

# **OBRAS HIDRÁULICAS II**

## **QUINTO SEMESTRE**

**MA. GABRIELA ZÚÑIGA RODRÍGUEZ**

# OBRAS ESPECIALES EN CANALES

1.1 INTRODUCCIÓN A OBRAS ESPECIALES

1.2 ACUEDUCTOS

1.3 SIFONES

1.4 ALCANTARILLAS

1.5 DESARENADORES

**1.6 RESERVORIOS**

# DESCRIPCIÓN

Los Reservorios o Estanques son estructuras de almacenamiento de agua destinadas a la acumulación temporal de un cierto volumen de agua, para usarse en un momento distinto al momento de su entrega dentro del esquema de distribución del sistema.



# TIPOS DE RESERVORIOS

Reservorio tipo represa.

Reservorios de excavación.

Reservorios mixtos.

Reservorios tipo australiano.

# RESERVORIOS TIPO REPRESA

- Consisten en una pared de tierra dispuesta en forma transversal al lecho de una quebrada o depresión natural del terreno.
- De esta manera, con un movimiento limitado de material es posible almacenar una buena cantidad de agua.
- Su forma es irregular, funcionan como una fuente de agua independiente y normalmente no forma parte de un sistema mayor.



# RESERVORIOS DE EXCAVACIÓN

- Los Reservorios de excavación se construyen haciendo una fosa en un terreno relativamente plano.
- Su forma es normalmente de pirámide trunca invertida con una profundidad de 1 a 3 metros (varía según diseño)
- Se pueden revestir con polietileno, hormigón simple, hormigón armado o mampostería.



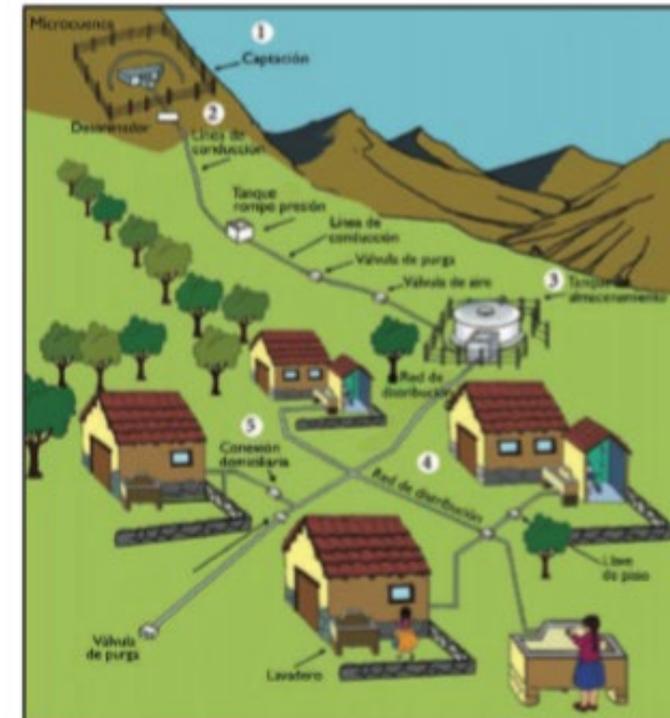
# TIPOS DE RESERVORIOS

- Los **Reservorios Mixtos** se construyen aprovechando el material de excavación para elevar los bordes de la fosa.
- Los **Reservorios tipo Australiano** son reservorios construidos sobre el terreno, elevando paredes de hormigón armado, hormigón ciclópeo o planchas metálicas.



# UBICACIÓN

- La ubicación del reservorio depende del área de influencia, la fuente de agua, la topografía del terreno y el método de distribución de agua.
- Se recomienda construir el **Reservorio** en el punto de mayor cota en relación con el lugar donde se recibe el agua para tener un mayor potencial de área servida, para minimizar el costo de energía en instalaciones de riego presurizado y disminuir las pérdidas por conducción entre la fuente de agua y el estanque.



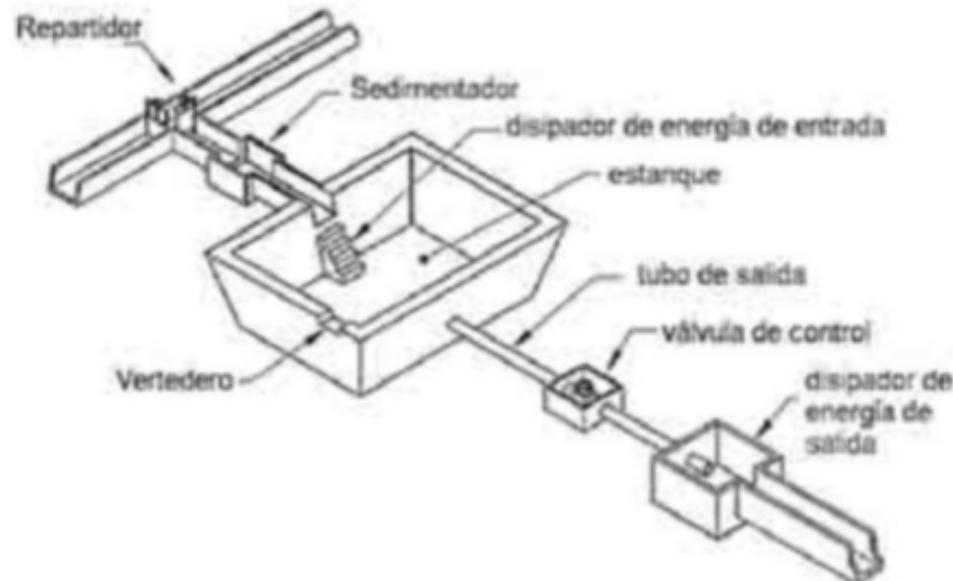
# ELEMENTOS

## 1. Repartidor para el llenado.

- Necesario si el agua llega por un canal de conducción. Mediante un repartidor en el canal se deriva el agua hacia el reservorio.

## 2. Sedimentador.

- Es una estructura donde el agua fluye a menor velocidad, para que el material sólido sedimente en ella y no en el estanque, reduciendo su capacidad de almacenamiento, además ahí la limpieza es más dificultosa.



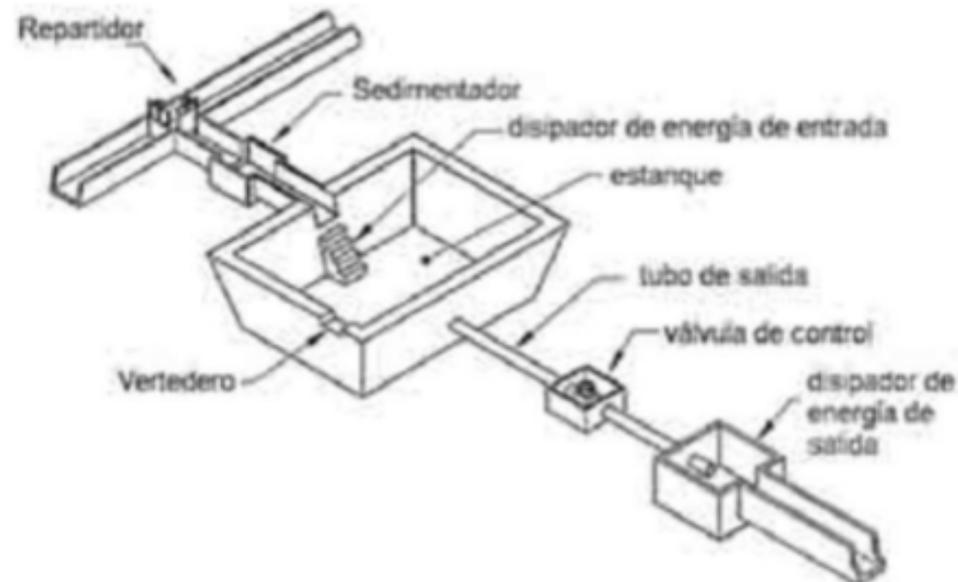
# ELEMENTOS

## 3. Estanque.

- Es la cavidad donde se acumula el agua.

