

#### IV.- TIPOS Y DETALLE SOBRE CONSTRUCCION DE DEPOSITOS

4.1 Clasificación de depósitos: Los depósitos en los sistemas de distribución de agua se pueden clasificar según su posición en superficiales o elevados, y de acuerdo con el material con que están contruidos, de acero, concreto y tierra.

4.2 Tanques de almacenamiento superficiales o elevados: Los tanques de almacenamiento en los sistemas de distribución pueden estar ligeramente bajo el nivel de tierra cuando se cuenta con sistemas de bombeo para mantener la presión en la red de distribución o bien con tanques elevados colocados a suficiente altura para suministrar la presión necesaria por gravedad. Los tanques de distribución pueden estar colocados en una colina o bien elevados sobre una torre o cualquier estructura. Esto es necesario cuando se bombea agua al tanque elevado para que proporcione la cantidad de agua suficiente en Pick de consumo y obtener la presión prevista. La ventaja de contar con tanques de almacenamiento elevados se ennumera a continuación:

- 1o.- No se hace necesario operar el bombeo continuamente.
- 2o.- Cuando se hace necesario suspender la energía eléctrica o la operación de las bombas por corto tiempo, ello no lo afecta en la correcta operación del sistema de distribución.
- 3o.- La presión en la red de distribución puede ser regulada, localizando estratégicamente los tanques como se indica en la figura No. 1

Ventajas de los depósitos de almacenamiento superficiales:

- 1o.- Bajo costo inicial.
- 2o.- Bajo costo de mantenimiento.
- 3o.- De fácil inspección y mejor control de calidad del agua.
- 4o.- Gran seguridad.
- 5o.- Fácil control de las fugas y deformaciones de los depósitos.

Cuando se desea una presión determinada en el sistema de distribu-

ción puede ser compensada con bombeo directo.

Los tanques elevados son más deseables para conseguir una presión uniforme, cuando estos son de gran capacidad no se justifican más que cuando se emplean en pequeños abastecimientos. Algunos autores demuestran sin embargo ciertas condiciones, concluyendo, referente a la construcción de los tanques superficiales o elevados, depende de las condiciones topográficas locales y del proyecto de la red de distribución referente a su funcionamiento. La construcción de los tanques de almacenamiento elevados, son en general más costosos que los depósitos superficiales.

4.3 Tanques de regularización: Localización. El emplazamiento de los tanques de regularización presenta matices muy complejos, ya que de ello depende el buen funcionamiento de la red de distribución, siendo importante considerar las siguientes condiciones:

- 1.- El depósito debe construirse a un nivel superior al de la población, para asegurar una presión adecuada que garantice su funcionamiento, ésta deberá ser suministrada a gravedad. La cota mínima del fondo del tanque se determina considerando las pérdidas de carga y la presión permisible en los puntos mas lejanos del sistema de distribución.
- 2.- Desde el punto de vista económico es preferible que el tanque sea alimentado a gravedad, siendo necesario que la toma esté a nivel más alto. Esto no siempre se logra, recurriendo a estaciones de bombeo cuando el terreno es de configuración plana.
- 3.- El emplazamiento del tanque debe ser seguido de un estudio económico, por ejemplo; cuando se trata de un depósito único, éste deberá de situarse de manera que reduzca la longitud de impulsión si hay bombeo. Y cuando la alimentación del tanque sea por gravedad, búsqese que la longitud de las tuberías maestras de distribución sea reducida. De cualquier forma prefíerese su situación lo más próximo, a los lugares de consumo.

4.- Otro factor no menos importante que los antes mencionados, es lo referente a su cimentación. Los tanques son la mayoría de las veces de construcción pesada, y cuando son elevados, están sujetos a la acción del viento produciéndose esfuerzos considerables. El menor hundimiento puede producir la falla y el colapso de la estructura, recomendándose escoger suelos estables y sólidos.

