

Tecnología en Breve

PUBLISHED BY THE NATIONAL ENVIRONMENTAL SERVICES CENTER

Represas, Torres y Tanques

Por Vipin Bhardwaj, Especialista en Asistencia Técnica, con ilustraciones técnicas por Chris Metzgar, Diseñador Gráfico

Resumen

Después de que el agua deja la planta de tratamiento pero antes de que llegue al consumidor, debe ser segura y adecuadamente almacenada. Esta nota técnica explora varios aspectos del almacenamiento del agua.

Un sistema de distribución de agua transporta agua desde las instalaciones de tratamiento hasta el usuario. El sistema de distribución debe abastecer de agua sin deteriorar su calidad, en adecuadas cantidades y con suficiente presión para cumplir con los requerimientos del sistema.

Las instalaciones que componen el sistema de distribución incluyen almacenaje del agua final; plantas de bombeo, y tuberías principales de transmisión y distribución; y válvulas.

Instalaciones de Almacenamiento—tales como represas, torres y tanques—proporcionan almacenamiento para el agua tratada antes de ser distribuida. El sistema de distribución de agua debe tener almacenamiento de modo que sea capaz de servir propósitos domésticos básicos, usos comerciales e industriales y acomodar el flujo necesario para emergencias tales como medida contra incendios.

Funciones de las Represas

Las represas proporcionan las siguientes funciones:

- Proporcionan una reserva de agua tratada que minimiza interrupciones de abastecimiento debido a fallos en las tuberías principales, bombas, u otro equipo de la planta;
- Ayuda a mantener la presión uniforme;

- Proporciona una reserva de agua para medidas contra incendios y otras emergencias;
- Actúa como válvula de descarga en el sistema de tuberías principales abastecidas por bombeo;
- Permite una reducción en el tamaño de las tuberías de distribución por debajo de la cual pudiera ser requerida en ausencia de la presa; y
- Permite bombear a un nivel medio en vez de a un nivel extremo de flujo.

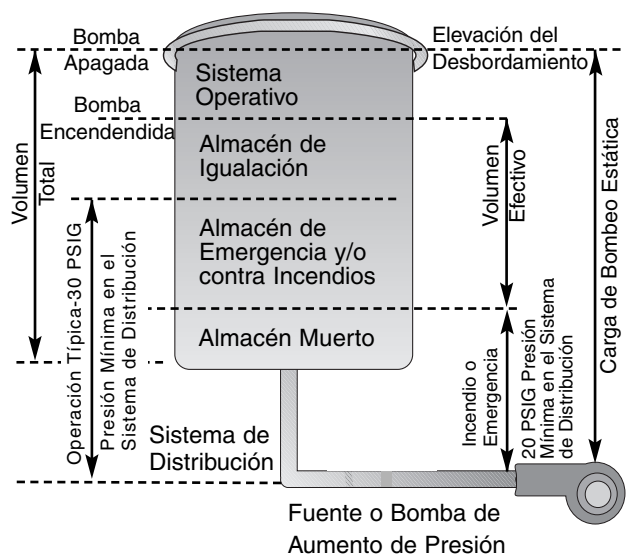
Clasificación de los Requerimientos de Almacenamiento

Los requerimientos de volumen de almacenamiento se encuentran clasificados por función: operación, igualación, incendios y/o emergencias, y volúmenes muertos de almacenamiento. Los ingenieros deben considerar la combinación de los componentes de estos volúmenes individuales para determinar el volumen total de capacidad de almacenamiento que es requerido para cualquier sistema. El almacenamiento total requerido es típicamente la suma de todas estas funciones.

En vez de requerir ambos volúmenes, almacén para incendios y emergencias, algunas agencias locales y estatales contra incendios permiten a los sistemas usar el mayor de los volúmenes de almacén ya sea de incendios u emergencia. Estos requerimientos de las agencias locales necesitan ser determinados en base a cada caso, previo al diseño de un tanque de almacenamiento.



Figura 1 Clasificación del Volumen de Almacenamiento



La **Figura 1** ilustra los diferentes componentes del volumen total de almacenamiento.

Almacenamiento de Operación

Este es la diferencia del volumen entre los niveles de bomba encendida y la bomba apagada cuando el tanque está siendo usado normalmente y las fuentes de las bombas de abastecimiento al tanque de almacenamiento se encuentran apagadas.

