

111.- TANQUES DE REGULARIZACION.

3-1 Introducción.

En los abastecimientos de agua, el caudal disponible y las demandas no coinciden durante las horas del día, en ocasiones la demanda es mayor que el abasto y otras veces el abasto es mayor al consumo. -- Es por ello que se necesita construir un depósito que asegure la compensación del abasto, de tal manera que almacene el sobrante en horas de poco consumo y suministre el agua disponible en las horas de máximo consumo además cuando se cuenta con planta potabilizadora permite una operación constante apesar de las variaciones de las demandas. Estos se construyen a nivel o elevados, variando su elección según la configuración topográfica del terreno, prefiriéndose -- aprovechar la mayoría de las veces alguna elevación natural, de tal altura, que nos proporcione presión suficiente en los puntos más desfavorables del sistema de distribución; cuando el terreno en que se asienta la población es plana se proyectan tanques elevados, cuya altura del fondo del tanque nos permita satisfacer los requerimientos de presión.

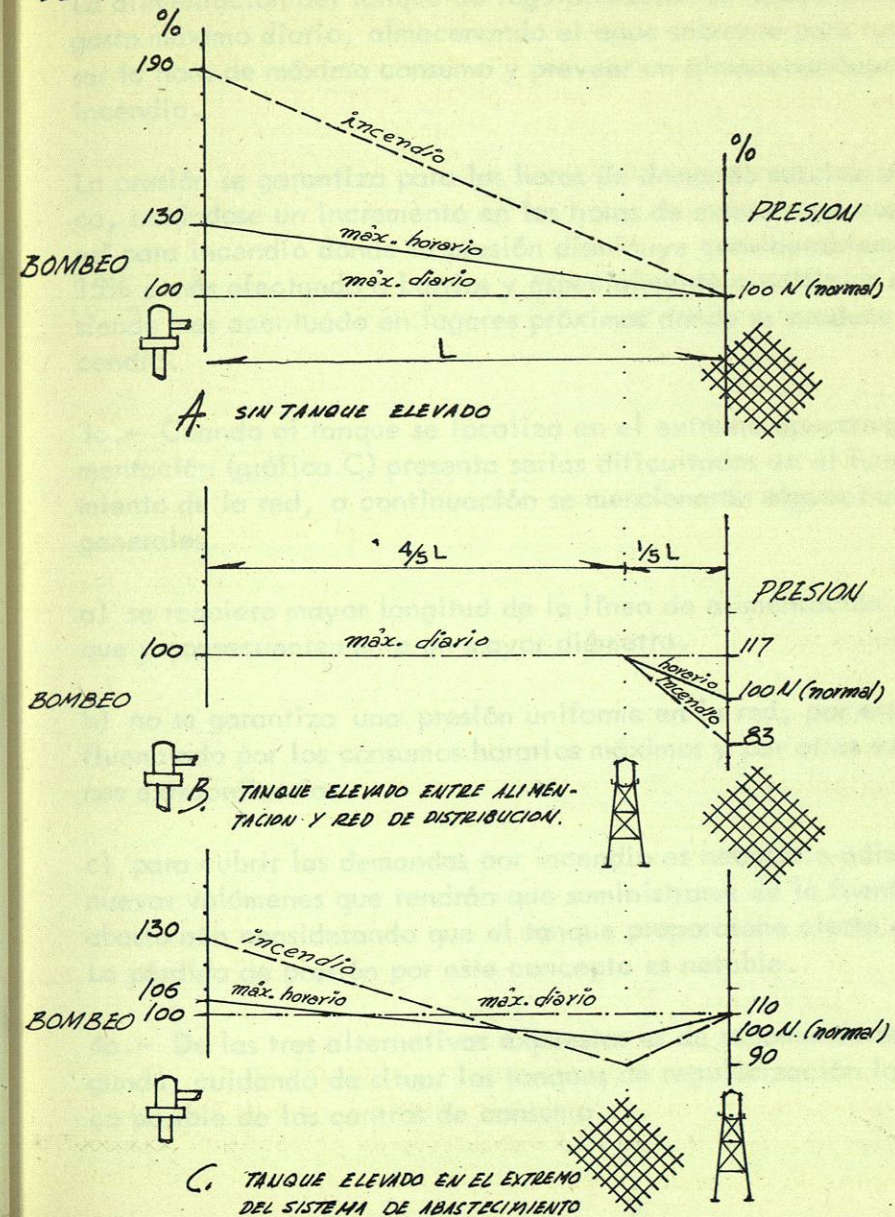
Estos tanques se clasifican según su posición con respecto a la red de distribución de cabeza, centrales y de cola, y referente a su colocación en tanques a nivel de tierra y elevados. Muchas poblaciones rurales basta proyectar un sólo depósito, pero cuando estas son extendidas longitudinalmente se proyectan tanques de equilibrio de capacidad menor y a una cota mas baja que el colocado en el extremo -- para mantener la presión en la red a la hora de máxima demanda.

