un 34%. Paralelamente, se estima que la

cantidad de agua dulce que se destinará al riego aumentará un 14% y alcanzará los 2.420 km<sup>3</sup> en 2030.

En el debate mundial sobre la creciente escasez de agua, la agricultura suele estar asociada a una imagen de uso de agua ineficaz y despilfarrador. Esta imagen se debe al escaso rendimiento en términos de “eficiencia del uso del agua”, un término que fue definido como la relación entre el agua de riego absorbido por las plantas y la cantidad de agua extraída realmente de su fuente



con fines de riego. La FAO estima que a nivel global la eficiencia del uso del agua para riego se sitúa en torno al 38% en los países en vías de desarrollo, y en las próximas décadas sólo prevé un leve crecimiento en la eficiencia del uso del agua a nivel global.

c).- Uso del agua en riegos en zonas rurales en diferentes acciones.

En los últimos 30 o 40 años se han rehabilitado muchos sistemas de riego en los países en desarrollo. Esta rehabilitación ha sido necesaria debido a muchos años



de abandono en muchos casos debido a la falta de recursos y fue dirigida a restaurar los sistemas de riego según su diseño original. El impacto de esos trabajos de rehabilitación ha sido a menudo limitado. En los casos en que los gestores no son capaces de operar y mantener un sistema a altos niveles, la rehabilitación de su infraestructura física no llevará a mejoramientos sustanciales.

Lo opue

sto también es cierto: un buen manejo no puede obtener buenos resultados de un sistema mal diseñado o mantenido. Más aún, lo que fue apropiado en el pasado puede no ser adecuado actualmente para satisfacer la demanda de agua y las expectativas creadas.

La modernización, en este caso, se dirige a mejorar la infraestructura física y la organización institucional de modo que el sistema modernizado pueda funcionar en forma de un servicio orientado a satisfacer las necesidades actuales y futuras de los modelos de producción y de prácticas de riego.



La FAO (1997) define la modernización del riego como el mejoramiento de un proceso técnico y de gestión opuesto a la mera rehabilitación de los sistemas de riego combinados con reformas estructurales, con el objetivo de mejorar la utilización de los recursos mano de obra, agua, economía, ambiente y de ofrecer un servicio de abastecimiento de agua a los agricultores.

Por estas razones las inversiones en el desarrollo del riego pueden satisfacer metas adicionales tales como el fortalecimiento del crecimiento económico y el alivio de la pobreza en las áreas rurales. De cualquier manera, es posible preguntar si las inversiones en otros sectores de la infraestructura no son más viables que el aumento de las inversiones en el sector del riego. Por ejemplo, la disminución gradual de la pobreza en la India a partir de la mitad de la década de



1960 hasta principios de la década de 1980 estuvo fuertemente asociada con el crecimiento agrícola, especialmente la Revolución Verde, la cual coincidió con



masivas inversiones en la infraestructura rural y agropecuaria. De acuerdo con estudios hechos por IFPRI en la India, el impacto de la reducción de la pobreza rural causado por las inversiones adicionales en el riego ocupaba el tercer lugar después de los caminos rurales y la investigación y extensión agrícolas. Los gastos adicionales del gobierno en el riego tuvieron un impacto significativo sobre el aumento de la productividad pero no tuvieron un impacto

discernible en la reducción de la pobreza. Mientras que en el pasado los gastos en riego y en energía fueron fundamentales para un crecimiento agrícola sostenible, los niveles actuales de riego pueden ser tales que sea más importante mantener los sistemas en función antes que incrementarlos. Los estudios de IFPRI también han indicado que los retornos marginales de varias inversiones hechas en infraestructura en la India son ahora mayores en muchas áreas de secano. También tienen un potencial de mayor impacto para reducir la pobreza rural.

