



Universidad
Politécnica
de Cartagena

ABASTECIMIENTO DE AGUAS

TEMA 2
Captación
de aguas
superficiales

Francisco Javier
Pérez de la Cruz

INTRODUCCIÓN

Se entiende por captación el punto o puntos de origen de las aguas para un abastecimiento, así como las obras de diferente naturaleza que deben realizarse para su recogida.

Las captaciones de aguas superficiales pueden ser:

- de agua de lluvia (pluviales)
- de arroyos y ríos
- de lagos o de embalses



Vista del embalse del Taibilla



Capítulo 2. CAPTACIÓN DE AGUAS

Tema 2. Captación de aguas superficiales



ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Desde la antigüedad, el hombre aprovecha el agua superficial como primera fuente de abastecimiento, consumo e incluso vía de transporte, estableciéndose en los valles de los ríos las primeras civilizaciones.

Sin embargo, el establecimiento en zonas áridas o semiáridas del planeta obligó al desarrollo de formas de captación de agua de lluvia, como alternativa para el riego de cultivos y el consumo doméstico.

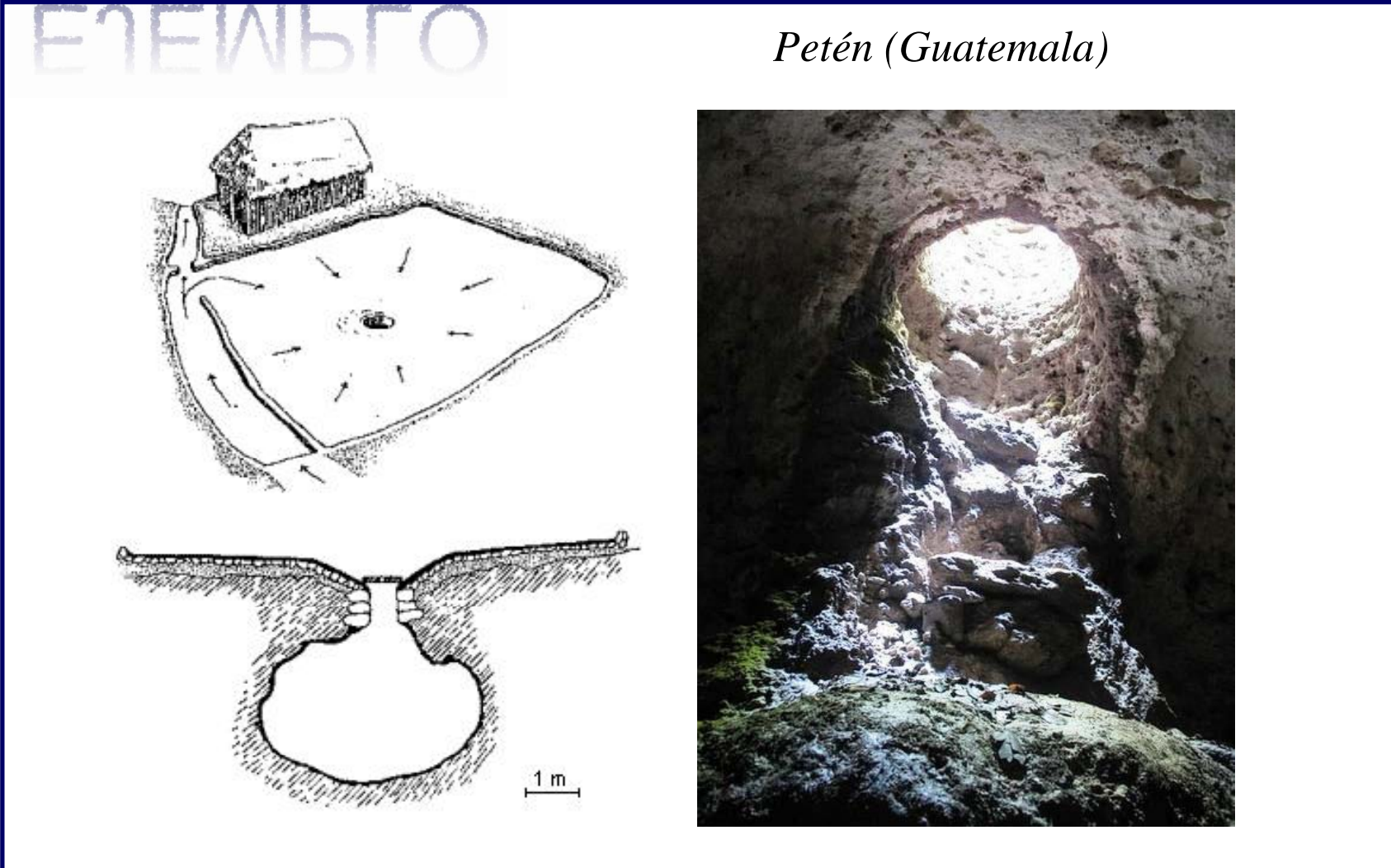
En el Desierto de Negev, en Israel y Jordania, han sido descubiertos sistemas de captación de agua de lluvia que datan de 2000 años a. C. consistentes en el desmonte de zonas para aumentar la escorrentía superficial, que era entonces dirigida a predios agrícolas en las zonas más bajas.

En la civilización maya (1000 a. C. – 1600 d. C) se desarrollaron los chultunes, que es un sistema de captación y almacenamiento pluvial compuesto de una cámara subterránea en forma de una botella, con sus entradas rodeadas por delantales enyesados que dirigían el agua de lluvia hacia su interior durante las estaciones lluviosas. Estas construcciones se daban en las zonas donde no existían cenotes (lagunas karsticas típicas de la península del Yucatán).

EJEMPLO

CHULTÚN DE NAKBÉ

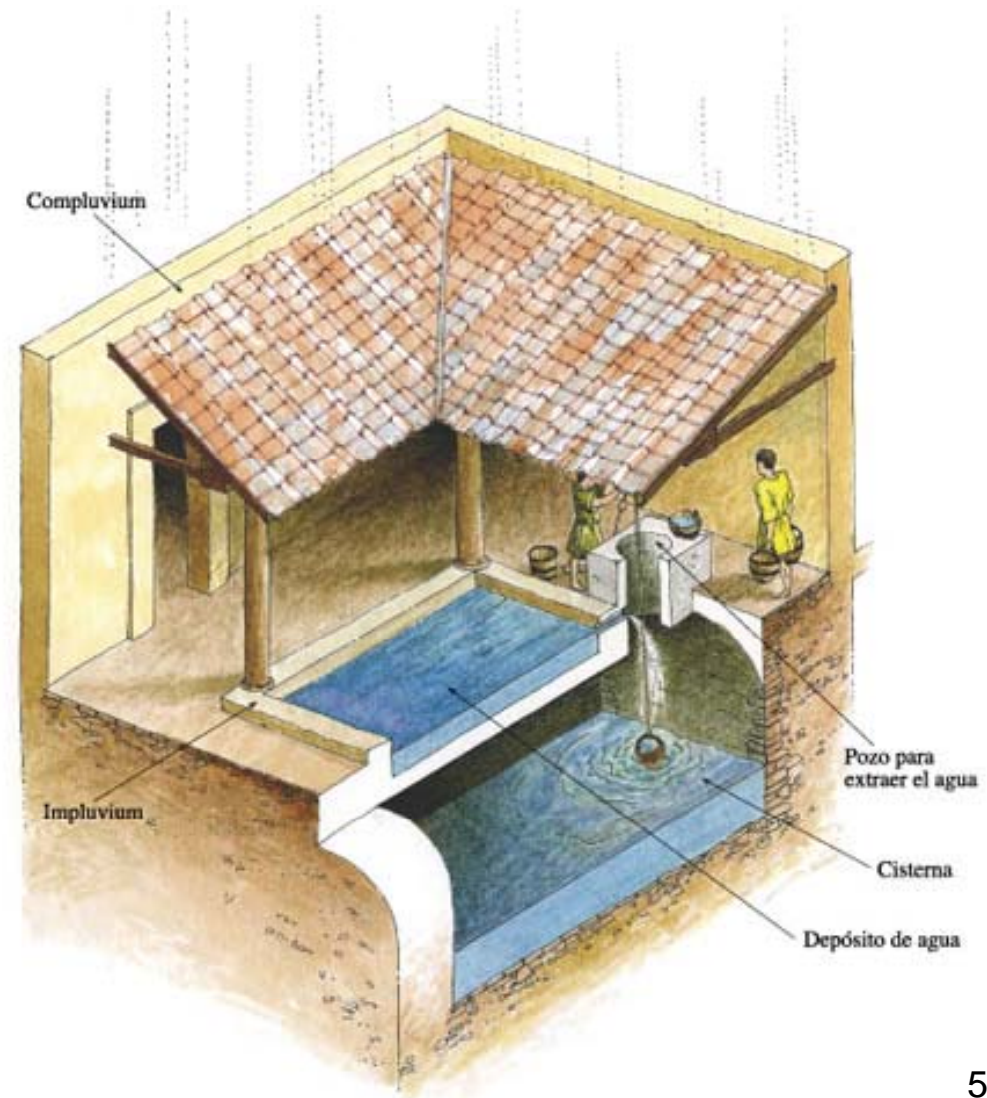
Petén (Guatemala)



En la época romana, la vivienda de las clases altas, conocida como *domus*, incorporaba un sistema para la captación de aguas de lluvia.

La casa se articulaba alrededor de un patio interior (*atrium*) en el cual se disponía un estanque (*impluvium*) que almacenaba las aguas de lluvia que recogía el *compluvium*, zona de la cubierta con la pendiente de los faldones orientada hacia el interior.

Era habitual que el *impluvium* estuviera conectado con una cisterna dispuesta por debajo de él, que hacía las funciones de depósito cerrado.



EJEMPLO

ATRIUM CON IMPLUVIUM

Pompeya (Italia)



Los árabes perfeccionaron el sistema de almacenamiento de pluviales con los aljibes (del árabe *al-yubb*, pozo).

Estos depósitos, la mayor parte de las veces enterrados o semienterrados, se alimentan de la lluvia que reconducían cubiertas, patios y canales.

Se construían con ladrillo y argamasa, y la cara interna se revestía de cal, arena, arcilla roja, óxido de hierro y resina de lentisco (arbusto presente en zonas mediterráneas áridas, muy resistente a la falta de agua) para evitar filtraciones y la putrefacción del agua.

Tal es la perfección técnica de estos sistemas que abastecían de agua a toda la ciudad, que siguieron en funcionamiento muchos siglos, hasta la implantación del sistema de agua potable de red.

Buenos ejemplos de ello son muchas ciudades de la península (Cáceres, Almería, Granada) donde se conservan un gran número de aljibes.

Aunque la gran mayoría de aljibes se dejaron de utilizar a mediados del siglo XX, criterios de sostenibilidad están provocando una revitalización de este tipo de sistemas en la actualidad.

EJEMPLO

ALJIBE ÁRABE

Palacio de Las Veletas (Cáceres)



En cuanto a los sistemas de captación de aguas superficiales, ya desde los romanos se empleaba el agua que fluía a la superficie a través de manantiales como fuente del abastecimiento a núcleos urbanos (Manantial de Tempul, Gades).

Pero sobre todo a la hora de aprovechar las aguas de ríos y arroyos como fuente de suministro de agua se han empleado a lo largo de la historia pequeñas presas (azudes, en su denominación árabe) que derivaban la totalidad o parte del caudal circulante hacia una conducción que permitía el transporte del agua (azud de la Acebeda, origen del acueducto de Segovia).

El empleo de presas como elemento de un sistema de abastecimiento urbano, en contra de lo que se piensa habitualmente, no fue posible hasta que no se garantizó un adecuado tratamiento del agua almacenada, hecho que se produjo en el siglo XIX (presa del Pontón de la Oliva, origen del Canal de Isabel II, Madrid).

No es hasta comienzos del siglo XX cuando comienza la cloración continua del agua en Inglaterra, extendiéndose rápidamente, y terminando con muchas de las limitaciones que antes existían a la hora de captar el agua para el abastecimiento.

EJEMPLO

MANANTIAL DE TEMPUL

Jerez de la Frontera (Cádiz)



EJEMPLO

AZUD DE LA ACEBEDA

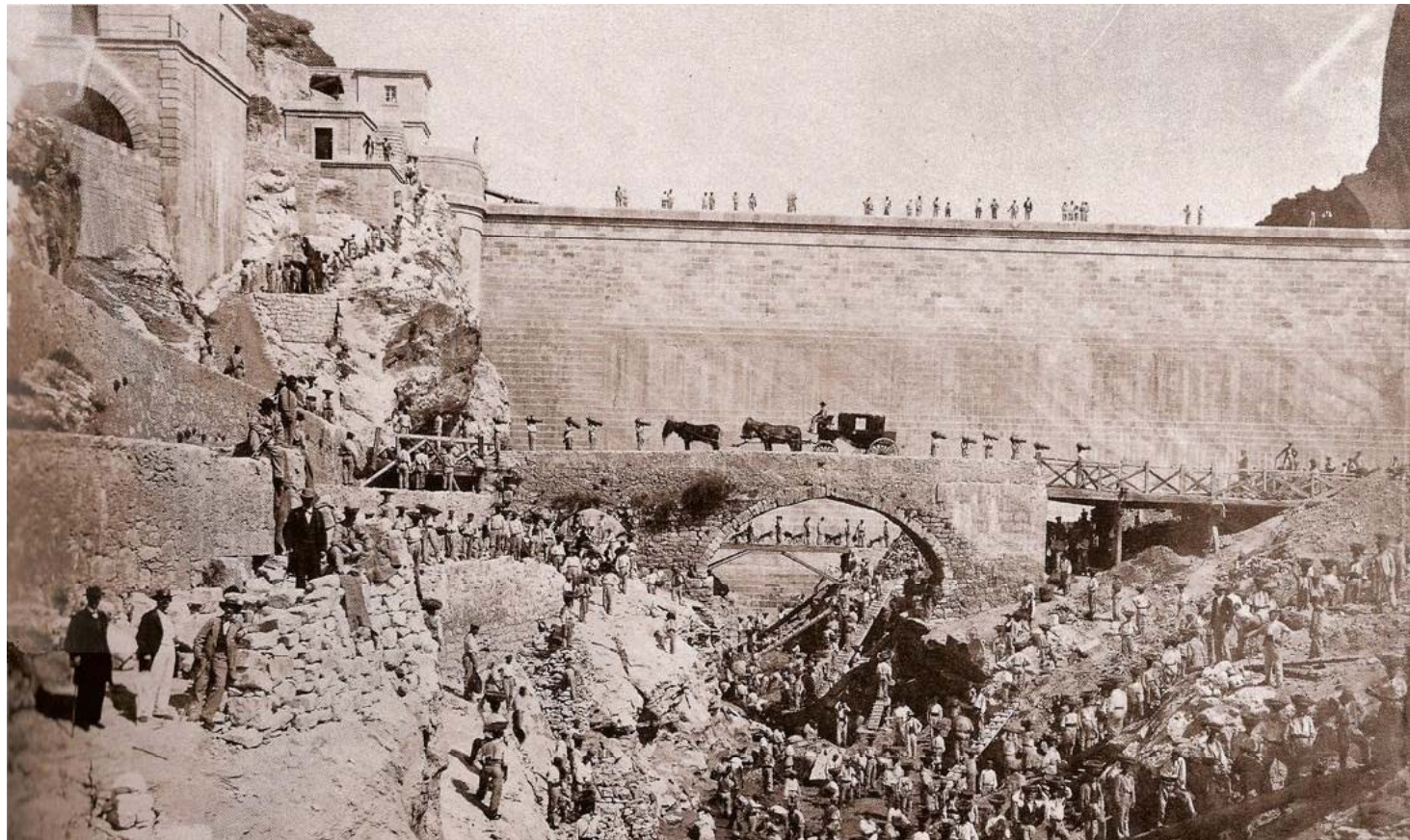
(Segovia)