En la figura No. 1 se muestra el efecto que produce la colocación del tanque de regularización en un sistema de distribución de agua. Al analizar las figuras se observa lo siguiente:

1o.- Al omitirse el tanque de regularización da origen a un bombeo exagerado resultando antieconómico (gráfica A), requiriendo mayor diámetro en la alimentación y la instalación de costoso equipo. Al incrementarse la demanda exige se proporcione un mayor gasto instantáneo.

FIGURA No. 1

FUNCIONAMIENTO PROBABLE DE LA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA SEGUN LA POSICION DEL TANQUE DE REGULARIZACION



2o.- Al instalarse el tanque entre la estación de bombeo y el centro de distribución (gráfica B), se tiene dificultad en proporcionar la presión exigida en la red.

La alimentación del tanque de regularización se hace mediante el gasto máximo diario, almacenando el agua sobrante para compensar la hora de máximo consumo y proveer un almacenamiento para incendio.

La presión se garantiza para las horas de demanda máxima doméstica, notándose un incremento en las horas de menor consumo, no así para incendio donde la presión disminuye considerablemente en 15% o más afectando a barrios y especialmente a edificios altos, - siendo mas acentuado en lugares próximos donde se produce el incendio.

3o.- Cuando el tanque se localiza en el extremo opuesto a la alimentación (gráfica C) presenta serias dificultades en el funcionamiento de la red, a continuación se mencionarán algunos aspectos generales.

a) se requiere mayor longitud de la línea de alimentación al tanque y consecuentemente un mayor diámetro.

b) no se garantiza una presión uniforme en la red, por estar influenciado por los consumos horarios máximos y por otras extracciones extraordinarias.

c) para cubrir las demandas por incendio es necesario adicionar nuevos volúmenes que tendrán que suministrarse de la fuente de abasto aún considerando que el tanque proporcione cierta cantidad. La pérdida de presión por este concepto es notable.

4o.- De las tres alternativas expuestas es de recomendarse la segunda, cuidando de situar los tanques de regularización lo más cerca posible de los centros de consumo.

3-2 Cálculo de depósitos para regularización.

Para determinar la capacidad total de los depósitos de regularización, se consideran los siguientes parámetros:

- volumen para regularización.
- reserva de incendio.
- reserva de emergencia.

A continuación se discutirá en primer término la forma de determinar el volumen de agua necesario para satisfacer las fluctuaciones de las demandas.

3-2-1- Volumen para regularización.

Para determinar la capacidad del depósito por este concepto, se hace necesario disponer de las variaciones de demanda durante el día de máximo consumo y precisar si se cuenta con abasto uniforme o bien si varía, como es el caso cuando se depende de pozos. Para la determinación de la capacidad de estos depósitos se emplean varios métodos. En forma numérica utilizando las tablas de porcentaje de distribución horaria de la Secretaría de Recursos Hidráulicos para varios tipos de población y un segundo método gráfico por medio de curvas integrales, basado en el principio de la CURVA MASA.

Método gráfico basado en el principio de la curva masa: Para conocer la capacidad de la regularización se hace necesario conocer previamente la fluctuación de las demandas de agua para lo cual se recomienda construir un hidrograma y más satisfactoriamente un diagrama de masas semejante al diagrama de RIPPL que se usa para la determinación del almacenamiento y funcionamiento de embalses. Para conocer la capacidad de la regularización se procede en la siguiente forma:

1o.- Se formula una tabla de volúmenes acumulados, según las demandas de las diferentes horas del día. Tomándose el día de máximo consumo, estas demandas podrán ser las recomendadas por la Secretaria

ria de Recursos Hidráulicos o por el Banco Nacional Hipotecario y de Obras Públicas, o bien de los datos obtenidos por estudios directos.

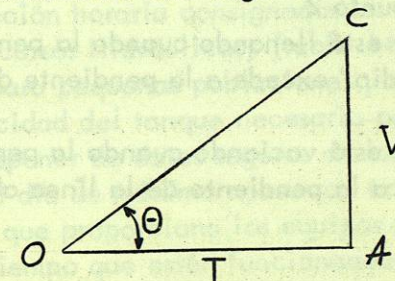
2o.- Se construye una gráfica de volúmenes acumulados (curva masa) anotando en las ordenadas los volúmenes acumulados en metros cúbicos y en las abscisas tiempo en horas. Para dibujar la curva masa se utilizan los volúmenes acumulados dados en la tabla mencionada, la curva resultante al unir todos los puntos se le llama curva masa.

3o.- Se traza una línea recta promedio de esta curva uniendo los puntos extremos, conociéndose como demanda media.

