



UNIVERSIDAD
DON VASCO, A.C.

UNIVERSIDAD DON VASCO, A.C.

Incorporación No. 8727-15

A la Universidad Nacional Autónoma de México.

Escuela de Ingeniería Civil

**REVISIÓN Y DISEÑO DE LA RED DE
DISTRIBUCIÓN GENERAL DE AGUA POTABLE
DE LA LOCALIDAD DE SAN MARCOS,
MICHOACÁN.**

Tesis

Que para obtener el título de

Ingeniero Civil

Presenta:

Luis Alberto Gaona Aguilar

Asesor:

Ing. Carlos Cesar Pérez Ángeles

Uruapan, Michoacán, a 26 de mayo del 2022



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTO

A DIOS

A mis padres.

A mi familia.

A mi asesor de tesis, Ing. Carlos César Pérez Ángeles.

A mis profesores, Ing. Anastacio Blanco Simiano.

Ing. Sandra Natalia Parra Macías.

Lic. Juan Luis Moreno Hurtado.

Ing. Amador Cristian Rodriguez Heredia.

Ing. Gerardo Alfonso Mancera Huante.

A la Universidad Don Vasco A.C.

ÍNDICE

Introducción.

Antecedentes.	1
Planteamiento del problema.	3
Objetivos.	3
Pregunta de investigación.	4
Justificación.	5
Marco de referencia.	6

Capítulo 1.- Redes de Distribución de Agua Potable. 7

1.1 Definición de red de distribución. 7

1.2 Componentes de una red. 7

1.2.1 Tuberías. 8

1.2.1.2 Tubería de plástico. 8

1.2.1.3 Tuberías de fibrocemento. 13

1.2.1.4 Tuberías de hierro fundido. 15

1.2.1.5 Tuberías de concreto. 17

1.2.1.6 Tuberías de acero.	. . . . .	18
1.2.2. Piezas especiales.	. . . . .	20
1.2.3. Válvulas.	. . . . .	24
1.2.4 Hidrantes.	. . . . .	29
1.2.5 Tanques de distribución.	. . . . .	30
1.2.6 Bombas.	. . . . .	31
1.2.7 Pozos.	. . . . .	32
1.2.8 Tomas domiciliarias.	. . . . .	33
1.3 Presiones disponibles.	. . . . .	33
1.4 Presiones admisibles.	. . . . .	34
1.5 Zonas de presión.	. . . . .	34
1.6 Tipos de proyecto de redes.	. . . . .	35
1.7 División de una red de distribución.	. . . . .	36
1.8 Atraques.	. . . . .	39
Capítulo 2.- Condiciones Básicas para el Diseño De Agua Potable.		40
2.1 Población de proyecto.	. . . . .	40

2.1.1	Método de crecimiento por comparación.	.	.	.	.	.	.	41
2.1.2	Método de mínimos cuadrados.	.	.	.	.	.	.	41
2.2	Periodo de diseño .	.	.	.	.	.	.	42
2.2.1	Vida útil.	.	.	.	.	.	.	43
2.3	Consumo.	.	.	.	.	.	.	43
2.3.1	Consumo doméstico.	.	.	.	.	.	.	44
2.3.2	Consumo no doméstico..	.	.	.	.	.	.	45
2.3.2.1	Consumo comercial.	.	.	.	.	.	.	45
2.3.2.2	Consumo Industrial.	.	.	.	.	.	.	45
2.3.2.3	Usos públicos.	.	.	.	.	.	.	46
2.4	Demanda.	.	.	.	.	.	.	46
2.4.1	Demanda actual.	.	.	.	.	.	.	46
2.4.2	Perdidas físicas.	.	.	.	.	.	.	47
2.4.3	Predicción de la demanda.	.	.	.	.	.	.	49
2.5	Dotación.	.	.	.	.	.	.	49
2.6	Coeficiente de variación.	.	.	.	.	.	.	49
2.7	Gasto de diseño.	.	.	.	.	.	.	50

3.4.2.- Microlocalización..	. . . . .	71
3.5.- Datos geográficos. .	. . . . .	73
3.6.- Reporte fotográfico.	. . . . .	75.
Capítulo 4	Metodología, Cálculo, Analisis e interpretación de resultados.	77
4.1.- Métodos de investigación empleados. .	. . . . .	77
4.1.1.- Método matemático. .	. . . . .	78
4.1.2.- Método analítico. .	. . . . .	78
4.2.- Enfoque de la investigación. .	. . . . .	79
4.2.1.-Investigación descriptiva. .	. . . . .	79
4.3.- Diseño de la investigación. .	. . . . .	80
4.4.- Instrumentos de recopilación de datos. .	. . . . .	81
4.5.- Descripción del proceso de investigación. .	. . . . .	84
Capítulo 5	Cálculo, análisis e interpretación de datos. .	86
5.1.- Periodo de diseño o periodo económico. .	. . . . .	86
5.2.- Vida útil. .	. . . . .	87
5.3.- Población actual o habitantes actuales. .	. . . . .	87

5.4.- Población de proyecto.	88
5.5.- Consumo de agua por tipo de usos.	89
5.5.1.-Consumo por uso doméstico.	89
5.5.2.-Consumo por uso comercial.	91
5.5.3.-Consumo por uso industrial.	92
5.5.4.-Consumo por usos públicos.	93
5.6.- Demanda.	94
5.6.1.-Demanda actual.	95
5.6.2.-Pérdidas físicas actuales.	95
5.6.3.-Predicción de la demanda.	96
5.6.4.-Perdidas físicas futuras.	96
5.7.- Dotación.	97
5.8.- Gastos de diseño.	97
5.8.1.-Coeficiente de variación..	98
5.8.2.- Gasto medio diario.	99
5.8.3.-Gasto máximo diario.	99
5.8.4.-Gasto máximo horario.	100

5.9.- Levantamiento topográfico y dibujo en planta. . . . 100

5.10.- Cálculo y diseño de la red de distribución. . . . 101

Conclusión. 103

Bibliografía. 106

Anexos

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

Uno de los grandes desafíos hídricos que enfrentamos a nivel global es dotar de los servicios de agua potable a las poblaciones, debido, por un lado, al crecimiento demográfico acelerado y por otro, a las dificultades técnicas, cada vez mayores, que conlleva hacerlo. Contar con estos servicios en el hogar es un factor determinante en la calidad de vida y desarrollo integral de las familias. En México, la población beneficiada ha venido creciendo los últimos años; sin embargo, la tarea se vuelve más compleja. Por ello, para responder a las nuevas necesidades hídricas, se ejecutan proyectos adecuados a la problemática y necesidad de las comunidades de cada país y zona geográficas. La administración gubernamentales, están impulsando una transformación integral del sector, y como parte fundamental de esta estrategia, el fortalecimiento de los organismos operadores y prestadores de los servicios de agua potable, drenaje y saneamiento. En este sentido, publicamos este proyecto: como una guía y comparativa a las solución de detalles dentro de obras y calidad de mejora a las ya realizadas, con esto implica que tiene contenido de los más recientes avances tecnológicos en obras hidráulicas y normas de calidad, con el fin de desarrollar infraestructura más eficiente, segura y sustentable, así como formar recursos humanos más capacitados y preparados. Estamos seguros de que será de gran apoyo para orientar el quehacer cotidiano de los técnicos, especialistas y tomadores de decisiones, proporcionándoles criterios para generar ciclos virtuosos de gestión, disminuir los costos de operación, impulsar el intercambio de volúmenes de agua de primer uso por tratada en los procesos que

así lo permitan, y realizar en general, un mejor aprovechamiento de las aguas superficiales y subterráneas del país, considerando las necesidades de nueva infraestructura y el cuidado y mantenimiento de la existente.

Ahora bien, es importante conocer estudios previos, uno de ellos García González Elí, de la Universidad Don Vasco, A.C. de Uruapan, Michoacán, en el año 2013, realizó una investigación llamada “Revisión de la red de distribución general de agua potable de la Colonia Gobernadores en la ciudad de Uruapan, Michoacán”. La realización de esta investigación en esta población fue para calcular el gasto del agua potable en el diseño de la red de distribución, de acuerdo con los términos funcionales y económicos. Para dar respuesta a los objetivos de la investigación se realizaron observaciones y revisiones del diseño de la red de agua potable. Se obtuvo como resultado la ejecución del proyecto en la colonia gobernadores de Uruapan, Michoacán.

Por otro lado, Rodríguez Vírelas Noel (2010), de la Universidad Don Vasco de Uruapan, Michoacán, realizó un estudio sobre “Diseño de la red de distribución general de agua potable de la localidad de Angahuan, Michoacán, con el objetivo de solucionar las distintas necesidades que existen en dicha población en cuanto al agua, como resultado se diseñó la red de agua potable y se hicieron las recomendaciones adecuadas, tanto de la tubería como de las piezas especiales y otros factores que conlleva el proyecto apegándose a las normativas correspondientes a los sistemas de agua potable.

Planteamiento del problema.

En estos años han surgido varios casos en donde las poblaciones no cuentan con un sistema de agua por lo cual, les es difícil el cuidado de sus trabajos como el manejo de cultivos, industrias, alimentación de ganados e higiene. Debido a la demanda de crecimiento de la población y la necesidad de uso; Algunas personas no cuentan con recursos económicos para atender las necesidades que existen de aprovechamiento y uso del agua por lo cual toman medidas de apoyo en comunidades aledañas pero con poca respuesta debido a que no cuentan con suficiente recurso.

Es por eso que ante la problemática de adquirir el agua existen comisiones regularizadoras y que apoyan este tipo de necesidades. El poco recurso que tienen las poblaciones hace que no se instalen o se realice en un mayor tiempo las instalaciones de redes de abastecimiento. Por lo cual se debe realizar también la proyección futura, para desabastecer al crecimiento de la población ni afectar las producciones de riego.

Objetivo.

A continuación, se expresan las directrices que regularon las diferentes tareas que conciernen al presente estudio.

Objetivo general:

Diseñar y Revisar la red de distribución general de agua potable para la localidad de San Marcos, Michoacán.

Objetivos particulares.

1. Diseñar para verificar y/o comparar la red de agua potable ya existente para la población de San Marcos, Michoacán.
2. Diseñar para verificar y/o comparar una red de agua potable para solucionar las distintas necesidades que existen en la población en cuanto al agua.
3. Verificar si el proyecto cumple con las necesidades de la población.
4. Proponer tuberías que tengan una vida útil a largo plazo.
5. Verificar la economía del proyecto.

Pregunta de investigación.

El agua potable, es muy importante para la sociedad y para todo ser viviente. La escasez de agua está siendo un problema, ya que en los manantiales, lagos, presas, etc, es menor el flujo de agua, debido a que no se ha sabido aprovechar y administrar su uso.

Se hace el planteamiento de la importancia de un diseño adecuado para la red de distribución de agua potable, ya que es recomendable seguir una secuencia adecuada para que un proyecto se realice de forma correcta, si esto no sucede, existen muchas probabilidades de que alguna situación se pueda complicar más de lo normal.

¿Cuál es el diseño adecuado para la red de distribución de agua potable de la localidad San Marcos, Michoacán?

Justificación.

En esta tesis se pretende la revisión de la red ya existente y realizar el diseño para la compasión de una red de distribución de agua potable para la misma localidad San Marcos, Michoacán, rectificar su adecuado uso y diseño. Para que la gente de esa población se vea beneficiada, además de apoyar a las poblaciones aledañas a ella.

También otra intención de este trabajo es el dar a conocer los resultados reales y objetivos para que de esta manera pueda llegar a ser una fuente de consulta segura y completa, despajando así las dudas que el lector pudiera llegar a tener, haciéndole más practica su consulta con el conocimiento que aquí se pueda llegar a aportar.

A su vez se beneficiará a la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Don Vasco, para los alumnos de la misma carrera se vean beneficiados en la manera que tendrán más información respecto a la red general de distribución de agua potable.

Se aportará información verídica con las características que se requieren en la actualidad para un adecuado proyecto, de acuerdo con la zona de estudio, y de esta manera revisar el proyecto de acuerdo a las normas que se requieran, obteniendo y exponiendo conclusiones satisfactorias.

Marco de referencia.

La localidad de San Marcos está situada en el Municipio de Uruapan (en el Estado de Michoacán de Ocampo). Tiene 401 habitantes. San Marcos está a 1113 metros de altitud.

En la localidad hay 188 hombres y 213 mujeres. El ratio mujeres/hombres es de 1,133 y el índice de fecundidad es de 3,41 hijos por mujer. Del total de la población, el 0.75% proviene de fuera del Estado de Michoacán de Ocampo.

Es uno de los pocos lugares de la Sierra michoacana que ha conservado su aspecto original, con sus costumbres y tradiciones.

También dentro de sus ocupaciones está la plantación de caña, guayaba, mango y zarza con un gran índice de calidad de sus productos.

Dentro de su política pertenecen a la cabecera municipal de Uruapan, dando también en sus costumbres el manejo de Ejidos, en el cual rige con el nombre del Ejido de San Marcos para la toma de decisiones para la población, también cuenta con el apoyo de poblaciones aledañas como lo es Rancho Seco, Mata de Plátano, la Chichica, San Francisco Uruapan; para el manejo y uso de agua el cual se mantiene del Río Santa Bárbara, proveniente del manantial llamado “La Presa de Caltzontzin” y adicional a eso es necesario remarcar a las personas que manejan el manantial se le llama “Unidad de Riego Del Río Santa Bárbara” y la cual cuenta con los documentos necesarios para realizar este proyecto.

CAPÍTULO 1

Redes de Distribución de Agua Potable.

En el primer capítulo se aborda la descripción de lo que es una red de distribución y los componentes de la red de distribución general junto con los sistemas hidráulicos que requiere.

1.1 Definición de red de distribución.

Las redes de distribución, son un conjunto de tuberías (primarias, secundarias y terciarias), las cuales cuenta con accesorios y estructuras que conducen el agua desde tanques de almacenamiento, manantiales, etc. Con la finalidad de abastecer de agua a los usuarios para el consumo doméstico, público, comercial, industrial y para condiciones extraordinarias como el caso de extinguir algún incendio.

Existen normas las cuales especifican por medio de pruebas o reglas que garantizan cuando el agua es considerada potable, la norma es la NOM-127-SSA1, Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites permisibles de la calidad y los tratamientos de potabilización de agua para uso y consumo humano.

1.2 Componentes de una red.

Existen componentes principales dentro de las redes de distribución de agua potable, lo cuales favorece el trabajar con ellas, las cuales son las siguientes: tuberías, piezas especiales, válvulas, hidrantes, tanques de distribución, toma domiciliaria, rebombeo y cajas rompedoras de presión.

1.2.1 Tuberías.

Se le llama “tubería” al conjunto formado por los tubos y conexiones acoplados mediante un sistema de unión o ensamble, el cual permite la conducción de las agua. En la selección del material de la tubería intervienen diversas características tales como: resistencia mecánica, resistencia estructural del material, durabilidad, capacidad de conducción, características de los suelos y agua, economía, facilidad de manejo, colocación e instalación, flexibilidad en su diseño y facilidad de mantenimiento y reparación.

1.2.1.2 Tubería de plástico.

Este tipo de tubería es fabricado en color blanco en base a la Norma Mexicana NMX-E-143 vigente, en donde también es de poli (cloruro de vinilo) (PVC) y de Polietileno de Alta Densidad (PEAD).

Se clasifica de acuerdo a su sistema de unión en su solo tipo y un solo grado de calidad como Espiga - campana, y por qué es resistente a la presión de trabajo.

Presion maxima de trabajo en tuberias de PVC.

<i>Clase</i>	<i>Presión máxima de trabajo*</i>	
	<i>MPa</i>	<i>kgf/cm²</i>
5	0.5	5
7	0.7	7
10	1.0	10
14	1.4	14
20	2.0	20

Tabla 1.1 (CNA; 2007: 13)

La junta espiga-campana se forma al insertar el extremo liso del tubo en el extremo campana del siguiente tubo. Para garantizar la unión hermética se coloca un anillo de material elástico. Tiene como ventajas el funcionar como junta de dilatación, así como el permitir deflexiones y realizar la prueba hidrostática al terminar su instalación. Este tipo de junta es ampliamente utilizada en la tubería de PVC, concreto y hierro fundido. (CNA; 2019:16)

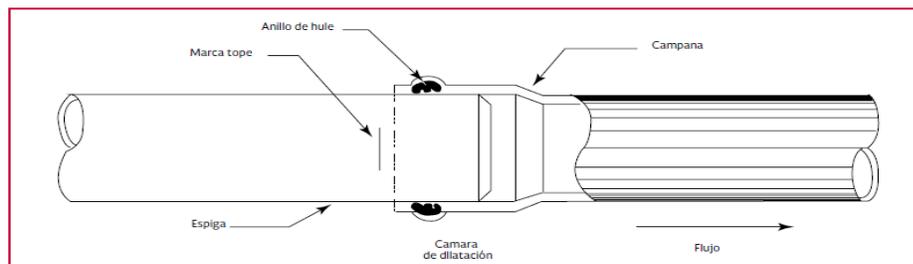


Fig. 1.2 Union Espiga Campana en Tubería de PVC

(CNA; 2007:13)

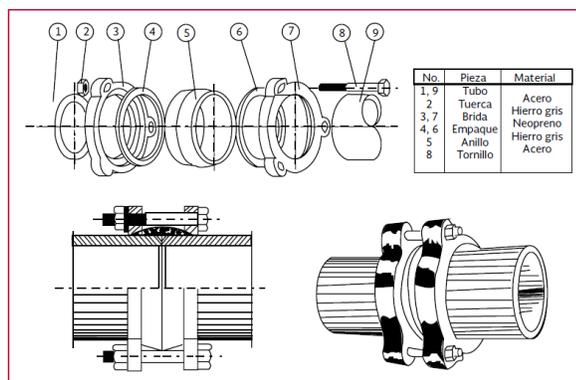


Fig. 1.3 Piezas que Conforman una Junta Gibault

(CNA; 2007:18)

Existe una gran variedad de diámetros nominales en las tuberías de PVC, y se encuentran dentro del rango (50-630 mm.) y cuentan con una longitud de 6 m. A continuación se presentarán las ventajas de las tuberías anteriormente mencionadas.

1. Hermeticidad: El PVC por su composición impide infiltraciones y fugas.
2. Pared Interior Lisa: Presenta bajas pérdidas por fricción lo cual le ayuda a tener una eficiencia alta en la conducción de los fluidos.
3. Resistencia a la Corrosión: Este tipo de tubería no requiere de recubrimientos, forros o protección catódica lo cual indica que es inmune a la corrosión química o electroquímica.
4. Resistencia química: El PVC es muy resistente al ataque químico de suelos agresivos, aguas conducidas, general de ácidos, álcalis y soluciones salinas.
5. Ligereza: Debido a que esta tubería es de un peso muy ligero su transportación, manejo y colocación suele ser más sencilla.
6. Flexibilidad: Permite cierta deflexión durante la instalación.
7. Resistencia a la tensión: Se comportan de acuerdo a movimiento sísmicos, cargas externas muertas y vivas así como sobrepresiones momentáneas. Una de las principales ventajas de esta tubería es que no altera la calidad de agua.

A continuación se muestran las principales desventajas que se pueden llegar a tener con la tubería de PVC:

Susceptibilidad a daños durante su manejo, si la tubería es afectada debido a raspaduras o pequeños golpes durante la excavación o relleno en la sepa se puede afectar en su resistencia. Es necesario que se repare o replacé la tubería si el daño excede del 10% de espesor el tubo.

Las temperaturas, son muy importantes para este tipo de tuberías ya que en temperaturas menos a 0°C, el PVC reduce su resistencia al impacto y en temperaturas mayores a 25°C se recomienda reducir la presión de trabajo. Así como a la exposición prolongada a los rayos solares la resistencia mecánica se reduce.

“Los tubos de polietileno (PE), serie simétrica, se fabrica de acuerdo a las especificaciones contenidas en la Norma Mexicana NMX-E-144 vigente, en color negro, cilíndricos y sin costuras. Pueden utilizarse en la conducción de agua potable, agua para riego y residuos industriales a presiones y temperaturas variables”. (CNA; 2019: 15)

De acuerdo con la CNA (2007) los tubos de polietileno se clasifican en cuanto a la densidad de la materia prima en tres tipos:

- Tipo I Tubos de polietileno de baja densidad (PEBD) (0.91 a 0.925 g/cm³) con un esfuerzo de diseño de 2.45 MPa (25 kg/cm²).
- Tipo II Tubos de polietileno de media densidad (PEMD) (0.926 a 0.940 g/cm³) con un esfuerzo de diseño de 3.13 MPa (32 kg/cm²).
- Tipo III Tubos de polietileno de media densidad (PEAD) (mayor o igual a 0.941 kg/cm³) con un esfuerzo de diseño de 4.90 MPa (50 kg/cm²).

Existen cinco clases por su presión máxima:

Clase	Presión máxima de trabajo	
	MPa	kg/cm ²
2.5	0.25	2.5
4	0.39	4
6	0.59	6
8	0.78	8
10	0.98	10

Tabla 1.4 Presión máxima de trabajo en tuberías de PE. (CNA; 2007:15)

Los tubos de polietileno presentan diámetros nominales que van desde 12mm hasta 1000mm (12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 560, 630, 710, 900 y 1000).

Tomando en cuenta lo anterior, los espesores de las paredes del tubo pueden variar en función del tipo (densidad) y clase (resistencia) del tubo.

