



UNIVERSIDAD DON VASCO A.C.

Incorporación No. 8727 – 15

a la Universidad Nacional Autónoma de México

Escuela de Ingeniería Civil

PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE AGUA POTABLE DE LA COMUNIDAD DE “SAN LORENZO”.

Tesis

para obtener el título de

Ingeniero Civil

Presentan:

Luis Felipe Flores Gutiérrez

Moisés Alejandro Hernández Reyes

Asesor: I.C. Carlos César Pérez Ángeles

Uruapan, Michoacán, a 25 de Abril del 2016.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

ÍNDICE

Introducción.

Antecedentes	1
Planteamiento del problema	2
Objetivo general	3
Pregunta de investigación	3
Justificación	4
Marco de referencia	5

Capítulo 1.- Sistema de Agua Potable

1.1 Conceptos generales.	7
1.2 Consumo de agua potable.	9
1.3 Demanda.	12
1.3.1 Demanda actual.	13
1.3.2 Coeficientes de variación.	14
1.4 Población.	14
1.4.1 Población actual.	14

1.4.2 Población de proyecto.	15
1.5 Periodo de diseño y vida útil.	17
1.5.1 Periodo de diseño.	17
1.5.2 Vida útil.	18
1.6 Sistemas de abastecimiento.	18
1.6.1 Obras de captación.	19
1.6.1.1 Definiciones.	19
1.6.2 Captación de aguas superficiales .	20
1.6.2.1 Captación directa.	21
1.6.2.2 Tomas directas.	22
1.6.2.3 Torres de toma.	24
1.7 Pérdidas.	28
1.7.1 Pérdidas físicas.	29
1.7.2 Pérdidas primarias.	30
1.7.3 Pérdidas secundarias.	30
1.8 Dotación.	30
1.9 Gastos de diseño.	31

1.9.1 Gasto medio diario.	31
1.9.2 Gastos máximos diario y horario.	32
1.10 Velocidades máximas y mínimas.	33
1.11 Cálculos de pérdidas de energía.	34
1.11.1 Pérdidas de carga por fricción.	34
1.11.2 Ecuación de Darcy – Weisbach.	35

Capítulo 2.- Agua Potable

2.1 Agua Potable.	37
2.2 Red de distribución de agua potable.	38
2.2.1 Componentes de una red de distribución .	39
2.2.1.1 Tuberías.	40
2.2.1.2 Tuberías de plástico.	42
2.2.1.3 Tuberías de fibrocemento.	45
2.2.1.4 Tuberías de hierro fundido.	48
2.2.1.5 Tuberías de concreto.	50
2.2.1.6 Tuberías de acero.	51

2.2.2 Piezas especiales. 54

2.2.3 Válvulas. 59

Capítulo 3.- Resumen de macro localización y micro localización.

3.1 Objetivo. 66

3.2 Alcance del proyecto. 66

3.3 Entorno geográfico. 67

3.3.1 Macro localización. 67

3.3.2 Micro localización. 70

3.4 Datos geográficos. 73

3.5 Reporte fotográfico. 75

3.6 Estado físico actual. 80

3.7 Alternativas de solución. 81

3.8 Planteamiento de solución. 81

Capítulo 4.- Metodología.

4.1 Descripción metodológica. 83

4.2 Enfoque de investigación.	84
4.2.1 Alcance de la investigación.	85
4.2.2 Diseño de la investigación.	86
4.3 Instrumentos de recopilación de información.	88
4.4 Descripción del proceso de investigación.	88

Capítulo 5.- Cálculos, análisis e interpretación de resultados.

5.1 Altimetría y Planimetría.	91
5.2 Periodo económico.	92
5.3 Población actual.	93
5.4 Población futura.	93
5.4.1 Población del proyecto.	94
5.5 Dotación de agua potable.	98
5.6 Gastos de diseño.	101
5.7 Gasto medio diario.	102
5.8 Gastos máximos diario y horario.	103
5.9 Coeficientes de variación.	104

Conclusión	106
Bibliografía	109
Anexos	

INTRODUCCIÓN.

Antecedentes.

Durante siglos los humanos han almacenado y distribuido el agua para satisfacer necesidades básicas; Desde los tiempos de los nómadas estos utilizaban el agua de río para beber y satisfacer sus necesidades.

En Jericó, hace aproximadamente unos 7000 años, se empezaron a desarrollar sistemas de transporte y distribución de agua, primeramente se hacía el transporte del agua por medio de canales sencillos excavados en la arena y rocas, posteriormente se implementaron tubos huecos de diferentes materiales. En Egipto utilizaban arboles huecos de palmeras, mientras que en China y Japón se empleaba el bambú, con el paso del tiempo se implementó los materiales de cerámica, madera y metal.

Fueron los romanos los más grandes arquitectos en construcciones de redes de distribución de agua que han existido a lo largo de la historia, ellos aprovechaban los recursos de agua subterránea, ríos y escorrentía para su aprovisionamiento. (Captación de agua para después suministrarla).

En el siglo XVIII Jonh Gibb construye en Paisley, Escocia, el primer suministro de agua potable para toda la ciudad. El inglés James Simplón en el mismo siglo construyo un filtro de arena para la purificación del agua potable. Hasta la fecha este filtro es considerado el primer sistema efectivo utilizado con fines de salud pública.

Planteamiento del problema.

La comunidad de San Lorenzo presenta un gran problema en la mayoría de su población, que es el correcto abastecimiento de agua potable para todas las casas de la misma comunidad. Este problema se debe principalmente a que no hay un control ni un buen mantenimiento tanto de las tomas de agua potable, como de los horarios y cuidados a los manantiales de los que se extrae el agua para esta comunidad.

El problema radica principalmente en que al no haber un control del uso y las tomas del agua, existen zonas dentro de la comunidad que no cuentan con el servicio por varias horas incluso en algunas ocasiones por días, mientras que en otras zonas de la misma localidad el agua les llega en tan buena cantidad que la desperdician, sin embargo, el servicio se les cobra por igual a todas las comunidades porque es ahí donde se presenta otro problema, ya que muy pocas personas realizan sus pagos en tiempo y forma por argumentar no contar con las mismas condiciones de servicio de agua potable, por lo que es preciso responder ¿Qué método se puede utilizar para hacer más eficiente la red de agua potable de la comunidad de San Lorenzo?. A partir de estudios en manantiales cercanos, levantamientos topográficos, censos de tomas de domiciliarias de agua potable y evaluación socioeconómica de la población creemos ser capaces de proponer una solución al problema y como primer estancia que los habitantes cuenten con agua potable constante y así evitar el gran déficit en gastos de agua que tiene la comunidad año con año.

Objetivos.

Objetivo general.

Desarrollar un método para hacer más eficiente el sistema de agua potable en la comunidad de San Lorenzo.

Objetivo particular.

- 1.- Determinar cuántas tomas domiciliarias de agua existen en la comunidad de San Lorenzo.
- 2.- Calcular el agua necesaria para satisfacer las necesidades de la comunidad de San Lorenzo.
- 3.- Prever la toma necesaria para el crecimiento a futuro de la población.

Pregunta de investigación.

¿Cómo hacer más eficiente la red de agua potable de la comunidad de San Lorenzo?

Preguntas secundarias.

¿De dónde se puede obtener el agua suficiente para abastecer la necesidad de agua de la localidad de San Lorenzo?

¿Es necesario implementar un nuevo sistema para abastecer el agua potable de la comunidad de San Lorenzo?

¿Cuál es la cantidad total de agua que se necesita para abastecer de manera correcta a una comunidad con la cantidad de habitantes de San Lorenzo?

Justificación.

Este proyecto para optimizar la red de distribución de agua potable de la comunidad de San Lorenzo es necesario, en primera instancia por el hecho de que aproximadamente la mitad de la población no cuenta con el servicio de agua constante ya que algunas horas del día no les llega agua e incluso, en ocasiones duran días sin agua.

El lograr optimizar esta red de agua potable garantizaría que toda la comunidad de San Lorenzo contará con agua constante a toda hora para su uso; al lograr esto pasaríamos a solucionar la segunda problemática que se genera en esta comunidad debido a la mala distribución del agua, este problema consiste en los grandes déficits que año con año el gobierno paga a la institución correspondiente, debido a que la gente al no contar con el servicio de una manera constante se niega a realizar sus pagos, son difíciles pues se trata de miles de pesos y se generan cada año; Por lo que este proyecto es no sólo necesario sino que urgente, ya que cada año que se pasa sin solucionar el problema genera pérdidas económicas considerables para las autoridades en turno de la comunidad de san Lorenzo.

La ejecución de este proyecto beneficiaría directamente a todos los habitantes de la comunidad de San Lorenzo en el sentido de que dejarían de sufrir pérdidas de agua y malos funcionamientos de la red, en segundo lugar el beneficio sería para la alcaldía de la comunidad al dejar de pagar ese déficit que año con año se venía generando por la inconformidad de los habitantes.

En tercera estancia beneficiaría a los alumnos del Tele bachillerato ubicado en la zona poniente de la localidad ya que al estar cerca de la nueva obra de captación se le daría prioridad a su servicio garantizándoles siempre contar con el agua necesaria para llevar a cabo sus actividades por lo que esta obra es indispensable en la comunidad de San Lorenzo.

Marco de referencia.

El proyecto a realizar se encontrará ubicado en la localidad de San Lorenzo, a 24km de la ciudad de Uruapan en el estado de Michoacán de Ocampo México el cual se ubica en las coordenadas GPS Longitud (102.110833) y Latitud (19.526389), esta se encuentra a una altura de 2100 metros sobre el nivel del mar.

La orografía de San Lorenzo está conformada por terrenos accidentales ya que está rodeado por los cerros La Mesa, El Aguacate y El Costalito.

El mayor de los tres es El Costalito, sin embargo, el más conocido en la región es La Mesa debido a la forma que recuerda a ese mueble.

La vegetación que rodea a la comunidad de San Lorenzo está compuesta principalmente por un bosque de pinos y encinos.

CAPÍTULO 1

SISTEMAS DE AGUA POTABLE

En este primer capítulo se exponen en forma clara y sencilla los lineamientos para elaborar proyectos hidráulicos basados en los sistemas de abastecimiento de agua potable, estos lineamientos son el resultado de una recopilación de publicaciones técnicas y libros aplicados en el país por las distintas dependencias relacionadas con la normatividad del sector.

1.1.- Conceptos generales.

De acuerdo con la Comisión Nacional Del Agua (1994-1996), el agua potable se define como aquella agua que puede ser consumida por seres humanos y personas sin correr el riesgo de contraer alguna enfermedad a causa de la misma, en pocas palabras el agua potable es aquella que se puede tomar sin riesgo. Esta agua puede obtenerse ya sea de captación, conducción o pozos profundos.

Principalmente en la precipitación la cual es almacenada en depósitos para luego poder ser distribuida y consumida.

Una línea de conducción está constituida básicamente por una serie de conductos unidos por accesorios, los cuales no sólo sirven para su unión sino para su completa elaboración, una línea de conducción permite que el agua previamente almacenada en un contenedor pueda ser aprovechada a través de

una red de distribución, esta acción se puede llevar a cabo ya sea por conducción por bombeo o conducción por gravedad.

El objetivo principal de un sistema de abastecimiento es proveer de agua potable en tiempo y forma ya sea a una comunidad, la cual también puede tener un uso pecuario y agrícola, para elaboración de una obra de captación es necesario realizar previamente tanto estudios topográficos, estudios de geotecnia estudios geo-hidrológicos y de la estructura que se vaya a realizar.

Las fuentes de abastecimiento de agua potable deben proporcionar el gasto máximo requerido para las necesidades futuras de una población o del uso que se le vaya a dar en caso de no poder satisfacerlas deberá al menos poder satisfacer las necesidades actuales mientras se contemple la posibilidad de reforzar a la zona mediante otras fuentes.

Las fuentes de abastecimiento abarcan aguas superficiales y aguas subterráneas, las aguas superficiales son aquellas que se captan de ríos, canales y embalses. Las aguas subterráneas son todas aquellas que se captan de manantiales, pozos y galerías filtrantes.

Las obras de regularización y almacenamiento son estructuras diseñadas para contener cierta cantidad de agua necesaria para dar abasto a una población y así poder garantizar su gasto de manera continua y permanente, para esto es necesario realizar estudios económicos y sociales para que estas obras no sean de gran afectación tanto económica como social para las poblaciones.

Para las obras de captación en corrientes superficiales varía mucho su diseño, ya que puede ser desde simples y pequeños tubos sumergidos hasta grandes torres de toma, aunque principalmente estas obras se basan en el tamaño y tipo de comunidad a la que se vallan a aplicar generalmente los tubos simples y pequeños se usan en comunidades rurales y las grandes torres de toma se usan en ciudades urbanas.

1.2.- Consumo de agua potable.

La CNA (1994) dice que el consumo de agua potable es la parte de suministro de agua que principalmente utilizan los usuarios, pero despreciando perdidas del sistema de suministro. Este se expresa en unidades de m³/día o l/día, o también cuando se trata de consumo per cápita se utiliza l/hab/día.

De acuerdo con el 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 y popular, por otra parte el consumo no doméstico se divide en lo comercial, industrial y servicios públicos, además el servicio industrial se sub divide en industrial de servicio e industrial de producción como lo son las fábricas.

A continuación se presentarán los tipos de consumo:

a) 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 precio del agua.

La Comisión Nacional del Agua (CNA), a través del Instituto Mexicano de la Tecnología del Agua (IMTA), 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 de tal forma que sirva de guía al ingeniero proyectista, en caso de que no cuente con tal información de la localidad de estudio.

b) 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.

c) Consumo comercial.

Este tipo de consumo es el que se utiliza en áreas de comercios y de servicios en los cuales las personas no habitan en ellas.

De acuerdo al tipo de actividad con que cuente el comercio, pueden variar los consumos, en rangos ya establecidos en tablas.

d) Consumo industrial.

En este tipo de consumo lo conforma el agua que se utiliza para empresas, fábricas y hoteles, y se determina de acuerdo al tipo de industria.

Una vez considerada el tipo de actividad industrial, el consumo industrial se divide en dos tipos: a) Industrial de servicios, b) Industrial de producción. En el consumo industrial de servicios se considera tanto 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 cuales 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 destinará, para tal fin, y cuanta será proporcionada por dichas fuentes, para que el gasto de diseño se considere, solo el volumen que abastecerá la red.

e) Usos públicos.

Es el agua que se utiliza en las instalaciones de salud, educación, recreación, seguridad, riego de parques y jardines, combates de incendios, etc. En localidades pequeñas, se considera innecesario proyectar sistemas de abastecimiento de agua potable que incluyan contra incendios (al menos que se trate de casos especiales). Y en las localidades medianas y grandes los proyectos deberán ser estudiados y justificados para cada caso en particular, en coordinación con el H. Cuerpo de Bombero.

Lo anterior en relación a los consumos se encuentra establecido en el Manual de la Comisión Nacional del Agua (CNA).

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

Imagen 1.1.- Tipos de Usuarios Domésticos.

Fuente: Comisión Nacional de Agua (CNA 1994).

1.3.- Demanda.

El consumo de agua potable que se utiliza para el cálculo de la dotación, la cual se define como la cantidad de agua necesaria para cada habitante, tomando en cuenta ya incluidas las pérdidas físicas del sistema así como todos los servicios y sus unidades generalmente son de LTS/HAB/DIA.

Las cantidades son sobre la zona en la cual se vaya a realizar el estudio, para una zona rural el consumo que se toma es de 150 LTS/HAB/DIA y para una zona urbana es de 220 LTS/HAB/DIA.

1.3.1.- Demanda actual.

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

- Consumo doméstico: se multiplica el consumo per cápita de cada sector socioeconómico, por la población correspondiente.
- Consumo comercial: se obtiene el consumo de cada local, por el total de número de locales, de los comercios que existan en el sistema.
- Consumo industrial de servicios: este se obtendrá multiplicando el consumo de cada trabajador por el total del número de trabajadores con que cuenta cada una de las industrias de la localidad.
- Consumo industrial de producción: se obtiene de forma particular de cada industria de acuerdo a sus necesidades, o bien multiplicando el consumo por unidad de producción por su volumen de producción de cada fábrica.
- Consumos públicos: este es el producto del consumo, en hospitales y escuelas de cada paciente o estudiante, por el total de enfermos o estudiantes respectivamente.

- Pérdidas de agua: es el volumen de agua que se pierde en el sistema de distribución.

1.3.2.- Coeficientes de variación.

Los coeficientes de variación se derivan de la fluctuación de la demanda debido a los días laborales y otras actividades. Los requerimientos de agua para un sistema de distribución no son constantes durante el año, ni durante el día, sino que la demanda varía en forma diaria y horaria. Debido a la importancia de estas fluctuaciones para el abastecimiento de agua potable, es necesario obtener los gastos máximo diario y máximo horario, los cuales se determinan multiplicando el coeficiente de variación diario y el coeficiente de variación horaria por el gasto máximo diario respectivamente.

1.4.- Población.

Población es un término latino populativo, en su uso más habitual la palabra hace referencia a un grupo por personas que viven en un determinado lugar.

1.4.1.- Población actual.

Utilizando la información que proporciona el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), relativa a cuando menos los últimos

tres censos disponibles, se realiza la proyección de la población al término del periodo de diseño en que se ejecutan los estudios y proyectos; los resultados obtenidos de la población actual, por clase socioeconómica, se validan con la información que proporcione la Comisión Federal de Electricidad (CFE) referente a número de contratos de servicio doméstico, índice de hacinamiento (número de habitantes / vivienda) y cobertura en el servicio de energía eléctrica.

1.4.2 Población de proyecto.

En base a las características socioeconómicas de la población y tomando en cuenta los planes de desarrollo urbano, se definirán las zonas habitaciones actuales y futuras para cada grupo demográfico. Basándose en el crecimiento histórico, las variaciones observadas en las tasas de crecimiento, su característica migratoria y las perspectivas de desarrollo económico de la localidad, se definirá en caso de ser posible la tasa de crecimiento en cada grupo demográfico para proyectar la población anualmente en un horizonte de 20 años (referencia 1), Esta tasa podrá ser constante o variable, según sea el caso, indicando los periodos para los cuales corresponde cada tasa de crecimiento. Se deben elaborar las gráficas correspondientes a las tasas de crecimiento para cada zona urbana (residencial, media y popular) para un horizonte de 5, 10 y 20 años. Para definir la densidad de población futura y las estrategias planteadas por la rectoría municipal para el crecimiento de la localidad, se puede consultar un plan de desarrollo

urbano de la localidad, de manera que se determine el área urbana a la que se deberán proporcionar los servicios.