Los datos de los informes sobre la productividad del agua con respecto a la evapotranspiración muestran considerables variaciones. Por ejemplo, en el trigo es de 0,6-1,9 kg/m<sup>3</sup>, en el maíz 1,2-2,3 kg/m<sup>3</sup>, en el arroz 0,5-1,1 kg/m<sup>3</sup>, en el sorgo forrajero 7-8 kg/m<sup>3</sup> y en las papas 6,2-11,6 kg/m<sup>3</sup>, con algunas variaciones obtenidas en los campos experimentales. Los datos de campo sobre la productividad del agua por unidad aplicada, tal como se informa en la literatura, son menores y varían dentro de un amplio rango. Por ejemplo, para el arroz varió entre 0,05 y 0,6 kg/m<sup>3</sup>, para el sorgo entre 0,05 y 0,3 kg/m<sup>3</sup> y para el maíz entre 0,2 y 0,8 kg/m<sup>3</sup>. Esta variabilidad ocurre porque los datos fueron recolectados en diferentes ambientes y bajo distintos tipos de manejo del cultivo, todo lo cual afectó no solo el rendimiento sino también la cantidad de agua provista. Más aún, a menudo es difícil determinar el rendimiento real de los cultivos en áreas grandes como puede ser un sistema de riego. Cuando los agricultores son interrogados acerca de los rendimientos pueden dar cifras dependiendo de la situación. Cuando solicitan un préstamo, posiblemente el rendimiento sea exagerado mientras que si deben pagar una deuda o fijar una tarifa, probablemente subestimen el rendimiento obtenido. Los rendimientos de las hortalizas pueden cambiar de un día a otro y salvo cuando se conservan buenos registros, nadie conocerá exactamente cuánto se obtuvo durante todo el período de la cosecha. Los rendimientos expresados en términos monetarios son aún más dudosos ya que los precios en el mercado local pueden tener grandes fluctuaciones

Las prácticas mejoradas a nivel de campo se relacionan con cambios en el manejo de los cultivos, el suelo y el agua, incluyendo la selección de especies y cultivares





apropiados, los métodos de siembra (por ejemplo, en parcelas elevadas), la labranza mínima, el riego sincronizado para la aplicación del agua en los períodos más sensitivos del crecimiento, el manejo de los nutrientes, el riego por goteo y el mejoramiento del drenaje para el control de la capa freática.

Uno de los métodos usados en el campo para aumentar la productividad del agua es el riego deficitario en el cual se aplica deliberadamente menos agua que la



necesaria para satisfacer totalmente la demanda de agua de los cultivos. El riego deficitario debería resultar en una pequeña reducción del rendimiento que es menor que la concomitante reducción de transpiración; esto causa, por lo tanto, una ganancia de la productividad de agua por unidad de agua transpirada. Además, podría reducir los costos de producción si fuera posible eliminar uno o más

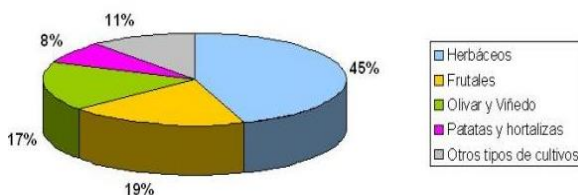
riegos. Para que el riego deficitario tenga éxito los agricultores necesitan conocer el déficit que se puede permitir en cada una de las etapas del crecimiento, el nivel de estrés de agua que existe en la zona radical y, sobre todo, tener un buen control del tiempo y cantidad de aplicación. El riego deficitario conlleva



considerables riesgos para los agricultores cuando el abastecimiento de agua es incierto como en el caso de la lluvia o de un abastecimiento de agua de riego poco confiable. Cuando la disponibilidad de agua está por debajo de ciertos niveles, el valor del cultivo puede llegar a ser nulo, ya sea porque el cultivo muere o porque el producto es de tan baja calidad que no puede ser comercializado. Si el agua fuera escasa, el agricultor podría reducir el riego

en forma apropiada como para maximizar el retorno del agua, siempre que tenga el control del tiempo y la cantidad de riegos. Este grado de flexibilidad es, por lo

general, el caso que se encuentra con el riego por aspersión y por goteo y con el bombeo del agua subterránea, si el agricultor es propietario de la bomba. Un sistema de entrega de agua completamente flexible para el







riego en cobertura en los grandes sistemas de riego es sumamente costoso porque hay un alto costo de transporte del exceso de agua necesaria.

### d).- La naturaleza del riesgo

La vulnerabilidad a la sequía varía de país a país, dependiendo inter alia del estado de desarrollo. Los sistemas económicos en las primeras etapas de transición de la agricultura de subsistencia a una economía moderna y productiva son particularmente vulnerables, sobre todo en la agricultura de secano. A pesar de lo que se ha sostenido, el tipo de lluvias sobre África no ha cambiado significativamente en el último siglo. En particular, el Sahel, el Cuerno de África y los países alrededor del desierto de Kalahari se caracterizan por la variabilidad de las lluvias entre las estaciones y entre los años. Los años buenos y los años malos no ocurren al azar sino que tienden a estar agrupados, lo que tiene importantes implicaciones para la seguridad alimentaria ya que el agua y los alimentos deben ser almacenados durante largo tiempo para las necesidades de los años de penurias.

