

Master en Ingeniería Medioambiental y Gestión del Agua 2007/2008

Módulo: abastecimiento y saneamiento urbano

CAPTACIONES – II

CAPTACIONES SUPERFICIALES.

EMBALSES. PRESAS

AUTOR: FRANCISCO BLÁZQUEZ PRIETO
ING. DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



Índice

1. INTRODUCCIÓN	3
2. CAPTACIÓN DE AGUAS DE LLUVIA	3
3. CAPTACIÓN EN ARROYOS Y RÍOS	6
4. CAPTACIÓN EN GRANDES RÍOS Y LAGOS	8
5. CAPTACIÓN EN EMBALSES	9
6. EFECTOS FÍSICOS DE LOS EMBALSES.....	9
7. EVAPORACIÓN EN EMBALSES	10
8. CONTEXTO HISTÓRICO DE LAS PRESAS EN ESPAÑA	11
9. PRINCIPALES PRESAS EN EL MUNDO Y EN ESPAÑA	12

1. INTRODUCCIÓN

Dentro de este tipo de captaciones se incluyen las destinadas a captar aguas:

- De lluvia, recogidas directamente.
- De arroyos y ríos.
- De lagos.
- De embalses.

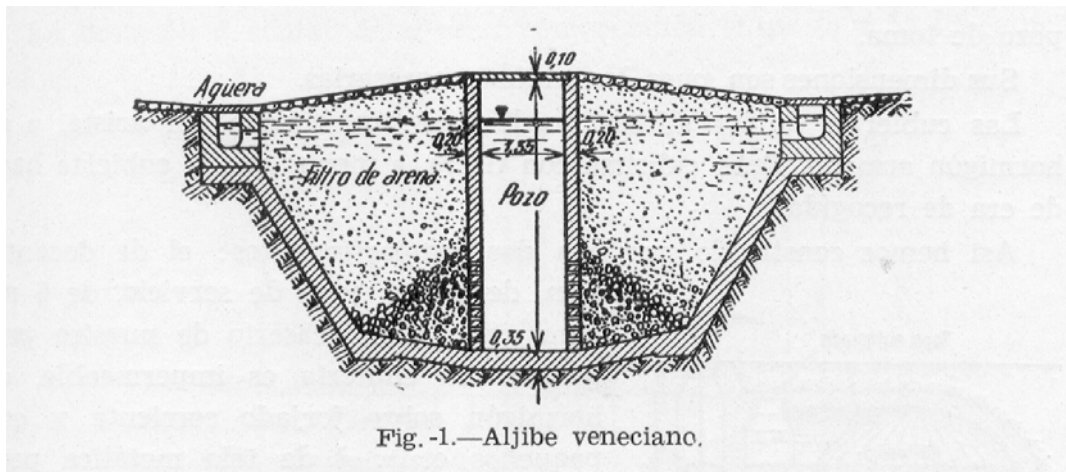
Cada tipo requiere obras de distinta naturaleza e importancia. Pero, la diferencia de proyectarlas y ejecutarlas con las condiciones adecuadas a hacerlo mal, sobre todo en obras pequeñas, que suelen ser la mayoría (mientras no se desarrollen más los abastecimientos colectivos), puede asegurar las buenas condiciones de potabilidad o no y que las obras situadas a continuación funcionen correctamente.