EJEMPLO

PRESA DEL PONTÓN DE LA OLIVA (1855)

Río Lozoya (Madrid)



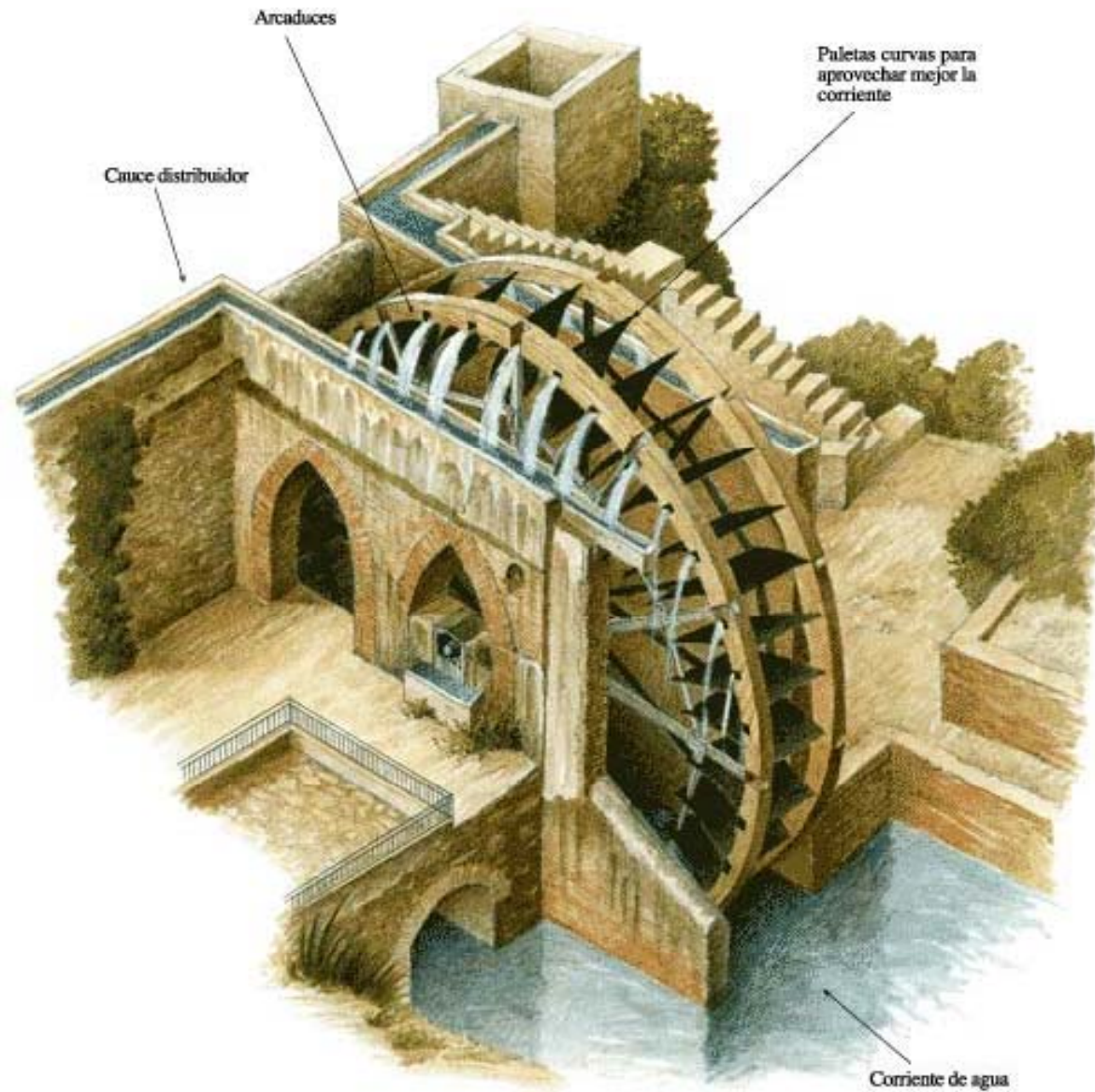
Por último, destacaremos las norias, máquinas hidráulicas que permiten la obtención de agua de una corriente superficial mediante una gran rueda con aletas transversales que se coloca parcialmente sumergida en el curso de agua, el cual, gracias a las aletas, imprime a la rueda un movimiento continuo.

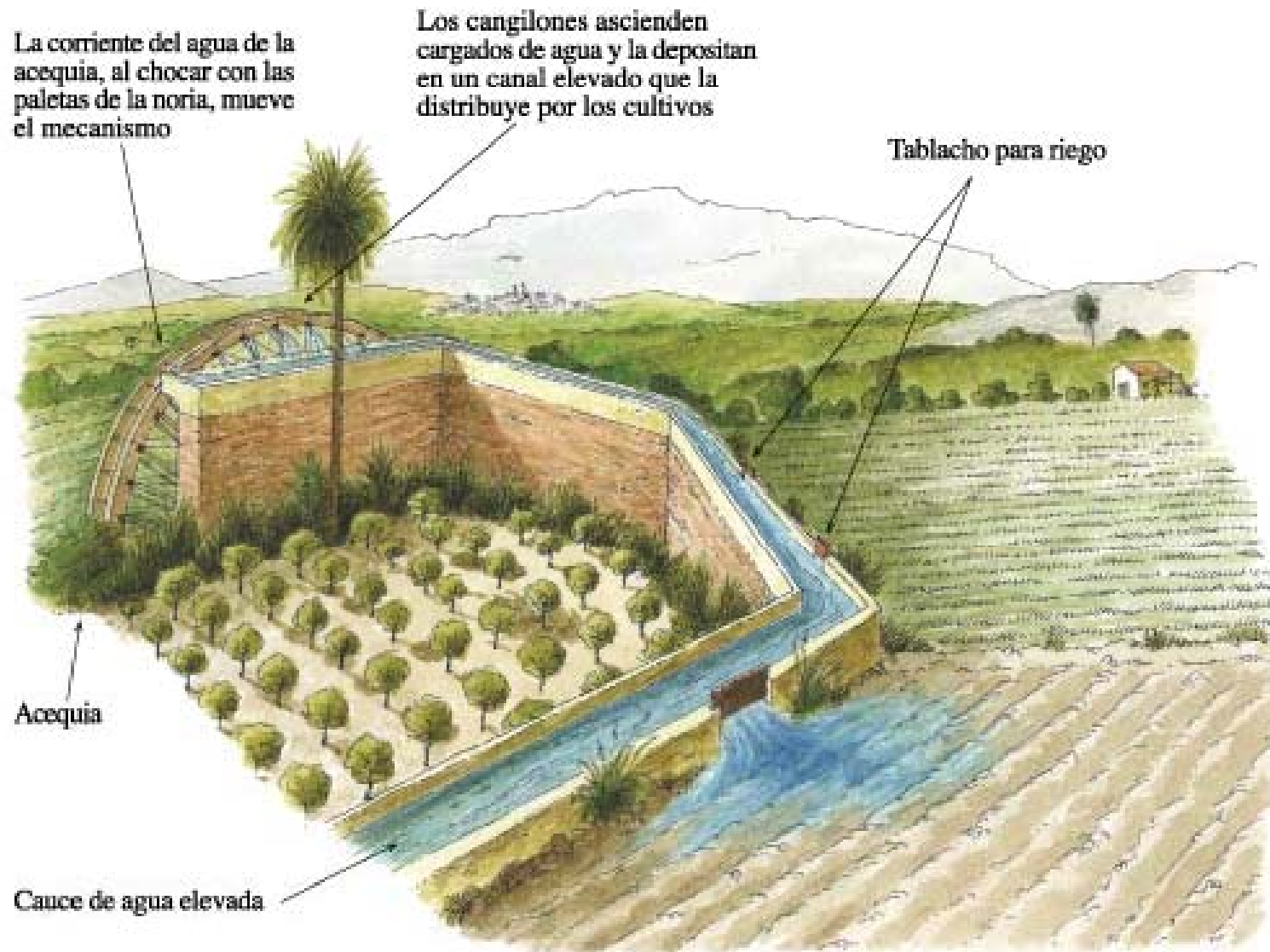
Ésta posee en su perímetro una hilera de recipientes (usualmente cangilones), que con el movimiento de la rueda se llenan de agua, la elevan y la depositan en un conducto asociado a la noria que la distribuye.

Fue Arquímedes (siglo III a. C.) quien primero se refirió a la posibilidad de elevar el agua por medio de una rueda que moviese la propia corriente acuática. Dos siglos después, el poeta Lucrecio y el arquitecto Vitrubio, se referían ya a la existencia de estas ruedas elevadoras en el cauce de los ríos.

Sin embargo, su máximo desarrollo y utilización llegó con los árabes, siendo exportadas a la Península Ibérica en tiempos de la invasión musulmana (siglo VIII), utilizándose principalmente para regadíos.

En la cuenca del río Segura, especialmente en la huerta de Murcia, en la Vega Alta y en el valle de Ricote, permanecen en activo numerosas norias hidráulicas integradas desde épocas medievales en la red de riego de la vega (Alcantarilla, Abarán...).



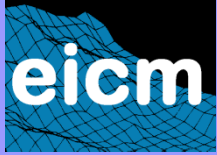


EJEMPLO

NORIA GRANDE

Abarán (Murcia)





Capítulo 2. CAPTACIÓN DE AGUAS

Tema 2. Captación de aguas superficiales



CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA

No es fácil recoger cantidades suficientes de agua de lluvia para realizar abastecimientos de cierta importancia.

Las cisternas o aljibes, conocidos desde la más remota antigüedad (especialmente en regiones de escasas e irregulares lluvias de la costa mediterránea) pueden prestar interesantes servicios como reserva de estiaje en caseríos y en pequeñas poblaciones.

La recogida de agua puede hacerse en los tejados o en eras especiales, debidamente dispuestas.

El problema es que estas aguas arrastran las impurezas de estas superficies, por lo que para hacerlas potables es necesario filtrarlas.

Esta filtración se consigue mediante la adecuada instalación de un filtro en la propia cisterna.

Todos los aljibes deben estar provistos de registros para limpieza, así como desagües de fondo y aliviaderos.

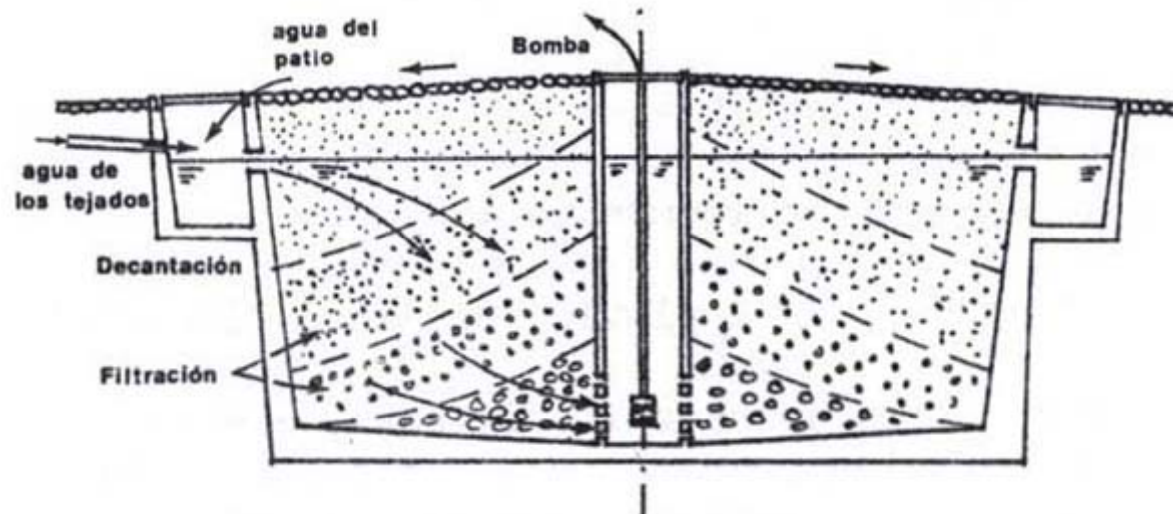
Cisterna veneciana

Esta tipología de aljibes, denominados así por su origen, están formados por un hueco revestido, relleno de material filtrante, con un pozo central de toma y canales laterales de entrada donde se produce una decantación elemental.

El agua pasa de los canales al interior de la masa filtrante, recorriéndola de arriba hacia abajo y entrando en el pozo por su parte inferior.

El material filtro se subdivide en tres o en cuatro capas de granulometría diferente.

