

Diseño de Línea de Conducción de Agua Potable y Tanque de Regularización en Villas De San Juan, León Guanajuato

Ramírez Martínez Jaqueline, Espinosa Castro Fernando, Quezada Padilla Marisela Del Pilar

Resumen— En el siguiente artículo se mostrará el diseño de una línea de conducción de agua potable, tanques de regularización y planta de rebombeo en Villas de San Juan, León Guanajuato, para el cual se manejará un modelo de investigación acción, se le dará un enfoque tanto cuantitativo como descriptivo de la investigación en donde se llevará a cabo el cálculo de la tubería a utilizar en el proyecto, así como la obtención del diámetro más económico para dicho proyecto. Para lograr esto es necesario determinar un estudio previo de cuenca y capacidad de presas de la localidad (Presa la Laborcita, Presa San Juan de Otates, y Presa Duarte), el cálculo de la línea de conducción por bombeo y gravedad, así como el cálculo de un tanque de regularización para que finalmente se pueda obtener el cálculo del presupuesto de la obra.

La línea de conducción para las presas La Laborcita y San Juan de Otates fueron calculadas por gravedad, a pesar de tener longitudes distintas al optimizar la energía ambas líneas quedaron con los mismos diámetros (seis y ocho pulgadas) pero con longitudes distintas ya que las dos líneas atienden necesidades diferentes debido a su nivel topográfico. La presa La Laborcita quedó con una línea de conducción de quinientos treinta y dos metros de un diámetro de seis pulgadas más quinientos cuarenta y cuatro metros de un tramo de ocho pulgadas; mientras que la presa San Juan de Otates quedó con un tramo de setecientos cincuenta y tres enteros veintinueve centésimos de metro con un diámetro de seis pulgadas más un tramo de tres mil cincuenta y seis enteros siete décimos de metro de ocho pulgadas.

Para la línea de conducción de la presa DUARTE se calculó por bombeo debido a que su desnivel era muy alto y por gravedad no se podría llegar al tanque, en los cálculos se revisó el desgaste que generan las piezas especiales (codos y tren de válvulas), la finalidad de la línea de conducción por bombeo es el costo de operación de la bomba a utilizarse por un año más el costo de obra civil obteniendo la combinación más económica, para lograr esto se revisó por todos los diámetros (tres, cuatro, seis, ocho, diez, y doce pulgadas) y así conocer el costo que generaba cada diámetro.

Para obtener las medidas del tanque se debe conocer el volumen que debe tener, el gasto medio obtenido de la población (los veintisiete mil quinientos habitantes) fue de setenta y nueve enteros cincuenta y siete décimos de litro por segundo, se propone que el periodo de bombeo es de veinticuatro horas por lo tanto nuestro factor a aplicar es de catorce enteros cincuenta y ocho centésimos multiplicado por el gasto máximo (gasto medio por un entero cuatro décimos) obtenido un volumen total de mil seiscientos veinticuatro enteros veintidós centésimos de m^3 , debido a que el tanque es superficial las medidas obtenidas son de doce metros por doce metros por doce metros.

RAMÍREZ MARTÍNEZ JAQUELINE, ESPINOSA CASTRO FERNANDO pertenecen a la carrera INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD DE LA SALLE BAJÍO CAMPUS CAMPESTRE y

I. INTRODUCCIÓN

Villas de San Juan

La comunidad de Villas de San Juan se encuentra en León, Guanajuato; delimitada al norte, con las Colonias Brisas del Pedregal y el Boulevard La Luz, al este colinda con la colonia Hacienda los Otates y, al sur con Avenida Olímpica y la colonia Haciendas de León y cuenta con una superficie de trescientos sesenta y cinco enteros setenta y seis centésimos de hectáreas. Su situación actual es demandante debido al fuerte hacinamiento en los hogares que oscila entre siete o más personas, incluso dos o más familias por casa habitación. "En el transcurso de tres años la superficie habitacional absorbió más del 50% de la superficie sin uso aparente, incrementando la densidad de habitantes en la zona."^[1]