2. CAPTACIÓN DE AGUAS DE LLUVIA

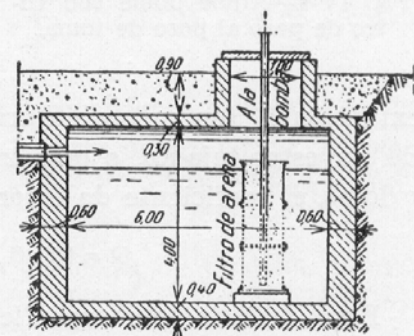
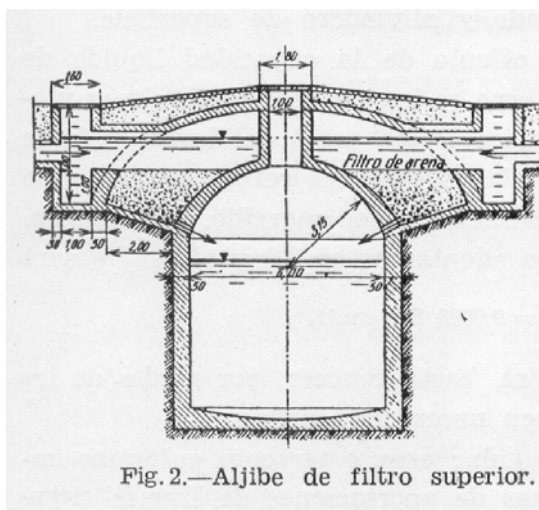
Esta solución no se emplea para abastecimientos de cierta importancia. Pero cuando no hay más remedio que acudir a ella se utilizan las cisternas o aljibes, conocidos desde la más remota antigüedad, especialmente en las regiones de escasas y desiguales lluvias de las costas del Mediterráneo y del Adriático. Estas obras pueden prestar interesantes servicios como reserva de estiaje en caseríos y pequeños poblados de zonas esteparias que tanto abundan en España. Existen muchas regiones en que los enormes estiajes, unidos a la intensa evaporación, agotan las disponibilidades de aguas, superficiales y profundas; y es en ellas donde la recogida y el almacenaje de las aguas de lluvia puede ayudar en dichos estiajes.

El agua puede recogerse en los tejados o en eras especiales debidamente dispuestas. El problema es que este agua arrastra las impurezas de dichas superficies, por lo que para hacerla potable es preciso filtrarla. La solución se consigue mediante la instalación de un filtro en la misma cisterna. Estos son los tipos principales:

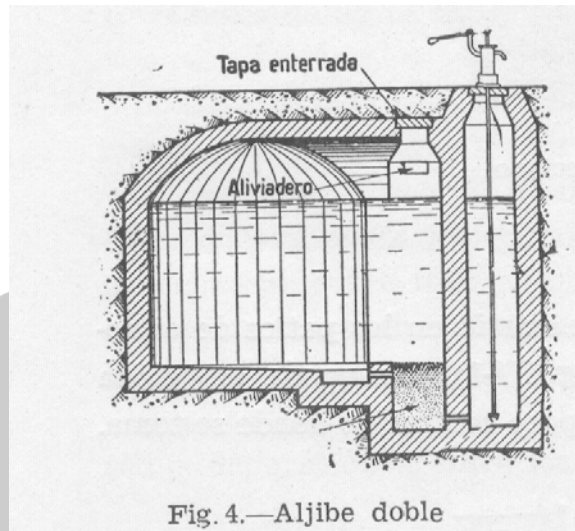
- a) El llamado veneciano (por ser el que existía en los patios de aquella ciudad) o de masa arenosa filtrante (fig. 1), que queda embebida en el agua recogida, desde la cual pasa a un pozo central de donde se toma. Su capacidad ha de ser de 2,5 a 3,5 veces el caudal a acopiar ya que el volumen de huecos de la arena es de 0,3 a 0,4.



- b) El de filtro superior (fig. 2), en el que la entrada de agua se efectúa superiormente, previo paso por el filtro, sin permanecer en él más que el tiempo preciso para la filtración. Es adecuado para recogida de aguas de tejados poco sucias.
- c) El americano (fig. 3), en que el agua se recoge directamente y pasa por un filtro de arena de grano creciente hacia el tubo de aspiración. Este filtro se constituye con anillos superpuestos colocados por la boca de registro.



Hay otro tipo (fig. 4) con doble compartimento y filtro de paso al pozo de toma de modo que sus dimensiones son las mínimas necesarias. La cubierta puede ser de fábrica o de hormigón armado. Debe cubrirse con tierra, a menos que la cubierta haga de era de recogida.



Todos los aljibes deben tener desagüe de fondo y aliviadero de superficie.

El cálculo de la capacidad de la cisterna se hace partiendo de la precipitación P (en mm.) del lugar, de la extensión S (en m^2) de la superficie receptora y de su naturaleza. En caso de ser tejado, era impermeabilizada o losas, el coeficiente de escurrimiento a adoptar es de 0,8 y la capacidad será:

$$Q(m^3) = 0,0008.S.P$$

La dotación de cálculo suele estar comprendida entre 25 y 50 litros por habitante/día.