4.4 Tanques a nivel de tierra: Cuando las poblaciones cuentan con elevaciones naturales, se construyen los tanques sobre el suelo, ya que ello representa economía y pueden ser de gran capacidad. El agua se proporciona a la población por gravedad. Estos depósitos son normalmente cubiertos, impidiendo la contaminación del agua. El techo no permite que partículas sólidas o micro-organismos que se encuentran en la atmósfera, caigan sobre el agua.

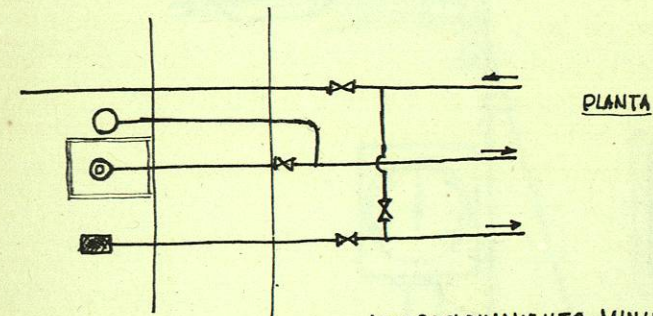
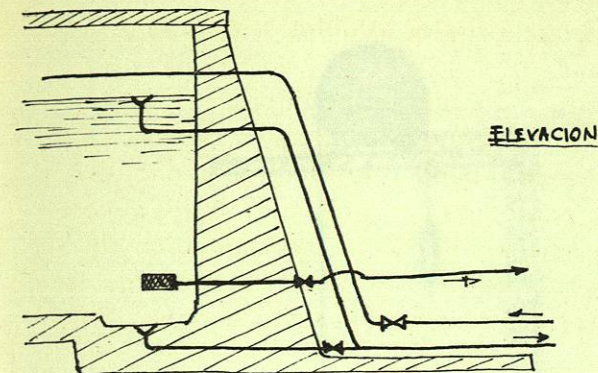
Se evita la presencia de aves que a través de sus desyecciones la contaminarían, otras de las ventajas es que se evita el paso de la luz solar que favorece la ploriferación de algas. Para la construcción de un tanque, debe tomarse en cuenta los materiales disponibles en la región, ya que éstos podrán contruirse de mampostería y concreto reforzado, concreto precomprimido y de acero.

A continuación se discutirán algunos de los tipos de tanques.

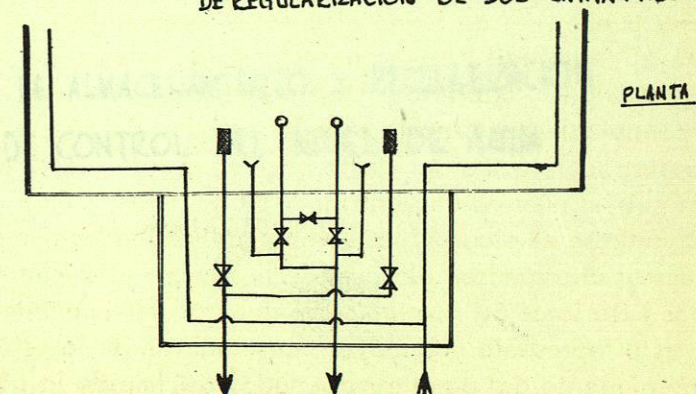
4.5 Tanques de mampostería y concreto reforzado. Cuando se construyan estos depósitos de mampostería y concreto reforzado, los cuales pueden ser de forma circular o rectangular, se calcula semejante al de un edificio ya que estos están integrados por muros, columnas, vigas y cubierta. Un sistema muy usual es el empleo de losas conocidas con el nombre de Flat-slab o de capiteles; en el cual se evitan las vigas en el techo que representa cierta economía al disminuir el número de ventilas. Otros sistemas muy económicos es cuando se emplean vigas y losas prefabricadas, que se ponen sobre columnas ahorrándose el costo de la cimbra y la mano de obra. Los muros exteriores así como el piso deberán ser impermeabilizados, ya que esto representa una mayor conservación de la estructura y el mantenimiento del agua almacenada, así, impide la posible contami

