

872715



UNIVERSIDAD
DON VASCO, A.C.

UNIVERSIDAD DON VASCO, A.C.

Incorporación No. 8727-15

A la Universidad Nacional Autónoma de México.

Escuela de Ingeniería Civil

**REVISIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE
POR GRAVEDAD "LA BASILIA". (ENTRE LAS LÍNEAS DE
CONDUCCIÓN "EL CAPULÍN" Y LA LOCALIDAD DE LA BASILIA,
MICH.)**

Tesis

que para obtener el título de

Ingeniero Civil

presenta:

Aldo Vargas Chávez.

Asesor: I.C Anastacio Blanco Simiano

Uruapan, Michoacán, Marzo del 2010.

M. 624088

M. 624088



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

ÍNDICE

Introducción

Antecedentes..	1
Planteamiento del problema.	5
Objetivo general.	6
Objetivos particulares.	6
Pregunta de investigación.	6
Justificación.	7
Delimitación.	7
Marco de referencia.	9

Capítulo 1.- Generalidades de diseño para una línea de conducción por gravedad.

1.1 Población de Proyecto.	10
1.1.1 Período de diseño.	11
1.1.2 Consumo.	12
1.1.3 Consumo doméstico.	13
1.1.4 Consumo no doméstico.	13
1.2 Demanda.	14

1.2.1 Demanda actual.	14
1.2.2 Pérdidas físicas.	16
1.2.3 Predicción de la demanda.	17
1.3 Dotación.	18
1.4 Gasto de diseño.	18
1.5 Velocidades Máximas y Mínimas.	20
1.6 Métodos para calcular las pérdidas de carga por fricción.	21
1.6.1 Ecuación de Darcy-Weisbach.	21
1.6.2 Cambios de coeficiente de fricción por tiempo de la tubería.	25
1.7 Coeficiente de regularización.	26
1.8 Procedimiento para establecimiento de la tubería en zanjas.	27

Capítulo 2.- Líneas de conducción.

2.1 Argumentos técnicos.	31
2.2 Captación.	32
2.2.1 Captación de aguas superficiales.	32
2.2.2 Captación directa por gravedad o por bombeo.	33
2.2.3 Captación por vertedor lateral.	34
2.2.4 Manantiales.	35

2.2.5 Pozos.	36
2.3 Nociones de Geohidrología.	37
2.3.1 Método de perforación de pozos.	39
2.3.2 Tuberías usadas en conducción.	40
2.3.3 Piezas especiales, dispositivos de control y protección de bombas y tuberías.	42
2.3.4 Factores a consideración para el diseño de una línea de conducción.	48
2.3.5 Conducción por gravedad.	50
2.3.6 Instalación de tuberías..	51
2.3.7 Silletas.	52
2.3.8 Atraques.	54
2.4 Golpe de Ariete.	54

Capítulo 3.- Macro y Microlocalización.

3.1 Generalidades.	59
3.2 Entorno Geográfico.	60
3.2.1 Topografía de la zona.	62
3.2.2 Hidrología de la zona.	63
3.2.3 Clima de la zona.	64

3.3 Informe fotográfico.	65
--------------------------	----

Capítulo 4.- Metodología.

4.1 Método empleado.	69
----------------------	----

4.2 Enfoque de la investigación.	70
----------------------------------	----

4.2.1 Distancia.	71
------------------	----

4.3 Diseño de la investigación.	72
---------------------------------	----

4.4 Herramientas de recopilación de datos.	73
--------------------------------------------	----

4.5 Descripción del procedimiento de investigación.	75
-----------------------------------------------------	----

4.6 Análisis e interpretación de resultados.	76
----------------------------------------------	----

4.6.1 Población de proyecto.	77
------------------------------	----

4.6.2 Calculo del diámetro de la tubería y las perdidas.	78
----------------------------------------------------------	----

4.6.3 Características de la zanja.	81
------------------------------------	----

Conclusión.	82
--------------------	----

Bibliografía.	84
----------------------	----

Anexos.

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

Para referirnos a los principios de la conducción del agua potable es necesario hacer referencia al acueducto era un conjunto de sistemas que se unen, con la finalidad de llevar agua con un flujo constante de un punto en el cual abunde el vital líquido hasta otro en el cual sea carente o de mayor demanda.

En cualquier comunidad por chica que sea, es de suma importancia que exista un sistema de conducción de agua potable que cubra las necesidades de dicha comunidad. La forma más sencilla para que la comunidad satisfaga esta demanda es establecerse en las cercanías de algún lago o río, ya que esto facilita y disminuye el tiempo de acarreo del agua. Existe otra manera de tener agua cerca de la comunidad esta consiste en excavar pozos ya sea dentro o fuera de la área habitada o simplemente construir aljibes. Al ir creciendo la población a tal nivel que llega a ser una ciudad, se tiene la necesidad de un sistema de conducción, para lo cual se requiere hacer un estudio de las alternativas que se tienen para satisfacer la demanda de la ciudad.

La necesidad de garantizar el suministro a una comunidad es tal que aunque este a la orilla del río, se necesita de una línea de conducción de agua, en lugar de acarrearla de este río o un lago aunque estuviera muy cerca, comúnmente estos cuerpos de agua tienen el nivel más bajo de la comunidad. En algunos casos se construían acueductos los cuales aseguraban una mejor calidad

que el agua del río. Es necesaria la construcción de obras de gran amplitud para garantizar la demanda de agua.

Es importante nombrar algunos antecedentes de civilizaciones antiguas las cuales contaban con ingenieros que construyeron conducciones eficientes como fueron los griegos y los romanos, gracias a que estas civilizaciones empezaron a usar el hormigón, se logró llegar a tener un procedimiento de construcción de conducciones el cual se extendió por todo el Mediterráneo. Cabe recalcar que no solamente la técnica que habían desarrollado fue la que hizo posible su difusión tan exitosa, uno de los factores que influyó de gran manera fue la conformación del imperio y la existencia de una economía estable la cual favoreció para un desarrollo urbanístico.

En la mayoría de los casos la conducción se hacía por canales, los cuales estaban cubiertos, estos eran construidos en los declives de las montañas, con una pendiente requerida (aproximadamente mínima, de un rango del 0.004%), las cuales a ciertas distancias tenían registros o cajas de agua, también servían para normalizar el gasto o retener sólidos, que principalmente eran arenas que contenía el agua al ser arrastrada.

En caso de que la conducción atravesara un camino, el cual se encontraba un nivel más bajo que el del canal, se utilizaban sifones, este servía para pasar por debajo de la limitación y enseguida volvía a subir al nivel anterior. Comúnmente era necesario salvar pendientes mayores por lo cual usaban la manera de puente, ya que realizar sifones que aguantaran presiones altas

resultaba antieconómica su construcción. Estos puentes fueron tan comunes en esta época que para hacer referencia al puente se le nombra también acueducto.

En la mayoría de los casos, los acueductos perduraron en la Edad Media y gracias a reparaciones y mantenimiento siguen funcionando en la actualidad.

Las técnicas aplicadas usada por los romanos en la construcción de acueductos fueron tales que siguieron siendo requeridas sin hacer alteraciones importantes hasta el siglo XIX. Fue hasta el siglo XX cuando surgieron cambios importantes esto debido al avance en la elaboración de cemento, o la combinación de concreto con acero, las nuevas técnicas y materiales usados en la construcción de conductos y gracias a esto fue posible desarrollar poderosas estaciones de bombeo que revolucionaron la conducción de agua y con esto haciendo más fácil la adaptación al terreno.

Cabe señalarse que al consultar en la Biblioteca de la U.D.V. se encontraron varios antecedentes relacionados con la conducción de agua potable, los más representativos son:

“Fugas en redes de distribución de agua potable”; el autor es Gonzales Luna Héctor, (1986) la finalidad de esta tesis es hacer referencia a los problemas más comunes que se pueden llegar a tener en la conducción de agua potable, los cuales van desde fallas por mantenimiento hasta errores en el diseño de la red de agua potable, como también enfatiza en métodos para la detección de fugas y de qué manera pueden ser prevenidas, concluye que es necesario que se tomen medidas preventivas para evitar fugas en las redes de conducción de agua potable

y a su vez que los encargados del cuidado del agua realicen programas para tener un control sobre estas redes de conducción, ya que al realizar su investigación logro darse cuenta que en México existe una gran desinformación sobre la cultura del cuidado del agua.

Por nombrar otra "Sistema de agua potable para la colonia La Santa Cruz" el autor es Carlos Alberto Caballero García,(2001) lo que busca esta tesis es realizar un sistema confiable y que funcione óptimamente basándose en las normas y las especificaciones que han sido desarrolladas para diseñar un sistema de agua potable, la cual servirá a los habitantes de la Colonia "La Santa Cruz", la tesis carece de conclusión por lo que no se tiene información necesaria para comentar si se llevo a la meta con la tesis.

Existe otra tesis "Abastecimiento de agua potable y red de distribución para las colonias y fraccionamiento de San Rafael en la zona oriente de Uruapan, Mich." el autor es Felipe Zacarías Gómez,(2002) la finalidad de la tesis es buscar la solución más óptima tanto en lo técnico y en lo económico para desarrollar el sistema, por lo cual se enfatiza, en que para llevar acabo este diseño será usada la topografía, la hidráulica, las estructuras, costos y toda la normatividad que es necesaria para proyectar un sistema adecuado que sirva para dotar de agua potable a las colonias de "San Rafael", ya que la tesis carece de conclusión no es posible comentar si se logro llegar al diseño optimo para la red de distribución.

Planteamiento del problema

En la actualidad la demanda de agua potable en las comunidades cada día es mayor, por lo cual es de vital importancia hacer un llamado a la sociedad con el fin de enterarlos, que el agua potable es un servicio para todos pero no por esto significa que la puedan usar sin medida, ya que para la mayoría de la sociedad es fácil abrir la llave y obtener el vital líquido, la principal problemática es la desinformación que existe o falta de cultura sobre el cuidado del agua, las personas no conocen el trabajo que hay detrás de la llave que satisface su demanda de agua, con este comentario se desea aclarar que la responsabilidad del agua es una situación que nos compete a todos.

El trabajo del ingeniero en este ámbito de la conducción de agua potable es el encargado de diseñar, construir, operar, mantener y distribuir con el fin de satisfacer la demanda de la población, pero es necesario para el ingeniero conocer los problemas que enfrenta, como son las grandes pérdidas que se tienen en la conducción que van desde el 30% hasta el 60%, esto ya sea por fugas o tomas clandestinas, también se pueden tener problemas por mal diseño, que esto implicaría replantear las alternativas que se tienen para poder distribuir de manera óptima el agua potable en una población.

Es necesario crear una mancuerna entre los organismo encargados de agua potable, ingenieros y sociedad en general para poder lograr una solución a los problemas de abastecimiento que puedan existir.

Objetivo general

La intención de esta tesis es revisar Línea de conducción de agua potable por gravedad "La Basilia". (Entre las líneas de conducción "El Capulín" y la localidad de La Basilia, Mich.), la revisión estará basada en volver a diseñar la línea de conducción usando la topografía y con datos poblacionales obtenidos de INEGI y determinar la población de proyecto con la cual se llegará a obtener el gasto de diseño.

Objetivos particulares

- Una vez terminando el diseño se tiene la objetivo de hacer una comparativa con la finalidad de concluir si el diseño actual es eficiente o no.
- En caso de que no lo sea se podrán hacer recomendaciones para mejorar la eficiencia de esta línea de conducción una de las ventajas de esta revisión es que se podrá saber cuál es el porcentaje de pérdidas que se tienen.
- Buscar la manera de dar un mejor servicio a los usuarios de la línea de conducción.

Preguntas de investigación

¿Cuál será el procedimiento para diseñar una línea de conducción de agua potable por gravedad, buscando que este diseño sea el óptimo?

Una vez teniendo el diseño óptimo. ¿Qué criterio se debe de tomar en cuenta para realizar una comparativa con el diseño ya existente?, esto con el fin de hacer una revisión correcta.

Justificación

Es importante el buscar mejorar los servicios de conducción de agua potable, ya que la creciente demanda lo requiere, para lograr optimizar el servicio es necesario tener el la mayor información posible de la problemática existente en la conducción, por lo cual se tomó la decisión de volver a hacer el diseño de la línea de conducción de agua potable por gravedad "La Basilia". (Entre las líneas de conducción "El Capulín" y la localidad de La Basilia, Mich.), basándonos en el gasto de diseño y la topografía ya existente, con la información que se obtenga en el diseño, se logrará hacer una revisión de la línea de conducción ya existente, la cual nos permitirá conocer los problemas más a fondo de esta línea de conducción, de tal manera que se podrá dar recomendaciones basadas en los resultados obtenidos para resolver los problemas de una forma adecuada.

Delimitación

Cabe señalar que el diseño de la línea de conducción será realizado en Uruapan, Michoacán de una línea ya existente que es conocida con el nombre de "La Basilia" ". (Entre las líneas de conducción "El Capulín" y la localidad de La Basilia, Mich.), se ubica en la parte norte de la ciudad antes nombrada, por la carretera federal a Zamora, la información con la cual se realizará el diseño, la información de campo será proporcionada por CAPASU (Comisión de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Uruapan), que incluye la topografía y el gasto de diseño, la información teórica será obtenida por medio de investigación en libros o documentos que nuestro asesores nos recomienden, así como también los procedimientos para realizar los cálculos de diseño.

Una vez obtenido el diseño, el siguiente paso es compararlo con el existente con esto se quiere obtener diferencias para poder concluir cuales son las recomendaciones que se pueden hacer para mejorar las anomalías que existen en la línea de conducción.

Marco de Referencia

La ciudad de Uruapan se localiza a 120km en dirección suroeste de la ciudad de Morelia, Capital del estado; sus coordenadas geográficas de 102°04' de longitud Oeste y 19°25' de latitud Norte, la altura con respecto al nivel del mar es de 1611mts. Tiene una extensión territorial de 954.17 kilómetros cuadrados. Sus límites son al norte con el municipio de Charapan, el municipio de Paracho y el municipio de Nahuatzen, a este con el municipio de Tingambato, al municipio de Ziracuaretiro y el municipio de Taretan, al sur con el municipio de Gabriel Zamora y al oeste con el municipio de Nuevo Parangaricutiro, con el municipio de Peribán y con municipio de Los Reyes.

Se ve influenciado por diferentes tipos de clima por la diferente altitud del terreno. La zona norte tiene un clima Templado subhúmedo, en la zona central la más elevada, tiene un clima Templado húmedo, hacia el sur el clima es semicálido subhúmedo. En el centro del municipio de Uruapan es una de las zonas que presentan mayor promedio pluvial anual en el estado de Michoacán, superando los 1,500 mm al año.

En la ciudad de Uruapan se encuentra en zona de cauces naturales, uno de los escurrimientos más importantes es el Rio Cupatitzio, el cual contiene como principal afluente el Arroyo Tarecho y el Rio Presa o Santa Barbara, estos a su vez contienen cauces tributarios que cruzan la ciudad; tanto el Rio Cupatitzio y sus causes tributarios reciben descargas de aguas negras.

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES PARA EL DISEÑO DE UNA LINEA DE CONDUCCION POR GRAVEDAD

En el presente capítulo, se hará énfasis en la teoría necesaria para el diseño de una línea de conducción por gravedad, ya que es importante tener una idea bien cimentada de los conceptos básicos de la conducción, para lograr entender de lo que se está hablando esto facilitará al lector tener una visión más amplia de lo que se desea lograr con esta tesis.

1.1 Población de proyecto

Se define como el número de habitantes que prevé tener una población al término de una etapa de diseño de un conjunto de alcantarillado y agua potable.

Es importante tomar en cuenta el crecimiento demográfico de una localidad, ya sea por datos proporcionados por el INEGI (datos censales), o buscar datos históricos, como es información de carácter migratorio, desarrollo económico, proyectos de progreso urbano y tasas de crecimiento.

Con todo lo anterior surge la necesidad de saber cuál será la población futura de proyecto, a continuación se nombrarán y definirán dos métodos de proyección más comunes:

- a. Método de crecimiento por comparación: Como lo dice su nombre reside en comparar, la tendencia de un desarrollo histórico de una localidad de la cual se tiene información frente a otras localidades que su número de

pobladores es más grande, las cuales deben de tener en común la situación socioeconómica, y con esto por de acoger una tasa de crecimiento media.

- b. Método de mínimos cuadrados: El proceso es muy simple ya que reside en hacer un cálculo de una proyección de la población basada en un acomodo de los diferentes resultados que se obtienen de los censos realizados en años pasados, aplicados a una curva o recta, haciendo que los puntos referentes a las gráficas, tengan la mayor similitud posible en los datos observados.

1.1.1 Período de diseño

Es el periodo que se calcula que la obra que esta por construirse logra el llamado horizonte de saturación, este lapso de tiempo es menor al de vida útil.

