

datos son más o menos seguros a partir del año de 1930.

Los principales factores que influyen en el crecimiento de la población son:

- Nacimientos
- Defunciones
- Inmigración y emigración
- Anexión.

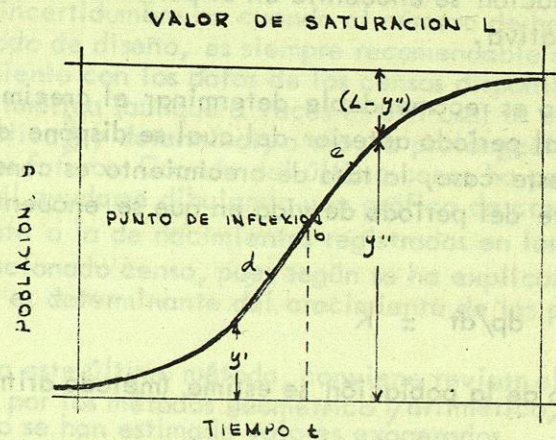
Si la suma del cambio es positiva, se registra un aumento, y si negativa, una disminución.

Los cuatro elementos mencionados están sujetos a la influencia social y económica de la comunidad, así como a otros factores de carácter nacional y aún internacional, entre los que pueden mencionarse:

- Restricciones a los movimientos migratorios.
- Reducción de la mortalidad infantil por el mejoramiento de las condiciones higiénicas y de salud pública.
- Mejoramiento de las dietas alimenticias, que disminuyen la incidencia de la tuberculosis y la desnutrición.
- Nuevos avances de la medicina que han disminuido la mortalidad por diversas enfermedades.
- Variación en los niveles de ingreso de la población, que se traducen en un aumento o disminución de los nacimientos.
- Factores diversos internacionales y nacionales considerando entre ellos a los conflictos armados.

Si se determina que las tasas de natalidad y mortalidad siguen un curso más o menos definido, y los aumentos de áreas servidas (anexión) se pueden determinar en función de las condiciones político-sociales, los factores más importantes que orientan sobre las modificaciones del crecimiento de la población, son los cambios en la actividad comercial e industrial de una comunidad. Estos elementos pueden motivar bruscos cambios o movimientos graduales, e inclusive una marcada declinación en el número de habitantes.

Cuando las distintas influencias extrañas no son muy notables, el crecimiento de las poblaciones se asemeja al crecimiento de las formas de vida dentro de períodos limitados de tiempo, teniendo la gráfica de crecimiento la forma de una S, en la que el período inicial indica un crecimiento a tasa acumulativa, el período intermedio a tasa constante, y un período final a tasa decreciente, tendiendo a un valor de saturación final. (ver gráfica No.5)



CURVA DE POBLACION ANUAL
INCREMENTO GEOMETRICO DE a A b
INCREMENTO EN LINEA RECTA
DE d A c APROXIMADAMENTE

Gráfica No. 5

Para determinar a qué período corresponde el crecimiento actual de una población, es necesario conocer la curva de crecimiento -previo, para lo cual es indispensable contar con censos de población por un período considerable de tiempo.

4.6 METODOS PARA ESTIMAR EL CRECIMIENTO DE LAS POBLACIONES.

Para proyectar un sistema de distribución de agua, es necesario conocer el número de habitantes a los cuales se deberá proporció

nar un servicio satisfactorio al final del período de diseño.

Se pueden presentar dos casos:

- 1o. Que la población se encuentre en el período de crecimiento a tasa constante o a tasa decreciente.
- 2o. Que la población se encuentre en el período de crecimiento a tasa acumulativa.

En el primer caso es recomendable determinar el crecimiento proporcionalmente al período anterior del cual se dispone de censo de población. En este caso, la tasa de crecimiento es constante, independientemente del período de vida en que se encuentre la población:

$$dp/dt = K$$

y el crecimiento de la población se estima (método aritmético):

$$Pf = Pa + (Pa - Pp) \cdot (Tf - Ta) / (Ta - Tp)$$

en que:

dp/dt : variación de población con respecto al tiempo

K: Constante

Pf = población al final del período de diseño

Pa = población actual (o la del último censo)

Pp = población en el censo anterior al último

T = tiempo, (con los sub-índices correspondientes a la población, del mismo significado).