Por lo tanto las tuberías de polietileno cuentan con las mismas ventajas que la tubería de PVC las cuales son: hermeticidad, alta capacidad de conducción, inmunidad a la corrosión, resistencia química, ligereza, flexibilidad, facilidad de instalación, y no altera la calidad de agua.

Al respecto las tuberías de polietileno cuentan con otras ventajas las cuales serán presentadas a continuación:

1. Termo fusión: Se unen las piezas por medio del calor y la utilización de piezas especiales.

2. Economía: El costo es menor ya que las excavaciones son más angostas y por lo tanto existe economía en las líneas de conducción.
3. Compresibilidad: Para diámetros 100 mm no es necesario colocar válvulas de seccionamiento.
4. Rapidez de instalación: La presentación de esta tubería es en rollos (diámetros menos de 75 mm) solo requiere una unión entamos largos por lo cual se agiliza su instalación.
5. Compatibilidad: Existen adaptadores especiales para cada tipo de unión. Los materiales que son compatibles con estas tuberías son: PVC, cobre, FC o acero.
6. Durabilidad: En este tipo de tuberías no se requiere de un mantenimiento ya que tienen una vida útil de 50 años y 15 años de resistencia en la intemperie.

Una de las desventajas importantes es que este tipo de tuberías tienen un mayor costo en comparación con las tuberías de otros materiales.

1.2.1.3 Tuberías de fibrocemento.

De acuerdo con la CNA (2007) las tuberías de fibrocemento (FC) son fabricadas con cemento, fabricadas con cemento, fibras de asbesto y sílice, según las especificaciones que señala la Norma Mexicana NMX-C-012 vigente. Por lo cual se fabrican tubos de cuatro a cinco metros de longitud útil, y coples de fibrocemento como unión, ambos se fabrican en diámetros nominales que van desde 75 hasta 2,000 mm (75, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 650, 700, 750, 900, 1000, 1050, 1100, 1200, 1300, 1400, 1500, 1600, 1700, 1800, 1900 y 2000

mm). En este caso los diámetros nominales de los tubos corresponden al diámetro interior.

Los coples son un tubo corto con ambos extremos en disposición semejante a la unión campana. Por lo tanto los tubos son entonces de extremos espiga, y esta unión es la que se utiliza en tuberías de fibrocemento.

Clase	Presión interna de trabajo	
	MPa	kg/cm ²
A - 5	0.5	5
A - 7	0.7	7
A - 10	1.0	10
A - 14	1.4	14
A - 20	2.0	20

Tabla 1.5 Presión Interna de trabajo en tuberías (CNA; 2019:16)

Adicionalmente, los tubos de fibrocemento se clasifican en dos tipos de acuerdo a su alcalinidad:

Tipo I Tubos con contenido de hidróxido de calcio mayores al 1.0%.

Tipo II Tubos con contenido de hidróxido de calcio menores al 1.0%.

La elección de la Tubería de fibrocemento dependerá de la agresividad de agua (interna y externa) a la tubería, así como a la presencia de los sulfatos. En este caso los tubos tipo dos son los más resistentes a la agresividad de agua y sulfatos.

A continuación se presentan las ventajas y desventajas de las tuberías de fibrocemento:

Ventajas.

1. Ligereza.
2. Normalmente no se corroen.
3. Inmunidad a la corrosión electroquímica a la tuberculización.
4. Presenta una alta capacidad de conducción, es decir, los niveles de coeficiente de fricción son bajos.

Desventajas.

1. La fragilidad.
2. Número de Coples (debido a la corta longitud del tubo, se requieren mayor número de coples.
3. En caso de requerir algún corte en el sitio de la obra se recomienda el uso de mascarillas protectoras para evitar la inhalación del polvo ya que es dañino para la salud.

1.2.1.4 Tuberías de hierro fundido.

“El hierro fundido (HF) o colado ha sido empleado para fabricar tuberías, piezas especiales y válvulas. En México, debido a los menores costos de otros tipos de tuberías los tubos de hierro fundido has sido desplazado en la construcción de redes de distribución. Sin embargo, aún se utilizan en estaciones de bombeo e instalaciones donde se requiere rigidez y resistencia al impacto y a la corrosión. El

hierro fundido se emplea aun en la fabricación de piezas especiales y válvulas, las cuales pueden ser usadas en tuberías de diversos materiales”. (CNA; 2007:18)

Conforme a lo anterior la CNA (2007) dispone de dos tipos de hierro fundido: el hierro gris y el hierro dúctil. El hierro dúctil es una mejora del hierro gris en la cual mediante un tratamiento especial se logra un metal de mayor dureza y resistencia. Para mejorar su resistencia a la corrosión se le aplican diversos revenimientos; en su interior se aplica generalmente cortero de cemento, el cual ayuda a evitar la tuberculización (formaciones de óxido), y en su exterior una capa asfáltica. Aun se fabrican piezas especiales de hierro gris, pero estas están siendo desplazadas por el hierro dúctil.

Las tuberías de hierro dúctil pueden se unidas con varios tipos de juntas: bridas, mecánica, enchufe-bola o submarina, y espiga-campana con anillo de hule.

La junta bridada por lo general siempre se utiliza en sistemas de tuberías expuestos (plantas de tratamiento e instalaciones de bombeo, así como instalaciones industriales) en donde requiera rigidez, resistencia, facilidad de intercambio de tubos, así como la impermeabilidad de la junta.

No es recomendada en tuberías enterradas en donde la rigidez de la junta provoca que se acumulen esfuerzos en los tubos y provoquen ruptura.

Cuenta con varias ventajas el usar este tipo de tubería son:

- ° Larga vida útil.
- ° Alta resistencia mecánica.

- ° Alta resistencia a la corrosión.
- ° No necesita de mantenimiento alguno.
- ° En el caso del hierro dúctil puede ser soldado de una forma económica, lo cual no sucede con el hierro gris.

También cuenta con desventajas son:

- ° Pueden sufrir corrosión eléctrica o química si no se protege de suelos ácidos o alcalinos, o de aguas agresivas.
- ° Tienen un peso relativamente alto, esto dificulta su manejo.
- ° No se fabrican en México, esto implica que se tengan que importar.

1.2.1.5 Tuberías de concreto.

Las tuberías de concreto son más utilizadas en las líneas de conducción que en las redes de distribución, en caso de redes de gran tamaño las tuberías principales de la red primaria pueden ser utilizadas. Para el agua potable se utiliza la tubería de concreto presforzado (con o sin cilindro de acero).

De acuerdo con CNA (2007), la especificación de la fabricación de este tipo de tubería se encuentra en la Norma Mexicana NMX-C-252 vigente, en la cual detalla la calidad de los materiales que se utilizan para su fabricación, cada tubo tiene una longitud útil de (4 a 8 m), así como el diámetro interior del mismo el cual mide (de 400 a 5000 mm).

A continuación se mostraran las principales ventajas con las que cuenta la tubería de concreto:

- Alta resistencia mecánica.
- Alta capacidad de conducción.
- Larga vida útil.
- Bajo mantenimiento.

Y las principales desventajas son:

- Posible corrosión cuando se encuentra en soluciones acidas o alcalinas.
- Si la tubería llega a sufrir daños, es difícil de reparar.
- Puede llegar a hacer complicado hacer las reparaciones.

1.2.1.6 Tuberías de acero.

Las tuberías de acero son utilizadas cuando se tienen altas presiones y se requieren de grandes diámetros este tipo de tuberías se pueden utilizar a la intemperie en caso de que se requieran enterrar deberán ser protegidas por un recubrimiento interior.

En las redes de distribución se utilizan los tubos de acero de diámetros pequeños que van de 50.4 mm (2") hasta 152.4 mm (6"), los cuales son revestidos con zinc en el exterior e interior de tubo a este proceso se llama galvanizado. En caso de no contar con este recubrimiento se le llaman tubos negros, el uso de

tuberías de acero obliga a que se aplique una protección tanto interior como exterior contra la corrosión, a excepción de la tuberías galvanizadas “las tuberías de acero se fabrican de acuerdo a las Normas Mexicanas NMX-B-10 y NMX-B-177, ambas normas se refieren a los tubos acero con o sin costura (longitudinal o helicoidal), negros o galvanizados por inmersión en caliente para usos comunes (conducción de agua, vapor, gas o aire). Sin embargo, la NMX-B-10 trata tubos de acero al carbono en diámetros de 3.175 mm (1/8”) hasta 406.4 mm (16”), y la NMX-B-177 a las tubos de acero en diámetros de 3.175 mm (1/8”) hasta 660.4 mm (26”). (CNA; 2007:22)

Con base en lo señalado por la CNA (2007), ambas normas clasifican a los tubos según su proceso de fabricación en tres tipos:

- “F” Soldado a tope con soldadura continua por calentamiento en horno.
- “E” Soldado por resistencia eléctrica.
- “S” Sin costura.

La norma NMX-B-177 divide a su vez a los tipos “E” y “S”. De acuerdo a las propiedades mecánicas del acero, en grados “A” y “B”. El grado “B” en sus dos tipos “E” y “S” posee mayor resistencia a la tensión y de fluencia” (CNA; 2019: 22)

Entre las principales ventajas en la tubería de acero se tienen:

- Alta resistencia mecánica.
- En comparación con tuberías de concreto o hierro fundido resulta más ligera.

- Fácil transporte e instalación.

Y algunas de las principales desventajas son:

- No soporta cargas externas grandes. Pues es susceptible al aplastamiento.
- Por ser metálico presenta corrosión.

1.2.2. Piezas especiales.

Según las CNA (2007), las piezas especiales son todos aquellos accesorios de la tubería que permite formar cambios de dirección, ramificaciones e intersecciones, así como conexiones incluso en tuberías de diferentes materiales y diámetros. También permiten la inserción de válvulas y la conexión con estaciones de bombeo y otras instalaciones hidráulicas. Por otro lado, se disponen de piezas especiales fabricadas con diferentes materiales como: hierro fundido (con bridas, extremos lisos campana- espiga), fibrocemento PVC polietileno, concreto presforzado y acero. También se utilizan accesorios complementarios que son emperadoras para formar uniones: juntas mercancías (Gibautl, universal, etc.), empaques y tornillos de acero con cabeza y tuerca hexagonal estándar.

A continuación se muestran las piezas especiales que se utilizan en los distintos tipos de tuberías:

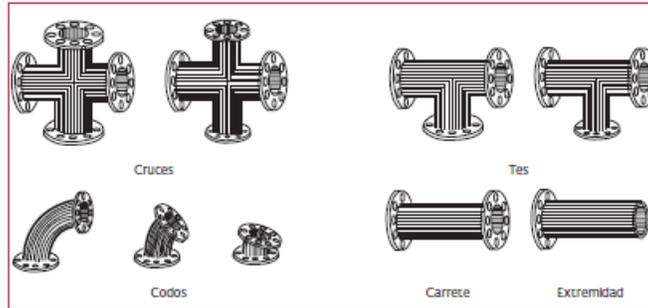


Fig.1.6 Piezas Especiales de Hierro Fundido Brindados (CNA; 2007:24)

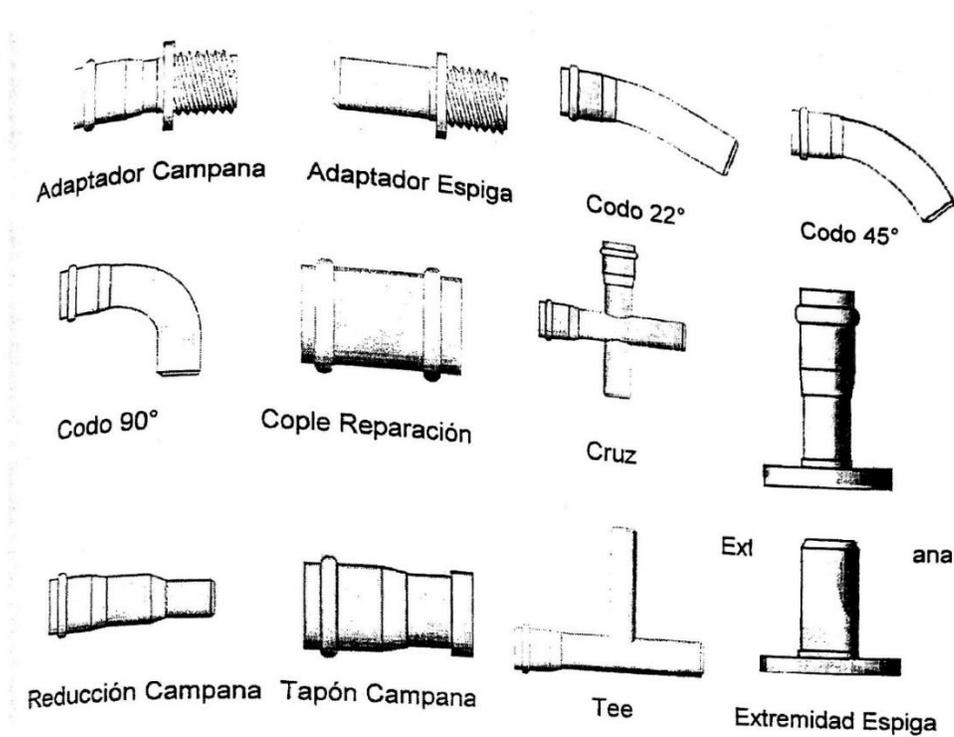


Fig. 1.7 Piezas especiales PVC hidráulico (CNA; 2007:24)

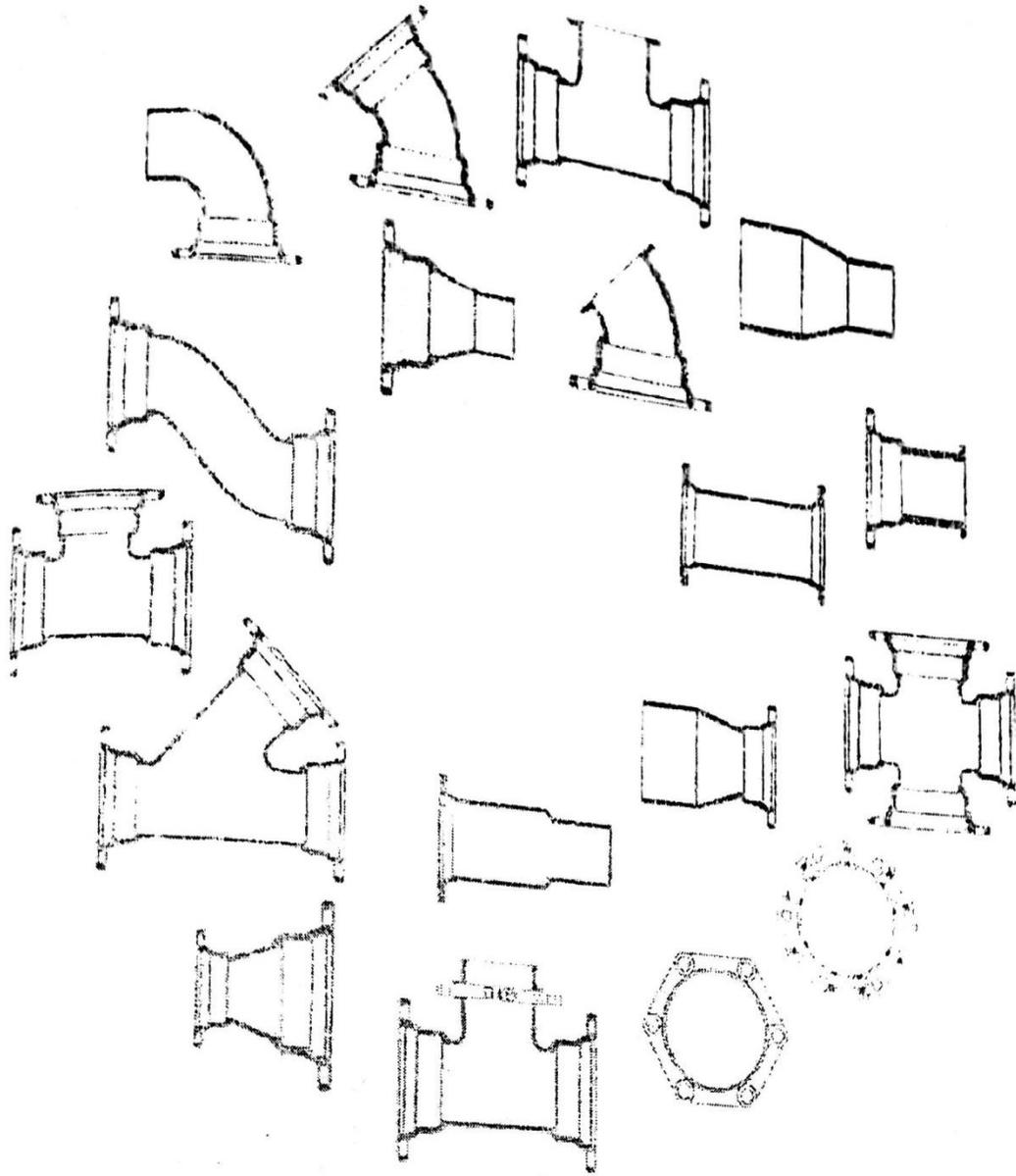


Fig. 1.8 Piezas especiales de Hierro Dúctil (CNA; 2007: 25)

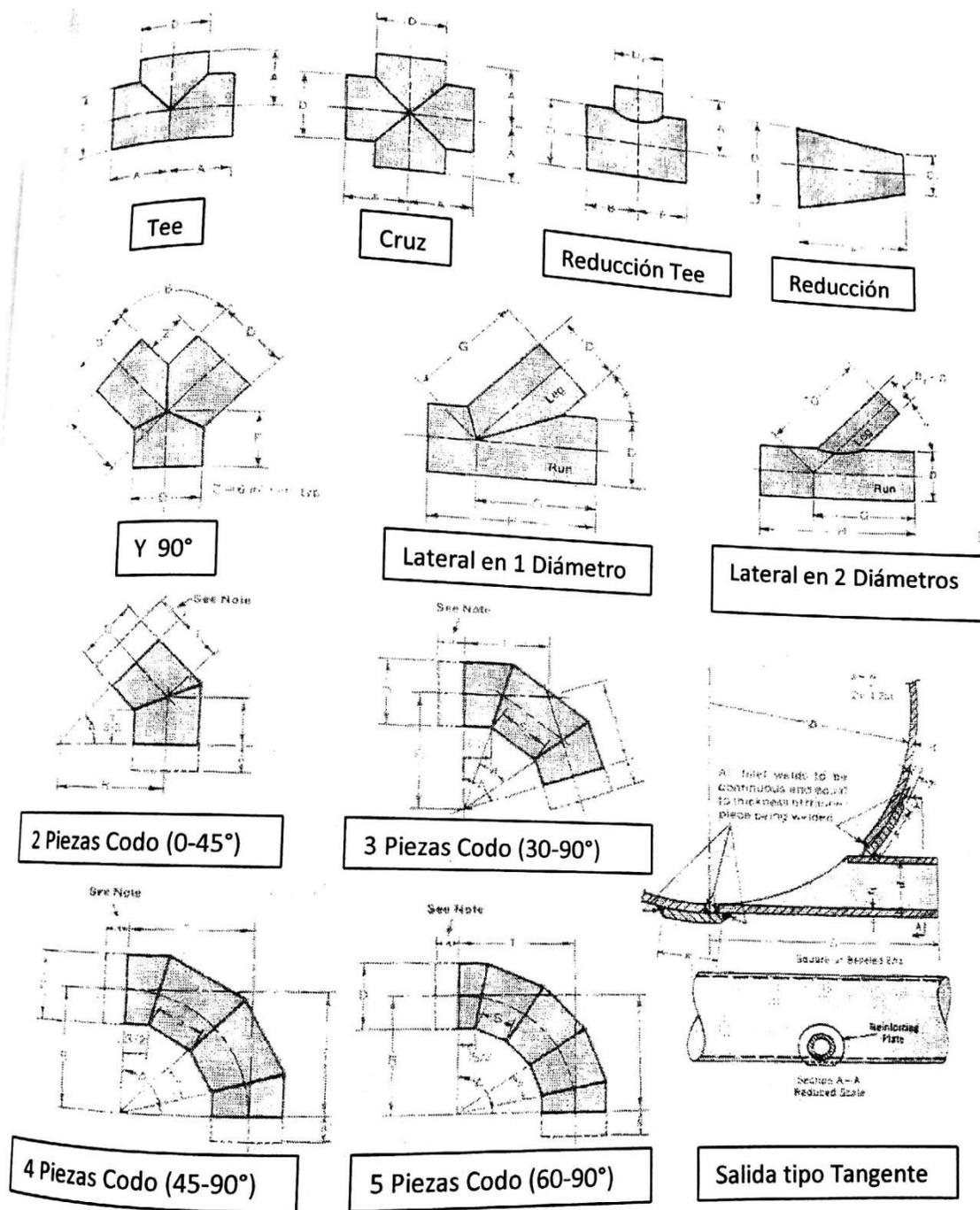


Fig.1.9 Piezas especiales de Acero (CNA; 2007:26)

1.2.3. Válvulas.

Las válvulas son dispositivos mecánicos que son utilizados para iniciar un flujo y controlar el flujo en conductos a presión. Su funcionamiento para ser accionado puede ser manual, automático o semiautomático. Además existen accionadores eléctrico, hidráulicos o mecánicos, mismos que se emplean en plantas de tratamiento o en infraestructuras donde se requiere operar frecuentemente las válvulas.