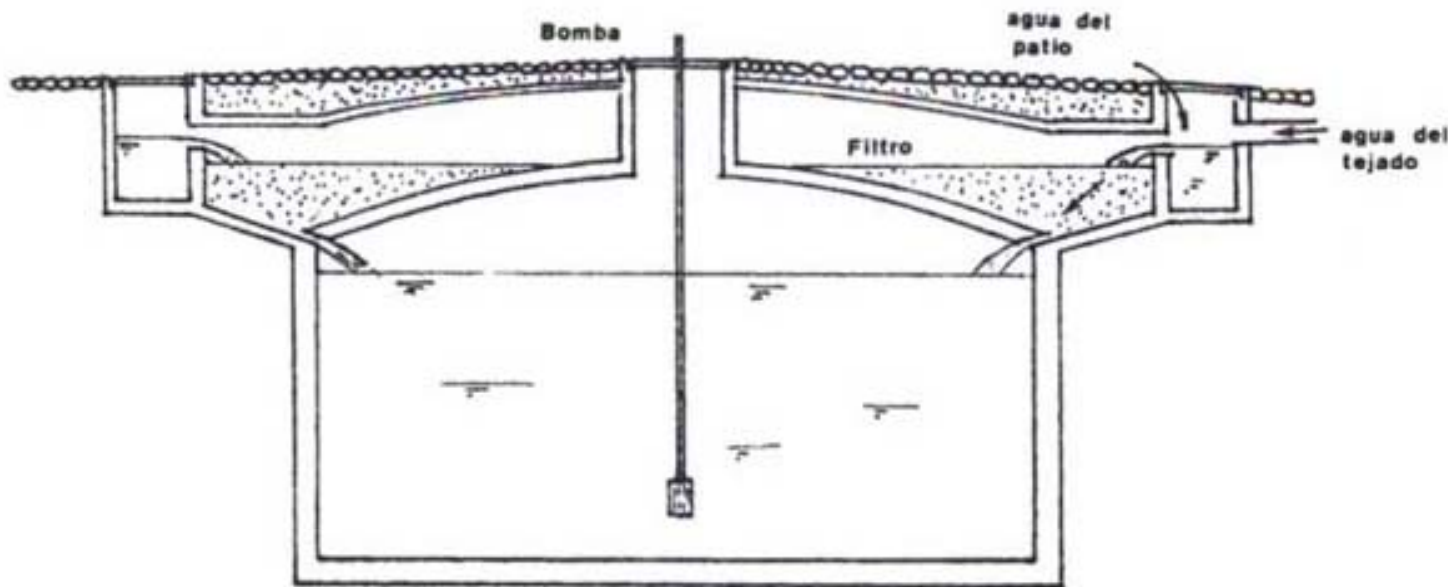
Tiene la ventaja de que su bóveda se apoya directamente sobre el material filtrante y el inconveniente de que su capacidad útil es de 30 al 40 % de su volumen total.



Aljibe de filtro superior

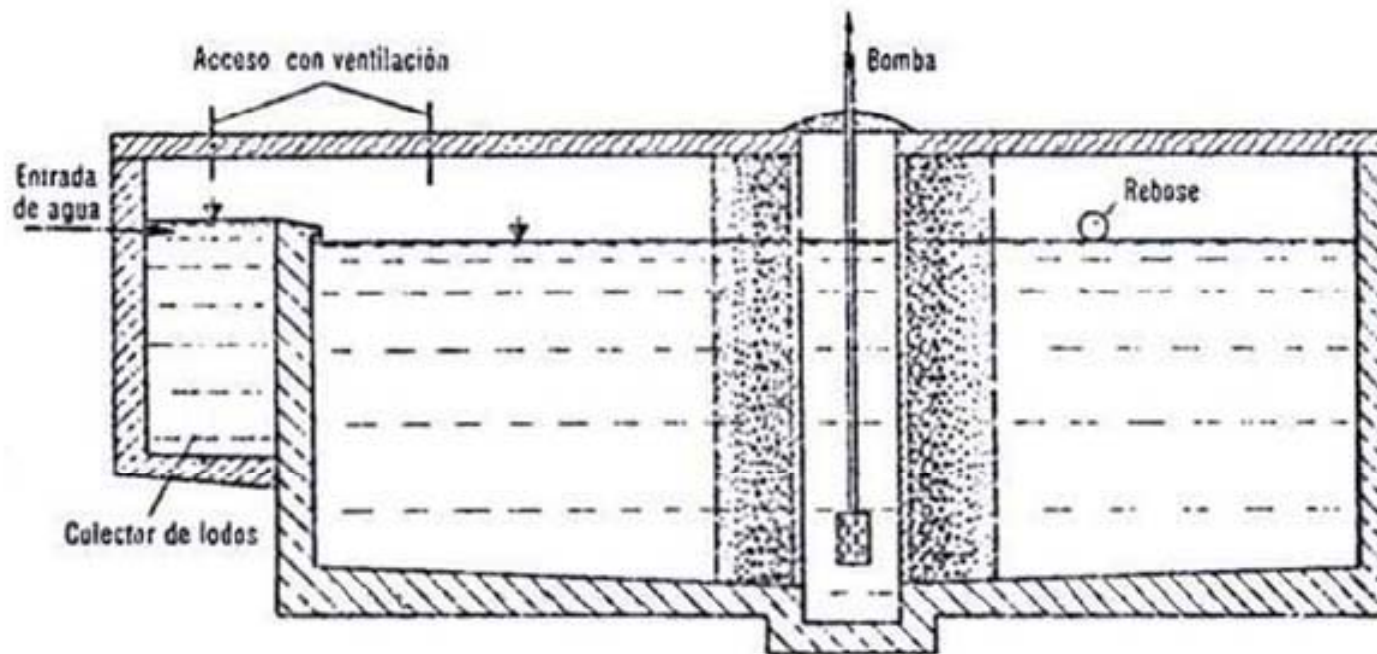
En el aljibe de filtro superior, la entrada de agua se efectúa por arriba, pasando por un filtro situado en su parte más alta que desemboca en el aljibe propiamente dicho, de esta forma el agua no permanece en el filtro más tiempo del necesario para su filtración.

Su capacidad es casi del 100% de su volumen.



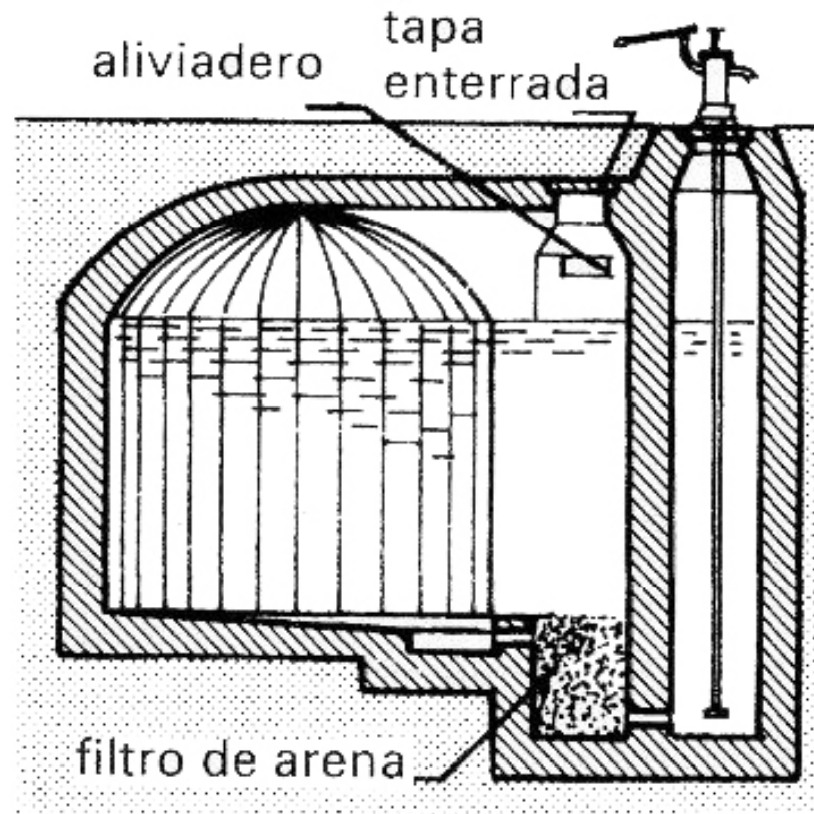
Aljibe americano

El aljibe americano recoge y almacena el agua directamente. Incorporando antes de su salida un filtro de arena de granulometría creciente, constituido por cilindricos concéntricos en torno al tubo de aspiración.



Aljibe alemán

Este sistema integra un depósito de recogida, un filtro y una cámara o pozo de toma.

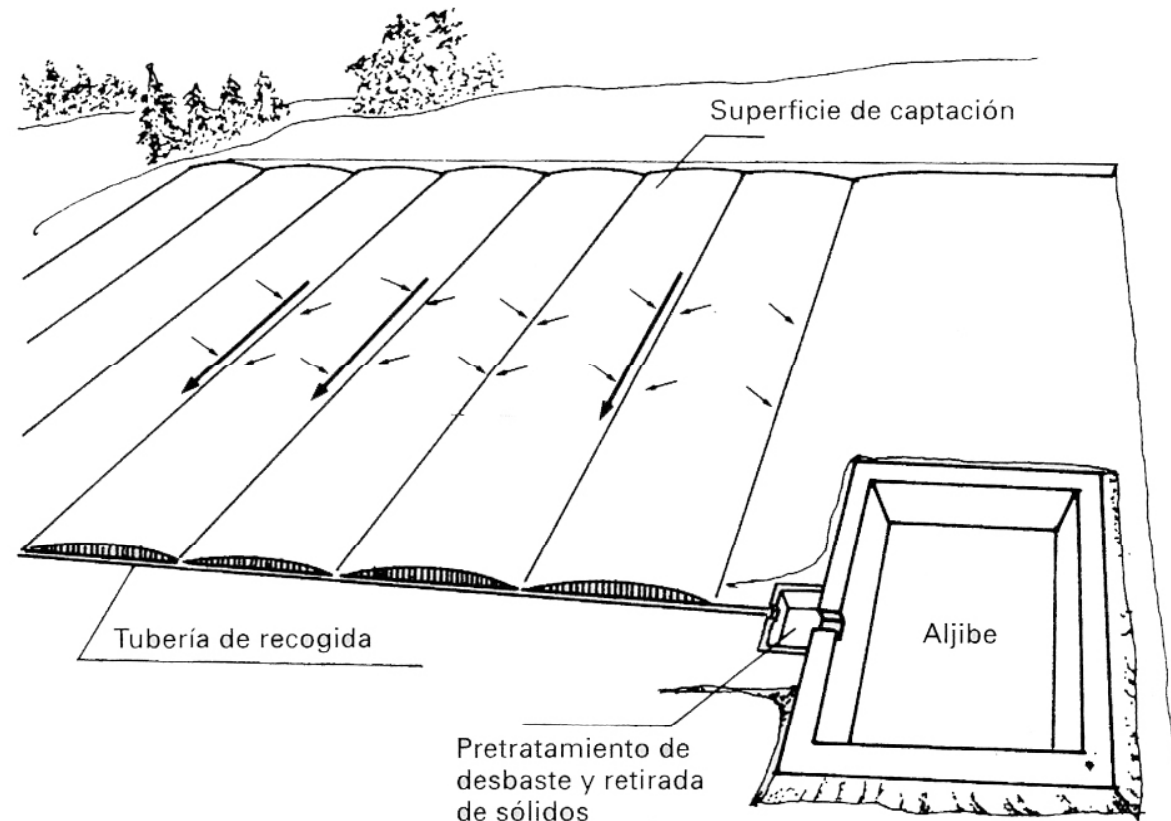


Superficies de recogida

Las superficies de recogida (o eras) pueden ser de hormigón, empedrado o superficies naturales, construyéndose con cunetas de desagüe que converjan en la entrada de la cisterna

Estas cunetas deben calcularse para poder conducir en un mes la cuarta parte de la precipitación anual.

Entre la era y el aljibe el agua circula por una tubería, pero con llave y desagüe previo a la entrada, con el fin de eliminar las primeras aguas de lluvia después de épocas de sequía.



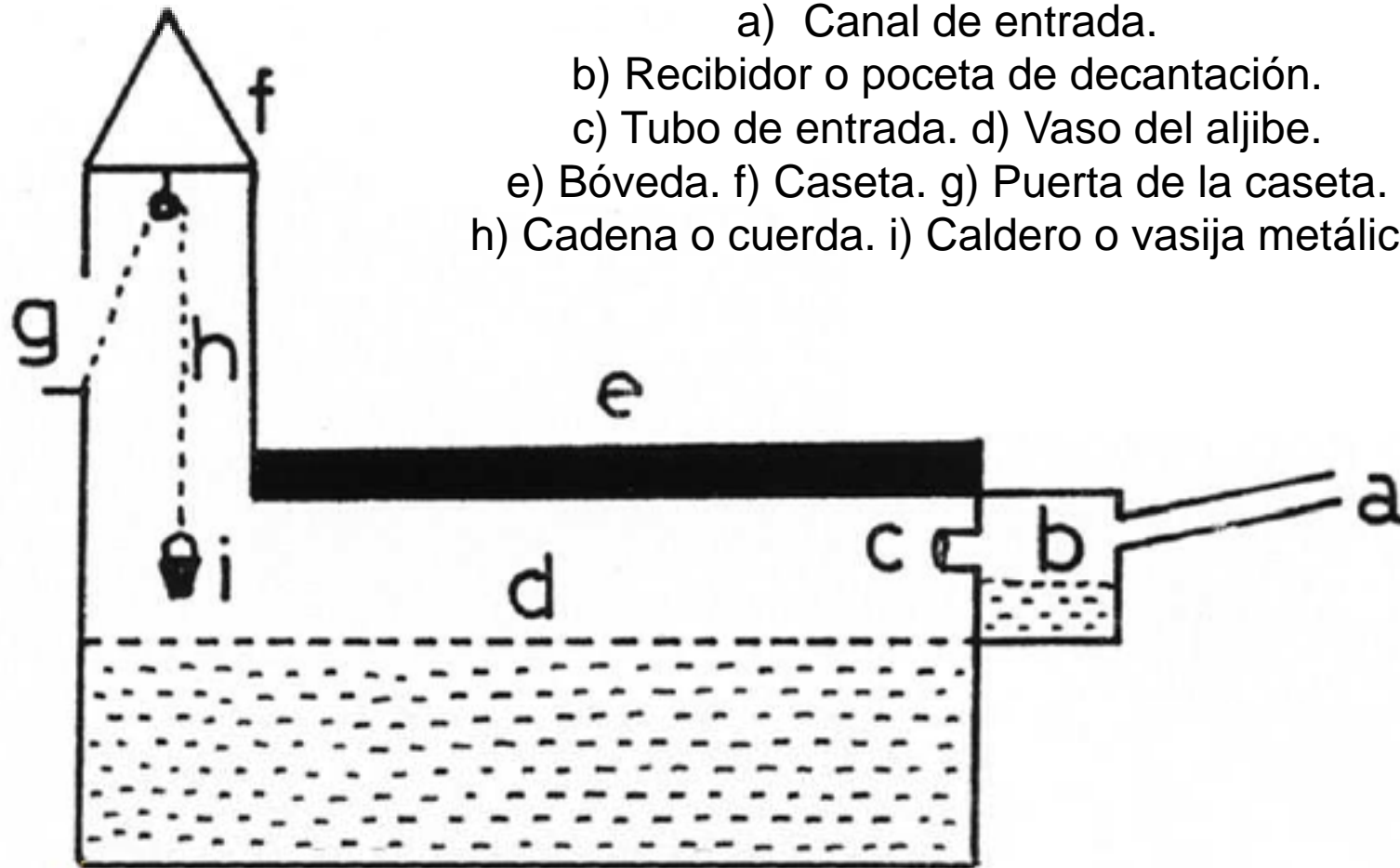
En zonas áridas, es el propio terreno el que constituye estas superficies de recogida.

En este caso, se disponen una serie de elementos de canalización (muros interceptores, conducciones, etc.) que guían el agua hasta el aljibe.