Las eras de recogida ser terrenos revestidos de: empedrado, hormigón, o asfalto. Conviene que estén cercadas para evitar penetración de personas o animales y que se arrojen basuras. Se construyen con cunetas de desagüe que converjan en las entradas de la cisterna.

Entre la era y el aljibe debe conducirse el agua por tubería; pero con una válvula y un desagüe previo para poder echar fuera las primeras aguas de lluvia después de épocas de sequía. Ello ha de tenerse en cuenta en las capacidades de eras y aljibes. A veces se recoge el agua de lluvia empleando como era una rambla seca para su almacenamiento en depósitos. Ello requiere obras especiales.

3. CAPTACIÓN EN ARROYOS Y RÍOS

El primer paso será cuantificar si (sobre todo los primeros) nos pueden bastar como fuente de abastecimiento. Para ello hace falta conocer:

1. Magnitud de las precipitaciones en la cuenca.
2. Superficie de la misma.
3. Coeficiente de esorrentía.

Para lo primero nos puede servir de orientación el mapa pluviométrico. Pero requiere consultar datos más exactos de los puntos con pluviómetros o los deducidos por medidas directas hechas por organismos próximos a la cuenca del curso de agua.

Si es P el caudal caído según los datos pluviométricos y P' el que circula por el terreno, o sea deducidas la evaporación y las filtraciones, el coeficiente de esorrentía será: $C = P'/P$

Este valor de P' se puede calcular, aproximadamente, por la fórmula:

$$P' = k \cdot P^{1,5} \text{ en m/m de altura de agua.}$$

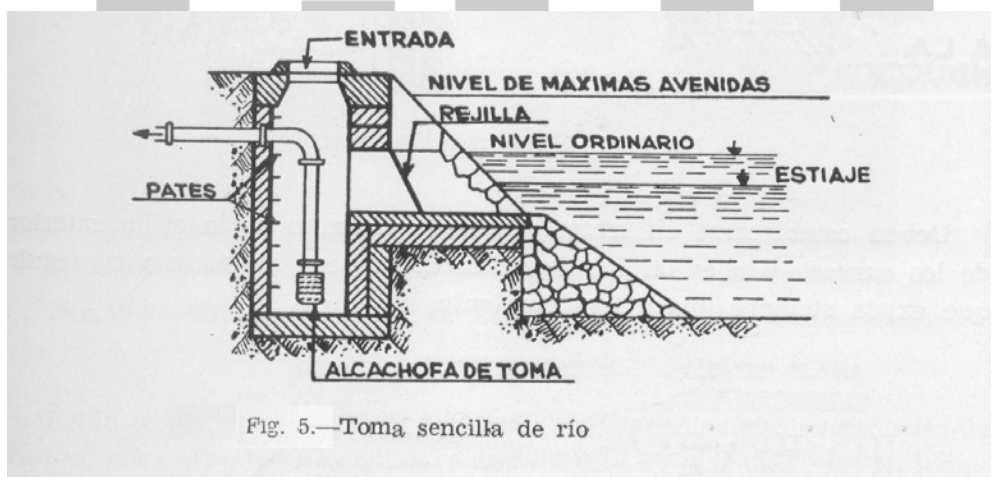
Teniendo k los valores

- 0,007 para regiones muy secas, tipo de La Mancha
- 0,010 para regiones pobres o parameras.
- 0,012 a 0,014 para regiones medias (cordillera central).
- 0,013 a 0,016 para regiones abundantes de agua (Cantábricas y Galicia).

No basta conocer la esorrentía total de una cuenca. Se precisa conocer su distribución en el año, que es lo que se refleja en los caudales del arroyo o río. Y esto es generalmente muy difícil y obliga a proceder por deducciones a base de datos de aforos (si existen).