Las válvulas se clasifican en dos clases: 1) Aislamiento o seccionamiento y 2) Control; A su vez de acuerdo al tipo de válvula de aislamiento puede ser: de compuerta, de mariposa, o de asiento (cilíndrica, cónica o esférica). En cambio las válvulas de asiento pueden realizar los dos tipos de funciones. Por su parte las válvulas de control pueden ser: de altitud, de admisión y expulsión de aire, controladoras de presión, de globo, de retención (check), o de vaciado (de desagüe).

- 1) Válvulas compuerta.- Este tipo de válvula funciona con una placa que se mueve verticalmente a través del cuerpo de la válvula en una forma perpendicular al flujo. El tipo de válvula de compuerta que se utiliza más usualmente es el de vástago saliente. Este tipo de válvula tiene la facilidad de que el operador se puede percibir fácilmente si está abierta o cerrada. Algo que es muy importante tomar en cuenta es que la válvula de compuerta está fabricada principalmente para operarla cuando se requiera un cierre o

apertura total. Si se llegan a tener compuertas con diámetros mayores a 400mm (16”), se recomienda que el uso de una válvula de paso (bypass). Esto mejorara las presiones en ambos sentidos de la válvula, facilitando la apertura o el cierre.

- 2) Válvulas mariposa.- Este tipo de válvulas se operan por medio de una flecha que acciona un disco y gira centrado en el cuerpo de la válvula. Se identifican fácilmente debido a su corto cuerpo. El diseño de esta válvula permite emplearla como reguladora de gasto en condiciones de gasto y presiones bajas, también para estrangular la descarga de una bomba. Si se tienen diámetros grandes y presiones bajas en la línea la válvula mariposa puede sustituir a la compuerta. Además tiene la ventaja de ser más ligeras, de menor peso y tamaño a un costo económico.
- 3) Válvulas de asiento.- En este tipo de válvula se diferencia por ser un elemento móvil que es un cilindro, cono o esfera, en lugar de ser un disco. Además que posee una perforación igual a la del diámetro de la tubería, por lo que se requiere generalmente un giro de 90° para pasar de la abertura total al cierre o viceversa. Se emplea para regular el gasto en sistemas de distribución.
- 4) Válvulas de altitud.- Las válvulas de altitud, controlan el nivel del agua en un tanque en el sistema de distribución con excedencias a tanques.

- 5) Válvulas para admisión y expulsión de aire.- Partiendo de lo señalado por la CNA (2019), estas válvulas son instaladas para permitir la entrada y salida de aire a la línea. Evitan la formación de vacíos parciales en la línea durante su vaciado, que pudieran causar el colapso o aplastamiento de la tubería. Son más empleadas en líneas de conducción y de alimentación ya que se colocan en los puntos, altos.

- 6) Válvulas controladoras de presión.- Tienen la función de reducir las presiones aguas arriba a una presión prefija aguas abajo, independientemente de los cambios de presión y gasto. Estas se emplean generalmente para abastecer a zonas bajas de servicio. Estas válvulas tienen la ventaja de ajustarse a las condiciones de la tubería, sean estas variables o no. Sin embargo existen una variedad de válvulas controladoras de presión, ya que lo importante, como bien su nombre lo dice controlan las presiones en las tuberías.

- 7) Válvulas del globo.- Están conformadas de un disco horizontal que se acciona mediante un vástago que abre o cierra un orificio por donde circula el agua. Este tipo de válvulas son voluminosas y presentan una alta resistencia al paso del agua por lo que normalmente se utilizan en tuberías de diámetros pequeños como pueden ser las tuberías domésticas, pueden ser usadas para drenar o vaciar tuberías.

8) Válvulas de retención.- “Las válvulas de retención (check) son automáticas y se emplean para evitar contraflujos (son unidireccionales), es decir, flujos en dirección contraria a la de diseño. Se instalan en tuberías en donde el agua contenida en la tubería puede revertir su dirección de flujo durante el paro de una bombas y sus respectivos motores”. (CNA; 2007: 31)

Este es un ejemplo de algunas de las principales válvulas:

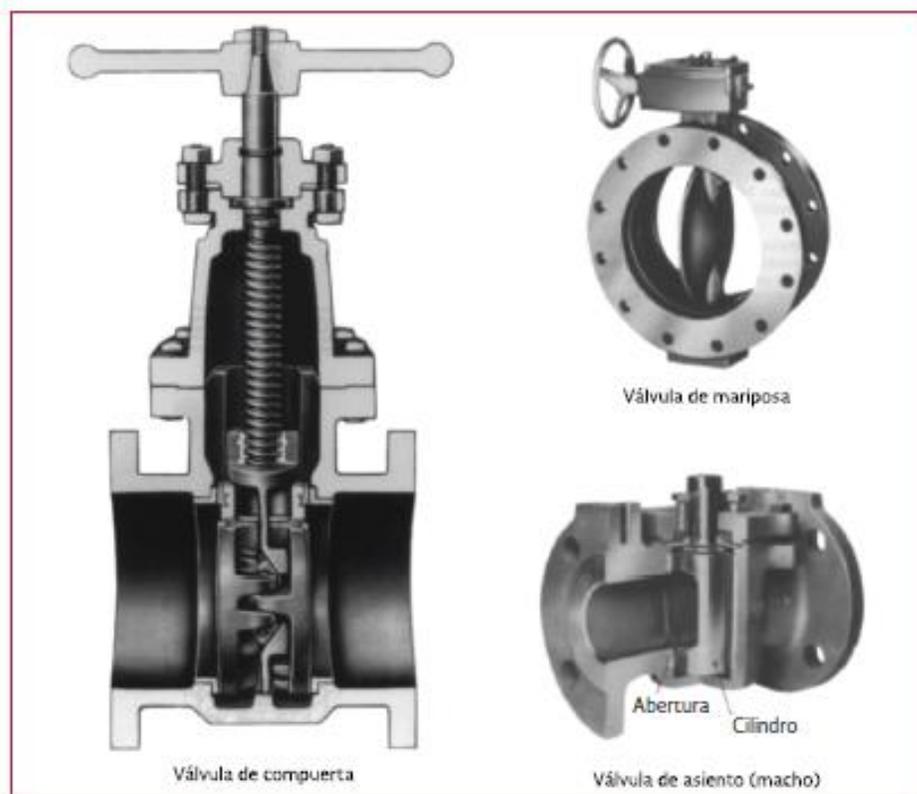


Fig. 1.2.1 Válvula de Cierre (CNA; 2007: 26)

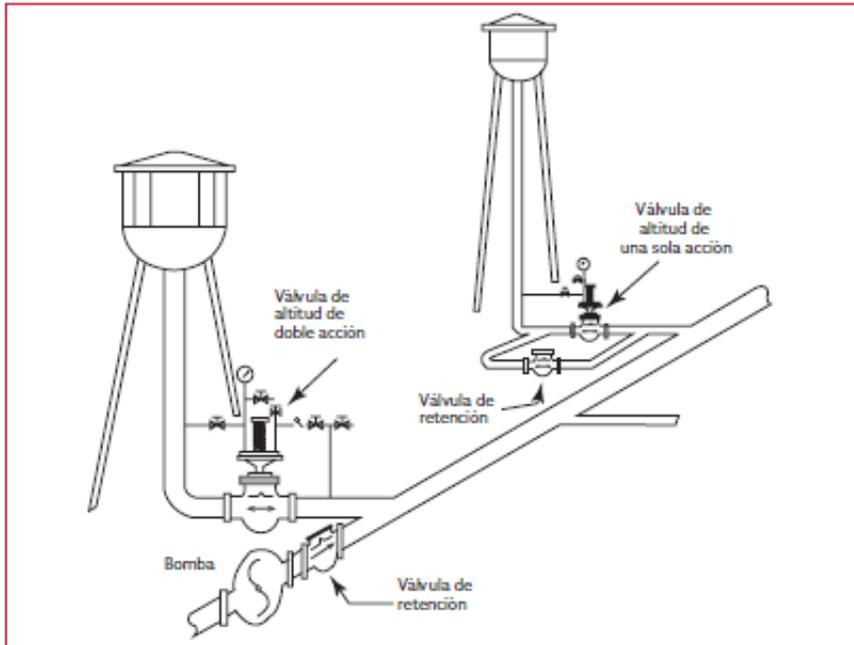


Fig. 1.2.2 Válvulas de Altitud en tanques elevados (CNA; 2019:28)

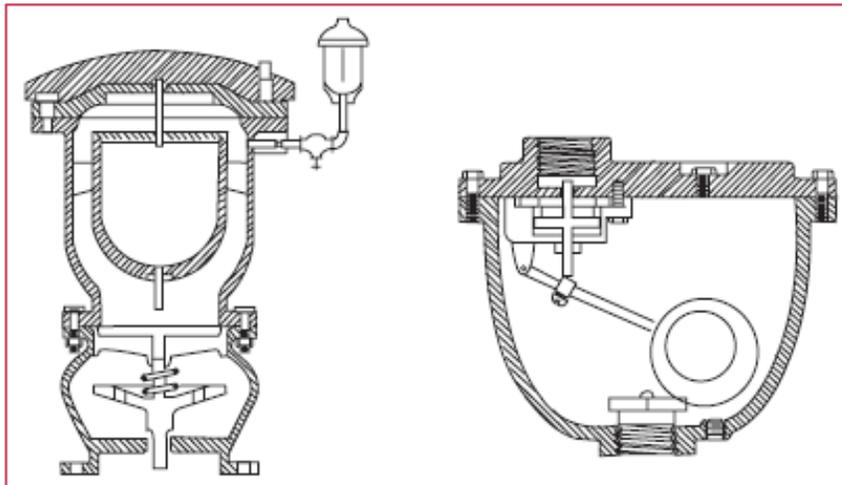


Fig. 1.2.3 Válvulas de admisión y expulsión de aire (CNA; 2019: 28)

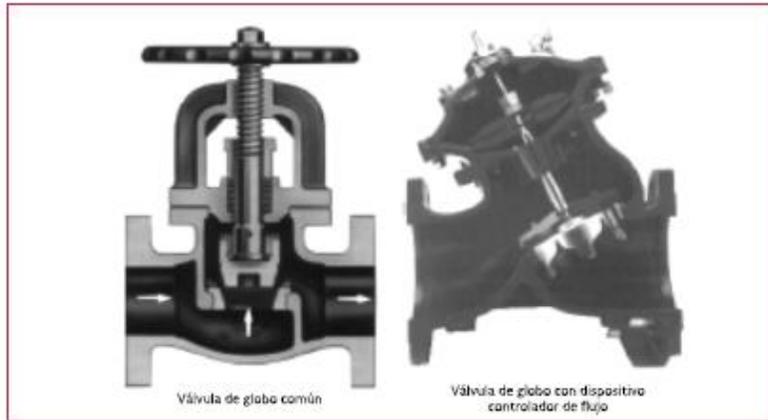


Fig. 1.2.4 Válvula de globo común (CNA; 2019:30)

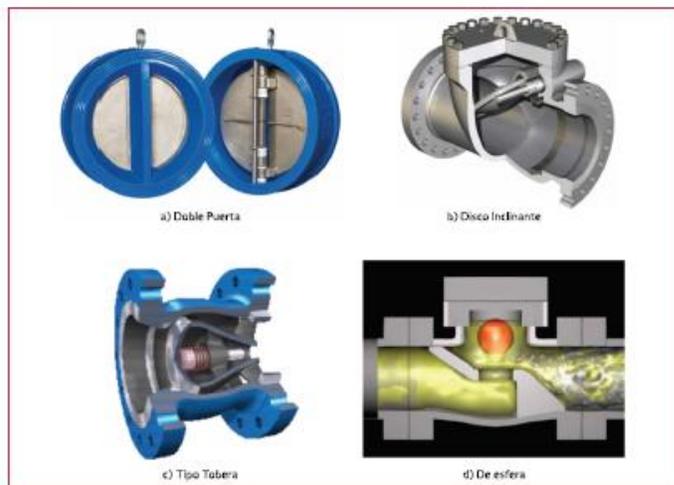


Fig. 1.2.5 Válvula de Retención (Check) (CNA; 2019:31)

1.2.4 Hidrantes.

Los hidrantes son conexiones especiales de la red que se ubican a cierta distancia, distribuidos en las calles. De las cuales existen solo dos tipos de hidrantes: Públicos y contra incendios.

Los Hidrantes públicos, se conforman por llaves de uso común los cuales se colocan en pedestales de concreto o de mampostería a una determinada distancia y de este modo pueden ser utilizados por varias familias.

A su vez los Hidrantes contra incendios son conformados por toma especial que se distribuyen en la calle a una distancia relativamente corta, y de fácil acceso, esto con la finalidad de poder colocar mangueras que faciliten el combate contra incendios.

1.2.5 Tanques de distribución.

Los tanques de distribución también son llamados tanques o almacenamiento y son utilizados en los sistemas de distribución de agua, para asegurar la cantidad y presión de agua disponible en la red. De acuerdo a su construcción pueden ser superficiales o elevados. Los tanques superficiales se emplean cuando se dispone de terrenos elevados cerca de la zona de servicio.

“Es necesario recordar que la línea de conducción se diseña con el gasto máximo diario Q_{md} , mientras que la línea de alimentación y la propia red de distribución se diseñan con el gasto máximo horario Q_{mh} , en el día de máxima demanda. De esta forma la red y la línea de alimentación conducen un mayor gasto durante las horas de mayor demanda, mientras que la línea de conducción conlleva un gasto menor, pero el abastecimiento está asegurado por la existencia del tanque de regulación. Con estas disposiciones se tiene una mayor economía en la línea de conducción”. (CNA; 2019:51)

1.2.6 Bombas.

De acuerdo con la CNA (2019), Las bombas y las turbinas forman parte de las máquinas para fluidos denominadas “turbomaquinaria”, esto se debe a que se conectan a una flecha rotatoria. En el caso de las turbinas, la flecha rotatoria se encarga de transmitir la energía mecánica extraída del agua en movimiento a un generador para producir energía eléctrica. A su vez, las bombas reciben la energía mecánica previamente de un motor a través de la flecha con el fin de elevar la presión del agua para conducirla en las tuberías.

De conformidad a lo mencionado por la CNA (2019), en la gran mayoría de los sistemas de distribución y líneas de conducción de agua potable, se incorporan bombas en sus instalaciones para trasladar el agua a través del sistema o mantener las presiones requeridas, es por eso que su aplicación específica nos permite:

- 1) Elevar el agua desde fuentes superficiales o subterráneas a plantas de tratamiento, almacenamiento, o directamente al sistema de distribución.
- 2) Incrementar la presión para servir áreas de servicio ascendentes.
- 3) Bombear químicos en unidades de tratamiento, transportar el agua en las instalaciones de tratamiento, retro lavado de filtros, desalojar tanques sedimentadores y remover sólidos depositados.

De acuerdo con lo ya señalado por la CNA (2019), en general las bombas, permiten trasladar fluidos agresivos, ya que sean líquidos, gases, sólidos o semisólidos (que puedan ser bombeados), a diferentes temperaturas. Existen

diseños como aplicaciones y fabricantes se pueden clasificar de acuerdo con el funcionamiento como:

- 1) De desplazamiento positivo.
- 2) Dinámicas o cambiadoras de impulso.

Las bombas también se pueden clasificar de acuerdo al mecanismo o diseño mecánico en:

- 1) De desplazamiento positivo:

- Alternativas. De pistón o embolo (a veces denominadas de martinete) y de diafragma.

- Rotativas: Rotativa de pistones, engranajes externos, engranajes internos, rotor lobular, paletas (deslizantes, servicio pesado, oscilantes, excéntrica- paleta y flexible) y husillo (simple o de estator flexible y rígidas).

- 2) Dinámicas o cambiadoras de impulso:

- Rotodinámicas: De flujo radial (centrifuga), axial y mixto.

1.2.7 Pozos.

“El agua subterránea constituye un recurso importante en el abastecimiento de agua potable. En general, el agua extraída del subsuelo no requiere tratamiento y su captación resulta más económica que en embalses. Además, las cantidades de agua disponibles son más seguras y prácticamente no les afectan las sequías.

Los métodos modernos de estudio de los acuíferos permiten determinar un aprovechamiento racional y prolongado del agua subterránea, aunque en ciertos casos de sobreexplotación de acuíferos puede requerirse una recarga artificial para evitar hundimientos o la contaminación de los acuíferos”. (CNA: 2019: 62)

“Para aprovechar el agua subterránea se construyen pozos, los cuales son perforaciones o excavaciones verticales, normalmente hechas por el hombre, por las cuales el agua subterránea puede brotar o ser extraída del subsuelo”. (CNA; 2019: 62)

1.2.8 Tomas domiciliarias.

Una toma domiciliaria tiene como función primordial, el proporcionar agua de la red de distribución para conducirla a la instalación hidráulica intradomiciliaria.

Y se divide en dos partes que se conocen como: ramal y cuadro. El ramal es la conexión que se ubica desde el acoplamiento de la red de distribución hasta el codo inferior del cuadro. El cuadro no es más que el conjunto de tubos y codos en forma rectangular, esto es con la finalidad de colocar el medidor y que sea cómoda su lectura. Por lo general el cuadro se encuentra dentro del domicilio del usuario, y sus diámetros más usuales son de 13 o 19 mm.

1.3 Presiones disponibles.

De acuerdo con la CNA (2019), es la presión o carga hidráulica que actúa en un punto de una tubería y se define por la diferencia entre la cota piezométrica en este punto y la cota del centro de la tubería.

En las redes de distribución es común manejar las presiones con relación al nivel de la calle en lugar de tomar como base el centro del tubo. Cuando esto ocurre se les llama presiones disponibles o libres y se calculan para los cruceros en las tuberías.

1.4 Presiones admisibles.

Para poder establecer un régimen de presiones en una red intervienen dos factores que son, la necesidad del servicio y la topografía con la que cuenta la localidad.

De acuerdo a las necesidades del servicio se obliga a seleccionar una presión mínima que sean capaces de poder atender los requerimientos tanto de las edificaciones como de la demanda contra incendio.

“La presión mínima debe verificarse en la red de distribución de tal manera que en todos los puntos se tenga una presión por lo menos igual a esta “n” las máxima se presentara cuando exista poca demanda y la red continúe funcionando a presión” . (CNA; 2007: 7)

1.5 Zonas de presión.

“Las zonas de presión son divisiones realizadas en la red de distribución debido a la topografía, el tamaño o la política de operación de la localidad”. (CNA; 2007: 7)

Como establece la CNA (2007), usualmente las zonas de presión pueden llegar a conectarse entre ellas para poder abastecerse en forma ordinaria cuando

se tiene una sola fuente, o extraordinaria (incendio, falla de la fuente, reparaciones, entre otras), cuando se tiene varias fuentes. Para poder realizar la interconexión entre al tanque, o por mediante válvulas, la descarga directa al tanque, o por medio del uso de válvulas reductoras de presión en caso de que se trate de zonas bajas, o de rebombeo a las zonas altas.

1.6 Tipos de proyectos de redes.

En la mayoría de los casos las obras que se hacen en las redes de distribución de las ciudades, se realizan para el mejoramiento o la ampliación de las redes con las que ya se cuenta, y solo una pequeña cantidad se destina para dar servicio a zonas nuevas o aisladas. Es por eso que se requieren de tipos de proyectos que se denominan de rehabilitación y nuevos.

Partiendo de lo mencionado por la CNA (2007), los proyectos de rehabilitación se realizan cuando hay la necesidad de modificar una parte de la red para poder mejorar su funcionamiento hidráulico o cuando existen cambios en el uso del suelo, también si de acuerdo a la zona de servicio se obliga a incrementar la capacidad de la zona de distribución.

Los proyectos nuevos son requeridos cuando se debe dar servicio a una zona por primera vez, o cuando se requiere hacer una ampliación a una red que ya exista y que por su longitud de proyecto, ya no puede ser considerada como una rehabilitación.

1.7 División de una red de distribución.

Según la CNA (2007), una red de distribución se divide en dos partes para determinar su funcionamiento hidráulico, que son la red primaria, que es la que rige en funcionamiento de la red, y la red secundaria o de relleno.