La demanda de agua es proporcional a la población total por la dotación de agua diaria, para reducir el consumo de agua potable en actividades que no necesitan dicha calidad, SAPAL cuenta con un sistema para abastecer pipas con agua tratada. El pasado 2017 el alcalde de León Héctor López Santillana entregó un tanque de almacenamiento para abastecer de agua potable a veintisiete colonias del Polígono de Villas de San Juan, SAPAL ya contaba con un tanque con características similares pero debido al crecimiento de la ciudad se incrementó la capacidad de almacenamiento para albergar dos mil cuatrocientos metros cúbicos de agua.^[2]

Como ya se ha mencionado, el polígono sigue creciendo y los dos tanques actuales llegaron a ser insuficientes cuando la demanda de consumo aumente, por lo tanto, se decidió realizar el diseño que permita estar preparado para atender a las futuras familias con una línea de conducción de agua potable, tanques de regularización en Villas de San Juan, alimentadas por las presas: La Laborcita, Duarte y San Juan de Otates.

Presa de Duarte

Tiene una cortina de tierra y enroscamiento con taludes capacidad de ciento nueve enteros treinta y un centésimos de m^3/seg . La longitud de la cortina es de trescientos seis enteros quince centésimos de metro, quince metros incluyendo el vertedero, y una altura en la sección máxima de veintiocho metros. Tiene una obra de toma en el margen derecho y consta de dos válvulas de veinte pulgadas de diámetro. Cuenta con una

realizaron el proyecto dentro del curso METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN (Email: ramajaqueline@gmail.com).

El proyecto fue asesorado por Quezada Padilla Marisela Del Pilar

obra de excedencia con una longitud de cresta de quince metros y una capacidad máxima de descarga es ciento nueve enteros treinta y un centésimos de m^3/seg . La capacidad del NAME es de cuatro enteros cuarenta y seis centésimos de hm^3 y el NAMO es de tres enteros cinco décimos de hm^3 .

Presa San Juan de Otates

La cortina es de materiales graduados tiene una altura de cuarenta y dos enteros cinco décimos de metro a nivel de cause, longitud de cortina de doscientos setenta y seis enteros siete décimos de metro, cuenta con una obra de excedencia de cresta libre ubicada en el margen derecho con una longitud de cresta de cinco metros y una altura de corona de seis enteros treinta centésimos de metro con una capacidad de setenta y seis enteros once centésimos de m^3/seg y una obra de toma al margen izquierdo controlada por dos válvulas de veinte pulgadas de diámetro y con capacidad de tres enteros seiscientos cuarenta y seis milésimos de m^3/s . La presa tiene una capacidad al NAMO de un entero ocho décimos de hm^3 y al NAME dos mil seiscientos treinta y un hm^3 .

Los objetivos por alcanzar son los siguientes:

- (a) Diseñar una línea de conducción de agua potable, tanques de regularización y planta de rebombeo en villas de san juan, León Guanajuato.
- (b) Determinar el estudio de cuenca y capacidad de presas
- (c) Calcular la línea de conducción por bombeo y gravedad
- (d) Calcular tanque de regularización
- (e) Calculo de presupuesto.

Con este proyecto se genera un impacto social de tal forma que nos acercamos a la realidad y a las necesidades que se requieren en la región, dando propuestas y soluciones para las mismas, de una forma concreta y detallada, así como generando una forma viable de solucionar dichas necesidades.

II. EL TEXTO PRINCIPAL

Datos Básicos De Villas De San Juan

La poligonal está delimitada de la siguiente manera: Al Norte, con las Colonias Brisas del Pedregal y el Blvd. La Luz-carretera hacia la comunidad de Duarte, al Este colinda con las Colonias Haciendas los Otates y Jardines de San Juan, al Sureste con circuito siglo XXI ate., al Sur con av. Olímpica y la colonia Haciendas de León. Al Noroeste con las colonias paseos del Molino y Brisas del Carmen, teniendo una superficie de trescientos sesenta y cinco enteros setenta y seis centésimos de hectáreas.^[7]

Encuesta a muestra representativa de hogares (resultados):

Fuerte arraigo de los hogares en el polígono. Promedio por hogar: nueve enteros dos décimos de años.