En caso de que el plan no especifique los horizontes de crecimiento a 5, 10 y 20 años, estos se establecerán de acuerdo con los lineamientos seguidos en el mismo; si la localidad en estudio no cuenta con plan de desarrollo urbano, se definirán, con ayuda de las autoridades municipales o estatales, las proyecciones de crecimiento de la mancha urbana. Los factores básicos del cambio en la población son: el aumento natural (más nacimientos que muertes) y la migración neta (movimiento de las familias hacia dentro y hacia fuera de un área determinada).

Se establecerá junto con las autoridades correspondientes, la consistencia de los planes de desarrollo urbano y programas anteriormente realizados, comparándolos con el crecimiento observado en la ciudad y las razones por las cuales se presentaron diferencias, si estas resultaran considerables.

Existen varios métodos para predecir la población de proyecto: Método de proyección, Método de población Aritmética, Método de Población Geométrica, Método Gráfico, Método de crecimiento general de población, Método de Incrementos Diferenciales, Método de crecimiento en comparación y el Método de Mínimos Cuadrados estos dos últimos son los más recomendados ya que ofrecen un resultado más aproximado a las características reales de la población.

1.5 Periodo de diseño y vida útil.

1.5.1 Periodo de diseño.

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

Los periodos de diseño están vinculados con los aspectos económicos, los cuales están en función del costo del dinero, esto es, a mayores tasas de intereses menor periodo de diseño; sin embargo no se pueden desatender los aspectos financieros, por lo que en la selección del periodo de diseño se deben considerar ambos aspectos; considerando lo anterior, el dimensionamiento de las obras se realizara a periodos de corto plazo, definiendo siempre aquellas que, por sus condiciones específicas pudieran requerir un periodo de diseño mayor por economía de escala.

Siempre que sea factible se deberán concebir proyectos modulares, que permitan diferir las inversiones el mayor tiempo posible. Se buscara el máximo rendimiento de la inversión, al disponer de infraestructura con bajos niveles de capacidad ociosa en el corto plazo. De acuerdo con los criterios anteriores, las componentes de los sistemas deberán diseñarse para periodos de cinco años o más.

1.5.2 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 mantenimientos elevados que hagan antieconómico su uso o que requiera ser eliminada por insuficiente. Se deben tomar en cuenta todos los factores, características y posibles riesgos de cada proyecto en particular, para establecer adecuadamente el periodo de vida útil de cada una de las partes del sistema.

1.6 Sistemas de abastecimiento.

El objetivo de un sistema de abastecimiento es proporcionar un servicio eficiente, Considerando calidad, cantidad y continuidad, en la elaboración de un proyecto se deben plantear varias alternativas, definiendo para cada una de ellas las obras que lo integran, realizando un análisis y selección de la más conveniente, en función de los aspectos de eficiencia, constructivos y económicos, el diseño hidráulico de un sistema debe realizarse para la condición de proyecto, tomando en cuenta su período de diseño.

En el dimensionamiento se debe analizar la conveniencia de programar las obras por etapas existiendo congruencia entre sus diferentes elementos en una planta potabilizadora y en una de bombeo (cuando se requieran), los equipos deben obedecer a un diseño modular, que permita su construcción por etapas y puedan operar en las mejores condiciones de flexibilidad, de acuerdo con los gastos determinados a través del período de diseño establecido para el proyecto,

en el diseño de un sistema de agua potable se debe conocer la infraestructura existente en la localidad y asegurar que en los cruces con la red de alcantarillado sanitario, la tubería de agua potable siempre se localice por arriba.

1.6.1 Obras de captación.

La fuente de abastecimiento debe de proporcionar el gasto máximo diario requerido para las necesidades futuras, tomando en cuenta los períodos de diseño indicados, o en su defecto debe de satisfacer las necesidades actuales, mientras se contempla la posibilidad de reforzar a la zona mediante otras fuentes.

Las fuentes de abastecimiento comprenden aguas superficiales y subterráneas, siendo necesario para ambos casos, la elaboración de un diagnóstico de la calidad del agua a utilizarse. Dichas aguas deben satisfacer las normas de calidad vigentes; Para diseñar un buen sistema de abastecimiento de agua se deben establecer las necesidades inmediatas y futuras de la localidad, siendo necesario prever que la fuente de abastecimiento proporcione el gasto máximo diario para cada etapa, sin que haya peligro de reducción por sequía o alguna otra causa.

1.6.1.1 Definiciones.

De acuerdo a la Comisión Nacional del Agua (CNA) se mencionan las siguientes definiciones:

Captaciones. Son las obras civiles y electromecánicas que permiten disponer del agua superficial o subterránea de la fuente de abastecimiento.

Aguas superficiales. Se consideran aguas superficiales aquellas que se captan de canales, ríos y embalses.

Aguas subterráneas. Se consideran aguas subterráneas aquellas que se captan de pozos, manantiales y galerías filtrantes.

1.6.2 Captación de aguas superficiales.

En el proyecto y construcción como menciona la Comisión Nacional del Agua (CNA) las obras de captación en corrientes superficiales es indispensable utilizar materiales resistentes al intemperismo y principalmente a la acción del agua. La corriente debe ser de escurrimiento perenne para justificar la utilización de las obras de captación que se indiquen en esta unidad, como son la toma directa y las torres de tomas.

Los elementos principales que deben integrar una obra de captación de tipo indicado, son los siguientes:

- Dispositivos de toma (orificios, tubos)
- Dispositivos de control de excedencias (vertedores)
- Dispositivos de limpia (rejillas, cámaras de decantación)
- Dispositivos de control (compuertas, válvulas de seccionamiento)
- Dispositivos de aforo (tubo pitot, diferencia de presión con transmisión, parshall, vertedores).

1.6.2.1 Captación directa.

La obra de captación en corrientes superficiales varía en su diseño de simples tubos sumergidos para pequeños abastecimientos correspondientes a las comunidades rurales, a grandes torres de toma usadas para localidades urbanas medianas y grandes. Respecto a su localización, se deberán tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Es conveniente que la obra de toma quede situada aguas arriba de la localidad por abastecer, con el objeto de protegerla lo mejor posible de las fuentes de contaminación.
- La obra de captación debe quedar situada en un tramo recto de la corriente y la entrada de la toma se coloca a un nivel inferior al de aguas mínimas de la corriente.
- En caso de corrientes afectadas por mareas, el agua salada puede llegar a grandes distancias aguas arriba del río, por lo que, antes de decidir respecto a la localización de la toma, se debe realizar un cuidadoso estudio de este problema, haciendo análisis de la calidad del agua en las diferentes estaciones del año.
- Se tomarán en cuenta las características litológicas del cauce en el tramo seleccionado y la velocidad de la corriente en estiaje y lluvias, investigando lo relativo a la socavación de la corriente en época de avenidas. El fondo del cauce debe ser suficientemente estable.

- No es conveniente que la entrada de la tubería de toma quede situada contra la dirección del escurrimiento, debido a que se obtura con mayor facilidad.

1.6.2.2 Tomas directas.

Este tipo de obra de captación es recomendable, de preferencia, en localidades que requieran menos de 10 l/s, con objeto de aprovechar el agua de arroyos y ríos con escurrimiento permanente. A manera de ejemplo de este tipo de captaciones, se tienen los dos casos mostrados en la imagen 1.2.

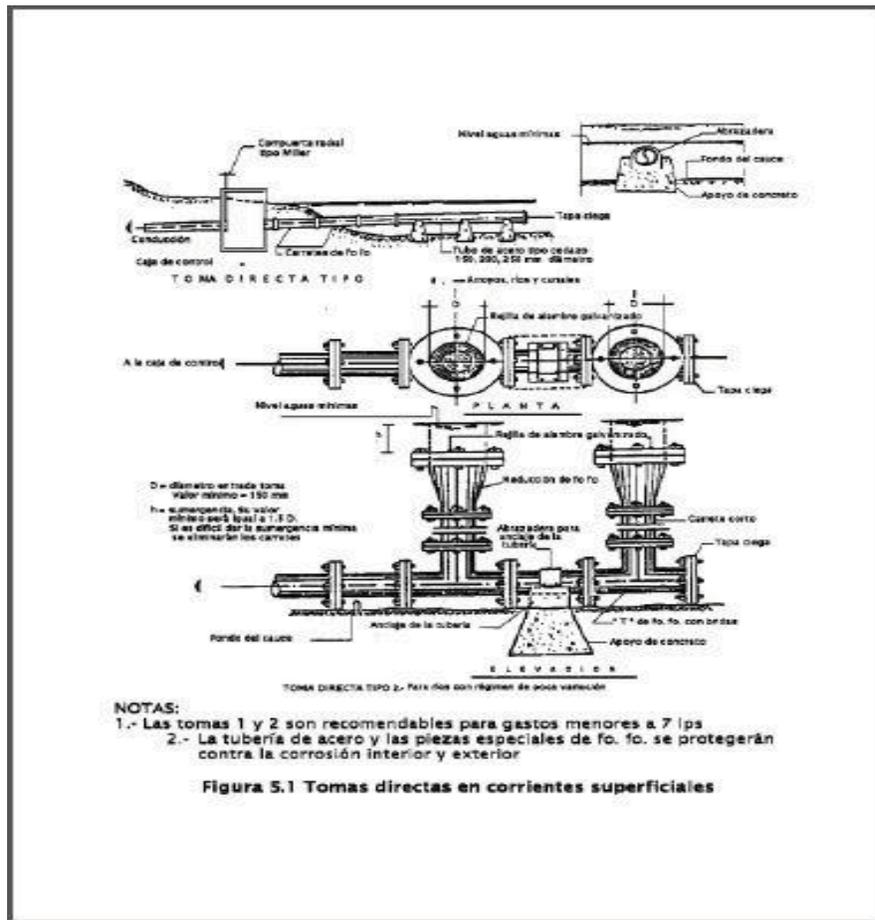


Imagen 1.2.- Tomas directas en corrientes superficiales.

Fuente: Manual de agua potable (1994, 119).

La toma directa está constituida a base de un tubo de acero tipo cedazo, apoyado y anclado sobre atraques de concreto colados a una profundidad apropiada en el cauce de la corriente. El tubo de toma se une a una caja de control.

El diámetro del cedazo normalmente es de 200 ó 250 mm (de acuerdo con el tirante mínimo de la corriente), con una longitud dentro del cauce que puede variar de 12 a 24 m, un espesor de 4.78 mm y las ranuras con un ancho máximo de 3.97 mm. Hecha la instalación del tubo y construida la caja de control, se efectuará un aforo para asegurar que se obtiene el gasto requerido, haciendo la medición en estiaje. La toma directa tipo 2 está formada por piezas especiales de fierro fundido, instalando como mínimo dos tomas, las que deberán tener en su entrada una reja de alambre de acero galvanizado o de cobre. La toma se une a una caja de control.

La elección del tipo de toma por utilizar dependerá del tirante de agua correspondiente al escurrimiento mínimo de la corriente, asegurando en lo posible, que la tubería ranurada o la entrada de la toma quede abajo del nivel de aguas mínimas, además el fondo del cauce deberá ser suficientemente estable.

El cálculo hidráulico se basa en los gastos que se requieren para satisfacer las necesidades de proyecto y las de la población actual, debiendo obtener, cuando menos, el gasto máximo diario inmediato. Se debe contar con el plano del levantamiento topográfico de la corriente, en el tramo por utilizar, con una sección transversal como mínimo en el sitio más apropiado para la obra de toma, indicando los niveles de aguas mínimas y máximas, así como las velocidades medias correspondientes.

1.6.2.3 Torres de toma.

Esta obra de toma consiste en una torre de concreto o de mampostería que se construye generalmente en una de las márgenes de la corriente sobresaliendo del nivel de aguas máximas, con 2 o más entradas para el agua, con sus respectivas compuertas y rejillas.

Para que la torre sea estable, debe quedar enterrada abajo del nivel máximo de socavación, protegiéndose además con enrocamiento de tamaño adecuado en función de la velocidad de la corriente en época de avenidas.

El área de entrada de las bocatomas se determina considerando una velocidad de 0.45 a 0.60 m/s. Es conveniente que en el tramo que se elija para su construcción la velocidad máxima de la corriente sea menor de 1.5 m/s para evitar erosión en las márgenes del río.

Una torre de captación facilita tomar el agua de diferentes niveles, de acuerdo con las fluctuaciones del tirante de la corriente, utilizando siempre el más superficial a fin de aprovechar el agua con el menor contenido de sólidos en suspensión, con lo que se disminuirán los costos de operación de la planta potabilizadora.

La distancia vertical mínima recomendable entre ejes de bocatomas es de 2.0 m. Este tipo de obra de toma es recomendable para captar gastos superiores a 50 l.p.s.

A partir de la torre, la tubería de toma se une a una planta de bombeo, a la planta potabilizadora o a la línea de conducción, de acuerdo con las condiciones particulares de cada proyecto.

También la torre puede funcionar como planta de bombeo, como es el caso que se muestra en la imagen 1.3.

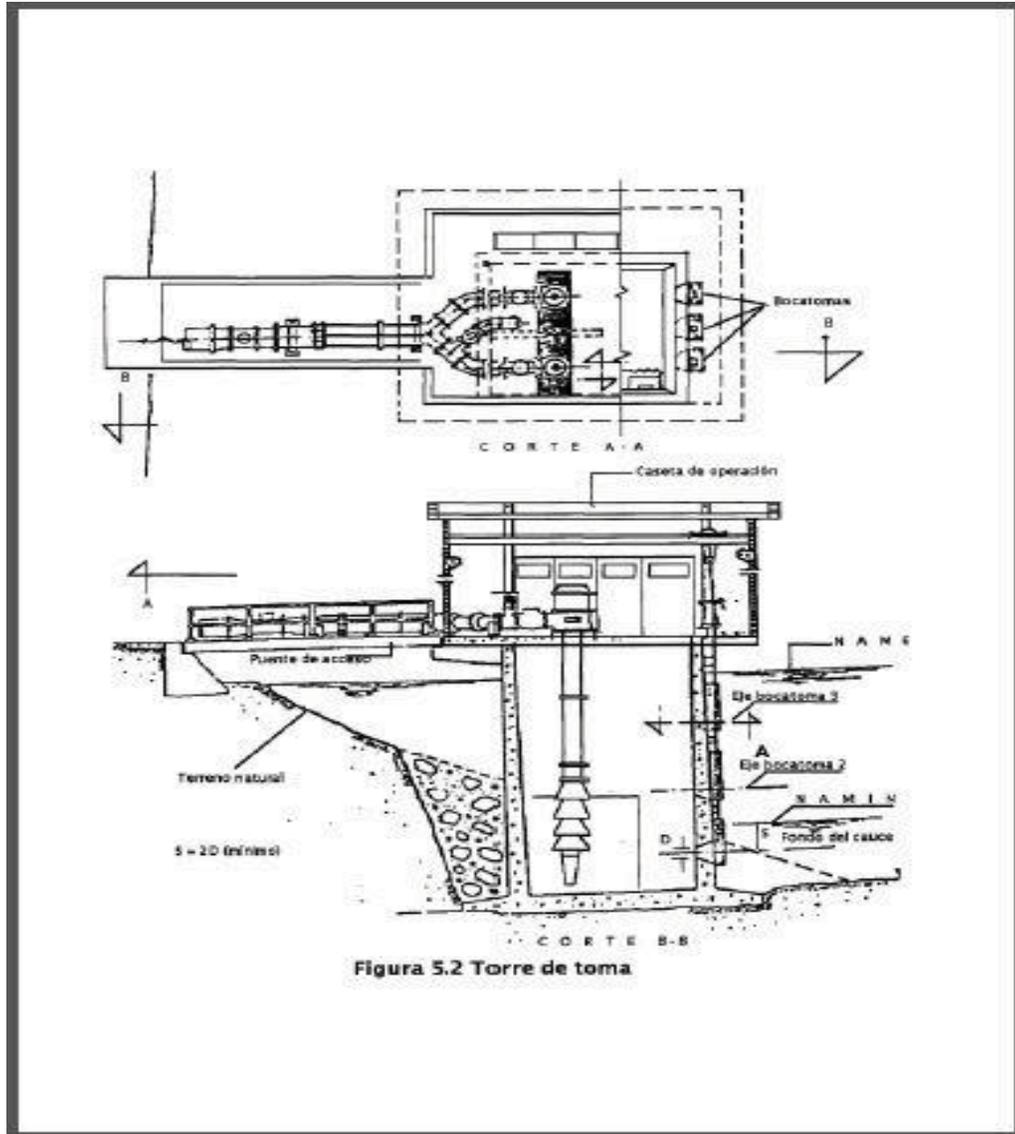


Imagen 1.3.- Torre de Toma.

Fuente: Manual de agua potable (1994, 240).

Con la cortina se represa el agua de la corriente hasta una elevación que asegure derivar el gasto requerido por la obra de toma; en función del diseño

hidráulico de la presa, el resto del caudal vierte sobre la cortina ya sea parcial o totalmente en su longitud.

En cada alternativa que se analice, se debe obtener la altura de la cortina considerando los siguientes factores: topografía del cauce y características del terreno en el cauce y márgenes en relación con la cimentación de la presa, nivel requerido para la toma y sus dimensiones, terrenos que se pueden inundar y sus indemnizaciones.

Establecida la altura de la cresta vertedora y el gasto de diseño, se proponen diferentes longitudes de vertedor calculando su carga correspondiente, se define el bordo libre de la cortina y se elige la combinación más económica cortina - vertedor.

En la obra de toma, el orificio de captación se localiza dentro del canal desarenador, permitiendo el paso del agua a una caja con sección mínima de 0.70 x 0.70 m. La conexión de la obra de toma con la línea de conducción se controla generalmente por medio de una compuerta circular tipo Miller o una compuerta deslizante estándar.

La conducción puede estar constituida por una tubería o un canal, dependiendo de la ubicación de la planta potabilizadora. En el cálculo hidráulico de la obra de toma se dimensiona el orificio de entrada, que puede ser un tubo con longitud igual al espesor del muro. Para el mejor funcionamiento hidráulico de la toma, es conveniente que el orificio trabaje ahogado.