## 4. Disipador de energía de entrada.

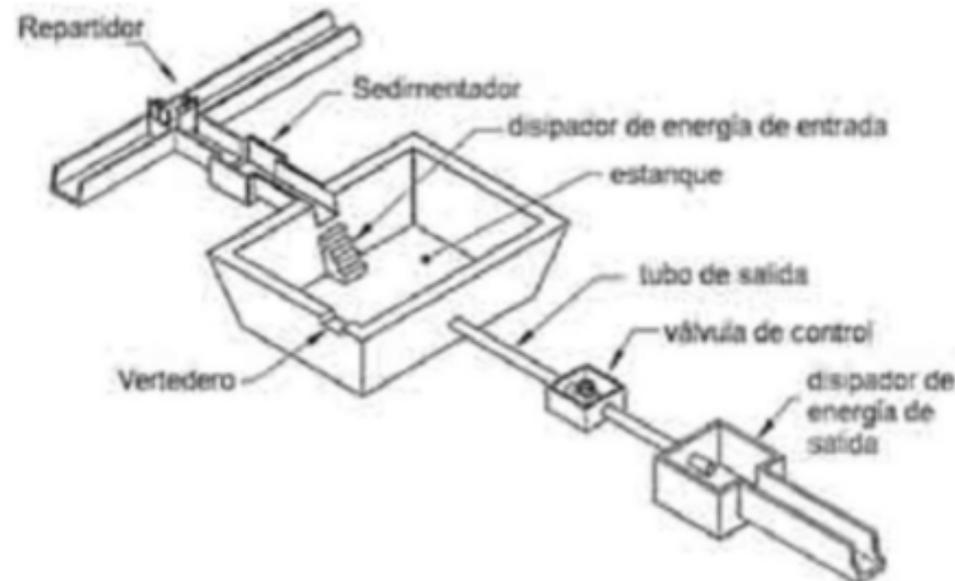
- Al ingresar al estanque, el agua no debe erosionar las paredes del mismo, especialmente cuando éstas no tienen revestimiento.
- Para ello, se suelen construir rápidas o gradas. Qué además sirven para el ingreso del personal de mantenimiento.



# ELEMENTOS

## 5. Tubo de salida.

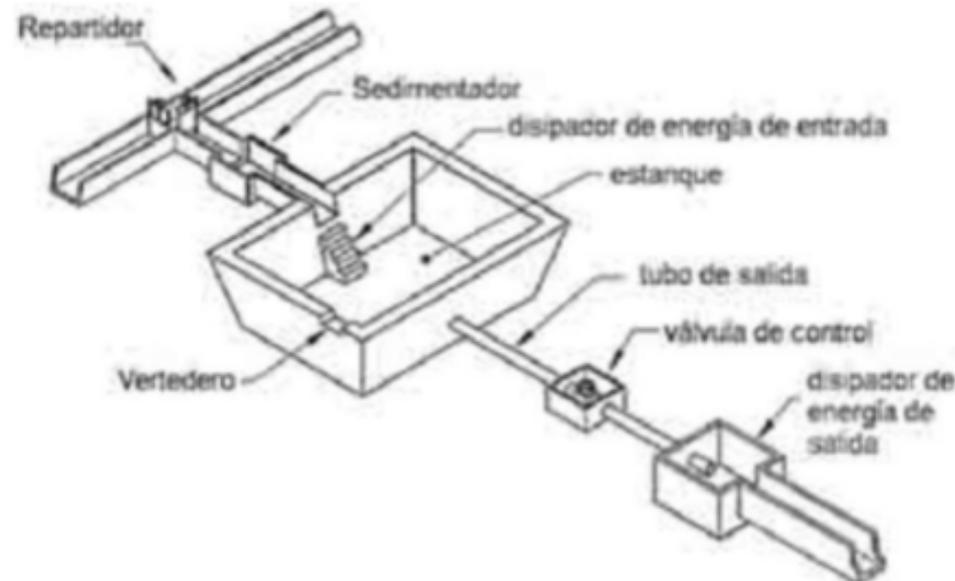
- Tubería cerca del fondo que permite la salida de un determinado caudal.
- En ocasiones no se coloca a ras de piso debido a que permitirá el paso de material sedimentado en el fondo del reservorio.
- La pendiente de la tubería debe ser de 1% a 2% para favorecer su autolimpieza.



# ELEMENTOS

## 6. Válvula de control.

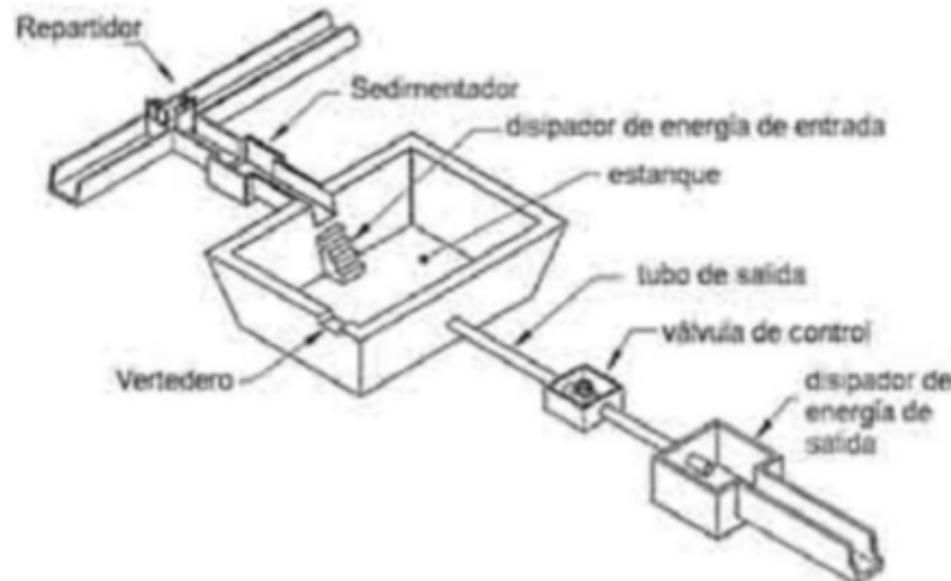
- El control del flujo se hace por medio de una válvula instalada aguas afuera de la estructura.
- Suele estar cubierta de una cámara de hormigón. Con dimensiones recomendadas de un cubo de 0.50 [m] de lado y 0.15 [m] de ancho de paredes.
- Es aconsejable que la válvula de control se encuentre dentro del perímetro cercado del estanque.



