

CONSTRUCCIÓN DE TRANQUES ACUMULADORES

Leoncio Martínez B.
Ingeniero Agrónomo, Ph. D.
I N I A I n t i h u a s i

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de riego presurizados como goteo, microaspersión o cintas han tenido mucho éxito debido a varios factores, entre los que destacan el ahorro significativo del volumen de agua aplicado, la posibilidad de automatizar la operación, la factibilidad de regar frecuentemente (dos o tres veces por día) y la viabilidad de aplicar fertilizantes a través del agua de riego.

La combinación de todos los factores mencionados, más un manejo agronómico apropiado de cada cultivo, permite obtener como resultado cosechas de muy buena calidad y con altos rendimientos.

Sin embargo, para tener éxito en la producción agrícola con sistemas de riego localizado de alta frecuencia es básico disponer del recurso hídrico en forma permanente, para lo cual resulta imprescindible la construcción de tranques acumuladores, en especial cuando la distribución del vital elemento se realiza por turnos.

Por otra parte, almacenar el agua en estanques también representa ventajas para sistemas de riego tradicionales, como surcos, bordes, tasas, sifones, etc., por cuanto permiten realizar su labor en un mayor tiempo y con una mejor técnica.

En esta cartilla encontrará la información correspondiente a las normas básicas para la construcción de estanques acumuladores en el rango de 10 a 1.000 m³ de capacidad, algunas sugerencias para el cuidado de estas estructuras y ciertos costos fijos involucrados en la construcción de las mismas.

TIPOS DE ESTANQUES

Existen cuatro tipos básicos de estanques: el tipo represa, el de excavación, el mixto (excavación y relleno) y el australiano.

2.1. ESTANQUES TIPO REPRESA

Se construyen conformando una pared de tierra o piedras en el fondo de una pequeña quebrada o depresión en el terreno (**Foto 1**), la que debe ser lo suficientemente profunda como para almacenar un volumen interesante de agua.

Este tipo de estructuras resulta de bajo costo en comparación al volumen de agua almacenado, cuyo valor aproximado está dado por la altura del muro, el ancho de la quebrada y la longitud del acumulador (**Figura 1**). La forma de estos estanques es irregular, porque se construyen sobre un cauce natural, lo cual dificulta su impermeabilización utilizando láminas de polietileno; por lo tanto, se hace necesario dar forma al revestimiento en el lugar mismo.



Foto 1. Estanque tipo represa.

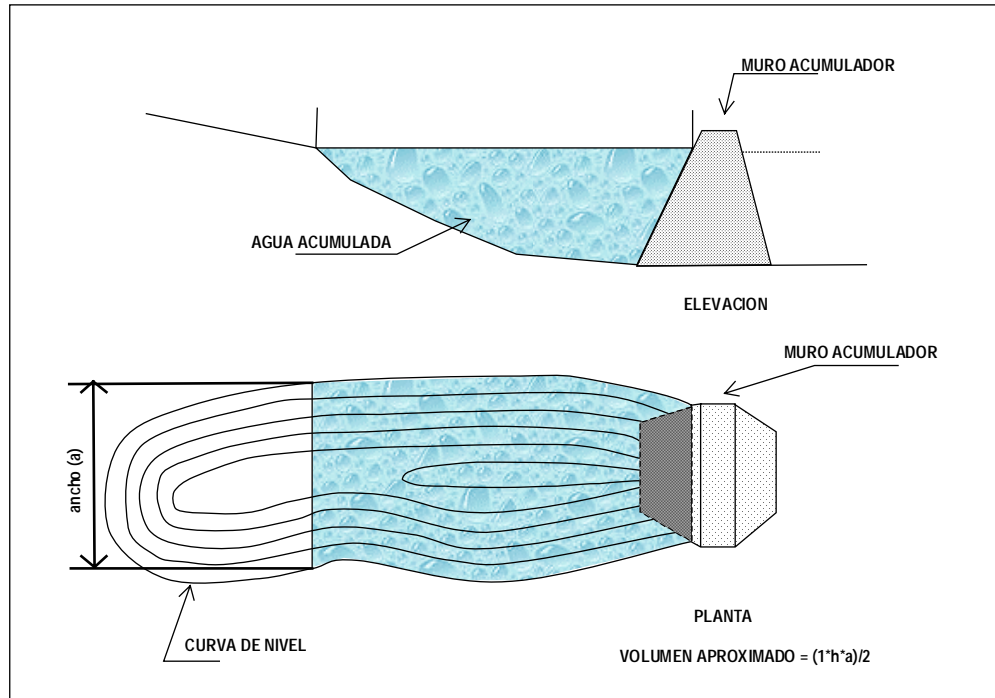


Figura 1. Esquema de un acumulador tipo embalse

2.2. ESTANQUES DE EXCAVACIÓN

Este tipo de estanque se asemeja a una piscina bajo el nivel del suelo y se construye excavando un hoyo en un terreno relativamente plano (pendientes menores a 2%) (**Figura 2**). La capacidad del estanque está dada exclusivamente por el volumen de material extraído, por lo tanto no se recomienda que sean de gran tamaño, ya que el costo puede resultar elevado. Su forma generalmente es de tipo cuadrado o rectangular, en profundidades de 1 a 3 metros. La forma regular de estas estructuras permite revestirlas con polietileno, lo cual resulta de bajo costo. También se pueden construir paredes en hormigón simple, hormigón armado o albañilería.

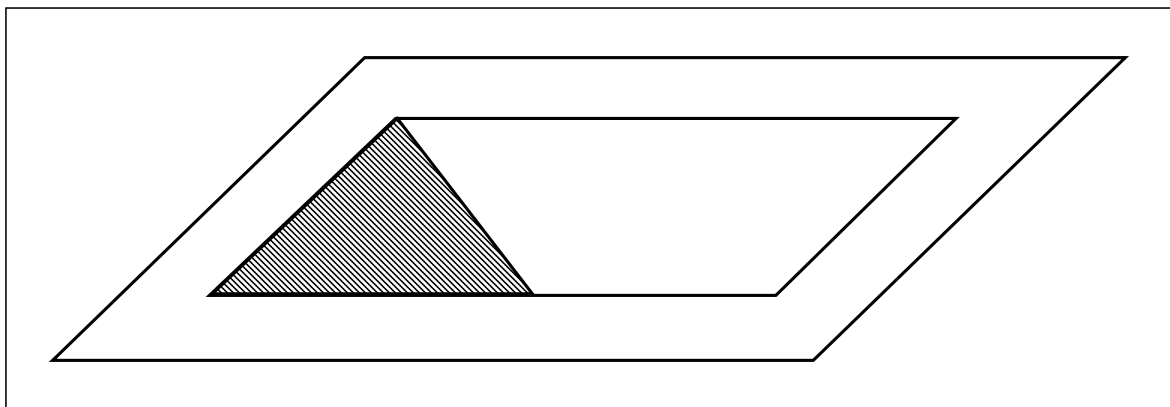


Figura 2. Estanque de excavación

2.3. ESTANQUES MIXTOS

En la construcción de estos estanques se utiliza excavación y construcción de muro en forma simultánea. El material que se extrae desde el interior del futuro acumulador se utiliza en la construcción de los muros periféricos (**Figura 3**).

El volumen de almacenamiento puede estimarse calculando el área del fondo, el área del espejo de agua a máxima altura y la altura promedio (ver Anexo 1).