La carga sobre el orificio generalmente es pequeña (0.1 a 0.2 m), para contar con velocidades bajas y permitir que la toma quede situada lo más alto

que sea posible. Para lograr ambos objetivos se pueden disponer en algunos casos de varios orificios, cada uno de los cuales debe tener una rejilla que evite el paso de cuerpos gruesos y flotantes a la conducción. La velocidad en el orificio puede variar de 0.5 a 1.0 m/s.

La fórmula utilizada para dimensionar un orificio es:

$$A = \frac{Q^{MD}}{C^2 gh}$$

Donde:

A = Área hidráulica de la toma, en m²

Q^{MD} = Gasto máximo diario, en M³/S

C = Coeficiente de descarga = 0.80

g = Aceleración de la gravedad = 9.81 M/S²

h = Carga hidráulica del orificio, considerando pérdidas, en m.

Los azolves formados por arena, grava y cantos rodados ocasionan problemas en el funcionamiento de la presa y consecuentemente deben eliminarse en las presas de derivación; para tal fin se construye la estructura de limpia, denominada generalmente desarenador, con el objeto de prever una limpieza periódica.

El canal desarenador está formado por dos paredes verticales y paralelas, una que divide la cortina del desarenador y la otra en la ladera, donde se localiza la toma y la línea de conducción, como se muestra en la imagen 1.4.

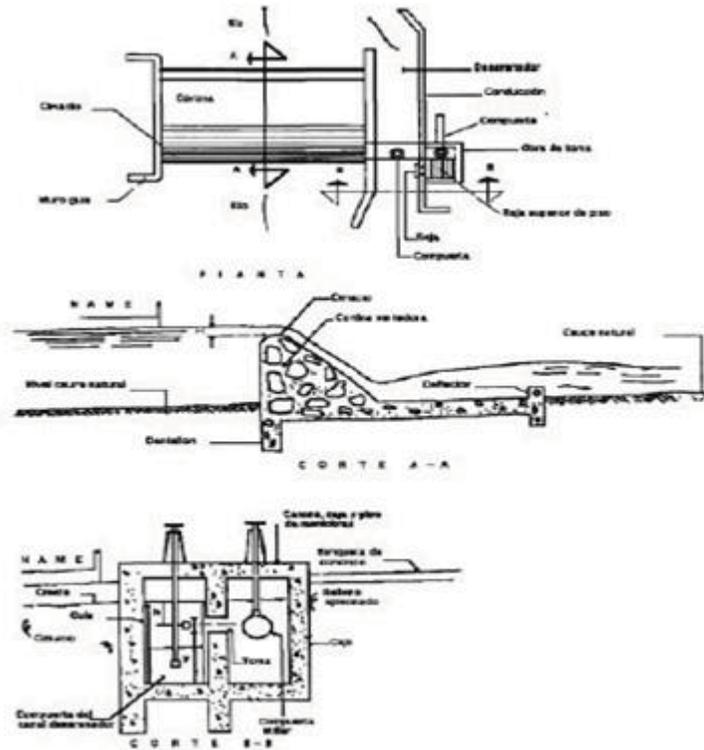


Imagen 1.4.- Presa de derivación.

Fuente: Manual de agua potable (1994, 241).

1.7 Pérdidas.

El concepto de pérdidas tiene una gran variedad de significados ya que puede representar diferentes contextos por ejemplo pérdida de dinero que este es uno de los más comunes u otro ejemplo pérdida de un familiar, pero en la hidráulica pérdida se le considera al escape o fuga de un fluido que circula dentro de una tubería.

1.7.1 Pérdidas físicas.

Este tipo de pérdidas se refiere a las fugas de agua que se tiene en las líneas de conducción, tanques, redes de conducción y tomas domiciliarias.

Se ha observado que las pérdidas se determinan a partir de muestreos de inspección y aforos (fugas domiciliarias), así como las mediciones en sectores controlados, llamados distritos hidrométricos las cuales son las fugas en tuberías principales y secundarias, y las pérdidas en tomas clandestinas, y las pérdidas de verificación de un grupo de medidores domiciliarios (pérdidas por mala medición).

De acuerdo a la CNA (1994), 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:

$$V_p = V_{fr} + V_{ft}$$

Donde:

V_p = Volumen de pérdidas (en m^3)

V_{fr} = Volumen de fugas en red (en m^3)

V_{ft} = Volumen de fugas en tomas domiciliarias (en m^3)

Intervienen varios factores en las pérdidas de agua como lo son la presión de trabajo, la calidad de la tubería, el proceso constructivo de la obra, el tipo de material y el mantenimiento que se le dé a los elementos del sistema.

1.7.2 Pérdidas primarias.

Como menciona la CNA (1994), las pérdidas primarias se conocen como pérdidas de superficie en el contacto del fluido con la superficie (capa límite), es el rozamiento de las capas del fluido con otras capas (régimen laminar) o las partículas de fluido entre sí (régimen turbulento, estas pérdidas se producen en tramos de tuberías de sección constante.

1.7.3 Pérdidas secundarias.

Las pérdidas secundarias son las pérdidas de forma que tienen lugar en todas las transiciones que puede ser en estrechamiento o expansión del área en la que pasa el fluido, por ejemplo en codos, válvulas y en toda clase de accesorios de tuberías, lo anterior como lo menciona la CNA (1994).

1.8 Dotación.

La CNA (1994) dice que la dotación se trata de la cantidad de agua que se le asigna a cada habitante, tomando en cuenta todos los servicios utilizados por el habitante y pérdidas físicas en el sistema, en un día medio anual y la unidades que se utilizaran serán dadas en l/hab/día.

1.9 Gastos de diseño.

Conforme lo menciona la CNA (1994), los gastos de diseño sirven para determinar la cantidad de agua que se va a requerir, de acuerdo a las diferentes demandas que se puedan llegar a tener durante un día normal o un día crítico.

1.9.1 Gasto medio diario.

De acuerdo a la CNA (1994), el gasto medio se le considera como la cantidad de agua que se requiere para satisfacer las necesidades de una población de un día de consumo promedio, en la siguiente ecuación se muestra como obtener el gasto medio diario.

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

Donde:

Q_{MD} = Gasto medio diario (en lts/seg)

D= Dotación (en l/hab/día)

P= Número de habitantes

86,400= segundos/día

1.9.2 Gastos máximos diario y horario.

Los gastos máximos diario y máximo horario, son lo que se requieren para poder cumplir con las necesidades que tenga una población en un día en cual se llegue a tener un máximo consumo, así como a la hora que se tenga un máximo consumo durante el año.

En las siguientes formulas se observa cómo se obtienen los gastos máximo diario y máximo horario respectivamente, estos gastos se obtendrán tomando como base el gasto medio, todo lo anterior establecido por la CNA (1994).

$$Q_{MD} = (CVd)(Q_{med})$$

$$Q_{Mh} = (CVh)(Q_{Md})$$

Donde:

Q_{MD} = Gasto máximo diario (en lts/seg)

Q_{Mh} = Gasto máximo horario (en lts/seg)

CVd= Coeficiente de variación diaria.

CVh= Coeficiente de variación horaria.

Q_{med} = Gasto medio diario (en lts/seg)

1.10 Velocidades máximas y mínimas.

Como lo indica la CNA (1994), las velocidades de un líquido en conducto, están limitadas por el tipo de material del conducto y la magnitud de los fenómenos transitorios. Existen límites inferiores como superiores, en el caso de la velocidad mínima de escurrimiento se considera para evitar que exista precipitación de las partículas que arrastre el agua. Por otra parte la velocidad máxima se considera con el fin de que no exista erosión en la paredes de la tubería.

La siguiente tabla presenta valores de las velocidades para diferentes tipos de materiales de tuberías:

Velocidades máxima y mínima permisibles en tuberías		
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

Imagen 1.5.- Velocidades máxima y mínima permisibles en tuberías.

Fuente: CNA (1994, 241).

1.11 Cálculos de pérdidas de energía.

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

1.11.1 Pérdidas de carga por fricción.

El coeficiente de fricción es una variable de diseño la cual permite calcular las pérdidas de energía que se presentan en el conducto. Según la Comisión Nacional de Agua (CNA; 1994) los estudios que se han realizado en el diseño de conductos a presión de agua potable, se ha establecido que para obtener las pérdidas de energía se utilizó el modelo de Darcy – Weisbach, se mencionan las principales razones por las que se optó por este modelo.

- El modelo de Darcy - Weisbach cuenta con un fundamento teórico, de acuerdo al esfuerzo cortante entre la pared de la tubería y el líquido, así como la viscosidad del mismo.
- El rango de aplicación no restringe a las variables experimentales.
- En este modelo se consideran tres tipos de regímenes de flujo que son (laminar, transición y turbulento) de acuerdo a lo que se ha podido observar en redes de agua potable y líneas de conducción, se han

llegado a detectar tramos en los que el flujo se comporta, en el rango de transición o turbulento.

- En la actualidad el uso de la computadora facilita el cálculo de las redes de agua potable, ya que existen modelos complicados, ya que en otros tiempos eran sustituidos por aproximaciones experimentales.

1.11.2 Ecuación de Darcy – Weisbach.

Como menciona la Comisión Nacional de Agua (CNA; 1994), para el cálculo por fricción en el diseño de conductos a presión para agua potable se usara la siguiente fórmula:

$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g}$$

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 usará la siguiente fórmula:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\frac{\epsilon}{D}}{3.71} + \frac{2.51}{R_e \sqrt{f}} \right)$$

Donde:

f= Coeficiente de fricción, adimensional.

€= Rugosidad, en mm.

Re= Número de Reynolds, adimensional.

D= Diámetro interior del tubo, en mm.

Y para obtener el número de se obtiene con la fórmula siguiente:

$$R_e = \frac{vD}{\nu}$$

Donde:

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

D= Diámetro interno del tubo, en m.

v= Viscosidad cinemática del agua, en cm²/s.

CAPÍTULO 2

AGUA POTABLE

En este segundo capítulo, se abordan de manera muy concreta y directa las definiciones y parámetros que se necesitan conocer, para comenzar con el diseño de una red de distribución y abastecimiento de agua potable, así como conceptos de piezas y herramientas a utilizar en las mismas, las cuales se explicarán de una manera técnica para su mejor comprensión.

2.1 Agua potable.

El agua es un elemento esencial para la vida, por lo que las antiguas civilizaciones se ubicaron a lo largo de los ríos. Más tarde, los avances técnicos le permitieron al hombre transportar y almacenar el agua, así como extraerla del subsuelo, por lo cual los asentamientos humanos se han esparcido lejos de ríos y de otras fuentes superficiales de agua. Actualmente, su uso en las poblaciones es diverso, como lo es para consumo humano, en el aseo personal, y en actividades como la limpieza doméstica y en la cocción de los alimentos. Además se usa para fines comerciales, públicos e industriales; también en la irrigación, la generación de energía eléctrica, la navegación y en recreación.

De la misma forma que ha evolucionado el uso del agua, lo ha hecho el término "abastecimiento de agua", que en la actualidad conlleva el proveer a las localidades urbanas y rurales de un volumen suficiente de agua, con una calidad

requerida y a una presión adecuada. Un sistema moderno de abastecimiento de agua se compone de instalaciones para la captación, almacenamiento, conducción, bombeo, tratamiento y distribución. Las obras de captación y almacenamiento permiten reunir las aguas aprovechables de ríos, manantiales y agua subterránea. Incluyen actividades como el desarrollo y cuidado de la cuenca de aportación, pozos y manantiales, así como la construcción de presas y de galerías filtrantes. La conducción engloba a los canales y acueductos, así como instalaciones complementarias de bombeo para transportar el agua desde la fuente hasta el centro de distribución. El tratamiento es la serie de procesos que le dan al agua la calidad requerida y finalmente, la distribución es dotar de agua al usuario para su consumo.

2.2 Redes de distribución.

Una red de distribución es el conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde tanques de servicio o de distribución hasta la toma domiciliaria o los hidrantes públicos. Su finalidad es proporcionar agua a los usuarios para consumo doméstico, público, comercial, industrial y para condiciones extraordinarias como el extinguir incendios. La red debe proporcionar este servicio todo el tiempo, en cantidad suficiente, con la calidad requerida y a una presión adecuada. Los límites de calidad del agua, para que pueda ser considerada como potable se establecen en la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1 vigente.

2.2.1 Componentes de una red de distribución.

Las redes de distribución de agua potable se componen principalmente de lo siguiente: tuberías, válvulas, tanques de distribución, piezas especiales, toma domiciliaria, entre otros componentes.

Una red de distribución de agua potable se compone generalmente de:

- Tuberías: Se le llama así al conjunto formado por los tubos (conductos de sección circular) y su sistema de unión o ensamble. Para fines de análisis se denomina tubería al conducto comprendido entre dos secciones transversales del mismo. La red de distribución está formada por un conjunto de tuberías que se unen en diversos puntos denominados nudos o uniones. De acuerdo con su función, la red de distribución puede dividirse en: red primaria y red secundaria. A la tubería que conduce el agua desde el tanque de regulación hasta el punto donde inicia su distribución se le conoce como línea de alimentación, y se considera parte de la red primaria.

- La división de la red de distribución en red primaria o secundaria dependerá del tamaño de la red y de los diámetros de las tuberías. De esta forma, la red primaria se constituye de los tubos de mayor diámetro y la red secundaria por las tuberías de menor diámetro, las cuales abarcan la mayoría de las calles de la localidad. Así, una red primaria puede ser una sola tubería de alimentación o cierto conjunto de tuberías de mayor diámetro que abarcan a toda la localidad.

- Piezas especiales: Son todos aquellos accesorios que se emplean para llevar a cabo ramificaciones, intersecciones, cambios de dirección, modificaciones de diámetro, uniones de tuberías de diferente material o diámetro, y terminales de los conductos, entre otros.
- A las piezas o conjuntos de accesorios especiales con los que, conectados a la tubería, se forman deflexiones pronunciadas, cambios de diámetro, derivaciones y ramificaciones se les llama cruceros. También permiten el control del flujo cuando se colocan válvulas.

2.2.1.1 Tuberías.

Según la CNA (2007), una tubería está conformada por uno o varios tubos, los cuales son ensamblados mediante un sistema de unión el cual permite una conducción adecuada para su fin de abastecer el agua potable a donde se requiera.

Para la selección del material de una tubería influyen varias características, las cuales son: la durabilidad, la capacidad de conducción, la economía, facilidad de conexión de tubo a tubo y la facilidad mantenimiento o reparación pero en especial la conservación de la calidad de agua.

La durabilidad de una tubería consiste en proveer un servicio satisfactorio y bajo en economía bajo las condiciones de uso, también la durabilidad implica una larga vida útil tanto en la tubería como en el sistema de unión de la misma.

Respecto a lo económico intervienen varios factores los cuales son los siguientes, en el costo de adquisición sea rápido y seguro por lo cual interviene la disponibilidad de entrega inmediata de los tubos y piezas especiales, también su resistencia durante el manejo y transporte de los mismos, estos factores pueden dificultar la ejecución de obra ya que pueden ser largos tiempos de entrega, dificultad para obtener material adicional y/o regresar piezas dañados o defectuosas.

Una de las características más importantes que deben tener las tuberías son mantener la calidad de agua sin añadir sabores, olores o alguna sustancia química al agua transportada, además la unión de cada tubería deberá de evitar la infiltración de sustancias o contaminantes que pudieran afectar el transporte del fluido.

La fabricación y comercialización de las tuberías está regida por normas y especificaciones por la CNA (2007), se mostrará las características de las tuberías y los sistemas de unión de los diferentes materiales que se han empleado para el abastecimiento de agua potable.

2.2.1.2 Tuberías de plástico.

La facultad de Ingeniería Civil, en el Manual de normas de proyectos para obras de aprovechamiento de agua potable (1985) menciona que en el uso de este tipo de tuberías se ha incrementado bastante en la actualidad, los cuales se fabrican de Poli Cloruro de Vinilo (PVC) y de polietileno de alta densidad, estos se fabrican de color blanco de acuerdo a la Norma Mexicana NMX-E-143 vigente donde se clasifican de acuerdo a su sistema de unión en un solo tipo o grado de calidad como espiga-campana, y por su resistencia a la presión de trabajo se clasifica en cinco clases.

Clase	Presión máxima de trabajo	
	MPa	Kgf/cm ²
5	0.5	5
7	0.7	7
10	1.0	10
14	1.4	14
20	2.0	20

Imagen 2.1.- Presión máxima de trabajo en tuberías de PVC.

Fuente: Comisión Nacional de Agua (CNA; 1994: 15).

De lo mencionado por la CNA (1994), la junta de la 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.

Su principal ventaja es funcionar como junta de dilatación, así como el de 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.

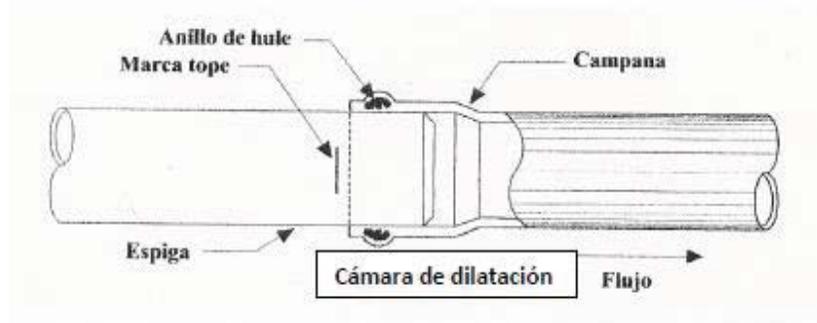


Imagen 2.2.- Unión espiga- campana en tubería de PVC.

Fuente: Comisión Nacional de Agua (CNA; 1994: 15).

Las tuberías de PVC se fabrican en diámetros nominales que van de los 50 a 630mm (50, 63, 80, 100, 160, 200, 250, 315, 355, 400, 450, 500 y 630 mm), con una longitud de 6 metros aunque esta longitud puede variarse de común acuerdo entre el fabricante y comprador.

Las clases de tuberías se diferencian en el espesor de la pared del tubo, cabe mencionar que en este tipo de tubería el diámetro nominal es igual al diámetro exterior del tubo.

De acuerdo con la CNA (Comisión Nacional de Agua) (1994) estas son algunas de las grandes ventajas de utilizar tubería de PVC son las siguientes:

- Hermeticidad: La hermeticidad es una característica del PVC, la cual impide filtraciones y/o fugas.