El riesgo es definido como el producto de la casualidad y la vulnerabilidad. En otras palabras, se relaciona con la probabilidad de un evento negativo tal como la sequía y las consecuencias previsibles de la ocurrencia de tal evento. El riesgo de guerras y la resultante inseguridad alimentaria son difíciles de predecir y no serán consideradas en este documento. En lo que se refiere a la agricultura, la amenaza climática más común es la sequía. A escala global, este riesgo es mucho mayor que el de los ciclones, inundaciones y tormentas; sin embargo, considerando el problema en base regional hay áreas donde el riesgo de inundaciones excede al de las sequías. La sequía representa uno de las causas más importantes de malnutrición y hambre. Las sequías pueden ser controladas a nivel de las parcelas



por medio de varias decisiones de manejo a nivel de cuenca y a nivel nacional. Las primeras decisiones corresponden a los agricultores o a las colectividades agrícolas mientras que las decisiones a nivel de cuenca y a nivel nacional deben ser tomadas por los gobiernos o agencias estatales.

Según Gomes (1999) el riesgo es también definido más simplemente como la pérdida debida a un evento perjudicial. La ventaja de esta definición es que puede ser materializada y medida fácilmente (pérdida de producción agrícola, pérdida de ingresos). Un riesgo aceptable es aquel que los individuos, los comerciantes o los gobiernos están dispuestos a aceptar en cambio de los beneficios recibidos. Los gobiernos locales por lo general definen el nivel de riesgo aceptable considerando



la información sobre los riesgos de sequías y combinando este riesgo con factores económicos, sociales y políticos en el área en peligro.

Los conflictos son un riesgo siempre presente y constituyen una de las causas más comunes de inseguridad alimentaria. El desplazamiento de la población y la desarticulación del sistema agrícola de producción y de distribución de alimentos dejan a decenas de millones de personas a riesgo de hambre y carestía. Del mismo modo, la inseguridad alimentaria puede llevar a exacerbar los conflictos (FAO, 2002a). De acuerdo a la FAO el conflicto en el África subsahariana llevó a pérdidas de casi dólares \$EE.UU. 52 000 millones en la producción agrícola entre 1970 y 1997, una suma equivalente al 75 por ciento de toda la asistencia oficial para el desarrollo recibida por los países afectados por el conflicto. El conflicto,



combinado con la sequía, generó seis de las siete mayores hambrunas desde 1980. Las alertas tempranas y la respuesta a las mismas pueden prevenir las carestías que se originan en las sequías y otros desastres naturales. En las zonas de guerra, la falta de seguridad y la desorganización de los transportes y las redes sociales impiden la entrega de ayuda de emergencia. Sin embargo muchos otros factores contribuyen también a la inseguridad alimentaria, incluyendo la ilegalidad, la falta de democracia, las divisiones étnicas y religiosas, la degradación y el agotamiento de los recursos y la presión demográfica.

### e) Dispersión del riesgo

El seguro de los cultivos constituye un mecanismo para dispersar el riesgo por el cual el costo de los eventos climáticos es distribuido por medio de instituciones financieras entre otros sectores económicos y los gobiernos. Los ejemplos exitosos incluyen el seguro de los cultivos contra el impacto de los ciclones o las granizadas. El impacto de la sequía es mayor en los países en desarrollo que en los países desarrollados pero los agricultores en los países en desarrollo, en el mejor de los casos, tienen un acceso limitado al seguro. El costo del seguro para cultivos de valor relativamente bajo es por lo general inaccesible (FAO, 2002d).



Sin embargo, la dispersión del riesgo puede llevar a compartir el agua. El transporte de agua dentro de los países ha ocurrido por largo tiempo. Algunos canales fueron construidos para la navegación, otros para abastecer con agua potable a la población de las ciudades que no contaban con ese recurso y otros para propósitos agrícolas o varias combinaciones de estas causas. Los ejemplos más conocidos comprenden el esquema de Snow y Mountain en Australia y California, varios acueductos en Estados Unidos de América. Internacionalmente, el sistema de canales que conecta las ramas del Indo fue construido y financiado con recursos del Banco Mundial para asegurar la equidad al acceso del agua entre India y Pakistán después de su separación en 1947. China está desarrollando grandes esquemas de transporte de agua entre el sur del país y el norte densamente poblado y con escasez de ese recurso. La financiación e implementación en el futuro de esquemas costosos puede contribuir a reducir el riesgo de conflictos internacionales sobre el agua. Cuando los recursos hídricos son compartidos por varios países, como por ejemplo en la cuenca del Mekong, el Nilo, el Éufrates y el Tigris, existe un riesgo notorio de que la combinación del crecimiento de la población, la pobreza, la inseguridad alimentaria y la escasez de agua podrían conducir a conflictos sobre el agua. Los intentos actuales de mediación por medio del establecimiento de autoridades de las cuencas están dirigidos a reducir esos riesgos.