El 26% de hogares: hacinamiento moderado a intenso (siete o más personas, dos o más familias).

Diagnóstico ambiental

En el transcurso de tres años la superficie habitacional absorbió más del 50% de la superficie sin uso aparente, incrementando la densidad de habitantes en la zona.

(a) La zona de estudio, presentó una pérdida aproximada de ciento cuarenta hectáreas de tierras agrícolas.

(b) No hay superficies arboladas que proporcionen un servicio ambiental al polígono.

(c) Disposición de residuos. Los predios baldíos son utilizados para la disposición de basura, resaltando rellenos de colchones, llantas y escombros. También se realiza la quema de los residuos.

(d) Esta demanda de agua potable se traduce en la necesidad de desalojar dicho volumen transformado en agua residual; en este sentido el polígono cuenta con acceso a una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales ubicada al sur del área, la cual cuenta con una capacidad instalada de setenta litros sobre segundo (l/s).

(e) Para disminuir el empleo de agua potable para usos que no requieren de dicha calidad, el Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León SAPAL, cuenta con un sistema para abastecer pipas con agua tratada de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).^[1]

Usos de suelo

En la zona de estudio predomina el uso de suelo habitacional, sobresaliendo el comercio informal sobre todo en las vialidades principales.

También se observó que en las colonias de Brisas de San Francisco, Villas del Rocío y Villas de San Juan existen asentamientos irregulares por parte de las personas, por lo que se encontraron una gran cantidad de terrenos baldíos debido a la irregularidad de la distribución de los terrenos.

Estudio De Cuenca y Capacidad De Presas

(a) Determinación del área de influencia de una cuenca

Una cuenca es una zona de la superficie terrestre en donde (si fuera impermeable) las gotas de lluvia, que caen sobre ella, tienden a ser drenadas por el sistema de corrientes hacia un mismo punto de salida. La cuenca hidrográfica constituye la unidad de gestión del recurso hidráulico, y por definición es el territorio donde las aguas fluyen al mar a través de una red de cauces que convergen en uno principal, o bien el territorio en donde el agua forma una unidad autónoma o diferenciada de otras, aún sin que desemboque en el mar. Tradicionalmente, la delimitación de cuencas se ha realizado mediante la interpretación de los mapas cartográficos. Este proceso ha ido evolucionando con la tecnología; hoy en día, con los sistemas de información geográfica (SIG) y los Modelos Digitales de Elevación se puede delimitar el área de escurrimiento en forma sencilla.

(b) Cálculo de la precipitación promedio en una cuenca

Un primer factor, de gran importancia para la estimación de los parámetros hidrológicos, es la estimación de la precipitación media en un lapso de tiempo y distribución espacial dentro de la cuenca. Para calcular la precipitación promedio en una cuenca, es necesario analizar las series de datos de precipitación disponibles, al menos por treinta años, de las estaciones meteorológicas existentes dentro de la cuenca y su periferia. A partir de dicha información se puede ponderar la aportación espacial de cada sitio a través de los siguientes

métodos: aritmético, Thiessen o de las curvas isoyetas, que se describen a continuación. [3]

Método medio aritmético

Es el método más simple para obtener la precipitación media sobre una cuenca; consiste en efectuar un promedio aritmético de las cantidades de lluvia medidas en dichas áreas. Este método se recomienda en: regiones planas, con estaciones distribuidas uniformemente, con elevado número de pluviómetros y donde el gradiente de precipitación tenga una variación menor al 10% con respecto a la media. [3]