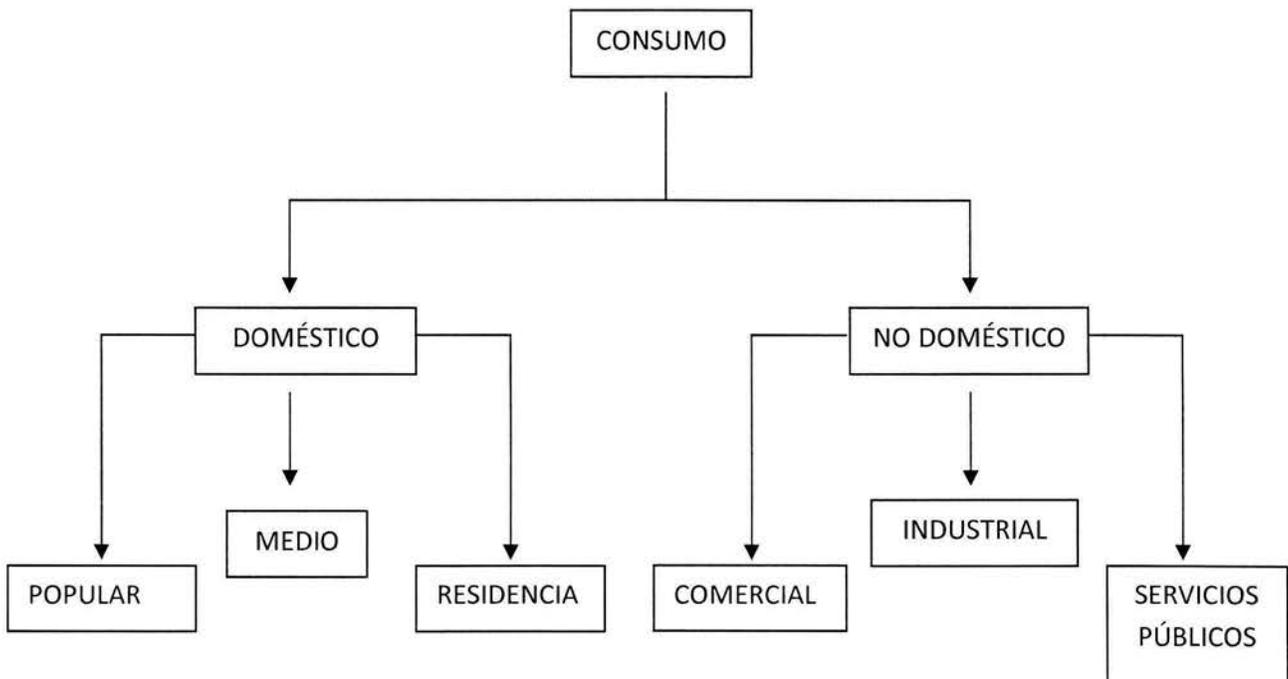
Este intervalo tiene que ver mucho con los asuntos económicos, ya que están en relacionados en el precio del dinero. Por esto se busca que el periodo de diseño se alrededor de 5 años, claro que ahí su excepciones como son las obras que no pueden extenderse simplemente.

- Vida Útil: Lapso de tiempo en el cual se desea que la obra se aproveche con los fines que fue diseñada, sin que presenta antieconómico su mantenimiento u operación. Este intervalo es muy marcado dependiendo el tipo de material con que fue construida la obra. Es recomendable que se tenga en cuenta los distintos factores que puedan existir y los problemas que se puedan presentar para cada obra en lo individual.

1.1.2 Consumo

Se define como una sección de la demanda de agua potable que es requerida por la población, esto sin contar con los que se pierde a lo largo del sistema, las unidades en las que se manejan son l/día y m³/día, pero comúnmente para definir el consumo de una población es recomendable saber cuánto demanda un habitante al día por lo cual es usual manejar la unidad de l/hab/día.

El consumo de agua potable esta dado por los diferentes usos o fines que se necesite la población estos se reparten en: doméstico y no doméstico, los cuales se dividen en el siguiente cuadro se explican.



1.1.3 Consumo doméstico

Es el agua utilizada en los hogares. Existen dos variables que definen este tipo de consumo el nivel socioeconómico y el clima de los consumidores. En la tabla 1.1 se explica el consumo doméstico basado en estudios realizados por la CNA (Comisión Nacional del Agua) y el IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua) con las variables antes mencionadas.

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

Tabla 1.1 Diferentes consumos domésticos

1.1.4 Consumo no doméstico

- a. Consumo comercial: Es usado por personas que trabajan en locales comerciales o que prestan algún servicio.
- b. Consumo Industrial: Este tipo de consumo se divide en Industrial de de servicios, que es el usado para satisfacer la demanda de agua para los

empleados de un Hotel y el Industrial de producción, por ejemplo el agua utilizada en las fábricas.

- c. Servicios Públicos: Agua destinada para escuelas, recreación, seguridad (bomberos), en hospitales y el riego de parques.

1.2 Demanda

Se conoce como la cantidad necesaria para abastecer la demanda de agua potable en una población, esto incluye todos los tipos de consumos antes mencionados.

1.2.1 Demanda Actual

Es el conjunto de los diferentes tipos de consumos que existen en una población adicionándoles las pérdidas físicas. A continuación se muestra la forma en que se recomienda obtener la demanda de cada tipo de consumo.

- Consumo doméstico: Se usa la cantidad per-cápita de cada sector socioeconómico multiplicado por la población para la cual se piensa dar el servicio.
- Consumo comercial: Se contabilizan todos los locales comerciales de la población y se les proporciona una dotación, el producto de esto nos resulta como el producto.
- Consumo industrial de servicios: Es la multiplicación de todos los trabajadores por el consumo de agua que tiene cada uno de ellos.

- Consumo industrial de producción: Este tipo depende mucho de la industria que se maneje en la región ya que ahí gran variedad dependiendo el tipo de industria.
- Consumos públicos: Es el total de consumos utilizados escuela, hospitales riego de áreas verdes del municipio y bomberos.
- Pérdidas de agua: Cantidad de agua que se disipa en la red de conducción.

Se puede tener las siguientes variables para la demanda:

- Clase socioeconómica: La demanda es directamente proporcional al estado económico de una sociedad, esto por que cambia la manera de utilizar el agua.
- Porcentaje de cada clase socioeconómica: Entre mayor sea el nivel socioeconómico mayor será la demanda.
- Tamaño de la población: Se entiende que entre mayor sea el número de habitantes en una población mayor ser la su demanda ya que la población requiere de mayor industria y espacios recreativos.
- Características de la población: Para poder definir el consumo per cápita de una población se debe tomar en cuenta las actividades de la región y sus hábitos.
- Clima: En regiones calurosas la demanda de agua es mayor en comparación en zonas con climas moderadas.

- Existencia de alcantarillado: Si en la población a servir existe alcantarillado la demanda es más elevada que en poblaciones que presentan sistemas atrasados.
- Calidad del agua: El agua tiene mayor demanda cuando tiene mejor calidad ya es usada para diferentes fines.
- Precio del agua: Entre mayor sea el precio del agua la población la demanda menos.

1.2.2 Pérdidas físicas

Para referirnos al el agua que se pierde por fugas en el sistema de conducción, tomas domiciliarias y aljibes se le nombra pérdidas físicas.

El criterio para determinar estas pérdidas se ha tomado realizando observaciones en campo como lo son las revisiones o lo que es llamado aforo (perdidas en tomas domiciliarias), también realizando pruebas en sistemas con un área reconocida, a este tipo de sistemas se les da el nombre de distritos hidrométricos los cuales tienen como finalidad tener bien identificadas todas sus fugas ya sea tanto en tuberías principales y ramales de la misma así como la presencia de tomas clandestinas, usando un conjunto de micromedidores esto con el fin de revisar que no se tenga alguna pérdida por mala medición.

Para poder medir el volumen diario de las pérdidas físicas V_p , se utiliza la siguiente ecuación la cual toma en cuenta las demandas así como las dotaciones:

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

En el cual:

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 .

Se deben de tomar en cuenta para las pérdidas los agentes que se nombran a continuación: la presión con la que se trabaja, los accesorios (codos, uniones, etc), el material de la tubería, el desarrollo de su construcción, el tiempo de de servicio así como el servicio correctivo o preventivo que sea necesario para los elementos que componen el sistema.

1.2.3 Predicción de la demanda

Para que el servicio que va a prestar el sistema de conducción o distribución de agua potable es necesario que se tome en cuenta la demanda futura al momento de estar diseñando. Por lo que el cálculo de la demanda futura tiene como referencia el uso que le dan las diferentes clases socioeconómicas, como también el comercio e industria para lograr definir cuanto necesitan en la actualidad y realizando una proyección de cuanto es lo que seguirá creciendo la población se logra obtener una idea de la demanda futura y de esta forma poder diseñar un sistema de agua potable que se capaz de abastecer a la población los siguientes 25 años.

1.3 Dotación

Es conocida como la cantidad de agua que es otorga a cada habitante, esto tomando en cuenta las pérdidas física y los diferentes consumos que se tiene en el sistema, por lo cual se realiza saca un promedio diario anual, el cual maneja las unidades de l/hab/día.

Para obtener la dotación media diaria anual es necesario realizar una investigación de la demanda, el consumo total está compuesto por servicios comerciales, domésticos, servicios públicos y industrial, también entran las pérdidas físicas, todo esto se divide entre las personas que conforman la comunidad. El diseño de la dotación es necesario que se calcule para la cada zona a la que se va a servir ya sea residencial, habitacional, comercial etc.

1.4 Gasto de diseño

Se determina los Gastos de Diseño para Zonas Habitacionales, Comerciales e Industriales obteniendo una Población de Proyecto por el Método Exponencial, considerando un determinado consumo para cada clase de zona y obteniendo la demanda actual y futura.

- a. Gasto medio diario: Cantidad de agua que se necesita para satisfacer las demandas de agua potable en una comunidad en un día de consumo promedio.

La fórmula del gasto medio diario es:

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

En el cual:

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

D = Dotación, en l/hab/día.

P = Número de habitantes.

86,400 = segundos/ día.

- b. Gasto máximo diario y horario: Son necesarios para determinar el consumo máximo que se tiene en una población en un día, así como la hora máxima de un año ideal, mutuamente.

Las ecuaciones para el gasto máximo diario y horario se presentan a continuación:

$$Q_{Md} = CV_d * Q_{med}$$

$$Q_{Mh} = CV_h * Q_{Md}$$

En las cuales:

Q_{Md} = Gasto máximo diario, en l/s.

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

CV_d = Coeficiente de variación diaria.

CV_h = Coeficiente de variación horaria.

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

1.5 Velocidades Máximas y Mínimas

La velocidad en tuberías está restringida por las siguientes componentes, como puede ser el material y el tamaño de los fenómenos momentáneos. Para que no ocurra el asentamiento de arena o basura que transporta el agua en cualquier sistema de agua potable es necesario darle una velocidad mínima para que esto no ocurra. Así mismo para evitar que la tubería sea dañada es de importancia establecer una velocidad máxima.

A continuación se presenta una tabla que hacer referencia a las limitaciones de velocidad que dependen del tipo de material del que se compone la tubería.

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

Tabla 1.2, Limites de máxima y mínima velocidad en tuberías

1.6 Métodos para calcular las pérdidas de carga por fricción

Para poder realizar un diseño que tome en cuenta las pérdidas de energía en el recorrido de la tubería es necesario obtener un coeficiente de fricción.

El modelo más recomendable para diseñar conductos de agua potable que trabajen a presión es el de Darcy- Weisbach ya que con este se obtienen las pérdidas de energía, a continuación se comenta por qué es que es el más utilizado:

- El método de Darcy-Weisbach, se determina que entre la pared de la tubería y el líquido existe un esfuerzo cortante, el líquido muestra una viscosidad, todo esto está cimentado teóricamente.
- La medida para utilizarlo no se limita a las inconstantes experimentales, como ocurre con los métodos experimentales de Manning y Hazen-Williams.
- Este método se basa en tres tipos de regímenes de flujo (laminar, transitorio y turbulento).

1.6.1 Ecuación de Darcy-Weisbach

Esta fórmula se utiliza para medir las pérdidas por fricción que son necesarias para el diseño de conductos de agua potable que trabajan a presión:

$$h_f = f \frac{Lv^2}{D2g}$$

En la cual:

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 gravedad; en m/s^2

El coeficiente de fricción se obtiene de la siguiente fórmula:

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

f = Coeficiente de “fricción” (adimensional)

ε = Rugosidad, en mm

Re = Número de Reynolds, (adimensional)

D = Diámetro interior del tubo, en mm

El número de Reynolds se obtiene con la siguiente ecuación:

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

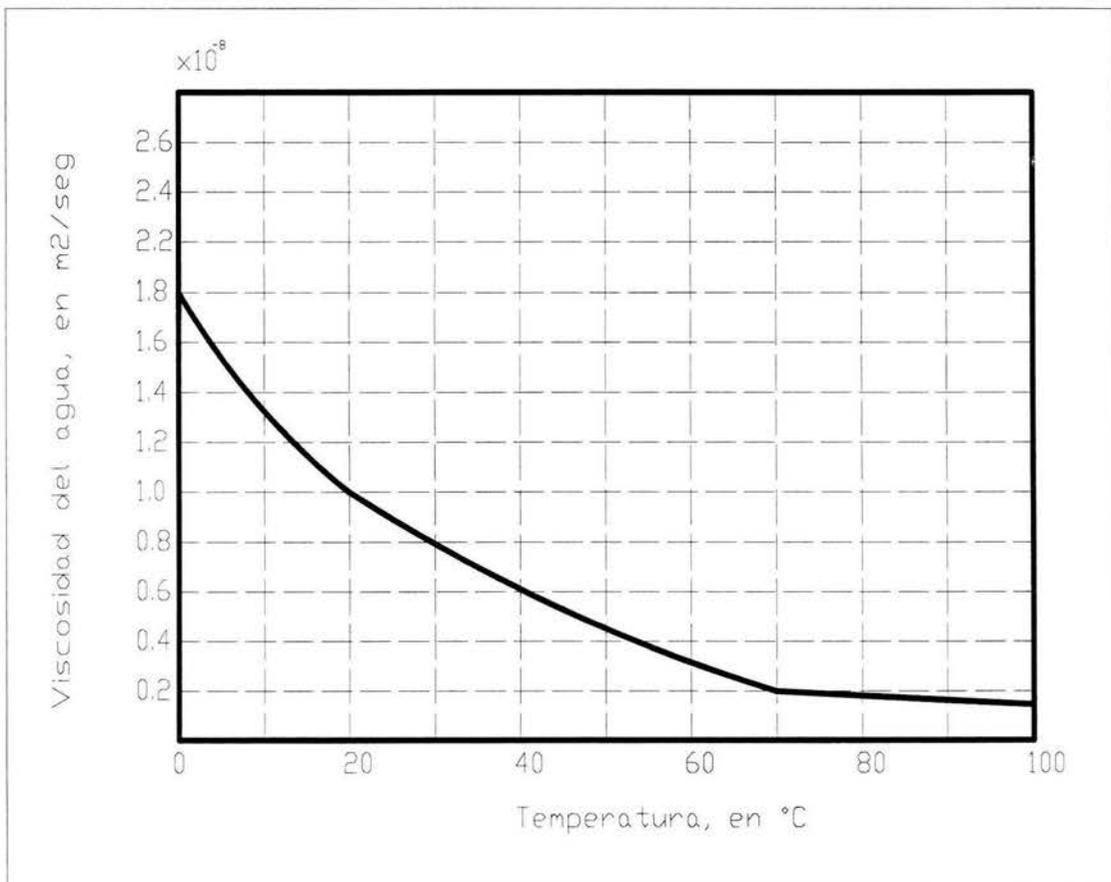
En la cual:

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

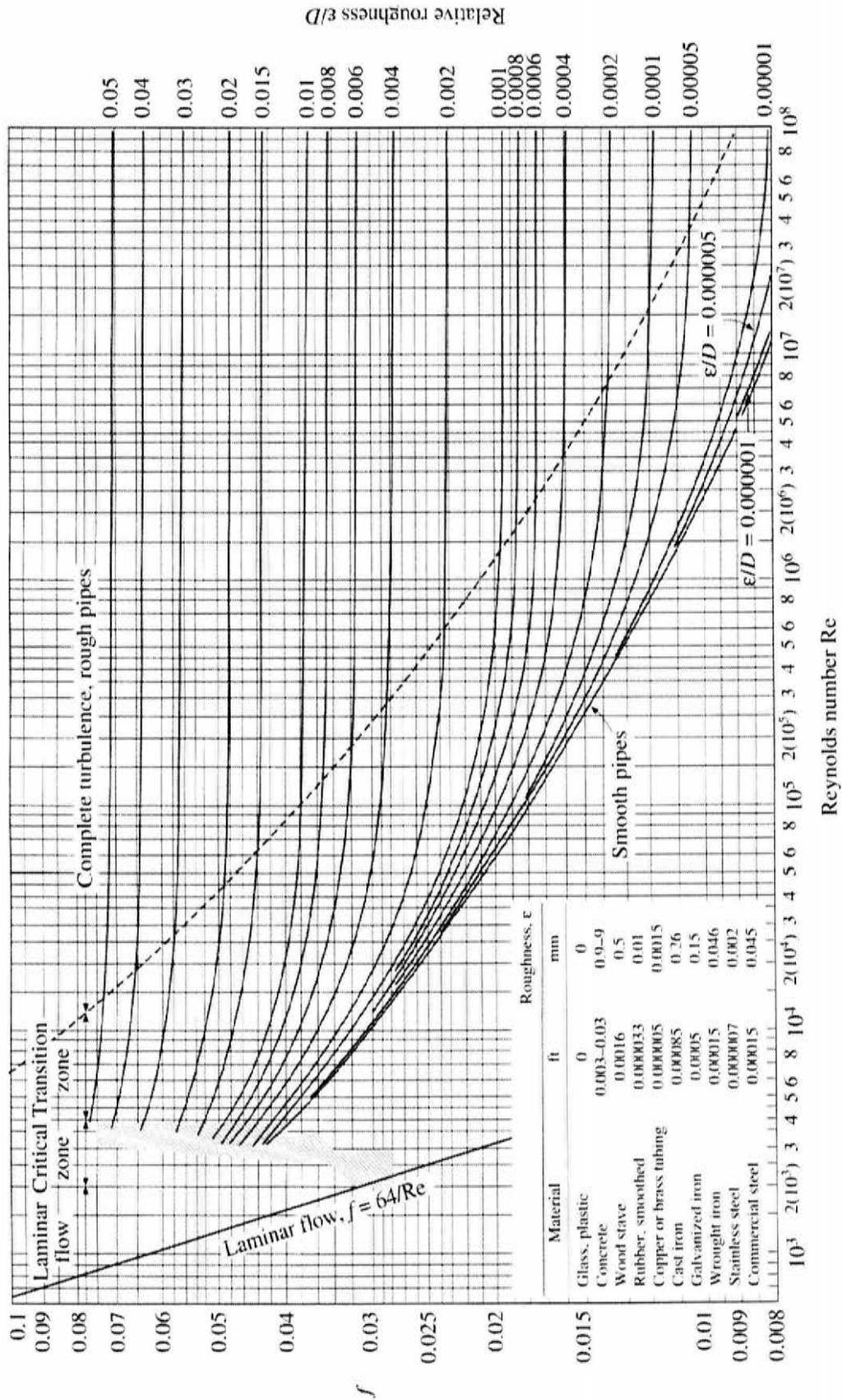
D = Diámetro interno del tubo, en cm

ν = Viscosidad cinemática del agua en cm^2/s

Con la temperatura la viscosidad cinemática del agua cambia a una temperatura de 20°C la viscosidad es de $1\text{m}^2/\text{seg}$.