## f) El problema de la salinidad y el drenaje

Gran parte del impacto ambiental de la agricultura bajo riego está ligado al manejo del balance del agua y las sales.



Esto incluye tanto la minimización de la cantidad de agua requerida para eliminar la sal de la zona radical y del área de tierra necesaria para almacenar la sal en forma temporaria o definitiva. Un buen manejo ha demostrado ser una actividad difícil. Si bien los problemas de la salinidad

inducidos por el hombre se pueden desarrollar rápidamente, las soluciones pueden necesitar un largo tiempo y ser costosas. Es posible introducir varios mejoramientos en las prácticas agronómicas y el riego dependiendo del tipo de salinidad y de la causa de la acumulación de sales a niveles peligrosos en la zona





radical. El hecho de que se hayan usado exitosamente aguas salinas para algunos cultivos, demuestra que bajo ciertas condiciones como en los climas mediterráneos con lluvias invernales, el agua salina puede ser usada para el riego. La experiencia en otros lugares donde hay efectos negativos importantes causados por el riego con aguas salinas o ricas en sodio indica que son necesarias intervenciones de larga duración para equilibrar el balance del agua y las sales.



Todas las zonas áridas a lo largo de los ríos tienen perfiles salinos naturales atribuibles a su movilización en el área de la cuenca y a las filtraciones salinas. Una causa adicional de la salinidad de los ríos es el transporte de sales fósiles inducido por el riego debido al bombeo de las aguas subterráneas hacia los drenajes que descargan en el río. Los perfiles

de salinidad de cuatro ríos se muestran en la Figura 3 la que ilustra los diferentes volúmenes de sales que se devuelven a los ríos o que permanecen en el suelo o en las aguas subterráneas (Smedema, 2000). El incremento de la salinidad de ríos y arroyos en muchas partes áridas del mundo presenta un peligro ecológico que ha sido poco considerado. Esta falta de atención por el impacto ecológico provocado por un aumento de la salinidad en las aguas interiores merece mayor atención, teniendo en cuenta la vulnerabilidad de los ecosistemas acuáticos al incremento del nivel salino.

## V. 2 Uso doméstico.



En el país existen 188,593 comunidades rurales, localidades con menos de 2 500 habitantes, en donde se ubica el 23% de la población nacional. La CONAGUA, en coordinación con los gobiernos estatales y municipales, fomenta el desarrollo y mejoramiento de infraestructura de agua potable, alcantarillado y saneamiento básico a través del Programa para la

Construcción y Rehabilitación de Sistemas de Agua Potable y Saneamiento en Zonas Rurales, (PROSSAPYS). Otros programas que tienen incidencia en la materia son: Desarrollo Local (Micro Regiones); Incentivos Estatales; Iniciativa Ciudadana 3X1, Empleo Temporal 3X1 para Migrantes y Jornaleros Agrícolas; programas que coordina la SEDESOL. Durante 2010 se destinaron 6,434.4





millones de pesos a la construcción y rehabilitación de obras de agua potable, alcantarillado y saneamiento, inversión 13.7% superior a la ejecutada el año anterior. De estos recursos 4,654.1 millones (72.3%) provinieron del Gobierno Federal, 1,225.8 millones (19.1%) de los gobiernos estatales, 498.9 millones (7.7%) de los gobiernos municipales y 55.5 millones (0.9%) de otras fuentes.

En las zonas rurales es muy pobre el servicio del uso del agua en lo que consta a lo que son los servicios ya que la mayoría son demasiados escasos y su utilización es demasiado bajo, en las actividades en donde utilizan el agua una de las principales es su consumo humano, para bañarse, para lavar la ropa, para lavar los trastes, este consumo por cada una de las actividades y usos domestico es demasiado bajo a comparación a la ciudad. A través de programa que implementa el gobierno para su mejor proceso del agua en zonas rurales es demasiado escaso ya que en vez de llevarles el agua se los explotan y se los contaminan con sus grandes industrias que ellos contrallan sin importa el daño que ocasionan.