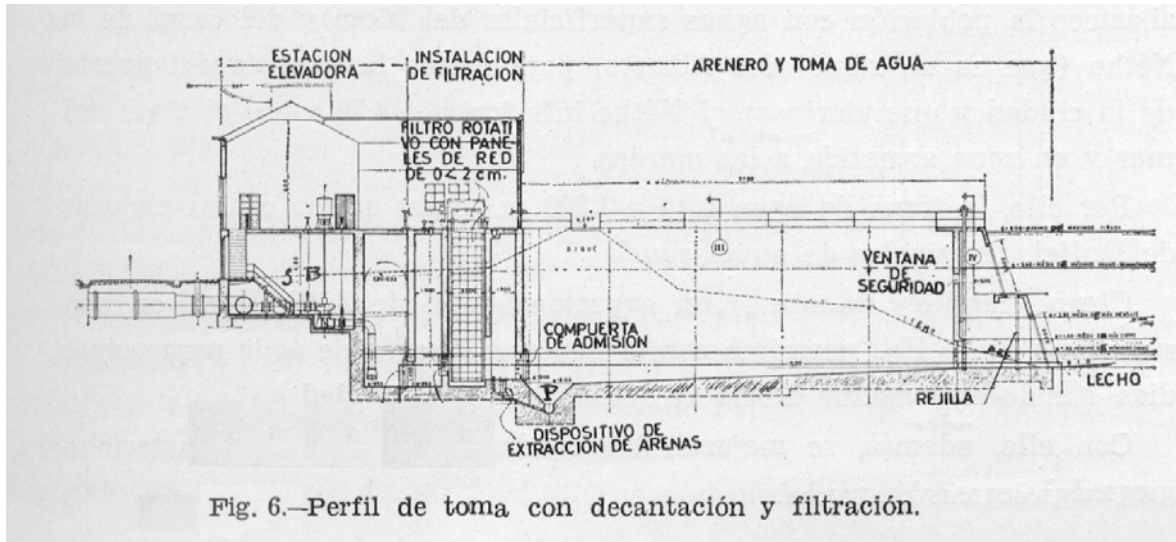
Para la captación, si el nivel de la corriente es apreciable, basta hacer un pozo en la margen, dándole acceso por encima del nivel de máximas avenidas (figura 5) bien por una simple tapa o bien por caseta debidamente protegida.

Se debe situar la entrada por encima de la cota de máximas avenidas, de lo contrario, el agua se metería en la obra y la destrozaría total o parcialmente. Conviene poner rejilla en el canal de enlace con el río para evitar entrada de sólidos. En el pozo se ubica el tubo de toma con su alcachofa, o (si el terreno lo permite) el de salida a la conducción por gravedad con llave de paso para aislamiento en caso necesario. En caso de impulsión, puede ir la central de elevación, con sus grupos, inmediatamente encima del pozo o arqueta de toma.



La toma debe establecerse en trozos rectos de cauce, o en la orilla exterior de los curvos, para evitar los depósitos y mantener una corriente activa. Si la altura de agua en el arroyo es pequeña, como suele ocurrir en nuestro país, será conveniente recurrir a pequeños azudes.

Las tomas directas en ríos cuyas aguas sufran turbiedades (figura 6), deben ir seguidas de unos estanques de predecantación, antes de entrar las aguas en la conducción o antes de ser elevadas para evitar los inconvenientes de los fangos.



Así la toma de aguas de la figura 6 consta de unas rejillas de entrada, un compartimento de sedimentación de arenas y fangos con pocillo de extracción de los mismos P; una instalación de filtración primaria F separada del sedimentador por una compuerta de admisión; un compartimento de toma para elevación de las aguas y una sala de bombas que permiten elevar el agua clarificada a la conducción general.

4. CAPTACIÓN EN GRANDES RÍOS Y LAGOS

En ríos de gran caudal o en lagos, se construyen torres de toma a suficiente distancia de la orilla para asegurar las mejores condiciones al agua. Estas torres tienen orificios de entrada a diferente profundidad y un tubo de toma protegido por rejillas. Las tomas en canales son más sencillas pero exigen disponer de unos depósitos anejos que puedan servir como decantación previa.

En los lagos de cierta profundidad es conveniente hacer la toma a profundidad de 20 a 40 metros y a distancias de algunos centenares de metros de la orilla en beneficio de la calidad y temperatura del agua. Este tipo de tomas no es usual en Es-



paña, por lo que sólo se señalan los casos de Zurich (toma a 500 m de la orilla y 32 m de profundidad) y Ginebra, en el lago Lemán, (toma a 3 km y profundidad de 40 m).