# ELEMENTOS

## 7. Filtro.

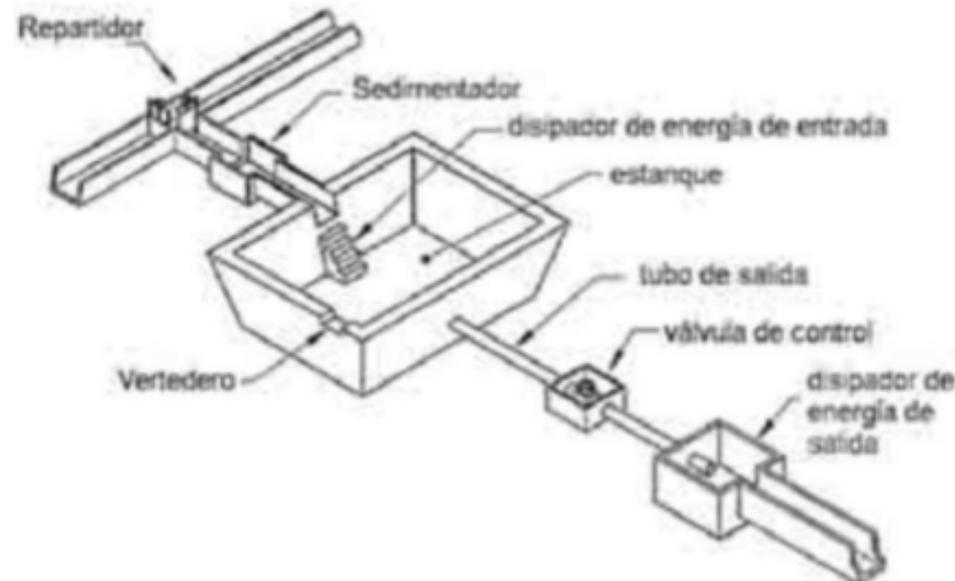
- En el acceso a la red de tubería de salida se instala un filtro que evite el paso de bolsas plásticas, hojas y cualquier material desde el Estanque hacia la tubería.
- Una obstrucción del tubo de salida puede originar problemas y solucionarlos suele ser una tarea complicada, que además requiere vaciar el estanque.
- Una malla de media pulgada de abertura o una rejilla simple puede ser suficiente para este propósito.



# ELEMENTOS

## 8. Vertedero de seguridad.

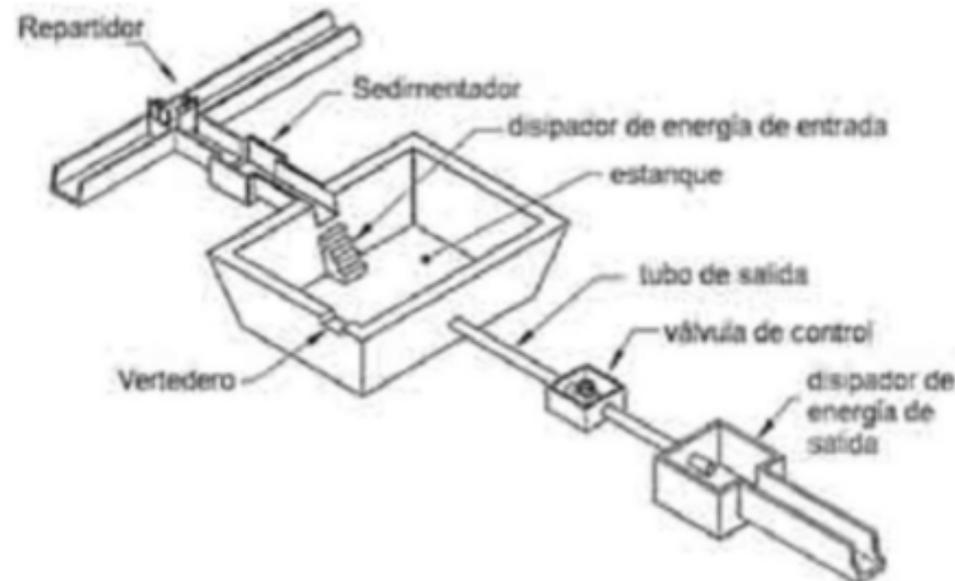
- Esta estructura tiene como finalidad asegurar un nivel máximo de agua dentro del estanque y evitar su desborde por sobre los muros, lo que en algunos casos causaría la erosión y el colapso del reservorio.
- El vertedero debe estar emplazado en el coronamiento del estanque. En caso de ingresar mucho agua más allá del nivel máximo del estanque, el exceso es evacuado por un canal lateral.



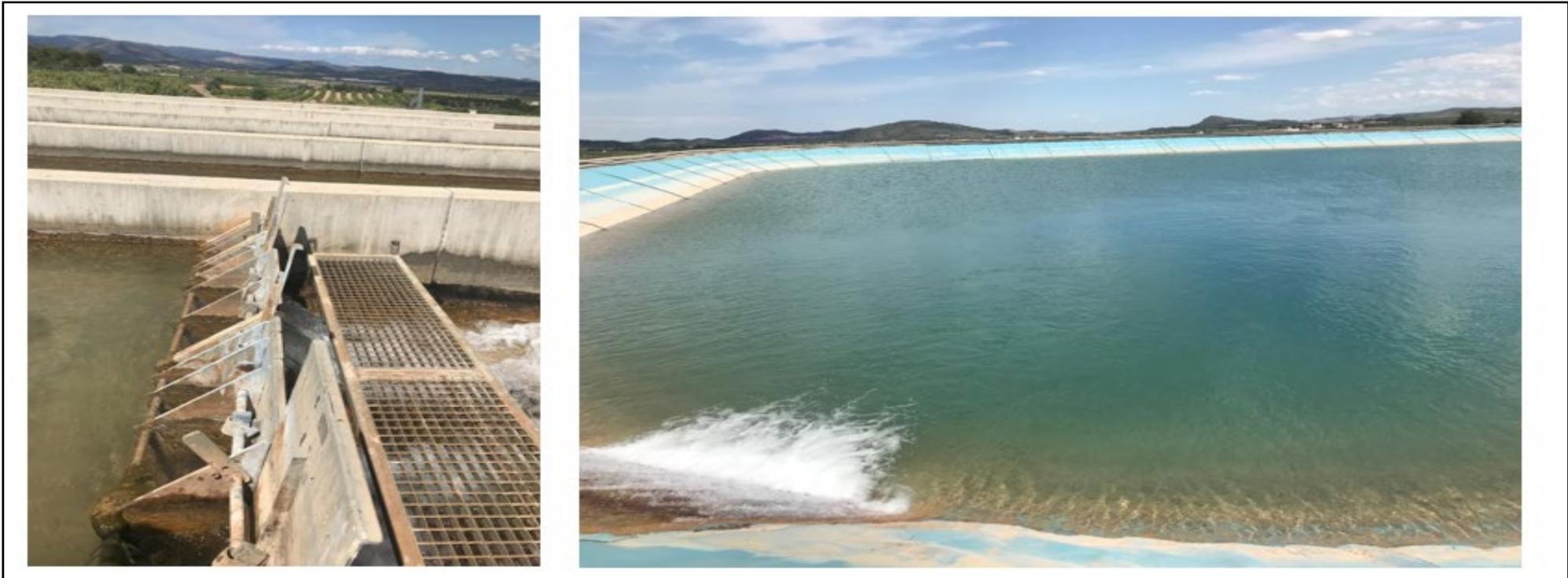
# ELEMENTOS

## 9. Disipador de energía de salida.

- Es recomendable disipar la energía del agua que sale del tubo de salida mediante una cámara que a la vez puede servir como lavandería, abrevadero y/o para el aseo personal.
- El disipador de energía puede combinarse con la cámara de la válvula.