Antes de llegar al aljibe las aguas pasan al recibidor (decantador), donde quedan depositadas las impurezas.

Una vez que éstas han sido depositadas en el fondo del recibidor, el agua limpia llega al aljibe, donde queda lista para el consumo.





- a) Canal de entrada.
- b) Recibidor o poceta de decantación.
- c) Tubo de entrada. d) Vaso del aljibe.
- e) Bóveda. f) Caseta. g) Puerta de la caseta.
- h) Cadena o cuerda. i) Caldero o vasija metálica

Esquema de un aljibe (sección transversal)

EJEMPLO

ALJIBE

La Aljorra (Cartagena, Murcia)



EJEMPLO

ALJIBE

El Gorguel (Cartagena, Murcia)



EJEMPLO

ALJIBE

El Gorguel (Cartagena, Murcia)

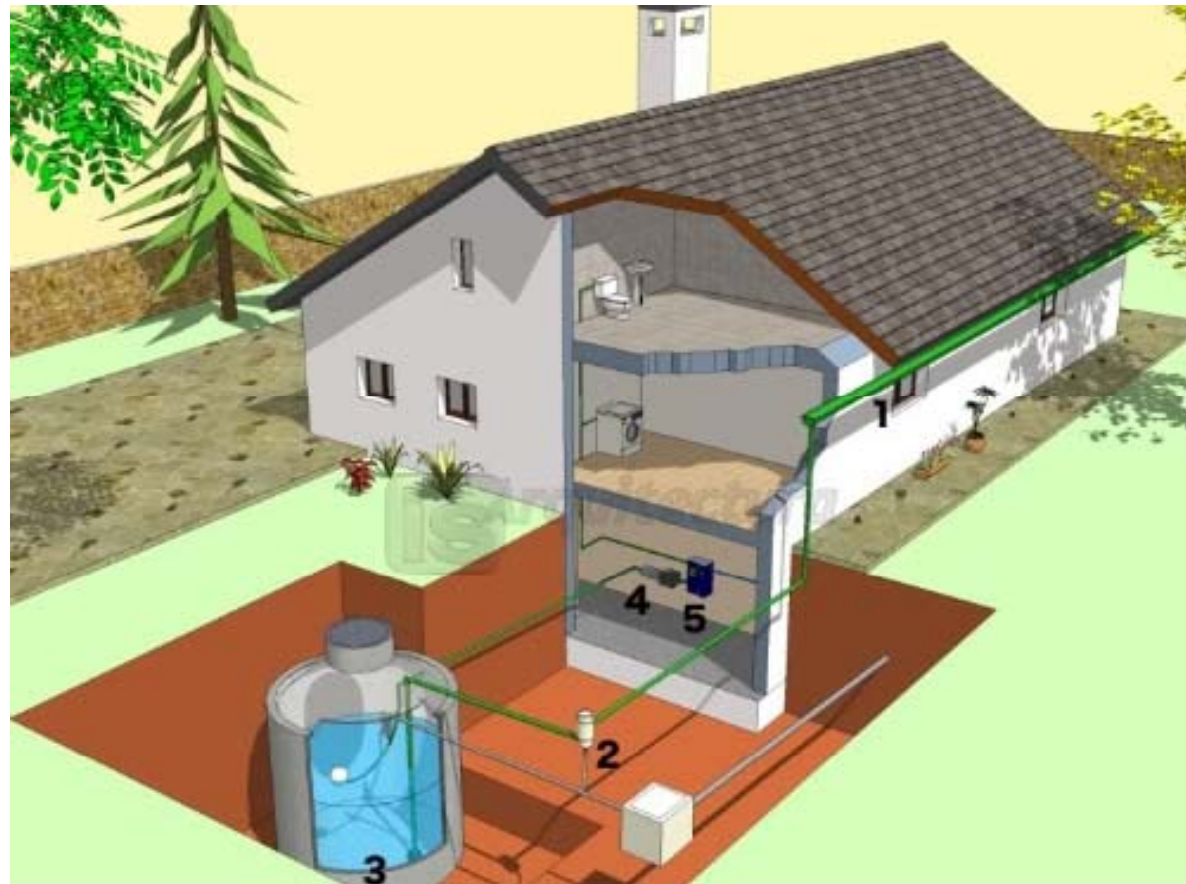


Instalación tipo

En estas instalaciones realizadas para el aprovechamiento del agua de lluvia, la calidad debe tener una consideración especial.

Se debe evitar el paso al depósito o aljibe de polvo, arenas, hojas, insectos y cualquier otro tipo de contaminante y debe efectuarse una desinfección de las aguas captadas cuando se destinen a consumo humano.

Un esquema tipo de instalación es el que se muestra en la figura:



- 1) La captación del agua de lluvia se realiza desde la cubierta, recogién dose en el canalón, el cual deberá disponer de rejillas adecuadas para evitar que hojas y demás partículas pasen a las bajantes.
- 2) Un filtro que elimine partículas de mayor tamaño para así evitar que éstas se depositen en el aljibe. Debe disponer de tapa de registro para su limpieza periódica y estar conectado a la red de desagüe.
- 3) Depósito o aljibe para almacenar el agua ya filtrada. Dependiendo de los requerimientos será de un material u otro.

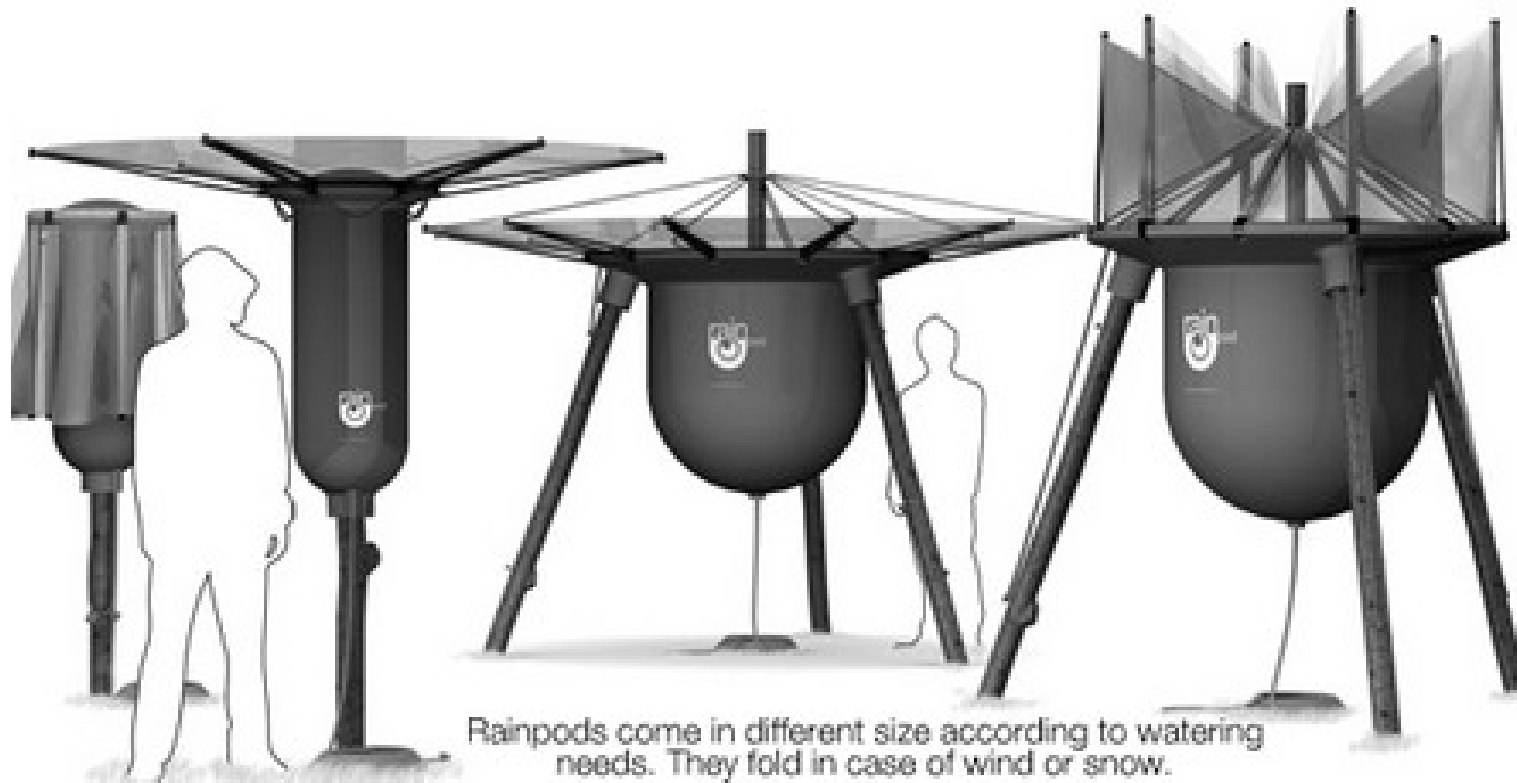
Existen modelos compactos que ya incorporan el filtro.

Otros elementos importantes del sistema de captación de agua de lluvia son los sensores de nivel.

- 4) Bomba de impulsión para la distribución del agua por la vivienda, hecha con materiales adecuados para el agua de lluvia, silenciosa y de alta eficiencia.
- 5) Sistema de gestión y control. Este aparato es imprescindible cuando tenemos dos tipos de agua. Nos dará información de la reserva de agua de lluvia existente en el depósito y conmutará con el agua de la red cuando sea necesario.

EJEMPLO

DIFERENTES MODELOS DE ALJIBE

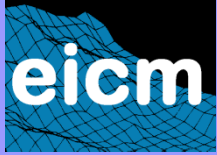


EJEMPLO

SALÓN CON ALJIBE INCORPORADO

Paul Morgan Architects





Capítulo 2. CAPTACIÓN DE AGUAS

Tema 2. Captación de aguas superficiales



CAPTACIÓN EN ARROYOS, RÍOS Y CANALES

Las captaciones se realizarán por medio de obras de toma en el cauce o en las márgenes de las corrientes de agua, previo estudio hidrológico que justifique los caudales utilizables en el río o el arroyo.

El estudio hidrológico debe ser completo, comprendiendo la pluviometría, realización de aforos, coeficientes de escorrentía, regulación del río, garantías y cualquier otro estudio que fuera necesario.

Se realizará un estudio completo de las captaciones, de forma que se garantice su explotación en lo que se refiere a máximas avenidas, máximo estiaje, erosión, sedimentación, atarquinamientos, entrada de cuerpos extraños, facilidad de explotación y limpieza, garantía de acceso, desagüe, garantía de suministro de energía eléctrica, etc.

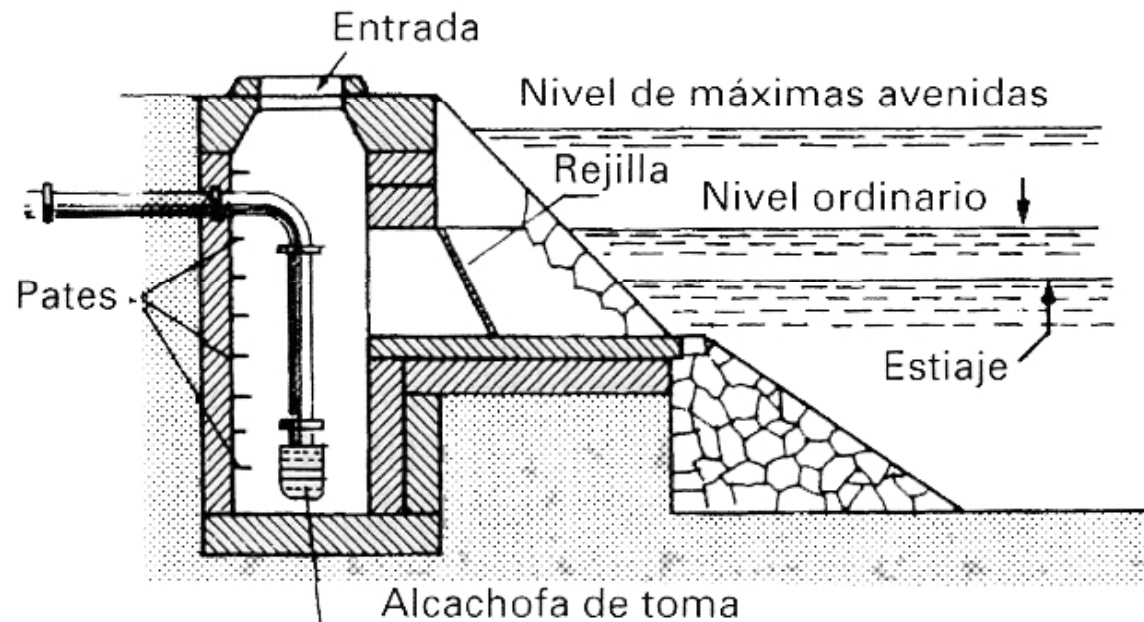
En caso de tomas directas de canales, en los que se prevean interrupciones en el suministro para la conservación de los mismos, se tendrán en cuenta los posibles cortes por limpieza.

Toma directa

Si el nivel de la corriente es apreciable, basta con hacer un pozo en el margen, dándole entrada por encima del nivel de máximas avenidas, bien mediante una simple tapa, bien por una caseta debidamente protegida por un terraplén periférico.

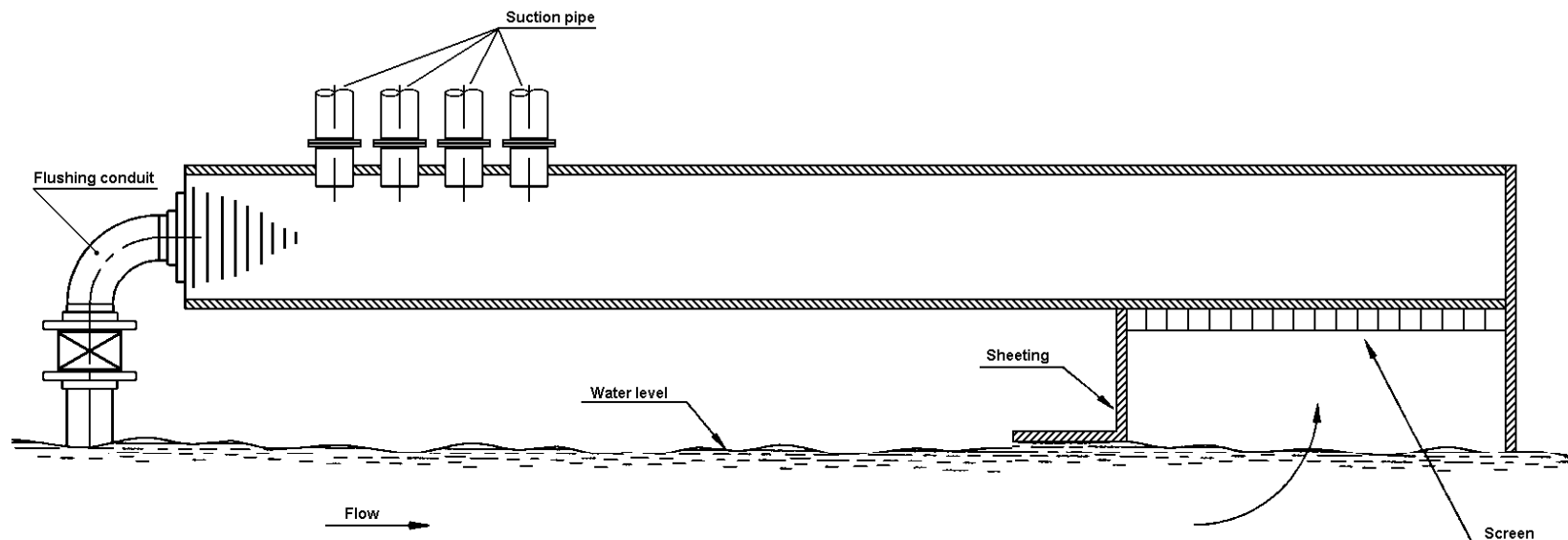
Es necesario situar una rejilla en el canal o galería de enlace con el río, con el fin de evitar la entrada de cuerpos flotantes.