Grafica 1.1 Variación de la viscosidad cinemática del agua en relación con la temperatura



Grafica 1.2 Coeficiente de fricción para cualquier tipo y tamaño de tubo. (Diagrama Universal de Moody)

1.6.2 Cambios del coeficiente de fricción por tiempo de la tubería

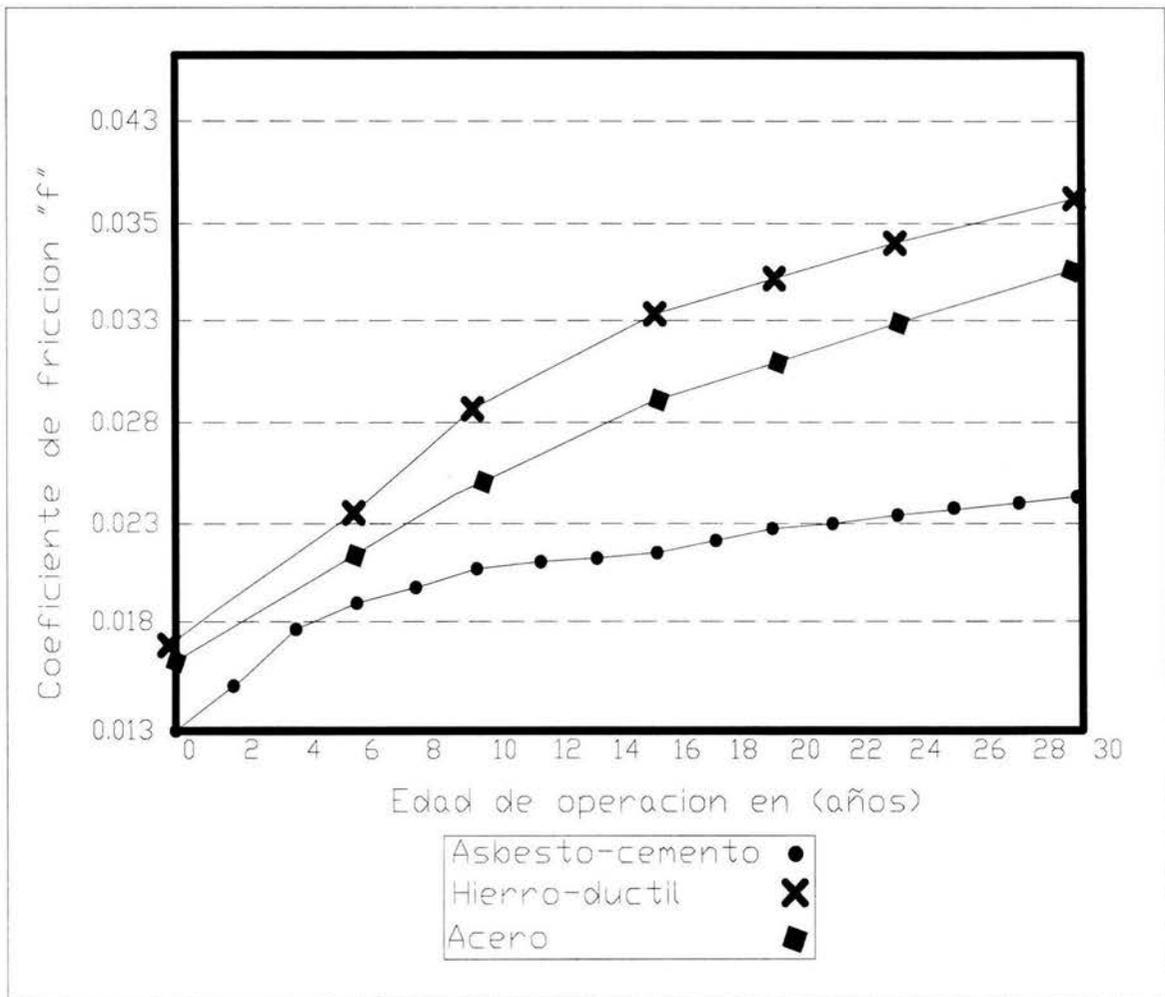
Sean realizado varias pruebas a tuberías de distintos materiales, que presentan desgaste por el tiempo que han sido utilizados, por lo general los coeficientes son mayores comparados con los de las tuberías nuevas. Como presentan ya sea incrustación de material que arrastra el agua o incremento de la rugosidad.

Uno de los factores que influye en el desgaste de la tubería es la calidad del agua que transporta no solamente el tiempo de trabajo transcurrido de la misma.

Los resultados de los diferentes estudios demuestran que las tubería de menor diámetro se deterioran en un tiempo más corto comparadas con las de mayor diámetro, la explicación de esto es que al tener un área menor de trabajo se estrecha rápidamente por el material que se va adhiriendo a sus paredes.

El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua realizó en el año de 1991, mediciones de gasto y presión en los acueductos y conducciones de las ciudades de Chihuahua, Chih., Hidalgo del Parral, Chih., Ciudad Juárez, y Tuxtla Gutiérrez, Chih., con el objetivo de evaluar el coeficiente de fricción para tuberías de asbesto cemento con diferentes edades de operación.

En la siguiente gráfica se muestra los resultados obtenidos en la mediciones que se realizaron en las ciudades antes mencionadas, la variación que existe en "f" (coeficiente de fricción), en los siguientes materiales, Asbesto cemento, Hierro dúctil y Acero.



Grafica 1.3 En la cual se muestra los coeficientes de fricción dependiendo la edad de operación

1.7 Coeficientes de regularización

Cambiar el régimen del suministro constante de una conducción al régimen al cual se apegan las demandas que la mayoría del tiempo es variable, es la finalidad que tiene la regularización.

Para lograr que la regularización se lleva acabo se coloca un caja o tanque que satisfaga esta necesidad, estos tanques que se colocan a lo largo de la línea de conducción son necesarios también para poder dar mantenimiento a la tubería

en caso de alguna falla y estas estructuras permiten limpiar las tuberías de una forma más óptima.

Otro punto importante de la regularización que se puede almacenar agua para cuestiones de emergencia como puede ser un incendio o que se presente una falla en la conducción claro siempre y cuanto el almacenamiento extra no afecte el abastecimiento normal en la población.

Es de entenderse que el coeficiente de regularización está regido por el tiempo, ya se entiende que en las horas de alta demanda el gasto puede no ser suficiente por lo cual es importante almacenar agua en la hora de baja demanda.

La problemática de la regularización es que puede variar aun cuando el abastecimiento sea constante debido a que hay horas en las que la demanda es mayor que en otras.

1.8 Procedimiento para establecimiento de tubería en zanjas

La topografía y el tipo de tubería son los factores que influyen en el procedimiento para establecer la tubería la cual puede estar enterrada o en la superficie.

Lo más recomendable para la tubería es colocarla en zanjas. La cual debe estar resguardada para que el paso de cargas pesadas (automóviles) no las dañe, al estar en una zanja también ayuda a protegerla de otros factores es como puede ser el sol y cambios de temperatura.

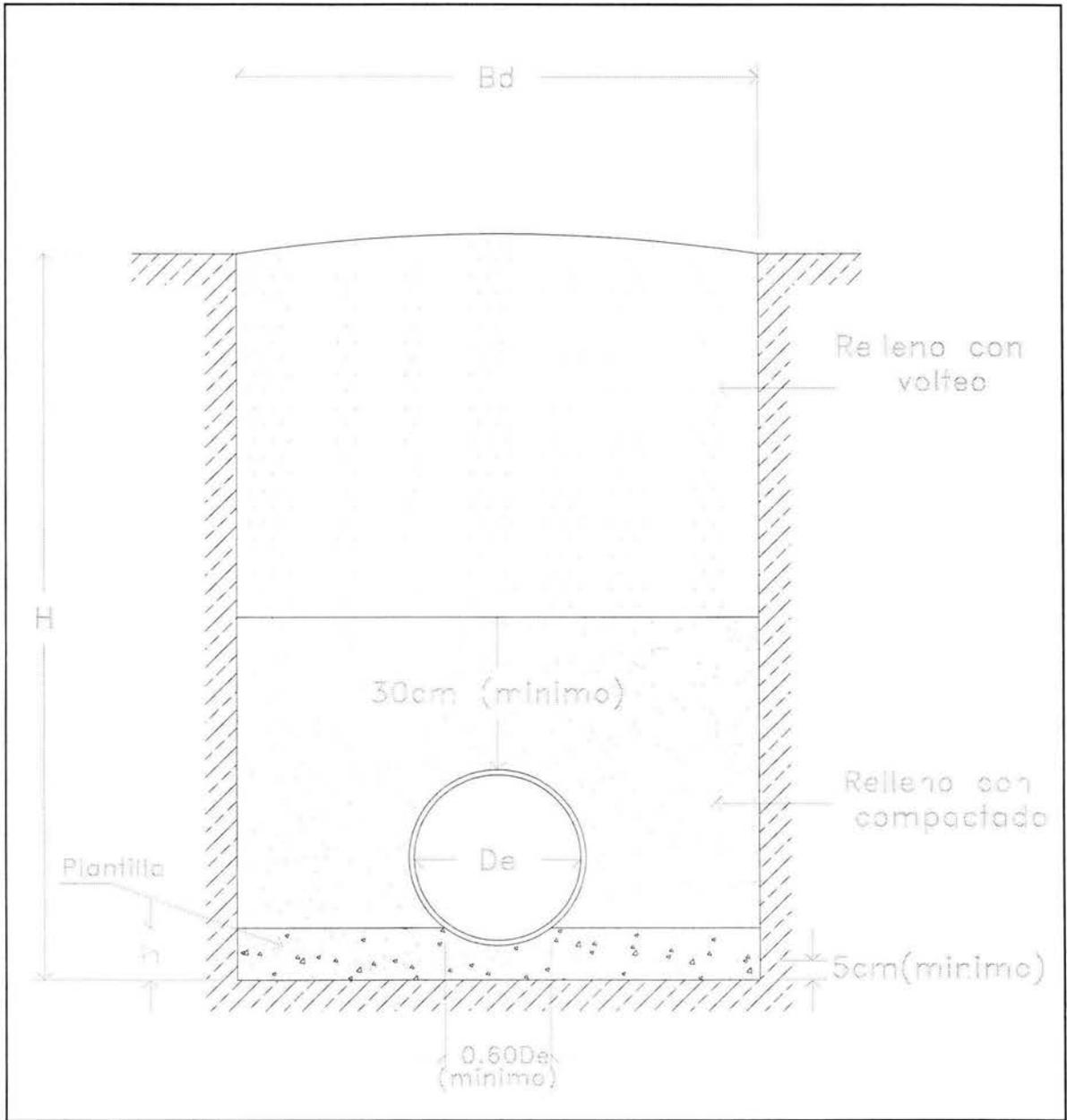


Ilustración 1.1 Relleno recomendable para la zanja

En la siguiente tabla se presentan el ancho, profundidad y el espesor de la plantilla de las zanjas en función del diámetro de la tubería.

DIÁMETRO NOMINAL		ANCHO Bd	PROFUNDIA DH	ESPEJOR DE LA PLANTILLA	VOLUMEN DE EXCAVACIÓN
cm	pulgadas	(cm)	(cm)	(cm)	(m ³ /m)
2.5	1	50	70	5	0.35
3.8	1.50	55	70	5	0.39
5.1	2	55	70	5	0.39
6.3	2.5	60	100	7	0.60
7.5	3	60	100	7	0.60
10.0	4	60	105	10	0.63
15.0	6	70	110	10	0.77
20.0	8	75	115	10	0.86
25.0	10	80	120	10	0.96
30.0	12	85	125	10	1.06
35.0	14	90	130	10	1.17
40.0	16	95	140	10	1.33
45.0	18	110	145	10	1.60
50.0	20	115	155	11	1.78
61.0	24	130	165	13	2.15
76.0	30	150	185	14	2.77
91.0	36	170	210	15	3.57
107.0	42	190	230	17	4.37
122.0	48	210	245	20	5.14
162.0	60	250	300	23	7.50
183.0	72	280	340	27	9.52
213.0	84	320	380	30	12.16
244.0	98	350	415	34	14.53

Tabla.1.3 Dimensiones de zanjas y plantillas para tubería de agua potable

Para definir la plantilla es realizar una base para la tubería de material fino, esta presenta una fosa en la cual debe acomodarse el tubo, se recomienda que esta tenga un 60 por ciento del diámetro exterior de la tubería, como se muestra (ilustración 1.1), para el relleno que va a cubrir la tubería hasta 30cm en la parte

superior de esta, se recomienda usar material granular fino compactado cuidadosamente para evitar daños en la tubería, el relleno debe ir en capas de 15 cm de espesor. Para el resto del relleno se puede colocar material del volteo, se compacta dependiendo de la situación, en caso de que sea en el campo se hará por volteo y para la ciudad si es recomendable compactarlo.

CAPITULO 2

LÍNEAS DE CONDUCCIÓN

En el presente capítulo se hablará de las argumentaciones técnicas, de topografía, se describirá lo que es captación y se comentarán los diferentes tipos que existen, es importante tomar en cuenta la explicación de lo que es un manantial y un pozo, lo cual es importante, nombraremos lo que es la geohidrología, los métodos existentes para perforación de pozos, el tipo de tubería que se usa en la conducción, como son piezas especiales, dispositivos de control y protección de bombas, los factores que se deben tomar, se hablará de fórmulas para el cálculo, saber cuándo se requiere una conducción por gravedad y otra por bombeo, el procedimiento y recomendaciones para instalar una tubería, lo que es un sifón y los ataqués, todo esto es necesario para diseñar una línea de conducción.

2.1 Argumentos técnicos

Se debe considerar que en el medio ambiente existen varios tipos de agua para satisfacer las necesidades del hombre. Existe el agua superficial que está formada por lagos, ríos y acuíferos superficiales, esta presenta cierta facilidad para ser obtenida pero tiene una gran desventaja que se contamina fácilmente ya sea por el camino que recorre o por efectos del hombre, se halla también el agua subterránea la cual no es igual de fácil de obtener ya que hay que realizar más trabajo para obtenerla ya que se encuentra en el subsuelo otro problema que pueden presentar es que su contenido de oxígeno es bajo. En la naturaleza

existen otras opciones de abastecimiento de agua las cuales no son muy comunes, llegan a ser usadas en caso de no tener otra opción se está hablado del agua atmosférica y del agua salada para usar esta última se requiere un proceso de desalinización.

2.2 Captación

Se puede definir como el medio por el cual se obtiene el agua subterránea o superficial, lo cual realizando una mancuerna entre construcciones civiles con equipo electromecánico se logra hacer un uso aprovechable del agua para la sociedad. El tamaño de las obras civiles para la captación está regido por el origen del abastecimiento por la magnitud de localización que se tenga.

2.2.1 Captación de aguas superficiales

Es importante tomar en cuenta para el diseño de una obra de captación los siguientes datos:

DATOS HIDROLÓGICOS	ASPECTOS ECONÓMICOS
Gasto medio, máximo y mínimo	Tipo de tenencia del terreno
Niveles de agua normal, extraordinario y mínimo	Obtener bajos costos en construcción, mantenimiento y operación
Característica de la cuenca, erosión y sedimentación	Presupuesto de obras para la protección de la misma
Estudio de inundación y arrastre de sólidos flotantes	Buscar la alternativa, más equilibrada en lo técnico y económico

Tabla.2.1 Datos de diseño para una captación superficial.