- Pared interior lisa: Ésta es una característica que beneficia a la conducción de los fluidos en la tubería ya que presenta menores pérdidas por fricción.
- Resistencia a la corrosión: Aquí presenta una resistencia a la corrosión química o electroquímica, por lo cual no necesita una protección extra como recubrimientos, forros o protección catódica.
- Resistencia química: El PVC es muy resistente al ataque químico como puede ser por los suelos agresivos, de las aguas conducidas y en general de ácidos.
- Ligereza: Tiene una manera sencilla de manejo, transporte y colocación.
- Flexibilidad: Permite que se pueda tener una cierta deflexión durante su instalación.
- Resistencia a la tensión: Se comporta de una manera efectiva ante movimientos sísmicos, al igual que en cargas vivas y muertas extremas, así también a sobrepresiones momentáneas (golpe de ariete).
- Y una de las características importantes este tipo de tubería no altera la calidad de agua.

Y entre algunas de sus desventajas se tienen en la tubería de PVC son las siguientes:

- Susceptibilidad a daños durante su manejo: Esta puede llegar a ser afectada por raspaduras, o si llegan a caer rocas durante su excavación o el relleno en la sepa, se recomienda que se repare o en su caso reemplace si el daño es mayor al 10% del espesor del tubo.
- A temperaturas menores del 0° C el PVC reduce su resistencia al impacto y a temperaturas mayores de 25° C se debe reducir la presión de trabajo.
- Si se expone prolongadamente la tubería a los rayos del sol, se reduce su resistencia mecánica.

2.2.1.3 Tuberías de fibrocemento.

Conforme a la CNA (1994), las tuberías de fibrocemento (FC) son 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 sistema de unión, ambos en diámetros nominales desde 75 hasta 2,000 mm (75, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 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.

La CNA (1994) menciona que los coples son un tubo corto como ambos extremos en disposición semejante a una unión campana, por lo tanto los tubos son de extremos espigas y esta unión es la que se utiliza en tuberías de fibrocemento.

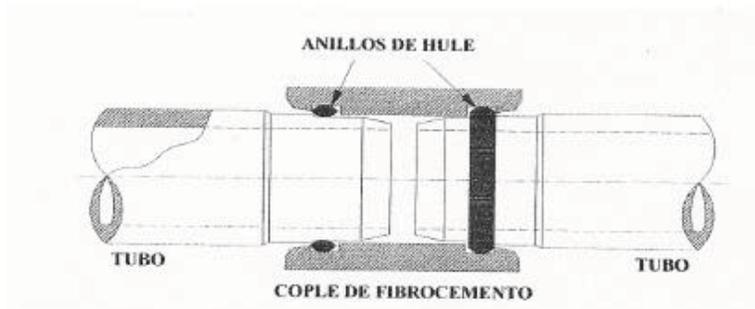


Imagen 2.3.- Unión por medio de coples de fibrocemento.

Fuente: Comisión Nacional de Agua (CNA; 1994: 15).

Presión interna de trabajo de las tuberías de FC.

Clase	Presión interna de trabajo*	
	MPa	kgf/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

* Se considera que 10 kgf/cm² equivalen a 1 MPa.

Imagen 2.4.- Presión interna de trabajo de las tuberías de FC.

Fuente: Comisión Nacional de Agua (CNA; 1994: 15).

Los tubos de fibrocemento (FC) se clasifican en dos tipos de acuerdo a su alcalinidad:

- Tipo I Tubos con contenidos de hidróxido de calcio mayores al 1.0%
- Tipo II Tubos con contenidos de hidróxido de calcio menores al 1.0%

Para la selección de una tubería de FC (fibrocemento) dependerá de la agresividad del agua (interna y externa a la tubería), en este caso los tubos de tipo II son los más resistentes a la agresividad del agua y sulfatos.

Como menciona la CNA (1994), de las principales ventajas al utilizar tuberías de FC (fibrocemento) son las siguientes:

- Ligereza
- Inmunidad a la corrosión electroquímica y a la tuberculización
- Alta capacidad de conducción de fluidos gracias al bajo coeficiente de fricción

Y algunas de sus grandes desventajas son:

- La fragilidad es una desventaja ya que se requieren cuidados especiales durante su transporte, colocación y conexiones domiciliarias.

- Otra es que a menor longitud de tubo se requiere mayor número de coples.
- Si se llega a hacer algún corte en el sitio de la obra se recomienda uso de mascarillas protectoras para evitar la inhalación del polvo.

2.2.1.4 Tuberías de hierro fundido.

El hierro fundido (HF) ha sido empleado para fabricar tuberías, piezas especiales y válvulas. En México debido a los costos menores de otros tipos de tuberías los tubos de hierro fundido han sido retirados en la construcción de redes de distribución, aunque se siguen utilizando en estaciones de bombeo e instalaciones donde se requiere rigidez y resistencia al impacto y a la corrosión.

“Se dispone de dos tipo de hierro fundido: el hierro gris y el hierro dúctil. El hierro dúctil es una mejor al hierro gris, en la cual mediante un tratamiento especial se logra un metal de mayor dureza y resistencia. Para mejorar aún más su resistencia a la corrosión se le aplican diversos revestimientos; en el interior se le aplica generalmente mortero de cemento, la cual evita la tuberculización (formaciones de óxido), y en el exterior una capa asfáltica. Aunque todavía se fabrican piezas especiales de hierro gris, están siendo desplazadas por el hierro dúctil.” (CNA; 1994, 19).

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

De acuerdo con la CNA (1994), la junta brida por lo general siempre se utiliza en sistemas de tuberías expuestos (plantas de tratamiento e instalaciones de bombeo así como instalaciones industriales), en donde se requiera rigidez, resistencia, facilidad de intercambio de tubos, así como la impermeabilidad de la junta.

Por lo regular este tipo de tuberías de hierro fundido no se recomienda que en la tuberías enterradas en donde la rigidez de la junta provoca que se acumulen esfuerzos en los tubos y provocan su ruptura, estos tipos de esfuerzos pueden ser provocados por cargas estáticas o dinámicas al igual por movimientos sísmicos o asentamientos en el terreno.

Menciona la CNA (1994) las principales ventajas con las que cuenta este tipo de tubería son:

- Larga vida útil.
- Alta resistencia mecánica.
- Alta resistencia a la corrosión.

- No necesita de mantenimiento alguno.

Y entre las principales desventajas se tienen:

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

2.2.1.5 Tuberías de concreto.

Las tuberías de concreto por lo general son utilizadas en líneas de conducción que en redes de distribución, pero también estas pueden ser utilizadas en la red primaria en el caso de redes de gran tamaño.

Así mismo como señala la CNA (1994), la especificación en la fabricación de este tipo de tubería se encuentra en la Norma Mexicana NMX-C-252 vigente, en la cual se detalla la calidad de los materiales que se utilizan para su fabricación, la longitud útil de cada tubo es de 4 a 8 metros con un diámetro de 400 a 5000 milímetros.

Como se indica en la CNA (1994), las principales ventajas de este tipo de tubería se tiene:

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

Y sus principales desventajas son:

- Una posible corrosión cuando se encuentre con condiciones acidas.
- Es difícil reparar si llega a sufrir daños.
- Puede llegar a ser difícil realizar las conexiones.

2.2.1.6 Tuberías de acero.

Las tuberías de acero se requieren cuando se tienen altas presiones y se requiere de grandes diámetros, este tipo de tuberías se puede utilizar a la intemperie, sólo cuando se requiera enterrar este tipo de tuberías tendrán que ser protegidas por un recubrimiento exterior.

Para las redes de distribución se utilizan tubos de acero de diámetros pequeños que van desde los 50.4 milímetros (2") hasta los 152.4 milímetros (6"),

los cuales son revestidos con zinc tanto en el exterior como en el interior, en este caso se les llamará galvanizados, y si no cuentan con el revestimiento se les llamara tubos negros.

En el uso de las tuberías de acero (con la excepción de las tuberías galvanizadas) obliga a que se aplique un protección tanto interior como exterior contra la corrosión de dicho tubo.

“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 de acero con o sin costura (longitudinal o helicoidal), negros o galvanizados por inmersión 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 milímetros (1/8”) hasta 406.4 milímetros (16”) y la norma NMX-B-177 a los tubos de acero en diámetros de 3.175 milímetros (1/8”) hasta 660.4 milímetros (26”)”. (CNA; 1994, 22).

Con lo señalado por la CNA (1994), 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; 1994, 22)

La CNA (1994) también menciona las principales ventajas de acero siendo las siguientes:

- Alta resistencia mecánica.
- En comparación de tuberías de concreto o hierro fundido resulta más ligera.
- Fácil transporte e instalación.

Y algunas de sus principales desventajas son:

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

2.2.2 Piezas especiales

Como menciona la CNA (1996) le llama piezas especiales a todos aquellos accesorios de la tubería que permiten formar los cambios de dirección, ramificaciones e intersecciones, así como conexiones incluso entre tuberías de diferentes materiales y diámetros.

Pero también permiten la inserción de válvulas y la conexión con estaciones de bombeo y otras instalaciones hidráulicas.

Por lo general se utilizan estas piezas especiales fabricadas en diferentes tipos de materiales ya sean hierro fundido (con bridas, extremos lisos, campana-espiga), de fibrocemento, al igual que en PVC, de polietileno, concreto reforzado y de acero, al igual existen accesorios empleados para formar uniones como juntas mecánicas, empaques y tornillos de acero con cabeza y tuerca hexagonal estándar.

En las siguientes imágenes se mostrarán algunas de las piezas especiales que se llegan a utilizar para distintos tipos de tuberías:

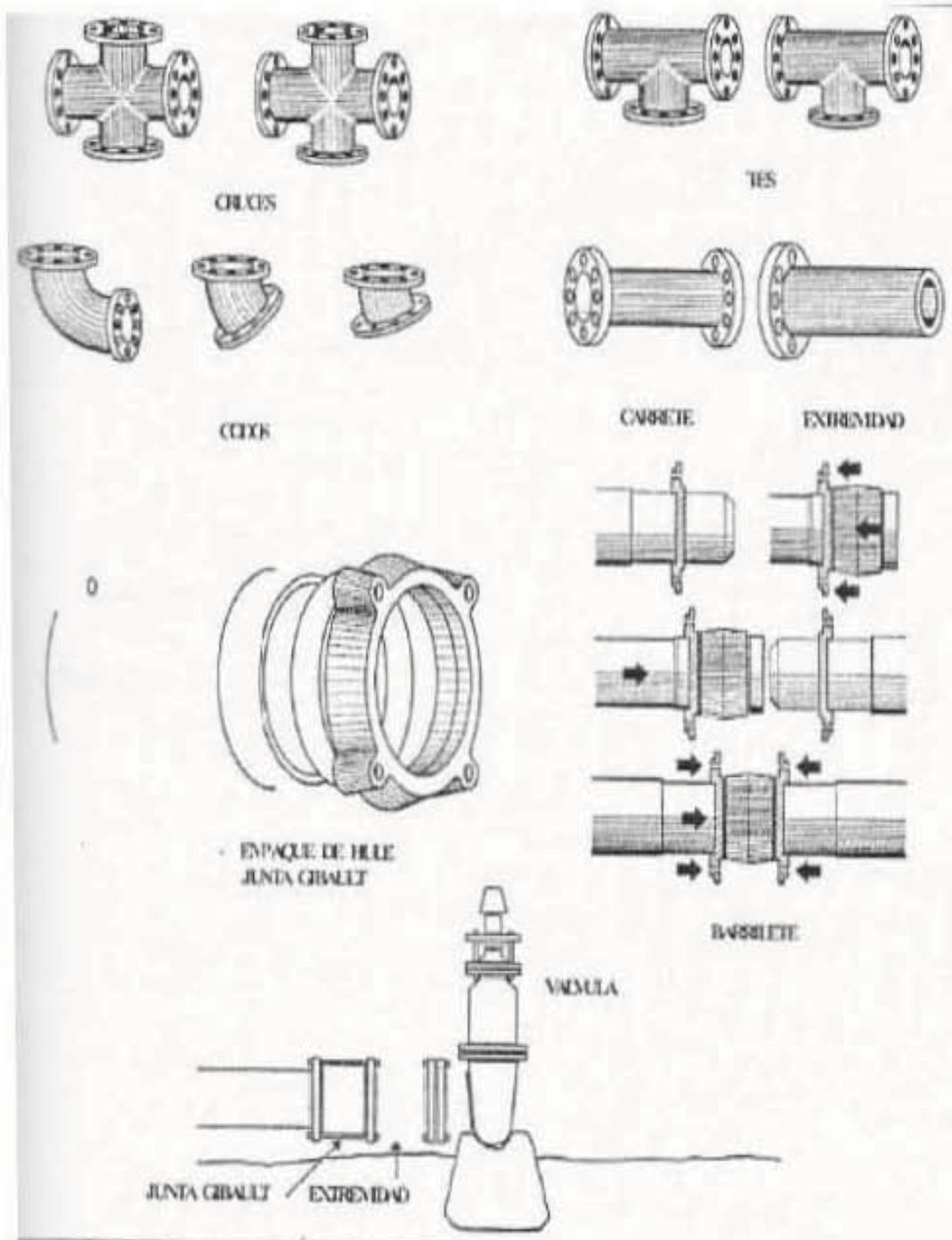


Imagen 2.5.- Piezas especiales de hierros fundidos bridados.

Fuente: Comisión Nacional de Agua (CNA; 1996:23).

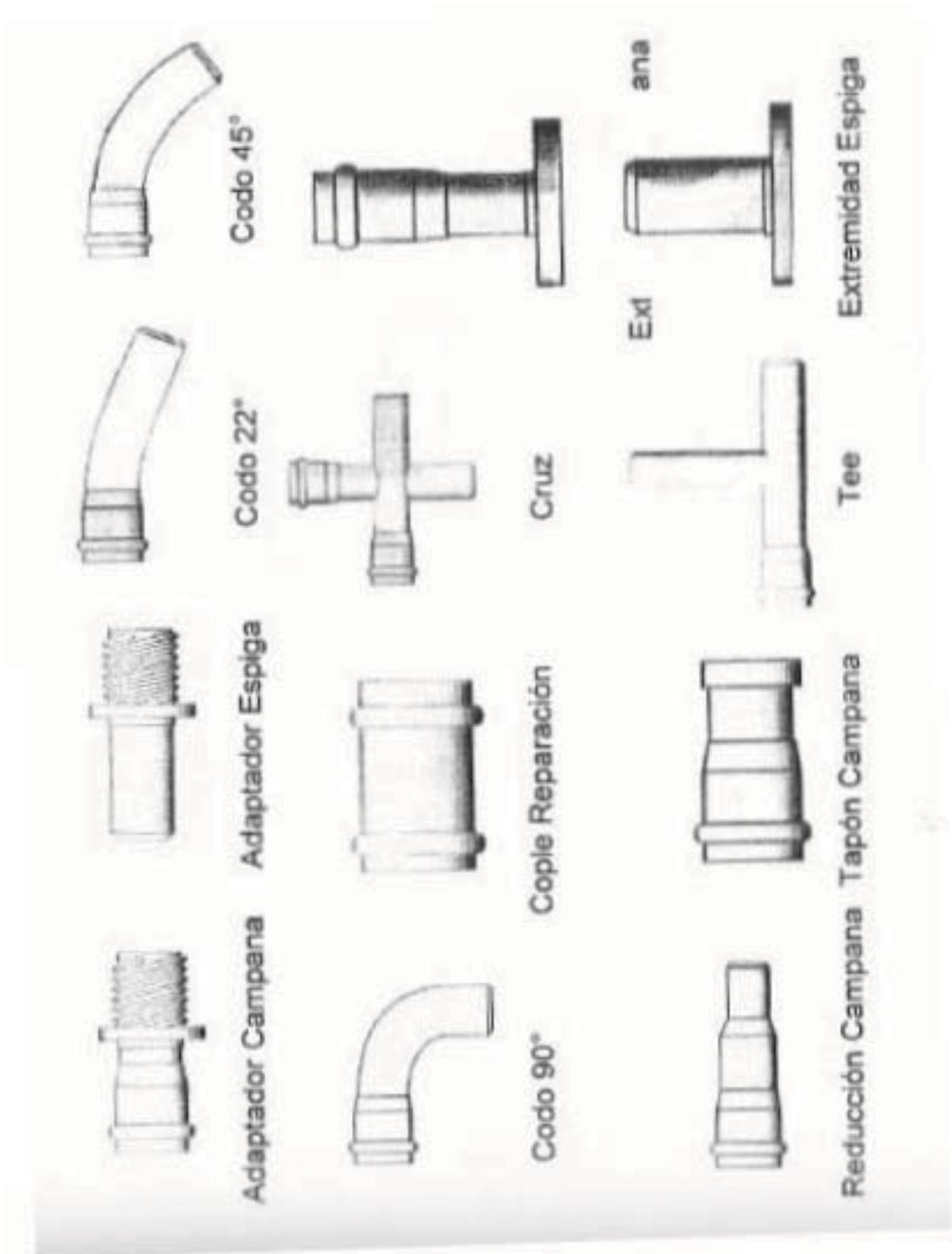


Imagen 2.6.- Piezas especiales de PVC hidráulico.

Fuente: Comisión Nacional de Agua (CNA; 1996:24).