# DISEÑO HIDRÁULICO RESERVORIO



- En general, el volumen de un Reservorio de regulación se calcula del lado de la oferta de agua, y rara vez del lado de la demanda.
- Entonces, el volumen a acumular se calcula midiendo el caudal de entrada  $Q$ , multiplicándolo por la sumatoria del tiempo a acumular  $t$ , de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$V_u = 3600 \cdot Q \cdot t$$

Donde:

- $V_u$ : Volumen útil de agua a acumularse [ $m^3$ ]
  - $Q$ : Caudal de llegada [ $m^3/s$ ]
  - $t$ : tiempo de llenado [h]
- El tiempo de llenado depende de la función del estanque. Para estanques de acumulación nocturna suele tomarse un período de horas sin luz de 6 a 8 horas.

# DISEÑO HIDRÁULICO

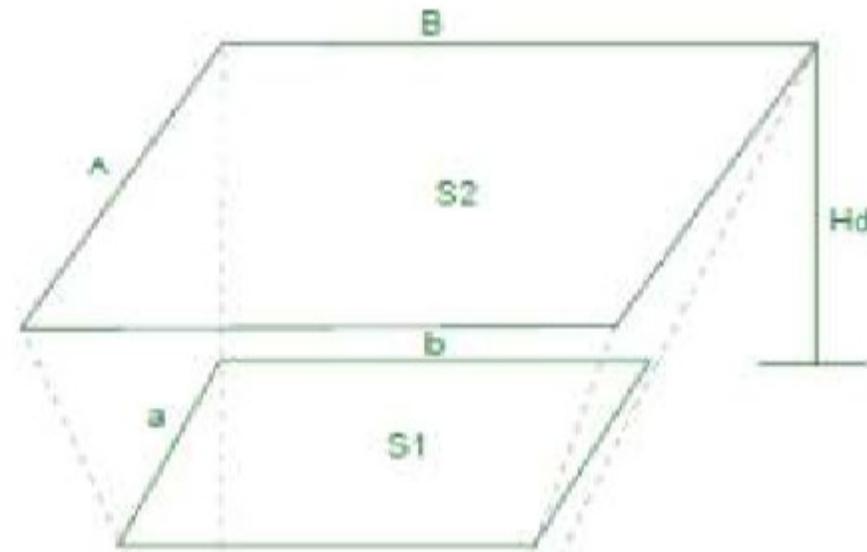
- Para el diseño de un estanque acumulador se debe considerar un **Volumen Libre ( $V_l$ )** y que corresponde al borde libre del estanque.
- Su objetivo es proteger la estructura de la acción de olas que se forman por el viento.
- En general se recomienda un borde libre de 0.30 a 0.50 [m].
- También se debe agregar un **Volumen Muerto ( $V_m$ )** o de aguas muertas, correspondiente al agua almacenada que se encuentra bajo la cota del tubo de salida y cuyo objetivo es el de permitir la acumulación de sedimento sin obstruir el tubo de salida.
- En Estanques con entrada de agua turbia, se recomienda dejar una altura de 30 [cm] para las aguas muertas.
- **El Volumen total  $V$**  del estanque es entonces:

$$V = V_u + V_l + V_m$$

# DISEÑO HIDRÁULICO

- Una vez definido el volumen total requerido, un estudio de la topografía del terreno donde se ubicará el reservorio demostrará su factibilidad técnica y las mejores opciones para su configuración.
- En el terreno se definen las posibles medidas del estanque, haciendo iteraciones con las dimensiones de los lados A, B y la altura H hasta obtener el volumen total, que en el caso de un estanque en forma de **pirámide truncada invertida** se calcula con la expresión:

$$V = \frac{1}{3} (S_2 + S_1 + \sqrt{S_2 \cdot S_1}) \cdot H$$



# DISEÑO HIDRÁULICO

- Donde:

$$S_2 = A \cdot B$$

$$S_1 = a \cdot b$$

- Además:

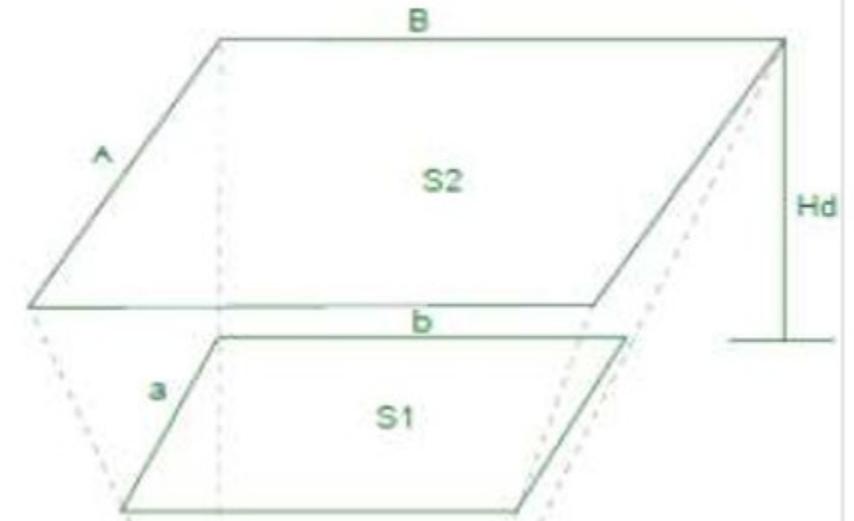
$$a = A - 2 \cdot Z \cdot H$$

$$b = B - 2 \cdot Z \cdot H$$

- Reemplazando:

$$S_1 = (A - 2 \cdot Z \cdot H) \cdot (B - 2 \cdot Z \cdot H)$$

$$V = \frac{1}{3} (S_2 + S_1 + \sqrt{S_2 \cdot S_1}) \cdot H$$



- Z representa la pendiente del talud, En reservorios de tierra debe ser 2.
- En reservorios sin revestir debe ser 2.5.
- Y de 1.5 a 2 en estanques con algún revestimiento.

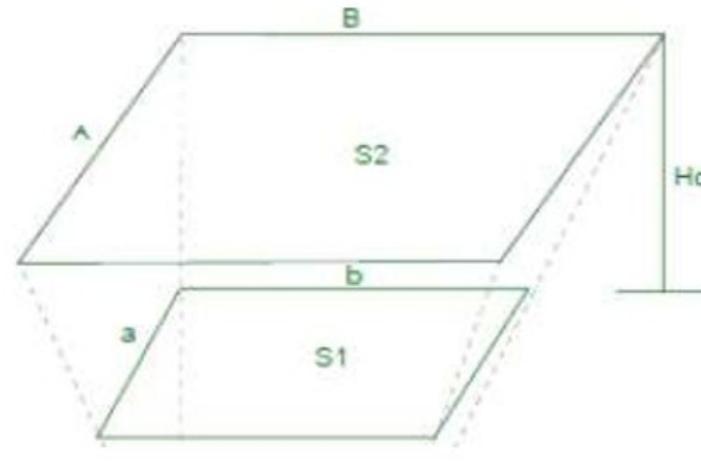
## TAREA No.6

Se desea diseñar un depósito de almacenamiento de un sistema de riego el cual se llena en horario nocturno por 7 horas, el depósito se diseñará sobre un terreno el cuál cuenta con un área extensa para implantación del mismo.