2.2.2 Captación directa por gravedad o por bombeo

La forma más fácil de obtener el agua es por captación directa, esto es cuando se tiene el agua en un cuerpo de agua que no presenta sólidos que vaya arrastrando, por lo cual se puede introducir un tubo en forma directa con el cuerpo del agua se recomienda que el tubo quede un poco esviado con respecto de el flujo de la corriente y para evitar azolves se deberá colocar una malla para evitar taponamiento de la tubería.

Para tener mejores resultados es recomendable tener una idea del agua que se va a necesitar para el abastecimiento y con esto poder calcular que tan sumergido deberá ir el tubo, como no se tiene una medición exacta de la velocidad y dirección es poco probable poder determinar la zona de contacto, por lo tanto se deberá recurrir a la siguiente fórmula que nos determina la pérdida que se tiene en la entrada:

$$\frac{V^2}{2g}$$

Donde:

V = Velocidad que se tiene en el tubo

g = La aceleración de la gravedad

Cuando es una captación por gravedad se hace la construcción de un sistema que retenga el agua el cual debe cumplir con un volumen que sea necesario para el abastecimiento de la población, lo que se nombra como represa,

para esto se tiene que tener una topografía favorable ya que es necesario colocar la tubería arriba de la elevación de la crecida máxima.

Cuando se tenga una topografía desfavorable, existe la captación por bombeo, para esto es necesario conocer la bombas una de las más populares es la centrifuga horizontal, tiene algunas características que le favorecen como son que los puntos de captación y de bombeo no necesariamente deben de estar juntos, con esto se tiene la ventaja de poder ubicar la estación de bombeo en el lugar más óptimo en cuestión de proteger estos sistemas contra inundaciones, facilitar el paso para dar mantenimiento a la estación y mejor cimentación. Uno de los principales problemas que presenta la captación por bombeo es que el desnivel permitido para el bombeo y la bomba son limitadamente cortos.

Se tiene otro tipo de bomba la cual es usada en pozos profundos se la llamaba bomba centrifuga vertical, tiene un precio mayor a la bomba centrifuga horizontal pero es más eficiente, otra característica es que el bombeo debe situarse exactamente arriba del lugar de captación, por lo cual la cimentación del equipo puede presentar afectaciones que al final repercuten en lo económico del sistema de captación. Por lo cual las bombas centrifugas horizontales son más populares en estos sistemas.

2.2.3 Captación por vertedor lateral

En caso de que la captación este expuesta a daños ya sea por piedras grandes o árboles, es necesario usar otro método de captación ya que el de forma directa no es factible por lo débil que resultan al exponerlo a los factores antes

comentados, por lo cual es recomendable usar un canal o tanque con materiales más resistentes como es el concreto armado el cual para su mejor funcionamiento cuenta con un vertedor lateral.

La finalidad de este vertedor es lograr equilibrar el exceso de captación que se tiene, el cual también evita que los dispositivos de captaciones se asolven ya que cuando se tiene un gasto mayor al esperado por parte de cuerpo del cual se está obteniendo el agua, es común que este arrastre muchos sólidos como son las arenas.

El vertedor lateral tiene la función de permitir el paso del agua pero cuenta con un dispositivo que cambia la dirección en forma paralela a la dirección del flujo, este dispositivo es comúnmente llamado cresta, la cual se debe colocar en un nivel inferior al que trae el flujo normal de agua, lo cual induce a un gradiente hidráulico del flujo del agua. La descarga que se tiene en el vertedor es directamente proporcional con el gradiente hidráulico y la longitud de la cresta entre mayores sean mayor es la descarga que se tiene en el vertedor.

2.2.4 Manantiales

Generalmente surgen de un estrato de un cuerpo de agua que está compuesto de una grava y arena, los cuales fluyen a la superficie debido a materiales como son la arcilla y roca que presentan impermeabilidad. Los manantiales se encuentran en las declives de los cerros, un indicativo de existencia de un manantial es encontrar un área verde en un lugar seco o con poca

vegetación o se puede recurrir a la ayuda de los pobladores del lugar para que nos proporcionen información de la existencia de los manantiales.

Por lo general el agua de un manantial es limpia, se llega a contaminar al contacto con el terreno o charco en el que nace, por lo cual es preferible recurrir a un dispositivo que no permita la contaminación de agua se fluye, por lo cual se recomienda usar construcciones de piedra y tabique para conducir el flujo hasta una conducto donde el agua este protegida de la contaminación.

Para evitar que el manantial se dañe es necesario realizar un pozo en la ladera por la cual esta fluyendo el agua, realizando después una caja, se debe tener cuidado en no dañar la parte impermeable del manantial al momento de hacer el pozo ya que cualquier error se puede perder el nacimiento del manantial en ese punto y se deberá buscar otro punto donde siga fluyendo.

2.2.5 Pozos

Se le nombra pozo a una extracción vertical, con un ancho pequeño en comparación con la profundidad. Por lo cual la entrada del agua entra en toda la longitud de las paredes de la perforación haciendo que el salida del agua sea radial. Para estandarizar los pozos se dividen en someros y profundos. Los primeros tienen la característica de ser ubicados en aguas subálveas. Por lo general son fáciles de construir ya que solo se requiere pico y pala, con medidas de 1.5m como diámetro mínimo y la profundidad queda restringida a los 15m, para que el agua penetre a través de la paredes del ducto es necesario que este tenga

agujeros de con un diámetro de 25mm y con unas distancias de separación ya sea entre 25 a 15 cm.

Los pozos profundos se llegan a perforarse en estratos de los acuíferos subterráneos que llegas a tener gran extensión, esto representa una condición favorable para la captación de agua, ya que las condiciones anteriores regulan las oscilaciones que se presentan en la línea piezométrica por lo cual se tiene un utilidad constante e importante. Tiene otras ventaja que el agua captada es de buena calidad pero en cierto casos puede estar contaminadas. Uno de los problemas que se tiene es que puede resultar antieconómico realizar la construcción de los pozos.

2.3 Nociones de Geohidrología

A continuación se explicarán algunas definiciones que están relacionadas con la geohidrología, con la finalidad de relacionarnos más con esta materia y poder despejar algunas dudas que pueden surgir.

Acuífero: Es un capa que se localiza en el subsuelo, la cual puede tener grandes cantidades de agua que pueden ser usadas para abastecimiento de alguna población.

Acuífero confinado: Cumple con la característica de estar restringido en la superficie como en su parte inferior, por capas que son impermeables (arcilla) estas capas son invulnerables a la penetración del agua, estos cumplen con la característica de tener un presión más elevada que la atmosférica.

Acuífero semiconfinado: Tienen como característica el estar restringidos por capas de permeabilidad menor que él, pero esto no limita que puedan almacenar grandes volúmenes de agua.

Acuífero libre: Es el que el nivel freático y el nivel superior son iguales, lo que quiere decir que la presión del agua es la misma que la atmosférica.

La porosidad: Proporción del volumen de espacios abiertos (intersticios) en el volumen total de un suelo. Se puede definir como la cuantía de agua, que puede ser captada por los espacios libres de las partículas del suelo.

Rendimiento específico: Se maneja en porcentaje, es la cantidad de agua que se encuentra independiente y es posible desaguarla del acuífero con ayuda de la gravedad. Esto puede confundirse con la porosidad pero no es lo mismo esto se debe a que la fuerza de tensión superficial y molecular en las partes abiertas contiene algo de agua. El rendimiento específico sirve para determinar la cuantía de agua disponible para su desarrollo.

$$\text{Rendimiento específico: } \frac{\text{Vol. de agua}}{\text{Vol. de suelo}} \times 100$$

Coefficiente de almacenamiento: En un acuífero confinado, es la cantidad de agua liberada por una columna de área horizontal unitaria y de altura igual al espesor saturado del acuífero, cuando la superficie piezométrica desciende una unidad. Los valores de S varían de 1×10^{-5} a 1×10^{-2} (adimensional).

Gradiente Hidráulico: La superficie piezométrica presenta una pendiente a esto se le llama gradiente hidráulico. Se puede entender como el desnivel de un lugar a otro en la extensión del gradiente hidráulico por lo tanto es una medida de presión.

La permeabilidad: Se expresa como la medida de la penetración del agua subterránea por medio de una roca. Se debe tomar en cuenta la porosidad y depende mucho de la comunicación que se tenga en los espacios libres del material.

La transmisibilidad: La facilidad que tiene un acuífero para permitir el paso del agua por medio del espesor y se obtiene haciendo el producto del espesor saturado del acuífero por el coeficiente de permeabilidad.

2.3.1 Método de perforación de pozos

Existen varios métodos para perforar un pozo ya puede ser por percusión, de forma rotativa o de percusión con circulación inversa.

Perforación por percusión: Esta se realiza con un sistema de instrumentos como son una barren chata, un vástago para barrena, percutores y una conexión de cable, todos deben estar unidos por medio de roscas cónicas. Se debe contar con un brazo y una viga de que realice la tarea de elevarse y bajar los instrumentos al interior del pozo húmedo. Este método consiste en aflojar y sacudir la barrena en el movimiento que lo lleva a la superficie. El trabajo de perforador es girar la barrena y tomando criterio en la maniobra de los instrumentos por el contacto que se tiene con el cable de perforación.

Perforación rotatoria: El procedimiento consiste en sostener el extremo de corte a una barrena de perforación hueca, esta se gira velozmente por medio de un sistema rotatorio (mesa) la cual cuenta con un motor. La cual se bombea en dirección inferior, ya sea por medio de agua o una arcilla coloidal que pasa por medio del tubo hueco, el cual mana por las oquedades de la barrena y se traslada el material que desprende a la parte superior. Las llamadas suspensiones de arcilla se usan para menguar pérdidas que se tienen por el fluido de perforación y esto no permite que tengan contacto con la columna permeable.

Perforación por percusión con circulación inversa: Se utiliza una barrena de percusión que se resbala por la parte exterior de un tubo hueco, esta destroza los cantos encontrados a su paso. Existen medidas restrictivas para los diámetros manejados que pueden llegar a ser de 204mm. Por medio de estos se sacuden partículas grandes de piedra. Se puede lograr velozmente hoyos de una profundidad de 213m y con diámetros de 1.82m en materiales no estén consolidados y sean heterogéneos. Se recomienda que el agua que este circulando tenga arena ya que esto menguara el agua que se necesite para equilibrar las pérdidas que se tengan en las perforaciones que se estén haciendo en las formaciones.

2.3.2 Tuberías usadas en conducción

Los materiales para la elaboración de tubos pueden ser variados, por nombrar unos la arcilla vitrificada, plomo, madera, fierro fundido, cobre, concreto y acero. Algunos de estos materiales han quedado obsoletos los materiales más

populares en la actualidad son los que tienen fibras de asbesto y cemento, concreto reforzado, acero, polietileno y PVC.

Tuberías de fibro-cemento: Este tipo de tubería tiene la ventaja de que no se corroe ni se oxida. Es elaborada encima de un cilindro de acero pulido, se crea una mezcla de fibras de asbesto con varios tipos de cemento agua y sílice hasta hacer una laminilla, de forma que esta se puede envolver en varias capas con la lámina hasta llegar a la resistencia óptima. Gracias al uso del cilindro de acero se obtiene un bajo coeficiente de rugosidad de $n= 0.010$, esto lo rige la fórmula de Manning.

Tubería de PVC: que sus iniciales se deben a Polietileno y cloruro de polivinilo, este es uno de los llamados termoplásticos lo cuales sean popularizado en la actualidad para los sistemas de conducción de agua potable.

Ventajas: Debido a su peso ligero es fácil de colocar y no genera muchos gastos, es invulnerable a la corrosión, sal y ácidos, puede ser probada de forma hidrostática, la resistencia que tiene es mayor comparada con la de fibrocemento tiene un coeficiente de rugosidad bajo, el transporte y almacenamiento resultan fáciles, en diámetro menores o iguales a 100mm tiene un costo menor que la tubería de fibrocemento.

Desventajas: El precio aumenta en diámetros mayores a 200mm, su resistencia disminuye si es expuesta por mucho tiempo a los rayos del sol, se requiere de mano de obra especializada en caso de que la tubería tenga extremos

lisos para unirlos por el procedimiento de cementado. Por lo cual es recomendable usar tubería que esté compuesta de anillo y campana de hule.

Tubería de fierro vaciado: Se distinguen por tener alta resistencia a cargas mecánicas y su tiempo de vida útil es alto ya que difícilmente se corroen, fueron desplazadas por las tuberías de fibrocemento ya que estas tienen un precio menor.

Tubería de acero: Estas tuberías son usadas en líneas de conducción ya que tienen la ventaja de resistir grandes presiones, pueden llegar a corroerse por que están expuestas se cubren exteriormente y interiormente, tiene una larga vida útil, flexible y es dúctil a las circunstancias de instalación que se presenten.

2.3.3 Piezas especiales, dispositivos de control y protección de bombas y tuberías.

En las líneas de conducción se tienen esquinas, distintos diámetros, cambios de dirección, entradas a válvulas, para realizar estas uniones son necesarias las piezas especiales y pueden ser de distintos materiales.

Es necesario el uso de elementos que protejan la tubería y el sistema de bombeo en general, uno de los fenómenos más comunes que puede llegar a dañar la tubería es el golpe de ariete, otros dispositivos son usados para controlar la descarga de la línea de conducción.

Junta flexible: Son usados comúnmente para evitar movimientos ocasionados por la operación de la bomba, la cual provoca pequeños

desplazamientos en el sistema de tubos, este tipo de juntas facilita el separar la unidad de bombeo cuando sea necesaria, comúnmente se usan para las juntas Gibault y Dresser.

Válvulas eliminadoras de aire: Se usan para sacar el aire almacenado en la succión en el momento que la bomba esta parada. La salida de aire se realiza al inicio de operación de la bomba, se deben colocar enseguida de la junta flexible.

Válvulas de Retención: Común mente se usa con la finalidad de detener el agua que se encuentra en la tubería, para que cuando la bomba detenga su operación y esto para evitar que la bomba se esfuerce por el golpe de ariete, con esto se quiere dar a entender que este dispositivo disminuye los efectos por el fenómeno antes mencionado.

Válvula de compuerta: Estas son necesarias para efectos de mantenimiento, reparación o inspección, sin la necesidad de detener totalmente el sistema, esta válvula se debe ubicar en la descarga de la bomba, enseguida de la válvula de alivio, no necesariamente deben cumplir con lo anterior para ser colocadas, si se desea poner en alguna otra zona del proyecto es factible.

Válvulas de Mariposa: Son usadas cuando el diámetro de la tubería es de grandes dimensiones o cuando exista baja presión en la línea, una de sus ventajas es que son ligeras, su precio no es mucho y tienen menor tamaño. Su funcionamiento es simple ya que tienen un dispositivo que mueve un disco que la hace rotar y centrarla en el cámara de la válvula, este trabajo puede ser manual o automático.

Desagües: Se colocan en las zonas más bajas de la línea de conducción en el trabajo de descargar la línea, en caso de que se rompa la tubería en el momento que se esté operando, es usada también para enjuagar la línea en el momento que se está construyendo.

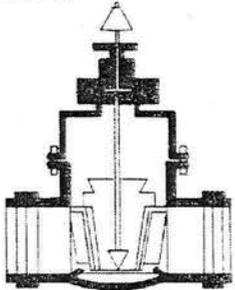
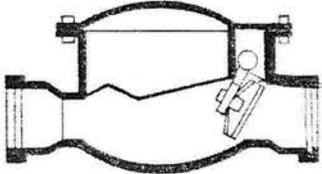
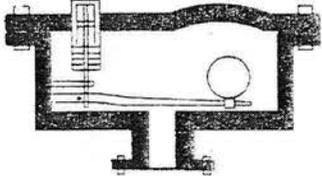
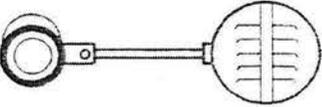
tipo de válvula	
<p>COMPUERTA</p> 	<p>Esta válvula sirve para normalizar el gasto, apartando las partes de una red o se puede utilizar como desagües.</p>
<p>RETENCION O "CHECK"</p> 	<p>Solo permite el paso del agua en un solo sentido, en lo general se usa en sistemas de bombeo.</p>
<p>DE AIRE</p> 	<p>Su función es la de liberar la presión que existen en las parte más elevadas de la línea de conducción esto evita que obstrucciones en la tubería</p>
<p>DE FLOTADOR</p> 	<p>Sirve para controlar la cantidad de agua que se desea almacenar</p>

Imagen 2.1 Muestra las válvulas más comunes.