Polígonos de Thiessen

Este método se basa en ponderar el valor de la variable climática en cada estación en función de un área de influencia, superficie que se calcula según un procedimiento de poligonación. El procedimiento asume que, en el área de influencia, definida por la poligonal, ocurre el mismo valor de lluvia de aquel observado en la estación meteorológica más cercana. Los polígonos de Thiessen tienen la desventaja de proporcionar una distribución discontinua de la lluvia sobre la cuenca y de considerar una distribución homogénea dentro de cada polígono. Sin embargo, se considera que la ponderación que propone proporciona cinco resultados rápidos y aceptables.

$$D = \frac{\sum aiDi}{A}$$

Dónde:

- D = altura de precipitación media, mm
- ai = área de influencia de la estación, km^2
- Di = precipitación media en la estación i , mm
- A = área total de la cuenca, km^2

Método de las Isoyetas

Consiste en obtener, a partir de los datos de las estaciones meteorológicas, las líneas que unen los puntos con igual valor de precipitación. Este método, hasta donde la red de estaciones meteorológicas lo permita, proporciona un plano con la distribución real de la precipitación dentro de la cuenca. El valor de la precipitación media, en la cuenca, se obtendrá a partir de la siguiente expresión:

$$D = \frac{\sum aiDi}{A}$$

Dónde:

- ai = área entre cada dos isoyetas, km^2
- Di = promedio de precipitación entre dos isoyetas, mm .

Período de retorno (T)

Período de retorno es uno de los parámetros más significativos a ser tomado en cuenta en el momento de dimensionar una obra hidráulica destinada a soportar avenidas. El periodo de retorno se define como el intervalo de recurrencia (T), al lapso promedio en años entre la ocurrencia de un evento igual o mayor a una magnitud dada. Este periodo se considera como el inverso de la probabilidad, del n -ésimo evento de los n registros. El valor del periodo de retorno se determina en función de la posición de la variable aleatoria ($P_{máx}$ o $Q_{máx}$ en su caso) en una tabla de valores, ordenados de mayor a menor. Con base en las siguientes relaciones:

$$T = \frac{n + 1}{m}; P = \frac{m}{n + 1}$$

Dónde:

- T = Período de retorno (años).
- n = Número de años de registro.
- m = Número de orden.
- P = Probabilidad

El período de retorno para el que se debe dimensionar una obra varía en función de la importancia de la misma (interés económico, socio-económico, estratégico, turístico), de la existencia de otras vías alternativas capaces de remplazarla, y de los daños que implicaría su ruptura: pérdida de vidas humanas, costo y duración de la reconstrucción, costo del no funcionamiento de la obra, etc. [3]

Estimación del volumen medio anual de escurrimiento

De acuerdo al análisis que se haga de una cuenca, tomando en consideración: las pendientes principales, la forma de concentración de las aguas, la cubierta vegetal existente, la permeabilidad de los terrenos y algunos otros datos de interés, se podrá determinar el coeficiente de escurrimiento que deba aplicarse en cada caso particular, sea a través de tabulares de valores experimentales reportados en la literatura, o por comparación de cuencas que guarden semejanzas con la estudiada. En caso de carecer de datos físicos de la cuenca, se tomará - de acuerdo con las prácticas hidrológicas habituales - un coeficiente de doce centésimos. El volumen medio de escurrimiento pondera, a través del coeficiente de escurrimiento, el efecto diferencial de las distintas combinaciones de suelos y vegetación presentes en una cuenca (Unidades de Respuesta Hidrológica). El valor medio se determina con la siguiente expresión

$$Vm = Ac * Pm * Ce$$

Dónde:

- Vm = volumen medio anual escurrido, m^3
- Ac = área de la cuenca, m^2
- Pm = precipitación media anual, m
- Ce = coeficiente de escurrimiento, adimensional

Diseño De Línea De Conducción Para Agua Potable

(a) Conducción por Gravedad

Se presenta cuando la elevación del agua en la fuente de abastecimiento es mayor a la altura piezométrica requerida en el punto de entrega del agua, y el transporte de fluido se logra por la diferencia de energías disponible. De tal manera que se aprovecha la topografía del terreno para llevar el agua del punto más alto a un punto determinado, corriendo el agua por gravedad sin necesidad de bombeo y alcanzando la presión requerida. Cabe mencionar que hay un ahorro de presupuesto al descartar costos de energía, operación, por mantenimiento y reducidos cambios de presión.