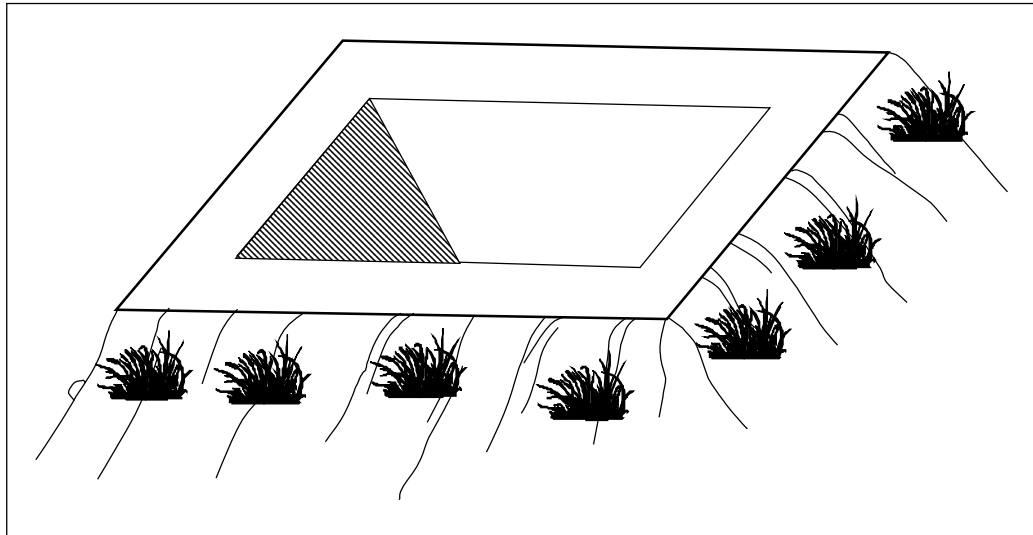


Figura 3. Estanque mixto

2.4. ESTANQUE AUSTRALIANO

En este tipo de estanques, el piso del fondo se encuentra sobre el terreno. Las paredes se fabrican de hormigón armado, ladrillos, pirca (**Foto 2**) o planchas prefabricadas de asbestocemento, tipo conocido como «australiano» (**Foto 3**).



Foto 2. Estanque de hormigón



Foto 3. Estanque tipo australiano

DISEÑO

3.1. TIPO DE ESTANQUE A CONSTRUIR

Una buena guía para determinar las características del estanque a construir es el tipo de terreno disponible (pendiente, microrelieve, textura superficial, profundidad estrata impermeable, etc.), el volumen de agua a almacenar, el valor del terreno y el presupuesto disponible.

Cuando se requiera almacenar una cantidad inferior a 100 m³ y en donde se utilizará una bomba para extraer el agua, se recomienda construir un estanque tipo piscina. También entran en esta categoría aquellos tranques que se construyen sobre el suelo (tipo australiano).

Para volúmenes de almacenamiento superiores a 100 m³, se recomiendan las construcciones de acumuladores de tipo mixto, en donde el mismo material que se extrae de la excavación se utiliza en la construcción de los muros perimetrales.

Si en el predio hay una depresión en el terreno que pudiese almacenar agua (lecho de quebrada), Ése es un buen lugar para construir un estanque tipo represa, ya que con un movimiento limitado de material es posible almacenar mucha agua. El material de relleno para la construcción del muro puede provenir del interior de la quebrada o de algún lugar cercano.

3.2. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL ACUMULADOR

El volumen del acumulador (V_a) está dado por:

3.2.1 Volumen de agua disponible por turno de entrega (V_d): El agricultor recibe el agua por el sistema de turnos, que consiste en disponer de un caudal (Q_e) por un determinado tiempo (t_e). Este volumen se entrega cada cierto número de días. También se puede asociar a un turno de entrega el volumen de agua requerido por un área cultivada en un determinado número de días.

3.2.2 Borde libre (Bl): El borde libre es el volumen de aire que se encuentra entre el nivel máximo de aguas y el borde del estanque y su objetivo es proteger la estructura de la acción de olas que se forman producto del viento. El borde libre está en función del tipo de estanque, del material con que fue construido y de la superficie del espejo de agua. En estanques pequeños, con algún tipo de revestimiento que proteja el buen estado de las paredes, el borde libre puede oscilar entre 0.10 y 0.15 metros. En estanques grandes, con revestimiento de sus paredes, el borde libre debe ser mayor, ya que aquí existen más posibilidades de formación de olas por el viento. En estas condiciones, un valor adecuado puede fluctuar entre 0.30 y 0.50 metros. En estanques de tierra sin protección, el borde libre puede variar entre 0.60 y 0.90 metros.

3.2.3 Volumen de almacenamiento muerto (Vm): El volumen muerto corresponde al agua almacenada que se encuentra bajo la cota del tubo de salida y tiene por objetivo permitir cierta acumulación de barro sin obstruir el tubo de salida. Este barro se debe remover cada cierto tiempo para permitir el buen funcionamiento de la estructura. El volumen muerto está en función del aporte de sólidos en suspensión del agua a almacenar. La precipitación de estas partículas dentro del acumulador origina una capa de barro. El tubo de salida del estanque debe estar lo suficientemente alejado de la capa de barro para así evitar turbidez en el agua de riego. Cuando el agua se utiliza en riego presurizado, los sólidos en suspensión que aporta el sedimento pueden alterar el buen funcionamiento del sistema de filtros.

La **Figura 4** muestra en forma gráfica el borde libre (Bl) y el volumen muerto de un acumulador (Vm).

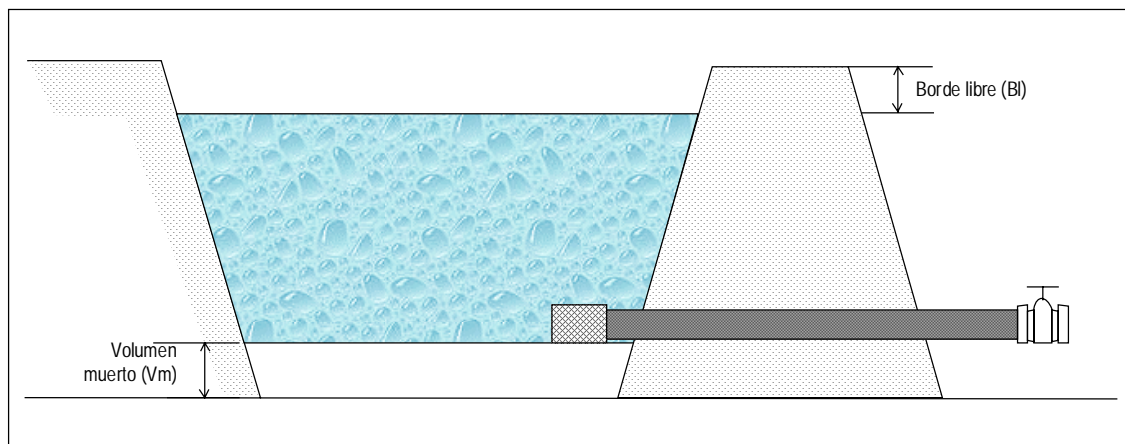


Figura 4. Borde libre y volumen muerto de un acumulador

3.2.4 Volumen de agua disponible (Vd): A modo de ejemplo, de acuerdo a las condiciones hidrológicas de las regiones Tercera y Cuarta, el factor que mayor incidencia tiene en el diseño de la estructura de un estanque acumulador es el volumen de agua disponible en cada turno de entrega, lo cual determina la superficie potencial a cultivar. En otras zonas del país, donde el agua es más abundante, el requerimiento de agua por parte del cultivo puede ser el factor principal. El volumen Vd se calcula midiendo el caudal de entrada (Q_e) y multiplicando esta cifra por la duración del turno (horas), de acuerdo a la siguiente ecuación:

Ecuación 1: $Vd (3,6 * Qe * t e)$

donde:

Vd = Volumen del acumulador (m³)

Qe = Caudal de entrada (l/s)

$t e$ = Duración del turno (h).

En algunos ríos que no cuentan con embalses de regulación, la entrega de agua se hace considerando el factor «desmarque». El desmarque se refiere a que en condiciones de alta disponibilidad de agua (año de buena acumulación de nieve en la cordillera) no hay restricción en la entrega y, por lo tanto, el agricultor recibe la máxima cantidad de agua a la que puede acceder de acuerdo a sus derechos.