Cuando el número de habitantes va decreciendo, es recomendable, por lo menos, calcular con la población actual.

En el segundo caso, la población va creciendo a tasa acumulativa, (crecimiento geométrico), en el que el crecimiento en función del tiempo es proporcional al número de habitantes que se consideren.

En este caso, se usan los logaritmos de las poblaciones en la fórmula anterior.

$$\text{Log Pf} = \text{Log Pa} + (\text{Log Pa} - \text{Log Pp}) \cdot (Tf - Ta) / (Ta - Tp)$$

o también:

$$Pf = Pa \cdot \left(\frac{Pa}{Pp}\right)^{\frac{Tf - Ta}{Ta - Tp}}$$

Cuando hay incertidumbre en cuanto al número de habitantes al final del período de diseño, es siempre recomendable dibujar la curva de crecimiento con los datos de los censos disponibles, en papel de escala aritmética (aunque a veces es útil usar la escala logarítmica (geométrica)), y determinar, a ojo, la prolongación de la curva en los años futuros. Cuando del último censo ha pasado algún tiempo, es útil ayudarse dibujando una gráfica de crecimiento, proporcionalmente a la de nacimientos registrados en los años posteriores al mencionado censo, pues según se ha explicado anteriormente, este dato es determinante del crecimiento de las poblaciones.

Cuando se usa este último método, conviene revisar el crecimiento de población por los métodos geométrico y aritmético, a fin de comprobar que no se han estimado valores exagerados.

Conviene recordar, que generalmente no se recomienda proyectar sistemas para servir a una población mayor que el doble de la actual, lo que se justifica solo en casos muy especiales, en que algunos de los factores mencionados en el párrafo relativo, pueden ser determinantes para adoptar soluciones fuera de lo común (ver gráfica No.6)

4.7 DETERMINACION DEL GASTO DE DISEÑO.

Los sistemas de distribución de agua potable, tienen por objeto llevar el líquido a los usuarios, en la cantidad requerida y a presiones adecuadas.

Como se indicó en la parte relativa, la cantidad de agua requerida se estima en función de las necesidades de los usuarios, ya sea para uso doméstico, comercial, industrial, o para los servicios públicos. Esta cantidad de agua se le llama dotación, que estará expresada en lts/seg./Ha., para los sectores comerciales, y en lts/seg./usuario, para los sectores industriales.

Como se mencionó también, las redes de distribución se calculan -

con la demanda máxima horaria, en el día de máximo consumo, ya que por las características de operación hidráulica de los sistemas, se ha encontrado en la práctica pueden satisfacer la demanda máxima instantánea. La demanda máxima horaria, se obtiene al multiplicar la demanda media (anual) del sector de que se trate, por el coeficiente de demanda, el que a su vez se obtiene al multiplicar el coeficiente de variación diaria, por el coeficiente de variación horaria. Este último coeficiente, a semejanza de lo que ocurre con el de variación diaria, también depende de las características climatológicas del lugar, pudiendo tomarse como referencia los siguientes valores. (véase también gráficas No.s 3 y 4)