SIMBOLOS DE PIEZAS ESPECIALES Y CRUCEROS

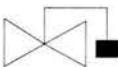
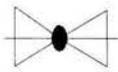
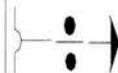
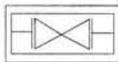
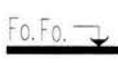
	Válvula de compuerta		Cruz de p.v.c.
	Válvula de "Check"		Cruz de fierro fundido
	Válvula de aire		Cruz de fierro galvanizado
	Válvula de aire		Te de fierro galvanizado
	Llave de nariz		Codo de 90° f.g.
	Llave de globo		Codo de 45° f.g.
	Hidrante		Codo de 20° 30'
	Caja de Válvula		Extremidad con campana de p.v.c
	Tubería de fierro fundido		Extremidad de brida de fo.fo.
	Tubería de asbesto cemento		Tapón macho de f.g.
	Tubería de fierro galvanizado		Tapa ciega de fierro fundido
	Cruz de asbesto cemento		Reduccion de brida de fo.fo.
	Cruz de fierro galvanizado		Junta gibault

Imagen 2.2 En la cual se muestra la simbología utilizada para representar piezas especiales en los planos de una línea de conducción

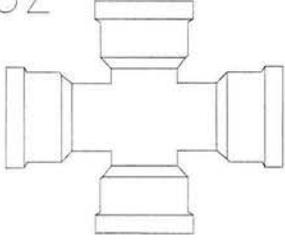
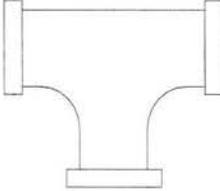
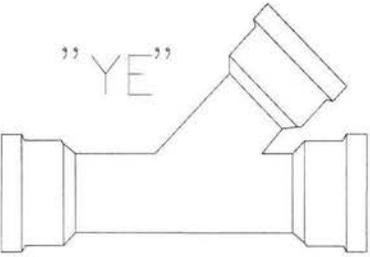
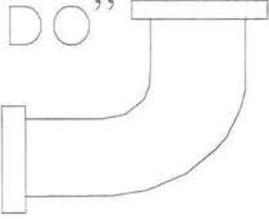
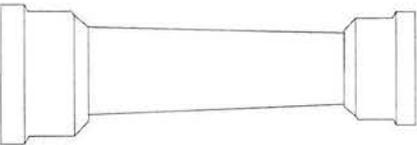
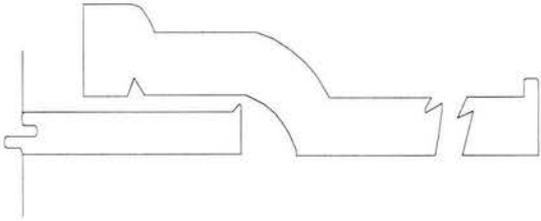
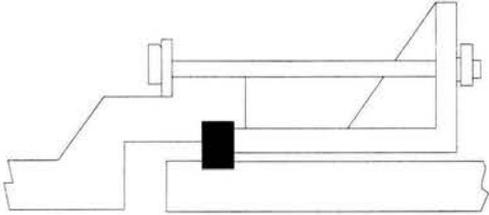
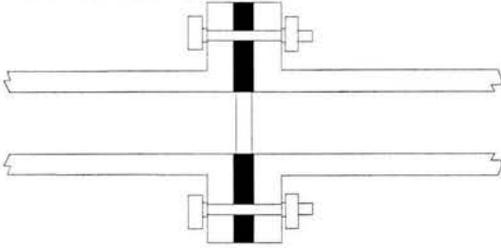
PIEZAS ESPECIALES	DESCRIPCIÓN
<p data-bbox="263 265 442 314">"CRUZ"</p> 	<p data-bbox="780 265 1350 518">En la mayoría los casos las cuatro entradas son de diámetros iguales, pero a veces se suelen usar de dos diámetros</p>
<p data-bbox="294 584 395 634">"TE"</p> 	<p data-bbox="780 565 1350 741">Al igual que el cruz los diámetros pueden ser iguales, aunque se encuentran de diámetros distintos</p>
<p data-bbox="357 874 457 924">"YE"</p> 	<p data-bbox="780 872 1350 1048">Tienen presentaciones con el mismo diámetro pero en ocasiones se derivan en diámetros distintos.</p>
<p data-bbox="263 1131 504 1181">"CODO"</p> 	<p data-bbox="780 1120 1350 1373">Los diámetros pueden ser iguales o diferentes pero se fabrican en distintos ángulos para dar la curvatura necesaria.</p>
<p data-bbox="263 1425 693 1495">"REDUCCION"</p> 	<p data-bbox="780 1415 1350 1667">Tienen como función adaptar tuberías que tengan menor diámetro o piezas especiales que tengan un diámetro mayor.</p>

Tabla 2.2 En la tabla anterior se muestran imágenes de piezas especiales y una pequeña descripción.

JUNTAS	DESCRIPCIÓN
<p data-bbox="200 341 832 420">”CAPANA Y MACHO”</p> 	<p data-bbox="863 329 1367 665">Esta sirve para ocupar espacios con alquitrán estopa y plomo, que generalmente son utilizadas en tuberías de compuesta de asbesto cemento y fierro.</p>
<p data-bbox="263 816 566 895">”MECANICA”</p> 	<p data-bbox="863 915 1367 1023">La junta mecánica es utilizada en tuberías de acero.</p>
<p data-bbox="236 1270 492 1328">”BRIDA”</p> 	<p data-bbox="863 1355 1367 1541">Este tipo de junta puede ser de cobre plomo o de hule, es rígida se utiliza para tuberías de fierro.</p>

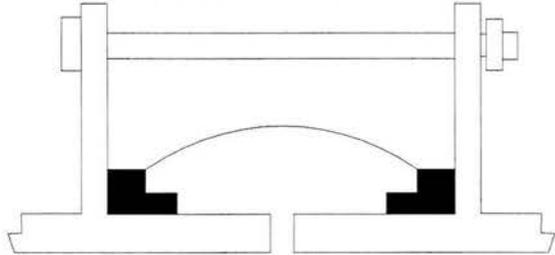
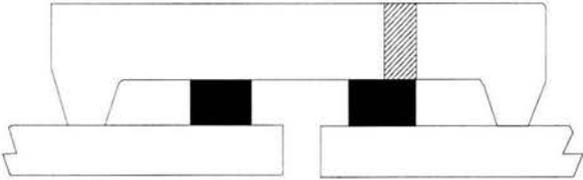
<p style="text-align: center;">” GIBAULT ”</p> 	<p>Esta junta es utilizada en tuberías compuestas de asbesto cemento, fierro o mixtos la cual se caracteriza por ser una junta flexible para tubería lisa.</p>
<p style="text-align: center;">” COPLÉ ”</p> 	<p>Esta es utilizada en coples especiales, es para juntas flexibles que necesiten hidráulicos (gatos), por lo general se usan en tuberías de asbesto cemento o para hacer juntas mixtas.</p>

Tabla 2.3 En la tabla anterior se muestran imágenes de juntas y una pequeña descripción.

2.3.4 Factores de consideración para el diseño de una línea de conducción

Es necesario que se tenga conocimiento de los factores que influyen para la determinación del mejor diseño para una línea de conducción que son los que se mencionaran a continuación.

Topografía: Es importante ya que del material de la tubería va de la mano con la topografía. Lo que es más factible es tener niveles con los cuales se pueda trabajar con presiones bajas e impedir niveles notables.

Afectaciones: Es necesario tener en cuenta del carácter de los terrenos por los cuales está pasando la línea de conducción ya sean terrenos ejidales o

particulares. Lo general es usar derechos de vía de cuerpos de agua, ferrocarriles, caminos, linderos, y líneas de transmisión de energía.

Clase de terreno por excavación: La tubería por conducción se recomienda que este enterrada. El diseño óptimo es que disminuya lo posible el excavar en roca, también es importante saber el nivel freático.

Cruzamiento: Es necesario prever en donde van a ir los cruces como pueden ser vías férreas, caminos y ríos.

Calidad del agua por conducir: Es recomendable saber las características que tiene el agua que se va a conducir, si es corrosiva, turbia, tiene manganeso o hierro, esto puede menguar el rendimiento del ducto.

Gastos por conducir: En caso de usar tuberías con diámetro iguales o menores a 150mm, es común usar el PVC, en el caso de usar diámetros de dimensiones mayores con limite en los 500mm lo cuales la carga hidráulica a resistir sea de 14.0 kg/cm^2 , el fibrocemento es lo que popularmente se usa. Si se tiene diámetros de iguales o mayores a 610mm, se necesitaran tuberías de acero, concreto reforzado y fibrocemento.

Costos de suministro e instalación de tuberías: Se pueden tener varias formas de adquisición del suministro ya sea Estatal, Gobierno Federal y por contratistas, si los diámetros son mayores a 760mm, es necesario revisar las condiciones que otorgue el fabricante.

Normas de calidad y comportamiento de tuberías: Es importante tener conocimiento de la producción de tubería que estén disponibles en el mercado, conocer las pruebas de control de calidad y tener en cuenta como se deben transportar, almacenar y manejo.

Aspectos socioeconómicos: Se debe tomar en cuenta los puntos anteriores para lograr un buen diseño, uno óptimo esto que quiere decir, que se aproveche la topografía existente tratar de estar enterado de la afectación por donde se va a pasar la línea de conducción y que este sea factible económicamente.

2.3.5 Conducción por gravedad

Para obtener el cálculo Hidráulico, la escorrentía del agua afectada por la gravedad, con una consideración de ser descarga libre, es regida por la siguiente expresión:

$$R = \frac{V^2}{2g} + h_f + h_s$$

Donde:

H = Carga hidráulica disponible en m

$\frac{V^2}{2g}$ = Carga de velocidad, en m

h_f = pérdida por fricción en la tubería en m

h_s = suma de pérdidas secundarias, en m

Para el cálculo de una línea de conducción los datos conocidos son la carga disponible “H” y la longitud de la línea “L”.

Otros datos que se obtienen a través de trazos planimétricos y altimétricos son el diámetro comercial, el tipo de material de la tubería y el calibre de la tubería que se va a manejar por las presiones de operación.

2.3.6 Instalación de tuberías

Las tuberías se pueden colocar de forma superficial, enterrada o si es el caso de ambas. Lo que rige esta condición es la topografía del lugar, si el terreno es difícil de excavar (suelo rocoso) resultará anti-económico enterrarlo. También el diseño de la línea está influenciado por los factores que pueden afectar a esta, por mencionar un caso, si la tubería está expuesta a ser afectada por animales o personas. No importa de qué manera sea instalada la tubería siempre se debe evitar que se quebré o sufra fisuras y tratar de disminuir piezas especiales como son los codos. Ya que estos cambios de dirección aumentan las pérdidas de carga, como también aumentan el costo que se requiere para instalarse.

Se suele dividir la colocación de la tubería en enterrada y visible, esto es regido por si presenta dilatación o no y que lleven juntas, se recomienda el uso de tubería de acero en líneas abiertas.

Es de importancia conocer los catálogos de instalación y procedimientos que proporcionan los constructores de la tubería, si se siguen las recomendaciones de instalación se disminuye la posibilidad de tener una falla en la línea de conducción por mala instalación. Una recomendación para conocer

todos los aspectos de la línea de conducción es realizar un plano, que contenga bien especificado la localización que se tiene de las piezas especiales, como son las válvulas, codos, atraque, juntas de dilatación y silletas.

2.3.7 Silletas

Las tuberías de acero se usan como soporte una silleta. Es necesario determinar el espacio máximo que se debe de tener entre silletas, por lo cual se calcula como una viga continua que está cantiliver se caracteriza por que en un extremo del tubo es unido aledaño a la dilatación, a continuación se presenta las formulas como se deben calcular las silletas.

El momento flexionante se obtiene

$$M = \frac{wL^2}{8} = \frac{wLL}{8} = \frac{WL}{8}, \text{siendo } W = wL$$

De otra forma:

$$M = f_s \times S = \frac{WL}{8}$$

Por lo cual:

$$L = \frac{8f_s S}{W}$$

Donde:

L = Longitud de la tubería entre silletas, en m.

S = Módulo de la sección de tubería en cm³

$$S = \frac{\pi (D^4 - d^4)}{32D}$$

Valor:

D = Diámetro exterior

d = Diámetro inferior

W = Carga total en la tubería igual a wL, en kg

w = Carga unitaria considerada (kg/m).

Las cargas que se deberán valorar son las siguientes: el peso de la tubería en kg/m y el peso del agua al interior de la tubería en kg/m

f_s = Esfuerzo que presenta la tensión de la tubería que va desde los 1265 a los 1140kg/cm².

Si por cuestiones de topografía no se puede lograr la separación calculada entre silleas, se recomienda que estas estén lo más cercanas posibles esto suele presentarse en zonas inclinadas. Principalmente las silleas se componen de ángulos, placas soleras y fierros estructurales, en ocasiones llegan a ser de concreto armado.

2.3.8 Atraques

Son soportes generalmente de concreto que se usan, cuando existe presión en la línea de conducción, para poder saber el lugar donde deben de ir colocadas en un conjunto hidráulico es necesario conocer las condiciones que tiene el diseño de la línea como es la ubicación de piezas especiales como lo son la válvulas, cambios de dirección y cruces.

La problemática del lugar donde deben de ir los atraques se debe tomar con un criterio hidráulico, se obtiene con el cálculo que resulta de los empujes hidrostáticos y dinámicos, los cuales influyen en las paredes de la tubería ya que estas fuerzas serán transmitidas a los atraques.

2.4 Golpe de Ariete

Este es producido cuando es cerrada rápidamente una válvula, en el principio o en el final de una tubería, el líquido que se detiene es golpeado por que está justo detrás que se encuentra en movimiento, lo cual produce una sobrepresión que traslada el líquido por la tubería con una velocidad menor que la del sonido. Esto tiene el efecto de dilatar la tubería y comprime el líquido. En el momento que el líquido que se movía en la tubería se ha parado, también es detenido el impulso que estaba comprimiéndola, lo que ahora sucede es que se expande. Otro efecto que sucede es que amplía ligeramente esta llegara a tornar a su dimensión normal. Lo anterior produce una onda de presión en sentido opuesto, al desplazar al líquido en dirección contraria y estando la válvula cerrada

esto provoca que exista una depresión que influye a la presión común de la tubería.

Las condiciones con las que debe de cumplir es que el tubo tenga una resistencia mayor a la presión máxima que este manejando la línea de conducción y la línea de subpresión no tiene que pasar del terreno en más de una atmósfera que equivalen a diez metro columna de agua ya que se aplastaría la tubería.

Las fórmulas usadas para el golpe de ariete son:

$$T = 1 + \frac{KLV}{g H_m}$$

Donde:

T = Tiempo de cierre en segundos

L = Longitud del conducto

V = Velocidad

K = Coeficiente

g = gravead

H_m = Altura manométrica (carga dinámica total)

$$H_m = Z_o + h_f + 5\%h_f + ND + \text{altura del tanque}$$

$$hf = KLQ^2 \quad y \quad K = \frac{10.293n^2}{D^{\frac{16}{3}}}$$

$$a = \frac{1425}{\sqrt{1 + \frac{K_w D}{K_E e}}}$$

Valores para K:

$$K = 2 \text{ si } L < 500$$

$$K = 1.5 \text{ si } 500 < L < 1500$$

$$K = 1.5 \text{ si } L > 1500$$

Donde:

n = Coeficiente de rugosidad de Manning

a = aceleración de la onda

D = Diámetro del tubo en metros

K_w = Módulo de elasticidad del agua 20,670 kg/cm²

K_E = Módulo de elasticidad del tubo

ND = Nivel dinámico

e = espesor del tubo

si $\frac{aT}{2} > L$ es una conducción corta

Por lo cual se deberá usar la siguiente fórmula:

$$hg = \frac{2LV}{gT} \text{ (Michaud)}$$

si $\frac{aT}{2} < L$ es una conducción larga

Para esta condición se usara esta fórmula:

$$hg = \frac{aV}{g} \text{ (Allievi)}$$

$$P_{max} = Z_0 + hg$$

$$P_{min} = Z_0 - hg$$

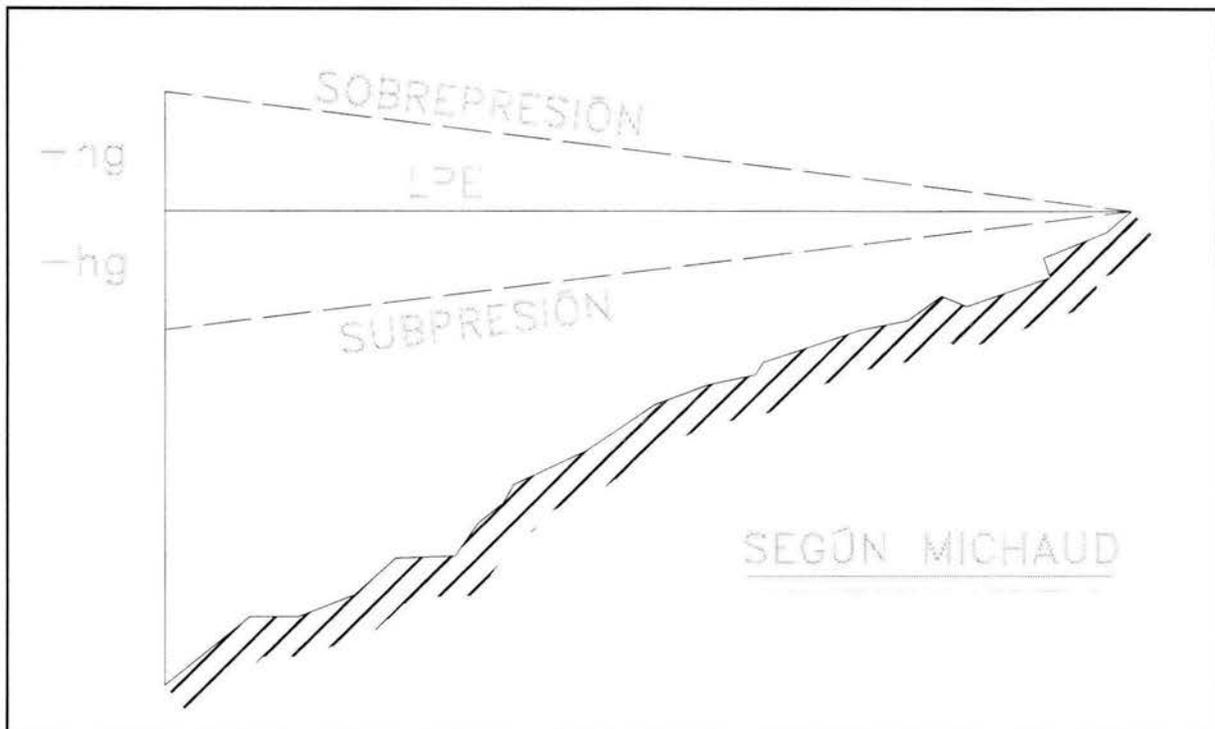


Imagen 2.1 Representación de una línea de conducción corta.