En el pozo puede ir el tubo de toma con su alcachofa, o el de salida a la conducción por gravedad con llave de paso para el aislamiento en caso necesario.



Una toma directa de agua de un río, debe integrar:

- La abertura de un canal hasta la toma de agua en el río
- Una rejilla (separación libre entre barras de 5 a 10 cm),
- Un tramo de conducción
- Obras de protección y acondicionamiento de la infraestructura en contacto con el río, garantizando la toma en un punto adecuado.



EJEMPLO

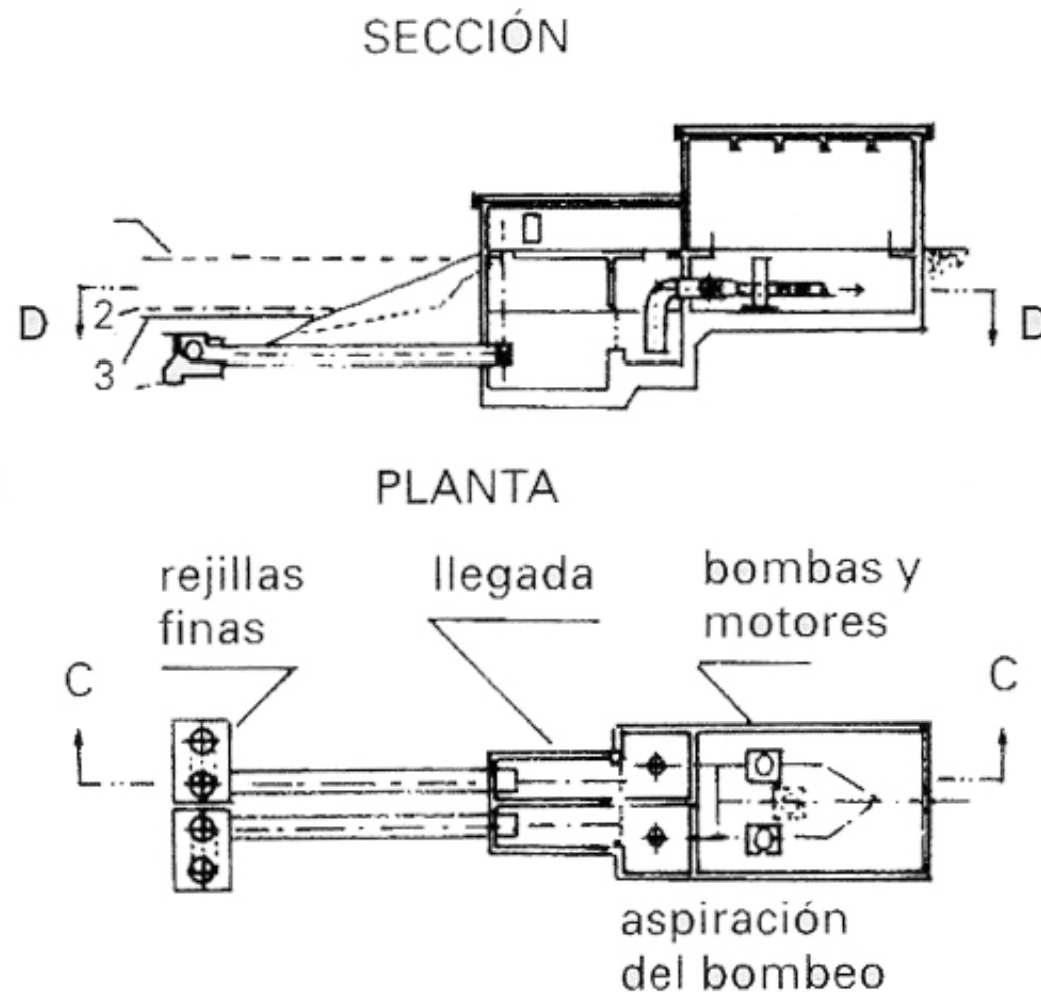
TOMA DIRECTA



Toma sumergida

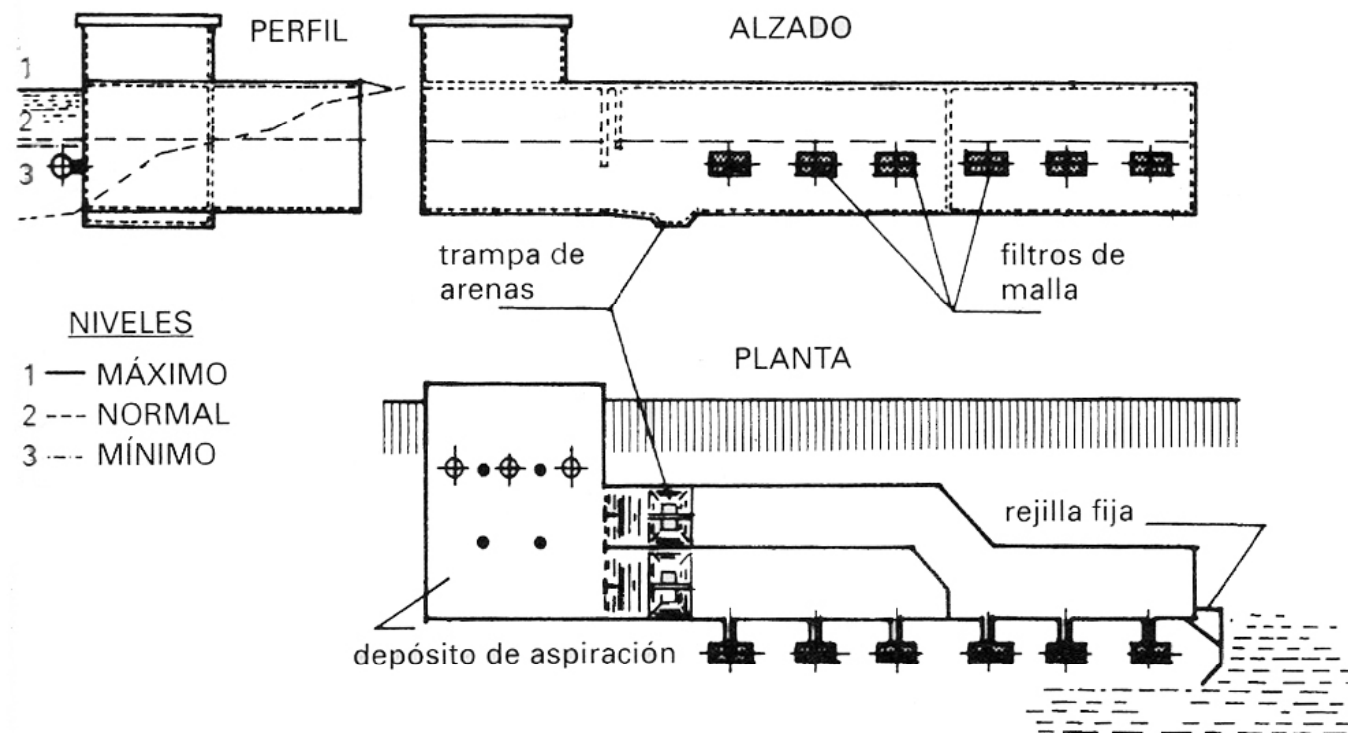
En lugar del canal de toma puede adaptarse un sistema constituido por tuberías sumergidas en el fondo del río, protegidas en su entrada por rejillas y dotadas de equipos de descolmatado con aire a presión.

Niveles
1 máximo
2 normal
3 mínimo

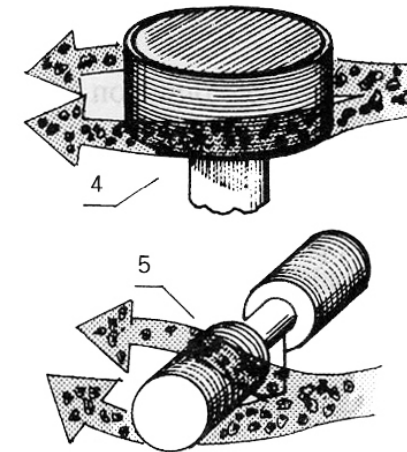
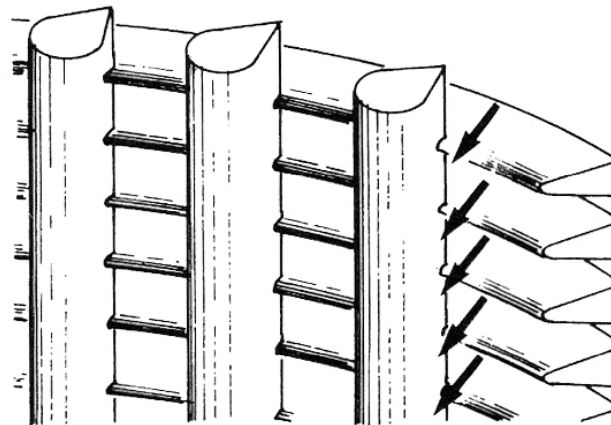
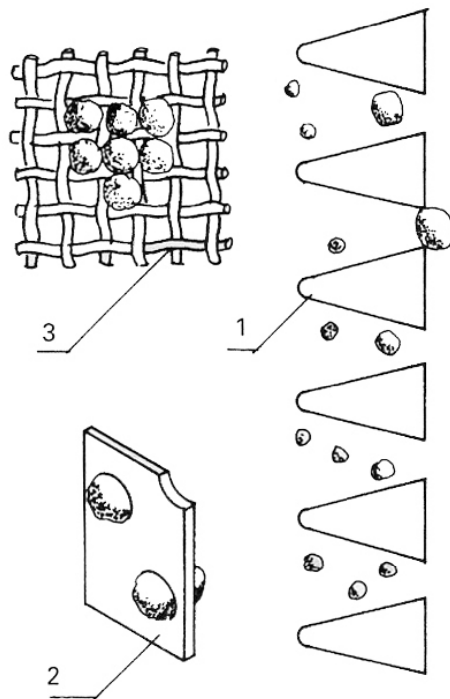


Toma con filtro de malla

Igualmente pueden utilizarse filtros de malla en la toma, dimensionados para que la velocidad del agua a la entrada sea de $< 0,1 \text{ m/s}$ y autolimpiables por la corriente del agua.

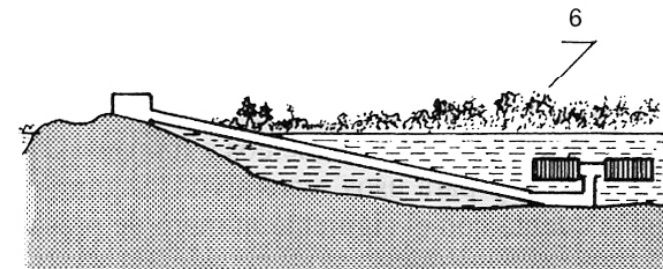


Los filtros de malla son cilíndricos, con separaciones uniformes que por la limitación de velocidad del agua de entrada garantizan la protección de la fauna piscícola y pequeñas pérdidas de carga.



FORMAS DE COLMATADO

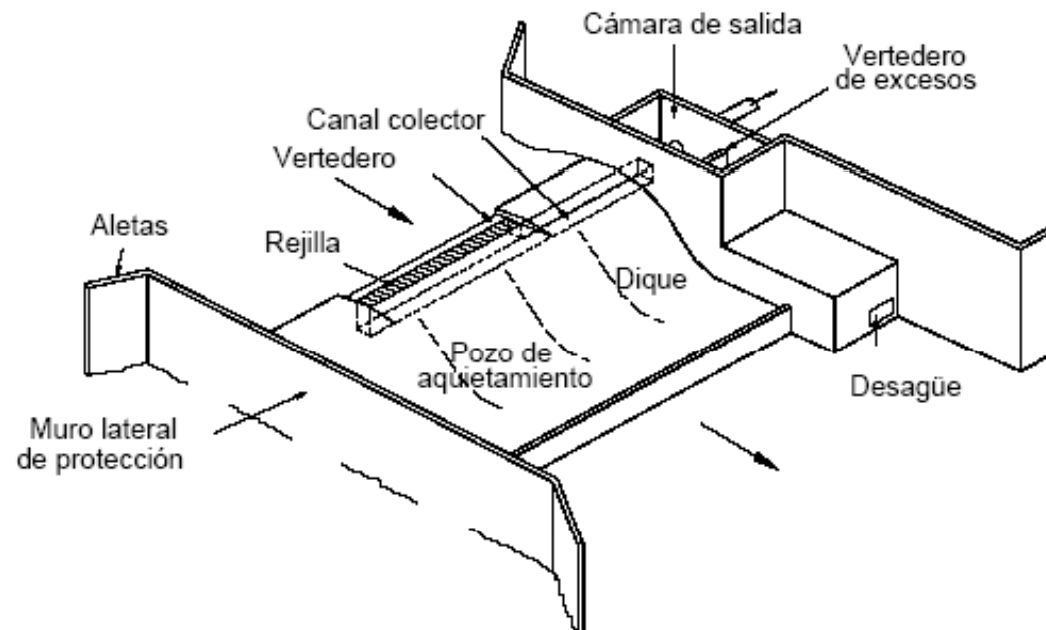
1. Malla tipo Johnson en forma de V.
2. Chapa perforada.
3. Tela metálica.
- 4 y 5. Líneas de corriente alrededor del filtro de malla Johnson.
6. Esquema de toma.



Toma con obras transversales al río

1) Toma con rejas → Son recomendables para zonas montañosas, cuando se cuenta con buena cimentación y en el caso de grandes variaciones de caudal en pequeños cursos de agua.