TABLA No. 11

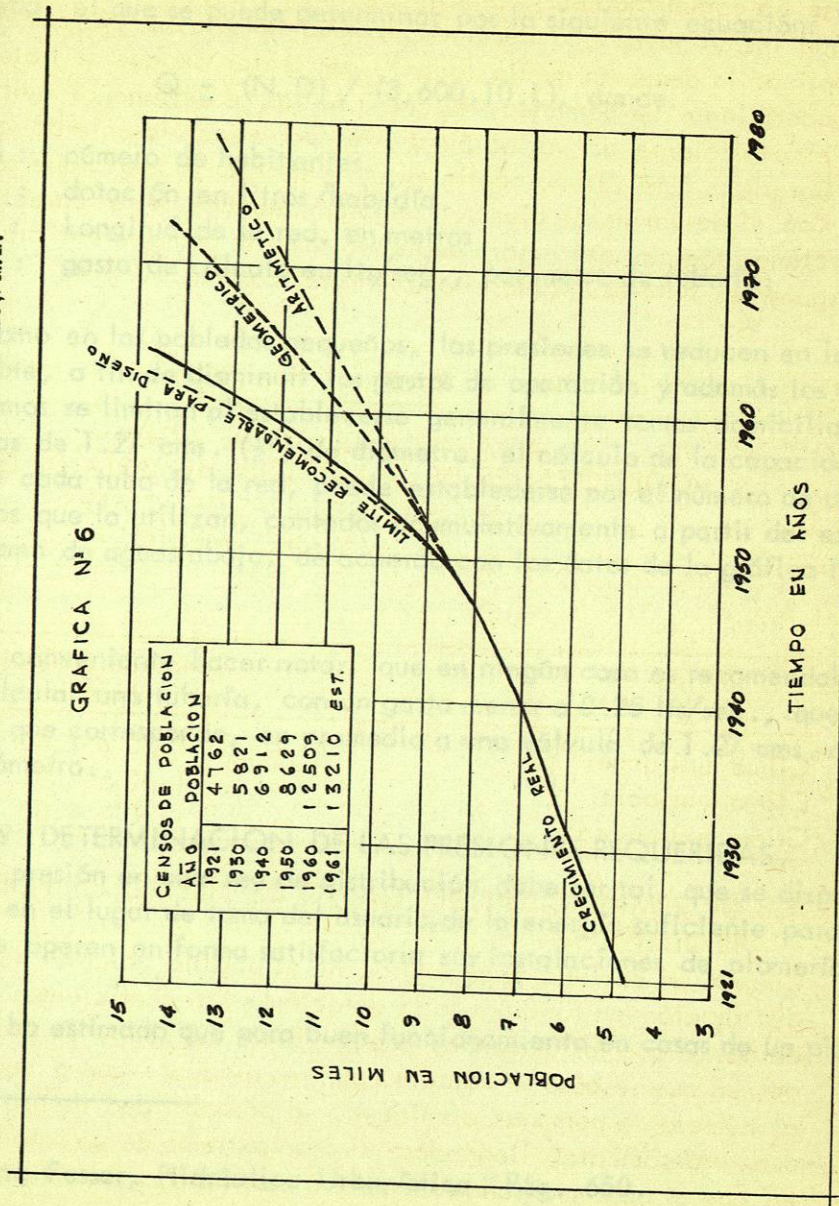
ABASTECIMIENTO DE AGUA
COEFICIENTES DE VARIACION HORARIA DE DEMANDA
EN SECTORES RESIDENCIALES
VALORES MEDIOS

Zona	Coef. de variación horaria
Clima uniforme	1.30 a 1.40
Clima variable	1.40 a 1.70
Clima extremo	1.70 a 2.00

4.8 DETERMINACION DEL GASTO DE DISEÑO EN POBLADOS PEQUEÑOS.

Cuando el poblado es pequeño, no es posible calcular la red de distribución en función de la dotación y los coeficientes indicados, debido a que las demandas quedan fuera del límite de probabilidades en que se basó su cálculo, pues es evidente que a medida que el número de personas disminuye, la probabilidad de uso aumenta muy bruscamente, llegándose al caso extremo de un solo habitante, en que el consumo puede ser nulo o casi nulo, y en este caso, el coeficiente para determinar el gasto máximo, puede ser infinitamente

ABASTECIMIENTO DE AGUA
CRECIMIENTO DE LA POBLACION DE SABINAS HIDALGO, N.L.



te grande. Un método que se ha usado con frecuencia, es el conocido como "Método del gasto específico", o sea el gasto, expresado en lts/seg., que corresponde a un metro de tubería instalada, el que se puede determinar por la siguiente ecuación: (1)

$$Q = (N \cdot D) / (3,600 \cdot 10 \cdot L), \text{ donde:}$$

- N : número de habitantes.
- D : dotación en litros/hab/día.
- L : Longitud de la red, en metros.
- Q : gasto de cálculo en lts/seg., por metro de tubería.