En el diseño de esta línea se debe encontrar el diámetro del tubo necesario que transporte el gasto de diseño sobre una topografía que proporcione un desnivel favorable hacia el punto de carga. En este tipo de conducción se tiene un desnivel disponible entre cargas hidráulicas existentes en la fuente y en la descarga.

Es necesario que, al trazar la línea piezométrica resultante en el perfil del terreno, ésta no cruce el terreno natural a lo largo

de la conducción, que aritméticamente corresponde a presiones negativas en ciertos puntos de la conducción. Las presiones negativas en el flujo de agua son permisibles hasta cierto punto, igual a la presión absoluta de vapor saturado de agua, por lo que si el valor obtenido es inferior a esa presión la interpretación física es que el gasto que pasará por la línea será menor al requerido.

Es importante también durante la definición de los diámetros óptimos, considerar las velocidades de flujo de la línea de conducción, que no excedan de ciertos límites. Esto en velocidad mínima para evitar la precipitación de partículas que arrastre el agua y la velocidad máxima que no ocasiona erosión en las paredes de las tuberías. Siendo la velocidad mínima de tres décimos de m/s para todos los materiales y un máximo de tres a cinco m/s según sea el material, datos que se pueden consultar en el libro de Datos Básicos de Mapas. Sin embargo, por efectos de economía y de operación se recomienda utilizar velocidades máximas desde dos enteros un décimo hasta dos enteros cinco décimos de m/s, y cinco décimos de m/s para velocidad mínima. En casos excepcionales de desniveles muy grandes se aceptarán velocidades máximas de tres m/s.

Para el cálculo de la línea de conducción es necesario partir del Gasto medio, que surge a partir del producto de la dotación en litros por habitante diario y el total de habitantes, dividido sobre los segundos que tiene un día:

Fórmula 1

$$Q = \frac{P * Dot}{86400}$$

Y el gasto máximo diario y horario:

Fórmula 2

$$Q_{maxd} = 1.4Q_{med}$$

Fórmula 3

$$Q_{maxh} = 1.55Q_{maxd}$$

Para pérdida de energía se utiliza la fórmula:

Fórmula 4

$$hf = \frac{10.3n^2}{D^{\frac{16}{3}}} LQ^2$$

Como se desconoce el diámetro “D” de la tubería se deja en términos sobre $D^{16/3}$, y se calcula la pérdida disponible de la resta de desniveles entre la cota de la fuente de abastecimiento y la cota de descarga.

Una vez así teniendo el valor de hf disponible se despeja el diámetro D de la fórmula 4 y obtenemos el diámetro requerido para la línea de conducción por gravedad. [5]

Diseño De Tanque De Regularización

El tanque de regularización es la parte del sistema de abastecimiento de agua que recibe un gasto desde la fuente de abastecimiento para satisfacer las demandas variables de la población a lo largo del día; permite el almacenamiento de un volumen de agua cuando la demanda en la población es menos que el gasto de llegada y el agua almacenada se utiliza cuando la demanda es mayor. Generalmente esta regularización se hace por periodos de veinticuatro horas.

Cuando además de la regularización se proporciona un volumen adicional para almacenar agua en el tanque, se dispone entonces de una cantidad como reserva con el objeto

de no suspender el servicio en caso de desperfectos en la captación o en la conducción, el volumen de agua reserva, generalmente se utiliza para satisfacer demandas extraordinarias en la población como es el caso de combate a incendios.