## V. 3 utilización del agua de lluvia

En los últimos años, cada vez se habla más del aprovechamiento de agua de lluvia, no sólo por motivos medioambientales, también por motivos económicos. En una vivienda, tan sólo un tercio del agua que consumimos necesita ser potable, pudiendo utilizar agua de lluvia o agua reciclada, para el resto de usos, tales como descarga de cisternas, riego, limpieza de ropa, limpieza de vehículos, etc. Obviamente, el agua potable seguirá siendo imprescindible en usos alimentarios o de higiene personal, pero el objetivo de reducir 2 tercios el uso de agua potable, es algo más que interesante para todos y por ello están apostando fuertemente los gobiernos estatales y regionales.





El agua de lluvia es un recurso que históricamente en nuestro país ha desempeñado un papel muy importante. Rara es la vivienda, con más de 100 años, que no tenga su propio aljibe. Cuando a principios del siglo XX las canalizaciones de agua empezaron a irrumpir de forma masiva, el agua de lluvia pasó a un segundo plano y reservado casi exclusivamente a situaciones muy especiales.

El incremento de la demanda de agua está creciendo de forma exponencial pudiéndose volver a recuperar la costumbre de aprovechar las aguas pluviales. Para muchos usos domésticos, tales como la lavadora, el lavavajillas, la limpieza de la casa, la cisterna del inodoro y el riego en general, la calidad del agua no precisa ser la de apta para el consumo humano. En estos casos el agua de lluvia puede reemplazar perfectamente al agua potable. Las características del agua de lluvia la hacen perfectamente utilizable para uso doméstico e industrial. Es un agua que cae del cielo de forma gratuita, y que es conducida sistemáticamente al alcantarillado, y desperdiciada.



El aprovechamiento del agua de la lluvia ha sido desde tiempos inmemoriales una práctica muy utilizada. El agua de lluvia se ha empleado históricamente para lavarse, beber y cocinar directamente con ella. Hoy día los criterios son más restrictivos y no suele aconsejarse el empleo directo del agua de lluvia para estos usos. Sin embargo, existen multitud de aplicaciones diarias que no requieren una calidad de agua potable y para las cuales el agua de lluvia es una alternativa eficaz y adecuada: cisternas de inodoros, lavado de ropa, riego, limpieza. Aplicando estas medidas se puede reducir un 40% el consumo de agua de nuestros hogares.







El agua de lluvia es un recurso que en nuestro país ha desempeñado un papel muy importante hasta el siglo XIX. Especialmente en el mundo rural, existía una sólida tradición de recogida de aguas pluviales. Rara es la vivienda, con más de 100 años, que no tenga su propio aljibe. Cuando a principios del siglo XX las canalizaciones de agua empezaron a irrumpir de forma masiva en ciudades, pueblos y villas, el agua de lluvia pasó a un segundo plano y reservado casi exclusivamente a situaciones muy especiales.



En el norte de Europa, a pesar de disponer de modernos sistemas de canalización y potabilización de agua, ha vuelto a cobrar importancia en los últimos años la recogida de agua de lluvia. Alemania por ejemplo, comenzó a subvencionar este tipo de iniciativas desde la reunificación, y centenares de miles de viviendas alemanas disfrutan actualmente de estos equipos. Ello a pesar de la escasa tradición de

estos países respecto al nuestro.

En España, existe una inercia que impide la implantación de tecnologías innovadoras. Ello nos sitúa en la cola de los países europeos en tecnologías de aprovechamiento de aguas pluviales para usos en edificación.



La paulatina desertización de España está empezando a provocar una mayor demanda de sistemas de recogida de aguas pluviales en nuestro país. El incremento de esta demanda está creciendo de forma exponencial volviendo a recuperar la costumbre de aprovechar las aguas pluviales.

Aproximadamente en nuestro país la media de lluvia anual supera los 600 litros por m<sup>2</sup>, por lo que suponiendo un aprovechamiento del 80%, se podrían obtener 48.000 litros de agua

gratuitos cada año en superficies de 100 m<sup>2</sup>.



El agua de lluvia presenta una serie de características ventajosas. Por una parte es un agua extremadamente limpia en comparación con las otras fuentes de agua dulce disponibles y por otra es un recurso esencialmente gratuito e independiente totalmente de las compañías suministradoras habituales. Precisa de una infraestructura bastante sencilla para su captación, almacenamiento y distribución.



Para muchos usos domésticos, tales como el empleo en la lavadora, el lavavajillas, la limpieza de la casa, la cisterna del inodoro y el riego en general, la calidad del agua no precisa ser la de apta para el consumo humano. En estos casos el agua de lluvia puede reemplazar perfectamente al agua potable. Además al ser un

agua muy blanda proporciona un ahorro considerable de detergentes y jabones.