El caudal de diseño será de 0.45 m<sup>3</sup>/s.

Calcular el volumen útil y volumen total de diseño.

$$V = \frac{1}{3} (S_2 + S_1 + \sqrt{S_2 \cdot S_1}) \cdot H$$



# Tarea No.6

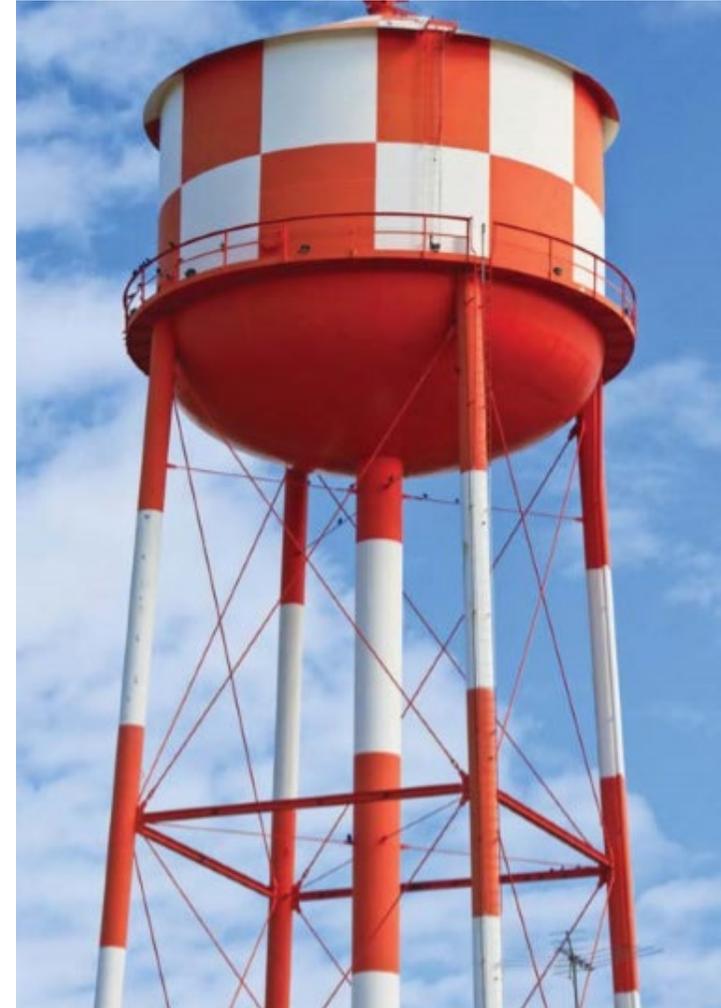
- Realizar la programación de la hoja de cálculo del diseño del reservorio del sistema de Riego.



# DEPÓSITOS LLENADOS POR BOMBEO

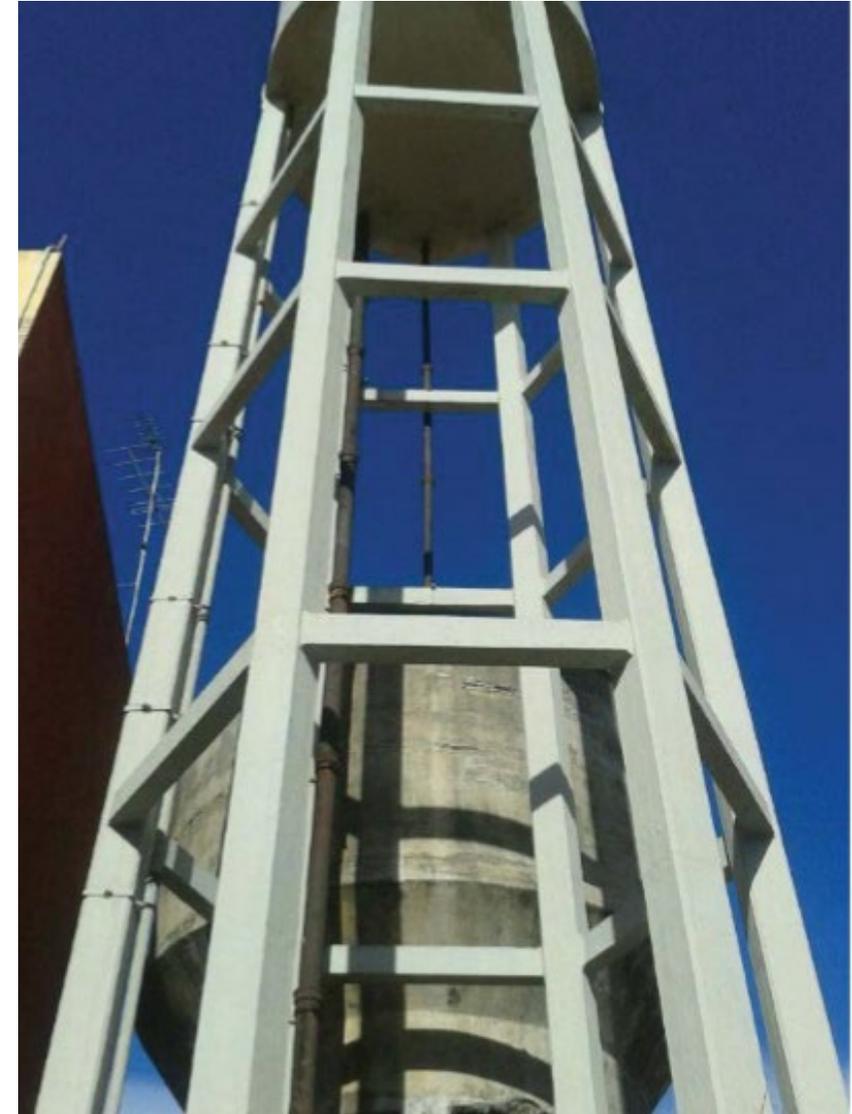
# DEPÓSITOS

- Los depósitos más comunes utilizados en regulación son:
- Torre de presión
- Depósito presurizado
- Depósito de regulación
- Depósito de compensación
- Depósito de cola