Los tanques de regularización tienen por objeto cambiar un régimen de aportaciones (de la conducción) que siempre es contante, a un régimen de consumos o demandas (de la red de distribución) que siempre es variable. El tanque debe proporcionar un servicio eficiente bajo normas estrictas de higiene y seguridad, procurando que su costo de inversión sea mínimo. [4]

Clasificación de tanques

La selección del tipo de tanque depende del material disponible en la región de las condiciones topográficas y de la disponibilidad de terreno

(a) Tanques enterrados

Estos tanques se construyen bajo el nivel del suelo. Se emplean preferente, ene cuando existe terreno con una cota adecuada para el funcionamiento de la red de distribución y de fácil excavación.

Los tanques enterrados tienen como principal ventaja el proteger el agua de las variaciones de temperatura y una perfecta adaptación al entorno. Tiene el inconveniente de requerir importantes excavaciones tanto para el propio tanque como para todas sus instalaciones de conexión con la era de distribución y la línea de conducción además la dificultad de control de posibles filtraciones que se presenten.

(b) Tanque semienterrado

Los tanques semienterrados tienen parte de su estructura bajo el nivel del terreno y parte sobre el nivel del terreno.

Se emplean generalmente cuando la altura topográfica respecto al punto de alimentación es suficiente y el terreno presenta dificultad de excavación. Permite un fácil acceso a las instalaciones del propio tanque.

(c) Tanques superficiales

Los tanques superficiales están contruidos sobre la superficie del terreno. La construcción de este tipo de tanques es común cuando el terreno es “duro” o conviene no perder altura y se tiene la topografía adecuada.

Los tanques superficiales se sitúan en una elevación natural en la proximidad de la zona por servir de manera que la diferencia de nivel del piso del tanque con respecto al punto más alto por abastecer sea de quince metros y la diferencia de altura entre el nivel del tanque en el nivel máximo de operación y el punto más bajo por abastecer sea de cincuenta metros.

(d) Tanques elevados

Los tanques elevados son aquellos cuya base está por encima del nivel del suelo, y se sustenta a partir de una estructura.

Generalmente son contruidos en localidades con topografía plana donde no se dispone en su proximidad de elevaciones naturales con altimetría apropiada. El tanque elevado se refiere a la estructura integral que consiste en el tanque, la torre y la tubería de alimentación y descarga.

Para tener un máximo beneficio, los tanques elevados, generalmente con torres de diez, quince y veinte metros de altura, se localizan cerca del centro de uso. En grandes áreas se localizan varios tanques en diversos puntos. La localización decrece las pérdidas por fricción y es importante también para poder equilibrar presiones lo más posible.

Cuando el tanque levado se localiza en la periferia de la población, da como resultado una pérdida de carga muy alta al alcanzar el extremo apuesto más lejano por servir. En esta forma prevalecerán presiones mínimas en el extremo más alejado o presiones excesivas en el extremo más cercano al tanque.

Cuando el tanque se ubica en un sitio céntrico de la población o área por servir las presiones son más uniformes tanto en los periodos de mínima como de máxima demanda.

Un aspecto importante de los tanques elevados es el aspecto estético, por su propia concepción son vistos desde puntos muy lejanos. No pueden darse reglas sobre este tema salvo la de buscar su integración en el entorno o paisaje.

Localización de los tanques

La selección del sitio más adecuado para ubicar un tanque de regularización se obtiene tras la consideración de un conjunto de factores que muy a menudo son contrapuestos entre sí, lo que exige un esfuerzo por parte del proyectista para conciliar los detalles contrapuestos del proyecto. Estos factores son, entre otros, los siguientes:

Es preferible que la alimentación del tanque se efectúe por gravedad, dada su mayor economía, esta condición puede cumplirse solo en ocasiones y en terrenos accidentados, pues en terrenos planos es necesario recurrir al bombeo.

La alimentación de los tanques a la red de distribución se debe efectuar por gravedad, por lo que el tanque debe tener la suficiente altura para asegurar en cualquier instante y en todos los puntos de la red una presión suficiente. Es conveniente elevar el tanque algunos centímetros sobre la cota estrictamente necesaria, para prever tanto incrementos de consumo como disminución del diámetro, por incrustación de las tuberías.

La elevación del impacto ambiental que originara el proyecto.