En aquellos años de déficit y considerando las reservas de nieve disponible, la Junta de Vigilancia del río asigna factores de desmarque. Un factor 0,8 indica que el agricultor recibirá el 80% del volumen de agua con relación a condiciones de río libre.

Para el diseño de un acumulador se debe utilizar información de caudal y tiempo de asignación de agua en condiciones de río libre (no hay desmarque).

Esto asegura que el estanque no quedará chico y sea necesaria una inversión adicional para agrandarlo.

El nomograma de la **Figura 5** ayuda a resolver la ecuación 1 en forma sencilla. La forma de utilizarlo es unir con una línea recta el caudal (Qe) y la duración del turno (te). La prolongación de la línea recta hasta la escala Volumen

(V) sirve para conocer el valor aproximado, expresado en m³, del agua recibida durante el turno.

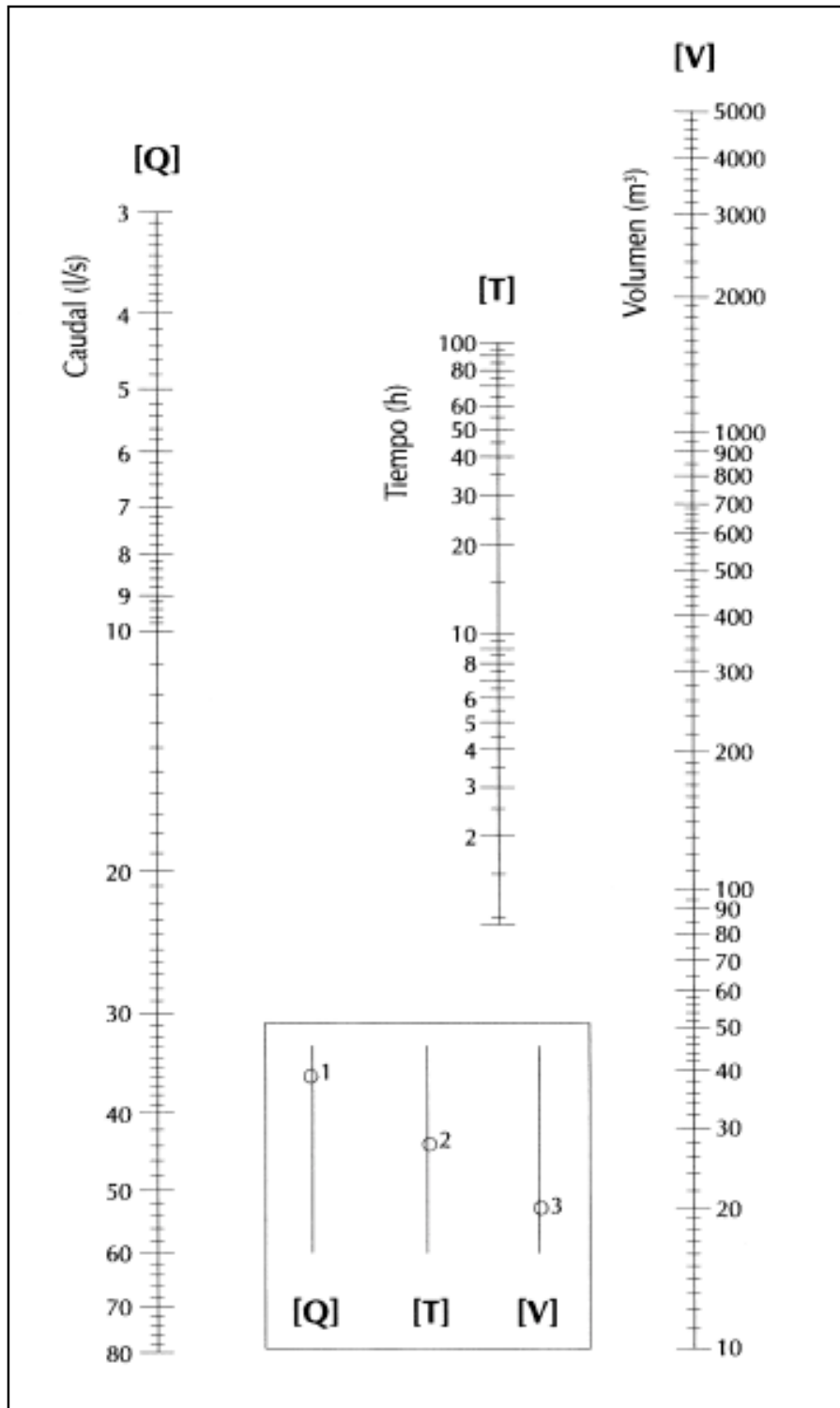


Figura 5. Nomograma para calcular el volumen de un acumulador

Problema: Se dispone de un caudal de 20 (l/s) por 10 horas. ¿Cuánto es el volumen de agua a almacenar?

Solución: Se une el punto correspondiente a 20 l/s en la escala «Caudal» con el punto correspondiente a 10 horas en la escala «Tiempo». Al unir estos puntos con una línea recta y prolongándola hasta la escala «Volumen», se obtiene como resultado aproximado 725 m³. Al resolver la ecuación en forma aritmética, el resultado es 720 m³.

3.3. UBICACIÓN DEL ESTANQUE

Se recomienda construir el acumulador en el punto de mayor cota en relación con el lugar donde se recibe el agua (**Figura 6**). Esto presenta varias ventajas, ya que permite optimizar el área del predio bajo riego, disminuir los costos por uso de energía eléctrica o gasolina en instalaciones de riego presurizado y minimizar las pérdidas por conducción entre la fuente de agua y el acumulador.

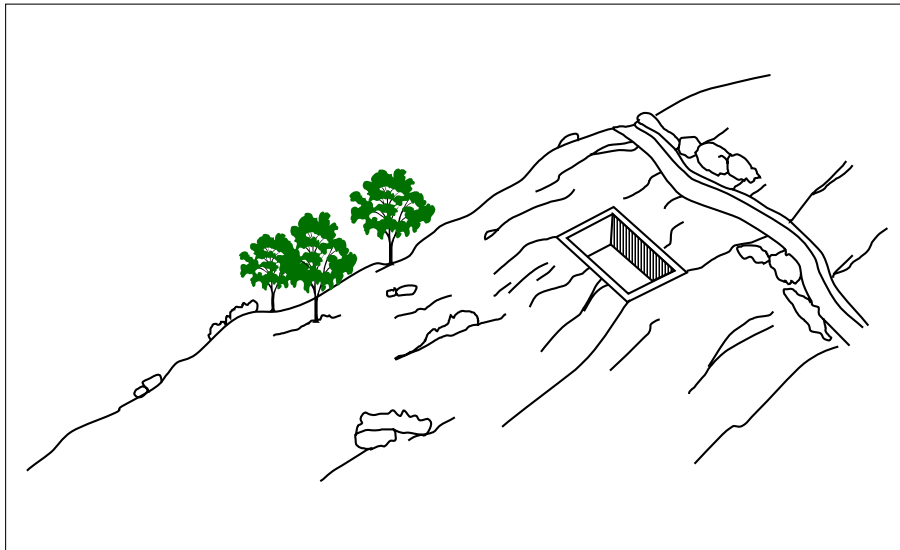


Fig. 6. Vista aérea de un estanque acumulador

Los acumuladores que tienen por finalidad recolectar el agua de los derrames internos del predio, deben ser instalados en el punto de posición más baja; los estanques que recibirán agua desde un pozo o noria, cerca del lugar de alumbramiento.