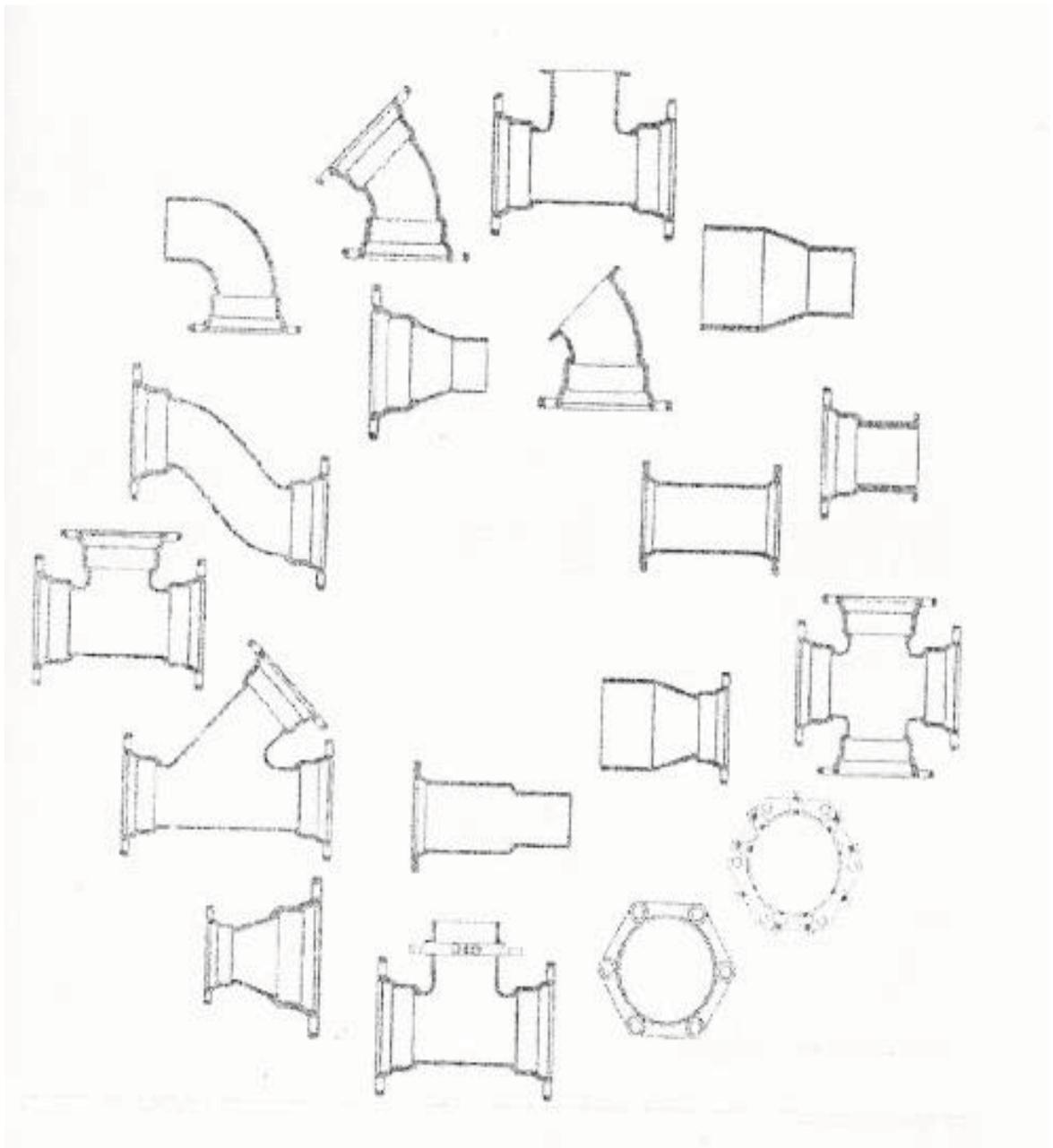


Imagen 2.7.- Piezas especiales de hierro dúctil.

Fuente: Comisión Nacional de Agua (CNA; 1996:25).

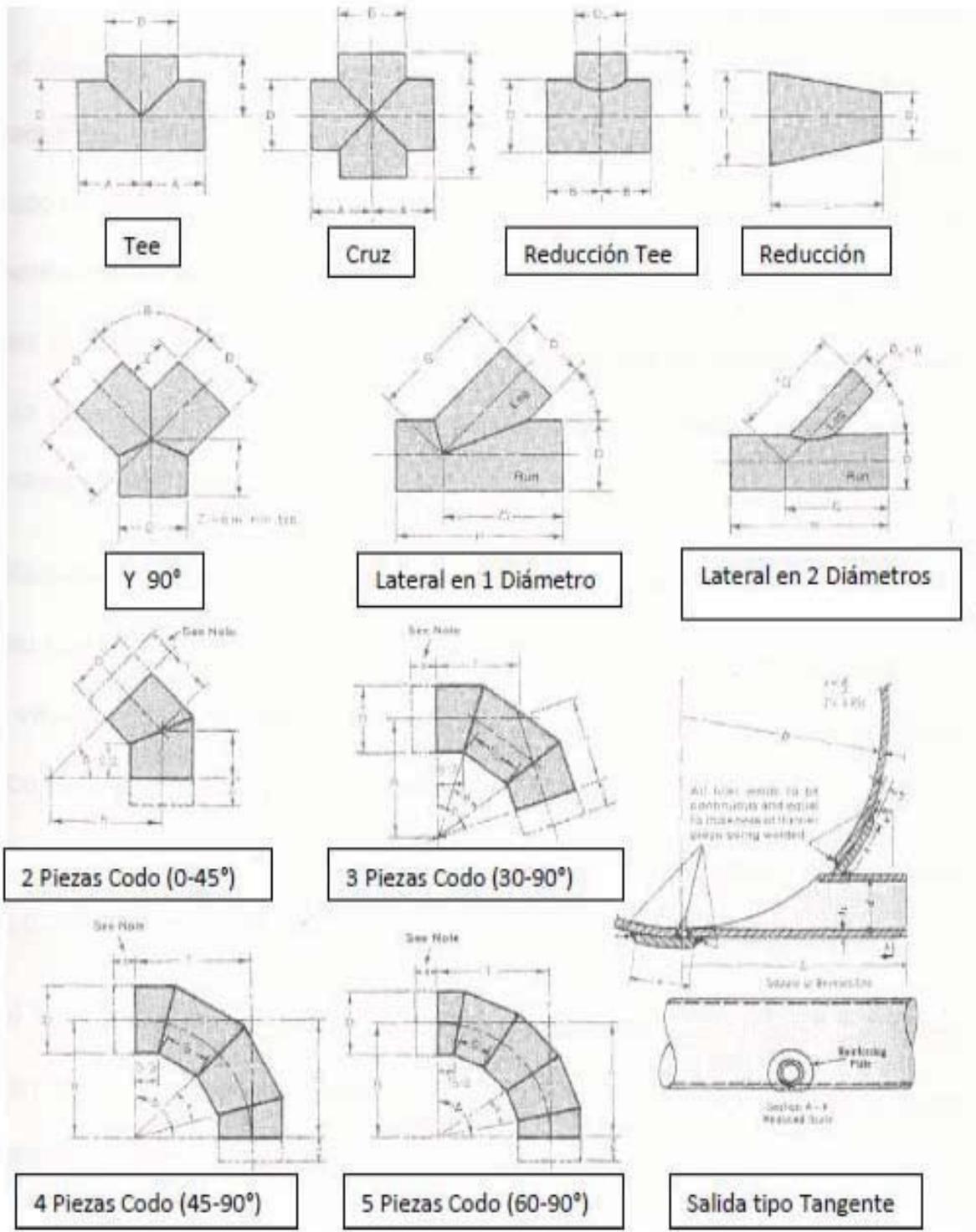


Imagen 2.8.- Piezas especiales de acero.

Fuente: Comisión Nacional de Agua (CNA; 1996:26).

2.2.3 Válvulas

Las válvulas son unos dispositivos que se utilizan para detener, iniciar o controlar el flujo en conductos a presión, estos dispositivos pueden ser accionadas manualmente o de forma automática o semiautomática, pero también existen interruptores eléctricos, hidráulicos.

En las redes de distribución es más común utilizar válvulas que se operan manualmente mediante palancas, volantes y engranes debido a que las aperturas y cierres son ocasionales.

De acuerdo a su función, las válvulas se dividen en dos clases en aislamiento o seccionamiento y en válvulas de control, además de acuerdo a su tipo las válvulas de aislamiento pueden ser de compuerta, mariposa y de asiento (cilíndrica, cónica o esférica), por otra parte las válvulas de control pueden ser de altitud, de admisión y expulsión de aire, las cuales son controladas de presión, de globo, y de retención (válvula check) o de vaciado (desagüe).

1. Válvulas de compuerta: Este tipo de válvula funciona con una placa que se mueve verticalmente a través del cuerpo de la válvula en forma perpendicular al flujo, además con este tipo de válvula el operador se puede dar cuenta de cuanto está abierta o cerrada. Algo que hay que tener en cuenta es que la válvula de la compuerta está fabricada principalmente para operar cuando se requiera un cierre o apertura total. En caso de que se llegara a tener un diámetro mayor a 400 milímetros (16") se recomienda utilizar una válvula de paso (bypass).

2. Válvulas mariposa: La válvula de mariposa se opera por medio de una flecha que acciona un disco y gira centrado en el cuerpo de la válvula, el diseño de esta válvula permite emplearla como reguladora de gasto y en presiones bajas. Además tienen la ventaja de ser más ligeras, de menor tamaño y más económico.

3. Válvulas de asiento: La diferencia de este tipo de válvula es que el dispositivo móvil es un cilindro, cono o esfera, en lugar de ser un disco, este elemento 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, este tipo de válvulas se utilizan para regular el gasto en sistemas de distribución.

4. Válvulas de altitud: Las válvulas de altitud se utilizan para controlar el nivel de agua en un tanque en sistemas de distribución con excedencias a tanques.

5. Válvulas para admisión explosión de aire: Este tipo de válvulas se instalan para permitir la entrada o salida de aire a la línea de conducción, esto puede ocurrir durante el llenado o vaciado de la línea. Estas válvulas se pueden emplear también en tramos largos de tuberías y en puntos altos de las mismas donde suele acumularse aire.

6. Válvulas controladoras de presión: Esta válvula reduce la presión aguas arriba a una presión prefijada aguas abajo, independientemente de los cambios de presión o gastos. Este tipo de válvula mantienen una presión fija aguas abajo y se cierra gradualmente si la presión aguas arriba desciende.

7. Válvulas de globo: Estas constan 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 de gran volumen y presentan una alta resistencia al paso del agua por lo que normalmente se utilizan tuberías de diámetros pequeños como pueden ser las tuberías domésticas.

8. Válvulas de retención: Como menciona la CNA (1996) 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 tuberías en donde el agua contenida en la tubería puede revertir su dirección de flujo durante el paro de una bomba o el fallo de energía eléctrica y dañar instalaciones hidráulicas tales como bombas y sus respectivos motores.

A continuación se mostrarán algunas ilustraciones de los principales tipos de válvulas:

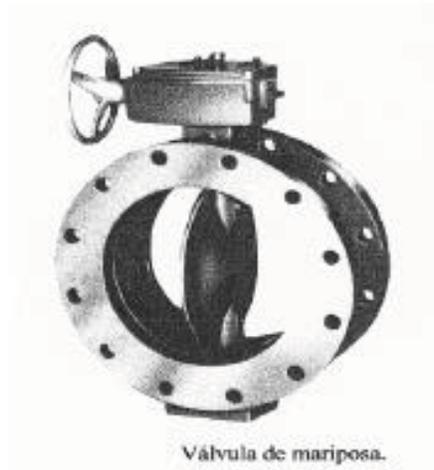


Imagen 2.8.- Válvula de mariposa.

Fuente: Comisión Nacional de Agua (CNA; 1996:28).



Imagen 2.9.- Válvula de asiento (macho).

Fuente: Comisión Nacional de Agua (CNA; 1996:28).

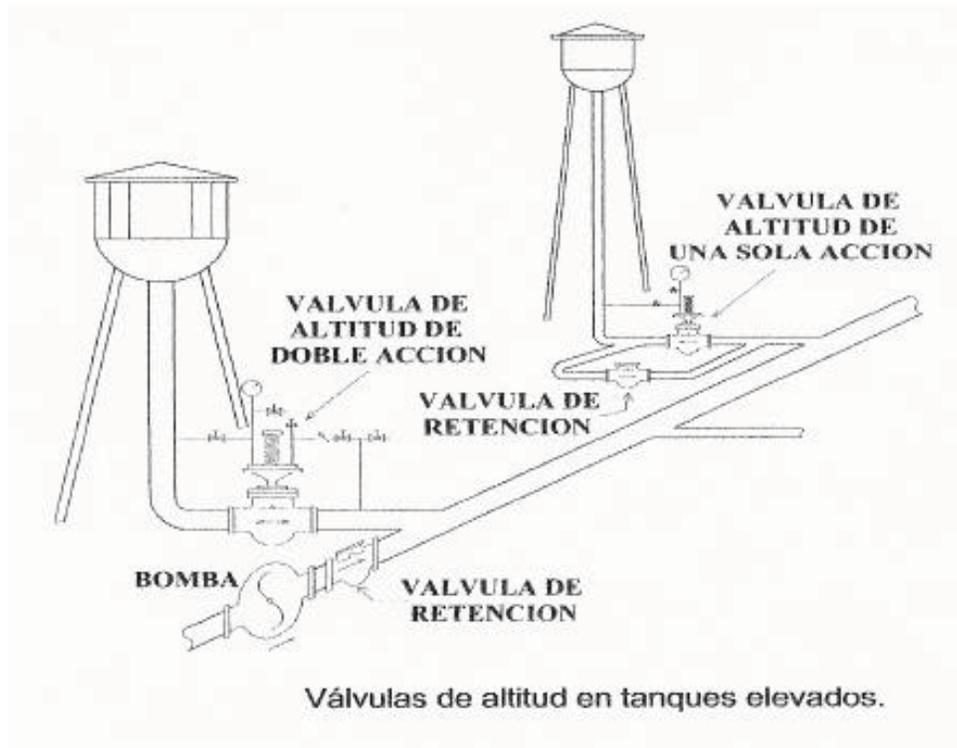


Imagen 2.10.- Válvulas de altitud en tanques elevados.

Fuente: Comisión Nacional de Agua (CNA; 1996:28).

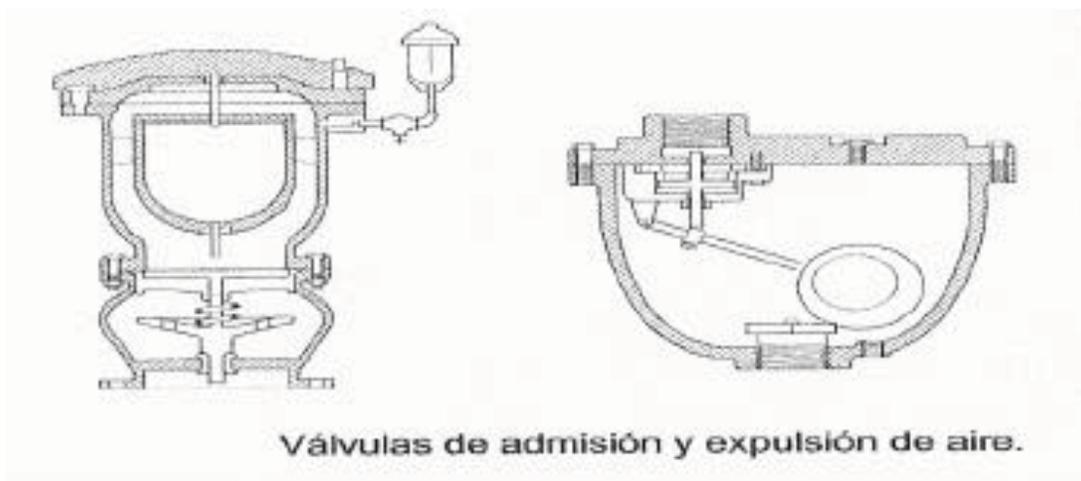


Imagen 2.11.- Válvulas de admisión y expulsión de aire.

Fuente: Comisión Nacional de Agua (CNA; 1996:29).

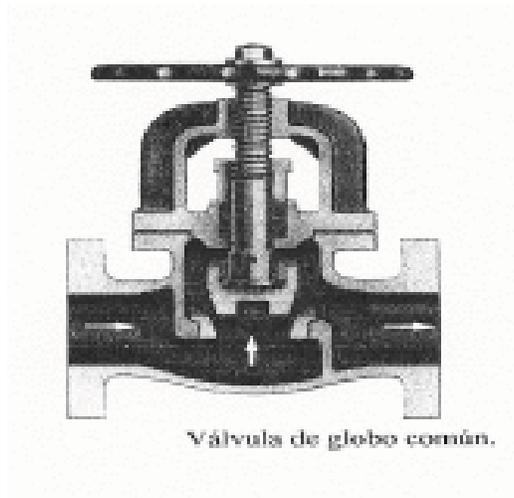


Imagen 2.12.- Válvulas del globo común.

Fuente: Comisión Nacional de Agua (CNA; 1996:30).



Imagen 2.13.- Válvulas de globo con dispositivo controlador de flujo .

Fuente: Comisión Nacional de Agua (CNA; 1996:30).

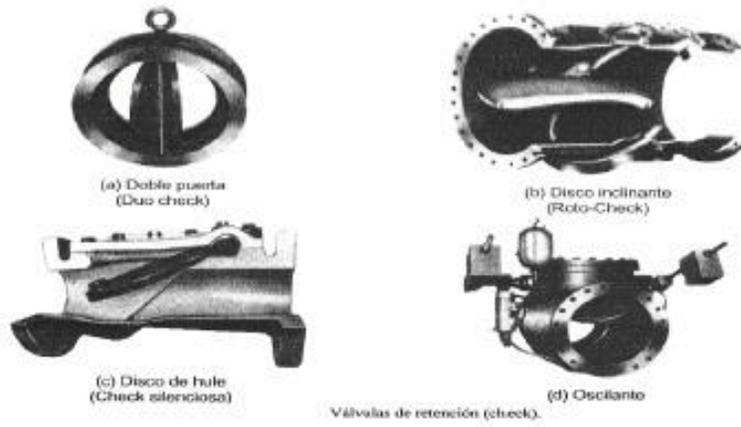


Imagen 2.14.- Válvulas de retención (check) .

Fuente: Comisión Nacional de Agua (CNA; 1996:31).

CAPÍTULO 3

RESUMEN DE MACRO Y MICRO LOCALIZACIÓN

En el presente capítulo se habla de las generalidades del proyecto, así como se muestra la ubicación del lugar donde se encuentra el proyecto a revisar, partiendo de la localidad, su entorno geográfico, mismo en el cual se mostrara su localización geográfica, mencionando las principales características físicas del proyecto, al igual se presentara un informe fotográfico y descriptivo del lugar, con el fin de mostrarnos una idea más amplia de las condiciones físicas actuales del lugar del lugar del proyecto.

3.1.- Objetivo.

El principal objetivo del proyecto es el revisar la red de distribución general de agua potable de la localidad de San Lorenzo, la cual pertenece al municipio de Uruapan, Michoacán, basándose en las normas que marcan las especificaciones para la construcción de este proyecto.