“La red primaria permite conducir el agua por medio de líneas troncales o principales y alimentar las redes secundarias. Se considera que el diámetro mínimo de las tuberías correspondientes a la red primaria es de 100 mm. Sin embargo, en colonias urbanas populares se puede aceptar de 75 mm y en zonas rurales hasta 50 mm, aunque en grandes urbes se puede aceptar a partir de 500 mm”. (CNA; 2007: 8)

La red secundaria se encarga de distribuir el agua hasta la toma domiciliaria, y se dividen en tres tipos de red secundaria:

- a) Red secundaria convencional.- Este tipo de redes los conductos se unen a la red primaria y funciona como una red cerrada. Y se suele tener válvulas tanto en las conexiones con la red primaria como en los cruces con la secundaria.
- b) Red secundaria en dos planos.- Este tipo de redes las tuberías se conectan a la red primaria en dos puntos opuestos cuando la red está situada en el interior de los circuitos, o en un solo cruce de las tuberías primarias en los casos de las líneas exteriores a ellos.
- c) Red secundaria en bloques.- “En este caso las tuberías secundarias forman bloques que se conectan con la red primaria solamente en dos

puntos y la red principal no recibe conexiones domiciliarias. La longitud total de las tuberías secundarias dentro de un bloque normalmente es de 2,000 a 5,000 m. A su vez, la red secundaria dentro de un bloque puede ser convencional". (CNA; 2007: 10)

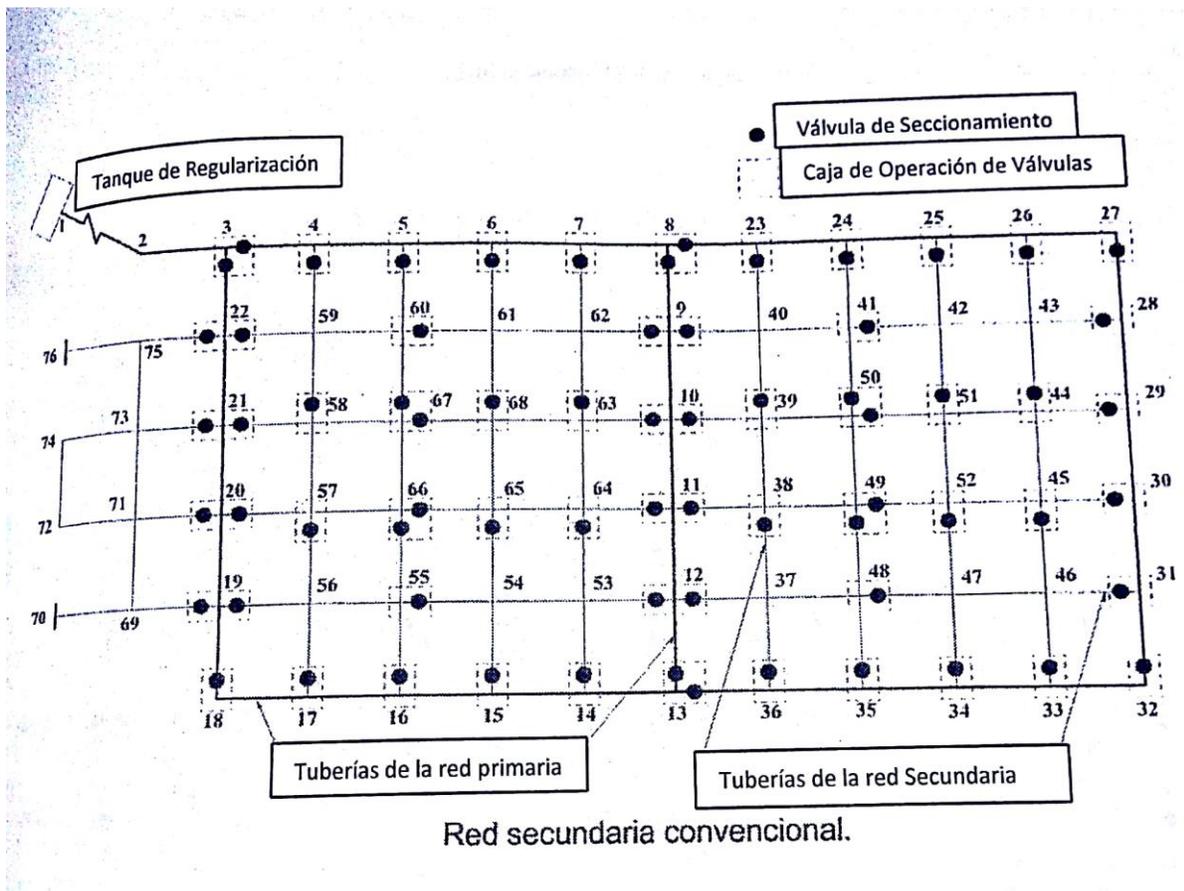


Fig. 1.2.6 Red Secundaria Convencional (CNA; 2007: 9)

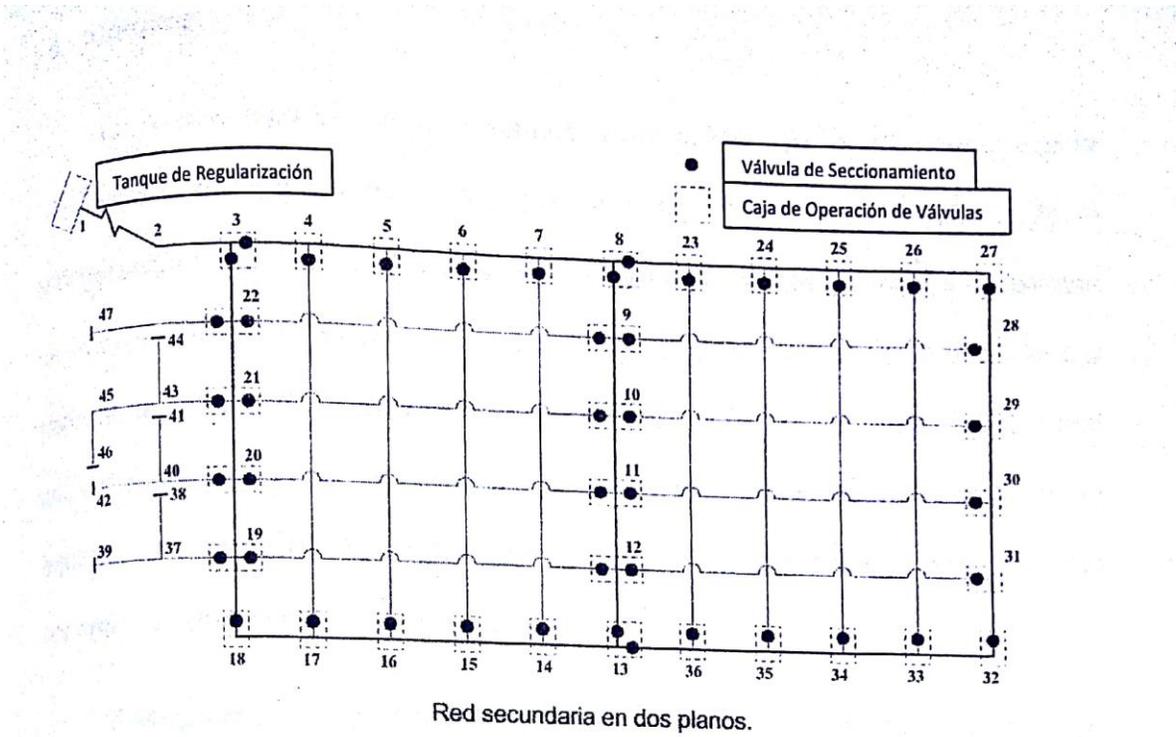


Fig. 1.2.7 Red Secundaria en dos Planos (CNA; 2007: 9)

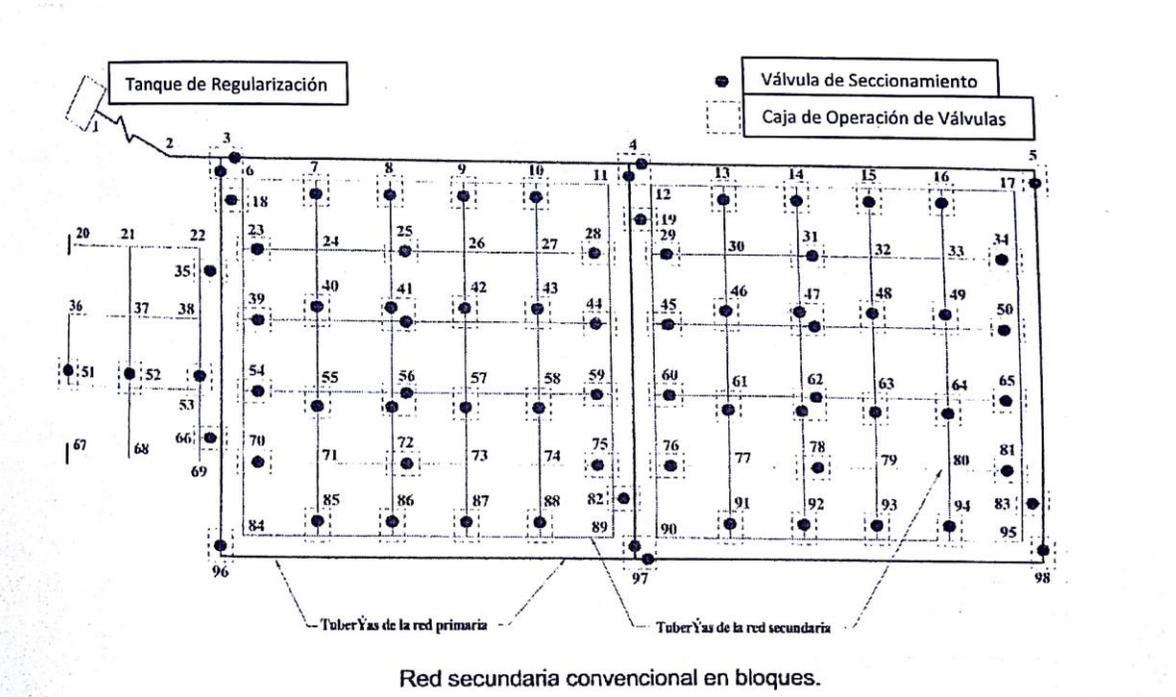


Fig. 1.2.8 Red Secundaria Convencional en Bloques (CNA; 2007: 10)

1.8 Atraques.

En una tubería presurizada, tiene posibilidad que en varios puntos pueda ocasionarse un desequilibrio en las fuerzas hidrostáticas resultado de la configuración de la tubería. A las fuerzas de desequilibrio se les puede llamar también de fuerzas de empuje. Estas fuerzas de empuje pueden llegar a ocurrir en cualquier punto del sistema de la tubería donde exista un cambio de dirección o del área transversal del conducto de agua. Las personas que instalen estas tuberías deberán de equilibrar estas fuerzas mediante atraques, los cuales normalmente son de concreto, o retenedores mecánicos.

Enseguida se ejemplificará con la figura 1.2.8 cómo debe de realizarse una adecuada colocación de los atraques, las densidades en el relleno deben ser especificadas en el proyecto o similares al terreno natural no alterado.

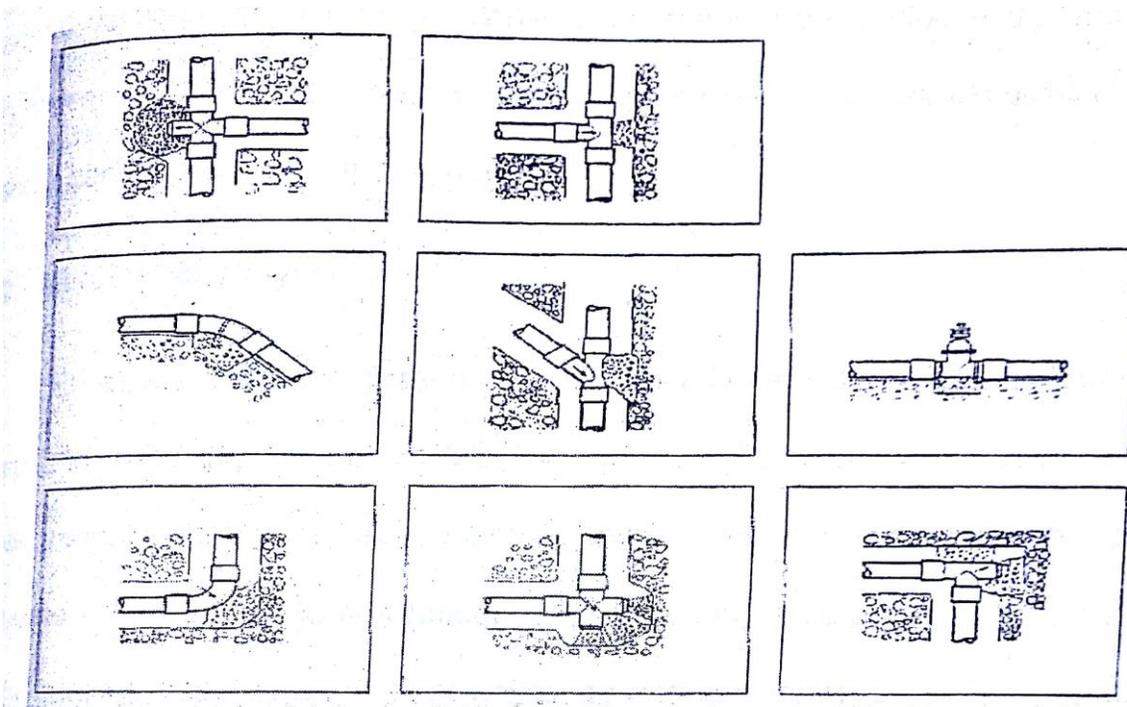


Fig. 1.2.8 Tipo de Atraques (CNA; 2007: 11)

CAPÍTULO 2

DATOS BÁSICO PARA REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE.

En el presente capítulo se observará los distintos métodos que se pueden utilizar para realizar los cálculos requeridos para el proyecto, además se abordará algunos de los coeficientes necesarios para calcular los gastos de la tubería, así como algunas de las principales definiciones que auxilien en la comprensión del proyecto que se va a analizar.

2.1 Población de proyecto.

La población de proyecto es la cantidad de personas que se estima en una determinada localidad al final del periodo de diseño de un sistema de agua potable.

La población es analizada para cada grupo demográfico, a partir de los datos que se obtienen de acuerdo a los censos que se han llevado a cabo en años anteriores, también se estudian las tasas de crecimiento, sus características de migración y la estimación de su desarrollo económico y social.

Existen métodos para predicción los más recomendables son:

- a) Método de crecimiento por comparación.
- b) Método de ajuste por mínimos cuadrados.

2.1.1 Método de crecimiento por comparación.

En este método se compara la tendencia que se tiene en el crecimiento histórico de una población que se estudia, contra el que cuentan otras ciudades que se encuentran con un mayor número de habitantes, parecidos desde el punto de vista socioeconómico, y tomar la tasa media de crecimiento entre ellas.

Existen factores principales que es necesario considerar para poder determinar la similitud como es: proximidad geográfica, su actividad económica, los porcentajes de población de cada nivel socioeconómico, su clima y sus costumbres, entre otros.

2.1.2 Método de mínimos cuadrados.

Los Métodos de mínimos cuadrados se encarga de calcular la población de proyecto a partir de un ajuste en los resultados que se han obtenido por medio de los censos en los años anteriores, a una recta o curva, de manera que los puntos pertenecientes a ellas, difieran lo menos posible de los datos observados.

Para poder determinar la población de proyecto, es necesario considerar un modelo matemático que mejor represente, como se comportan los datos de los censos históricos de población (lineal, exponencial, logarítmica o potencial), obteniendo a las constantes "a" y "b" que se conocen como coeficientes de regresión.

"Existe un parámetro que sirve para determinar qué tan acertada fue la elección de la curva o recta de ajuste a los datos de los censos. Este se denomina

coeficiente de correlación “r”, su rango de variación es de -1 a +1 y conforme su valor absoluto se acerque más a 1 el ajuste del modelo a los datos será mejor (CNA; 2007: 5)

2.2 Periodo de diseño.

El periodo de diseño se considera como el intervalo del tiempo durante el cual se estima que la obra que se construirá llegue a su máximo nivel de saturación; este periodo se debe considerar menor que la vida útil.

Los periodos de diseño están muy relacionados con los aspectos económicos, que están en función con el costo monetario, es decir, de las tasas de interés real, suponiendo por tasa de interés real el costo del dinero en el mercado menos la inflación. Mientras más alta sea la tasa de interés conviene más diferir las inversiones, lo que influye en reducir los periodos de diseño. Es muy importante señalar que no se deben desatender los aspectos financieros, como lo son, los flujos de efectivo de la dependencia que habrá de financiar las obras, y que la selección del periodo de diseño deberá de atender tanto el monto de las inversiones en valor presente como a los flujos de efectivo.

Una vez analizado lo anterior, es recomendable que el periodo de diseño sea de cinco años, excepto de aquellas obras que no se puedan realizar proyectos modulares, es decir las obras que no se puedan ampliar fácilmente.

Siempre que se pueda se deben realizar proyectos modulares, que permitan diferir las inversiones el mayor tiempo posible.

2.2.1 Vida útil.

“Es el tiempo que se espera que la obra sirva a los propósitos de diseño, sin tener gastos de operación y mantenimiento elevados, que hagan antieconómico su uso o que requiera ser eliminada por insuficiente.” (CNA; 2007: 9)

“Este periodo está determinado por la duración misma de los materiales de los que estén hechos los componentes, por lo que es de esperar que este lapso sea mayor que el periodo de diseño. Otros factores que determinan la vida útil de las obras de agua potable son la calidad del agua a manejar y la operación y mantenimiento del sistema” (CNA; 2007: 9)

Es muy importante tomar en cuenta todos los factores, características y los posibles riesgos que pudiera tener cada uno de los proyectos, para así poder establecer de manera adecuada el periodo de vida útil de cada una de las partes del sistema de agua potable.

2.3 Consumo

Es la parte de suministro de agua potable que principalmente utilizan los usuarios, despreciando las pérdidas en el sistema. Se expresa en unidades de m³/día ó l/día, o también cuando se trata de consumo per cápita se utiliza l/hab/día.

De acuerdo al tipo de usuarios se determina el consumo de agua y se divide según su uso en: doméstico y no-doméstico; el consumo doméstico, se divide de acuerdo a las clases socioeconómicas de la población en residencial, medio popular. Por otra parte el consumo no-doméstico incluye el comercial, el industrial y

de servicios públicos; y por último el consumo industrial se subdivide en industrial de servicio e industrial de producción como lo son las fábricas.

2.3.1 Consumo doméstico.

“Se refiere al agua usada en las viviendas. Este consumo depende principalmente del clima y la clase socioeconómica de los usuarios. El consumo doméstico medio de una clase socioeconómica puede presentar diferencias, por diversas causas, entre las que sobresalen: la presión en la red, la intermitencia en el servicio, la suficiencia del abastecimiento del agua, la existencia de alcantarillado sanitario y el precio del agua”. (CNA; 2007:09)

“La CNA (Comisión Nacional del Agua), a través del IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua), desarrolló un estudio de actualización de dotaciones en el país, del que se obtuvo como resultado una serie de valores de consumo doméstico por clase socioeconómica y clima, que se dan, de tal forma que sirva al ingeniero proyectista de guía, en el caso que no cuente con tal información de la localidad de estudio”. (CNA; 2007:09)

Tipos de usuarios domésticos	
CLASE SOCIOECONÓMICA	DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE VIVIENDA
Residencial	Casas solas o departamentos de lujo, que cuentan con dos o más baños, jardín de 50m ² o más, cisterna, lavadora.
Media	Casas y departamentos, que cuentan con uno o dos baños, jardín de 15 a 35 m ² y tinaco.
Popular	Vecindades y casas habitadas por una o varias familias, que cuentan con jardín de 2 a 8 m ² , con un baño o compartiéndolo.

Tabla 2.1 (CNA; 2007: 09)

2.3.2 Consumo no doméstico.

El consumo no doméstico está conformado por los consumos: comercial, industrial (dentro del cual destacan los consumos de servicios y de producción), así como de servicios públicos.

2.3.2.1 Consumo comercial.

El consumo comercial es el que se utiliza en áreas de comercio y de servicios en las cuales las personas no habitan en ellas.

El tipo de actividad con que cuente el comercio, pueden variar los consumos, en rangos ya establecidos por tablas.

2.3.2.2 Consumo industrial.

El consumo industrial está constituido por el agua que se utiliza para empresas, fábricas y hoteles; y se determina de acuerdo al tipo de industria.

Se debe considerar el tipo de actividad industrial, el tipo de consumo se divide en dos tipos: a) Industrial de servicios y, b) Industrial de producción. En el industrial de servicios es considerado en los hoteles, como el consumo personal de los empleados, los consumos varían de acuerdo a datos encontrados en tablas ya establecidas.

“Es común encontrar industrias, en las que, el suministro de agua se complementa con fuentes auxiliares, con los que se logra disminuir el consumo de agua municipal. En estos casos será necesario, determinar la cantidad de agua de la red municipal que se destinara, para tal fin, y cuanta será proporcionada por

dichas fuentes, para que en el gasto de diseño se considere, sólo el volumen que abastecerá la red". (CNA; 2007: 11)

2.3.2.3 Usos públicos.

De acuerdo con la CNA (2007), es el agua que se utiliza en instalaciones de salud, educación, recreación, seguridad, riego de parques y jardines, combate de incendios, etc.

En localidades pequeñas, se considera innecesario proyectar sistemas de abastecimiento de agua potable que incluyan protección contra incendios, (al menos que se trate de casos especiales). Y en localidades medianas o grandes los proyectos deberán ser estudiados y justificados para cada caso en particular, en coordinación con el H. Cuerpo de Bomberos.

2.4 Demanda.

Es la cantidad de agua potable que se requiere para abastecer a la población que requieran del servicio, tomando en cuenta las pérdidas físicas.

2.4.1 Demanda actual

Son la suma de consumos para cada usuario más las pérdidas físicas, para obtener los consumos por tipo de usuario, se tiene las siguientes definiciones:

- a) Consumo doméstico.- Se realiza una multiplicación del consumo per cápita de cada sector socioeconómico, por la población correspondiente.
- b) Consumo comercial.- Se obtiene del consumo de cada local, por el total del número del locales, de los comercios que existen en el sistema.

- c) Consumo industrial de servicios.- Se obtendrá multiplicando el consumo de cada trabajador por el total del número de trabajadores con que cuente cada una de las industrias de la localidad.
- d) Consumo industrial de producción.- Se obtiene de acuerdo a las necesidades en particular de cada industria, o bien se multiplica el consumo por unidad de producción por su volumen de producción de cada fábrica.
- e) Consumos públicos.- Es el producto del consumo, en hospitales y escuelas, de cada paciente o estudiante, por el total de enfermos o alumnos respectivamente.
- f) Pérdidas de agua.- Se presenta en el volumen que se pierde en el sistema de distribución.