3.4. DISEÑO FINAL

Una vez determinada la capacidad del acumulador, el tipo y su emplazamiento, se debe hacer el diseño definitivo, el que incluye todas las especificaciones en cuanto a la construcción de las paredes, el revestimiento, las cotas de pared y fondo, la ubicación del movimiento de material, la forma, la ubicación y las dimensiones de las estructuras anexas.

La **Figura 7** muestra un ejemplo de un diseño de un acumulador del tipo mixto, señalando sus dimensiones y cálculo aproximado del volumen de corte y relleno. Un plano de este tipo es imprescindible para lograr una estructura con las características deseadas.

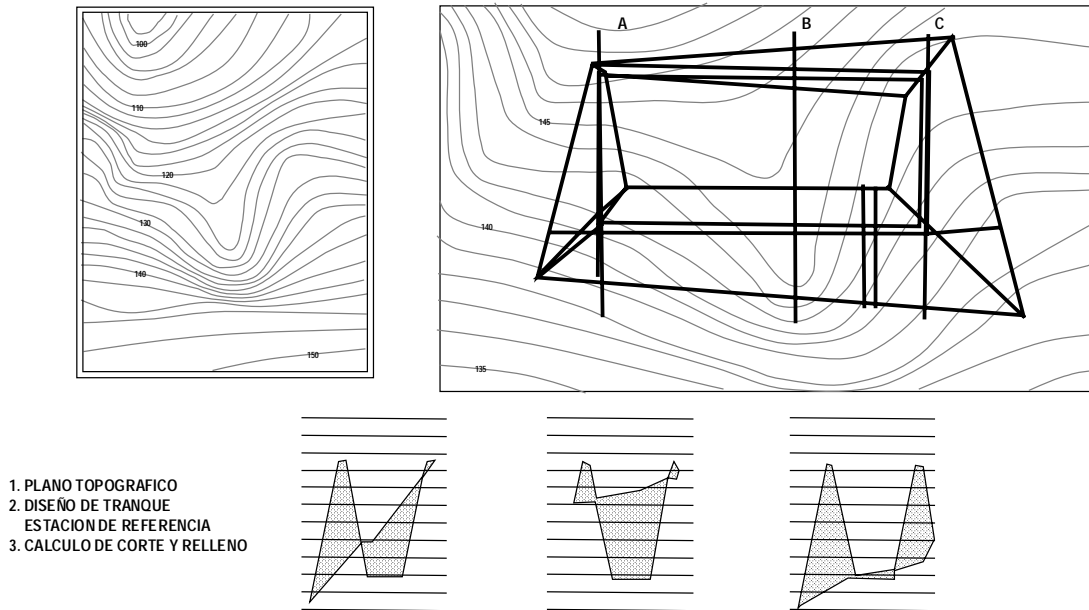


Figura 7. Ejemplo de plano de diseño para un tranque acumulador

El diseño final debe ser realizado por profesionales competentes, lo cual asegurará el buen funcionamiento de la estructura a lo largo del tiempo, evitará un aumento desmedido de los costos en el proceso de construcción al diseñar un acumulador con el volumen más adecuado, y reducirá el riesgo de colapso de la obra.

A continuación se detallan algunos accesorios que deben incluirse en el diseño de un acumulador de tipo mixto:

3.4.1 Paredes del acumulador: El peso de los muros de tierra debe ser mayor que la fuerza que ejerce el agua sobre éstos. La forma de dichos muros es de tipo trapezoidal (más anchos en la base que en el extremo superior), ya que la mayor fuerza del agua se ejerce en el fondo del estanque (**Figura 8**).

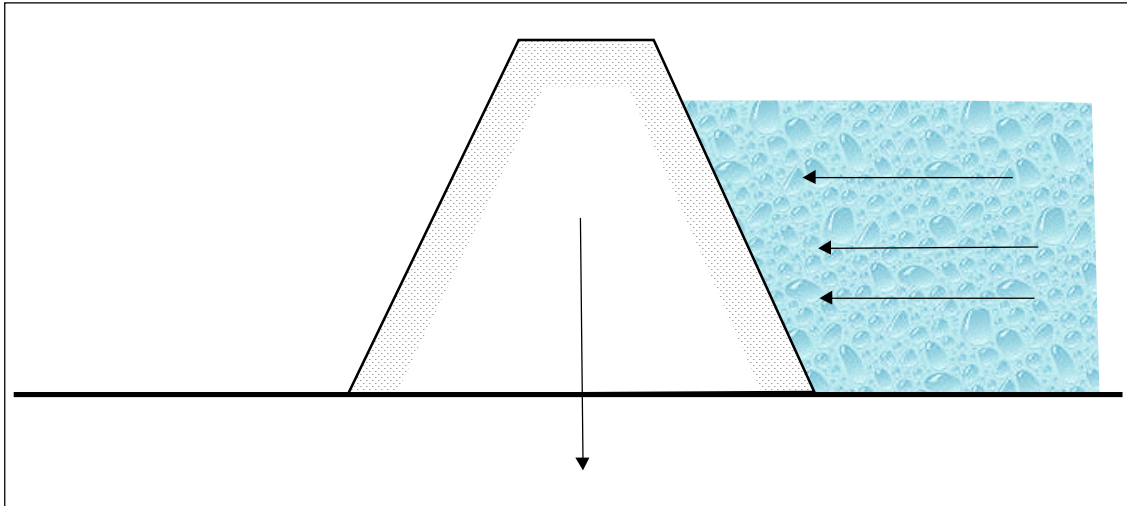


Figura 8. Vista lateral de un muro de tierra

Las dimensiones del muro están en función del tipo de material utilizado en su construcción, el grado de compactación del material, la altura del agua sobre el fondo y el tipo de revestimiento. Materiales tipo limo o arcilla son más pesados que la arena, por lo tanto, un muro con suelo de alto contenido de arena debe ser más ancho que uno con alto contenido de arcilla (**Figura 9**). También un estanque revestido puede tener paredes de menor grosor que uno sin revestir, ya que la posibilidad de que aparezcan puntos de filtración es menor.

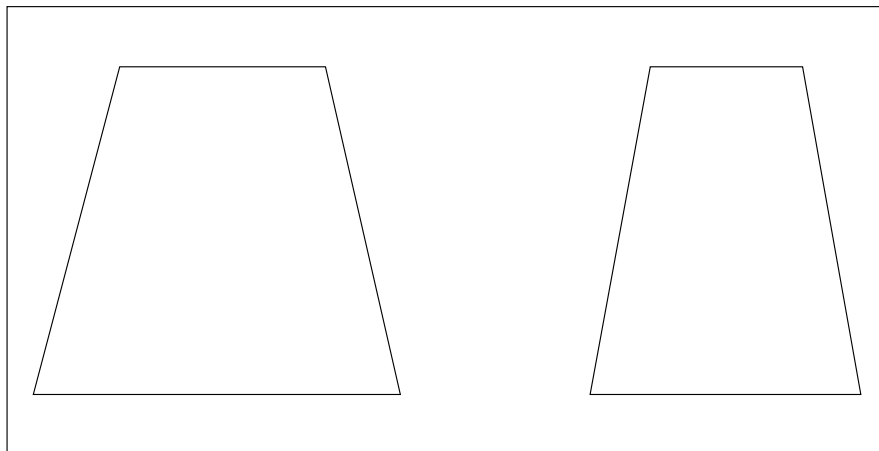


Figura 9 A la izquierda un muro de arena; a la derecha, uno de arcilla

Como regla general, el grosor de la parte superior del muro (corona) debe ser al menos del ancho de la maquinaria que se utiliza en su construcción. La altura del muro debe tener 0,6 a 0,9 metros más que la altura del nivel máximo de agua dentro del estanque (borde libre). El talud del muro aguas adentro debe ser 2:1. En tranques sin revestir, el talud aguas afuera debe ser 2.5:1 (**Figura 10 A**) y en estanques con algún tipo de revestimiento, entre 1.5:1 a 2:1 (**Figura 10 B**).