La norma oficial mexicana NOM-0070CNA-1997 denominada “sector agua requisitos de seguridad para la construcción y operación de tanques”, establece los requisitos de seguridad que deben cumplir los tanques con capacidad de tres mil m^3 o mayores.^[4]

La norma también establece que en el lugar donde se localizara el tanque se debe determinar la zona de afectación por el súbito vertido de agua, en el caso de una posible falla total o parcial del tanque. Evaluando daños a zonas urbanas, industriales, vías de comunicación y al ambiente. Se especifica que el tanque debe estar constituido por varias celdas independientes, esta acción es tendiente a reducir los riesgos por falla del tanque y para facilitar las maniobras de mantenimiento.

Por otro lado, la norma establece que los tanques deber ser provistos de un muro perimetral adicional para contener el agua vertida en caso de una falla del tanque.

Datos topográficos

Al elegir el sitio donde debe ubicarse un tanque es conveniente considerar que la red de distribución sea la más

económica posible y la máxima uniformidad de presiones en toda la zona abastecida, lo que se conseguirá si se sitúa el tanque en el baricentro de la misma. En el caso de que las condiciones locales impidan que se cumpla este requisito, se seleccionara la elevación del terreno más próxima a dicho punto de los que rodean la población. En los tanques alimentadores se debe señalar para su operación un límite mínimo y otro máximo, en función de las presiones. El límite mínimo se fija considerando que con diámetros pequeños de tubería a emplear en la red se consignan cargas mínimas en la población del orden de diez metros de columna de agua (m.c.a.), según sea el tipo de las construcciones.

Cuando se tengan desniveles mayores a cincuenta m.c.a, es conveniente ubicar varios tanques, para servir zonas determinadas, los cuales se interconectan entre sí, ya sea por gravedad si así es el abastecimiento, o por tuberías de impulsión si el desnivel no lo permite.

Capacidad de los tanques de regularización

La capacidad de los tanques de regularización queda definida por las necesidades de las localidades por servir. En localidades urbanas grandes y principalmente las ciudades de gran importancia comercial, industrial y turística, se deberá hacer un estudio adecuado que tome en cuenta, además de la capacidad de regularización, un volumen de reserva para cubrir demandas contra incendio, interrupciones frecuentes de energía eléctrica, etc...

Dimensionamiento del tanque de regularización

Para determinar la capacidad del tanque de regularización se utiliza la siguiente ecuación, más el volumen considerando para situaciones de emergencia.

$$C = RQmd$$

Donde:

C = es la capacidad del tanque, m^3

R = es el coeficiente de regulación

Qmd = es el gasto máximo diario, l/s

Formas de distribución

El agua se distribuye a los usuarios en función de las condiciones locales de varias maneras:

(a) Bombeo directo a la red sin almacenamiento: Las bombas abastecen directamente a la red y la línea de alimentación se diseña para el gasto máximo horario (Q_{mh}) en el día de máxima demanda. Este es el sistema menos deseable, puesto que una falla en el suministro eléctrico significa una interrupción completa del servicio de agua. Al variar el consumo en la red, la presión en la misma cambia también. Así, al considerar esta variación, se requieren varias bombas para proporcionar el agua cuando sea necesario. Las variaciones de la presión suministrada por las bombas se transmiten directamente a la red, lo que puede aumentar el gasto perdido por las fugas.

(b) Bombeo directo a la red, con excedencias a tanques de regulación. En esta forma de distribución, el tanque se ubica después de la red en un punto opuesto a la entrada del agua por bombeo y la tubería principal se conecta directamente con la tubería que une las bombas con el tanque. El exceso de agua

bombearse a la red durante periodos de bajo consumo se almacena en el tanque y durante periodos de alto consumo, el agua del tanque se envía hacia la red, para complementar la distribuida por bombeo

(c) Distribución mixta En este caso, parte del consumo de la red se suministra por bombeo con excedencias a un tanque, del cual a su vez se abastece el resto de la red por gravedad. Esta forma de distribución tampoco se recomienda debido a que una parte de la red se abastece por bombeo directo. Una opción que puede resultar apropiada en poblaciones asentadas en terrenos planos consiste en colocar el tanque de tal forma que el rebombeo alimente directamente el tanque elevado. La regulación se asegura con un tanque superficial de capacidad suficiente en el sitio de rebombeo, del cual se bombea al tanque elevado que puede ser de volumen pequeño. Para evitar el bombeo directo a la red no se permitirán conexiones o bifurcaciones de la tubería de alimentación que une el rebombeo con el tanque elevado.