Almacenamiento de Igualación

Este componente de almacenamiento es usado cuando la capacidad de la fuente de la bomba es menor que la demanda extrema del sistema. El almacenamiento requerido para que las instalaciones de producción de agua puedan operar a un nivel relativamente constante. Diariamente los niveles maximos determinan el volumen, comparado con la demanda media diaria y la capacidad de la fuente.

Almacenamiento contra Incendios

El volumen de agua almacenada dentro del sistema de agua para combatir incendios es conocido como "almacenamiento contra incendios". El volumen requerido de almacenaje varía con el tamaño de la ciudad y con el tamaño, tipo y clasificación de construcción

dentro del área de servicio. Los requerimientos de volumen de almacenamiento para combatir incendios deben ser determinados basados en el estado, distritos locales de bomberos y municipalidades. Las autoridades de bomberos frecuentemente hacen referencia a la última edición de la Guía para la Determinación del Flujo Requerido contra Incendios, publicada por la Oficina de Servicios de Seguros para determinar los requerimientos locales del flujo contra incendios.

El mínimo requerimiento típico municipal de flujo contra incendios es de 500 a 1,000 galones por minuto (gpm) por dos horas por cada área residencial familiar. El flujo contra incendios de áreas comerciales e industriales pueden llegar a 8,000 gpm o más por muchas horas. Los requerimientos típicos de almacenamiento contra incendio son mostrados en la **Tabla 1**. Los ingenieros deben basar las actuales necesidades de capacidad en los requerimientos locales de flujo contra incendios.

Almacenamiento de Emergencia

Este almacén es usado para proporcionar agua al sistema durante condiciones inusuales o de emergencia. El volumen de almacenamiento de emergencia depende de la probabilidad de interrupción de abastecimiento y el tiempo requerido para realizar reparaciones o disponer de un abastecimiento de agua alternativo.

Embalse Muerto

El almacenamiento en tanques u otros almacenamientos que no puede ser sacado o utilizado beneficiosamente debido a las elevaciones de las tuberías o bajas presiones, es conocido como embalse muerto. El embalse muerto es típicamente más significativo en los tanques altos de tipo tubería de pie donde el agua en la parte inferior del tanque no puede ser usada debido a la baja presión del sistema.

Volumen de Almacenaje Dedicado al Tiempo de Contacto

El agua final almacenada en depósitos de salida de las plantas de tratamiento es utilizada, algunas veces para satisfacer el tiempo

Tabla 1. Rangos Típicos de Requerimientos de Almacenamiento para Protección contra Incendios

Tipo de Desarrollo	Volumen de Almacén, gal	Volumen de Almacén, ML
Residencial de baja densidad, 2 hr a 500 gpm	60,000	0.23
Residencial urbanizado, 2 hr a 1,000 gpm	120,000	0.45
Comercial ligero, 4 hr a 2,000 gpm	480,000	1.8
Comercial, 4 hr a 4,000 gpm	960,000	3.6

de contacto de desinfección. En estos casos, la cantidad de volumen fijado para satisfacer los requerimientos de desinfección también debe ser considerado en el volumen total y en los límites operacionales del almacenamiento.

El Uso Diario del Volumen de Almacenamiento Varía

El uso del agua es mayor durante las horas del día—típicamente en las horas extremas de media mañana y principios de la noche. El agua almacenada es extraída durante estas horas del día que presentan demandas punta y se reponen durante los periodos de mínima demanda que son las horas ya tarde en la noche y muy temprano en la mañana.

La **Figura 2** ilustra la variación a cada hora en el uso diario del agua (variación diurna) que puede ocurrir en una comunidad residencial típica en el día de máximo uso del agua en el año.

La forma de la curva de la demanda de agua diurna variará significativamente entre las diferentes ciudades debido a las diferencias locales en clima y economía. Los datos de diseño locales deben ser obtenidos de cada sistema de agua para determinar las necesidades de almacenamiento. Sin embargo, con una adecuada capacidad de la fuente de abastecimiento, es típico para áreas de residencias pequeñas igualar el almacenamiento de aproximadamente 22 por ciento de la máxima demanda diaria.