Como en los poblados pequeños, las presiones se reducen en lo posible, a fin de disminuir los gastos de operación y además los consumos se limitan al establecerse generalmente tomas domiciliarias de 1.27 cms. ($\frac{1}{2}$ " de diámetro, el cálculo de la capacidad de cada tubo de la red, puede establecerse por el número de usuarios que la utilizan, contados acumulativamente a partir del extremo de aguas abajo, de acuerdo con los datos de la gráfica No. 7.

Es conveniente hacer notar, que en ningún caso es recomendable calcular una tubería, con un gasto menor a 0.25 lts/seg., que es el que corresponde, en promedio a una válvula de 1.27 cms. de diámetro.

4.9 DETERMINACION DE LAS PRESIONES REQUERIDAS.

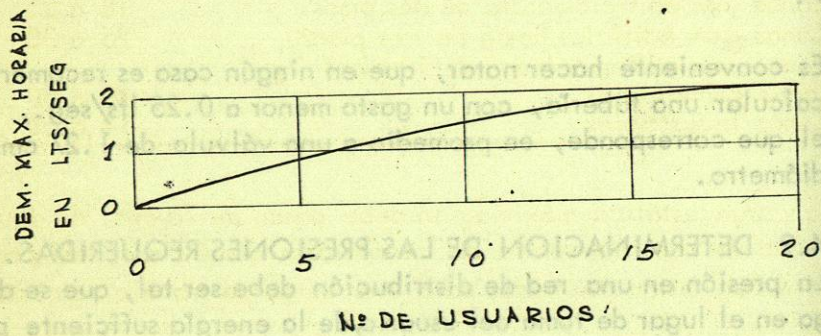
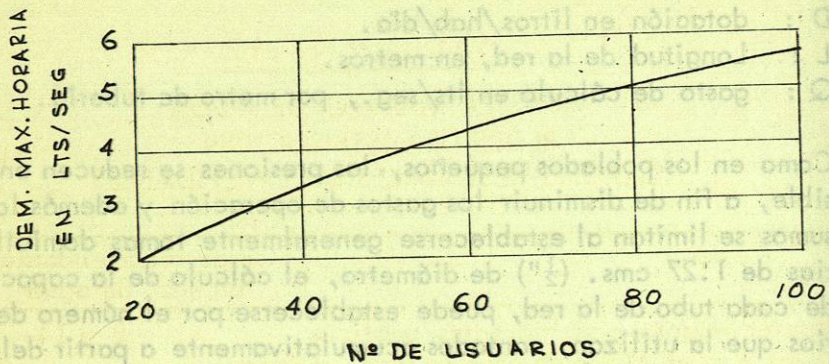
La presión en una red de distribución debe ser tal, que se disponga en el lugar de toma del usuario, de la energía suficiente para que operen en forma satisfactoria sus instalaciones de plomería.

Se ha estimado que para buen funcionamiento en casas de un piso,

¹ Urra-Fesser, "Hidráulica Urbanística" Pág. 650.

ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
REDES DE DISTRIBUCION

DEMANDA MAXIMA HORARIA PROBABLE EN
PEQUEÑAS POBLACIONES



Grafica No. 7

la presión requerida en la toma es de 2 kgs/cm^2 .⁽¹⁾ Esto se justifica, en virtud de que las normas de la AWWA, permite pérdidas de carga en los medidores de servicios, de 1.4 kgs/cm^2 , cuando trabajan con demanda de diseño ⁽²⁾. Sin embargo, algunas reglamentaciones permiten presiones mínimas en cualquier punto de la red, de 1.4 kgs/cm^2 ⁽³⁾.

Se pueden tomar, como referencia, los siguientes valores:

TABLA No. 12

ABASTECIMIENTO DE AGUA
REDES DE DISTRIBUCION
CARGAS RESIDUALES RECOMENDABLES

Zona	Carga recomendable en mts. de agua
Abastecimiento con hidrantes publicos	8 a 14
Zonas con edificios de un solo piso, y áreas de jardines reducidas.	14 a 20
Zonas con edificios hasta de dos pisos.	18 a 25
Zonas con edificios hasta de tres pisos.	25 a 30
Zonas con edificios hasta de 10 pisos, y zonas comerciales.	40 a 50
Zonas industriales	14 a 60

La carga estática máxima, no debe pasar de 70 mts. de agua, en virtud de que la mayoría de los aparatos domésticos, así como las válvulas, están diseñadas para una carga de trabajo con este límite.