Cuando se presenta una demanda de agua está en función de factores que influyen como: el tipo de clases socioeconómicas, el porcentaje de población, el clima, la existencia de alcantarillado sanitario, su tipo de abastecimiento, y la calidad y costo del agua.

2.4.2 Pérdidas físicas.

Esta pérdida da referencia a las fugas de agua que se tienen en las líneas de conducción, tanques, redes de distribución y tomas domiciliarias.

En estudios ya realizados en campo, se ha obtenido que las pérdidas se determinan a partir de muestreos de inspección y aforo (fugas domiciliarias); así como las mediciones en sectores controlados, llamados distritos hidrométricos, que son (las fugas en tuberías principales y secundarias, y perdidas en tomas

clandestinas); y de verificación de un grupo de medidores domiciliarios (perdidas por mala medición).

De acuerdo con la CNA (2007), el volumen diario de pérdidas físicas, V_p , que se considera para el cálculo de las demandas y dotaciones, se obtendrá con la siguiente ecuación 1.

$$V_p = V_{fr} + V_{ft} \quad (1)$$

Donde:

V_p = Volumen de pérdidas, en m³.

V_{fr} = Volumen de fugas en red, en m³.

V_{ft} = Volumen de fugas en tomas domiciliarias, en m³.

En pérdidas de agua intervienen varios factores, como lo son: la presión de trabajo en tubería, la calidad de la tubería y los accesorios, el proceso constructivo de la obra, el tipo de material, la antigüedad de los elementos del sistema, y el mantenimiento preventivo y correctivo que se les practique a los elementos del sistema.

“En caso de no disponer de información, se puede considerar un valor comprendido entre el 40% y el 60% del volumen suministrado, que es el resultado del estudio de campo de 21 ciudades de la República Mexicana.” (CNA; 2007:14)

2.4.3 Predicción de la demanda.

Cuando se diseña un proyecto, se tiene que analizar a futuro, ya que es importante determinar la demanda que se tendrá. Esta demanda se calcula con base en los consumos de las diferentes clases socioeconómicas, la actividad comercial, industrial, la demanda actual, el pronóstico de crecimiento de la población y su actividad económica.

2.5 Dotación.

La dotación es el consumo diario que se le asigna a cada habitante, considerando toda el agua que puede utilizar cada persona, por ejemplo, para servicios de aseo personal y las pérdidas físicas en el sistema, en un día medio anual, las unidades están dadas en l/hab/día.

2.6 Coeficiente de variación.

De acuerdo con la CNA, la demanda varía en forma diaria y horaria, debido a que los requerimientos de agua para un sistema de distribución no son constantes durante el año, ni el día. Es necesario obtener los gastos Máximo Diario y Máximo Horario, los cuales se pueden determinar multiplicando el coeficiente de variación diaria por el gasto medio diario y el coeficiente de variación horaria por el gasto máximo diario respectivamente.

A continuación se presenta una tabla, donde se muestran los gastos utilizados para el diseño de las estructuras en los sistemas de abastecimiento de agua potable.

Gasto de diseño para estructuras de agua potable		
TIPO DE ESTRUCTURA	DISEÑO CON GASTO MÁXIMO DIARIO	DISEÑO CON GASTO MÁXIMO HORARIO
Fuentes de abastecimiento	X	
Obra de captación	X	
Línea de conducción antes del tanque de regularización	X	
Tanque de regularización	X	
Línea de alimentación a la red		X
Red d distribución		X

Tabla 2.2 Gasto de Diseño para Estructuras de Agua Potable (CNA; 2007: 15)

2.7 Gastos de diseño.

Los gastos de diseño son necesario pues con ello se determina la cantidad de agua que se requiere, de acuerdo a las diferentes demandas que se puedan llegar a presentar durante un día normal o en un día crítico.

2.7.1 Gasto medio diario.

“El gasto medio es la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades de un población en un día de consumo promedio”. (CNA; 2007: 16)

En la ecuación 2 se muestra cómo obtener el gasto medio diario:

$$Q_{med} = \frac{DP}{86,400}$$

Donde:

Q_{med} = Gasto medio diario, en l/s.

D = Dotación, en l/hab/día.

P = Número de habitantes.

86,400 = Segundos/día.

2.7.2 Gasto máximos diario y horario.

Son los que satisfacen las necesidades de una población en un día de máximo consumo, y a la hora de máximo consumo en un año tipo. Todos estos estudios se hacen con los máximos gastos para que los resultados del proyecto no queden faltos o escasos del vital líquido.

Existen dos fórmulas (3) y (4) con las cuales son importantes para encontrar los resultados de los gastos y parten del gasto medio:

$$Q_{Nd} = CV_d \times Q_{med} \quad (3)$$

$$Q_{Mh} = CV_h \times Q_{Md} \quad (4)$$

Donde:

Q_{Mh} = Gasto máximo diario, en l/s.

Q_{Md} = Gasto máximo horario, en l/s.

CV_d = Coeficiente de variación diaria.

CV_h = Coeficiente de variación horaria.

Q_{med} = Gasto medio diario, en l/s.

2.8 Velocidades máximas y mínimas.

“Las velocidades permisibles del líquido en un conducto están gobernadas por las características del material del conducto y la magnitud de los fenómenos transitorios. Existen límites tanto inferiores como superiores. La velocidad mínima de escurrimiento se fija, para evitar la precipitación de partículas que arrastre el agua. La velocidad máxima será aquella con la cual no deberá ocasionarse erosión en las paredes de las tuberías. En la siguiente tabla se presentan valores de estas velocidades para diferentes materiales tuberías”. (CNA; 2007: 17)

MATERIAL DE LA TUBERIA	VELOCIDAD (m/s)	
	MÁXIMA	MINIMA
Concreto simple hasta 45 cm de diámetro	3.00	0.30
Concreto reforzado de 60 cm de diámetro o mayores	3.50	0.30
Concreto presforzado	3.50	0.30
Acero con revestimiento	5.00	0.30
Acero sin revestimiento	5.00	0.30
Acero galvanizado	5.00	0.30
Asbesto cemento	5.00	0.30
Fierro fundido	5.00	0.30
Hierro dúctil	5.00	0.30
Polietileno de alta densidad	5.00	0.30
PVC (policloruro de vinilo)	5.00	0.30

Tabla 2.3 Velocidades Máxima y Mínima permisibles en tuberías (CNA; 2007: 17)

Nota: La velocidad máxima es considerando que se han resuelto los problemas asociados a fenómenos transitorios.

2.9 Cálculos de pérdidas de energía.

El cálculo de pérdidas de energía se utiliza para poder determinar las pérdidas que pudieran generar dentro de un conducto, en este caso las tuberías.

2.9.1 Pérdidas de carga por fricción.

Los coeficientes de fricción es la variable del diseño que permite calcular las pérdidas de energía que se tienen en el escurrimiento por un conducto.

Existen un modelo el cual es utilizado para el diseño de conductos a presión de sistemas de agua potable, para obtener las pérdidas de energía se utiliza el modelo de Darcy – Weisbach.

Darcy – Weisbach, su modelo tienen un fundamento teórico, respecto al esfuerzo cortante entre la pared de la tubería y el líquido, así como la viscosidad del líquido.

El modelo considera tres tipos de regímenes de flujo (laminar, transición y turbulento), como se ha podido observar en red de agua potable y líneas de conducción, se han detectado tramos en los que el flujo se comporta, en el rango de transición o turbulento.

2.9.2 Ecuación de Darcy – Weisbach.

“Se usará para el cálculo de pérdidas por fricción en el diseño de conductos a presión para agua potable, la formula (5)”. (CNA; 2007: 18)

$$h_f = f \frac{Lv^2}{D 2g} \quad (5)$$

Donde:

h_f = Pérdida de energía por “fricción”, en m.

f = Coeficiente de “fricción”, adimensional.

L = Longitud de la tubería, en m.

D = Diámetro interno del tubo, en m.

V = Velocidad media, en m/s.

g = Aceleración de la gravedad, en m/s²

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción “f”, se usa la formula (6):

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left[\frac{\frac{\varepsilon}{D}}{3.71} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right]$$

Donde:

f = Coeficiente de “fricción”, adimensional.

ε = Rugosidad, en mm.

Re = Número de Reynolds, (adimensional).

D = Diámetro interior del tubo, en mm.

El número de Reynolds está dado por la expresión que a continuación presenta la siguiente formula (7):

$$Re = \frac{VD}{\nu}$$

Donde:

V = Velocidad media en el conducto, en m/s.

D = Diámetro interno del tubo, en cm.

ν = Viscosidad cinemática del agua en cm²/s.

De acuerdo con CNA (2007), la viscosidad cinemática (ν) tiene variación con la temperatura, por ejemplo para una temperatura de 2°C la viscosidad cinemática del agua es 1 m²/seg.

2.9.3 Variación del coeficiente de fricción con la edad de la tubería.

Con base en lo señalado por la CNA (2007), las tuberías con el paso del tiempo tienen un deterioro o un desgaste con el paso del agua, por lo cual el tiempo no es el único factor que influye en este problema.

En base a estudios que el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua que se realizó en el estado de chihuahua en el año de 1991, con tuberías de asbesto cemento con diferentes edades de operación, se determinaron los coeficientes de fricción para, tuberías de asbesto cemento de diferentes clases, diámetros nominales desde 10" (254 mm) hasta 30" (762 mm) y con edades de operación desde 0.3 hasta 30 años.

A continuación se mostrará una gráfica que representará los resultados, así como la variación de “f”, para otros materiales que se obtuvieron con estudios parecidos en los Estados Unidos de Norteamérica, principalmente para tuberías de hierro dúctil y acero.

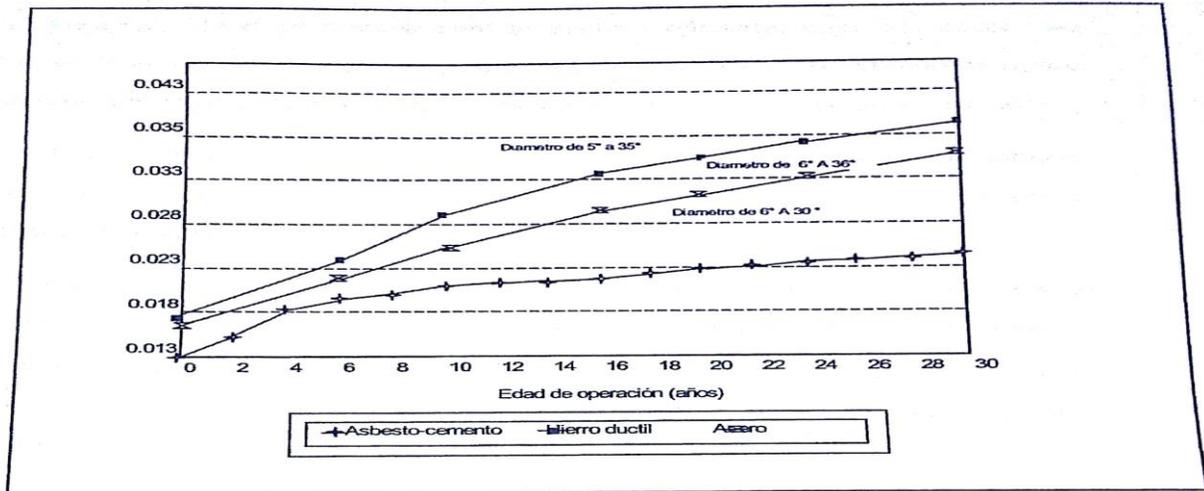


Tabla 2.4 Variación de Coeficiente de Fricción “f” con la Edad de la Tubería para Diferentes Materiales (para la fórmula de Darcy) (CNA; 2007: 24)

2.10 Coeficiente de regularización.

“La regularización tiene por objeto cambiar el régimen de suministro (captación conducción), que normalmente es constante, a un régimen de demandas (de la red de distribución), que siempre es variable”. (CNA; 2007: 24)

Como señala la CNA (2007), la función de un tanque de regularización, es la estructura destinada para cumplir esta función, y debe cumplir un servicio eficiente, bajo distintas normas estrictas de higiene y seguridad, para que el costo de inversión y mantenimiento sea mínimo.

“El coeficiente de regularización, está en función del tiempo (número de horas por día) de alimentación de las fuentes de abastecimiento al tanque requiriéndose almacenar el agua en las horas de baja demanda, para distribuirla en las de alta demanda” (CNA; 2007: 25)

De conformidad con la CNA (2007), se cambia horario de alimentación si la capacidad de regularización varía, aunque el número de horas de alimentación permanezca constante.

Es importante considerar para el cálculo de la capacidad de los tanques, el número de horas, de alimentación, como su horario, el cual estará en función de las políticas de operación y los costos de energía eléctrica.

“La CNA y el JIVITA analizaron demandas para diferentes ciudades del país, asimismo, el Banco Nacional Hipotecario Urbano y de Obras Públicas, S.A., actualmente Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos (BANOBRAS), elaboró un estudio en la ciudad de México. Las variaciones del consumo promedio,

expresado como porcentajes horarios del gasto máximo diario se muestran a continuación". (CNA; 2007: 26)

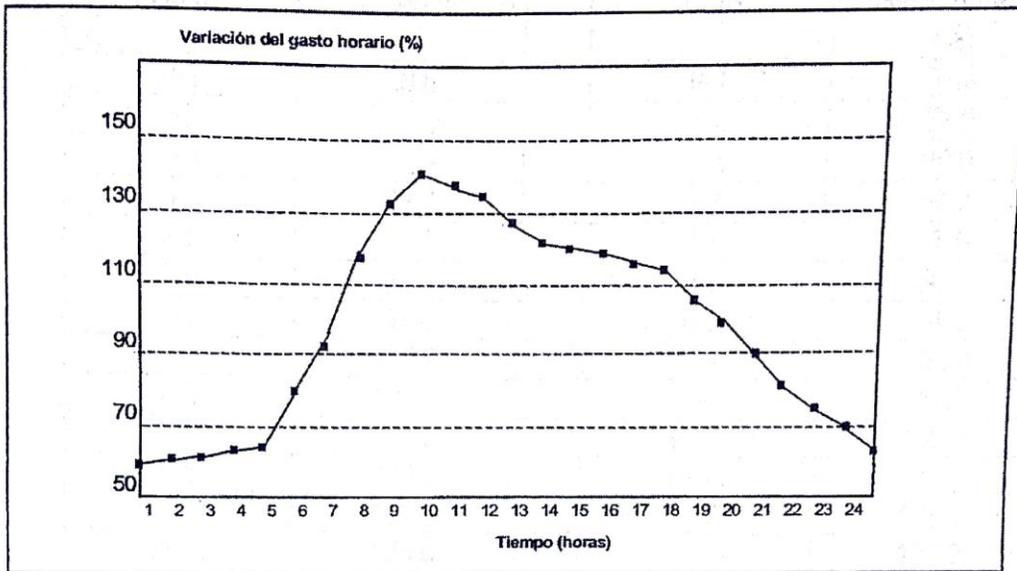


Tabla 2.5 Variación del gasto horario (CNA; 2007: 27)

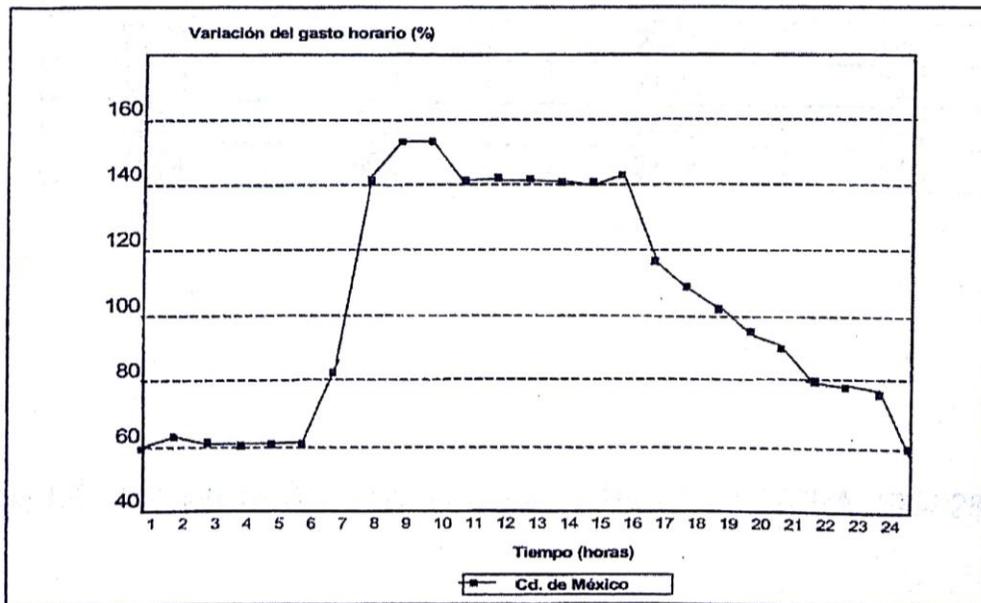


Tabla 2.6 Variación del gasto horario de la ciudad de México (CNA; 2007: 27)

Hora	Variación del gasto horario (%)		Hora	Variación del Gasto horario (%)
0-1	60.6		0-1	61.0
1-2	61.6		1-2	62.0
2-3	63.3		2-3	60.0
3-4	63.7		3-4	57.0
4-5	65.1		4-5	57.0
5-6	62.8		5-6	56.0
6-7	93.8		6-7	78.0
7-8	119.9		7-8	138.0
8-9	130.7		8-9	152.0
9-10	137.2		9-10	152.0
10-11	134.3		10-11	141.0
11-12	132.9		11-12	138.0
12-13	128.6		12-13	138.0
13-14	126.6		13-14	138.0
14-15	121.6		14-15	138.0
15-16	120.1		15-16	141.0
16-17	119.6		16-17	114.0
17-18	115.1		17-18	106.0
18-19	112.1		18-19	102.0
19-20	105.6		19-20	91.0
20-21	90.1		20-21	79.0
21-22	78.4		21-22	73.0
22-23	71.0		22-23	71.0
23-24	65.1		23-24	57.0

Tabla 2.7 Variación del Gasto Horario para Tablas 1.5 y 1.6 (CNA; 2007: 28)

Coeficiente de regularización para suministro de 24 horas/día.				
HORAS	SUMINISTRO (ENTRADAS) O BOMBEO EN %	DEMANDAS (SALIDAS)		
		DEMANDA HORARIA EN %	DIFERENCIAS	DIFERENCIAS ACUMULADAS
0-1	100	60.60	39.40	34.90
1-2	100	61.60	38.40	77.80
2-3	100	63.30	36.70	114.50
3-4	100	63.70	36.30	150.80
4-5	100	65.10	34.90	185.70
5-6	100	82.80	17.20	202.90
6-7	100	93.80	6.20	209.10
7-8	100	119.90	-19.90	189.20
8-9	100	130.70	-30.70	158.50
9-10	100	137.20	-37.20	121.30
10-11	100	134.30	-34.30	87.00
11-12	100	132.90	-32.90	54.10
12-13	100	128.80	-28.80	25.30
13-14	100	126.60	-26.60	-1.30
14-15	100	121.60	-21.60	-22.90
15-16	100	120.10	-20.10	-43.00
16-17	100	119.60	-19.60	-62.60
17-18	100	115.10	-15.10	-77.70
18-19	100	112.10	-12.10	-89.80
19-20	100	105.60	-5.60	-95.40 *
20-21	100	90.10	9.90	-85.50
21-22	100	78.40	21.60	-63.90
22-23	100	71.00	29.00	34.90
23-24	100	65.10	34.90	0
TOTAL	2400	2400		

Tabla 2.8 Coeficiente de Regularización para suministro de 24 horas/día

(CNA; 2007: 29)

Qmd = Gasto máximo diario.

C = Capacidad de regularización.

R = Coeficiente de regularización.

$$Ct = 209.1 + 95.4 = 304.50$$

$$R = (304.50/100) (3600/100) = 10.96, \text{ se aproximará a } 11.0.$$

$$C = 11.00 \text{ Qmd}$$

Si se llega a cambiar el horario de bombeo en un tiempo que sea menor de 24 h/día, se deberá cambiar el gasto de diseño del medio de abastecimiento y conducción, incrementándolo proporcionalmente a la reducción del tiempo de bombeo; para poder obtener el gasto de diseño se usara la siguiente fórmula (8) :

$$Q_d = \frac{24Q_{Md}}{t_b}$$

Donde:

Q_d = Gasto de diseño en l/s.

Q_{md} = Gasto máximo diario en l/s.

T_b = Tiempo de bombeo en horas/día.

En caso de que se quiera cambiar la reducción del tiempo del bombeo, se debe considerar que se tendrá un incremento en el costo de la infraestructura de la conducción y de la fuente de abastecimiento, por lo tanto la fuente de abastecimiento deberá satisfacer el incremento en el caudal.

En las siguientes tablas se muestra como ejemplo, algunos coeficientes de regularización. Estos valores se utilizan cuando no se conoce la demanda de una localidad en particular.

Coeficiente de regularización	
TIEMPO DE SUMINISTRO AL TANQUE (hr)	COEFICIENTE DE REGULARIZACIÓN (R)
24	11.0
20 (De las 4 a las 24 hrs.)	9.0
16 (De las 5 a las 21 hrs.)	19.0

Tabla 2.9 Coeficiente de Regularización (CNA; 2007: 31)

De igual manera en la siguiente tabla se muestran los valores de coeficientes de regularización para la ciudad de México, para diferentes tiempos de bombeo.