Forma y Volúmen de un Tanque de Almacenamiento

Las torres de agua pueden ser construidas de hormigón o acero y pueden tomar varias formas. La forma más adecuada para torres de hormigón es cilíndrica con una parte inferior de forma curvada o plana. Los tanques de acero pueden tener una forma inferior de

forma esférica o en bóveda. La forma elegida es usualmente un compromiso entre los costos de funcionamiento, construcción y mantenimiento; y estética.

El nivel más bajo de agua en el tanque se determina de acuerdo a los requerimientos de presión en las tuberías. La presión en las tuberías puede variar de acuerdo al tipo de comunidad y las necesidades de presión de las diferentes áreas de la ciudad. Típicamente, las presiones mínimas aceptables del sistema de agua son de 35 a 40 libras por pulgada cuadrada (psi) y las presiones máximas son de 100 a 120 psi.

Para mantener bajos los costos de bombeo, la profundidad del agua en el tanque es generalmente mantenida baja. Debido a las consideraciones estructurales, la profundidad se mantiene igual al diámetro.

Localización de las Represas

Una represa almacena el agua y la suministra a la presión requerida al punto más lejano del área. Bajo el punto de vista de los costos de las tuberías y la distribución uniforme de presión, la represa se debe localizar cerca del centro del área de servicio.

En áreas planas, es relativamente fácil construir la torre de agua en el centro. En áreas montañosas, sin embargo, podría ser más ventajoso seleccionar el punto más alto para la construcción de un tanque elevado, el cual debe descansar sobre la parte final del área en vez del centro.

Aparte del centro, el tanque o torre puede estar situado entre el área y la fuente de abastecimiento (bombeo o flujo de gravedad). Cuando el tanque de agua se localiza entre el área y la fuente, toda el agua debe pasar a través del tanque elevado antes de fluir a través del área. (Ver **Figura 3A.**)

La presión en el sistema de abastecimiento de agua depende del nivel del agua del tanque de servicio. Un sistema de abastecimiento de agua necesita garantizar una presión mínima aún al punto más remoto del área. Por lo tanto, es esencial que la línea del gradiente hidráulico siempre esté por encima de la presión requerida.

Cuando el agua es abastecida desde un almacenamiento localizado a un nivel alto, el tanque de servicio debe funcionar como un dispositivo de disminución de presión.

Figura 2 Variación Horaria del Uso de Agua

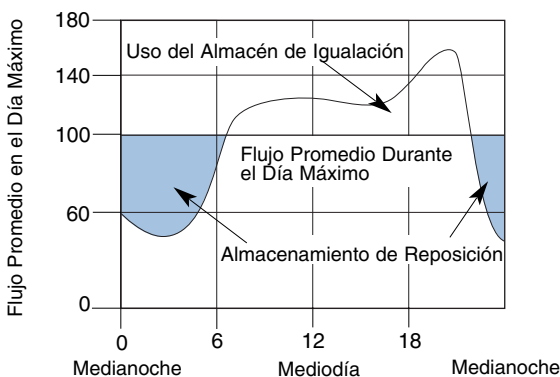
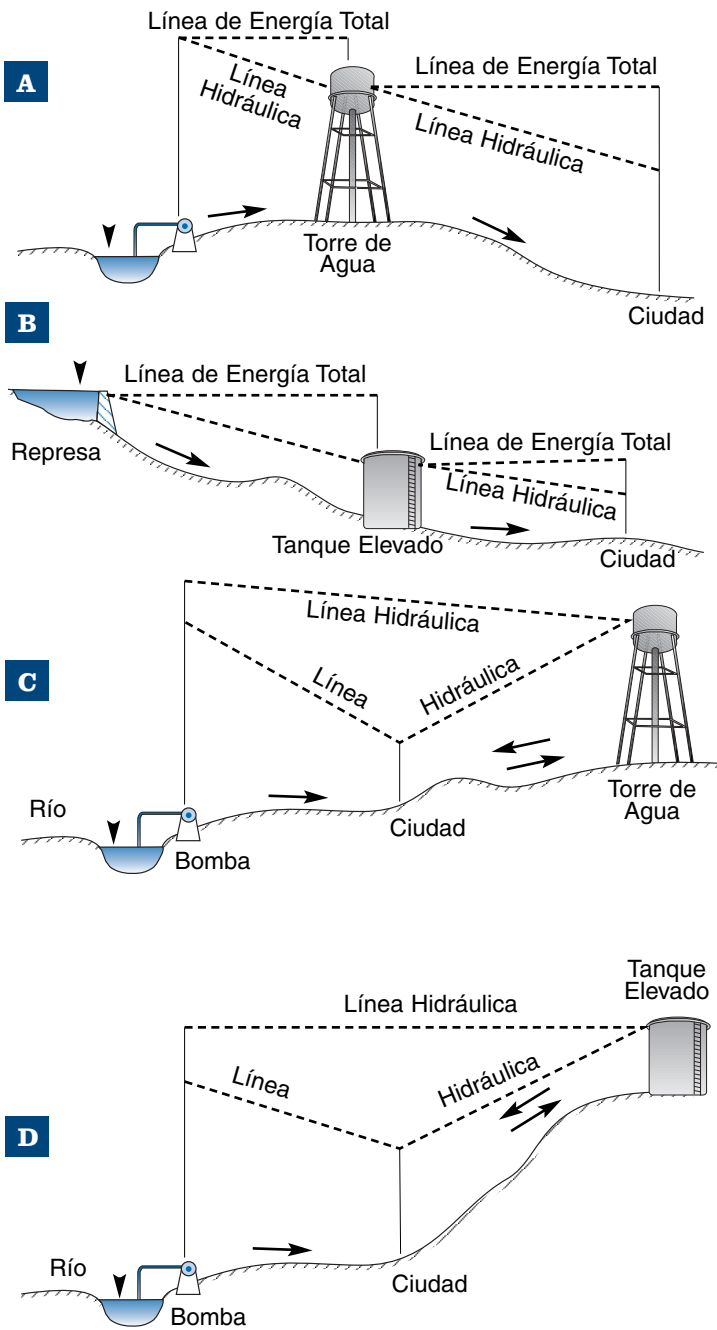