3.2.- Alcance del proyecto.

En este proyecto se menciona los procedimientos y análisis para una adecuada ejecución de la construcción de la red de distribución de agua potable, ya antes mencionada y de esta manera poder realizar la comparación con el proyecto ya existente. De tal manera se podrá dar una opinión en la cual se

especifique si el proyecto que se encuentre en la actualidad, se construyó con la eficiencia requerida, o si las tuberías colocadas fueron las adecuadas, para las dimensiones que abarca dicho proyecto, así mismo también poder analizar si el proyecto está apegado a las normas correspondientes.

3.3.- Entorno geográfico.

En este apartado se analiza la macro localización y la micro localización de la zona del proyecto y la región de la localidad de San Lorenzo que pertenece al municipio de Uruapan Michoacán, se menciona las principales características con la que cuenta dicha comunidad.

3.3.1.- Macro localización.

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°54'34" y 20°54'37" de latitud Norte y los 100°03'23" y 103°44'09" de longitud Oeste.

El estado de Michoacán cubre una extensión de 5,986,400 hectáreas (59,864km²) 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.



Imagen 3.1.- Ubicación del estado de Michoacan en la Republica Mexicana.

Fuente: <http://www.michoacan.gob.mx/GeogdelEstado>

Michoacán por su gran ubicación le permite en un radio de 300 kilómetros tener acceso al 50% del mercado nacional, lo cual le otorga una ventaja competitiva en el área comercial.

El estado de Michoacán 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 los estados de Colima y Jalisco y al Noreste con el estado de Querétaro.

En Michoacán se distinguen dos grandes regiones climáticas las cuales corresponden a la Sierra Madre del Sur y la Escarpa Limítrofe del sur (Eje Neovolcánico), con predominancia de climas cálidos, semicálidos y húmedos, y del eje Neovolcánico con climas semifríos subhúmedos.

En el 2010, en el estado de Michoacán de Ocampo viven:

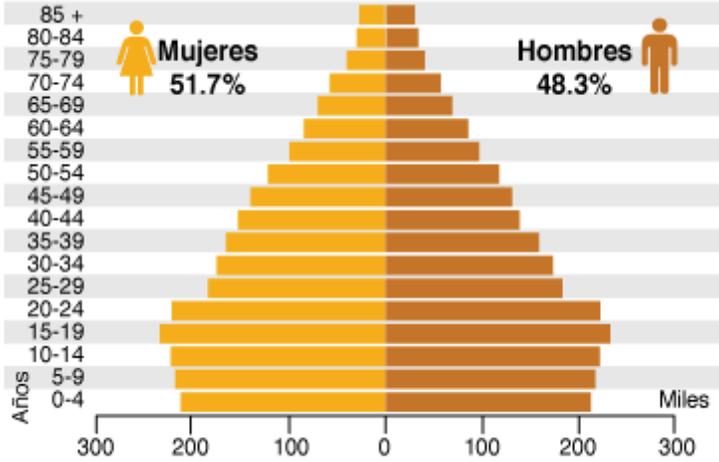
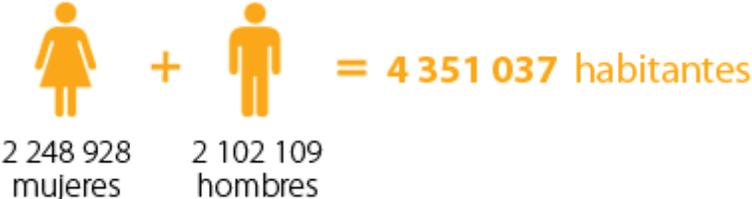


Imagen 3.2.- Habitantes por edad y sexo.

Fuente: INEGI (2010)

3.3.2.- Micro localización.

Uruapan se localiza en la parte Oeste del estado de Michoacán, entre los paralelos 19°25'16" de latitud Norte y los meridianos 101°56'00" al 102°22'00" de longitud Oeste, con una variación de altitud de 1620 msnm.



Imagen 3.3.- Foto Satelital de la Ciudad de Uruapan, Michoacán.

Fuente: Google earth (2010).

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.

La ciudad de Uruapan representa el 1.46% del total de la superficie del estado de Michoacán ya que cuenta con una extensión territorial de 786 km².

El clima en Uruapan, durante el transcurso del año se mantiene a temperaturas promedio, es decir no cuenta con climas extremos, el clima que posee la ciudad es catalogado uno de los mejores del mundo, dichos climas son cálido, subhúmedo con lluvias en verano con una temperatura promedio de 23.4 grados centígrados y una precipitación promedio anual de 1127.4 ml.

Dicho municipio cuenta con un nacimiento de agua, que forma al Río Cupatitzio con una superficie de 58.4%.

La comunidad de San Lorenzo está situado al norte del Municipio de Uruapan (en el Estado de Michoacán) en las coordenadas GPS, Longitud - 102.110833 y en Latitud 19.526389.

Según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI; 2010) cuenta con una población total de 3,639 habitantes, de los cuales 1870 son mujeres y 1769 hombres.

El ratio de fecundidad de la población femenina es de 2.57 hijos por mujer. El porcentaje de analfabetismo entre los adultos es del 21.71% (18.6% en los hombres y 24.65% en las mujeres) y el grado de escolaridad es de 4.68 (5.04 en hombres y 4.34 en mujeres). En San Lorenzo el 88.35% de los adultos habla alguna lengua indígena. En la localidad se encuentran 833 viviendas, de las cuales el 0.19% disponen de una computadora.

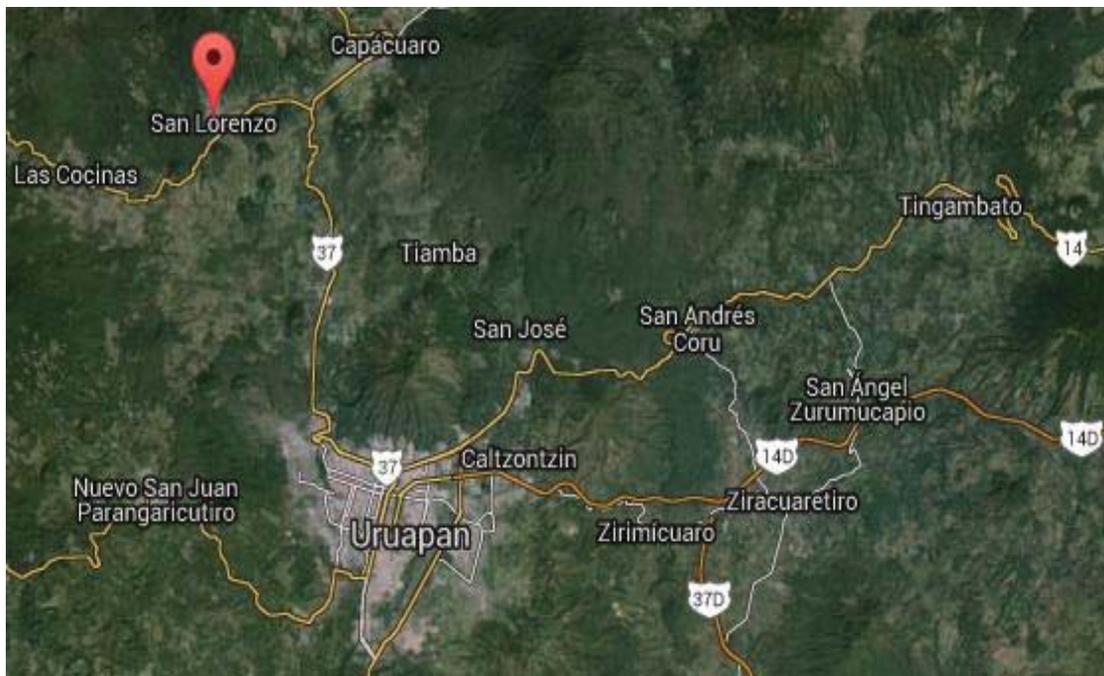


Imagen 3.4.- Foto Satelital, mapa donde aparece el municipio encargado.

Fuente: Google earth (2010)

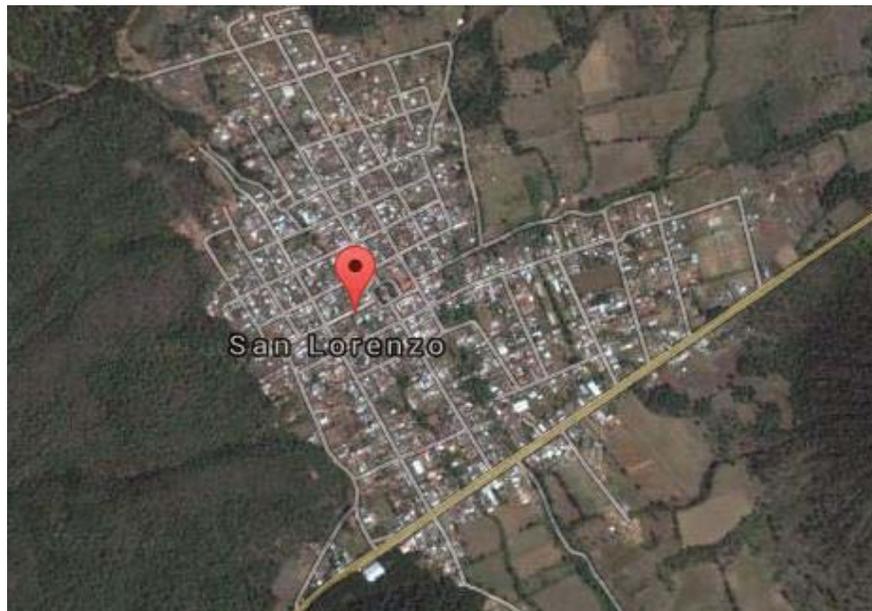


Imagen 3.5.- Foto Satelital de la Comunidad de San Lorenzo, Michoacán.

Fuente: Google earth (2010).

3.4.- Datos geograficos.

A continuación se presentan algunos de los principales datos geograficos mas relevantes con los que cuenta la comunidad de San Lorenzo, mismos que engloban al municipio de Uruapan, Michoacán.

Entre los principales datos geograficos son los siguientes:

Orografía: San Lorenzo se ubica en una depresión. Está rodeado por los cerros La Mesa, El Aguacate y El Costalito. El mayor de los tres es El Costalito, sin embargo, el más conocido en la región es La Mesa debido a la forma que recuerda a ese mueble.

Hidrografía: La comunidad es atravesada por un arroyo que nace en el cerro del Aguacate y desemboca en el arroyo de Botello, el cual, a su vez, finaliza en el Río Lerma. También se localiza la presa del Salitre, llamada así por su elevada cantidad de sal, en ésta se desarrolla la pesca por algunos pobladores.

Clima: Su clima es templado tropical con lluvias en verano. Su temperatura fluctúa entre los 8° C a 37.5° C.

Principales ecosistemas: Un muy importante sector de la comunidad de San Lorenzo, en los alrededores, se dedican a la agricultura, se encuentra cubierto por bosque, en el que en las zonas más elevadas se encuentran pino y encino, en zonas más bajas especies como parota, guaje, cascalote y cirrián. Su fauna se conforma principalmente por coyote, zorrillo, venado, zorra, cacomixtle, liebre, tlacuache, conejo.

Recursos naturales: En dicha comunidad, la superficie forestal maderable es ocupada por pino, encino, y oyamel, en el caso de la no maderable, es ocupada por matorrales de distintas especies.

Características y uso de suelo: Su principal uso es forestal y en menor proporción es para uso agrícola y ganadero.

3.5.- Reporte fotográfico.

La comunidad de San Lorenzo se abastece de agua potable a través de una red de distribución que a su vez se suministra de un contenedor en la parte alta de la comunidad el cual está construido de mampostería y con una profundidad de 2.5 metros. En las partes laterales cuenta con tuberías las cuales es con el fin de alimentarlo y a su vez se encargan de distribuir el agua hacia la red de distribución de la comunidad.



Fotografía 3.1 Contenedor de mampostería.

Fuente: Propia.

En esta fotografía se aprecia en forma general las características y condiciones actuales en las que se encuentra el contenedor encargado de almacenar toda el agua que se distribuye en las redes hidráulicas de la comunidad de San Lorenzo.



Fotografía 3.2 Camino para subir al contenedor.

Fuente: Propia.

En la fotografía anterior se aprecia la altura a la que se encuentra el contenedor para que cuente con la pendiente suficiente para que pueda llevar el agua a la red de distribución con la suficiente presión para poder llegar a la toma domiciliaria.



Fotografía 3.3 Válvula de paso.

Fuente: Propia.



Fotografía 3.4 Registro.

Fuente: Propia.

En estas dos fotografías se aprecian algunas de las conexiones en la parte interior del contenedor como son válvulas y detalles del registro los cuales cuentan en general sus conexiones con tuberías de 2" y 4 " pulgadas de PVC



Fotografía 3.5 Conexión alimentadora del contenedor.

Fuente: Propia.

A continuación se muestra la tubería encargada de alimentar el contenedor la cual es una tubería de fierro galvanizado para agua potable de 6” pulgadas, con un “codo” del mismo material para facilitar el llenado del contenedor.



Fotografía 3.6 Conexión de distribución.

Fuente: Propia.

Por último en esta fotografía se aprecia la conexión necesaria para poder dar salida al agua del contenedor a través de una salida de tubo de fierro galvanizado de 6” pulgadas a través de un cople se convierte en una tubería de

PVC la cual se conecta a la red principal de distribución y de ahí se sigue hasta las tomas domiciliarias de toda la comunidad.

3.6.- Estado físico actual.

La comunidad de San Lorenzo cuenta con una red de distribución de agua potable en condiciones deterioradas ya que tiene muchos años que se instaló la primer sección, este ha sido un trabajo que se ha ido desarrollando por etapas, así como fueron aumentando las necesidades de las personas que ahí vivían, sin embargo la principal queja que tienen los vecinos de esta comunidad es que no cuentan con la presión suficiente de agua en las tuberías e incluso hay algunas partes de la comunidad en las que en cierto horario específico no se cuenta con agua totalmente, es decir hay horas que no tienen agua.

Las tuberías de la comunidad, actualmente no cuentan con una institución a cargo para darles mantenimiento y saneamiento a la red hidráulica, por consiguiente existe un gran problema de descontrol y perdidas de presiones ya que existen muchas tomas clandestinas que no están registradas y no pagan las cuotas de recuperación y eso evita que pueda hacerse un buen proyecto de red y así lograr la distribución adecuada para a cada toma domiciliaria.

3.7.- Alternativas de solución.

Debido a que en la comunidad de San Lorenzo el principal problema es la falta de presiones en las mayoría de las tomas domiciliarias, debido a la gran cantidad de tomas clandestinas que existen, una de las alternativas de solución básicas sería la incorporación de todas estas tomas a la red de agua potable para poder extraer el agua necesaria para dotar de una buena presión en todas las tomas, otra opción que se podría manejar es a través de la instancia encargada de regular todos los asuntos correspondientes con el saneamiento de la comunidad, la institución encargada de la regulación con algún programa para incentivar a la gente a regularizar sus tomas siguiendo los protocolos establecidos, y la última alternativa viable sería a través de un censo poblacional calcular el total de habitantes y viviendas en San Lorenzo y conociendo ese dato trabajar en un nuevo diseño de la red de distribución de agua potable la cual sea capaz de abastecer y dotar de buena presión de agua a todas esas personas en sus tomas.

3.8.- Planteamiento de solución.

Como bien se sabe que en la comunidad de San Lorenzo, así como en la mayoría de los lugares que no cuentan con una instancia personalizada para el control y distribución del agua su principal problema son los gastos excesivos que presentan por no tener un control correcto del agua total necesaria para satisfacer correctamente sus necesidades, se tomara como mejor opción para la solución del problema la de realizar primeramente realizar un estudio topográfico para conocer

los niveles, pendientes de las calles así como las distancias entre sí, una vez teniendo los niveles se continuará con la elaboración del censo poblacional para conocer la cantidad real de tomas domiciliarias y gente que requiere abastecerse de agua potable, ya con los dos datos preliminares se procederá a realizar aforos en los puntos de llenado del contenedor abastecedor de la comunidad para finalizar con la elaboración del proyecto hidráulico de la red de distribución de agua potable para toda la comunidad de San Lorenzo.

CAPÍTULO 4

METODOLOGÍA

En el presente capítulo se menciona la descripción metodológica que se utilizó en el desarrollo de la investigación. Se mencionará el método empleado, el enfoque de investigación, el alcance de la investigación así como el diseño de la misma y los instrumentos de recopilación de información, concluyendo con la descripción del proceso de investigación. El encuadre del presente es un enfoque de investigación cuantitativo descriptivo no experimental.

4.1 Descripción metodológica.

Una de las cualidades esenciales del ser humano es la tendencia a tratar de comprender y explicar el mundo que le rodea y buscarle un sentido a las cosas. Esta capacidad constituye un motor que ha impulsado al hombre a lograr el avance de la ciencia y la tecnología. Investigar significa averiguar, indagar, buscar. Las diferencias entre la investigación empírica y la científica son el método y la técnica.

El objetivo principal de la investigación científica es la descripción, explicación y predicción de la conducta de los fenómenos, es decir, la búsqueda de nuevos conocimientos.

En este apartado se extiende el enfoque en el que se fundamenta el presente, para este caso será el método matemático. El ser humano fácilmente

capta la noción de cantidad, sin darse cuenta de que se aplica un procedimiento científico existe la tendencia a comparar cantidades para obtener nociones derivadas, de importancia, valor económico y capacidad.

4.2 Enfoque de investigación.

En cualquier investigación que asiente números de relaciones constantes, variedad de hipótesis, diversidad de comprobaciones y éstas se tomen en cuenta para afirmar o negar algo, se está haciendo aplicación del método cuantitativo. Por dicha razón, se considera que la presente investigación es precisamente de tipo cuantitativo.

El enfoque cuantitativo es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a una siguiente y no se puede eludir pasos, el orden debe ser riguroso aunque es posible redefinir fases. La proyección inicial deberá tomar en cuenta todo esto y definir un modelo de investigación que abarque todos los requerimientos, sin embargo, este podrá cambiarse para ser adecuado conforme se tenga avance en la investigación.

“Parte de una idea, que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables, se desarrolla un plan para probarlas (diseño); se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas (con

frecuencia utilizando modos estadísticos), y se establece una serie de conclusiones respecto a la(s) hipótesis” (Hernández y Colaboradores 2008: 4).