Coeficientes de regularización para la ciudad de México	
TIEMPO DE SUMINISTRO AL TANQUE (hr)	COEFICIENTE DE REGULARIZACIÓN (R)
24	14.3
20 (De las 4 a las 24 hrs.)	9.6
16 (De las 6 a las 22 hrs.)	17.3

Tabla 2.1.1 Coeficientes de Regularización para la Cd. de México (CNA; 2007: 31)

Como asegura la CNA (2007), para poder determinar la capacidad del tanque de regularización se determina con la ecuación (9) que se expone a continuación, más el volumen considerado para situaciones de emergencia.

$$C = RQ_{Md} \text{ (9)}$$

Donde:

C = Capacidad del tanque, en m^3

R = Coeficiente de regularización.

Q_{Md} = Gasto máximo diario, en l/s.

2.10.1 Zanjas para instalación de tubería.

Las tuberías se deben de instalar sobre la superficie o enterradas, tomando en cuenta la topografía, clase de tubería y el tipo de terreno.

Es recomendable que las tuberías se instalen en zanjas, esto le ayudará a tener una máxima protección. Además de que esto ayuda a la protección contra el rodamiento que se tiene por los vehículos, además de estas consideraciones se debe tomar en cuenta el deterioro o maltrato de animales, la exposición a los rayos del sol, las variaciones de temperatura, entre otras.

2.10.2 Ancho y profundidad de la zanja.

De acuerdo con la CNA (2007), para determinar el ancho de la zanja para colocar las tuberías, se podrá realizar con cualquiera de los siguientes criterios:

- a) Para las tuberías con diámetro exterior menor a 50 cm, el ancho de la zanja será el diámetro exterior más de 50 cm.
- b) Para las tuberías con un diámetro exterior mayor o igual a 50 cm, el ancho de la zanja deberá de ser el diámetro exterior más 60 cm.

En el caso de los resultados en los cálculos del ancho de la zanja, deberán de ser redondeados a múltiplos de cinco.

“La profundidad mínima será de 70 cm, en tuberías de hasta 51 mm de diámetro y en adelante será igual al diámetro exterior del tubo, más 5 cm, más el colchón que se indicara en las siguiente tabla”. (CNA; 2007: 21)

Dimensiones de zanjas y plantillas para tubería de agua potable y alcantarillado					
DIÁMETRO NOMINAL		ANCHO Bd (cm)	PROFUNDIDAD H (cm)	ESPESOR DE LA PLANTILLA (cm)	VOLUMEN DE EXCAVACIÓN (m³/m)
(cm)	(pulgadas)				
2.5	1	50	70	5	0.35
3.8	1½	55	70	5	0.39
5.1	2	55	70	5	0.39
6.3	2½	60	100	7	0.60
7.5	3	60	100	7	0.60
10.0	4	60	105	10	0.63
15.0	6	70	110	10	0.77
20.0	8	75	115	10	0.86
25.0	10	80	120	10	0.96
30.0	12	85	125	10	1.06
35.0	14	90	130	10	1.17
40.0	16	95	140	10	1.33
45.0	18	110	145	10	1.60
50.0	20	115	155	11	1.78
61.0	24	130	165	13	2.15
76.0	30	150	185	14	2.77
91.0	36	170	210	15	3.57
107.0	42	190	230	17	4.37
122.0	48	210	245	20	5.14
162.0	60	250	300	23	7.50
183.0	72	280	340	27	9.52
213.0	84	320	380	30	12.16
244.0	98	350	415	34	14.53

Tabla 2.1.2 Dimensiones de Zanjas y Plantillas para tubería de Agua Potable y Alcantarillado (CNA; 2007: 33)

Para el caso de materiales en tuberías como el asbesto – cemento y PVC, se deberá tomar en cuenta lo siguiente:

- a) En tubería de asbesto – cemento se debe de alojar en zanja para poder llegar a tener una máxima protección y al menos que sea un caso especial se podrá colocar superficialmente, siempre y cuando se garantice una adecuada protección y seguridad.
- b) En el caso de las tuberías de PVC su instalación siempre se hará en zanja.

En otros casos, las tuberías de materiales como el acero, fierro galvanizado (FoGo), concreto y hierro dúctil, podrán instalarse superficialmente siempre y cuando se garantice una adecuada protección y seguridad.

2.10.3 Plantilla o cama.

Para tener un adecuado asentamiento total de la tubería es necesario una cama de material adecuadamente seleccionado, para que este se encuentre libre de piedra, de tal manera que no se le provoquen esfuerzos adicionales a esta y no comprometa su uso.

“La plantilla o cama consiste en un tipo de material fino, colocado sobre el fondo de la zanja, que previamente ha sido arreglado con la concavidad necesaria para ajustarse a la superficie externa inferior de la tubería, en un ancho cuando menos igual al 60% de su diámetro exterior. El resto de la tubería debe ser cubierto hasta una altura de 30 cm. Arriba de su lomo como material granular fino colocado a mano y compactado cuidadosamente con equipo manual y humedad optima, llenando todos los espacios libres abajo y adyacentes a la tubería (acostillado). Este relleno se hace en capas que no excedan a 15 cm. de espesor.

El resto de la zanja podrá ser rellenado a volteo, o compactado según sea el caso: si la tubería se instala en zona urbana con tránsito vehicular intenso todo el relleno será compactado, y se instala con poco tránsito vehicular o rurales será a volteo". (CNA; 2007: 34)

En la siguiente Figura se observa cómo se realiza un adecuado relleno de zanja.

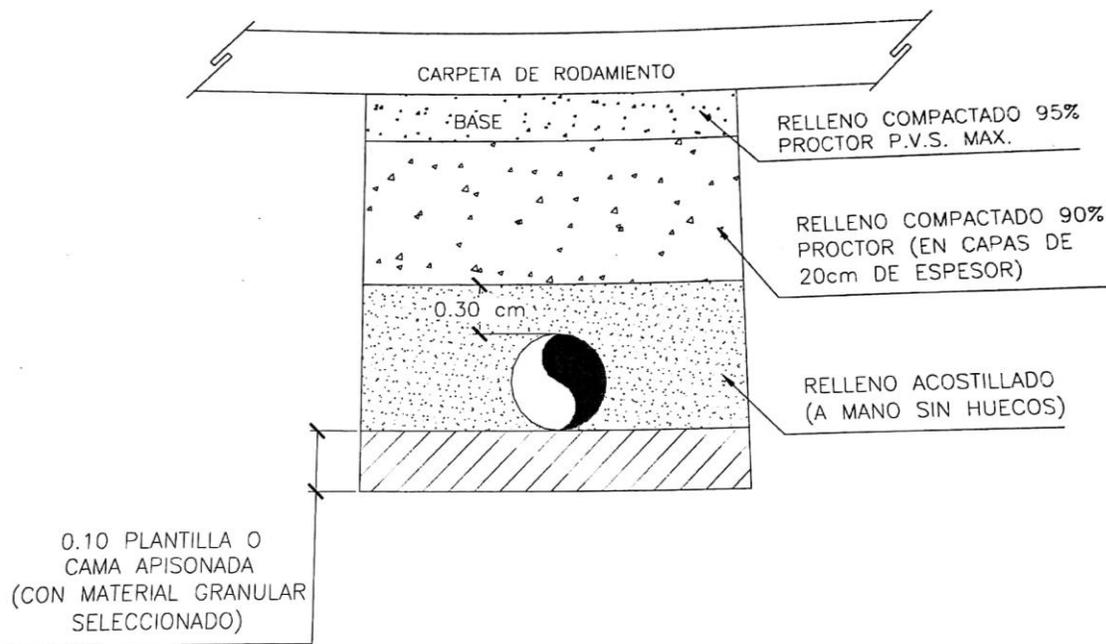


Fig. 2.1.3 Relleno de Zanja (CNA; 2007: 34)

“Se excavará cuidadosamente las cavidades o conchas para alojar la campana o cople de las juntas de los tubos, con el fin de permitir que la tubería se apoye en toda su longitud sobre el fondo de la zanja o de la plantilla apisonada”.
(CNA; 2007: 35)

“Los espesores de la plantilla (h) para tuberías de agua potable, el espesor mínimo sobre el eje vertical de la tubería será de 5 cm. En caso de instalar tubería de acero y si la superficie del fondo de la zanja lo permite, no es necesaria la plantilla. En lugares excavados en roca o tepetate duro, se preparará la plantilla de material suave que pueda dar un apoyo uniforme al tubo, con tierra o arena suelta”.
(CNA; 2007: 35)

CAPÍTULO 3

RESUMEN DE MACRO Y MICROLOCALIZACIÓN.

En el presente capítulo se abordarán las generalidades del proyecto, así como se mostrará la ubicación del lugar donde se encuentra el proyecto a revisar, partiendo de la localidad, su entorno geográfico, mismo en el cual se mostrará su localización geográfica, mencionando las principales características físicas del lugar del proyecto y presentando un reporte fotográfico y descriptivo del lugar, para poder dar una idea más amplia de las condiciones físicas actuales del lugar del proyecto.

3.1 Objetivo.

El principal objetivo del proyecto es el de revisar la red de distribución general de agua potable de la localidad de San Marcos de la ciudad de Uruapan, Michoacán, basándose y respetando las normas que marcan las especificaciones para la construcción de este proyecto.

3.2 Alcance del proyecto.

En este proyecto se presentarán los procedimientos y análisis para una adecuada ejecución de la construcción de la red de distribución de agua potable antes mencionada, y de esta manera poder realizar la comparación con el proyecto ya existente que se presenta. De esta manera se podrá dar una opinión en la cual se especifique si el proyecto que se encuentra en la actualidad, se construyó con la eficiencia requerida, o si las tuberías colocadas fueron las adecuadas, para las

dimensiones que abarca el proyecto, así como también poder llegar a analizar si es que el proyecto está apegado a las normas correspondientes.

3.3 Resumen Ejecutivo.

Para poder lograr este proyecto fue necesaria la información proporcionada por la CAPASU (Comisión de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Uruapan), dentro de la información que se pudo recabar se encuentran, los planos del proyecto (levantamiento topográfico, perfiles y secciones), y algunos de los datos hidrológicos de la zona. Estos datos proporcionados por la CAPASU son muy importantes, porque con esta información se pueden realizar los cálculos necesarios para el proyecto.

Por otra parte, en este proyecto se revisarán los diámetros de las tuberías, los gastos y la demanda que existe en la colonia, para así poder verificar si es adecuado el proyecto que se encuentra en la actualidad, y las tuberías colocadas son las adecuadas. Para poder corroborar estos datos, es necesario realizar revisiones en el sitio y sobre esto se analizarán y comparan las tuberías con las propuestas en este proyecto.

3.4 Entorno geográfico.

En este apartado se analizará la macro y microlocalización de la zona del proyecto y la región del municipio de Uruapan, Michoacán, se estudiarán las principales características con que cuenta el municipio.

3.4.1 Macrolocalización.



Figura 3.1 Ubicación del estado de Michoacán en la República Mexicana.

Fuente: http://www.michoacan.gob.mx/Geog_del_Estado

El estado de Michoacán se localiza en la parte centro occidente de la República Mexicana, sobre la costa meridional del Océano Pacífico, entre los $17^{\circ}54'23''$ y $20^{\circ}54'37''$ de latitud Norte y los $100^{\circ}03'23''$ y $103^{\circ}44'09''$ de longitud Oeste.

El estado de Michoacán cubre una extensión de 5, 986,400 hectáreas (59,864 km²), que representa alrededor del 3% de la superficie total del territorio nacional, con un litoral que se extiende a lo largo de 210.5 km. Sobre el Océano Pacífico.

Su ubicación privilegiada le permite en un radio de tan solo 300 kilómetros tener acceso al 50% del mercado nacional, lo cual le otorga una ventaja competitiva única en el área comercial.

Colinda al Norte con los estados de Guanajuato y Jalisco, al Sur con el estado de Guerrero y el Océano Pacífico, al este con el Estado de México y Guerrero, al Oeste con Colima y Jalisco y al Noroeste con el estado de Querétaro.

En Michoacán se distinguen dos grandes regiones climatológicas: la correspondiente a la Sierra Madre del Sur y la Escarpa Limítrofe del Sur (Eje Neovolcánico), con predominancia de climas cálidos y semicálidos subhúmedos, y la del Eje Neovolcánico, con climas semifríos subhúmedos.

Partiendo de los resultados del Segundo Censo de Población y Vivienda 2005 (referido al 17 de Octubre del 2005), Michoacán contaba con 3,966.073 habitantes, con una tasa de crecimiento del -0.1% anual en el periodo 2000-2005.

3.4.2 Microlocalización.

Uruapan se localiza en la porción oeste del estado de Michoacán, entre los paralelos 19°38'00" de latitud norte y los meridianos 101°56'00" al 102°22'00" de longitud oeste de Greenwich, con una variación de altitud de 900 msnm.

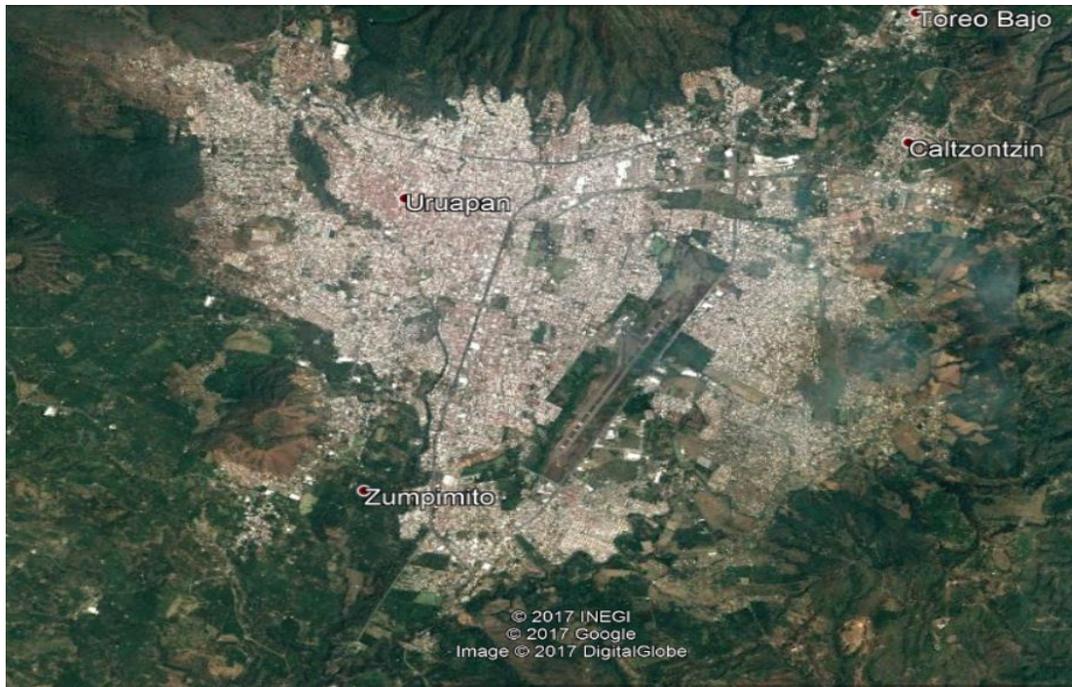


Figura 3.2 Foto satelital de la ciudad de Uruapan, Michoacán.

Fuente: Google earth (2017)

El municipio de Uruapan colinda al Norte con los municipios de Charapan, Paracho y Nahuatzen, al oeste con Ziracuaretiro y Taretan, al sur con Gabriel Zamora; al oeste con los municipios de Tancitaro, San Juan Parangaricutiro, Periban y Los Reyes.

El Municipio de Uruapan cuenta con una extensión territorial de 761 km². El cual representa el 1.46% del total de la superficie del estado.

El clima de Uruapan se mantiene en el transcurso del año con temperaturas promedio diferentes, es decir que no cuenta con un clima extremo y está catalogado entre los mejores climas del mundo, dicho climas son: cálido, subhúmedo con lluvias en verano con una temperatura promedio de 23.4 grados y una precipitación pluvial promedio anual de 1127.4 ml.

El Municipio cuenta con 5 ríos entre los más importantes y la superficie que recorre en el mismo son: Río Cupatitzio con una superficie de 58.4%, Río Paracho con 19.6%, Río Parota con una superficie de 15.3%, Río Itzícuaró con 6.0% y Río Bajo Tepalcatepec ocupando una superficie de 0.79%.

3.5 Datos Geográficos.

A continuación se presentarán algunos de los principales datos geográficos más relevantes con los que cuenta el Municipio de Uruapan, Michoacán, mismos que se relacionan con la población de San Marcos, que pertenece al mismo Municipio, en la que se lleva a cabo la revisión de la red general de distribución de agua potable.

Entre los principales datos geográficos con que cuenta el municipio son:

Extensión: El municipio cuenta con una superficie total de 761 km², mismo que representa el 1.46 por ciento de la extensión total del estado de Michoacán.

Orografía: El relieve con que cuenta lo conforman el sistema volcánico transversal, y los cerros Charanda, la Cruz, Jicalán y Magdalena.

Hidrografía: Su hidrografía se constituye por el río Cupatitzio, las presas Caltzontzin, Salto Escondido y Cupatitzio, y la cascada conocida como la Tzaráracua.

Clima: Su clima es templado y tropical con lluvias en verano. Tiene una precipitación pluvial anual de 1, 127.4 milímetros y temperaturas que oscilan entre 8.0 a 37.5 grados centígrados.

Principales ecosistemas: En el Municipio de Uruapan domina el bosque mixto, con pino y encino, y el bosque tropical deciduo, con parota, guaje, cascalote y cirían. Su fauna se conforma principalmente por coyote, zorrillo, venado, zorra, cacomixtle, liebre, tlacuache, conejo, pato, torcaza y chachalaca.

Recursos Naturales: La superficie maderable es ocupada por encino y oyamel, en el caso de la no maderable, es ocupado por matorrales de distintas especies.

Características y uso de suelo: Los suelos del municipio de Uruapan datan de los periodos cenozoico, terciario, cuaternario y oceano, corresponden principalmente al tipo podzólico. Su uso es primordialmente forestal y en menor proporción agrícola y ganadero.

El municipio de Uruapan se localiza al oeste del estado de Michoacán, en las coordenadas 19°24´ de latitud norte y 102° 03´ de longitud oeste, a una altura de 1,620 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Charapan, Paracho y Nahuatzen, al este con Tingambato, Ziracuaretiro y Taretan, al sur con Gabriel Zamora, y oeste con Parangaricutiro, Peribán y los Reyes. Su distancia con la capital del estado (Morelia), este de 120km.

3.6 Reporte Fotográfico.

En el siguiente apartado se muestran algunas imágenes tomadas dentro de la localidad de San Marcos, Michoacán, de tal manera que sirva para dar una idea más generalizada de las condiciones físicas en las cuales se encuentra la localidad en la actualidad.





CAPÍTULO 4

METODOLOGÍA, CÁLCULO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

Se le conoce a la metodología como el conjunto de métodos de investigación apropiados al que hacer de una ciencia. En la realidad social la metodología busca una explicación real de los hechos sociales utilizando la observación y experimentación común a todas las ciencias, las cuales pueden ser las encuestas o la documentación (trabajo dentro de la biblioteca, u otros centros de documentación).

En el presente capítulo se analiza la metodología que se utilizó, para poder llevar a cabo el desarrollo de esta tesis, comenzando por el método empleado, el enfoque que se le dio a la investigación, el alcance que puede tener, su diseño en la investigación, los instrumentos utilizados para la recopilación de los datos y la descripción en el proceso de la investigación empleada.

4.1 Métodos de investigación empleados.

Para poder llevar a cabo la presente tesis los métodos de investigación que se emplearon fueron:

- 1.- Métodos Matemáticos.
- 2.- Métodos Analíticos.

Esto se debió a que en el proceso constructivo para la red de distribución de agua potable se eligió este método, debido a que en él intervienen cálculos para las diferentes situaciones que se presentaron.

4.1.1 Método matemático.

El método matemático indica el origen del objetivo y en él se trabaja con una serie de cálculos y números que nos sirven para poder llegar a los resultados, así como poder tener una comparación en ramos como el del económico, en su importancia y de su capacidad.

4.1.2 Método Analítico.

El método analítico distingue los elementos de un fenómeno y permite la revisión de cada uno de ellos en forma separada, descomponiéndolo en sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y sus efectos. El análisis se encarga de la observación y el examen de un hecho en particular. Es importante conocer la naturaleza del fenómeno y objetivo que se está estudiando para poder llegar a comprender su esencia. También este método nos permite conocer más del objetivo de estudio, por lo cual se puede explicar, hacer analogías, llegar a comprender de mejor manera su comportamiento y poder llegar a establecer de mejor manera su comportamiento y poder llegar a establecer nuevas teorías.

Analizar significa desintegrar, es decir descomponer un todo en sus partes de manera que se pueda estudiar en forma intensiva cada uno de sus elementos, así como sus relaciones entre el sí y el todo. Se puede decir que la importancia del

análisis está en que para poder comprender la esencia de un todo hay que conocer la naturaleza de sus partes.

4.2 Enfoque de la investigación.

De acuerdo a lo establecido por Hernández y Cols. (2005), el presente tema de investigación está enfocado en una investigación cuantitativa, debido a que esta nos ofrece la posibilidad de generalizar los resultados de una manera amplia, nos ofrece un control en los fenómenos y un punto de vista de conteo y magnitudes de estos. Por otra parte facilita la comparación entre estudios muy similares.

Como características principales la investigación cuantitativa se basa en la inducción probabilística, es objetiva, deductiva, va orientada al resultado y es generalizable. Se puede decir que los métodos cuantitativos han sido los más usados en ciencias como Biología, Química y Física, es por esto que se puede llegar a decir que son más apropiados para las ciencias llamadas exactas.