Figura 3 Reservoirio de Servicio



Materiales de Construcción

La mayoría de los estados permiten materiales de construcción: acero y hormigón. Todas las tuberías, juntas y conexiones deben estar conformes a las especificaciones de la Asociación Americana de Trabajos en Agua (AWWA). Los tanques de agua de acero soldado deben encontrarse conforme al Instituto Nacional Americano de Estándares (ANSI)/Estándar AWWA D100. Los tanques de acero revestidos en la fábrica deben estar conformes a ANSI/AWWA D103. Alambres, hebras de filamentos y tanques de hormigón pretensado, circular, deben estar conformes al estándar D110 de ANSI/AWWA.

Los tanques de almacenamiento deben estar pintados o tener protección catódica. Los estándares de AWWA para pintar excluyen el uso de pinturas que puedan añadir materiales tóxicos al agua almacenada. Las pinturas, ambas, externa e interna deben cumplir con los estándares prescritos por D101 y D102 de AWWA.

Otras Consideraciones

Todos los tanques de agua deben estar cubiertos para proteger el agua almacenada de la contaminación. Las tuberías de desbordamiento pueden ser acercadas a la superficie de la tierra y descargadas para minimizar la erosión. La estructura de almacenamiento debe ser diseñada de modo que haya agua circulando. Debe haber un acceso conveniente al interior para su limpieza, almacenamiento y muestreo. Los almacenamientos rígidos deben estar ventilados.

Referencias:

- Pizzi, Nicholas G, 1995. *Hoover's Water Supply and Treatment*, 12th Edition. National Lime Association: Arlington, VA.
- HDR Engineering, Inc. 2001. *Handbook of Public Water Systems*. 2nd Edition. John Wiley and Sons, Inc.: New York, New York.
- Hobbs, Aubrey Thomas (ed.) 1969. *Manual of British Water Engineering Practice*. Vol 2. W. Heffer and Sons, Ltd: Cambridge, England.
- Middle Brooks, E Joe, et al. 1977. *Water Supply Engineering Design*. Ann Arbor Science Publishers: Ann Arbor, MI.

(Ver **Figura 3B**.) Esto reduce la posibilidad de daño a las tuberías debido a una alta presión hidrostática.

Cuando el área yace entre la fuente y el tanque de servicio, entonces la mayoría de requerimientos son cumplidos por bombeo directo y el agua fluye hacia el tanque de almacenamiento. (Ver **Figuras 3C** y **3D**.) En este sistema puede haber mayores fluctuaciones en la presión de suministro.