5. CAPTACIÓN EN EMBALSES

Como la irregularidad de los caudales en nuestro país no permite contar con caudales fluyentes suficientes para los abastecimientos a poblaciones, se recurre cada vez más al aprovechamiento de aguas superficiales mediante embalses, bien sea contruidos sólo para este fin o bien para otros fines conjuntos, como son riegos y energía eléctrica.

Es difícil disponer de cuencas muy aisladas y poco pobladas de personas y animales, en las que la alteración física de las aguas y la contaminación no presente problemas. Lo normal es tener que utilizar aguas más expuestas a alteraciones físicas con núcleos habitados por encima de la presa y abundantes cultivos y ganadería, ello obliga a construir estaciones de tratamiento previas a la red de distribución.

En este sentido, cabe señalar que el abastecimiento debe asumir los costes de construcción y los de explotación de dichas estaciones, lo que puede ser un factor importante para decidir la solución a adoptar. Por ello, a continuación se describe someramente cómo se contaminan las aguas superficiales y como se desarrolla el proceso de autodepuración en los ríos y en los embalses.

6. EFECTOS FÍSICOS DE LOS EMBALSES

Sedimentación, con el consiguiente arrastre de gran número de bacterias.

Igualación, unificando la composición de las aguas que lo alimentan, diluyendo las crecidas microbianas que los lavados de los terrenos pueden aportar por los distintos cursos de agua recogidos y rebajando por tanto los valores máximos de contaminación que las aguas residuales puedan aportar.

Reducción del número de gérmenes de todas clases y disminución de su vitalidad, en especial de los capaces de desarrollarse a la temperatura del cuerpo humano (bacterias intestinales, especialmente las del grupo coli y bacilo tífico). No obstante, el crecimiento excesivo de algas puede tener algún inconveniente pues al morir aquéllas caen al fondo del embalse en el que su descomposición determina un régimen anaerobio que llega a hacer im potable el agua en el fondo.

Se debe impedir que esas algas sean arrastradas por las tomas hacia la red de distribución, pues pueden morir en los depósitos cubiertos y dentro de las tuberías, en ausencia de luz, y entonces se descomponen y sirven de alimento a otros organismos que hacen desagradable el sabor del agua.

7. EVAPORACIÓN EN EMBALSES

Para determinar la reserva disponible real en un embalse habrá que tener en cuenta la evaporación, sobre todo si su superficie de agua es grande, la región es seca y es de altas temperaturas.

La evaporación es más intensa

- Cuanto más alta es la temperatura del agua.
- Cuanto más baja es la presión del aire.
- Cuanto más fuerte es el viento.
- Cuanto mayor es el déficit de saturación del aire.

Para la medición de la evaporación en la superficie del agua, suelen emplearse los evaporímetros con superficie libre. Las alturas que dan dependen de la naturaleza del vaso y de la del agua que lo llena. En los vasos de fondo oscuro es mayor que en los de fondo claro. En aguas turbias, o sucias, la evaporación es mayor porque se calientan más.



Las fórmulas en las que la evaporación se relaciona con la velocidad del viento, el déficit de saturación y la temperatura del aire, son poco exactas y apenas se emplean. Como valores medios de la evaporación pueden tomarse entre 600 y 1.200 mm al año, sobre la superficie total máxima inundada por el embalse.

8. CONTEXTO HISTÓRICO DE LAS PRESAS EN ESPAÑA

En España, debido a sus peculiares características geológicas y climáticas, la mayor parte del agua empleada en los diferentes usos se obtiene a partir de los caudales fluyentes por los ríos. Esto hace que exista un alto grado de desarrollo en relación con las obras destinadas a la captación de aguas fluviales entre las cuales destacan las destinadas a embalsarlas con el fin primordial de obtener una cierta independencia de las condiciones naturales y una mayor flexibilidad en su aprovechamiento. En este apartado se efectuará una breve reseña histórica sobre la evolución y situación actual de las presas en España.