FIGURA No. 3

ACONDICIONAMIENTO MINIMO DE UN TANQUE DE  
REGULARIZACION DE UNA SOLA CAMARA



ACONDICIONAMIENTO MINIMO DE UN TANQUE  
DE REGULARIZACION DE DOS CAMARAS



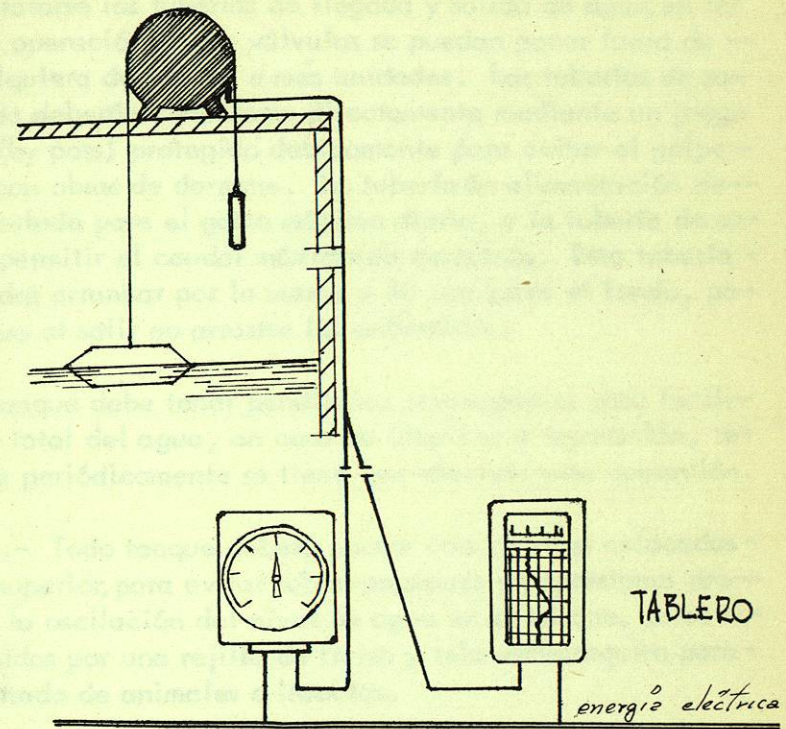
Este factor no menos importante que los otros mencionados es la resistencia a la filtración. Los tanques por lo común se construyen con muros de concreto reforzado y se cubren con una capa de impermeabilizante. El agua se propaga por gravedad. Los tanques son normalmente cubiertos, impidiendo la evaporación del agua. El techo no permite que por filtración se escape el agua que se encuentra en la superficie superior del agua.

4.4. Tanques a nivel de tierra. Cuando las condiciones de terreno con elevaciones naturales, etc., permiten que el agua se encuentre ya que esta representa economía y pueden ser de gran capacidad. El agua se propaga por gravedad. Los tanques son normalmente cubiertos, impidiendo la evaporación del agua. El techo no permite que por filtración se escape el agua que se encuentra en la superficie superior del agua.

Se evita la presencia de aves que a través de los desagües de contaminación, antes de los tanques es que se evita el paso de la luz solar que favorece la proliferación de algas. Para la construcción de un tanque se debe considerar la resistencia de la estructura en la región, ya que se debe considerar la resistencia de la estructura reforzada, concreto precomprimido, y aluminado.