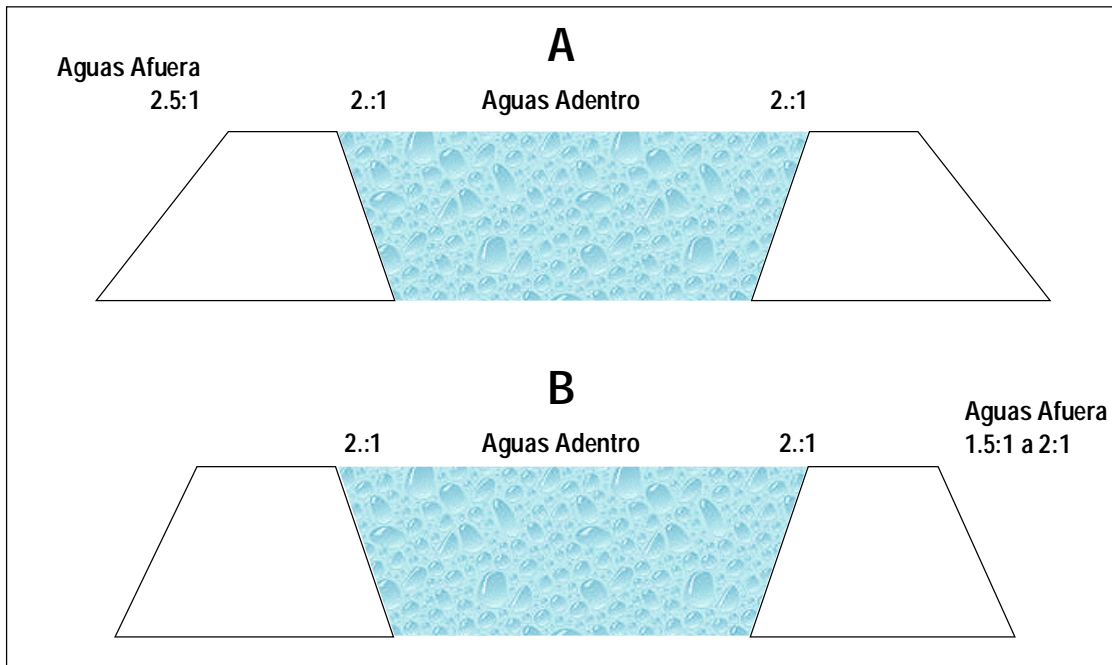


Figura 10. A: taludes aguas adentro y afuera en un muro sin revestir; B: taludes aguas adentro y afuera en un muro con revestimiento

En cuanto al movimiento de tierra, debe haber un equilibrio entre el volumen de corte y el volumen de relleno para confeccionar las paredes. Como regla general, el volumen de corte debe ser un 30% mayor que el volumen de relleno, debido a que la densidad del suelo en estado natural es menor que la densidad del material compactado. Para la obtención de mejores resultados, la compactación de los muros se debe hacer en húmedo.

3.4.2 Salida del agua: El agua debe salir por una tubería cerca del fondo y el diámetro del tubo está en relación con el caudal de salida. Los cuadros 1 y 2 proporcionan información de referencia acerca de la capacidad de conducción de tubos de PVC y acero para diferentes diámetros. Esta información se basa en la velocidad del agua dentro del tubo. Velocidades muy altas implican riesgo de pérdida de carga, lo que limita la presión disponible. Velocidades de flujo muy bajas implican sobredimensionamiento del tubo, lo que puede elevar los costos.

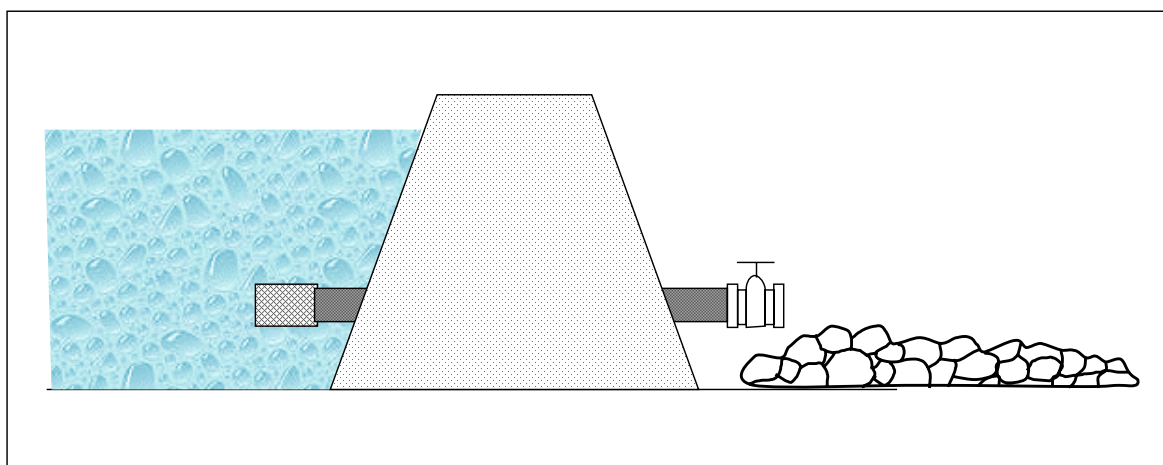
Cuadro 1. Capacidad de conducción (lt/s) de Tubos de PVC clase 10

Tubo PVC Clase 10	Rango del caudal (l/s)	
	Mínimo	Máximo
D63	1.0	1.5
D75	1.5	5.0
D90	2.5	8.0
D110	4.0	12.0
D125	5.0	15.0
D140	7.5	25.0

Cuadro 2. Capacidad de conducción (lt/s) de tubos de acero clase pn-10.

Tubo PVC PN 10	Rango del caudal (l/s)	
	Mínimo	Máximo
D4"	5	15
D5"	7.5	25
D6"	10	30
D8"	15	50
D10"	30	80

3.4.3 Control de flujo: El control del flujo se debe hacer por medio de una válvula tipo compuerta instalada aguas afuera de la estructura (**figura 11**). Hay acumuladores que tienen instalada la válvula de control aguas adentro. Esta opción de instalación presenta mayores dificultades de operación y manutención, por lo tanto no es recomendable.

**Figura 11. Filtro y válvula de control aguas afuera**

3.4.4 Filtro: Es necesario instalar en el acceso del tubo de salida una malla o filtro que evite el paso de bolsas plásticas, lama y hojas. Una obstrucción del tubo de salida puede originar problemas, y solucionarlos implica muchas veces vaciar el acumulador. Una malla de media pulgada de abertura puede ser suficiente para este propósito (**Figura 11**).

3.4.5 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 (**Figura 12**). En caso de ingresar mucha agua, el exceso es evacuado por un canal lateral. El vertedero de seguridad es imprescindible en los acumuladores tipo «represa» y debe ser diseñado en forma cuidadosa en este tipo de estructuras. Factores como tamaño de la quebrada, cantidad e intensidad de lluvia esperada, riesgo de daños en personas o infraestructura (casas, caminos, etc.) afectan el diseño final. En acumuladores tipo mixto, la capacidad del vertedero debe ser la misma que el caudal máximo del canal alimentador.