En el presente trabajo de tesis se lleva a cabo una revisión del diseño de un sistema de red de distribución de agua potable, está partiendo de un proyecto que ya está realizado y se realizara una comparativa de resultados entre el trabajo real ejecutado contra el proyecto original, es por esto que se está resultados y poder llegar a especificar las posibles soluciones adecuadas para los resultados finales.

4.2.1 Investigación descriptiva.

Partiendo de lo dicho por Hernández y Cols. (2005), el presente trabajo de investigación es descriptivo y el planteamiento consiste en describir situaciones,

eventos y hechos. Es decir, cómo es y como se presenta cada fenómeno estudiado. Los estudios describen y especifican propiedades, y características. Las personas, grupos o comunidades recolectan, miden o evalúan los distintos puntos a los que se investigan.

Su meta no se puede limitar a la recolección de los datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables. Los investigadores no se pueden considerar como unos simples tabulaciones, sino que recaban los datos sobre la base de una hipótesis o teoría, por lo cual exponen y resumen la información recabada de una manera cuidadosa y luego analizan minuciosamente los resultados con el fin de poder extraer generalizaciones significativas que contribuyan al conocimiento.

Se busca especificar propiedades, características y rangos importantes de cualquier fenómeno que se analice.

En el caso de esta investigación fue necesario partir de un proyecto ya realizado, para poder cerciorarse si el proyecto se realizó de acuerdo a las normas que se necesitan para poder llevar a cabo su adecuada ejecución. De esta manera se podrán hacer las conclusiones y análisis, y así poder observar donde es que variaron los resultados.

4.3 Diseño de la investigación.

El diseño de la investigación constituye el plan general del investigador para poder llegar obtener las respuestas a sus interrogantes o poder comprobar la hipótesis de investigación, el diseño de la investigación desglosa las estrategias

básicas que el investigador adopta para poder generar información exacta e interpretable. Los diseños son estrategias con las cuales se intenta obtener respuestas a preguntas como, contar, medir, describir, etc.

El diseño de la investigación también debe especificar los pasos que se habrán de tomar para poder controlar las variables extrañas y señala cuando, en relación con otros acontecimientos, se van a llegar a recabar los datos y debe precisar el ambiente en el cual se realizará el estudio.

Por lo anterior se puede decir que el investigador deberá de decir en donde habrán de llevarse a cabo las intervenciones y recolección de los datos, esta puede llegar a ser un ambiente natural.

De acuerdo a lo establecido por Hernández (2005), en el caso de esta investigación se trata de una investigación no experimental, por lo cual se clasifica de acuerdo a su dimensión temporal, su número de momentos o puntos en el tiempo, en el cual se llegaran a recopilar datos importantes para poder llevar a cabo la investigación. Estos diseños se pueden clasificar en transeccionales y longitudinales; en este caso investigación será de carácter transeccional.

4.4 Instrumentos de recopilación de datos.

Hay una gran cantidad de métodos que sirven para poder llevar a cabo la recopilación de datos. En el caso de los estudios de una investigación cuantitativa es común que se incluyan varios tipos de cuestionarios a la par de pruebas estandarizadas y recopilación de contenidos para análisis estadístico.

Es por esto que para poder llegar a recopilar los datos, es necesario tomar en cuenta los siguientes puntos:

Se debe seleccionar uno o varios métodos o instrumentos disponibles o en su caso desarrollarlos, tanto cuantitativos como cualitativos, ya que va a depender del enfoque que tenga el estudio, del planteamiento del problema y de los alcances de la misma investigación.

Aplicar todos los instrumentos necesarios.

Preparar todas las mediciones que se hayan obtenido del levantamiento topográfico, o los datos levantados para poder analizarlos correctamente.

Otros de los puntos importantes que se deben tomar en cuenta son los siguientes:

El enfoque cuantitativo se va a encargar de recolectar los datos, lo cual para este caso es lo equivalente a medir. En el caso de hablar de mediciones se está hablando de vincular conceptos abstractos con indicadores empíricos, mediante clasificación o cuantificación, en una investigación cuantitativa se miden las variables contenidas en las hipótesis.

La confiabilidad y la validez son dos requisitos para la recolección de datos. La confiabilidad se refiere al grado en que la aplicación repetida de un instrumento de medición, al mismo sujeto u objeto, y produce los mismos resultados. Y la validez mide realmente las variables que pretende medir.

Nunca se va a poder hablar de que de ha hecho una medición perfecta, pero sin embargo el error que se tenga en la medición se debe reducir a los límites tolerables.

Para el caso de la confiabilidad cuantitativa se determina calculando un coeficiente de confiabilidad cuantitativa que son la medida de estabilidad, el método de formas alternas, el método de mitades partidas, el coeficiente alfa de Cronbach y el coeficiente KR-20.

Para poder elaborar un instrumento de medición se deben de tomar en cuenta los siguientes pasos genéricos:

1. Listar las variables que se van a medir.
2. Revisar sus definiciones conceptuales y operacionales.
3. Elegir uno ya construido o construir uno propio.
4. Indicar los niveles de medición de las variables (nominal, ordinal, por intervalos y de razón).
5. Indicar como se habrán de codificar los datos.
6. Aplicar prueba piloto.
7. Construir su versión definitiva.

Para poder llevar a cabo la investigación de este proyecto y de acuerdo al tema estudiado, es necesario el uso de distintos programas computacionales, para que de esta manera poder trasladar los datos a la práctica y llegar a tener un correcto funcionamiento en el sistema de agua potable. Para poder llevar a cabo estos proyectos fue necesario el uso de los siguientes programas: Excel, este

programa se utilizó para poder realizar los cálculos de los diámetros en las tuberías del proyecto, y de esta manera poder llegar a elegir tanto las tuberías adecuadas como sus piezas especiales, etc. Por otra parte se utilizó el programa de Autocad, el cual se utilizó para poder llevar a cabo los dibujos trazados en el proyecto estudiado, así como para el apoyo en el estudio de los niveles, de la planta, y secciones, etc.

4.5 Descripción del procedimiento de investigación.

Para poder llevar a cabo el estudio de investigación del presente proyecto fue necesario recurrir a diferentes aspectos que sirvieron como referencia inicial y a partir de ahí poder partir con la metodología.

Se visitó físicamente la zona de estudio, lo cual ayudo a recaudar algunos datos importantes que se documentaron, tales como:

Paso 1.- Se comenzó por ubicar en donde se encontraba la localidad de San Marcos a las afueras de la ciudad de Uruapan, la cual se pretendía estudiar.

Paso 2.- Se documentó toda la información necesaria para el estudio, así como también se tomaron algunas fotos que sirvieran como referencia para darse una idea generalizada de cómo se encuentra la localidad en la actualidad.

Paso 3.- Se realizó una revisión física para generare una idea de las condiciones actuales en las que se encuentra la red de distribución de agua potable.

Se recabaron datos científicos útiles para el desarrollo de la investigación del proyecto tales como:

Paso 1.- Fue necesario apoyarse con la CAPASU, para poder recabar algunos datos ya existentes dentro del proyecto que ayudaran a realizar una adecuada comparación.

Paso 2.- Se continuó con una investigación documental, de tal manera que ayudara a recaudar una adecuada información teórica, que sustentara la revisión en dicho proyecto.

Fue necesario establecer lo que es el cuadro metodológico para definir el alcance de la recopilación en los datos. Una vez recabados los datos fue necesario el apoyo de programas computacionales tales como son Excel y Autocad, los cuales ayudaron al cálculo y trazos del proyecto, de esta manera se pudo contrastar con la teoría recabada, pudiendo así hacer un análisis minucioso del proyecto hasta poder establecer las conclusiones que dieran cumplimiento al objetivo y pregunta de investigación de la presente tesis.

CAPÍTULO 5

CÁLCULO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS.

En el presente capítulo se calculará y diseñará la propuesta para la red de distribución de agua potable para después su revisión. Se iniciará con los datos requeridos para hacer el cálculo y diseño de la red, los cuales son: periodo de diseño o periodo económico; vida útil, población actual o habitantes actuales de la zona en estudio, Después se proseguirá a realizar los cálculos correspondientes para conocer los habitantes de proyecto recaudados de fuentes confiables, los consumos de agua requeridos por cada tipo de uso, la demanda de agua actual, las pérdidas físicas actuales, la demanda futura y las pérdidas físicas futuras. Para después designar la dotación a cada habitante y así poder calcular los gasto de diseño. Además, se presenta el plano y el proyecto ya prediseñado del cual se obtiene datos de campo del lugar de estudio para complementarlos en el cálculo y diseño de la red de distribución.

5.1 Periodo de diseño o periodo económico.

“Se entiende por período de diseño, el intervalo de tiempo durante el cual la obra llega a su nivel de saturación, este período debe ser menor que la vida útil.”

(CNA (b); 2007:3)

El periodo de diseño o periodo económico del presente proyecto será de 18 años para la red de distribución primaria y hasta su saturación la red de distribución secundaria, de acuerdo con la (Tabla 5.1 Periodo de Diseño), emitida por la

Comisión Nacional del Agua en el apartado de Alineamientos Técnicos para la Elaboración de Estudios y Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario.

$$P_{i+n} = P_i(1+Tc)^n \quad (1.1)$$

Donde:

P_i = Población conocida al inicio del periodo (año i) (hab)
 P_{i+n} = Población n años después (hab)
 Tc = Tasa de crecimiento (adimensional)

Tabla 5.1 Periodo de Diseño

5.2 Vida Útil.

“La vida útil es el tiempo que se espera que la obra sirva a los propósitos de diseño, sin tener gastos de operación y mantenimiento elevados que hagan antieconómico su uso o que requiera ser eliminada por insuficiente.” (CNA (b); 2007:4)

La vida útil del presente proyecto será de 18 años para la red de distribución primaria, de acuerdo con la (Tabla 5.2 Tasa de Crecimiento), emitida por Comisión Nacional del Agua en el apartado de Alineamiento Técnicos para la Elaboración de Estudios y Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario.

$$Tc\% = \left[\left(\frac{P_{i+n}}{P_i} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right] 100$$

Tabla 5.2 Tasa del Crecimiento

5.3 Población actual o habitantes actuales.

De acuerdo al censo realizado en las oficinas del agua potable de la localidad de San Marcos, se contaba con toma domiciliaria registradas por lo cual, se tomó el

total de habitantes 401, por lo cual se necesita el agua en toma domiciliada el promedio de las casas habitadas seria de 3 a 4 personas por vivienda.

5.4 Población de proyecto.

De acuerdo con el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en el apartado de Datos Básicos elaborado la Comisión del Agua (2007), establece que para determinar la población que habrá en determinados años (población de proyecto), se calcula por la siguiente expresión:

$$P_{i+n} = P_i(1 + Tc)^n$$

Donde:

P_i : Población conocida al inicio del periodo (año i) (hab).

P_{i+n} : Población n años después (hab).

Tc : Tasa de crecimiento (adimensional).

n : Número de años a futuro (se tomará el periodo de diseño de la red de distribución primaria).

Para este proyecto se tiene los siguientes datos:

$P_i = 401$ habitantes actuales (año 2010)

$Tc = 0.84\%$ (De acuerdo con INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2010. Cuestionario Básico. CONAPO. Proyecciones de la población 2010-2050).

$N = 18$ años.

Sustituyendo:

$P_{i+n} = 401(1+0.084)^{18} = 466$ habitantes

Entonces el número de habitantes o población de proyecto para el año 2028 será de 466 habitantes.

5.5 Consumos de agua por tipo de usos.

El consumo se describe así a la cantidad de agua que es usada en la diferente manera de usos, como pueden ser uso doméstico, comercial, industrial y de espacios públicos.

5.5.1 Consumo por uso doméstico.

El uso doméstico es la cantidad de agua usada en las viviendas y depende especialmente del clima y la clase socioeconómica en la que se encuentren los usuarios, por lo que se calcula de la multiplicación de la población de proyecto por el consumo doméstico per cápita.

La temperatura media anual de San Marcos es de 26.0 °C de acuerdo con la página electrónica www.meteored.mx.

Por lo que tipo de clima correspondiente a esta localidad es, **SEMICALIDO**, de acuerdo con la (Tabla 5.3. Clasificación de climas por su temperatura), emitida por la (CNA (b); 2007:10).

TEMPERATURA MEDIA ANUAL: (°C)	TIPO DE CLIMA
Mayor que 22	CALIDO
De 18 a 22	SEMICALIDO
De 12 a 17.9	TEMPLADO
De 5 a 11.9	SEMIFRIO
Menor que 5	FRIO

Tabla 5.3. Clasificación de climas por su temperatura

La clase socioeconómico de la zona de estudio predomina es MEDIA, de acuerdo con la (Tabla 5.4 Población por clase socioeconómica), emitida por la (CNA (c); 2007:10).

Clase socioeconómica	Porcentaje	Población por clase socioeconómica	
		1990	2010
Residencial	2.6	6,811	14,132
Media	23.2	60,773	126,098
Popular	74.2	194,368	403,297

Tabla 5.4 Población por clase socioeconómica.

Y por lo tanto el consumo doméstico per cápita es de 205 l/hab/día, de acuerdo con la (Tabla 5.5 Consumos domésticos per cápita), emitida por la (CNA (b) 2007:9).

CLIMA	CONSUMO POR CLASE SOCIOECONÓMICA (l/hab/día)		
	RESIDENCIAL	MEDIA	POPULAR
CALIDO	400	230	185
SEMICÁLIDO	300	205	130
TEMPLADO	250	195	100

Tabla 5.5. Consumos domésticos per cápita.

Por lo tanto, se tiene:

Población de proyecto.....466 habitantes.

Consumo doméstico per cápita.....200 l/hab/día.

Consumo doméstico=466 hab * 200 l/hab/día = 93200 l/día

Consumo doméstico=93200L/día / 1000 =93.200 m3/día

Entonces el consumo por uso doméstico es de 93.200 m3/día para el año 2028.

5.5.2 Consumo por uso comercial.

El consumo comercial es el que se utiliza en los comercios y servicios por personas que no habitan en ellas. Según el tipo de actividad comercial del consumidor, se ha encontrado que los consumos varían en los rangos señalados en la (Tabla 5.6 Consumo mínimo en comercios) emitida por la (CNA (c); 2007:51)

TIPO DE INSTALACIÓN	CONSUMO DE AGUA
Oficinas (cualquier tipo)	20 l/m ² /día (a)
Locales comerciales	6 l/m ² /día (a)
Mercados	100 l/local/día
Baños públicos	300 l/bañista/regadera/día (b)
Lavanderías de autoservicio	40 l/kilo de ropa seca
Clubes deportivos y servicios privados	150 l/asistente/día (a, b)
Cines y teatros	6 l/asistente/día (b)

Tabla 5.6 Consumo mínimo en comercios

De acuerdo a la inspección física visual ocular que se realizó en el sitio de estudio se encontró que cuenta con 15 locales comerciales, los cuales se conforman de tiendas de abarrotes, papelerías, ferreterías, entre otros y los que se están construyendo.

Los locales comerciales tienen un promedio 4 x 4 m, por lo que su superficie es de 16 m², por lo tanto, tienen una superficie total de 400 m².

El consumo doméstico para locales comerciales es de 6 l/m²/día de acuerdo con la (Tabla 5.6. Consumo mínimo en comercios) emitida por la (CNA (c); 2007: 51).

Se estima que para el año 2028 el comercio se incremente en un 40% más. Esto de acuerdo con el crecimiento de la población, por lo que ya se tendrían 21

locales comerciales de 4 x 4 m en promedio, con una superficie de 16 m², por lo tanto, tienen una superficie total de 560m², para uso comercial para el año 2028.

Por lo tanto, se tiene:

Locales comerciales.....21 locales.

Superficie total comercial.....560 m².

Consumo comercial por m².....6 l/m²/día.

Consumo comercial =560 m² * 6 l/m²/día= 3,360 l/día.

Consumo comercial =3,360 l/día / 1000 = 3.36 m ³ /día.

Entonces el consumo por uso comercial es de 3.36 m³/día para el año 2028.

5.5.3 Consumo por uso industrial.

“Este consumo lo constituye el agua de uso para empresas, fábricas y hoteles: se determina en función del tipo de industria. Considerando el tipo de actividad industrial, el consumo se divide en dos tipos: A) Industrial de servicios y, B) Industrial de producción” (CNA (c); 2007:9).

De acuerdo a la inspección física ocular que se realizó en la población de San Marcos, se encontró que no existe el uso industrial.

5.5.4 Consumo por usos públicos.

Este consumo se utiliza en instalaciones como las de salud, educación, recreación, seguridad, riego de parques y jardines, combate de incendios, etc. Para las localidades pequeñas, salvo casos especiales, se considera innecesario proyectar sistemas de abastecimiento de agua potable que incluyan protección contra incendios como es el caso del presente proyecto, por ser pequeña área de estudio no se verificara contra incendio, según la CNA (c) (2007).

TIPO DE INSTALACION	CONSUMO DE AGUA
SALUD: Hospitales, Clínicas y Centros de salud. Orfanatorios y asilos	800 l/cama/día (a, b) 300 l/huésped/día (a)
EDUCACION Y CULTURA: Educación elemental Educación media y superior	20 l/alumno/turno (a, b) 25 l/alumno/turno (a, b)
RECREACION: Alimentos y bebidas Entretención (teatros públicos) Recreación social (deportivos municipales) Deportes al aire libre, con baño y vestidores. Estadios	12 l/comida (a, b) 6 l/asiento/día (a, b) 25 l/asistente/día (a) 150 l/asistente/día (a) 10 l/asiento/día (a)
SEGURIDAD: Cuarteles Reclusorios	150 l/persona/día (a) 150 l/interno/día (a)
COMUNICACIONES Y TRANSPORTE: Estaciones de transporte Estacionamientos	10 l/pasajero/día 2 l/m ² /día
ESPACIOS ABIERTOS: Jardines y parques	5 l/m ² /día

Tabla 5.7. Consumo para usos públicos

Los consumos de agua para usos públicos se tomaron de acuerdo a la (Tabla 5.7.

Consumo para usos públicos) emitida por la (CNA (c); 2007: 52)

, por lo que el área de estudio cuenta con los siguientes consumos para usos públicos:

- En educación: Cuenta con una institución educativa.

INSTITUCION	ALUMNOS	CONSUMO POR ALUMNO (I/ALUMNO/TURNO)	TOTAL CONSUMO ALUMNOS (I/TURNO) O (I/DIA)
ESCUELA PRIMARIA LAZARO CARDENAS	137	20	2740
TOTAL=	137	20	2740

Tabla 5.8. Consumos de agua en educación por alumnos.

Fuente: Propia.

INSTITUCION	TRABAJADORES	CONSUMO POR TRABAJADORES (I/TRABAJADOR/DIA)	TOTAL CONSUMO TRABAJADORES (I/DIA)
ESCUELA PRIMARIA LAZARO CARDENAS	12	100	1200
TOTAL=	12	100	1200

Tabla 5.9. Consumos de agua en educación por trabajadores.

Fuente: Propia.

$$\text{CONSUMO TOTAL EDUCACION} = 2740 \text{ I/DIA} + 120 \text{ I/DIA}$$

$$\text{CONSUMO TOTAL EDUCACION} = 3940 \text{ I/DIA} / 1000 = 3.94 \text{ M}^3/\text{DIA}$$

5.6 Demanda.

La demanda se describe así a la cantidad de agua que se necesita para satisfacer los consumos de agua potable, en la demanda se incluye las pérdidas físicas que pueden existir en el sistema.

5.6.1 Demanda actual.

De acuerdo con la CNA (c); 2007: 10, y como se describió en el presente (Capítulo 2., tema 2.6.1.- Demanda actual).La demanda es igual a la suma de los consumos por cada tipo de usuario más las pérdidas físicas de agua del sistema, para efectos de diseño a tiempo presente, se considera que el valor promedio de pérdidas físicas es un 30% del volumen suministrado.

Para calcular la demanda actual se tiene las siguientes ecuaciones emitidas por la (CNA (c); 2007: 67, en el apartado 6.2.):

$$Demanda\ actual = \frac{Consumo\ actual}{\left(1 - \frac{(\%)Pérdidas}{100}\right)}$$

Entonces sustituyendo valores y simplificando tenemos:

$$Demanda\ actual = \frac{Consumo\ actual}{\left(1 - \frac{30\%}{100}\right)} = \frac{Consumo\ actual}{0.70}$$

$$Demanda\ actual = \frac{Consumo\ actual}{0.70}$$

$$Demanda\ actual = \frac{260.3\ m^3/día}{0.70} = 371.86\ m^3/día$$

5.6.2 Pérdidas físicas actuales.

De acuerdo con la CNA (c); 2007: 67, y como se describió en el presente proyecto (Capítulo 2., tema 2.6.2.-Perdidas físicas), para efectos de diseño a tiempo presente, se considera que el valor promedio de pérdidas físicas es un 30% del volumen suministrado, por lo que tenemos:

Pérdidas físicas actuales =30% de la demanda actual

Pérdidas físicas actuales= (371.86 m³/día)*(0.30)= 111.56m³/día

Entonces tenemos que las pérdidas físicas actuales (año 2028) son de 111.56 m³/día.