Para este método, las hipótesis se generan antes de recolectar y analizar los datos, es decir que son suposiciones o creencias que deben ser corroboradas o desechadas con los resultados que se obtienen. La recolección de los datos se fundamenta en la medición; misma que se lleva a cabo con la utilización de procedimientos estandarizados y aceptados por una comunidad científica. (Hernández y Colaboradores, 2008).

Debido a que los datos son producto de mediciones, deben ser representados con números (cantidades) y se analizan a través de métodos estadísticos. En el proceso se busca el máximo control, la investigación debe ser lo más objetiva posible, los fenómenos observados y medidos no deben ser afectados por el investigador en ningún momento.

4.2.1 Alcance de la investigación.

La presente investigación es considerada como descriptiva. Los estudios descriptivos tienen como objetivo especificar las propiedades, características y los perfiles de las personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que sea sometido a un análisis. (Hernández y Colaboradores, 2008).

Dichos estudios únicamente tienen la intención de medir o recolectar información de manera ya sea independiente o conjunta sobre los conceptos o las

variables a las que se refieren, es decir, que su objetivo no es el de indicar cómo se relacionan las mismas. Los estudios descriptivos son útiles para mostrar de manera precisa los ángulos o dimensiones de un fenómeno.

4.2.2 Diseño de la investigación.

El término diseño se refiere al plan o estrategia concebida para obtener la información que se desea. En el enfoque cuantitativo el investigador debe utilizar sus diseños para analizar la certeza de las hipótesis formuladas en un contexto particular o para aportar la evidencia respecto a los lineamientos de su investigación.

Para el enfoque cuantitativo, la calidad de una investigación estará relacionada con el grado en que se aplique el diseño tal como fue preconcebido. Sin embargo, en cualquier tipo de investigación el diseño debe ajustarse ante posibles contingencias o cambios en la situación.

El diseño empleado es el de no experimental cuantitativa, esto es que la investigación se realiza sin manipular deliberadamente las variables. Es decir que se trata de estudios donde no se hace variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto en otras variables. Lo que se hace es observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural. (Hernández y Colaboradores, 2008).

En un estudio no experimental no se genera ninguna situación, se observan situaciones ya existentes que no son provocadas intencionalmente. En el análisis que se realiza en este trabajo, se observará el desempeño de una red de distribución de agua potable después de ser optimizada a través de procesos de apoyo, como cálculo de presiones y distribución de flujos sin embargo esto no es provocado ya que los resultados arrojados son producto de la evolución de la red de distribución y no dependen directamente del proyectista.

Esta investigación es sistemática y empírica en la cual las variables independientes no se manipulan ya que la red existe y los habitantes que se abastecerán igualmente. Las inferencias sobre las relaciones entre las diferentes variables se realizan sin necesidad de la intervención o influencia directa y las mismas se observan tal como se han dado en su contexto natural.

La investigación no experimental a su vez se cataloga en dos tipos: por su dimensión temporal o el número de momentos o puntos en el tiempo, en los cuales se recolectan los datos. La investigación se centra en analizar cuál es el nivel o modalidad de una o diversas variables en un momento dado. En este caso el diseño apropiado es el transversal o transeccional. Ya sea que su alcance inicial o final sea exploratorio, descriptivo, correlacional o explicativo.

El diseño de investigación transeccional o transversal recolecta datos en un solo momento y en un tiempo único. "Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Es como tomar una fotografía de lo que sucede." (Hernández y Colaboradores, 2008: 151).

4.3 Instrumentos de recopilación de información.

Los instrumentos utilizados en la investigación se listan a continuación:

- Office Excel: utilizado para la realización de tablas empleadas en el cálculo de presiones de tuberías y gastos de la misma, para calcular diámetros de tubo.
- Software AutoCAD 2014: utilizado para el trazado de los planos de las estructuras ya mencionadas y para presentación.

4.4 Descripción del proceso de investigación.

Primeramente, se planteó una problemática en la cual se centra la investigación, se delimitó y se hizo una hipótesis principal con la cual se trabaja a lo largo de toda la investigación. Como segundo paso, se realizó una investigación documental sobre artículos y/o escritos ya existentes sobre el tema a tratar, obteniendo amplios resultados en la biblioteca de la institución así como el apoyo de maestros y personas de la comunidad de San Lorenzo.

Para la investigación de campo, se realizó primero una visita a las autoridades de la comunidad de San Lorenzo los cuales accedieron a nuestro proyecto y proporcionaron permiso para realizar trabajos en la comunidad, los cuales comenzaron con una revisión al censo de población, una vez analizado el censo se realizó un levantamiento topográfico para tener los niveles más importantes del terreno, después se digitalizó un plano con la red actual de agua potable en la comunidad, una vez terminado se prosiguió a una visita guiada a los

lugares de donde se extrae agua actualmente así como a el lugar donde se planea extraer para abastecer las necesidades actuales.

Finalmente, se trabajó en oficina con todos los datos recabados para calcular las dotaciones de agua necesaria para toda la comunidad, y los diámetros y pendientes necesarias para satisfacer dichas necesidades.

Por último, con los resultados obtenidos se plantea una conclusión tomando en cuenta todo lo que se observa a lo largo de la investigación y se justifican los resultados obtenidos para que el proceso sea considerado éxito.

CAPÍTULO 5

CÁLCULO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En el presente capítulo se presenta el análisis matemático que se llevó a cabo para encontrar las presiones necesarias que darán abasto para solucionar el problema de presiones en la red de distribución de agua potable en la comunidad de San Lorenzo.

Así mismo, se abordan todos los pasos a seguir para llegar a la recopilación de todos los datos necesarios para poder llegar a la parte de los cálculos ya que en este caso no se puede comenzar con el cálculo de la red de distribución de agua potable sin tener primeramente datos tanto del terreno como de la población, estos datos incluyen desde el levantamiento topográfico de la población incluyendo solamente planimetría y altimetría sin curvas de nivel ya que solo necesitamos de los niveles del terreno para mismo proponer las pendientes necesarias de la tubería para poder abastecer las necesidades de presiones en la comunidad.

Una vez obtenidos los niveles de la población se procederá a realizar el censo poblacional de la comunidad de “San Lorenzo” para poder conocer la cantidad de habitantes de dicha comunidad y de igual manera poder identificar el número total de tomas domiciliarias que existen en la comunidad para poder realizar un diseño adecuado de la red de distribución de agua y evitar fugas de presiones por las tomas clandestinas.

Una vez recabados esos datos se procederá con el aforo de los tanques que almacenan el agua que se distribuirá a la comunidad para conocer la cantidad exacta de agua que pueden almacenar así como la capacidad de la bomba que los alimenta para a partir de esos datos poder calcular el agua que se necesitara y por consiguiente la cantidad de tiempo que necesitaremos tener trabajando la bomba para poder saciar las necesidades de nuestra nueva red de agua potable, propuesta la cual será el último paso de nuestro capítulo de cálculos para poder concluir y arrojar los datos necesarios tanto de dimensiones, longitudes de tuberías, piezas especiales y todo lo necesario para poder construir la red de agua potable que optimizara la capacidad de presiones y podrá abastecer el problema de la comunidad de San Lorenzo.

5.1 Altimetría y Planimetría.

Como se mencionó anteriormente el conocer los niveles y distancias tanto de las calles como de los tanques contenedores de agua es básico para comenzar con el diseño de la red de distribución, para obtener los niveles fuimos a la comunidad y apoyados de una estación total realizamos el levantamiento topográfico de cada una de las calles y de los tanques contenedores de agua ubicados en las orillas de la comunidad una vez levantadas todas las calles se procedió a la digitalización de dichos datos y de toda la comunidad en general lo que dio como resultado el plano de niveles y distancias, el cual se puede apreciar en el anexo 1.1 (Plano niveles de la comunidad de “San Lorenzo”)

5.2 Periodo económico.

Se entiende por periodo económico al intervalo de tiempo durante cual la obra llega a su nivel de saturación, este periodo debe ser menor que la vida útil, por vida útil se entiende que 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 anti-económico su uso o que se requiera ser eliminada por insuficiente.

A continuación se mencionan los periodos de diseño recomendados:

Elemento	Periodo de diseño
Pozo de agua	5 años
Presa	hasta 50 años
Línea de conducción	de 10 a 20 años
Planta potabilizadora	de 5 a 10 años

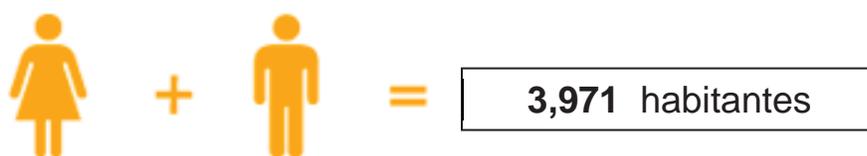
Imagen 5.1 Periodos de diseño recomendados.

Fuente: CNA (2007).

En base a esta información el periodo económico será de 20 años por lo cual es el máximo intervalo de duración y no excede nuestra vida útil ya que radica entre 20 y 40 años.

5.3 Población actual.

Hablado de la comunidad de “San Lorenzo” perteneciente al municipio de Uruapan, según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI; 2010) cuenta con una población total de 3,971 habitantes, de los cuales 2,047 son mujeres y 1,924 hombres..



2,047 son
del sexo
femenino

1,924 son
del sexo
masculino

5.4 Población futura.

Debido a que en el diseño de la red de distribución de agua potable se proyectara para el año 2035 es necesario considerar un % de crecimiento anual, el cual de acuerdo a lo establecido por la INEGI es del 2.5%.

5.4.1 Población del proyecto.

En base al crecimiento histórico, las variaciones en las tasas de crecimiento, su característica migratoria y las perspectivas de desarrollo económico de la localidad, se definirá de ser posible la tasa de crecimiento para proyectar la población anualmente en un futuro, además podemos apoyarnos en los siguientes métodos de acuerdo a las características propias de la localidad y a nuestro punto de vista, como proyectista.

A continuación se presentarán los métodos de proyección de población a futuro, los cuales son:

A) Método de proporción aritmética: Se aplica en localidades cuyo crecimiento se ha establecido, generalmente son ciudades antiguas, para este método se aplicara la siguiente ecuación.

$$P_f = P_a + I_a N$$

Donde:

P_f: Población futura.

P_a: Población actual.

I_a: Incremento anual.

N: Periodo económico. (Número de años de proyección)

B) Método de proporción geométrica: Se supone que la población crece en proporción geométrica, se basa en el cálculo de interés compuesto, con la siguiente ecuación se definirá la población del proyecto.

$$Pf = Pa (1 + r)^N$$

Donde:

Pf: Población futura.

Pa: Población actual.

r: Razón de incremento.

N: Periodo económico. (Número de años de proyección)

$$(1 + r) = \sqrt[N']{P2/P1}$$

Donde:

P1= Habitantes del último censo disponible.

P2= Habitantes del primer censo disponible.

N'= Intervalo de tiempo transcurrido entre P1 y P2.

C) Método de incrementos diferenciales: En este método se hace intervenir todos los datos de los censos que se tengan disponibles y se obtienen los incrementos de cada periodo y de ahí los porcentajes (%) de incremento, calculando un promedio para su aplicación final

$$\% \text{ promedio} = \frac{\text{porcentaje (\%)}}{\# \text{ de censos disponibles}}$$

D) Método de incremento general de la población: Se aplica cuando no se tienen datos o estos son pocos confiables, consiste en calcular la población futura tomando como factor de incremento el dato de la región o del país que en este caso es del 2.5% anual aplicando a la población anual.

E) Método gráfico: Consiste en llevar los datos disponibles a un sistema de ejes de coordenadas en los que se colocan los puntos formados por las rectas que se cruzan y representan año y el censo respectivo; para conocer la población futura se extrapola la curva resultante.

Respecto al método a utilizar dependerá del criterio del proyectista y de las condiciones reales de la localidad, fraccionamiento, zona o lugar de estudio, pudiendo seleccionar solo uno de ellos.

Enseguida se muestra cómo fue que obtuvimos nuestra población a futuro, utilizando uno de los métodos ya mencionados anteriormente. Nosotros como

proyectistas seleccionamos el método de incremento general de la población ya que este se aplica cuando los datos no son muy confiables.

AÑO	Población actual	Incremento 2.5% anual	Población siguiente año
2010	3971	0	3971
2011	3971	99	4070
2012	4070	102	4172
2013	4172	104	4276
2014	4276	107	4383
2015	4383	110	4493
2016	4493	112	4605
2017	4605	115	4720
2018	4720	118	4838
2019	4838	121	4959
2020	4959	124	5083
2021	5083	127	5210
2022	5210	130	5341
2023	5341	134	5474
2024	5474	137	5611
2025	5611	140	5751
2026	5751	144	5895
2027	5895	147	6042
2028	6042	151	6193
2029	6193	155	6348
2030	6348	159	6507
2031	6507	163	6670
2032	6670	167	6836
2033	6836	171	7007
2034	7007	175	7182
2035	7182	180	7362

Imagen 5.1.- Proyeccion de población a futuro.

Fuente: Propia.

Para obtener la población a futuro se consideró en utilizar el método de incremento general de la población en dicha comunidad, la cual tiene un desarrollo de crecimiento de población considerable, habiendo calculado con dicho método se obtiene el siguiente dato, para el año 2035 se plantea tener un poco más de 7,000 habitantes, aproximadamente.

 $+$  $=$

7,362 habitantes

5.5 Dotación de agua potable.

Se trata de la cantidad de agua que se asigna a cada habitante, tomando en cuenta todos los servicios y pérdidas físicas en el sistema, las unidades que se utilizarán serán dadas en l/hab/día.

La dotación se obtiene a partir de las demandas, en nuestro país se recomiendan las siguientes dotaciones.

En las siguientes hojas se presentan las dotaciones correspondientes de la población en habitantes.

1.- Poblaciones de 5,000 habitantes.

Consumo	Mínimo	Medio	Máximo
Domestico	35	60	90
Comercial Industrial	10	15	23
Publico	12	20	30
Perdidas	3	5	7
Dotación (l/hab/día)	60	<u>100</u>	150

2.- Poblaciones de 5,000 a 15,000 habitantes.

Consumo	Mínimo	Medio	Máximo
Domestico	60	90	120
Comercial Industrial	15	23	30
Publico	20	30	40
Perdidas	5	7	10
Dotación (l/hab/día)	100	<u>150</u>	200

3.- Poblaciones de 15,000 a 50,000 habitantes.

Consumo	Mínimo	Medio	Máximo
Domestico	90	120	150
Comercial Industrial	23	30	35
Publico	30	40	50
Perdidas	7	10	15
Dotación (l/hab/día)	150	<u>200</u>	250

4.- Poblaciones de 50,000 habitantes.

Consumo	Mínimo	Medio	Máximo
Domestico	120	150	180
Comercial Industrial	30	35	40
Publico	40	50	60
Perdidas	10	15	20
Dotación (l/hab/día)	200	<u>250</u>	300

Entonces mencionando que la comunidad de San Lorenzo tendrá alrededor 7,000 habitantes para el año 2035, mencionamos que se considerara una dotación de 150 l/hab/día.

5.6 Gastos de diseño.

De acuerdo con la CNA (1994), para poder facilitar el cálculo hidráulico de la red se asume que el consumo se extrae concentrado en sus nudos. Para esto existen tres procedimientos para obtener el gasto de demanda en cada uno.

A continuación se mencionarán Gasto por lote o toma, Gasto por unidad de área y el Gasto por unidad longitudinal. Siendo el Gasto por lote o toma el más preciso; los otros dos procedimientos requieren de menos datos o información, pero así mismo sus resultados pueden ser menos confiables.

Gasto por lote o toma: se requiere conocer el número de habitantes por lote o toma, se calcula el caudal que requiere en cada uno multiplicando este número por la dotación. De un manera se calcula el consumo para usos habitacionales con los datos del tema “datos básicos” el caudal que entrega un tramo se integra con la suma de los caudales de los lotes atendidos por el tramo. Este caudal se concentra en partes iguales en los nudos del tramo.

Gasto por unidad de área: si solamente se conoce la superficie que se analizara y todavía no se ha lotificado, el gasto total se divide entre el área neta a la que proporcionara el servicio. El gasto unitario que resulta se multiplicara por el

área que sirve cada nudo, por lo cual el área por servir en áreas de influencia para los diferentes nodos.

Gasto por unidad longitudinal: cuando se conocen las superficies con certeza que atenderá cada tramo, se divide el gasto total de la red entre la suma de las longitudes de todos los tramos. El gasto unitario resultante se multiplica por la longitud de cada tramo. Para este procedimiento, solamente se usa en el abastecimiento de zonas habitacionales y se recomiendan los otros dos para zonas industriales.

Los gastos de diseño sirven para determinar la cantidad de agua que se va a requerir, de acuerdo a las diferentes demandas que se puedan llegar a tener durante un día normal o un día crítico.

5.7 Gasto medio diario.

Al gasto medio se le considera como la cantidad de agua que se requiere para satisfacer las necesidades de una población de un día de consumo promedio, en la siguiente ecuación se muestra como obtener el gasto medio diario.

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

Donde:

Q_{MD} = Gasto medio diario (en lts/seg)

D= Dotación (en l/hab/día)

P= Número de habitantes

86,400= segundos/día

5.8 Gastos máximos diario y horario.

Los gastos máximos diario y máximo horario, son lo que se requieren para poder cumplir con las necesidades que tenga una población en un día en cual se llegue a tener un máximo consumo, así como a la hora que se tenga un máximo consumo durante el año.

En las siguientes fórmulas se observa cómo se obtienen los gastos máximo diario y máximo horario respectivamente, estos gastos se obtendrán tomando como base el gasto medio.

$$Q_{MD} = (CVd) (Q_{med})$$

$$Q_{MH} = (CVh) (Q_{MD})$$

Donde:

Q^{MD} = Gasto máximo diario (en lts/seg)

Q^{MH} = Gasto máximo horario (en lts/seg)

CV_d = Coeficiente de variación diaria.

CV_h = Coeficiente de variación horaria.

Q^{med} = Gasto medio diario (en lts/seg)

5.9 Coeficientes de variación.

Los coeficientes de variación dependen de la demanda debido a los días laborables y otras actividades. Los requisitos para un sistema de distribución no son iguales durante el año, ni el día, la demanda varía de forma diaria y horaria. Es necesario obtener gastos máximo diario y máximo horario, estos se calculan multiplicando el coeficiente de variación diaria por el gasto medio diario, y el coeficiente de variación horaria por el gasto máximo diario respectivamente.