4o.- Para efectuar el cálculo de la capacidad del tanque cuando el abasto es uniforme, se trazan 2 rectas paralelas a la demanda media y tangentes a la curva masa en la máxima superior y máxima inferior. La suma de las ordenadas nos dará el volumen del tanque.

5o.- Para calcular la capacidad del tanque cuando se tienen gastos variables o no continuos como es el caso cuando se emplee bombeo, cuyas máquinas funcionan cierto número de horas al día, se procede en la forma siguiente:

a) Se construye un diagrama triangular gasto-tiempo, que podrá ser a cualquier escala, cuyo ángulo que forma en la horizontal es la misma de la línea de demanda media con el eje de las abscisas (ver curva masa), llamemos a este ángulo θ



b) De la clasificación anterior se concluye lo siguiente:

$$\text{tang. } \theta = \frac{V}{T} \text{ que es igual a } Q.$$

Para que V sea igual a Q es necesario que T tenga un valor de 1; -- por lo tanto podemos escoger cualquier unidad que nos represente la unidad tiempo; en estas condiciones la vertical del diagrama triangular es el gasto, así por ejemplo si queremos saber el volumen del tanque para 10 horas de bombeo, se determina la longitud de la ordenada correspondiente midiéndose en la escala a partir del punto "A" hacia arriba hasta fijar el punto "C" y si unimos este último con el punto "O" nos dará un nuevo valor del ángulo. (Fig. No. 2)

Utilizando la gráfica de volúmenes acumulados se puede fijar la hora en que se iniciará el bombeo trazando una línea recta paralela a O-C, empezando en la abscisa y terminando en una línea paralela a ésta en el extremo de la curva masa. La capacidad del tanque será la ordenada Y_1 (600 mts³) mostrada en la figura No. 2.

En estudios efectuados en diversos abastecimientos se ha encontrado que la capacidad para regularización es del 15% sobre el promedio del día de máximo consumo. Y cuando se tiene un abastecimiento de 12 horas puede ser esperado un incremento de 50% sobre el promedio del día de máximo consumo.

Lo concerniente a la operación de este tanque puede ser determinada estudiando la figura No. 2, por ejemplo el depósito estará:

- 1o.- Lleno en el punto 1.
- 2o.- Vacío en el punto 2.
- 3o.- El depósito se está llenando cuando la pendiente de la línea "abastecimiento medio" excede a la pendiente de la curva de demanda.
- 4o.- El depósito se está vaciando cuando la pendiente de la curva de demanda excede a la pendiente de la línea abastecimiento medio.

El promedio de gasto del depósito en cualquier tiempo es representado por la diferencia entre las pendientes de la curva de demanda y la

línea de abastecimiento medio en cualquier tiempo.

Si se desea instalar un tanque regulador que nos permita bombear constantemente durante las horas de mayor demanda. La capacidad del depósito en razón del bombeo puede determinarse como sigue: (ver figura No. 2)

1o.- Asumiendo que las horas de bombeo sean 10 horas; empezando a las 7 a.m. y terminado a las 5 p.m.

2o.- Dibujar una línea recta, línea B de las 7 a.m. empezando donde el gasto es cero y terminando a las 5 p.m., precisamente donde alcanza la ordenada máxima.

3o.- La pendiente de la línea representa el bombeo necesario en este caso 66.6 lts/seg.

4o.- Dibujar la línea B' paralela a la línea B, donde la curva de demanda es interceptada por una vertical de la 7 a.m.

La distancia vertical Y_2 representa la capacidad del depósito en la escala de volúmenes, en este caso es de 1000 M³.

Cálculo de la capacidad de tanques de regularización, por el método numérico.

Otro método empleado para determinar la capacidad de este tipo de tanques, es en forma numérica utilizando para el efecto los porcentajes de distribución horaria consignados en tablas dadas por la Secretaría de Recursos Hidráulicos, (tabla No. 1) las cuales están clasificadas para pequeñas poblaciones y ciudades. Para determinar la capacidad del tanque necesario para la compensación, es preciso disponer de datos seguros de las variaciones de demanda durante el día de máximo consumo, considerando desde luego que el gasto que proporciona los equipos de bombeo son uniformes durante el tiempo que estén funcionando.