Es relativamente fácil adaptarla para poder disponer de ella como única fuente de agua si así se desea, con todas las garantías sanitarias que se requieran. En este caso, sí se deben tomar una serie de precauciones e instalar unos sistemas complementarios de depuración del agua sencillos, pero con controles absolutamente estrictos.

El agua de lluvia suele captarse en determinados meses y debe conservarse para ser utilizada durante el periodo posterior hasta la nueva época de lluvias. Por ese motivo, el empleo del agua de lluvia se combina con otra fuente de suministro de agua como puede ser la de red en muchos casos.



Esta duplicidad de calidades de agua, implica la necesidad de un sistema eficiente de gestión de ambos tipos de aguas. Existen en el mercado equipos diseñados para completar con agua de otra procedencia, red

pública, pozo, etc., el depósito donde se almacena el agua de lluvia cuando ésta se está acabando o escasea. Este criterio tiene en general dos deficiencias. Por una parte, la mezcla periódica de aguas de características diferentes en el depósito, dificulta la adaptación y asentamiento del sistema en muchos casos, así como disminuye la vida del mismo. Por otra, implica la no utilización de toda la





capacidad de almacenamiento de agua de lluvia, dado que antes de que ésta se agote ya se añade agua de otra procedencia.

Creíamos que el agua no se agotaría nunca. La hemos consumido descontroladamente (se calcula que el consumo medio diario es de unos 300 litros por persona). Hemos crecido, pero el agua es siempre la misma. Estamos abusando de ella. Europa se encuentra al límite de sus posibilidades, y en España estamos viviendo la experiencia de las restricciones de agua. Ha llegado el momento de plantearnos un nuevo consumo, más racional, más inteligente, más solidario.



Las características del agua de lluvia la hacen perfectamente utilizable para uso doméstico e industrial. Es un agua que cae del cielo de forma gratuita, y que es conducida sistemáticamente al alcantarillado, y desperdiciada. ¿Por qué no aprovecharla?

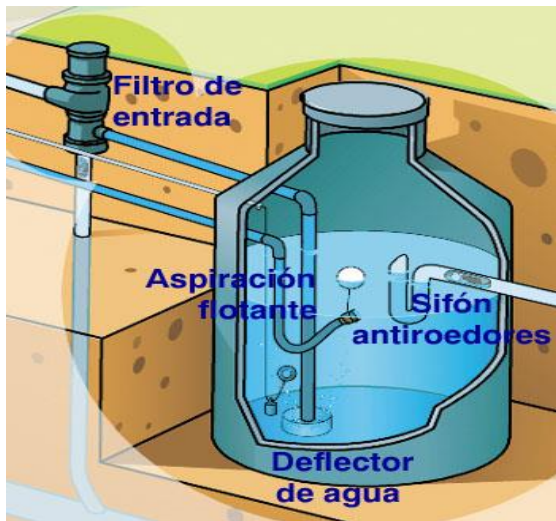
Como se ha comentado anteriormente en Alemania, pionera en sistemas de recogida de agua de lluvia, algunos distritos incluso subvencionan estas instalaciones, ya que la oferta de agua no crece al ritmo de las aglomeraciones urbanas. Los berlineses consumen 400 millones de metros cúbicos de agua, una vez y media más agua de la que cae por precipitaciones. Según cálculos del ministerio del medio ambiente en Hessen (Alemania), se pueden sustituir, en un hogar medio, 50.000 litros anuales de agua potable, por agua de lluvia.



Las consecuencias ecológicas de estos consumos desmesurados ya son notables en muchos sitios. La exagerada extracción de agua, es un tema de preocupación constante en toda España, ya que la salinización de los pozos de la zona mediterránea es bien conocida, y de difícil solución. Capitales tan importantes como Barcelona, están sufriendo una alta salinización del agua de consumo. Prácticamente en todos los países se están secando fuentes, arroyos y praderas,

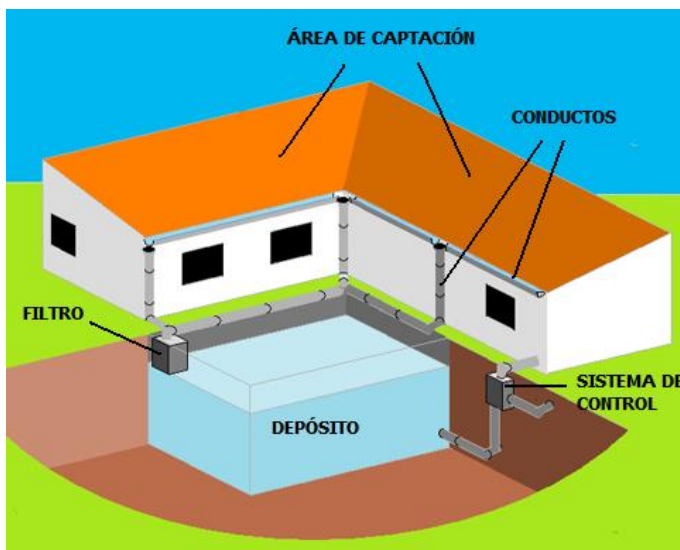


se mueren bosques y las casas se agrietan, como consecuencia de la drástica disminución de agua en las capas freáticas.