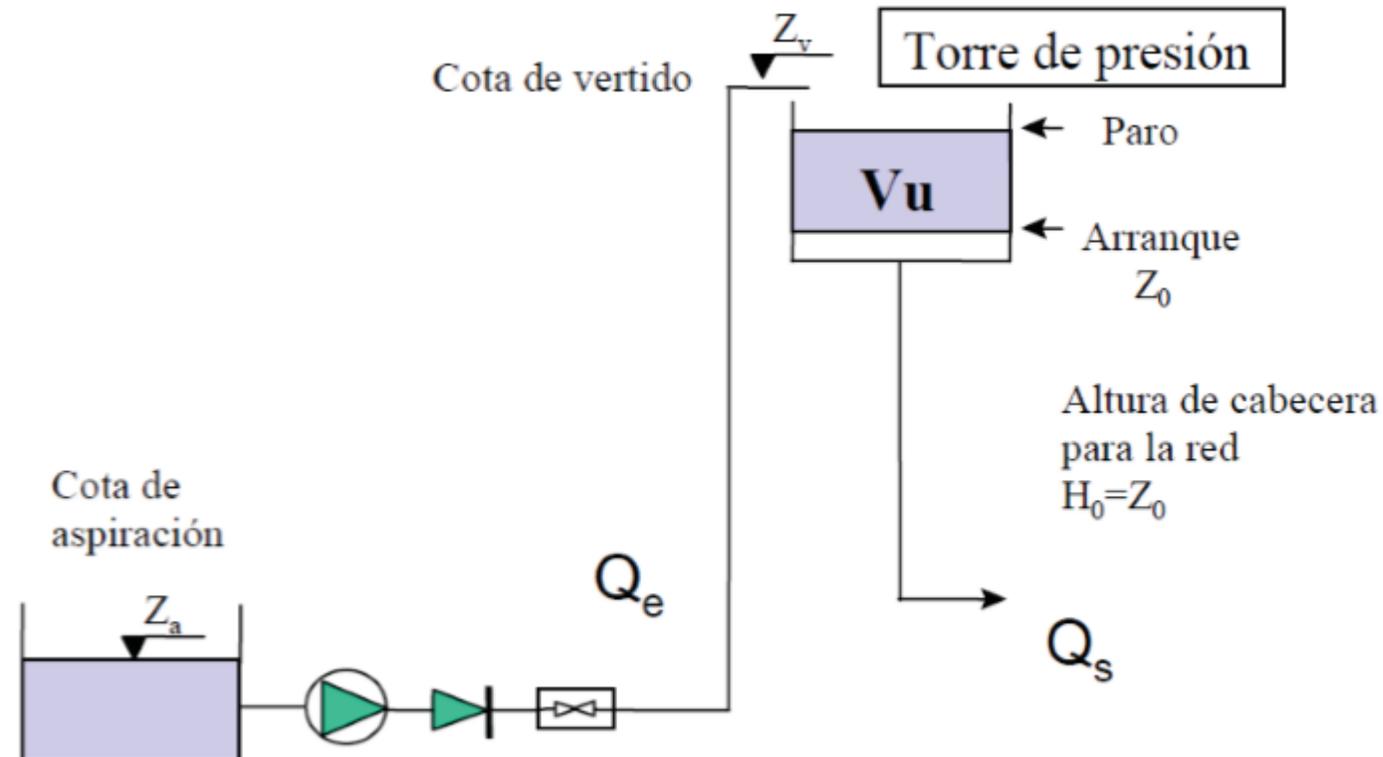
# DEPÓSITO ELEVADO

- Los principales inconvenientes de este tipo de sistemas de regulación es la alteración de la calidad agua (pérdida de cloro).
- El coste de instalación/mantenimiento (se precisan alturas elevadas y se cuenta con volúmenes reducidos) y la adaptación a nuevas condiciones de demanda.



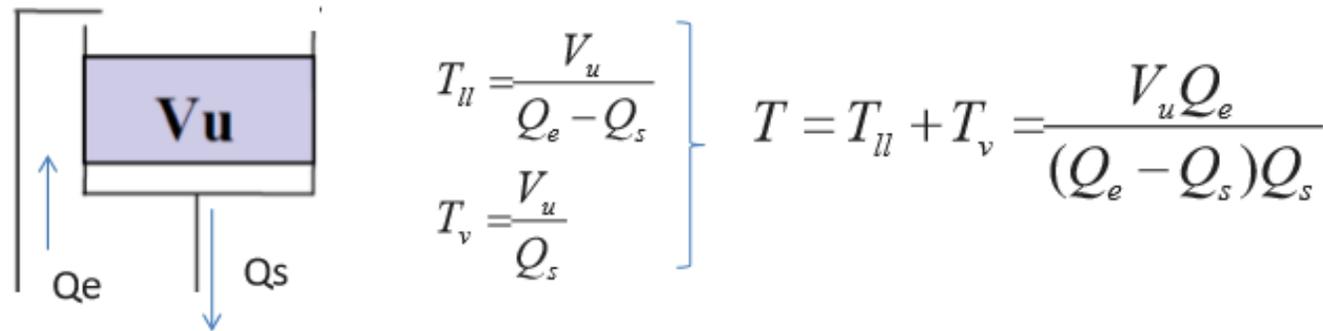
# DEPÓSITOS ELEVADOS O TORRES DE PRESIÓN

Se trata de depósitos elevados que permiten almacenar un volumen útil y reducir el tiempo de funcionamiento de las bombas (arrancan menos veces). Si el llenado es superior, las bombas trabajan en el mismo punto (buen rendimiento) y controlar el arranque y parada en función del nivel de agua.



# DEPÓSITOS ELEVADOS O TORRES DE PRESIÓN

El volumen útil se calcula en función de las características de la instalación (demanda) y de las propias de la bomba (número máximo de arranques a la hora permitidos). El tiempo de un ciclo  $T$  depende del  $t$  llenado y vaciado:



Definiendo  $N$  el número de ciclos por hora máximo:

$$N = \frac{3600}{T(\text{seg})} = \frac{3600 Q_s}{V_u} \left( 1 - \frac{Q_s}{Q_e} \right)$$

*Qs para N Máximo  $\frac{dN}{dQ_s} = 0 \rightarrow Q_s = \frac{Q_e}{2}$*

$$V_u (l) = \frac{900 Q_b (l/s)}{N_c (arr/h)}$$

# DEPÓSITOS DE REGULACIÓN

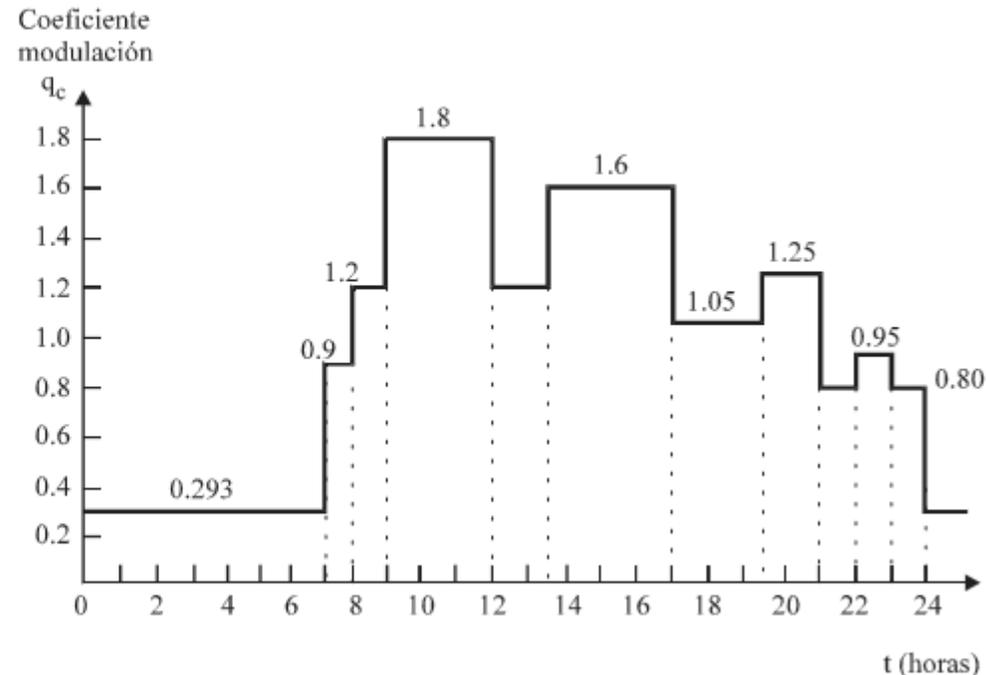
El volumen de regulación está directamente relacionado con la evolución del caudal de salida. Si no existen registros, hay que proceder a su estimación (para el día de mayor consumo).