Las tablas que recomienda la Secretaría de Recursos Hidráulicos -

para determinar la capacidad de los tanques de regularización (tabla No. 3), aparecen en primer término las horas consecutivas del día, enseguida el período de bombeo que aparece en por ciento de éste, dividido comúnmente en 5 columnas donde se anotan los valores cocientes de las divisiones $24/24=1.0=100\%$; $24/20=1.2=120\%$; $24/16=1.5=150\%$; $24/12=2.0=200\%$; $24/8=3.0=300\%$. La siguiente columna es la demanda en por ciento, valores determinados por la Secretaría de Recursos Hidráulicos como promedio en diversos estudios efectuados directamente en el campo, considerando los diferentes tipos de población, ya sea para pequeñas poblaciones o ciudades. En la tabla aparece una columna de diferencias entre el por ciento de bombeo y la demanda en por ciento, está dividida en 5 columnas, aquí se anotan los valores según el signo resultando que puede ser positivo (excedente) o negativo (faltante). Por último aparece los acumulativos con el signo correspondiente para cada valor, tomándose en cuenta los valores dados en la columna de diferencias. Los Períodos de bombeo consignados en la tabla se ha tomado en cuenta principalmente los turnos de trabajo, en realidad cualquier período de bombeo podría haberse aplicado, para lo cual se efectúan los ajustes necesarios para determinar los valores acumulativos.

Para determinar la capacidad del tanque empleando las tablas No. 3 y No. 4, relación entre el tiempo de bombeo y la demanda de variación horaria establecida por la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

De la tabla No. 3 y No. 4 se toma el máximo acumulativo positivo y negativo que nos dará la capacidad que debe tener el tanque para los distintos tiempos de bombeo; para cada período se determina la constante de bombeo correspondiente; la cual será igual a la suma algebraica de los máximos positivo y negativo, multiplicando por el número de segundos de una hora. La capacidad del tanque de regularización estará dado por:

$$V = K Q$$

V; Capacidad del tanque.

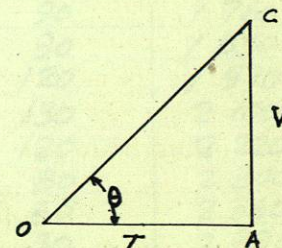
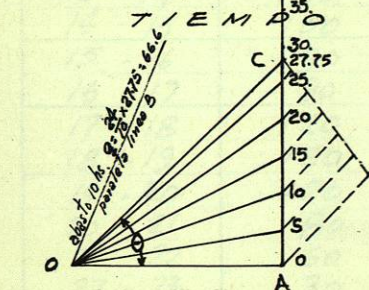
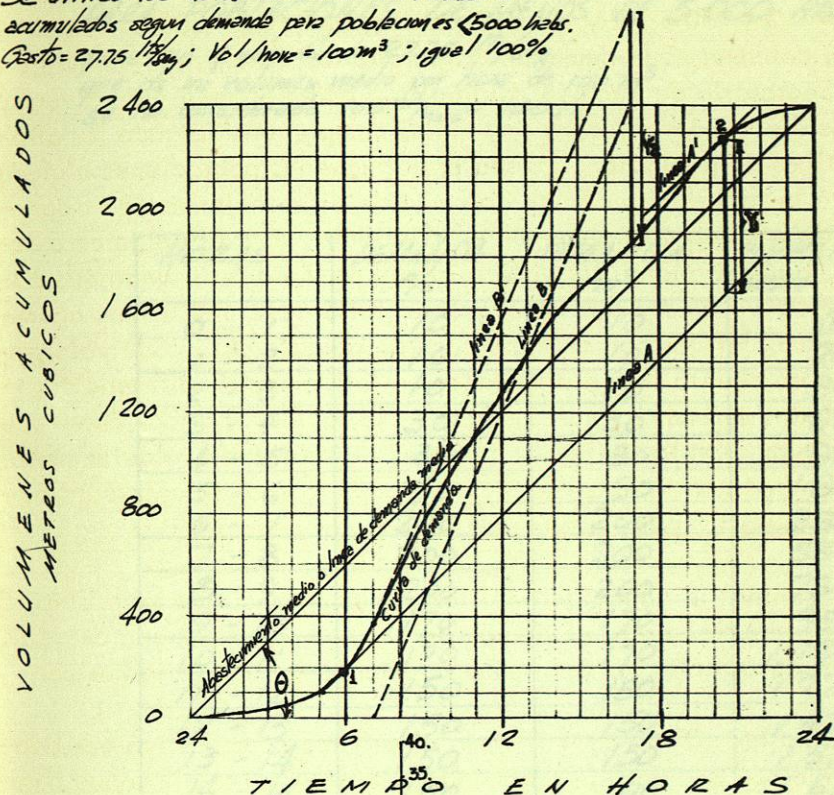
K; Constante bombeo.

Q; Gasto máximo diario.

FIGURA No. 2

GRAFICA PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD DE TANQUES DE REGULARIZACION UTILIZANDO LA CUEVA MASA

Se utilizó los datos de la tabla de volúmenes acumulados según demanda para poblaciones < 5000 habts. Gasto = 27.75 lts/h; Vol/hora = 100 m³; igual 100%



Analisis del diagrama tiempo-volumen
 $\text{tang } \theta = \frac{V}{T}$; tambien $Q = \frac{V}{T}$
 cuando $T=1$; $Q=V$ y $V = \text{tang } \theta$