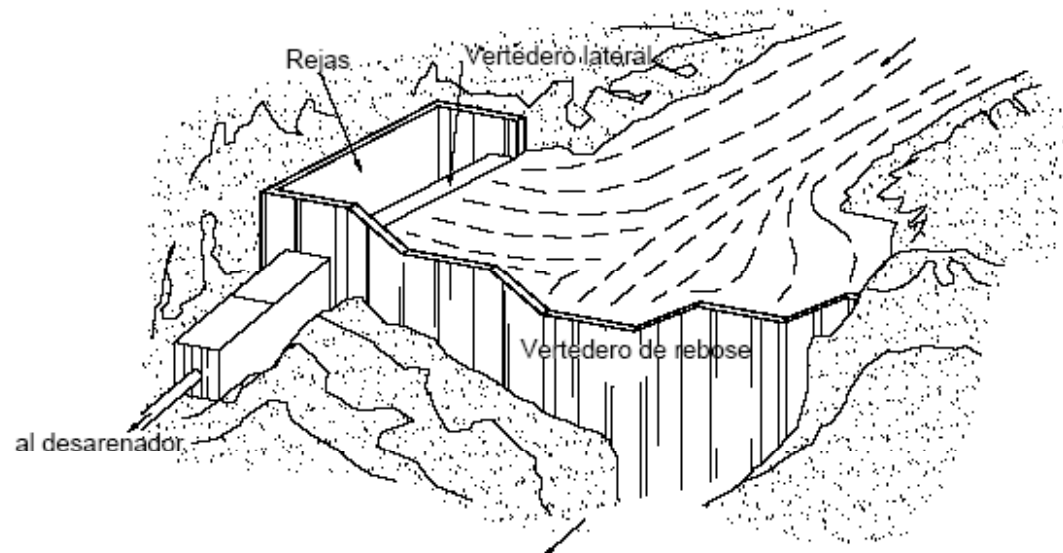
Consisten en un pequeño muro transversal a la corriente, con reja superior de captación que permita el ingreso de las aguas y limite la entrada de los materiales sólidos.



2) Toma lateral con presa de derivación → Son recomendables, por economía, en el caso de cursos de agua angostos y cuando se presenten épocas de estiaje prolongadas.

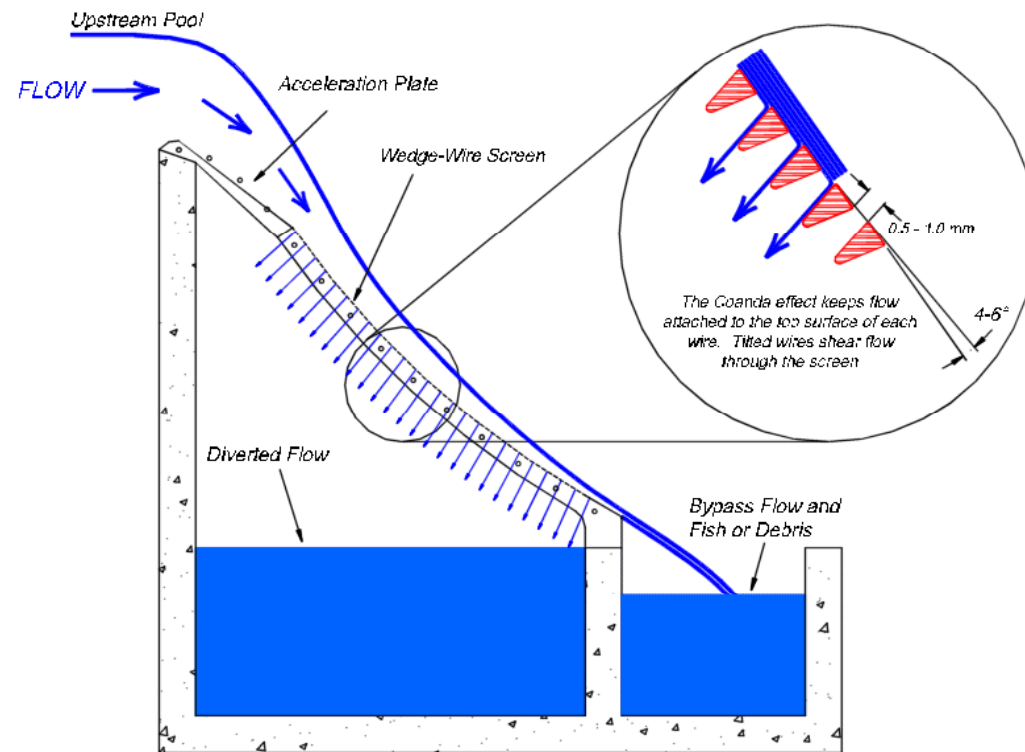
La presa tiene la finalidad de elevar la cota de agua de modo que ésta alcance una altura adecuada y constante sobre la boca de captación, que se dispondrá lateralmente.

Aguas debajo de la presa se dispondrán elementos disipadores de energía que eviten las posibles erosiones en el cauce.



EJEMPLO

TOMA TRANSVERSAL TIPO COANDA



Features and Typical Arrangement of a Coanda-Effect Screen

EJEMPLO

TOMA TRANSVERSAL TIPO COANDA

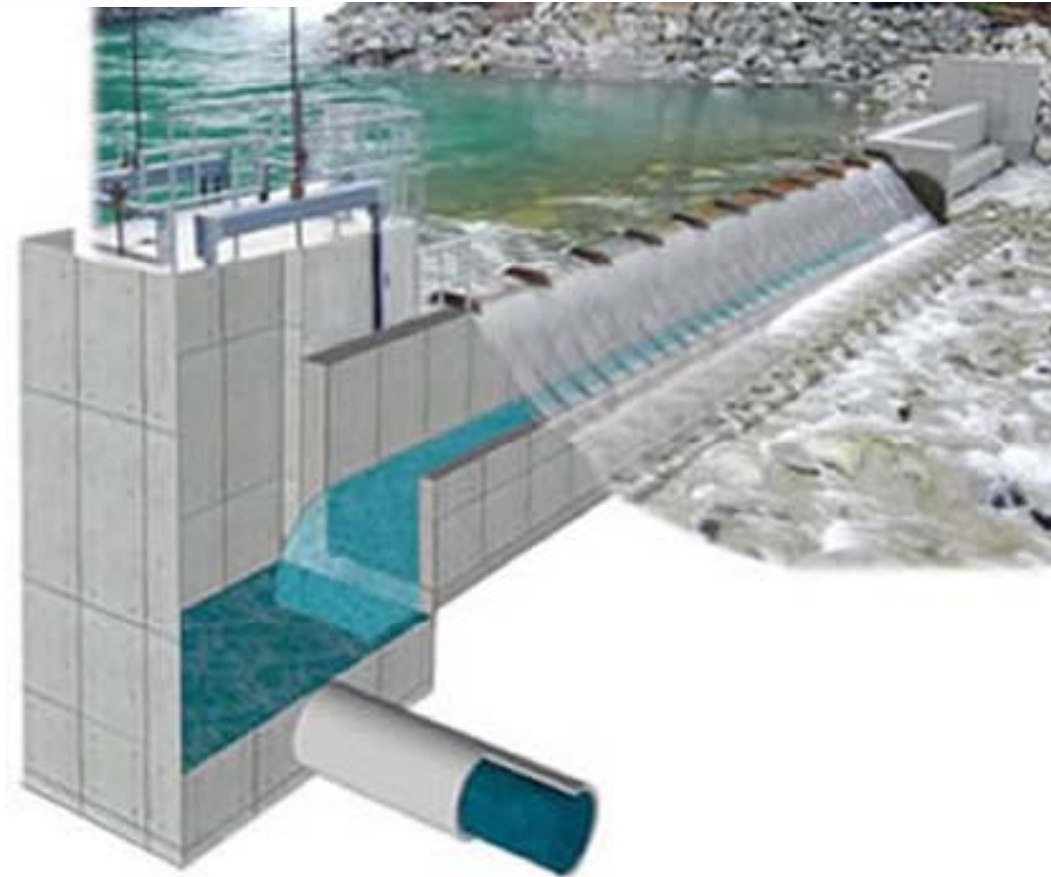
Brandywine Creek (Canada)

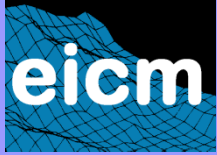


EJEMPLO

TOMA TRANSVERSAL TIPO COANDA

Brandywine Creek (Canada)





Capítulo 2. CAPTACIÓN DE AGUAS

Tema 2. Captación de aguas superficiales



CAPTACIONES EN LAGOS Y EMBALSES

La toma de aguas en lagos o embalses se realizará mediante el establecimiento de torres de toma o mediante tuberías, a más o menos profundidad, unidas directamente a la impulsión.

Con el fin de realizar la captación con las mayores garantías conviene hacer la toma a suficiente profundidad y lejanía de la orilla o, en su caso, tomar las medidas necesarias para garantizar la calidad del agua a utilizar.

El primer concepto que debe considerarse es el de la garantía, es decir, hay que conocer el agua que se necesita y de la que se dispone, tanto en calidad como en cantidad.

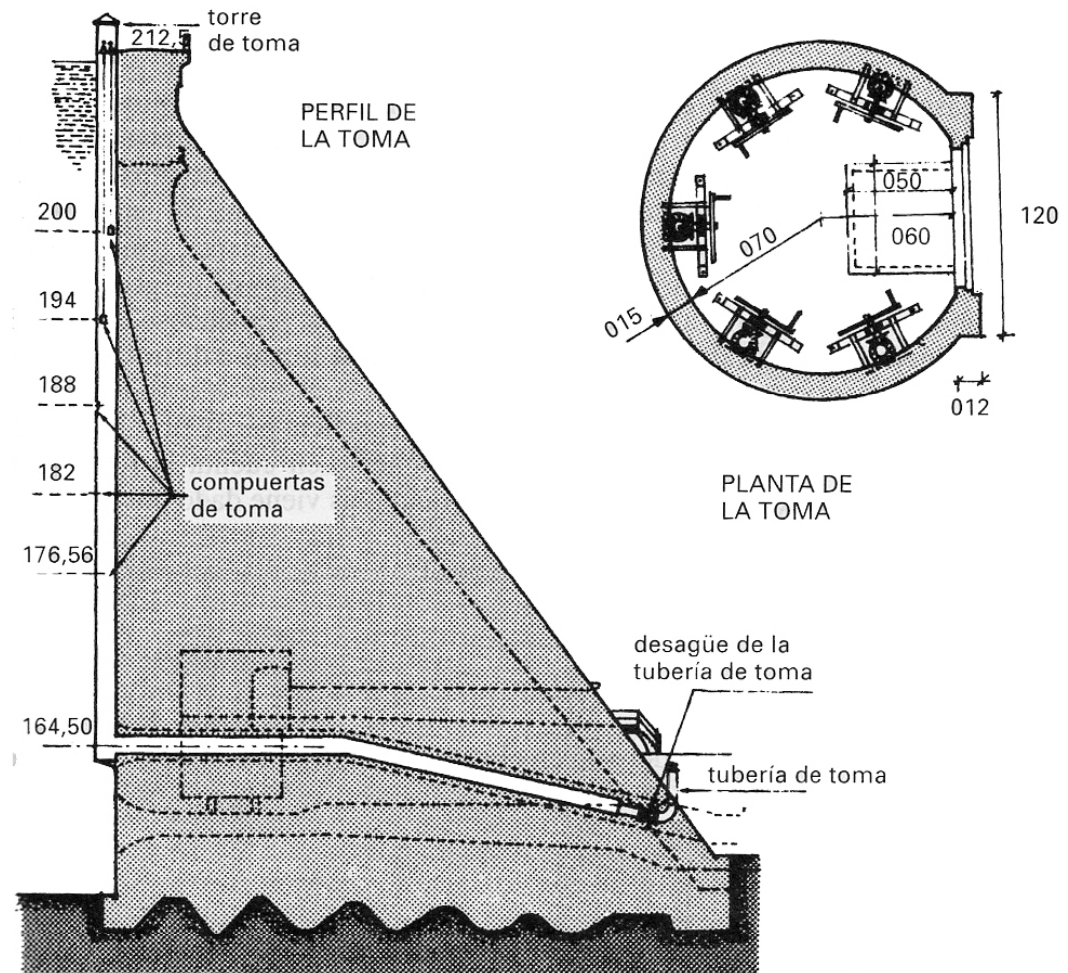
En el caso de los embalses de abastecimiento, el número y capacidad de las tomas de agua dependen esencialmente del volumen embalsado, de la profundidad del embalse y de los caudales a servir.

En caso de que la toma fuese única, sería forzoso colocarla a la máxima profundidad útil de la presa, pero es evidente la conveniencia de multiplicar las tomas y disponer estas a diferentes alturas.

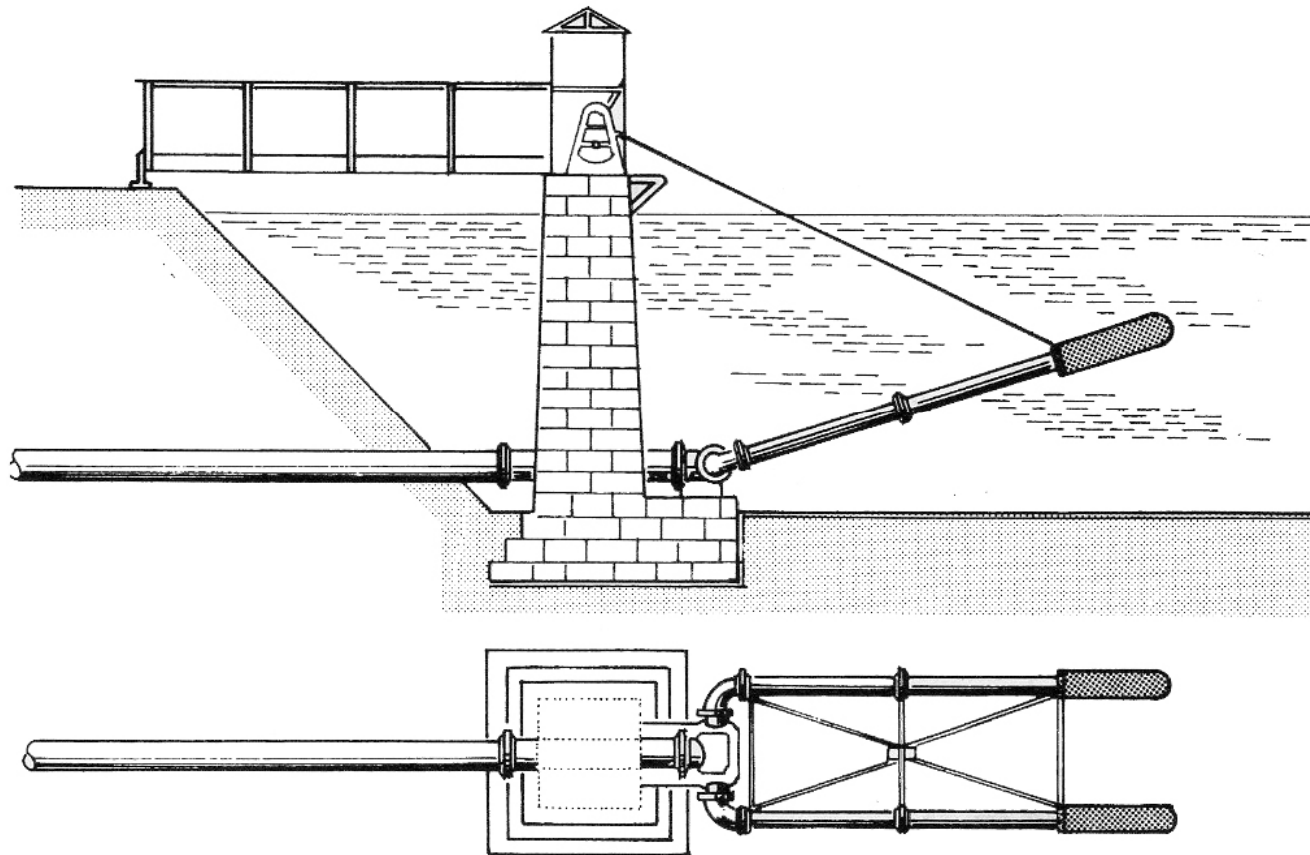
En este caso la solución óptima es que las tomas sean varias en vertical y, al menos, pareadas en horizontal.