La condición previa para que una instalación funcione bien, es una buena planificación, y la selección cuidadosa de los diferentes elementos constructivos. Un punto importante que deben tener en cuenta propietarios y arquitectos, es decidir dónde se recogerá el agua de la lluvia, así como la necesidad de colocar un filtro a la entrada a la cisterna, para que lleguen al depósito la mínima cantidad de materias indeseadas posibles. No es aconsejable la descarga del agua de lluvia al aljibe sin filtros.

Si el agua es recogida sin un filtro, es desaconsejable su utilización para las instalaciones de dentro de las casas, en todo caso podrían servir para instalaciones simples en jardines. Las instalaciones para el aprovechamiento del agua de lluvia tienen que estar aseguradas contra reflujos, gases de la alcantarilla y animales, por ejemplo contra ratas, a quienes les gusta moverse por el agua de las cisternas.



Si se instala un sistema de recogida de agua pluvial en una casa ya construida, se aconseja utilizar depósitos de polietileno en el sótano. Los más convenientes son de formas delgadas y altas, porque el rebosadero tiene que estar encima de la altura del reflujo de la alcantarilla. Un material compatible con el medio ambiente es el polietileno reciclado. El depósito, en ningún caso, debería dejar pasar la luz, ya que ésta podría producir crecimiento de algas. Es

importante considerar la ubicación del mismo, ya que situarlo cerca de fuentes de calor (calefacción, caldera, etc.) aumentaría considerablemente el riesgo de proliferación de bacterias, de manera descontrolada. La temperatura de almacenamiento ideal es por debajo de 12°C. Ésta se logra, en la mayoría de los casos, con un depósito exterior enterrado.



Si se comienza una nueva edificación, siempre se recomienda un depósito enterrado, la excavadora ya está en el sitio para los trabajos de excavación y será sencillo adaptar un buen emplazamiento para el depósito de recogida.



Es importante también disponer de una buena bomba. La menor potencia posible y una óptima calidad, son las premisas para su elección. Respecto a las tuberías, al no tener que cumplir necesariamente las estrictas normas para agua potable, pueden ser empleadas de plástico. La llave principal se ubicará en el sótano, y conviene indicar en cada toma su procedencia: “aguas pluviales”.

Para mayor seguridad, se recomienda instalar un sistema de desinfección por rayos ultravioleta, antes de la entrada del agua de recogida en las instalaciones de la vivienda. Esto evitará la presencia de bacterias, asegurando su potabilidad microbiológica, por lo cual ya no serán necesarias precauciones adicionales en cuanto a su posible consumo.



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

En conclusión este líquido vital conocido como agua es importante darle su importancia darle al agua su justo valor, para que todos al valorarla se utilice de manera más eficiente y razonable; desterrando las costumbres de derroche y mejorando el servicio del suministro. Sabemos que no es fácil pues uno de los principales problemas de los Organismos Operadores del agua potable en el Estado es que el porcentaje del pago es muy bajo y sus tarifas son obsoletas al no estar al día con el índice de inflación. Así mismo una de las principales acciones de la Cultura del Agua es el ahorro y el pago del agua para lograr un cambio de actitudes y costumbres logrando así un uso eficiente del agua.

En la evaluación de la eficiencias sobre el uso del agua en grandes sistemas de riego y uso humano para sus diferentes actividades en las grandes ciudades o zonas rurales es relativamente fácil cometer errores al considerar que toda el agua estimada como pérdida se desperdicia; sin embargo, en muchos casos una parte de ésta puede ser nuevamente aprovechada, ya sea dentro del mismo sistema o en uno vecino aguas abajo. En el caso analizado del Distrito del Río Mayo en Sonora, se ha visto que en algunos cultivos reúsan el agua pre colada el manto freático, en otros casos el agua escurrida también se puede aprovechar en parte.