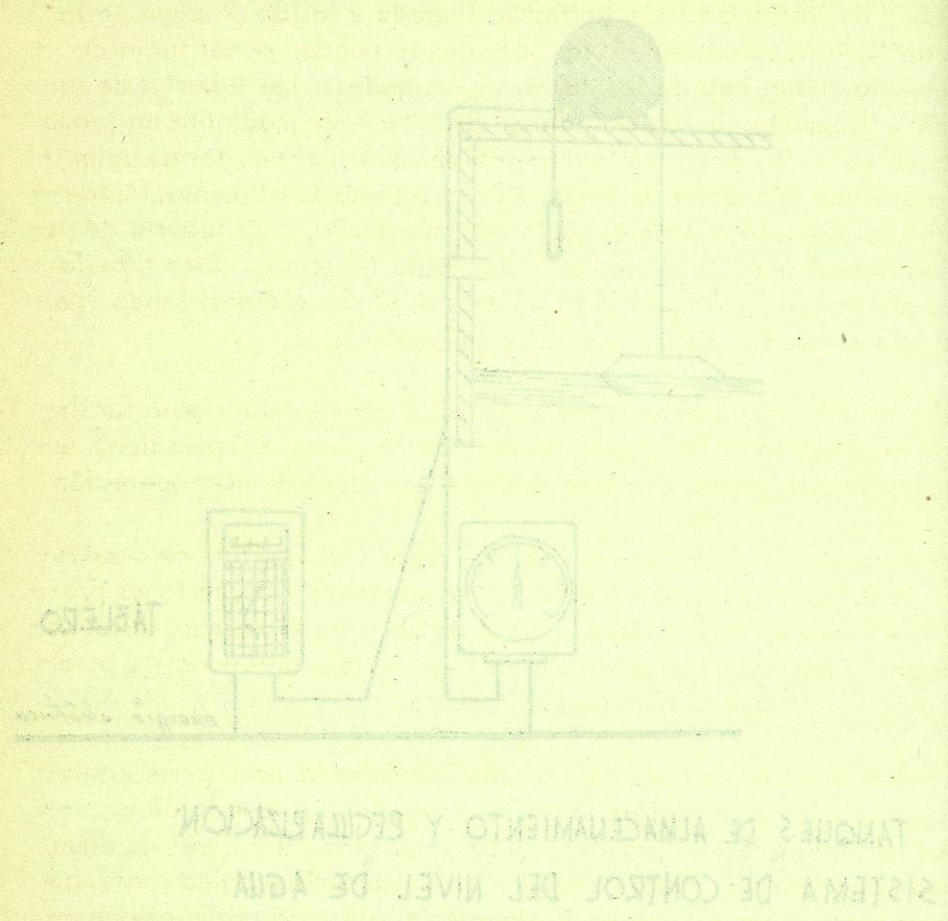
4.5. Tanques de almacenamiento reforzado. Cuando se requiere un almacenamiento de agua y concreto reforzado, los cuales pueden ser de forma rectangular, se calcula una vez más el área de la superficie que se va a cubrir. Un sistema muy común es el empleo de los tanques con el techo de concreto reforzado, en el cual se evitan los vigas de concreto reforzado que se ponen sobre el techo para disminuir el número de vigas. Otros sistemas muy comunes son los que se emplean vigas de concreto reforzado que se ponen sobre los muros exteriores del tanque al paso de las impermeabilizadoras, ya que esto representa un mayor costo de la estructura y el mantenimiento del agua almacenada ya que impide la posible contaminación.

En general se planea la construcción de un tanque de almacenamiento de agua en un terreno que permita la construcción de los muros y el techo. El agua se propaga por gravedad. Los tanques son normalmente cubiertos, impidiendo la evaporación del agua. El techo no permite que por filtración se escape el agua que se encuentra en la superficie superior del agua.



TANQUES DE ALMACENAMIENTO Y REGULARIZACION SISTEMA DE CONTROL DEL NIVEL DE AGUA

Este sistema como todo el sistema de almacenamiento de agua en un terreno que permita la construcción de los muros y el techo. El agua se propaga por gravedad. Los tanques son normalmente cubiertos, impidiendo la evaporación del agua. El techo no permite que por filtración se escape el agua que se encuentra en la superficie superior del agua.



nación del agua.