Se establecen dispositivos para variar a voluntad el nivel de toma del agua, con lo que puede conseguirse, dentro de ciertos límites, seleccionar las características del agua tomada.

El punto de ubicación deberá tener en cuenta el movimiento de las aguas por la dirección de los vientos, el arrastre de la contaminación y los posibles problemas de contaminación salina.



También se pueden emplear dispositivos que, en función del nivel existente en el punto de toma, regulen la cantidad de agua que se extrae como, por ejemplo, las torres de toma con plumas móviles (ver figura):

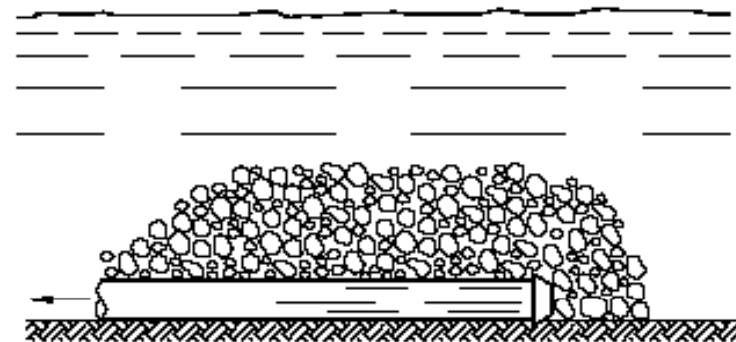
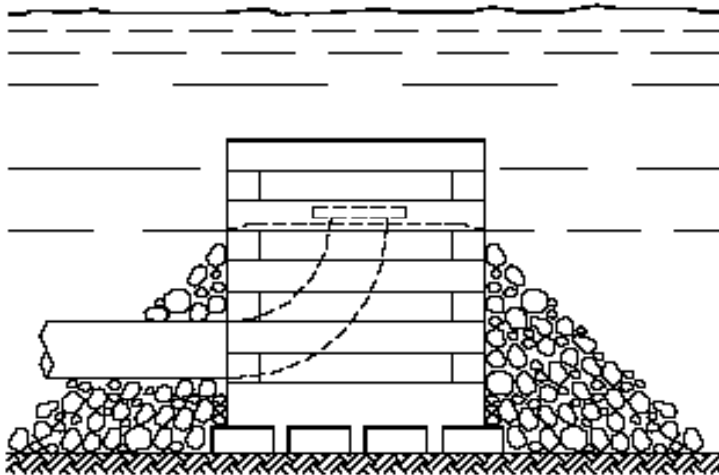


Tomas directas sumergidas en el fondo

Para embalses, lagos, ríos de llanura no navegables y relativamente libres de material de arrastre durante todo el año, o bien ríos con navegación pero que por sus características posibiliten la instalación la toma

En cualquier caso, se debe asegurar un calado que garantice la sumergencia permanente de la captación.

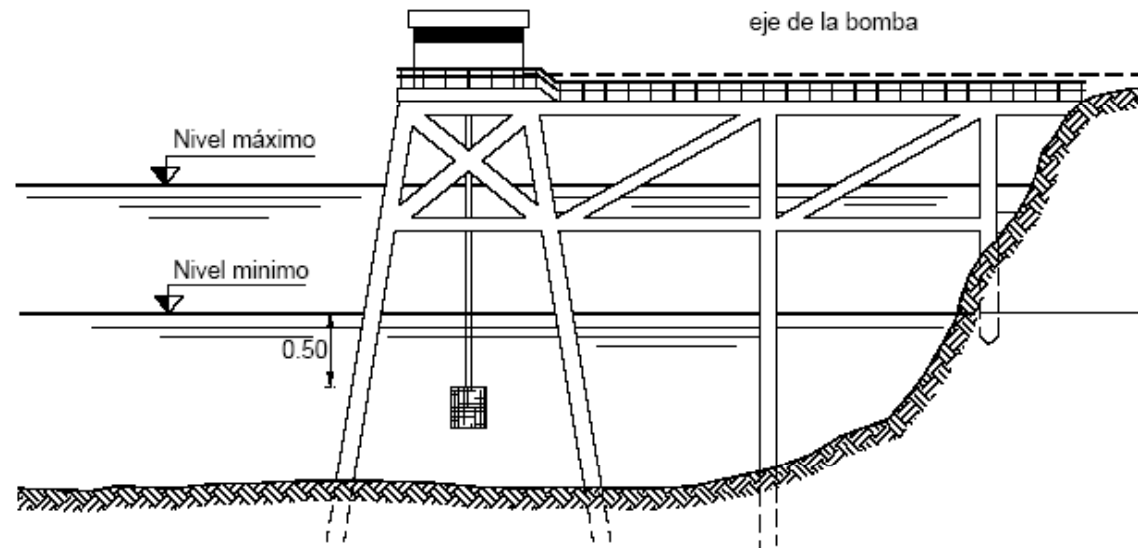
La velocidad de aproximación del agua a la boca de toma debe ser inferior a 0,15 m/s para no atraer sólidos y peces.



Plataformas fijas

1) Muelle de toma → Para el caso de existir fuertes variaciones de nivel, especialmente si son aprovechables obras ya existentes tales como muelles, puentes, etc. En caso de no existir, pueden construirse muelles de toma.

Consiste en una estructura que, apoyada en el fondo, sirve de soporte a la conducción de toma hasta la orilla, que puede actuar como tubería de aspiración o impulsión, dependiendo de si las bombas son sumergibles o no.



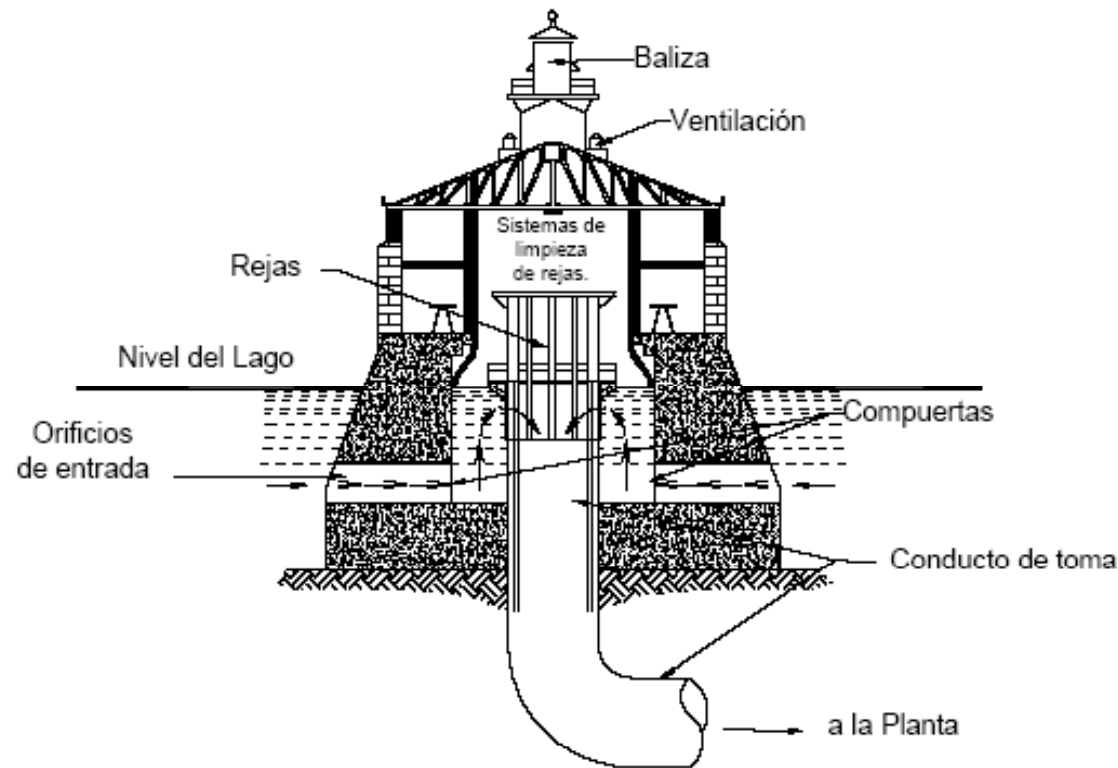
EJEMPLO

MUELLE DE TOMA

Barranqueras (Argentina)



2) Torre de toma → Para sistemas de abastecimiento de envergadura que capten agua en ríos importantes, lagos o embalses, en los cuales se busque obtener una mejor calidad de agua alejando la toma de la orilla.



En general están constituidas por una estructura elevada y cerrada apoyada en el lecho del río, en las que el agua ingresa para ser derivada a la cañería de aducción, aún en época de aguas bajas.

Los orificios (que pueden disponerse a diferentes niveles) deben contar con rejas, compuertas y dispositivos de limpieza y accionamiento.

EJEMPLO

TORRE DE TOMA

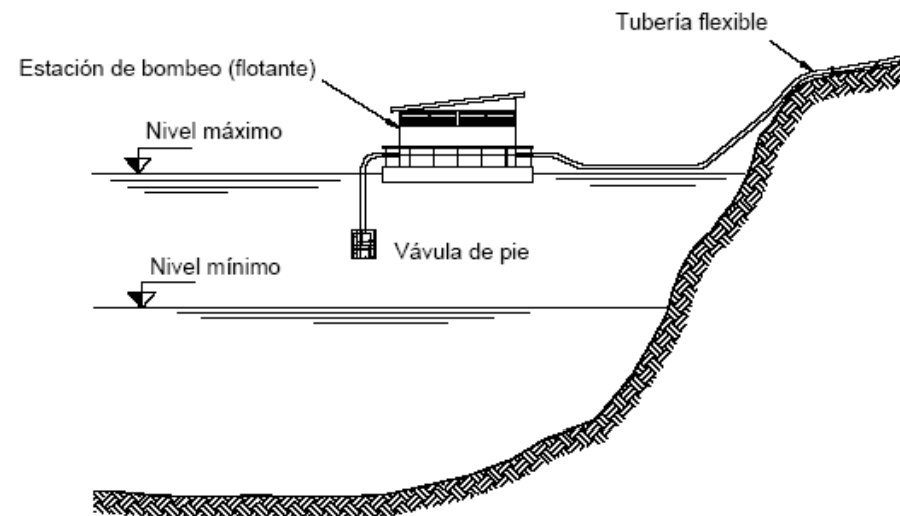
Embalse Fco. Abellán (La Peza, Granada)



Plataformas flotantes

Esta alternativa permite ejecutar la toma cuando se presentan dificultades como:

- 1) Existencia de grandes fluctuaciones de nivel
- 2) Calidades de agua muy diferentes según el nivel, requiriéndose poder seleccionar la profundidad de captación (por ejemplo, en crecidas)
- 3) Márgenes y/o fondo que no permitan garantizar la seguridad estructural de la obra civil a un coste razonable



EJEMPLO

TOMA FLOTANTE

Canal Colonizador (El Chaco, Argentina)



EJEMPLO

PLATAFORMA FLOTANTE

Río Dulce (Santiago del Estero, Argentina)





Capítulo 2. CAPTACIÓN DE AGUAS

Tema 2. Captación de aguas superficiales



BIBLIOGRAFÍA

HERNÁNDEZ MUÑOZ, A. *Abastecimiento y distribución de aguas*. 4ª ed. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2000. 914 p. Colección Señor nº 6. ISBN: 84-380-0165-3

REVERTE, I. *La provincia de Murcia*. Murcia: Nogué, 1974.

WAHL, T. *Design guidance for Coanda - effect screeners*. Denver (USA): United States Bureau of Reclamation, 2003.



Capítulo 2. CAPTACIÓN DE AGUAS

Tema 2. Captación de aguas superficiales



REFERENCIA DE IMÁGENES

DIAPOSITIVA PORTADA

“Lake Mead and the Nevada-side intake tower” [Imagen tomada de] *Picasa* [en línea]. 15 de septiembre de 2007. Disponible en: <<http://picasaweb.google.com/lh/photo/JK-qtu33z5gSA4939rRjSA>>. [Consulta: 24 de mayo de 2011]

DIAPOSITIVA página 2

“Vista del embalse del Taibilla” © Francisco Javier Pérez de la Cruz

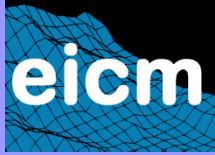
DIAPOSITIVA página 4

“Schéma de fonctionnement d'un chultun et vue en coupe ” [Imagen tomada de] “Chultun”. *Wikipedia, the free encyclopedia* [en línea]. 26 de abril de 2011. Disponible en: <<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f9/ChultunYucatanSchema.jpg>>. [Consulta: 24 de mayo de 2011]

“Chultún interior in Nakbé” [Imagen tomada de] “Maya Architecture”. *Authentic Maya* [en línea]. Disponible en: <<http://www.authenticmaya.com/images/Nakbe%20chultun%20interior.jpg>>. [Consulta: 24 de mayo de 2011]

DIAPOSITIVA página 5

[Imagen tomada de] “Murcia y el agua. Historia de una pasión. Capítulo nº 4: el agua de lluvia”. *La verdad* [en línea]. Disponible en: <http://servicios.laverdad.es/murcia_agua/iconcap4.jpg>. [Consulta: 24 de mayo de 2011]



Capítulo 2. CAPTACIÓN DE AGUAS

Tema 2. Captación de aguas superficiales



DIAPPOSITIVA página 6

“Room 1, atrium and impluvium” [Imagen tomada de] “Casa delle Nozze d’Argento”. *Pompeii in pictures* [en línea]. Diciembre de 2007. Disponible en:

<http://www.pompeiiinpictures.com/pompeiiinpictures/R5/5%2002%20i%20p1_files/image006.jpg >.