En general en los sistemas costeros es más difícil reutilizar el agua, debido al cercano desfogue al mar; sin embargo, en los sistemas interiores los desperdicios se reducen significativamente. Por otra parte, al considerar acciones con el fin de mejorar la eficiencia en la utilización del agua, debe tenerse el cuidado de observar si dichas acciones no tienen efectos nocivos en otras partes del sistema. Por ejemplo, en la Región Lagunera durante la rehabilitación del Distrito de Riego, a fines de la década de los años sesentas, se consideró la necesidad de revestir la mayoría de los canales de riego para reducir las pérdidas por infiltración que eran considerables, esto tuvo como efecto la reducción de la recarga al acuífero. Los abastecimientos de los niveles de bombeo observados antes de 1970, eran del orden de los 80 cm anuales; después de la rehabilitación dichos abatimientos de incrementaron a 180 cm por año, con el consecuente incremento de los costos, así como una aceleración del agotamiento del acuífero.

De esto se concluye la conveniencia de analizar cuidadosamente las implicaciones económicas, ecológicas y sociales de las acciones que se lleguen a tomar cuando se pretenda mejorar la eficiencia en el uso del agua. Después del análisis de este tema, estamos conscientes de la importancia del agua, y la captación de aguas pluviales en edificaciones nos parece una solución bastante factible para este proceso y así minimizar tanto la contaminación como el desperdicio del líquido vital para nuestra existencia. También tendría mucho que tomar en cuenta como ingeniero y como una persona preparada con valores éticos y morales es que, hay





que saber cómo consumir nuestro recurso el más importante y no desperdiciarla como lo hemos venido haciendo siempre. Y como conclusión final podemos decir que uno como profesionalista debe uno de crear conciencia que el agua algún día se terminara y que las grandes ciudades son las mayores explotadoras de los acuíferos existentes en el planeta y los mayores contaminadores.

Algunas de las recomendaciones que podríamos formular en estos casos son los siguientes: crear más leyes que sancionasen aquellas empresas que hacen grandes descargas de aguas negras en áreas verdes o en donde se encuentren acuíferos sin explotar, también sanciones para aquellas personas las cuales hacen un mal uso del agua como por ejemplo que lavan la calle a manguera, sus coches o sus estacionamientos, uno como ingenieros o como profesionalista reparar o reportar con rapidez las fugas de agua, revisar las tuberías, cisternas y todos los objetos en donde se encuentra el agua ya sea almacenada o en proceso de distribución, colocar dispositivos en sanitarios y en cocinas en donde las descargas sean menos, crear filtros que pueda servir como colador o que pueda limpiar el agua para que sea utilizado para otras actividades, diseñar nuevas estrategias para reutilizar el agua de mar convertirla en agua dulce por diferentes procesos, prohibir la contaminación del agua.



## BIBLIOGRAFÍA.

- González de vallejo, L.I. Ingeniería Geológica. Editorial Prentice Hall.
- Lambe, T.W. Whitman, R.V. (1996), Mecánica de Suelo, Editorial Limusa.
- Sánchez, F.J. (2004), Hidráulica de captaciones: Fundamentos, salamanca 12 pp.
- Fundación Ecología y Desarrollo, Sistemas Ahorro de Agua, Ecoagua.
- Desbordes, M.; J.C. Deutsh & A. Frérot. (1990.) "El agua en las ciudades". (Mundo científico 10: 752-759.)
- Gestión de Sequías en abastecimientos Urbanos, Ed(s). Enrique Cabrera Marcet, Jorge García-Serra ISBN: 84-89487-05-7 (1998).
- La Ingeniería y la Gestión del Agua a través de los tiempos. Necesidad de una gestión sostenible. Enrique Cabrera Marcet.
- Abastecimientos urbanos. Estado actual y perspectivas, Enrique Cabrera Marcet, Jorge García-Serra.
- El suministro de agua potable en épocas de sequía. El caso de España Enrique Cabrera Marcet, Vicent Espert, López, P.A.
- El control de los sistemas de abastecimiento de agua, Bastida, A., Martínez, F., Jorge García-Serra, Pérez, R.
- El agua y la vida/ José Luis Rodríguez, 2009
- Hidrología / Ronaldo Springall g.
- Hidrología para la ingeniería / Ray K. Linsley, Max a, Kohler, Joseph I. H. Paulhus.
- Hidrología Ciencia de la Naturaleza / Andre Mosy, Chistophe 2011
- Prácticas de la atmósfera, suelo y agua / Rafael Lloreá Lloreá 2004
- Hidrología: Agua Subterránea, Madrid: Paraninfo 1973 Tood, David Keith 1923
- El riego II, Fundamentos de Hidrología y de su práctica / A. Losada Villasante 2005.
- Hidrología de la Ingeniera / German Monsalve saez 1989.