En general se planea la construcción de por lo menos dos unidades, ya que esto facilitaría la operación de los tanques, pudiéndose aislar un compartimiento para efectuar operaciones de limpieza y mantenimiento, sin que se tenga que interrumpir el servicio. Por ello deben de instalarse las tuberías de llegada y salida de agua, en tal forma que la operación de las válvulas se puedan poner fuera de servicio cualquiera de las dos o más unidades. Las tuberías de salida y llegada deberán conectarse directamente mediante un juego de válvulas (by pass) protegido debidamente para evitar el golpe de ariete y con obras de derrame. La tubería de alimentación deberá ser calculada para el gasto máximo diario, y la tubería de salida deberá permitir el caudal máximo de consumos. Esta tubería de salida podrá arrancar por lo menos a 30 cms sobre el fondo, para que el agua al salir no arrastre los sedimentos.

El piso del tanque debe tener pendientes convergentes para facilitar la salida total del agua, en caso de limpieza o reparación, recuérdese que periódicamente se tiene que efectuar esta operación.

Ventilación.- Todo tanque deberá contar con ventilas colocadas en la parte superior, para evitar sobre-presiones y depresiones provocados por la oscilación del nivel de agua en el tanque, estas estarán protegidas por una rejilla de fierro y tela antimosquito, para evitar la entrada de animales o insectos.

Estos tanques como toda obra hidráulica debe de protegerse con instalaciones de demasas, para darle seguridad a la estructura. Así mismo preveer la instalación de indicadores del nivel de agua, que puede ser una simple escala u otro sistema, mecánico o electrónico, por último, estos tanques deberán contar con registros que permita el acceso al personal del servicio en caso de reparación, una casa y almacen para el personal de vigilancia y mantenimiento, y preveer una cerca de malla ciclónica o de cualquier otro material.

4.5.1 Muros y paredes. Los muros y paredes son construídos de concreto, ya sea a gravedad, cantiliver, contra-fuertes, vigas verticales o tipo cilíndrico. Los esfuerzos a que están sometidos pueden ser internos debido al agua y externos debido a la presión de la tierra. Cuando estos se construyen sobre el suelo, la pared se diseña únicamente para resistir la presión del agua cuando éste está lleno. Y cuando están enterrados se considera para el diseño la presión de la tierra, cuando el depósito está vacío. Es conveniente estudiar el efecto que produzca el diseño más económico. La presión lateral producida por la tierra, es a grosso modo sobre una mitad de la originada por la columna de agua a la misma altura. Los miembros estructurados de una pared, se diseñan para que resistan la presión de la tierra en forma proporcional a pequeños aumentos, a diferentes alturas y para diferentes presiones del agua. Tómese en cuenta la posibilidad de que el lado en que la pared contiene la tierra, ésta puede contener agua, en este caso se tomará en cuenta una presión adicional por este concepto, muchas veces se proyectan drenes para evitar subpresiones en los depósitos.

a) Muros de gravedad: Su cálculo debe ser en forma proporcional para que resista los diferentes empujes del agua, debiéndose considerar su peso propio. Este tipo de muro no se usa en la construcción de grandes depósitos.

b) Muros cantiliver: Consisten en una base y muro construídos en forma de T o L, sobre la base se considera el peso propio más el peso del agua o de tierra que descansa directamente sobre la base, desarrollando ciertos esfuerzos flexionantes. La estabilidad de la estructura, es proporcional a la resultante de las fuerzas verticales y horizontales a que está sometida, la cual deberá pasar por el tercio medio de ancho de la base. Haciéndose necesario revisar la estabilidad de la estructura por deslizamiento y corte, esto último donde une la viga flexionante a la base de la zapata. El espesor de la viga en su parte más crítica, está determinada, por el momento flexionante precisamente donde se une la pared vertical y la zapata.