5.6.3 Predicción de la demanda.

La predicción de la demanda es determinar la demanda futura (a cuantos años se proyectara), por lo que para el presente proyecto se determinará en base al consumo de agua potable futuro que se muestra en la (Anexo 2), que para este caso está proyectado a 11 años y se calculará con la fórmula que se calculó la demanda actual y para efectos de diseño a tiempo futuro del presente proyecto, se considera que el valor promedio de pérdidas físicas es un 15% del volumen suministrado a futuro (para el año 2028):

$$\text{Demanda futura} = \text{Consumo futuro} / 0.85$$

$$\text{Demanda futura} = 368.75 \text{ m}^3/\text{día} / 0.85 = 433.82 \text{ m}^3/\text{día}.$$

Por lo tanto, tenemos que la demanda futura (año 2028) es de 433.82 m³/día.

5.6.4 Pérdidas físicas futuras.

Las pérdidas físicas futuras son las pérdidas que habrá en promedio entre el año 2010 y el año 2028, ya que para que el año 2028 se está proyectando el presente proyecto, estas pérdidas se calculan con la misma fórmula que las actuales, pero considerando la demanda futura:

Pérdidas físicas futuras = 15% de la demanda futura

Pérdidas físicas futuras = $(433.82\text{m}^3/\text{día}) \cdot (0.15) = 65.07 \text{ m}^3/\text{día}$

Y entonces tenemos que las pérdidas físicas futuras (año 2028) son de 65.07 m³/día).

5.7 Dotación.

“La dotación es la cantidad de agua asignada a cada habitante, considerando todos los consumos de los servicios y las pérdidas físicas en el sistema, en un día medio anual; sus unidades están dadas en l/hab/día.”, (CNA (c); 2007:13).

Para efectos de revisión y diseño de la presente red de distribución, la dotación corresponderá al valor obtenido de dividir la suma de todos los consumos de los usos o servicios futuros más las pérdidas futuras (demanda futura), entre el número de habitantes de proyecto (población de proyecto), esto se hace con la intención de que el presente proyecto quede para el año 2028, por lo que entonces tenemos:

Demanda futura.....433.82m³/día.

Población de proyecto.....466 habitantes.

5.8 Gastos de diseño.

Los gastos que son utilizados para el diseño del proyecto de agua potable son: gasto máximo diario y gasto máximo horario, los cuales son producto de

coeficientes de variación y el gasto máximo horario es el necesario para el diseño de la presente red de distribución.

5.8.1 Coeficiente de variación.

Como lo indica la Comisión Nacional del Agua (2007), estos coeficientes se obtienen mediante la fluctuación de la demanda debido a los días laborales y otro tipo de actividades. Los requerimientos de agua en una localidad no son constantes durante el año y durante el día, ya que la demanda varía en forma diaria y horaria. Con esto es necesario obtener los gastos máximos diario y máximo horario por los coeficientes correspondientes que a continuación se presentan:

Coeficiente de variación diario ($C_{V.D}$)=1.40

Coeficiente de variación horaria ($C_{V.H}$)=1.55

Así mismo, la CNA (c) (2007) muestra en la Tabla 5.10 cuales son los gastos utilizados para el diseño de las estructuras en los sistemas de abastecimiento de agua potable.

TIPO DE ESTRUCTURA	DISEÑO CON GASTO MÁXIMO DIARIO	DISEÑO CON GASTO MÁXIMO HORARIO
Fuentes de abastecimiento	X	
Obra de captación	X	
Línea de conducción antes del tanque de regulación	X	
Tanque de regulación	X	
Línea de alimentación a la red		X
Red de distribución		X

Tabla 5.10 Gastos de Diseño Máximo Diario y Horario.

5.8.2 Gasto medio diario.

De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (2007) el gasto medio diario se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Q_{med} = DP/86,400$$

Donde:

Q_{med} : Gasto medio diario, en l/s.

D: Dotación, en l/hab/día = 200

P: Número de habitantes= 466 Habitantes

86,400: segundos/día.

Sustituyendo:

$$Q_{med} = DP/86,400$$

El gasto de diseño medio diario es de 1.07

5.8.3 Gasto máximo diario.

De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (2007), el gasto máximo diario se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Q_{MD} = CV.D * Q_{med}$$

Sustituyendo:

$$QMD = 1.4 * 1.07$$

El gasto de diseño máximo diario es de 1.49

5.8.4 Gasto máximo horario.

De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (2007), el gasto máximo diario

Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$QMH = CVH * Qmed$$

Sustituyendo:

$$QMD = 1.55 * 1.49$$

El gasto de diseño máximo diario es de 2.30

Con el resultado del gasto de diseño máximo diario, es con el que se realiza los cálculos correspondientes para el diseño de la red de distribución.

5.9 Levantamiento topográfico y dibujo en planta.

Uno de los elementos principales para partir es el levantamiento topográfico, por lo que señala e identifica las etapas básicas de un terreno, proporciona

información altimétrica y/o planimetría, para representarles en planos y a una escala adecuada formando poligonales abierta o cerradas, por lo tanto la información requerida depende del tipo de operaciones que se vayan a ejecutar en dicho terreno.

De acuerdo al presente proyecto se cuenta con el levantamiento topográfico con información planimetría y altimétrica, el cual cuenta con la calles, con sus respectivos niveles, distancias horizontales de la calles, manzanas, así como los espacios públicos que son referencias importantes para la ubicación de un espacio o lugar.

5.10 Cálculo y diseño de red de distribución.

Para el diseño de la red de distribución de agua potable es necesario realizar cálculos con los datos de población de proyecto, dotación de agua, gastos de diseño, niveles del terreno natural; así como la longitud de los tramos o calles, lo cuales se obtuvieron anteriormente mediante cálculos previos y el levantamiento topográfico.

Con lo ya mencionado anteriormente, se proseguirá con el cálculo del diámetro efectivo de la tubería, gasto correspondiente a cada tramo, la velocidad de flujo en las tuberías, las pérdidas de carga, a su vez la carga disponible y presión en cada crucero, con lo que determinara las características de la tubería.

Para obtener el diseño óptimo de la red de distribución de agua potable, primero se definió el tipo de esquema de red de distribución en base a la topografía de la zona en estudio, por lo que el tipo de esquema que se adapta a la zona en estudio es un esquema abierto que se forma por líneas abiertas a través de tubería primaria, por lo que todas las tuberías pasa por solo una línea de alimentación que abarcan toda la localidad, definiendo así como va un solo sentido el flujo del agua por las calles. En el Anexo 1 se presenta el plano (Esquema de la red de distribución) en el cual se representa lo mencionado anteriormente.

Una vez definido el tipo de esquema de la red de distribución, la tubería primaria, el sentido del flujo del agua y como se alimentarán los tramos, se continua con el cálculo del diámetro efectivo de la tubería, gasto de cada tramo, la velocidad del fluido en las tuberías, las pérdidas de carga, además de la carga disponible y presión en cada crucero, para poder determinar las características de la tubería. Por lo tanto en el Anexo 2, se presenta la (Cálculo y diseño de redes de distribución de agua potable), en la cual se realizaron los cálculos mencionados anteriormente para el diseño de la red de distribución de agua potable, Utilizando el método de Hardy-Cross/Manning de acuerdo a una distribución de gastos que corresponde a los caudales propios del tramo o tuberías más los acumulados por la alimentación.

CONCLUSION

Luego de realizar la presente investigación con el título “Revisión y diseño de la Red de distribución general de agua potable de la localidad de San Marcos Michoacán”, que tiene como objetivo principal: la Revisión y diseño de red de distribución de agua potable para la localidad de San Marcos, en el Municipio de Uruapan Michoacán, se estableció que si se cumplió con dicho objetivo de acuerdo con los datos de la población con los cuales se realizó el proyecto, condiciones topográficas naturales de la zona en estudio y los cálculos realizados que se presentan en el capítulo 5 de esta investigación.

Además, en dicho capítulo 5, se presenta como resultado final que, si cumple con el objetivo general, por lo que en el anexo 1 se presenta el plano (Proyecto) donde se muestra el Diseño de la Red de Agua Potable en el cual es óptimo para la zona en estudio con los componentes y características correspondientes.

Así mismo, se logró cumplir con los cinco objetivos específicos por lo cual se describirá a continuación cada uno de ellos:

El objetivo específico número 1, diseñar para verificar y/o comparar la red de agua potable ya existente para la población de San Marcos, Michoacán, en el cual se determinó que es adecuado el diseño de la red comparado con el del cálculo realizado ya que cumple la realización de la población futura. El cual se muestra en el Anexo 2 y Anexo 1 puesto que se los datos utilizados son correctos.

El objetivo específico número 2, diseñar para verificar y/o comparar una red de agua potable para solucionar las distintas necesidades que existen en la

población en cuanto al agua, este objetivo se encuentra desarrollado en el capítulo 5, en el cual se menciona las diferentes necesidades de uso del agua en la población mostrando en el cálculo el gasto y uso de tuberías para la optimización adecuada para las actividades de los usuarios.

El objetivo específico número 3, Verificar si el proyecto cumple con las necesidades de la población, se presenta en el capítulo 5, en el apartado de gasto diarios, gastos máximo horario; en donde menciona las necesidades de la población siendo optimo el uso y manejo del agua.

El objetivo específico número 4, Proposición de tuberías que tengan una vida útil a largo plazo, se realiza la propuesta para que el proyecto dure más tiempo ya determinando las generaciones futuras de usuarios y su uso en las diferentes necesidades que pudiesen llegar a hacer.

El objetivo específico número 5, Verificar la economía del proyecto, puesto que es una población con pocos habitantes la economía y gastos dentro del proyecto realizados previamente bajo del estudios anteriores no es de gran impacto el proyectó realizado puesto que a su vez del recurso del gobierno y apoyo de la población el trabajo y ejecuciones serian económicas y fácil de realizar en poco tiempo para beneficiar ya a la población y población futuras.

Ahora bien respondiendo a la pregunta de investigación sobre: ¿Cuál es el diseño adecuado para la red de distribución de agua potable de la localidad de San Marcos, Michoacán?

Se obtuvo como respuesta, que el **REVISION Y DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCION GENERAL DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE SAN MARCOS, MICHOACAN**, será un red de distribución general de agua potable en base a un esquema abierto conformado por un circuito abierto en forma de ramas a través de tuberías primarias y secundarias de material de PVC (Policloruro de Vinilo) con clase de tuberías RD-3 Y RD-2 para que una presión de trabajo de 3 kg/cm², con válvulas de seccionamiento de material de PVC(Policloruro de Vinilo), cruceros y piezas especiales todos en PVC(Policloruro de Vinilo) todos como se especifican en la Anexo 1.

Por lo tanto, el diseño de red de distribución de agua potable propuesto en el presente proyecto es el óptimo para suministrar una cantidad de agua razonable a todos los usuarios de la localidad, cumpliendo con los lineamientos técnicos que marca la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

BIBLIOGRAFÍA

Título: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y RED DE DISTRIBUCION PARA LAS COLONIAS Y FRACCIONAMIENTOS DE SAN RAFAEL EN LA ZONA ORIENTE DE URUAPAN, MICH.

Autor: Felipe Zacarias Gomez.-clasificación: L-ICIV-T 2002 Z32a

Título: Diseño De La Red De Agua Potable De La Población De Acaponeta, Nayarit.

Presenta Joaquín Gerardo Sánchez Osante (1989)

Título: Propuesta De Optimización De La Red De Agua Potable De La Comunidad de "SAN LORENZO"

Autor: Presenta Luis Felipe Flores Gutiérrez y Moisés Alejandro Hernández Reyes (2016)

Título: Proyecto Para La Rehabilitación De La Red De Agua Potable De La Zona Centro De La Localidad De Maravatío De Ocampo, Michoacán.

Autor: Presenta Mariana Paz Meza. (2015)

Título: Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en la Rinconada de Pamplona Alta, aplicando EPANET y algoritmos genéticos para la localización de válvulas reductoras de presión.

Autor: Carhuapoma Mendoza, Jenny Claudia; Chahuayo Durán, Adolfo Rogers

Título: MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE.

D.R. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines No. 4209 Col. Jardines en la Montaña C.P.1420, Tlapan, México, D.F. Comisión Nacional del Agua

MODELACIÓN HIDRÁULICA Y DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA LA AVANZADA, CANTÓN SANTA ROSA, PROVINCIA DE EL ORO.

Autor: Chávez Alarcón, Edinson Hernán

Fecha de publicación: 11-nov-2015

Editorial: Machala

Pág.: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/2959>

ABASTECIMIENTO, DISEÑO Y CONSTRUCCION DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE MODERNIZANDO EL APRENDIZAJE Y ENSEÑANZA EN LA ASIGNATURA DE INGENIERIA SANITARIA I

Autor: Magne Ayllón, Freddy Marlo

Fecha de publicación: dic-2008

INEGI. (2015)

Población total en viviendas particulares habitadas

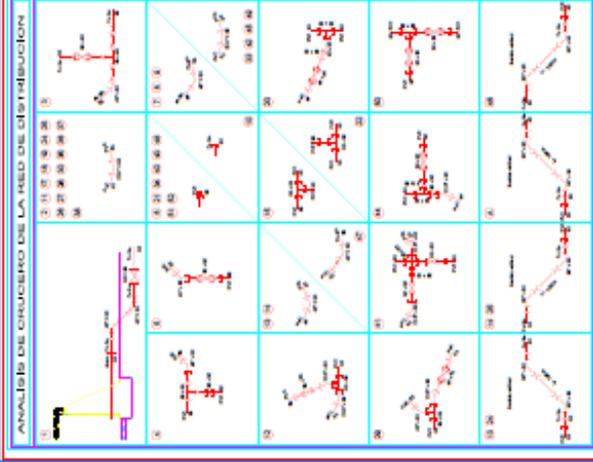
Periodo 2015

<https://www.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/?ll=19.308046025116468,->

[101.97543774549537&z=16&tem=123&ind=6207020632&tm=2&ng=16&mapabas](https://www.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/?ll=19.308046025116468,-101.97543774549537&z=16&tem=123&ind=6207020632&tm=2&ng=16&mapabas)

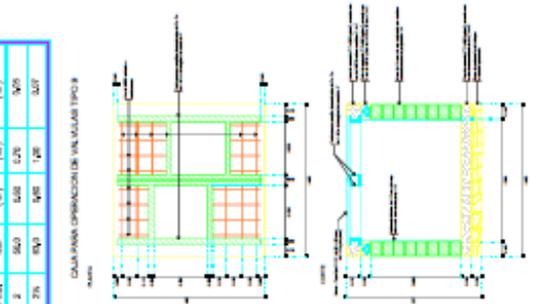
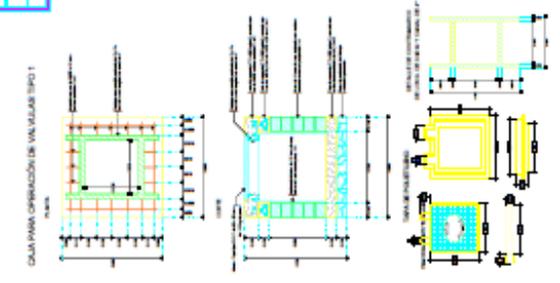
e=INEGI

ANEXO 1



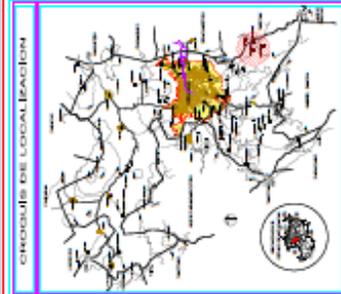
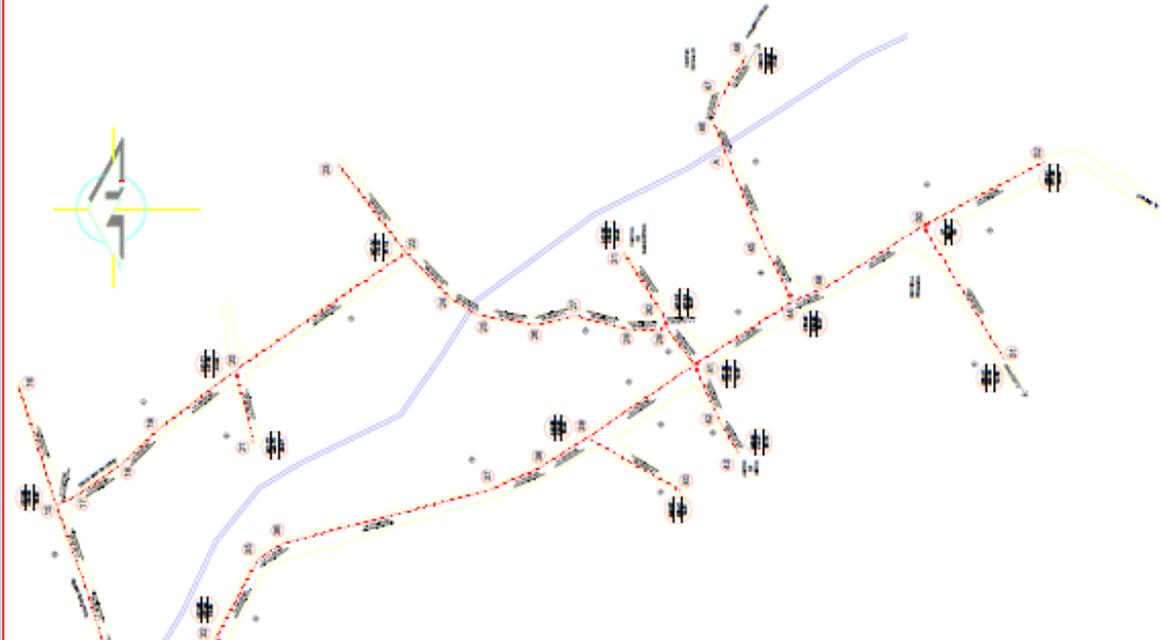
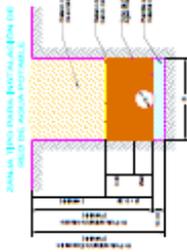
LEYENDA PARA SIMBOLOS EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN

1	RESERVOIR
2	VALVE
3	HYDRANT
4	CONNECTION POINT
5	CONNECTION POINT
6	CONNECTION POINT
7	CONNECTION POINT
8	CONNECTION POINT
9	CONNECTION POINT
10	CONNECTION POINT
11	CONNECTION POINT
12	CONNECTION POINT
13	CONNECTION POINT
14	CONNECTION POINT
15	CONNECTION POINT
16	CONNECTION POINT
17	CONNECTION POINT
18	CONNECTION POINT
19	CONNECTION POINT
20	CONNECTION POINT
21	CONNECTION POINT
22	CONNECTION POINT
23	CONNECTION POINT
24	CONNECTION POINT
25	CONNECTION POINT
26	CONNECTION POINT
27	CONNECTION POINT
28	CONNECTION POINT
29	CONNECTION POINT
30	CONNECTION POINT
31	CONNECTION POINT
32	CONNECTION POINT
33	CONNECTION POINT
34	CONNECTION POINT
35	CONNECTION POINT
36	CONNECTION POINT
37	CONNECTION POINT
38	CONNECTION POINT
39	CONNECTION POINT
40	CONNECTION POINT
41	CONNECTION POINT
42	CONNECTION POINT
43	CONNECTION POINT
44	CONNECTION POINT
45	CONNECTION POINT
46	CONNECTION POINT
47	CONNECTION POINT
48	CONNECTION POINT
49	CONNECTION POINT
50	CONNECTION POINT
51	CONNECTION POINT
52	CONNECTION POINT
53	CONNECTION POINT
54	CONNECTION POINT
55	CONNECTION POINT
56	CONNECTION POINT
57	CONNECTION POINT
58	CONNECTION POINT
59	CONNECTION POINT
60	CONNECTION POINT
61	CONNECTION POINT
62	CONNECTION POINT
63	CONNECTION POINT
64	CONNECTION POINT
65	CONNECTION POINT
66	CONNECTION POINT
67	CONNECTION POINT
68	CONNECTION POINT
69	CONNECTION POINT
70	CONNECTION POINT
71	CONNECTION POINT
72	CONNECTION POINT
73	CONNECTION POINT
74	CONNECTION POINT
75	CONNECTION POINT
76	CONNECTION POINT
77	CONNECTION POINT
78	CONNECTION POINT
79	CONNECTION POINT
80	CONNECTION POINT
81	CONNECTION POINT
82	CONNECTION POINT
83	CONNECTION POINT
84	CONNECTION POINT
85	CONNECTION POINT
86	CONNECTION POINT
87	CONNECTION POINT
88	CONNECTION POINT
89	CONNECTION POINT
90	CONNECTION POINT
91	CONNECTION POINT
92	CONNECTION POINT
93	CONNECTION POINT
94	CONNECTION POINT
95	CONNECTION POINT
96	CONNECTION POINT
97	CONNECTION POINT
98	CONNECTION POINT
99	CONNECTION POINT
100	CONNECTION POINT



DIMENSIONES PARA OPERACION DE VALVULAS TIPO 1

ANCHO DE TUBERIA (mm)	ANCHO (mm)	PROFUNDIDAD (mm)	ESPESOR DE PLACAS (mm)
2	50	50	3
3	50	50	3
4	50	50	3
5	50	50	3



DATOS DE PROYECTO

Nombre del Proyecto: ...

Ubicación: ...

Fecha de Emisión: ...

Autores: ...

CONTENIDOS DE TUBERIA EN LA RED DE DISTRIBUCION

Material	Cantidad
...	...

LEYENDA PARA OPERACION DE VALVULAS

...	...
-----	-----

CAPASU
COMISIÓN DE AGUA POTABLE
REGIÓN DE VALPARAISO
RETO DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE

Carretera Antártica Sur, 10000
Santiago, Chile
Teléfono: +56 2 2000 0000
Correo: capasu@capasu.cl

ANEXO 2