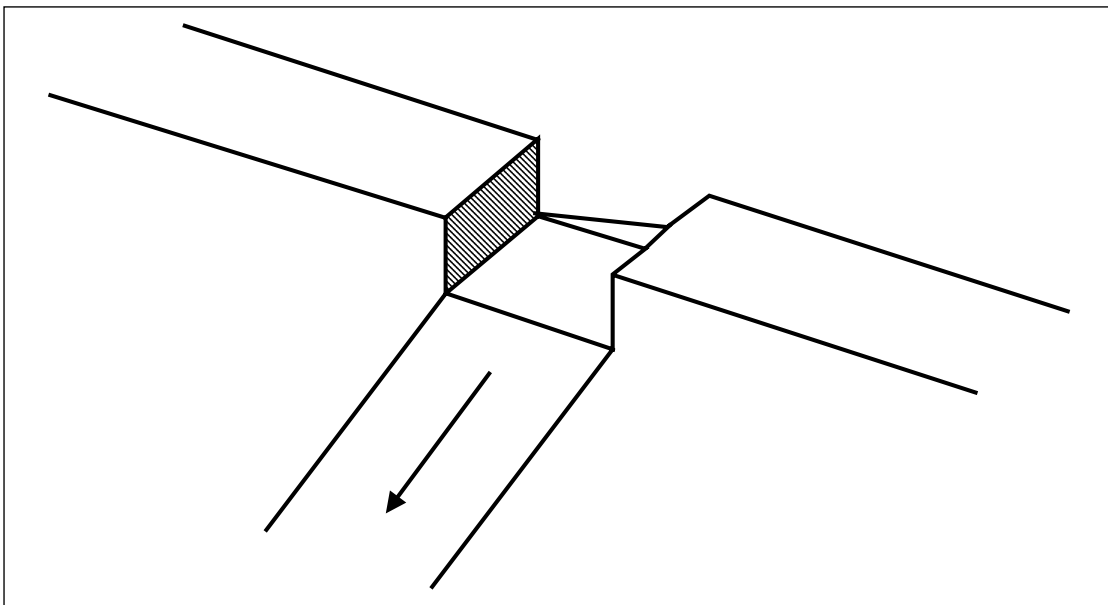


Figura 12. Vertedero de seguridad

3.4.6 Disipador de energía de entrada de agua: Al ingresar al estanque, el agua no debe erosionar las paredes del mismo. Especial cuidado se debe tener en aquéllos con paredes sin revestir. Diversas opciones están disponibles, como construcción de pedraplenes, canales revestidos y gradas (**Figura 13**).

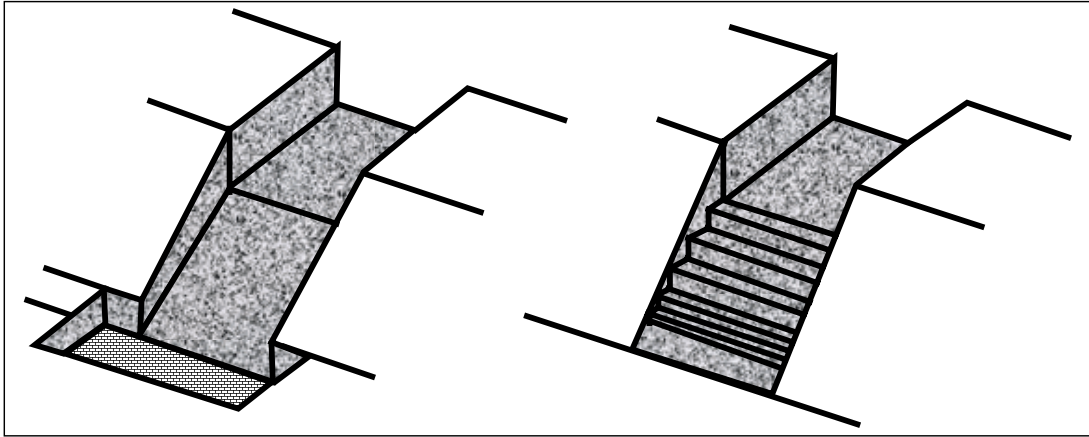


Figura 13. A la izquierda, protección de pedraplén; a la derecha, de gradas

3.4.7 Disipador de energía de salida de agua: El agua sale del estanque con gran fuerza y puede erosionar las paredes. Una protección especial con hormigón armado o pedraplén en los primeros metros del canal de salida ayudará a prevenir la erosión (**Figura 14**).

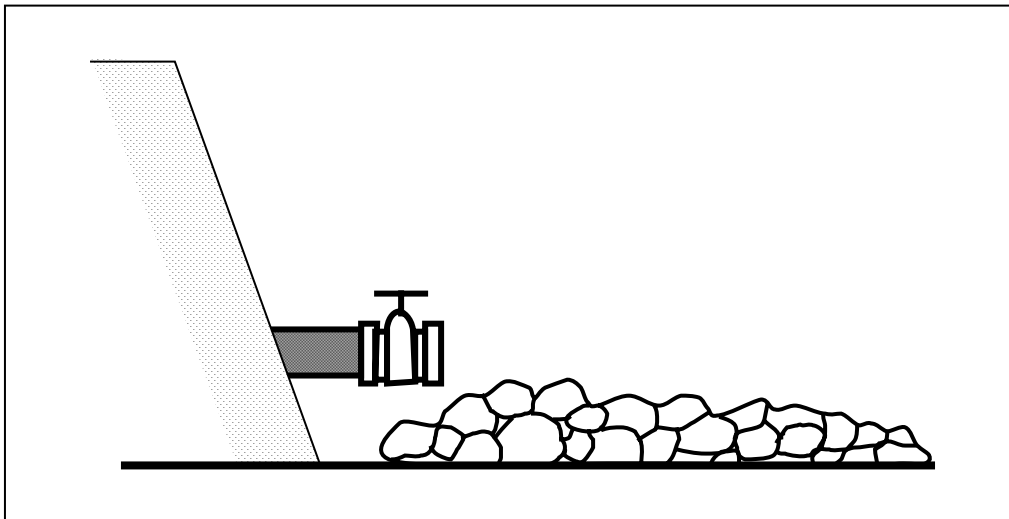


Figura 14. Protección con piedras

3.4.8 Desarenador: Es una estructura que permite evitar que partículas en suspensión se sedimenten en el interior del acumulador. Con el tiempo, el barro acumulado en el fondo disminuye la capacidad de almacenamiento del estanque, por lo que la limpieza puede resultar de alto costo, debido a las dificultades físicas para el ingreso de maquinaria pesada al lugar. Además, la extracción del barro con pala es muy ineficiente y de alto costo. Para evitar estos inconvenientes, es preferible que el barro se deposite en un tramo de canal en donde el agua pasa a muy baja velocidad (rango de 0.15 a 0.20 m/s) (**Figura 15**).

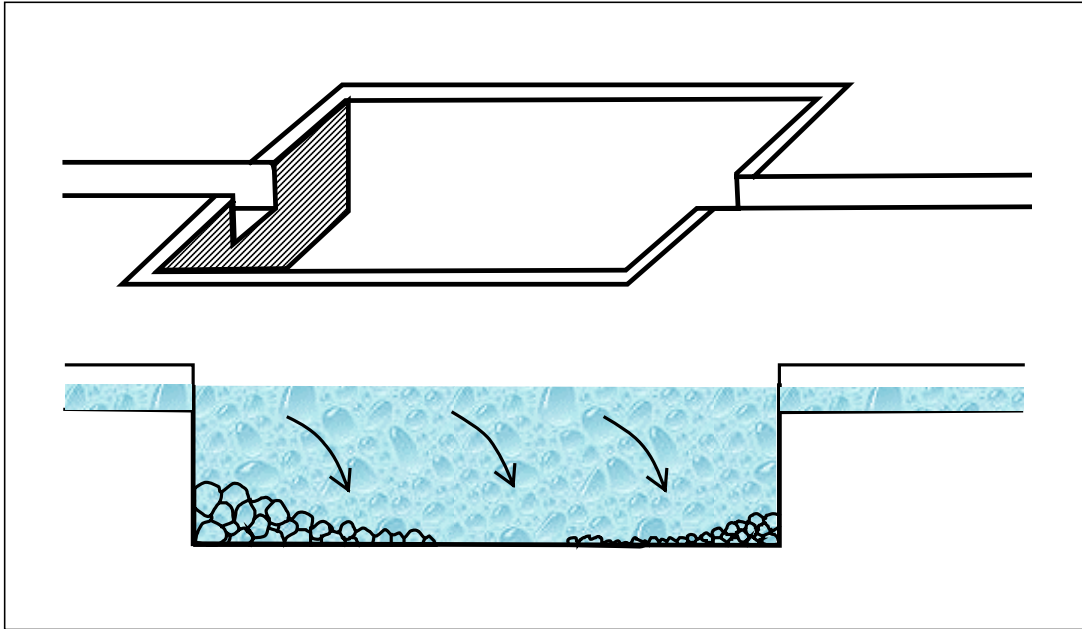


Figura 15. Vistas superficial y lateral de un desarenador.