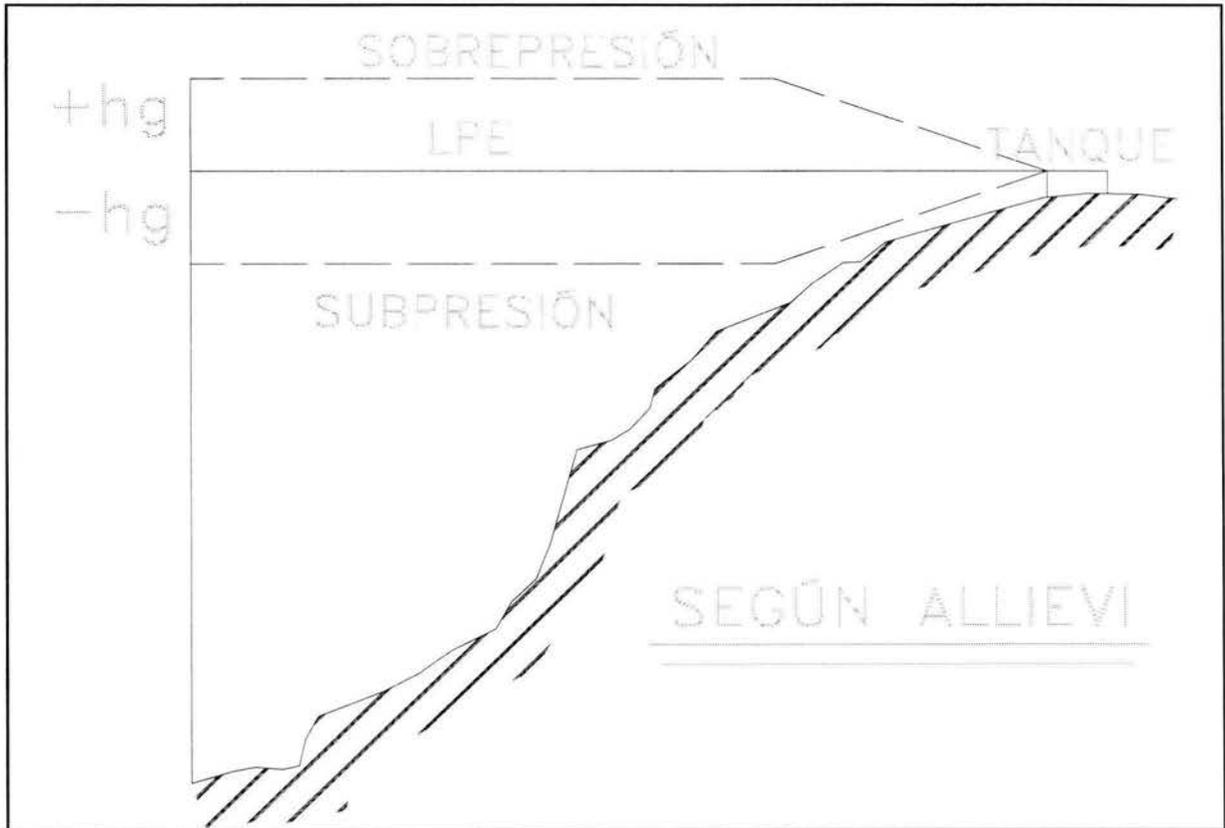


Imagen 2.2 Representación de una línea de conducción larga.

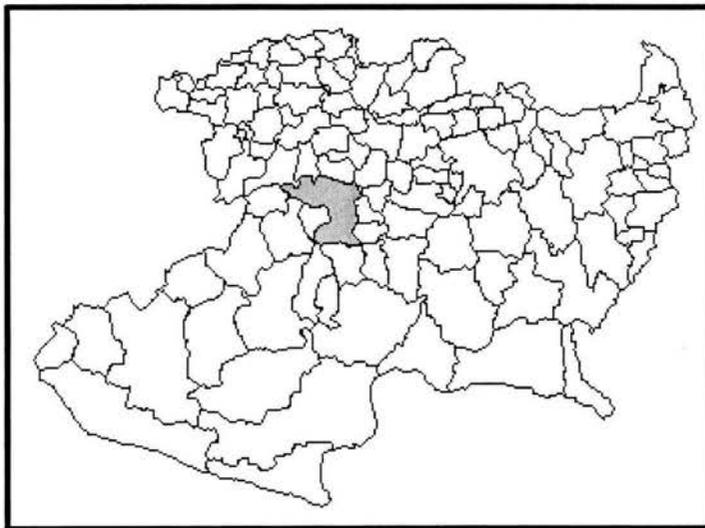
CAPÍTULO 3

MACRO Y MICRO LOCALIZACIÓN

La finalidad del presente capítulo hace referencia a la ubicación que tiene la línea de conducción, describiendo el entorno, geografía, hidrología, el uso de suelo, topografía del lugar y clima.

3.1 Generalidades

La línea de conducción se localiza en el Municipio de Uruapan, Michoacán, se ubica al oeste del Estado, con unas coordenadas $19^{\circ}25'$ de latitud norte y $102^{\circ}03'$ de longitud oeste, el cual se presenta a una altura media de 1,620 metros sobre el nivel del mar. Sus colindancias son al este con Ziracuaretiro, Tingambato y Tareatan, al norte con Paracho, Charapan y Nahuatzen, en el sur colinda con Gabriel Zamora, en el oeste con Peribán, Nuevo Parangaricutiro y Los Reyes. Se localiza a un tramo de 120km de Morelia que es la capital del Estado.



Mapa 3.1. Localización de Uruapan 1, Michoacán

3.2 Entorno Geográfico

Macrolocalización: El municipio de Uruapan está introducido en el eje neovolcánico, mexicano, al centro occidental del estado de Michoacán, cuenta con una extensión territorial de 954.17 km².



Imagen. 3.1 Macrolocalización del Municipio de Uruapan

Microlocalización: La línea de conducción se ubica al norte de la ciudad de Uruapan por la carretera Uruapan-Carapan, entre la línea de conducción "El Capulín" y la localidad de "La Basilia", debido a la topografía la línea de conducción es por gravedad.

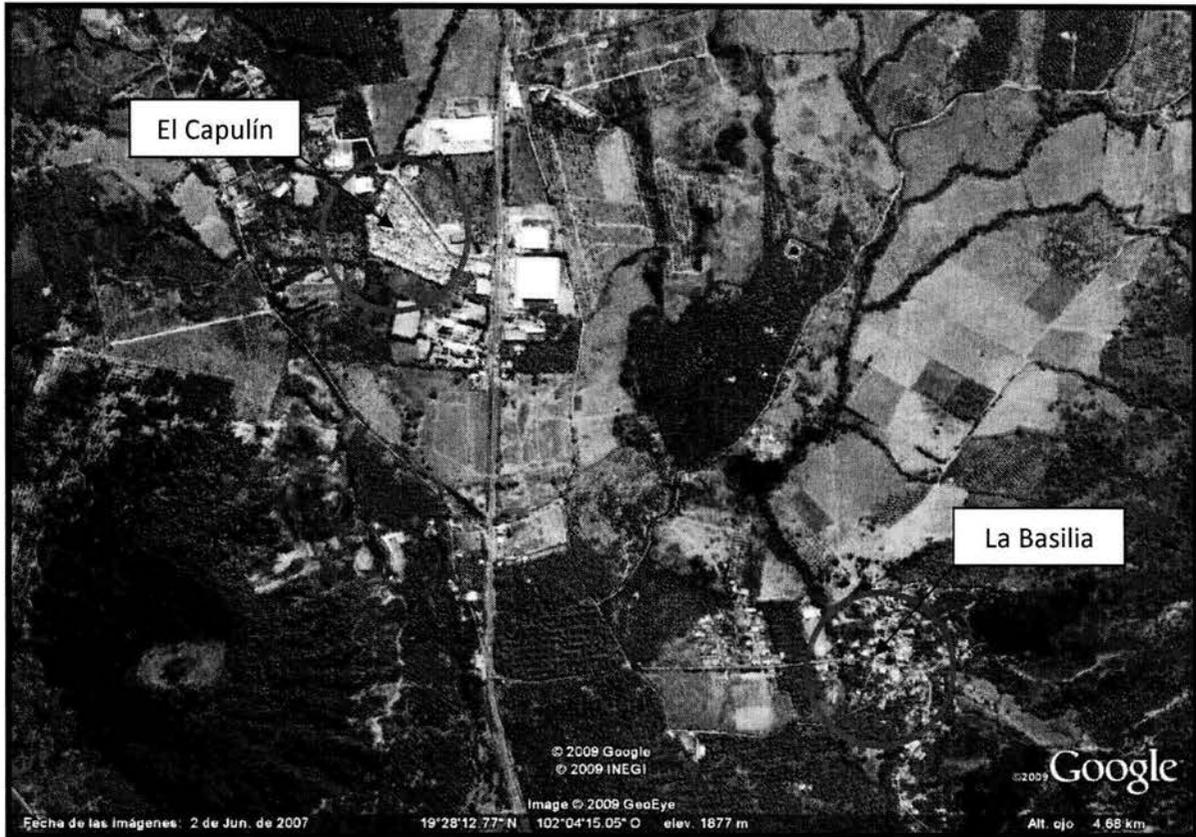


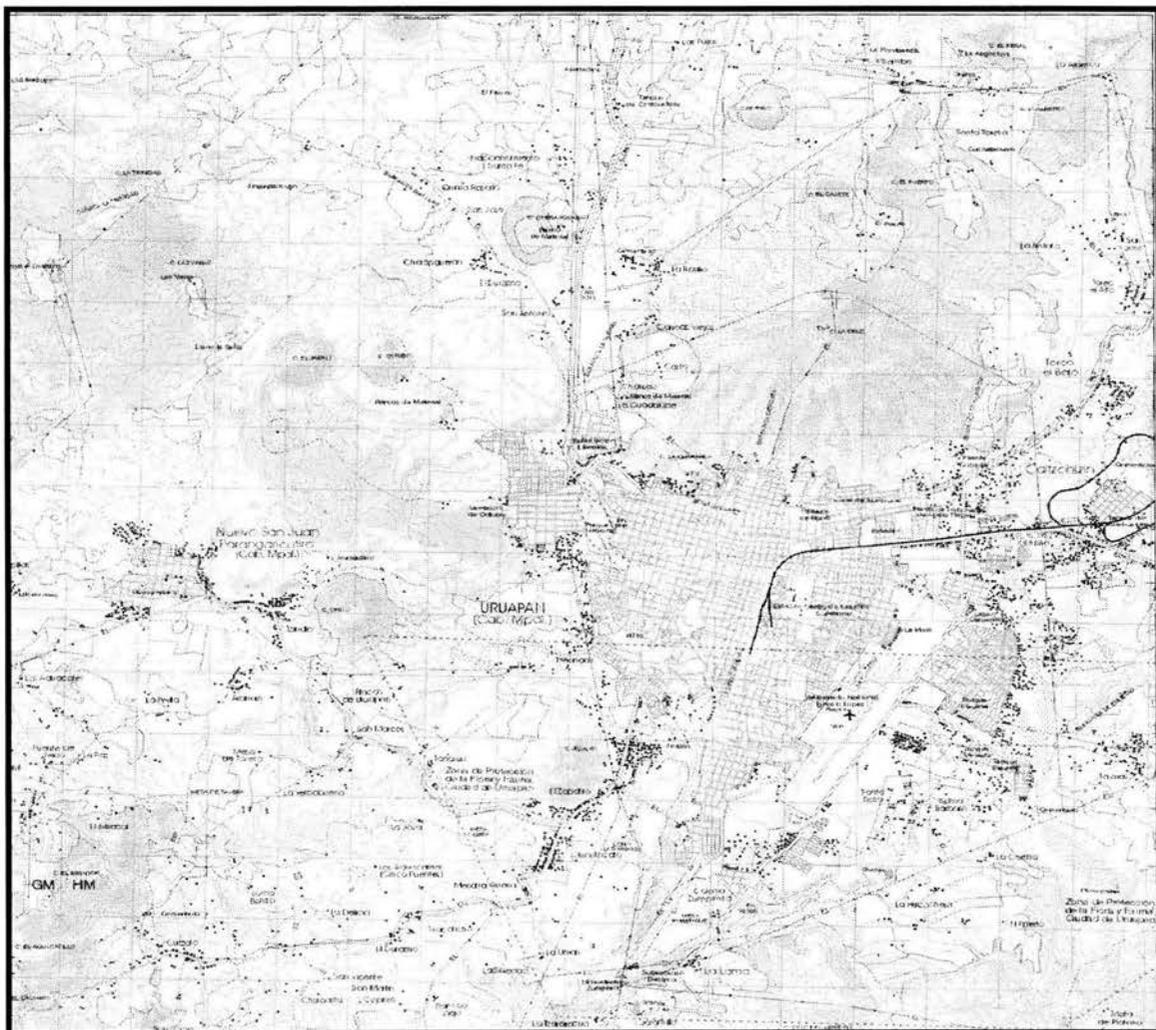
Imagen. 3.2 Muestra la ubicación de la línea de conducción por gravedad

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

Principales ecosistemas: En el municipio rige el bosque mixto, con encino y pino, y el bosque tropical deciduo, con guaje, parota, cirían y cascalote. Los animales más comunes es el zorrillo, venado, coyote, zorra, liebre, tlacuache, pato, conejo y torcaza.

3.2.1 Topografía de la zona

Las topografía de Uruapan es variable al norte se tiene una topografía con pendientes pronunciadas, se cuenta con el cerro de La Cruz, en la zona centro el terreno se torna un más plano gradualmente, existe un cerro ubicado en la parte poniente centro ubicado cerca de San Juan Nuevo llamado El Chino, para la zona ubicada en el sur-poniente el terreno es totalmente plano solo se presenta el cerro de Jicalan.



Mapa.3.2 Presenta la topografía de la Ciudad de Uruapan.

3.2.2 Hidrología de la zona

Su hidrografía se compone del río Cupatzio, el cual brota en el interior de la población este es una de las principales arterias ya que de este se sirve la mayoría de la ciudad. Es de importancia mencionar a la presa de Caltzonzin la cual atraviesa el oriente de la población en la cual nace el río de Santa Bárbara, las cuales son parte de la cuenca del Río Telpalcatepec y estas a su vez forman parte de la hidrografía del Río Balsas.

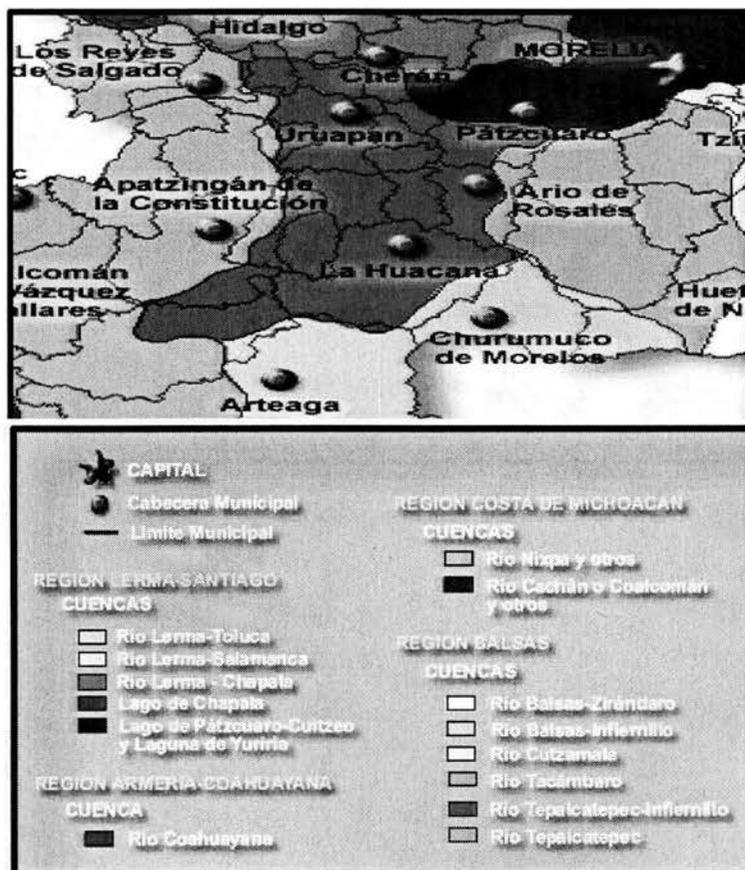


Imagen.3.3 Se muestra a la zona hidrológica a la que pertenece Uruapan

3.2.3 Clima de la zona

El clima que presenta Uruapan es muy diverso comparado con los demás Municipios de Michoacán, esto se debe a las cambio en la elevaciones de la topografía, se puede describir que en la parte norte cuenta con un clima templado subhúmedo, en cambio en la parte central que presenta mayor altura el clima es templado pero húmedo, en la parte central que presenta elevaciones diferentes el clima es Semicálido húmedo así de igual forma para la parte sur, la mayoría de las lluvias se presentan en verano. La temperatura de la zona por promedio anual en la parte norte va de los 12 a 20°C, la parte sur de 24 a 33°C y la parte central de 18 a 27°C. En cuanto a la intensidad de lluvia anual presenta de 1,200 a 1500 mm.