Como señala la CNA (2007) en la siguiente tabla 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 de distribución		X

Imagen 5.2.- Gasto de diseño para estructuras de agua potable.

Fuente: CNA (2007).

Después de haber analizado a detalle las necesidades de dotación de agua potable de la comunidad, se pudo trabajar en un diseño de red que abasteciera dichas necesidades, para poder llegar al diseño óptimo se analizaron tablas de dotación, coeficientes de variación, gastos máximos, gastos diarios, etc. A través de los cuales pudimos calcular cuántos litros de agua son los necesarios para la comunidad cuente con agua en cualquier hora del día. De igual manera fue necesario recurrir a censos poblacionales y levantamientos topográficos para poder tener una mejor perspectiva del problema y así poder llegar a proponer los diámetros de tubería más adecuado, otro punto importante fue cuidar las velocidades máximas de las tuberías en base a las pendientes topográficas del terreno ya que de excederse podrían llegar a causar daños a la tubería evitando así que la comunidad contará con agua en todo momento y fallando en nuestros objetivos. Todo cálculo se realizó en Microsoft Excel donde obtuvimos los resultados de las redes de distribución de agua, cabe mencionar que dichos resultados se encuentra en la parte de anexos junto con el plano de red de distribución de agua potable de la comunidad de San Lorenzo.

CONCLUSIÓN

Hablando de un elemento vital como lo es el agua, el cual es indispensable para que pueda sobrevivir el ser humano, se puede decir que en tiempos pasados el agua estaba sin un fin de lucro, por lo cual las fuentes de abastecimiento se encontraban en abundancia de forma natural, por mencionar algunos, en ríos, lagos, manantiales, etc. Entonces las poblaciones se establecían al más cercano a estas fuentes de abastecimiento, para su sobrevivencia.

Ya que los tiempos han estado cambiando constantemente, al igual que el crecimiento de las poblaciones, las fuentes de abastecimiento de agua quedan un poco alejadas, es por eso que se considera necesario contar con una red de abastecimiento o distribución de agua potable la cual debe ser la correcta para la cantidad de personas a las cuales se les abastecerá este elemento vital.

En la actualidad gracias al gran desarrollo tecnológico, se logra realizar redes de abastecimiento o distribución de agua potable mucho más eficiente que ayuda a que la red de distribución sea más efectiva y con las menores pérdidas de posibles de agua.

En el presente trabajo se planteó como objetivo: Desarrollar un método para hacer más eficiente el sistema de agua potable en la comunidad de San Lorenzo, el cual con la nueva propuesta establecida se cumple el objetivo principal de abastecer con eficiencia a dicha comunidad para satisfacer su necesidades, con esto se concreta que se abastecerá por completo toda la comunidad.

Además de todo esto, se determinó como objetivos particulares identificar cuantas tomas domiciliarias de agua potable existen en dicha comunidad, con previas investigaciones establece que existen 833 viviendas el cual es el mismo número de tomas domiciliarias existentes, obtenido este dato ayudó para así mismo poder calcular cuánta agua necesita cada persona para satisfacer sus necesidades básicas y cotidianas del uso de este elemento vital para el ser humano el cual es una dotación de 150 lts/hab/día, además la propuesta de este sistema de red de abastecimiento de agua potable para la comunidad de San Lorenzo se proyectó para 20 años para así mismo prever el abastecimiento de agua potable necesaria del crecimiento a futuro de dicha población, y como último objetivo se estableció definir que es una red de distribución de agua potable el cual una red de distribución de agua potable se define como un conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen dicho elemento desde un tanque de servicio hasta las tomas domiciliarias, con la finalidad de suministrar agua potable a los usuarios.

Mediante a estudios previos de la comunidad de San Lorenzo se obtuvo una propuesta más eficiente para abastecer agua potable y satisfacer necesidades de los habitantes de dicha comunidad, con esto se responde la pregunta de investigación que se planteó desde un inicio y concluimos que la propuesta hecha abarca las necesidades prioritarias, al igual que con la ayuda de cálculos matemáticos resolvimos dicha pregunta.

Durante dicho proceso de investigación y cálculos matemáticos nos encontramos con el establecimiento de los diámetros de tubería a utilizar,

cuidando principalmente que cumplieran con las características para soportar el gasto de descarga así como las velocidades que deben estar entre los 0.5 y 5 m/s.

Para el abastecimiento de agua potable, en primera estancia se extraerá dicho elemento de un pozo profundo para después almacenarse en un tanque de servicio y de ahí distribuirse a toda la comunidad y abastecer la cantidad necesaria de agua para satisfacer necesidades.

BIBLIOGRAFÍA

Comisión Nacional de Agua. (1994)

Lineamientos técnicos para la elaboración de proyectos de agua potable y alcantarillado sanitario.

CNA, México.

Comisión Nacional de Agua. (2007)

Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento.

CNA, México.

Facultad de Ingeniería Civil. (1985)

Manual de normas de proyectos para obras de aprovechamiento de agua potable en localidades urbanas de la república mexicana.

UNAM, México.

Hernández Sampieri, Roberto y Cols. (2005)

Metodología de la investigación.

Mc Graw Hill, México.

Saldarriaga, Juan. (2009)

Hidráulica de tuberías, abastecimiento de agua, redes y riego.

Alfaomega grupo editor, México.

Steel, Enerts W. y Mc Ghee Terence. (1981)

Abastecimiento de agua potable y alcantarillado.

Mc Graw Hill, México.

Tamayo y Tamayo, Mario. (2000)

El proceso de la investigación científica.

Limusa, México.

OTRAS FUENTES DE INFORMACIÓN

<http://www.google.earth>

<http://www.michoacanc.gob.mx>

<http://www.inegi.gob.mx>

ANEXOS

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL - UNIVERSIDAD DON VASCO A.C.

Título: Propuesta de optimización de la red de agua potable en la comunidad de "San Lorenzo"

Presentan: Luis Felipe Flores Gutiérrez y Moisés Alejandro Hernández Reyes

Asesor: I.C. Carlos César Pérez Ángeles

ANEXO A

TRAMO	LONGITUD PROPIA (M)	LONGITUD TOTAL (M)	GASTO DE DISEÑO (LTS/SEG)	DIAMETRO TEORICO (PULG)	DIAMETRO PRACTICO (PULG)	AREA HIDRAULICA (M2)	VELOCIDAD (MTS/SEG)	RUGOSIDAD RELATIVA E/D (mm)	NUMERO DE REYNOLDS RE	COEFICIENTE DE FRECCION	PERDIDAS POR FRICCION	NIVEL ESTATICO	NIVEL DINAMICO	NIVEL DE TUBERIA	CARGA REAL DISPONIBLE (MCA)	PRESION REAL EN TUBERIAS KG/CM2	CLASE DE TUBERIA
1-2	1150	1150	2.12	3.87	3.00	0.004560	0.46	0.00001969	35430.08022	0.022631	3.76	134.56	124.30	102.53	21.77	2.18	CLASE 5
2-3	625	1775	3.27	4.81	4.00	0.008107	0.40	0.00001476	41014.16895	0.021881	1.12		128.06	118.24	9.82	0.98	CLASE 5
4-5	912	912	1.68	3.45	3.00	0.004560	0.37	0.00001969	28097.59405	0.023869	1.98		123.28	104.77	18.51	1.85	CLASE 5
6-7	407	407	0.75	2.30	2.00	0.002027	0.37	0.00002953	18808.75128	0.026296	1.47		125.26	106.25	19.01	1.90	CLASE 5
7-8	1367	1774	3.27	4.81	4.00	0.008107	0.40	0.00001476	40991.06238	0.021884	2.44		126.73	114.03	12.70	1.27	CLASE 5
9-10	452	452	0.83	2.43	2.00	0.002027	0.41	0.00002953	20888.34295	0.025635	1.97		123.72	107.75	15.97	1.60	CLASE 5
10-11	615	1067	1.97	3.73	3.00	0.004560	0.43	0.00001969	32872.95269	0.023020	1.76		125.69	108.49	17.20	1.72	CLASE 5
11-12	621	1688	3.11	4.69	4.00	0.008107	0.38	0.00001476	39003.89701	0.022129	1.02		127.45	118.71	8.74	0.87	CLASE 5
12-13	236	1924	3.55	5.01	4.00	0.008107	0.44	0.00001476	44457.04849	0.021493	0.49		128.46	112.33	16.13	1.61	CLASE 5
13-14	502	2426	4.47	5.62	6.00	0.018241	0.25	0.00000984	37371.03244	0.022326	0.23		128.95	119.20	9.75	0.98	CLASE 5
14-15	3656	6047	11.15	8.88	6.00	0.018241	0.61	0.00000984	93150.30221	0.018353	8.38		129.18	118.43	10.75	1.07	CLASE 5

137.56

Q max. horario	11.1496	lts/seg
Long. Total	6,047	mts
q. Unitario	0.0018	lts/seg/mt

Tubería PVC. Hidráulico		
clase 5	5	kg/cm2
clase 7	7	kg/cm2
clase 10	10	kg/cm2
clase 14	14	kg/cm2
clase 20	20	kg/cm2

G=	4.555	T=	0.8764	para	4000<Re<10 ⁵
G=	6.732	T=	0.9104	para	10 ⁵ <Re<3x10 ⁶
G=	8.982	T=	0.93	para	3x10 ⁶ < Re < 10 ⁸

ESQUEMA DE INGENIERIA CIVIL - UNIVERSIDAD DON BOSCO A.C.
 Titulo: Propuesta de optimización del red de agua potable en la comunidad de "San Lorenzo"
 Presentar: Luis Felipe Flores Gutiérrez y Mabels Alejandra Hernández Reyes
 Asesor: I.C. Carlos César Pérez Angüles

CUCRERO	TRAMO	PROF.A	LONGITUD ACUMULADA (mts)	DIA	TEORICO		K	Ho	Ho/c	CORRECCION	Q1	Q2	CORRECCION	H1	H2	CORRECCION	AREA	VELOCIDAD (mts/seg)	PIEZOM. (mts)	Cruento	No. De	COTA T. CARRA	COTA F. PRESION
					(mts/seg)	(puj)																	
P.E	P.E 61-62	123	123	(-)	0.15	0.09	268457.6	0.78	5.07	-0.337375	0.49	8.03	16.282773	(-)	8.03	8.03	16.282773	0.000000	0.000000	108.47	P.E 61	106.71	1.76
59	59	126	126	0.02	0.02	268457.6	0.04	0.04	0.04	-0.337375	0.25	0.35	1.36202273	-0.000000	0.25	0.35	1.36202273	0.000000	0.000000	108.49	60	99.08	1.01
58	58	127	127	0.00	0.00	268457.6	0.00	0.00	0.00	-0.337375	0.00	0.00	0.000000	-0.000000	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	108.49	60	99.08	1.01
57	57	128	128	0.02	0.02	268457.6	0.05	0.05	0.05	-0.337375	0.03	0.03	0.0121887	-0.000000	0.03	0.03	0.0121887	0.000000	0.000000	108.50	61	99.08	1.01
56	56	129	129	0.00	0.00	268457.6	0.00	0.00	0.00	-0.337375	0.00	0.00	0.000000	-0.000000	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	108.51	62	99.08	1.01
55	55	130	130	0.00	0.00	268457.6	0.00	0.00	0.00	-0.337375	0.00	0.00	0.000000	-0.000000	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	108.52	63	99.08	1.01
54	54	131	131	0.00	0.00	268457.6	0.00	0.00	0.00	-0.337375	0.00	0.00	0.000000	-0.000000	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	108.53	64	99.08	1.01
53	53	132	132	0.00	0.00	268457.6	0.00	0.00	0.00	-0.337375	0.00	0.00	0.000000	-0.000000	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	108.54	65	99.08	1.01
52	52	133	133	0.00	0.00	268457.6	0.00	0.00	0.00	-0.337375	0.00	0.00	0.000000	-0.000000	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	108.55	66	99.08	1.01
51	51	134	134	0.00	0.00	268457.6	0.00	0.00	0.00	-0.337375	0.00	0.00	0.000000	-0.000000	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	108.56	67	99.08	1.01
50	50	135	135	0.00	0.00	268457.6	0.00	0.00	0.00	-0.337375	0.00	0.00	0.000000	-0.000000	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	108.57	68	99.08	1.01
49	49	136	136	0.00	0.00	268457.6	0.00	0.00	0.00	-0.337375	0.00	0.00	0.000000	-0.000000	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	108.58	69	99.08	1.01
48	48	137	137	0.00	0.00	268457.6	0.00	0.00	0.00	-0.337375	0.00	0.00	0.000000	-0.000000	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	108.59	70	99.08	1.01
47	47	138	138	0.00	0.00	268457.6	0.00	0.00	0.00	-0.337375	0.00	0.00	0.000000	-0.000000	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	108.60	71	99.08	1.01
46	46	139	139	0.00	0.00	268457.6	0.00	0.00	0.00	-0.337375	0.00	0.00	0.000000	-0.000000	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	108.61	72	99.08	1.01
45	45	140	140	0.00	0.00	268457.6	0.00	0.00	0.00	-0.337375	0.00	0.00	0.000000	-0.000000	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	108.62	73	99.08	1.01
44	44	141	141	0.00	0.00	268457.6	0.00	0.00	0.00	-0.337375	0.00	0.00	0.000000	-0.000000	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	108.63	74	99.08	1.01
43	43	142	142	0.00	0.00	268457.6	0.00	0.00	0.00	-0.337375	0.00	0.00	0.000000	-0.000000	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	108.64	75	99.08	1.01
42	42	143	143	0.00	0.00	268457.6	0.00	0.00	0.00	-0.337375	0.00	0.00	0.000000	-0.000000	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	108.65	76	99.08	1.01
41	41	144	144	0.00	0.00	268457.6	0.00	0.00	0.00	-0.337375	0.00	0.00	0.000000	-0.000000	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	108.66	77	99.08	1.01
40	40	145	145	0.00	0.00	268457.6	0.00	0.00	0.00	-0.337375	0.00	0.00	0.000000	-0.000000	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	108.67	78	99.08	1.01
39	39	146	146	0.00	0.00	268457.6	0.00	0.00	0.00	-0.337375	0.00	0.00	0.000000	-0.000000	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	108.68	79	99.08	1.01
38	38	147	147	0.00	0.00	268457.6	0.00	0.00	0.00	-0.337375	0.00	0.00	0.000000	-0.000000	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	108.69	80	99.08	1.01
37	37	148	148	0.00	0.00	268457.6	0.00	0.00	0.00	-0.337375	0.00	0.00	0.000000	-0.000000	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	108.70	81	99.08	1.01
36	36	149	149	0.00	0.00	268457.6	0.00	0.00	0.00	-0.337375	0.00	0.00	0.000000	-0.000000	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	108.71	82	99.08	1.01
35	35	150	150	0.00	0.00	268457.6	0.00	0.00	0.00	-0.337375	0.00	0.00	0.000000	-0.000000	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	108.72	83	99.08	1.01
34	34	151	151	0.00	0.00	268457.6	0.00	0.00	0.00	-0.337375	0.00	0.00	0.000000	-0.000000	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	108.73	84	99.08	1.01
33	33	152	152	0.00	0.00	268457.6	0.00	0.00	0.00	-0.337375	0.00	0.00	0.000000	-0.000000	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	108.74	85	99.08	1.01
32	32	153	153	0.00	0.00	268457.6	0.00	0.00	0.00	-0.337375	0.00	0.00	0.000000	-0.000000	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	108.75	86	99.08	1.01
31	31	154	154	0.00	0.00	268457.6	0.00	0.00	0.00	-0.337375	0.00	0.00	0.000000	-0.000000	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	108.76	87	99.08	1.01
30	30	155	155	0.00	0.00	268457.6	0.00	0.00	0.00	-0.337375	0.00	0.00	0.000000	-0.000000	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	108.77	88	99.08	1.01
29	29	156	156	0.00	0.00	268457.6	0.00	0.00	0.00	-0.337375	0.00	0.00	0.000000	-0.000000	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	108.78	89	99.08	1.01
28	28	157	157	0.00	0.00	268457.6	0.00	0.00	0.00	-0.337375	0.00	0.00	0.000000	-0.000000	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	108.79	90	99.08	1.01
27	27	158	158	0.00	0.00	268457.6	0.00	0.00	0.00	-0.337375	0.00	0.00	0.000000	-0.000000	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	108.80	91	99.08	1.01
26	26	159	159	0.00	0.00	268457.6	0.00	0.00	0.00	-0.337375	0.00	0.00	0.000000	-0.000000	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	108.81	92	99.08	1.01
25	25	160	160	0.00	0.00	268457.6	0.00	0.00	0.00	-0.337375	0.00	0.00	0.000000	-0.000000	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	108.82	93	99.08	1.01
24	24	161	161	0.00	0.00	268457.6	0.00	0.00	0.00	-0.337375	0.00	0.00	0.000000	-0.000000	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	108.83	94	99.08	1.01
23	23	162	162	0.00	0.00	268457.6	0.00	0.00	0.00	-0.337375	0.00	0.00	0.000000	-0.000000	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	108.84	95	99.08	1.01
22	22	163	163	0.00	0.00	268457.6	0.00	0.00	0.00	-0.337375	0.00	0.00	0.000000	-0.000000	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	108.85	96	99.08	1.01
21	21	164	164	0.00	0.00	268457.6	0.00	0.00	0.00	-0.337375	0.00	0.00	0.000000	-0.000000	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	108.86	97	99.08	1.01
20	20	165	165	0.00	0.00	268457.6	0.00	0.00	0.00	-0.337375	0.00	0.00	0.000000	-0.000000	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	108.87	98	99.08	1.01
19	19	166	166	0.00	0.00	268457.6	0.00	0.00	0.00	-0.337375	0.00	0.00	0.000000	-0.000000	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	108.88	99	99.08	1.01
18	18	167	167	0.00	0.00	268457.6	0.00	0.00	0.00	-0.337375	0.00	0.00	0.000000	-0.000000	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	108.89	100	99.08	1.01
17	17	168	168	0.00	0.00	268457.6	0.00	0.00	0.00	-0.337375	0.00	0.00	0.000000	-0.000000	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	108.90	101	99.08	1.01
16	16																						