Para que las partículas se sedimenten con facilidad, la altura del agua sobre el fondo debe ser pequeña, del orden de 0.20 a 0.30 metros. El largo de la estructura debe ser tal que permita el depósito en el fondo de las partículas en suspensión. El desarenador puede ser limpiado fácilmente con pala o también debido al arrastre de los sedimentos originados por la corriente de fondo al momento de vaciar toda el agua de la estructura.

El nomograma de la **figura 15** ejemplifica el diseño de esta estructura conocido el caudal (Q) y la altura de agua (H). El resultado se obtiene prolongando una línea entre H y Q hasta el eje W . El largo se obtiene trazando una línea horizontal desde el eje H hacia el eje L .

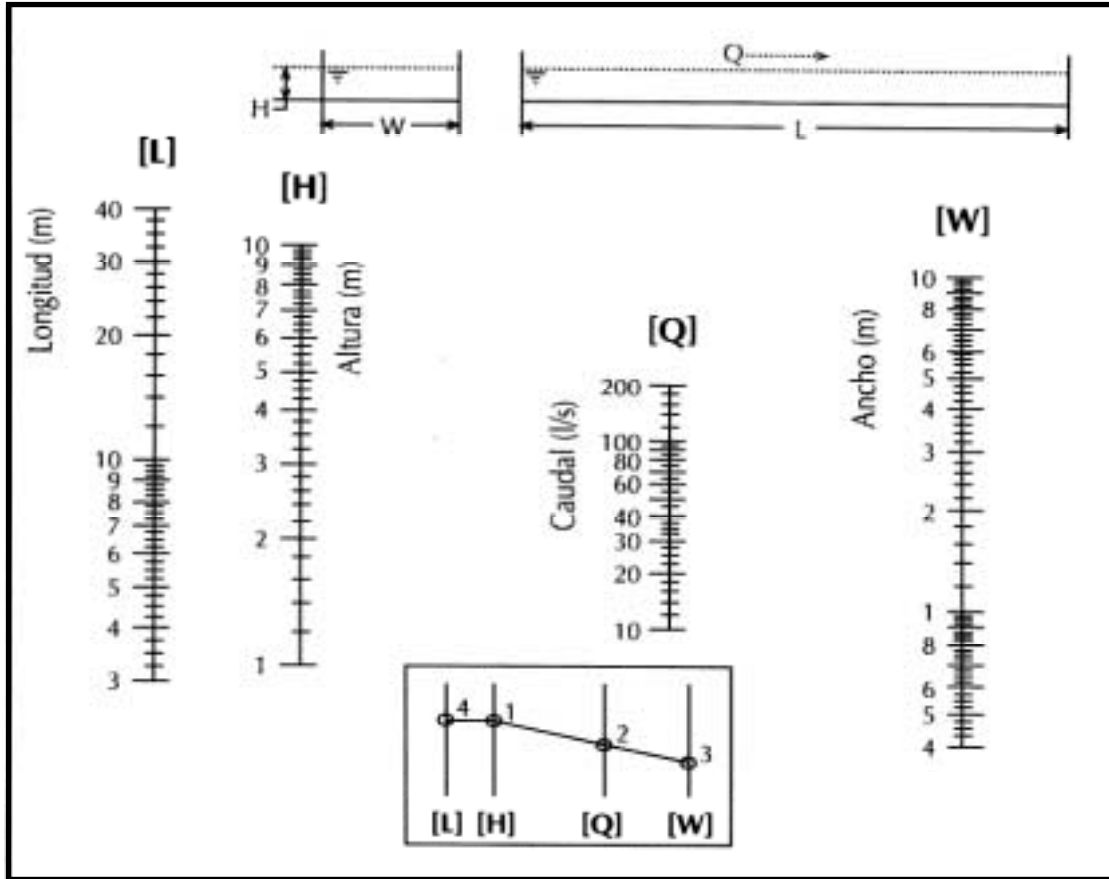


Figura 16. Nomograma para el diseño de un desarenador

Ejemplo: Se dispone de un caudal de 40 l/s. Con esta información, diseñe un desarenador.

Solución:

1. Marque el punto correspondiente a 40 l/s en el eje Q.
 2. Marque un punto correspondiente a la altura de agua sobre el fondo del desarenador. Para este caso puede ser 0.3 metros.
 3. Trace una línea recta desde $H=0,3$ metros hasta $Q=40$ lt/s. Luego, prolongue la línea hasta el eje W. El resultado es un ancho de 1.5 metros.
 4. Para calcular el largo, trace una línea horizontal desde el punto $H=0,3$ metros hasta el eje L. El resultado es aproximadamente 10 metros.
- Repetiendo el ejemplo para una altura H de 0.2 metros, el ancho W es 2.0 metros y el largo 6.5 metros.

Este nomograma fue diseñado para eliminar partículas de 0,005 cm de diámetro, que corresponde a arena fina. Eliminar partículas más pequeñas como limos necesita de desarenadores 40 veces más largos, por lo tanto, no es conveniente alargar la longitud de la estructura para mejorar el diseño. Es suficiente el largo que indica el nomograma.

3.4.9 Revestimiento: No toda el agua almacenada en el acumulador está disponible para el riego. Parte de ella se pierde por evaporación directa desde la superficie del tranque y por filtraciones a través de las paredes. En suelos permeables, las filtraciones pueden ser muy altas y alcanzar valores de varios metros cúbicos de agua por día. Como referencia, un acumulador de 400 m² de superficie puede perder entre 15 a 25 m³ /día.

En acumuladores pequeños, tipo piscina (menores a 30 m³), construidos en albañilería, se recomienda aplicar una capa de estuco en proporción de 1 saco de cemento por cada 2 de arena y un aditivo impermeabilizante tipo Sika-1, en dosis de 0.80 a 1.0 litro por saco de cemento.

Para disminuir las filtraciones en estanques acumuladores construidos en tierra, se recomienda aplicar una capa de arcilla, un revestimiento con una mezcla de suelo-cemento en proporción de 1 saco de cemento por 3 ó 4 de suelo, o instalar una lámina de polietileno de alta resistencia, producto conocido comercialmente como «Vinimanta».

La lámina de polietileno es muy utilizada por su fácil instalación y su relativo bajo costo, ya que el recubrimiento se adapta perfectamente a la forma del acumulador. Cuando la forma del tranque es perfectamente definida por una figura geométrica (cubo, paralelepípedo o tronco de pirámide invertido), el recubrimiento puede ser ordenado directamente al fabricante, quien envía la carpeta con la forma requerida. Cuando el estanque es de forma irregular, la confección del revestimiento se debe realizar en terreno.

La lámina de polietileno se comercializa en rollos de 3.5 metros de ancho; los espesores pueden ser de 0.42 mm, 1.00 mm y 1.50 mm. Para pequeños proyectos, láminas de 0.42 mm de espesor pueden ser suficientes.