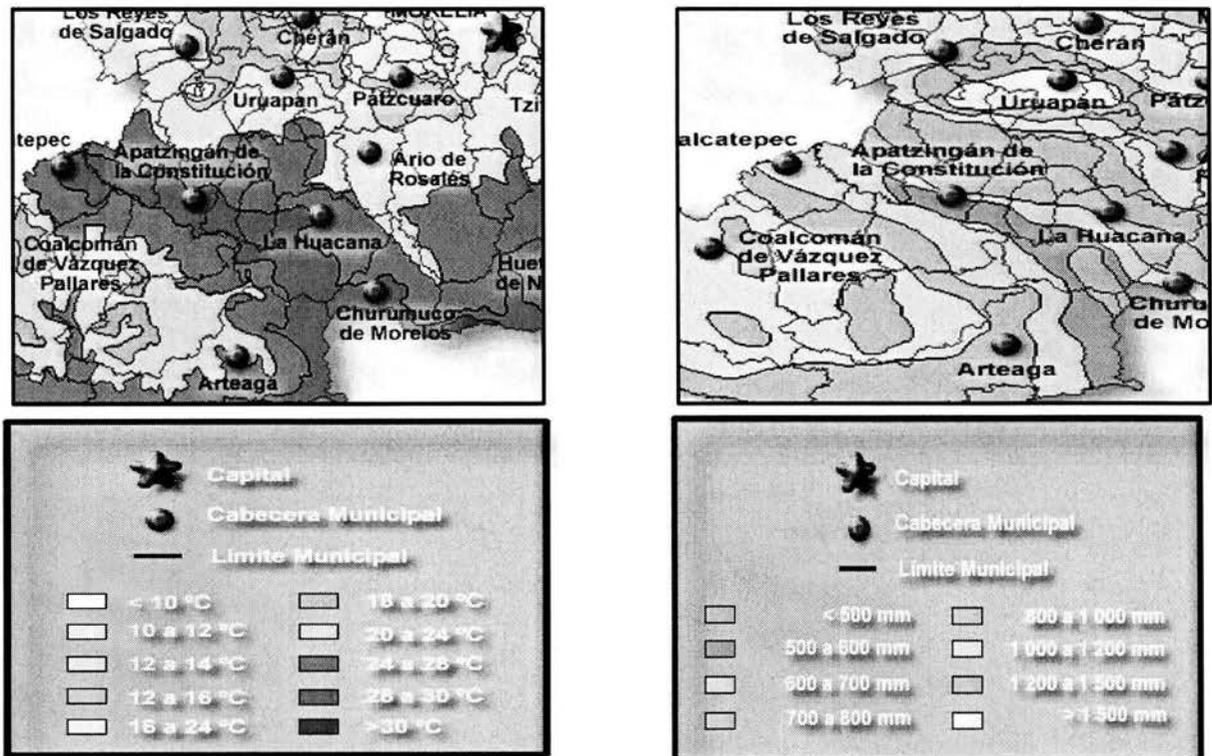
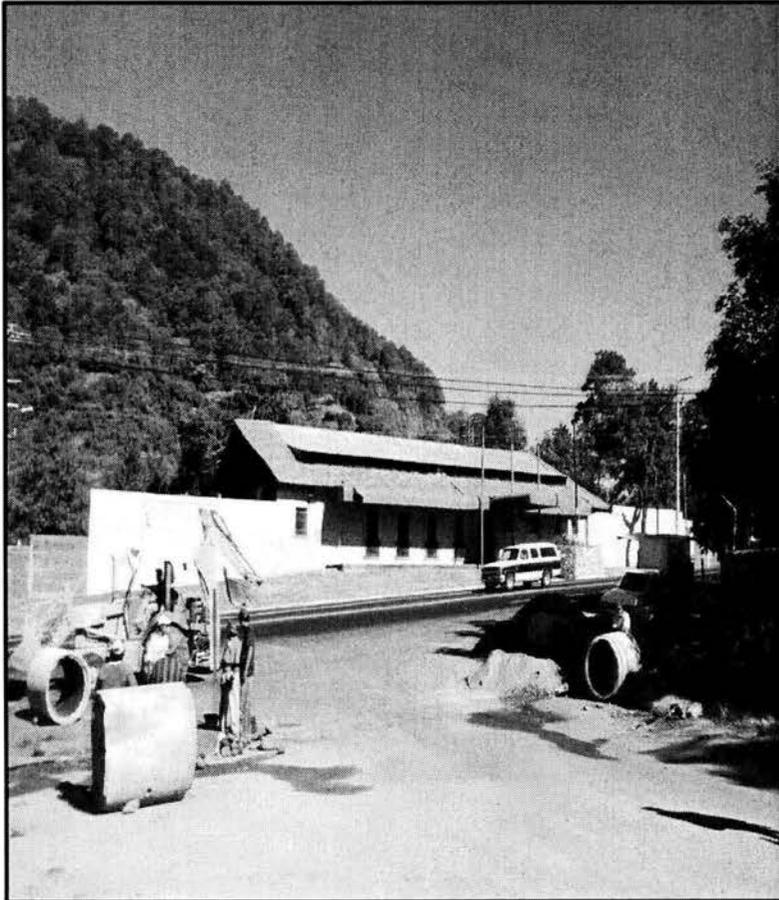


Imagen.3.4 Muestra la temperatura y la intensidad de lluvia anual

3.3 Informe fotográfico

Este informe tiene la finalidad de recabar información sobre las condiciones actuales de la línea de conducción que se va a revisar, esto apoyándonos de fotografías con la cuales se logrará tener una mejor apreciación de su estado.



Fotografía. 3.1 en la cual se muestra la entrada a la población de La Basilia, donde inicia la línea de conducción 0+000.



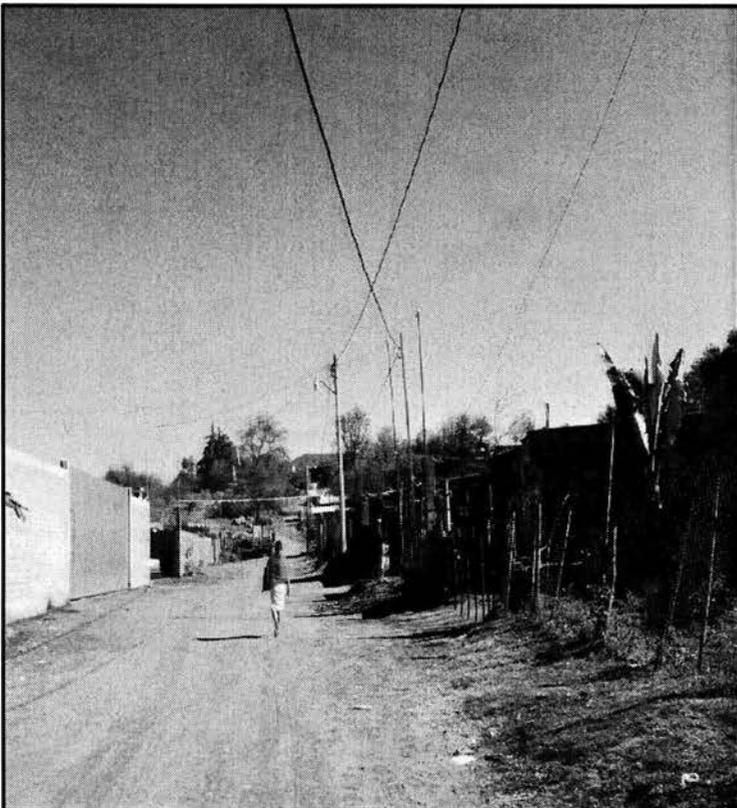
Fotografía. 3.2 en esta se muestran desde el cadenamiento 0+000 hasta el 0+0130, en el cual se logra ver que la línea de conducción va enterrada.



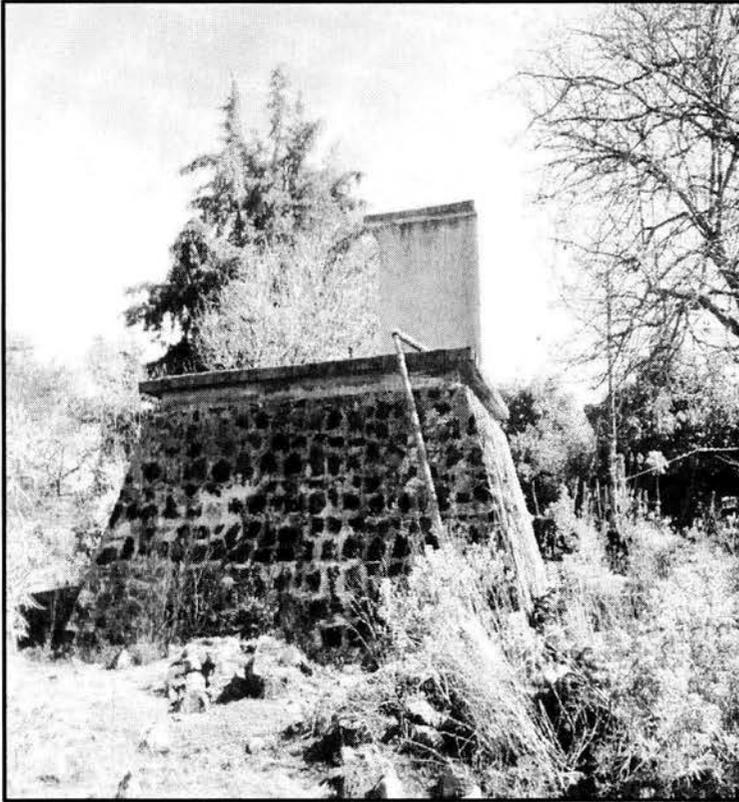
Fotografía. 3.3 en la cual se puede apreciar el tramo que va desde el cadenamiento 0+0130 hasta el 0+0380 de la línea de conducción.



Fotografía 3.4 la cual nos muestra la sección de la línea de conducción que va del cadenamiento 0+0380 hasta el 0+0775



Fotografía 3.5 la cual nos muestra un cambio de dirección en la línea de conducción, que va del cadenamiento 0+0750 al 0+0953 donde termina la línea de conducción en un tanque de regularización



Fotografía 3.6 en esta se muestra el tanque de regularización que esta al final de la línea de conducción, el cual está construido de mampostería y tiene una tubería de fierro galvanizado (Fo.Go) de 3" de diámetro.

CAPÍTULO 4

METODOLOGÍA

En este capítulo se explicará la estructura que se empleó para realizar la tesis, es importante definir bien los pasos que se seguirán para en la tesis ya es fundamental para poder definir los alcances y expresar lo que se quiere lograr, buscando el método más adecuado para alcanzar el objetivo deseado.

4.1 Método empleado

Para la investigación se está usando el método científico, este se logra definir como una serie de pasos a seguir con la intención de dar a conocer las reglas o condicionantes las cuales están presentes en algún acontecimiento en particular, el cual tiene que cumplir con ser comprobable de razonamiento lógico, observación a simple vista y tentativo.

Esta logra ser una investigación científica que se basa en el método matemático, ya que en la investigación se usará la comparación que hacemos comúnmente para darnos cuenta del valor que tiene los fenómenos que nos afectan, para poder darnos cuenta del agua que se requiere para abastecer una población, es necesario tomar en cuenta la cantidad de agua de la cual disponemos, en caso de que esta no sea suficiente se debe buscar las alternativas que puedan optimizar la función del abastecimiento, pero para esto se requiere de saber hacer comparaciones y mediciones para lograr el objetivo al que se pretende llegar.

4.2 Enfoque de la investigación

El enfoque a utilizar en esta investigación es de carácter cuantitativo, ya que es el requerido para las ciencias exactas (matemáticas, física y química), este método se basa en cuestiones medibles, como pueden ser las encuestas, ya que estas sirven para contabilizar y agrupar las diferentes características que puede llegar a tener una población, realizando encuestas periódicamente se puede hacer un registro histórico el cual nos proporcionara datos que nos logren dar un punto de comparativa, en cuanto al desarrollo de una sociedad en todos los aspectos, económico, social, urbano y lo más importante para estar preparados para satisfacer las necesidades futuras esto implica desarrollar métodos de proyección que tengan bases sólidas ya que de esto depende el buen funcionamiento de los diseños futuros que se realicen en la población.

Para el diseño de una línea de conducción de agua potable, es necesario realizar cálculos, los cuales requieren de información confiable, la cual puede ser obtenida de registros históricos del crecimiento de la población, las nuevas zonas urbanas, los comercios y las industrias que se están desarrollando para poder obtener el gasto que requieren actualmente y en un futuro para que la obra que se va a llevar a cabo tenga una vida útil que resulte económicamente viable, esto es por mencionar algunos de los factores que depende el diseño de la línea de conducción, los cuales están basados en información que puede ser comparada y comprobada de forma científica.

4.2.1 Distancia

Es importante definir la manera en la cual se va a desarrollar la investigación, ya que teniendo los pasos o el sistema adecuado se lograra llegar de una forma concreta de llegar al fin deseado, por lo cual se explicará lo que es el carácter descriptivo.

La finalidad de la investigación reside que se parta de una explicación, de un fenómeno, acontecimiento o escenarios. Lo cual se deberá enfocar a dos preguntas que nos guiaran en la investigación el ¿Cómo es? y ¿Cómo se manifiesta?, una situación fijada. Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis (Danhke, 1989). El carácter descriptivo está conformado por comprobaciones, valoraciones o reunir información de distintas características, espacios y unidades de la situación que se va a examinar. Viendo de un enfoque científico, el explicar un fenómeno es el reunir datos de este, en nuestro caso los datos a reunir son cuantitativos.

En lo que corresponde al investigador tendrá que ser lo perspicaz para precisar y distinguir, de qué manera se recolectará la información para lograr hacer las mediciones o comparaciones. Así mismo el investigador tiene que darse cuenta de los caracteres que estarán dentro de la medición como se reunirán los datos, el punto de vista que se le está dando, entorno, grupo o lo que semeja a lo que se desea referir.

4.3 Diseño de la investigación

La investigación que se realizará es de carácter no experimental ya que se basa en hechos ya establecido y en la recolección de los datos que fueron obtenidos de una fuente confiable, por lo cual se buscarán métodos existentes los cuales nos ayudarán a entender los datos recabados anteriormente, por lo cual si tenemos algún error en la interpretación de los datos es común que el procedimiento de los métodos ya establecidos lo marquen.

En cuestión con la investigación no experimental se puede explicar de varias formas, sin embargo se explicará que existan dos maneras de separar dicha investigación, una forma es dimensión temporal la otra la cantidad de momentos en los cuales se registraron datos.

Las investigaciones tienden a concentrarse en los siguientes puntos:

1. Estudiar el horizonte y que inconstantes son las que rigen en ese instante.
2. Medir un escenario, hecho, sociedad, lugar en determinado momento del tiempo.
3. Encontrar la relación que existe entre un sistema de variables en un tiempo determinado.

Entendiéndolo de otra forma para el diseño no experimentales clasificado de dos en transeccional y longitudinal, en nuestro caso se usar el primero.

Esto se debe a que la investigación reunirá variables en un punto en el tiempo, con esto busca representar una sociedad, hecho o sucesos en un momento dado. Los pasos a seguir para la investigación no experimental son simples ya que es ubicar en un nivel a una comunidad, cosas, hechos, situaciones, que están regidos por un estándar ya establecido y con esto transmitir una representación, por lo cual se manejan como investigaciones descriptivas y por lo general cuando resultan hipótesis estas se manejan de la misma forma.

4.4 Herramientas de recopilación de datos

Para tener una idea de la definición de investigación documental es preciso conocer la investigación científica ya que la primera es una variedad de esta, la cual tiene la finalidad de describir un hecho o situación usando procedimientos confiables de documentación existentes (libros, revistas, periódicos, estadísticas, internet, etc.) las cuales aporten información ya sea de forma directa o indirecta a la investigación.