CONCLUSIONES

Para poder generar los diámetros más económicos reales, se debió conocer datos reales sobre la población a abastecer: como la dotación, el número de habitantes, la capacidad con la que podía abastecer cada presa teniendo como conclusión los siguientes resultados.

La línea de conducción para las presas LA LABORCITA y SAN JUAN DE OTATES fueron calculadas por gravedad, a pesar de tener longitudes distintas al optimizar la energía ambas líneas quedaron con los mismos diámetros (seis y ocho pulgadas) pero con longitudes distintas ya que las dos líneas atienden necesidades diferentes debido a su nivel topográfico. La presa LA LABORCITA quedó con una línea de conducción de quinientos treinta y dos metros de un diámetro de seis pulgadas más quinientos cuarenta y cuatro metros de un tramo de ocho pulgadas de diámetro; mientras que la presa SAN JUAN DE OTATES quedó con un tramo de setecientos cincuenta y tres enteros veintinueve centésimos de metro con un diámetro de seis pulgadas más un tramo de tres mil cincuenta y seis enteros siete décimos de metro de ocho pulgadas por bombeo debido a que su desnivel era muy alto y por gravedad no se podría llegar al tanque, en los cálculos se revisó el desgaste que generan las piezas especiales (codos y tren de válvulas), la finalidad de la línea de conducción por bombeo es el costo de operación de la bomba a utilizarse por un año más el costo de obra civil obteniendo la combinación más económica, para lograr esto se revisó por todos los diámetros (tres, cuatro, seis, ocho, diez, y doce pulgadas) y así conocer el costo que generaba cada diámetro.

Para obtener las medidas del tanque se debe conocer el volumen que debe tener, el gasto medio obtenido de la población (los veintisiete mil quinientos habitantes) fue de setenta y nueve enteros cincuenta y siete centésimos de litro por segundo, se propone que el periodo de bombeo es de veinticuatro horas por lo tanto nuestro factor a aplicar es de catorce enteros cincuenta y ocho centésimos multiplicado por el gasto máximo (gasto medio por un entero cuatro décimos) obtenido un volumen total de mil seiscientos veinticuatro enteros veintidós centésimos de m³, debido a que el tanque es superficial las medidas obtenidas son de 12m x 12m x 12m.

REFERENCIAS

- [1] IMPLAN. (Diciembre de 2013). Estrategia de mejoramiento urbano en Villas de San Juan. Obtenido de <https://www.implan.gob.mx/publicaciones/estudios-planes-proyectos/infraestructura-equipamiento-desarrollo/territorio/148-estrategia-mejoramiento-urbano-villas-de-san-juan/file.htm>
- [2] SAPAL. (05 de Abril de 17). Comunidades de Prensa. Obtenido de <http://www.sapal.gob.mx/noticia/321/50>
- [3] "SECRETARÍA DE AGRICULTURA, G. D. (2012). SAGARPA. Obtenido de http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/noticias/2012/Documents/FICHAS%20TECNICAS%20E%20INSTRUCTIVOS%20NAVA/INSTRUCTIVO_HIDROLOG%3%8DA.pdf
- [4] Agua, C. N. (1997). Norma Oficial Mexicana NOM-007-CNA-1997 "Sector agua- Requisitos de seguridad para la construcción y operación de tanques". México.
- [5] Agua, C. N. (2007). Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. En C. N. Agua, Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (págs. 2-21). México DF.