[Consulta: 24 de mayo de 2011]

DIAPPOSITIVA página 7

[Imagen tomada de] *El diccionario de Astérix* [en línea]. 17 de febrero de 2010. Disponible en:

<http://1.bp.blogspot.com/_ITY0Lp9h6Qc/TA3klpsj9eI/AAAAAAATME/faryL8ZO1Uc/s1600/impluvium.jpg>

[Consulta: 24 de mayo de 2011]

DIAPPOSITIVA página 9

[Imagen tomada de] TESÓN BRAVO, F. “Cáceres sin HDR” [Blog] *Canonistas* [en línea]. 21 de marzo de 2009. Disponible en:

<http://www.canonistas.com/galerias/data/1806/20090312_10283020090312_35_copia_1280x768_.jpg >.

[Consulta: 24 de mayo de 2011]

DIAPPOSITIVA página 11

“Estación automática de control de una surgencia natural de las aguas subterráneas: manantial del Tempul (Jerez de la Frontera, Cádiz)” [Imagen tomada de] *Libro de las aguas subterráneas* [en línea]. Disponible en:

<http://www.igme.es/Internet/divulgacion_didactica/libro_aguas_sub/PAGINAS%20HTML%20FINAL%20E SPA%C3%91OL/pagina88/pagina88_archivos/imagen1.jpg >. [Consulta: 24 de mayo de 2011]



Capítulo 2. CAPTACIÓN DE AGUAS

Tema 2. Captación de aguas superficiales



DIAPOSITIVA página 12

[Imagen tomada de] “Ruta Revenga - Pinar de la Acebeda” [Blog] *Rutas realizadas* [en línea]. 14 de marzo de 2011. Disponible en: <https://lh3.googleusercontent.com/-5PSV_tqGbQc/TYJy40-B0MI/AAAAAAAAAC2U/EOkuASmnQgk/s1600/DSC09682.jpg>. [Consulta: 24 de mayo de 2011]

DIAPOSITIVA página 13

“Obras de construcción del Pontón de la Oliva (hacia 1855)” [Imagen tomada de] “Chimeneas de hadas por el Pontón de la Oliva” [Blog] *Trayectorias geodésicas* [en línea]. 28 de abril de 2010. Disponible en: <http://4.bp.blogspot.com/_spYEU6I02I0/TBfyr7WPNKI/AAAAAAAAAOQ/fvAup5oWMr0/s1600/pont%C3%B3n+de+la+oliva+construccion.jpg>. [Consulta: 24 de mayo de 2011]

DIAPOSITIVA página 15

[Imagen tomada de] “Murcia y el agua. Historia de una pasión. Capítulo nº 8: ingenios hidráulicos”. *La verdad* [en línea]. Disponible en: <http://servicios.laverdad.es/murcia_agua/infog12.jpg>. [Consulta: 24 de mayo de 2011]

DIAPOSITIVA página 16

[Imagen tomada de] “Murcia y el agua. Historia de una pasión. Capítulo nº 8: ingenios hidráulicos”. *La verdad* [en línea]. Disponible en: <http://servicios.laverdad.es/murcia_agua/fo3cp8.jpg>. [Consulta: 24 de mayo de 2011]

DIAPOSITIVA página 17

“Noria grande de Abaran 2” [Imagen tomada de] “Abarán”. *Wikipedia, la enciclopedia libre* [en línea]. 8 de mayo de 2011. Disponible en: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0e/Noria_grande_de_Abaran_2.jpg>. [Consulta: 25 de mayo de 2011]



Capítulo 2. CAPTACIÓN DE AGUAS

Tema 2. Captación de aguas superficiales



DIAPPOSITIVA página 19

“Aljibe veneciano” [Imagen tomada de] LEONARDO FRANCO, F. “Acueductos y alcantarillados. Captaciones de agua superficiales”. *Universidad Nacional de Colombia. Sede Manizales* [en línea].

Disponible en:

<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4080004/contenido/Capitulo_5/Imagenes/aljibe_veneciano.jpg>. [Consulta: 25 de mayo de 2011]

DIAPPOSITIVA página 20

“Aljibe de filtro superior” [Imagen tomada de] LEONARDO FRANCO, F. “Acueductos y alcantarillados. Captaciones de agua superficiales”. *Universidad Nacional de Colombia. Sede Manizales* [en línea].

Disponible en:

<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4080004/contenido/Capitulo_5/Imagenes/Aljibe_filtro_superior.jpg>. [Consulta: 25 de mayo de 2011]

DIAPPOSITIVA página 21

“Aljibe americano” [Imagen tomada de] LEONARDO FRANCO, F. “Acueductos y alcantarillados. Captaciones de agua superficiales”. *Universidad Nacional de Colombia. Sede Manizales* [en línea].

Disponible en:

<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4080004/contenido/Capitulo_5/Imagenes/aljibe_americano.jpg>. [Consulta: 25 de mayo de 2011]

DIAPPOSITIVA página 22

“Aljibe doble con filtro intermedio tipo denominado alemán”. En: HERNÁNDEZ MUÑOZ, A. *Abastecimiento y distribución de aguas*. 4ª ed. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2000. 914 p. Colección Señor nº 6. ISBN: 84-380-0165-3. Página 276

DIAPPOSITIVA página 23

“Superficie de recogida para aljibes”. En: HERNÁNDEZ MUÑOZ, A. *Abastecimiento y distribución de aguas*. 4ª ed. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2000. 914 p. Colección Señor nº 6. ISBN: 84-380-0165-3. Página 277

DIAPPOSITIVA página 24

[Imagen tomada de] “Murcia y el agua. Historia de una pasión. Capítulo nº 4: el agua de lluvia”. *La verdad* [en línea]. Disponible en: <http://servicios.laverdad.es/murcia_agua/icon4cap4.jpg>. [Consulta: 25 de mayo de 2011]

DIAPPOSITIVA página 25

REVERTE, I. *La provincia de Murcia*. Murcia: Nogué, 1974.

DIAPPOSITIVA página 26

“Aljibe en La Aljorra” © Francisco Javier Pérez de la Cruz

DIAPPOSITIVA página 27

“Aljibe en El Gorguel” © Francisco Javier Pérez de la Cruz

DIAPPOSITIVA página 28

“Diferentes partes del aljibe del Gorguel” © Francisco Javier Pérez de la Cruz



Capítulo 2. CAPTACIÓN DE AGUAS

Tema 2. Captación de aguas superficiales



DIAPPOSITIVA página 29

“Descripción de los elementos para una instalación de recogida de agua de lluvia” [Imagen tomada de] “Recolección de aguas pluviales” [Blog] *jazmin-architect* [en línea]. 5 de diciembre de 2010. Disponible en: <http://i126.photobucket.com/albums/p115/fergofer00/is-arquitectura/recogida-agua-lluvia_p.jpg>. [Consulta: 25 de mayo de 2011]

DIAPPOSITIVA página 31

[Imagen tomada de] ALTER, L. “Rainpod kicks butt”. *Treehugger. A discovery company* [en línea]. 4 de agosto de 2008. Disponible en: <http://www.treehugger.com/2008-04-08_130555-Treehugger-rainpod-open-closed.jpg>. [Consulta: 25 de mayo de 2011]

DIAPPOSITIVA página 32

[Imagen tomada de] “Aljibes dentro de casa” [Blog] *Ison21. Ingeniería y sostenibilidad para el siglo XXI* [en línea]. 12 de febrero de 2008. Disponible en: <http://www.ison21.es/wp-content/uploads/2008/02/aljibe_interior.jpg>. [Consulta: 25 de mayo de 2011]

DIAPPOSITIVA página 34

“Toma directa sencilla de río normal”. En: HERNÁNDEZ MUÑOZ, A. *Abastecimiento y distribución de aguas*. 4ª ed. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2000. 914 p. Colección Señor nº 6. ISBN: 84-380-0165-3. Página 280

DIAPPOSITIVA página 35

“Intake at top of river” [Imagen tomada de] “The importance of Feed Water Quality & Seawater Wells”. *HOH Reverse Osmosis Seawater Desalination* [en línea]. Disponible en: <http://www.hohusa.net/GAX_folder/9IntakeAtTopOfRiver-sea.gif>. [Consulta: 25 de mayo de 2011]



Capítulo 2. CAPTACIÓN DE AGUAS

Tema 2. Captación de aguas superficiales



DIAPPOSITIVA página 36

“Obra de toma directa con canal de llamada” [Imagen tomada de] *Obras de toma. Manual de diseño de agua potable, alcantarillado y saneamiento* [en línea]. Octubre de 2002. Disponible en: <<http://es.scribd.com/doc/19283450/1-Obras-de-toma>>. [Consulta: 25 de mayo de 2011]

DIAPPOSITIVA página 37

“Toma de aguas con tubería sumergida”. En: HERNÁNDEZ MUÑOZ, A. *Abastecimiento y distribución de aguas*. 4ª ed. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2000. 914 p. Colección Señor nº 6. ISBN: 84-380-0165-3. Página 282

DIAPPOSITIVA página 38

“Toma de agua con filtros de malla”. En: HERNÁNDEZ MUÑOZ, A. *Abastecimiento y distribución de aguas*. 4ª ed. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2000. 914 p. Colección Señor nº 6. ISBN: 84-380-0165-3. Página 283

DIAPPOSITIVA página 39

“Filtros de malla”. En: HERNÁNDEZ MUÑOZ, A. *Abastecimiento y distribución de aguas*. 4ª ed. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2000. 914 p. Colección Señor nº 6. ISBN: 84-380-0165-3. Página 284

DIAPPOSITIVA página 40

[Imagen tomada de] *Fundamentación de normas ENOHSA* [en línea]. Disponible en: http://www.frbb.utn.edu.ar/carreras/materias/ing_sanitaria/ENOHSA%20Fuentes%20y%20captaciones.pdf>. [Consulta: 25 de mayo de 2011]



Capítulo 2. CAPTACIÓN DE AGUAS

Tema 2. Captación de aguas superficiales



DIAPPOSITIVA página 41

[Imagen tomada de] *Fundamentación de normas ENOHSa* [en línea]. Disponible en: http://www.frbb.utn.edu.ar/carreras/materias/ing_sanitaria/ENOHSa%20Fuentes%20y%20captaciones.pdf. [Consulta: 25 de mayo de 2011]

DIAPPOSITIVA página 42

[Imagen tomada de] “Esragan Hydro”. *Inter Hydro Technology* [en línea]. Disponible en: <http://www.interhydrotechnology.com/uploads/media/dsc00084scaled.JPG> >. [Consulta: 25 de mayo de 2011]

“Features and typical arrangement of a Coanda-Effect Screen” [Imagen tomada de] “Coanda Screen”. *Cornelius* [en línea]. Disponible en: <http://www.cornelius.cl/images/figCoanda1.gif> >. [Consulta: 25 de mayo de 2011]

DIAPPOSITIVA página 43

“Coanda Diversion Structure, Brandywine Creek” [Imagen tomada de] “Project Information” *Kwoiek Creek. Hydro* [en línea]. Disponible en: http://www.kwoiekcreekhydro.com/uploads/images/pages_images/coanda.JPG>. [Consulta: 25 de mayo de 2011]

DIAPPOSITIVA página 44

[Imagen tomada de] “Coanda Screen”. *Cornelius* [en línea]. Disponible en: <http://www.cornelius.cl/images/Mockup09.jpg>>. [Consulta: 25 de mayo de 2011]



Capítulo 2. CAPTACIÓN DE AGUAS

Tema 2. Captación de aguas superficiales



DIPOSITIVA página 46

“Perfil de la toma”. En: HERNÁNDEZ MUÑOZ, A. *Abastecimiento y distribución de aguas*. 4ª ed. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2000. 914 p. Colección Señor nº 6. ISBN: 84-380-0165-3. Página 291

DIPOSITIVA página 47

“Toma con pluma móvil”. En: HERNÁNDEZ MUÑOZ, A. *Abastecimiento y distribución de aguas*. 4ª ed. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2000. 914 p. Colección Señor nº 6. ISBN: 84-380-0165-3. Página 294

DIPOSITIVA página 48

[Imagen tomada de] *Fundamentación de normas ENOHSa* [en línea]. Disponible en: http://www.frbb.utn.edu.ar/carreras/materias/ing_sanitaria/ENOHSa%20Fuentes%20y%20captaciones.pdf. [Consulta: 25 de mayo de 2011]

DIPOSITIVA página 49

[Imagen tomada de] *Fundamentación de normas ENOHSa* [en línea]. Disponible en: http://www.frbb.utn.edu.ar/carreras/materias/ing_sanitaria/ENOHSa%20Fuentes%20y%20captaciones.pdf. [Consulta: 25 de mayo de 2011]

DIPOSITIVA página 50

[Imagen tomada de] *Chaco día por día* [en línea]. Disponible en: <http://www.chacodiapordia.com/fotos/25797.jpg>. [Consulta: 25 de mayo de 2011]



Capítulo 2. CAPTACIÓN DE AGUAS

Tema 2. Captación de aguas superficiales



DIAPPOSITIVA página 51

[Imagen tomada de] *Fundamentación de normas ENOHSA* [en línea]. Disponible en: <http://www.frbb.utn.edu.ar/carreras/materias/ing_sanitaria/ENOHSA%20Fuentes%20y%20captaciones.pdf>. [Consulta: 25 de mayo de 2011]

DIAPPOSITIVA página 52

“Embalse de Francisco Abellán” [Imagen tomada de] *Panoramio* [en línea]. Disponible en: <<http://mw2.google.com/mw-panoramio/photos/medium/5460553.jpg>>. [Consulta: 25 de mayo de 2011]

DIAPPOSITIVA página 53

[Imagen tomada de] *Fundamentación de normas ENOHSA* [en línea]. Disponible en: <http://www.frbb.utn.edu.ar/carreras/materias/ing_sanitaria/ENOHSA%20Fuentes%20y%20captaciones.pdf>. [Consulta: 25 de mayo de 2011]

DIAPPOSITIVA página 54

“Toma flotante” [Imagen tomada de] “El manejo de las cuencas hídricas es fundamental para reactivar el sector productivo del Chaco” [Web del gobierno del] *Chaco* [en línea]. Disponible en: <<http://www.chaco.gov.ar/apa/OBRAS/images/toma%20de%20agua%20canal%20colonizador9.jpg>>. [Consulta: 25 de mayo de 2011]

DIAPPOSITIVA página 55

[Imagen tomada de] “El agua superficial”. *Aguas de Santiago* [en línea]. Disponible en: <<http://pruebasldomino.sectorlink.org/aguasdesantiago.com.ar/app/webroot/files/fck/image/Toma%20Flotante%20LQ.jpg>>. [Consulta: 25 de mayo de 2011]