La soldadura entre láminas de polietileno puede efectuarse por calor, utilizando una máquina termoselladora o pegamentos especiales. Para prolongar la vida útil de la Vinimanta, la superficie a revestir debe estar libre de piedras grandes, piedrecillas con vértices agudos y material vegetal (ramas y hojas). Se recomienda afinar el terreno con una delgada capa de arena para evitar el contacto de la carpeta con piedras que pudiesen perforarla. La carpeta debe sobrepasar 1.0 a 1.5 metros el borde del estanque. Parte de la superficie sobrante se debe enterrar para evitar movimientos que pudiesen erosionar la carpeta (**Foto 4**). Cualquier perforación limitará seriamente la vida útil de la Vinimanta y se recomienda repararla de inmediato cuando se observen las primeras perforaciones.



Foto 4. Vinimanta

El costo aproximado de una carpeta de estas características es de aproximadamente 0,08 a 0,13 UF por m².

COSTOS

El costo de construir un acumulador está dado en función de su capacidad, del tipo de construcción y de la necesidad de utilizar maquinaria pesada para el movimiento de tierra.

Cuando se requiere maquinaria pesada, ésta debe ser arrendada. El costo de arriendo dependerá de varios factores, como tipo de maquinaria (bulldozer, cargador frontal, retroexcavadora), lugar donde se encuentre la máquina al momento de iniciar la obra (el flete hasta el lugar de trabajo lo paga el arrendatario) y gastos del operador (alojamiento, almuerzo, etc.). Algunos valores de referencia en el arriendo de maquinaria pesada aparecen en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Valores de arriendo de maquinaria para movimiento de tierra(*)

Tipo	Modelo	(\$/hora)
Retroexcavadora	CAT 416C	7.500
Cargador frontal	CAT 938G	17.500
Tractor oruga D-4	CAT D4C	16.000
Tractor oruga D-8	CAT D8D	41.000

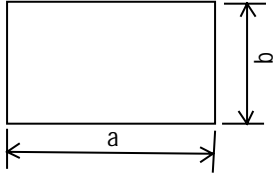
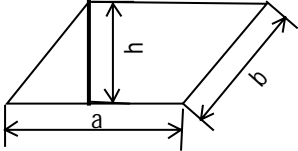
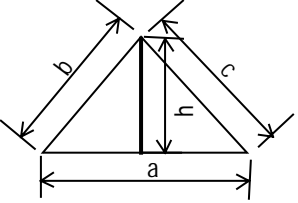
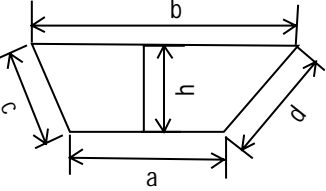
(*) no considera operador, combustible e IVA. Valores septiembre 1999

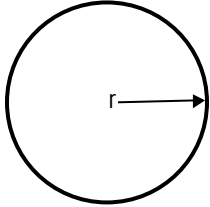
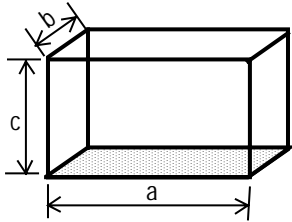
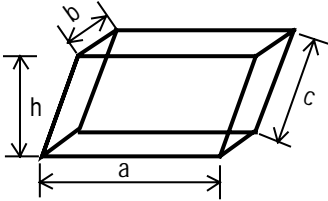
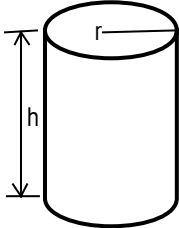
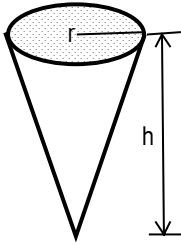
Todo proyecto de construcción de un acumulador requiere de la instalación de algunas obras de arte como pedraplenes, disipadores de energía, gradas, vertedero de seguridad, tubo de salida, válvula de control y revestimiento. El costo de todo ello está en función del número de obras y la calidad deseada. Es importante considerar aspectos como insumos (fierro, cemento, arena, aditivos, moldajes), fletes y mano de obra. Por lo anterior, es difícil estimar un valor tipo. El costo final dependerá de cada proyecto específico y para conocerlo en detalle se requiere que un profesional competente elabore un proyecto.

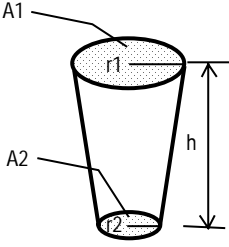
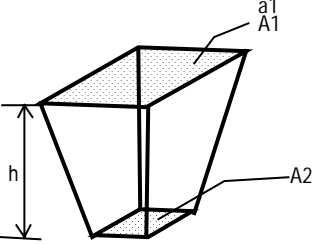
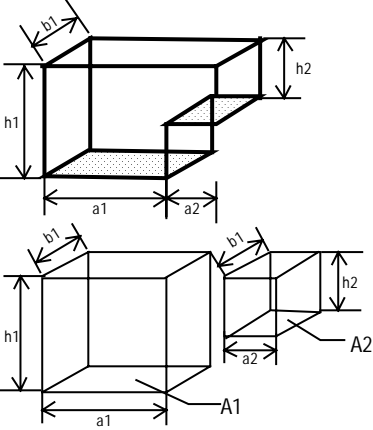
ANEXO I

El cálculo del volumen de un tranque acumulador generalmente es complejo, debido a que su forma es irregular y no se asemeja a una figura conocida. La forma más simple de resolver el problema es dividir el acumulador en cuerpos geométricos cuyos cálculos de volumen sean fáciles de determinar. El volumen total es igual a la suma de todos los volúmenes de las subunidades individuales.

Las figuras y cuerpos geométricos más comunes y la forma de calcular áreas y volúmenes aparece en el listado adjunto.

	<p>Rectángulo de longitud a y ancho b Perímetro (P) : $2a + 2b$ Área (A) : $a * b$</p>
	<p>Paralelogramo de longitud a y altura h Perímetro (P) : $2a + 2b$ Área (A) : $a * h$</p>
	<p>Triángulo de base a y altura h Perímetro (P) : $a + b + c$ Semiperímetro (S) : $(a + b + c)/2$ Área (A) : $a * h / 2$ Área (A) : $[S(S-a)(S-b)(S-c)]^{0.5}$</p>
	<p>Trapezio de lados paralelos a, b y altura h Perímetro (P) : $a + b + c + d$ Área (A) : $(a + b)/2 * h$</p>

	<p>Círculo de radio r Perímetro (P) : $2 * \pi * r$ Área (A) : $\pi * r^2$</p>
	<p>Paralelepípedo rectángulo de longitud a, ancho b y altura c Perímetro (P) : $4a + 4b + 4c$ Área superficie (A) : $2[(a*b)+(a*c)+(b*c)]$ Volumen (V) : $a * b * c$</p>
	<p>Paralelepípedo de longitud a, ancho b y altura c Perímetro (P) : $4a + 4b + 4c$ Área superficie (A) : $a * b$ (V) : $a * b * h$</p>
	<p>Cilindro circular recto de radio r, y altura h Área base (A) : $\pi * r^2$ Volumen : $\pi * r^2 * h$</p>
	<p>Cono circular recto de radio r, y altura h Área base (A) : $\pi * r^2$ Volumen : $(\pi * r^2 * h)/3$</p>

	<p>Tronco cono recto de radio r, y altura h</p> <p>Área base (A) : $\pi * r_1^2$ Área base (A) : $\pi * r_2^2$ Volumen : $(A_1 + A_2)/2 * h$</p>
	<p>Tronco pirámide de longitud a, y altura h</p> <p>Área base (A) : $a_1 * b_1$ Área base (A) : $a_2 * b_2$ Volumen : $(A_1 + A_2)/2 * h$</p>
	<p>Volumen de cuerpos complejos</p> <p>Cuerpos de volumen complejos se pueden separar en n figuras simples. El volumen total es igual a la suma del volumen de cada cuerpo simple. En el ejemplo, el cuerpo complejo se ha dividido en dos paralelepípedos simples. El volumen total es $V_1 + V_2$</p>