La demanda de agua aumenta con la presión. Este aumento de

¹Davis Calvin Victor "Handbook of Applied Hydraulics.-Pág.883

²Babbitt Doland.- Water Supply Engineering Pág.15.

³California Water Supply Standards, Art. 5.41 .

gasto alcanza el 30% cuando la presión se levanta de 1.75 a - 3.15 kgs/cm².⁽¹⁾

Además, las pérdidas de agua por fugas en el sistema, también - aumenta. Por estas circunstancias, conviene bajar la presión a la mínima que proporcione un servicio satisfactorio.

Cuando por la topografía del terreno, al diseñar una red, se encuentre que algunos lugares quedarán con presiones excesivas, conviene modificar las condiciones de cargas hidráulicas, ya sea por medio de válvulas reductoras de presión (las que muchas veces no proporcionan resultados satisfactorios), o disminuyendo la energía por medio de tanques reguladores secundarios.

En otros casos, en que para proporcionar servicio con presiones adecuadas en algunas zonas altas de la población, se requeriría elevar la presión en todo el sistema, es recomendable, generalmente, alimentar las zonas mencionadas por medio de bombeos secundarios, lo que disminuye considerablemente los gastos de operación. EL - SERVICIO MEDIDO. Es indispensable, para que un sistema de distribución de agua funcione adecuadamente, instalar desde el principio de su operación, medidores en todas las tomas de servicio, - pues de otra manera, la falta de control de los consumos lleva en la totalidad de los casos, a propiciar el uso indiscriminado del agua. Y aunque en algunas ciudades norteamericanas, el aumento ha significado solo un tercio del consumo medio normal ⁽²⁾; en nuestro medio lo ha sobrepasado veinticinco veces ⁽³⁾.

4.10 ALIMENTACION DE LAS REDES DE DISTRIBUCION.

Las redes de distribución se pueden alimentar por dos medios diferentes:

¹Babbitt Doland.- Water Supply Engineering Pág.13

²Babbitt Doland.- Water Supply Engineering Pág.38

³Comisión de Agua Potable de Mty. Abastecimiento de San Francisco, Santiago, N.L.

- a) Por tanques reguladores, los que a su vez reciben el agua directamente de la fuente, por medio de las líneas de conducción; o
- b) Por bombeo directo a la red.

Se prefiere, en la generalidad de los casos, el abastecimiento por medio de tanque regulador, ya que la operación es más sencilla, - requiere muy poca atención y mantenimiento, los riesgos de fallas son menores, y se puede proporcionar con mayor seguridad un servicio continuo.

La alimentación a las redes de distribución, puede ser por un solo punto, o por varios a la vez, teniendo en este último caso la ventaja de que para un mismo diámetro de tubería, su capacidad es mayor, sobre todo cuando se alimentan por extremos opuestos. En todo caso, las alternativas de diseño dependerán de las facilidades que en cada caso específico se presenten.

4.11 COMPONENTES DE LAS REDES DE DISTRIBUCION.

Además del tanque regulador, las redes de distribución se integran por:

- a) Tuberías alimentadoras principales.
- b) Tuberías alimentadoras secundarias.
- c) Tuberías de relleno, en el caso de que las primeras integren circuitos cerrados.
- d) Válvulas, piezas especiales y diversas estructuras (registros, - atraques, pozos de visita, hidrantes para incendio, etc.,)

4.12 ESPECIFICACIONES SOBRE TUBERIAS. Aunque los norteamericanos tienen especificaciones muy buenas al respecto, para condiciones ideales de operación (establecen por ejemplo, diámetro mínimo de 15 cms. (6") en tuberías de relleno, y 20 cms. (8") en los ramales con extremos muertos), en nuestro medio, pueden considerarse adecuados los siguientes valores.