Caudal medio demandado:

$$\frac{\forall \text{diario (m}^3\text{)}}{24 \text{ (h)}} = Q_{\text{med}} \text{ (m}^3 \text{ / h)}$$

Coefficiente de modulación horario:

$$q_c \text{ (Coef.mod.)} = \frac{Q(t)}{Q_{\text{med}}}$$

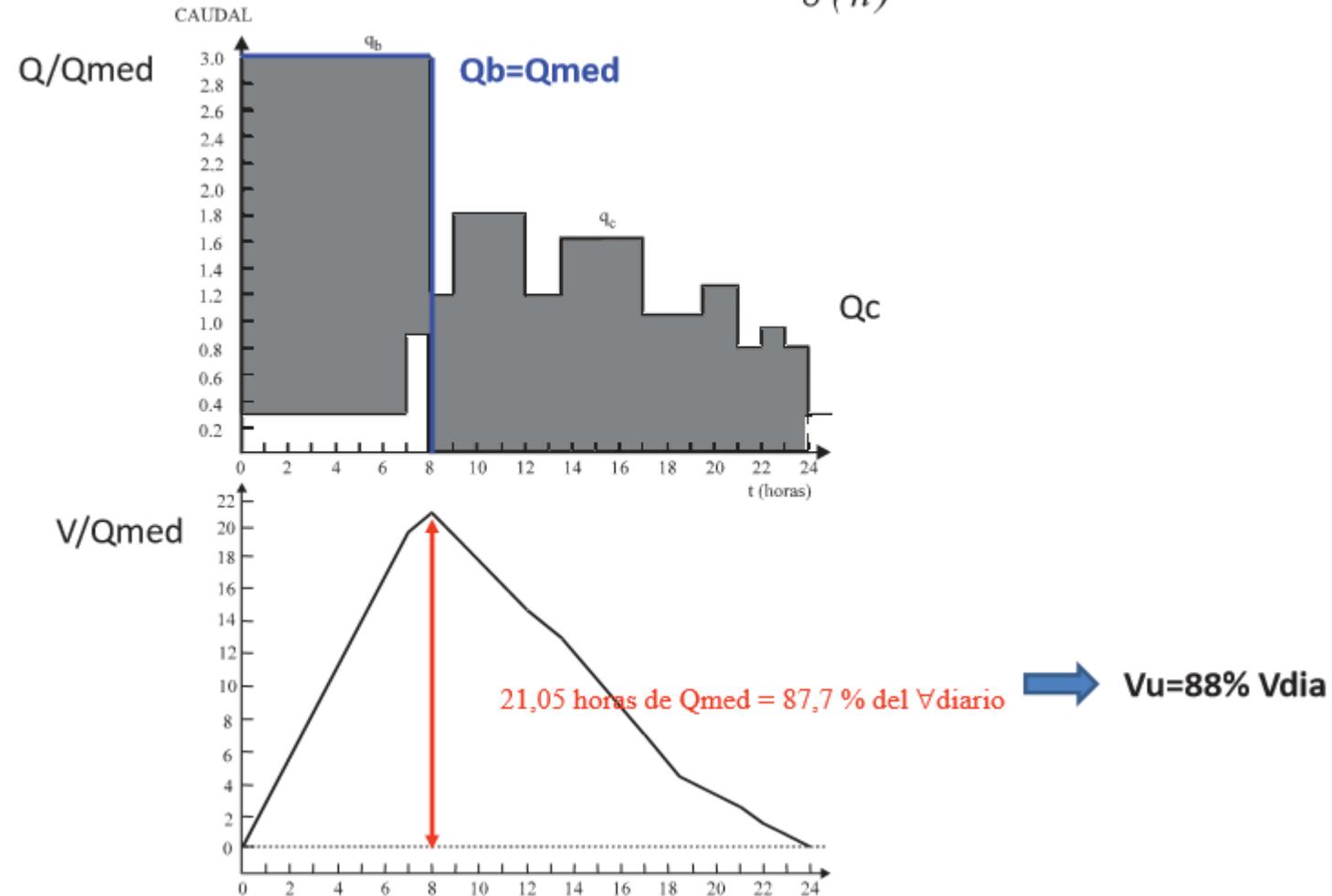


# DEPÓSITOS DE REGULACIÓN

Dimensionado

Si se bombea las 8 horas:

$$\frac{\nabla \text{diario} (m^3)}{8 (h)} = Q_{med} (m^3 / h)$$

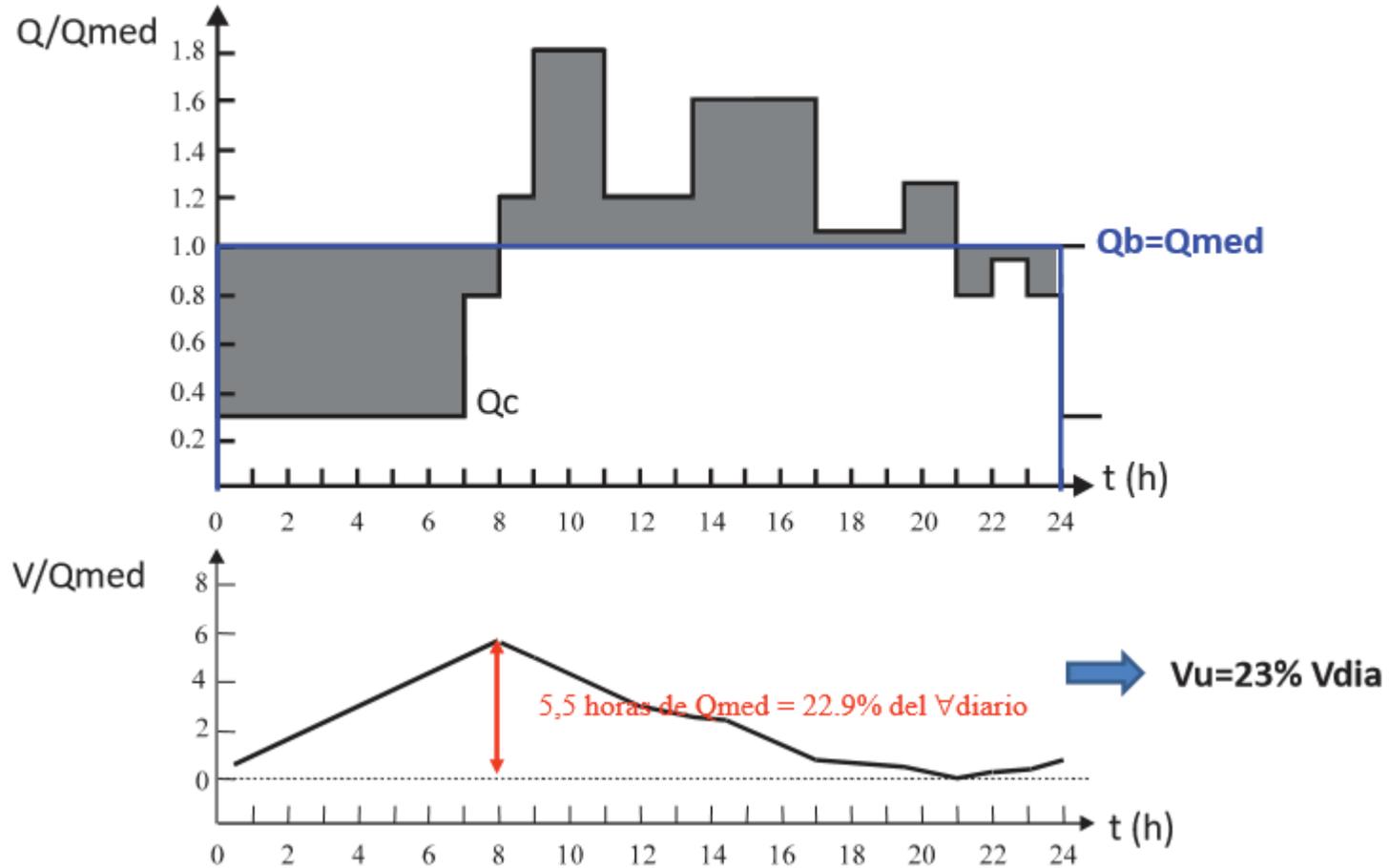


# DEPÓSITOS DE REGULACIÓN

Dimensionado

Si se bombea las 24 horas:

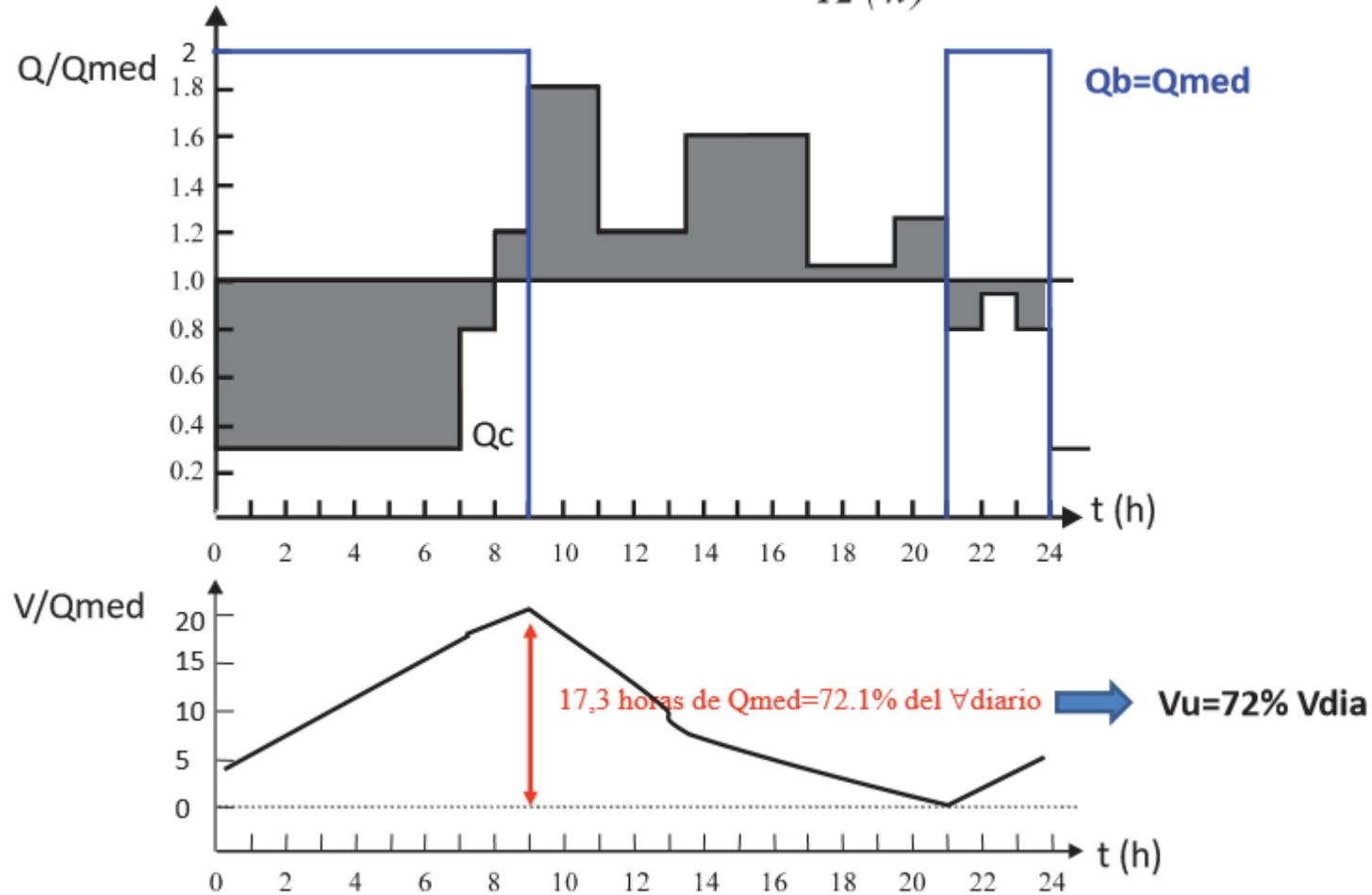
$$\frac{\forall \text{ diario } (m^3)}{24 (h)} = Q_{med} (m^3 / h)$$



# DEPÓSITOS DE REGULACIÓN

Dimensionado Si se bombea las 12 horas:

$$\frac{\nabla \text{diario} (m^3)}{12 (h)} = Q_{med} (m^3 / h)$$



## EJERCICIO

- Calcular el volumen de regulación necesario de un depósito sabiendo que el consumo diario de la red que alimenta es de 6.000 m<sup>3</sup>/día y que se abastece desde una estación de bombeo que aspira de un embalse, y que funciona a caudal constante durante las horas del día que se indican: De 0 a 10 horas y de 22 a 24 horas. 2.
- Calcular el volumen total teniendo en cuenta que para hacer frente a cualquier incidencia siempre tiene que haber un volumen de 8 horas de Caudal medio como reserva.

Curva de consigna

De	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Coefficiente modulación	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	1,2	1,7	1,7	1	1	1	1,6	1,6	1	1	0,8	0,8	0,8	1,2	1,2	1	0,8	0,8

# TALLER

- Realizar el ejercicio realizado en clase, pero empezar el intervalo de análisis a las 22h00.



## EJERCICIO

Intervalo	Coefficiente de Modulación
0-1	0.6
1-2	0.6
2-3	0.6
3-4	0.6
4-5	0.8
5-6	0.8
6-7	1.2
7-8	1.2
8-9	1
9-10	1
10-11	1.4
11-12	1.4
12-13	1.6
13-14	1.6
14-15	1.2
15-16	1.2
16-17	1
17-18	1
18-19	1.2
19-20	1.2
20-21	1
21-22	0.6
22-23	0.6
23-24	0.6

- Calcular el volumen de regulación necesario de un depósito sabiendo que el caudal medio de la red es de  $0.25 \text{ m}^3/\text{s}$  y que se abastece desde una estación de bombeo que aspira de un embalse, y que funciona a caudal constante durante las horas del día que se indican: De 0 a 8 horas.
- Calcular el volumen total teniendo en cuenta que no se considerará un volumen para emergencias.