El espesor máximo de la zapata es determinado por el momento flexionante producido por la presión de la masa sobre la zapata, entre la arista de la base y siguiendo una línea imaginaria de la arista del muro de 45 grados hacia la base. Para resistir los esfuerzos de corte se hace necesario proveer acero de refuerzo. El tipo cantiliver no es económico para retener tierra de más de 6.00 mts de alto.

c) Contra-fuertes: Este tipo de estructura se colocan espaciados de 2.00 a 3.00 mts, donde se apoyan losas verticales o inclinadas que soporten las diferentes presiones a que están sometidos, el espesor en términos generales es sobre 1/20 de la altura de la pared, cuando se trata de resistir presión de tierra. Los espesores mínimos de la losa que se apoya en los contrafuertes es de un mínimo de 15 cms. El diseño de los contrafuertes en ocasiones es más complicado que cuando se trata de muros cantiliver, usándose para alturas de tierra de más de 6.00 mts.

4.5.2 Pisos: Los pisos para depósitos de mampostería son de los siguientes tipos: a) de recuadros descritos anteriormente. b) Losas reforzadas y arco. El primer tipo es usado cuando no existen complicaciones de levantamiento debido a subpresiones. Cuando se emplean en arco es para transmitir la presión hidrostática a las columnas.

La impermeabilidad es obtenida como se menciona en el capítulo quinto. Las juntas entre el piso y las paredes, entre el piso y las columnas es de gran importancia. Cuando el suelo presenta condiciones ventajosas en su resistencia, las zapatas de las columnas pueden apoyarse directamente en la losa de piso. En las juntas es necesario proveer protección contra rompimientos resultantes de los asentamientos desiguales. A continuación se muestran diferentes detalles de pisos. (Ver Fig. No. 3).

4.5.3 Techos: Los techos en depósitos de mampostería pueden ser construídos de madera, cubiertas de acero, de aluminio o de concreto con soportes; cuando se emplea el concreto se pueden em

plear losas planas con vigas y traves, losa plana con columnas acarteladas, estructuras en forma de barril, tipo cascarón y algunas otras formas de arcos. Ya sea la estructura que se use se debe de proveer ventilación para cuando funcione el depósito.

Refiriéndose al costo de las cubiertas, debe estudiarse aquella que sea más económica y de más larga vida, cuando se trata de techos en depósitos enterrados, se debe proveer una capa de tierra de 2 a 3 piés sobre toda la superficie, más la carga viva a que podrá estar sometida, este techo deberá ser impermeabilizado con una capa asfáltica o cualquier otro producto.

**4.6 Tanques cilíndricos de concreto:** Las paredes verticales de estos tanques, deben resistir el esfuerzo a tensión a que están sometidas, debido a la presión del líquido, además se considera un esfuerzo flexionante en cantiliver. La acción cantiliver es más pronunciada donde se une la pared vertical con el fondo del tanque. Este esfuerzo cantiliver puede reducirse a su mínima expresión, cuando se prevee un sello flexible entre el piso y la pared como se muestra en la figura No.4. El piso puede ser construido independiente de la pared el cual puede expandirse o contraerse sin que se produzca su requebramiento. La parte baja de esta unión es llena con una mezcla de arena, cemento y pedacera de fierro, el verdadero sello es formado por una tira de hule. La pared vertical del cilindro puede ser construida usando formas prefabricadas, que son deslizadas sobre la pared del tanque hasta alcanzar la altura deseada. Este tipo de tanque se recomienda para almacenamiento de pequeños volúmenes (menos de  $50 M^3$ ), prefiriéndose tanques de concreto precomprimidos que representan múltiples ventajas, sobre ellos se insistirá con mayor amplitud.

**4.7 Tanques de concreto circulares precomprimidos.** Estos depósitos consisten en una estructura básica de concreto, en cuyo alrededor se enrollan alambres de alta resistencia bajo una tensión predeterminada ( $10,000 \text{ kgs/cm}^2$ ), que se logra por medio de una máquina bobinadora patentada. Al pretensar el alambre de acero, desarrolla una compresión que neutraliza los esfuerzos de tensión que

FIGURA No. 4  
JUNTAS FLEXIBLES Y SELLOS  
EMPLEADOS EN TANQUES DE CONCRETO