La tradición presística en nuestro país es de las más antiguas del mundo. De hecho, se tienen referencias de 80 presas anteriores al año 1800 de las cuales se mantienen en servicio 54. Según el Inventario del MIMAM, se conservan en servicio 24, de las cuales cabe destacar por su antigüedad las presas de Cornalvo y Proserpina (siglo I), Almansa (siglo XIV) y Tibi (siglo XVI). Destaca el impulso dado en el reinado de Carlos III llegando a alcanzarse alturas de 49 m en Valdeinfierno (Murcia). A lo largo del siglo XIX se construyen las presas sobre bases más científicas, estando en servicio 33 de este siglo.

Es ya en el siglo XX cuando se observa el mayor crecimiento en la construcción de presas pasando de las 57 existentes en 1900 a 209 en 1940; 664 en 1970 y 1.010 en 1990, con una capacidad total de embalse de 50.000 hm³ (dato importante teniendo en cuenta que la aportación anual media de los ríos españoles es de 110.000 hm³)

En la década de los 90 se mantiene un menor ritmo (130 presas), concretamente a finales de 1999 se encuentran 17 presas en construcción, destacando las de Rules (gravedad, 130 m), Itoiz (gravedad, 118 m), Rialb (gravedad HCR, 95 m) y La Llosa del Cavall (bóveda, 122 m). En la actualidad en España hay 1252 grandes presas que embalsan 55.208 hm³.

9. PRINCIPALES PRESAS EN EL MUNDO Y EN ESPAÑA

Como reflejo de la tecnología actual en este terreno se incluyen a continuación los cuadros siguientes con los datos de las mayores presas y embalses.

POR ORDEN DE ALTURA SOBRE CIMIENTOS

Nº	NOMBRE	ALTURA (m)	PAÍS	TIPO
1	Rogun	335	Tadzhikistán	Tierras
2	Nurek	317	Tadzhikistán	Tierras
3	Grande Dixence	285	Suiza	Gravedad
4	Inguri	272	Georgia	Bóveda
5	Vaiont	262	Italia	Bóveda

POR MAYOR CAPACIDAD DE EMBALSE

Nº	NOMBRE	CAPACIDAD (hm ³)	PAÍS	RIO
1	Owenfalls	204.800	Uganda	Lago Victoria
2	Bratsk	169.000	Rusia	Bratsk
3	Assuan	164.000	Egipto	Nilo
4	Kariba	160.000	Zimbabwe	Zambeze
5	Akosombo	148.000	Ghana	Volta

Las presas más altas de España son:

Nº	Nombre	Altura (m)	Provincia	Río	Tipo	Año
1	Almendra	202,0	Salamanca	Tormes	Bóveda	1970
2	Canales	157,5	Granada	Genil	Escollera	1992
3	Canelles	150,0	Huesca	Noguera Ribagorzana	Bóveda	1960
4	Las Portas	141,0	Orense	Camba	Bóveda	1974
5	Aldeadávila	139,5	Salamanca	Duero	Arco-gravedad	1963
6	Alcántara	135,0	Cáceres	Tajo	Contrafuertes	1969
7	Susqueda	135,0	Girona	Ter	Bóveda	1968
8	El Atazar	134,0	Madrid	Lozoya	Bóveda	1972
9	Béznar	134,0	Granada	Izbor	Bóveda	1986
10	Salime	134,0	Asturias	Navia	Gravedad	1956

Los embalses con mayor capacidad de España son:

Nº	Nombre	Capacidad	Provincia	Río
1	La Serena	3.232,0 hm ³	Badajoz	Zujar
2	Alcántara	3.162,0 hm ³	Cáceres	Tajo
3	Almendra	2.648,6 hm ³	Salamanca	Tormes
4	Cíjara	1.670,0 hm ³	Badajoz	Guadiana
5	Buendía	1.638,7 hm ³	Guadalajara	Guadiela
6	Mequinenza	1.533,8 hm ³	Zaragoza	Ebro
7	Valdecañas	1.446,0 hm ³	Toledo	Tajo
8	Ricobayo	1.200,0 hm ³	Zamora	Esla
9	Alarcón	1.112,0 hm ³	Cuenca	Júcar
10	Iznajar	980,0 hm ³	Córdoba	Genil