Observación cuantitativa: Esta se fundamenta en una base de datos ordenados que sea confiable de procedimiento, las cuales se usan como herramientas de cálculo para diferentes situaciones.

Microsoft Word: Es un procesador de textos que permite recabar, organizar, corregir y sistematizar información escrita por medio de procesos multifuncionales, permitiendo un fácil acceso a la información y además la edición de la presentación por medio de múltiples formatos. Este software permite también la impresión, publicación en formato web, digital y en medios artísticos, por medio

de formatos pre definidos y plantillas pre instaladas permite al usuario crear presentaciones graficas de medios escritos y textos como pueden ser libros, periódicos, calendarios, guías, hojas membretadas entre muchos otros, su compatibilidad con los principales sistemas operativos le permite a Word tener recursos de edición casi ilimitados incluso para la protección de datos y el manejo eficiente de bases de datos simplificadas. Este programa nos fue útil principalmente para organizar toda nuestra investigación, para darle una mejor presentación y nos permite manejar la información con mucha libertad, esto hace que la investigación sea optima.

Microsoft Excel: Es una hoja de cálculo que proporciona las herramientas necesarias para la sistematización y ordenamiento de datos numéricos, textuales o gráficos, sistematizar valores y organizándolos de acuerdo a las necesidades y requerimientos del usuario, Excel además cuenta con la función de formulas que permite ahorrar tiempo y esfuerzo en la realización de cálculos complejos con la facilidad de repetir procesos ininidad de veces con valores distintos, graficar dichos valores y sus resultados e incluso compararlos y sistematizar la comparación. Este programa nos facilito la creación de tablas, hacer cálculos y creación de graficas que nos ayudaron a interpretar de una mejor forma los resultados de nuestra investigación.

Autocad: Programa de diseño asistido por computadora el cual nos permite dibujar ininidad de objetos, ya sea de forma tridimensional como bidimensional, con este programa se pueden realizar formas geométricas, lo que no hace más fácil manejar estas figuras es la pantalla gráfica, se puede hace cualquier cosa

con los dibujos mientras el usuario sepa los comandos que editaran los dibujos, estos comandos pueden ser muy variadas desde hacer circulo, líneas, arcos, cortar, extender etc., también se pueden importar al programa mapas de bits o fotografías, mediante todas estas herramientas se pueden llegar a hacer gráficos muy complejos, otra de las funciones que nos permite mayor organización es que podemos crear varias capas o estratos las cuales pueden tener diferentes características y con esto se logra tener una mejor percepción de los dibujos. Para la investigación nos es útil ya que al tratarse una línea de conducción, es necesario hacer planos detallados de medidas como son la longitud de la línea, el diámetro que va a tener esta, ubicar de las piezas especiales y hacer dibujos a detalle, lo cual nos facilita la tarea de representar los datos numéricos que nos arroja la investigación de una forma grafica.

4.5 Descripción del procedimiento de investigación

El primer paso para realizar esta investigación fue escoger un tema, el cual es sobre la revisión de una línea de conducción de agua potable por gravedad para esto se obtuvo la siguiente información, la ubicación de la línea existente, a cuanta población abastece, algunos datos topográficos, una vez teniendo bien definido esto, el siguiente paso fue plantearnos lo que deseamos lograr, tener objetivos ya sea particulares o generales pero siempre delimitando hasta donde queremos llegar con la investigación, por consiguiente fue necesario recabar datos teóricos sobre las líneas de conducción, como son algunos antecedentes, sobre piezas especiales que se requieren, los distintos materiales que se han usado o los que se dejaron de usar, como determinar el tamaño de las zanjas en la cual se

va a instalar la línea, los diferentes métodos que existe para calcular la proyección del crecimiento poblacional, los distintos cuerpos de agua de donde se obtiene el abastecimiento, con toda la información antes mencionada se cumple el objetivo de entender cómo funciona una línea de conducción, lo que se realizó enseguida fue describir la metodología que se siguió como es el método de investigación que se usó, el enfoque que se le está dando, la distancia o alcance que tiene, el diseño de la investigación y la descripción de las herramientas que nos fueron útiles para llevarla a cabo. Una vez teniendo todo lo anterior se prosiguió con el análisis e interpretación de resultados que incluye los cálculos que se realizaron para el diseño de la línea de conducción y por último con esto tener un punto de comparación sobre la línea de conducción existente con la que se diseñó para poder ver las discrepancias que se tienen entre sí y con esto tendrá información suficiente para poder realizar conclusiones y ver si se llegó al objetivo deseado.

4.6 Análisis e interpretación resultados

La siguiente sección tiene la finalidad de presentar los resultados obtenidos en la investigación así como determinar el tipo de tubería que se va a usar, las pérdidas que se obtuvieron, el diámetro de la tubería y las dimensiones recomendables de la zanja donde se va a instalar, una vez obtenido esto se logrará hacer la comparación con la línea de conducción existente y de esta forma ver sus discrepancias y llegar a una conclusión.

4.6.1 Población de proyecto

En nuestro caso fue proporcionado el dato sobre el número de habitantes de la población que se registró en el último censo realizado por el INEGI en el año 2005, pero se desea realizar una proyección del crecimiento poblacional por lo cual se consultó información del INEGI sobre censos realizados en otros años y se obtuvieron los siguientes datos:

CENSO INEGI (AÑO)	N. HABITANTES
1990	666
1995	550
2000	527
2005	585

Tabla. 4.1 En esta tabla se muestra el número de habitantes de la población de La Basilia

En este caso como la información de la población es mínima se obtendrá una tasa de crecimiento aproximada que es del 2.2% anual por lo general una línea de conducción tiene un vida útil de 20 años por lo cual es necesario calcular la población que se tendrá durante en ese tiempo de servicio que tomando en cuenta la tasa de crecimiento de la población de proyecto será de 824 habitantes por cuestiones prácticas se usaran 1000 habitantes. Una vez obtenido lo anterior es importante definir la dotación se requiere en nuestro caso se usara la de 125 lt/hab/día ya que la población de La Basilia se considera como población rural.

4.6.2 Calculo del diámetro de la tubería y las perdidas

Para la realización de los cálculos es necesario tener en cuenta las condiciones iniciales, las cuales marcan que en el cadenamiento 0+000 se tiene un nivel de terreno natural de 475.44 m, en esta parte se cuenta con una carga disponible de 22.11 MCA, esta es suficiente para vencer el desnivel existente hasta llegar al tanque el cual se encuentra en el cadenamiento 0+953, el cual se encuentra en la elevación 484.30, lo cual nos deja con una carga disponible de 13.25 MCA, la cual nos regirá el diámetro ya que si la tubería que se elija tiene una perdida mayor a la carga disponible, se deberá elegir otra la cual cumpla con esta.

LOCALIDAD LA BASILIA LINEA DE CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD

LONGITUD	953	m
DOTACIÓN	125	lt/hab/día
POBLACIÓN	1000	hab
DESNIVEL	13.25	m

Material	PVC	
Viscosidad	0.000001145	m³/seg

$$Q_{med} = \frac{DP}{86400} \quad \boxed{1.45 \quad \text{l/s}}$$

$$Q_{Md} = 1.4Q_{med} \quad \boxed{2.03} \quad \boxed{\text{l/s}}$$

$$\phi = 1.5\sqrt{Q} \quad \boxed{2.13} \quad \boxed{\text{pulg}}$$

$$\phi = 1.2\sqrt{Q} \quad \boxed{1.71} \quad \boxed{\text{pulg}}$$

Ø PROPUESTO	3.00	pulg
	0.08	m

$$A = \frac{\pi d^2}{4} \quad \boxed{0.0045604} \quad \boxed{\text{m}^2}$$

$$V = \frac{Q}{A} \quad \boxed{0.317} \quad \boxed{\text{m/seg}}$$

$$Re = \frac{VD}{\gamma} \quad \boxed{21112.755}$$

$$f = \frac{0.3164}{Re^{0.25}} \quad \boxed{0.026248243}$$

$$hf = f \frac{L V^2}{D 2g} \quad \boxed{1.685671584 \text{ m}}$$

Se determino el diámetro necesario para la línea de conducción es de 3 pulgadas, las perdidas no representaran problemas para la carga disponible con la que se cuenta ya que es un diámetro pequeño se recomienda usar tubería de PVC-RD32.5 este calibre es el mínimo recomendado para líneas de conducción que van enterradas.

4.6.3 Características de la zanja

Haciendo referencia a la **tabla 1.3** se logró determinar la profundidad, el ancho y el espesor de la plantilla que son las ideales para una tubería de 3 pulgadas en la siguiente ilustración se muestran sus dimensiones.

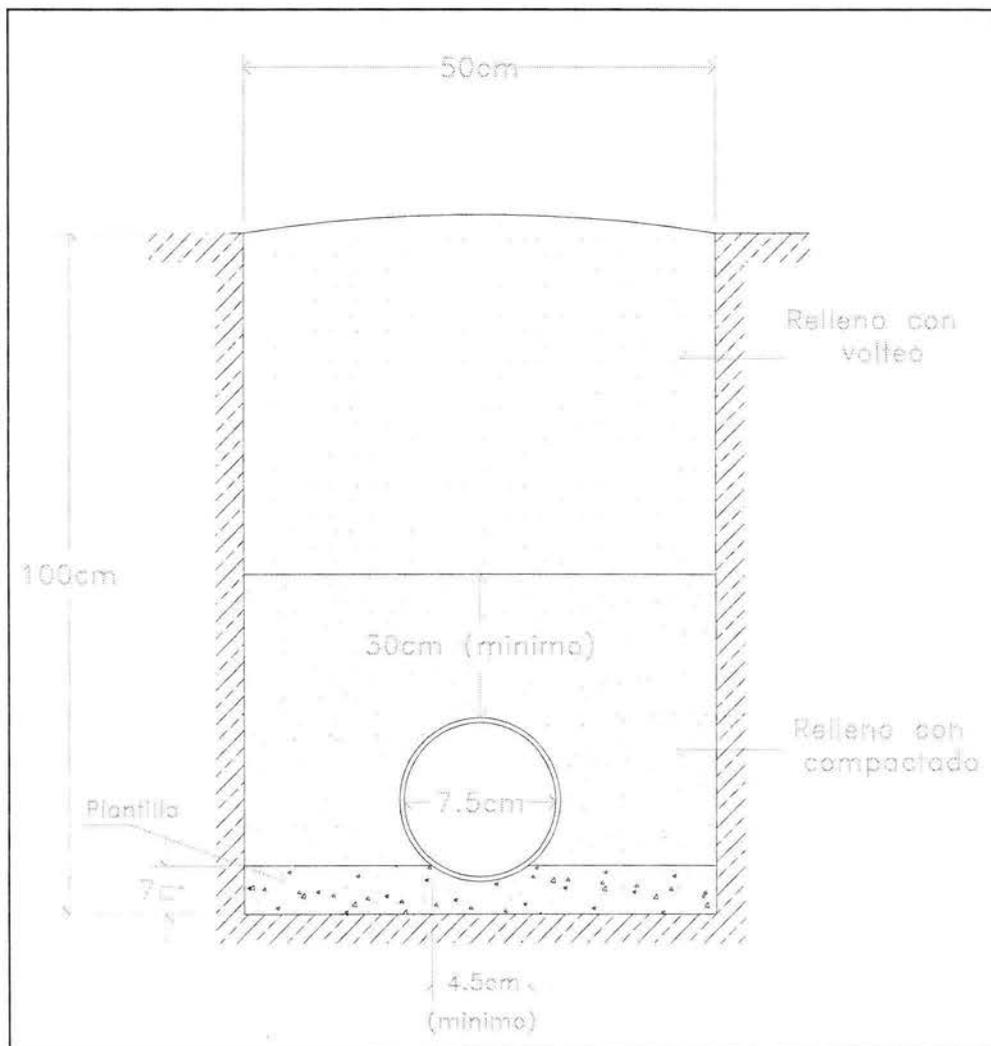


Ilustración.4.1 En la cual se muestran las características de la zanja

CONCLUSIONES

La intención de esta tesis es revisar Línea de conducción de agua potable por gravedad "La Basilia". (Entre las líneas de conducción "El Capulín" y la localidad de La Basilia, Mich.), la revisión estará basada en volver a diseñar la línea de conducción usando la topografía y con datos poblacionales obtenidos de INEGI y determinar la población de proyecto con la cual se llegará a obtener el gasto de diseño.

El objetivo si se cumplió, esto debido a que se realizó el diseño de la línea de conducción por gravedad, satisfactoriamente ya que al compararse con la existente se pudo comprobar que esta tiene un diseño funcional para la población a la cual se está sirviendo.

Los diseños coinciden en cuanto al diámetro de que resulto ser de 3 pulgadas con un calibre de RD-32.5, en todo lo largo de la línea de conducción, las perdidas no presentaron problemas ya que la carga disponible es mayor que estas, la velocidad es de 0.317m/s la cual es adecuada ya que esta dentro de los rangos mencionados en el capítulos 1 en la tabla 1.2 que hace mención a las velocidades mínimas y máximas dependiendo el material de la tubería.

En lo que no se coincidió fue en el gasto de diseño ya que en la línea existente maneja un gasto de $Q = 5.35$ lps, y en el diseño presentando en esta investigación fue necesario solamente un gasto de $Q = 2.03$ lps, sin embargo esto

no quiere decir que la línea existente este sobrada, ya que del tanque de almacenamiento a donde llega la línea de conducción es bombeado una parte de ese gasto, el cual puede ser destinado ya sea para otra población cercana o para otras actividades como puede ser de riego.

Se cumplió con los objetivos ya que se logro hacer la revisión de la línea existente comparándola con el diseño que se realizó en esta investigación, en la cual se aprendió a determinar la población de proyecto basándonos en datos estadísticos confiables como son los del INEGI, lo cual no llevó a determinar la dotación la cual está en función del tipo de población que se tenga ya sea rural o urbana, el tipo de uso de suelo o el tipo de industria que exista. Lo que nos llevo a buscar el procedimiento para calcular el diámetro de la línea de conducción, buscando el material más adecuado, calcular las perdidas, determinar el sitio apropiado para colocar válvulas de desfogue o válvulas de admisión o expulsión de aire, cuales son las piezas especiales usadas, los tipos de junta, el determinar las dimensiones de la zanja donde va a ser instalada la tubería. Por lo cual se cumple con uno más de los objetivos que se plantearon al iniciar la investigación que fue el de buscar el procedimiento adecuado para realizar el diseño de una línea de conducción de agua potable por gravedad.

BIBLIOGRAFÍA

Anónimo (2001)

MANUAL DE SANEAMIENTO VIVIENDA, AGUA Y DESECHOS

Ed. Limusa, S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores

Caballero García Carlos Alberto ,(2001)

SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA LA SANTA CRUZ

Comisión Nacional del Agua (2000)

MANUAL DE DISEÑO DE AGUA POTABLE ALCANTARILLADO Y
SANEAMIENTO

Comisión Nacional del Agua

Hernández Sampieri, Roberto y Cols, (2005)

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Ed. Mc Graw Hill. México

Gonzales Luna Héctor, (1986)

FUGAS EN REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

Zacarías Gómez Felipe, (2002)

ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y RED DE DISTRIBUCIÓN PARA LAS
COLONIAS Y FRACCIONAMIENTO DE SAN RAFAEL EN LA ZONA ORIENTE
DE URUAPAN, MICH

Tamayo y Tamayo, Mario (2000)

EL PROCESO DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

Ed. Limusa, México

Otras fuentes de información

<http://www.inegi.org.mx/inegi/default.aspx>

ANEXOS

POLIGONAL DE REFERENCIA

NP ó CAD.	X	Y	Z
98	198 749.14J	2151 752.409	
99	198 559.495	2151 768.181	
100	198 362.514	2151 663.575	

REFERENCIAS DEL TRAZO

PTO REFERENCIAL (P)	ANGULOS (B) A LA DERECHA DESDE PROLONGACION TANGENTE ATRAS Y DISTANCIAS (D) DE P a P								
IDEN.T.	Km	B	DR1	DR2	en	B	DR3	DR4	en
PST. S/M 38+43.677	52°07'	85.000	77.770	Ocoate	302°13'	50.000	63.230	Ocoate	
PST. S/M 38+584.329	4°56'	73.000	89.000	Copel	308°57'	50.000	62.120	Ocoate	
P.C. S/M 38+783.806	50°05'	31.350	35.600	Eneche	315°50'	50.000	60.730	Aguatec	

GEOMETRIA DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL

CURVA	PC	TE	EC	PI ó PST	CE	PT ó ET
	X	Y	X	Y	X	Y
371 (-)	P.T. + 37+753.113			P.I. + 37+945.624		P.T. + 38+137.233
	199 183.758	2151 933.068		198 999.002	2151 884.000	199 825.656
				P.S.T. + 38+250.000		
				198 724.435	2151 750.553	
				P.S.T. + 38+343.677		
				198 640.182	2151 709.606	
				P.S.T. + 38+584.329		
				198 423.740	2151 604.410	
				P.S.T. + 38+666.907		
				198 349.469	2151 568.313	
				P.S.T. + 38+783.806		P.T. + 39+171.590
				198 244.330	2151 512.213	197 877.893
						2151 393.539

CURVA	Δ1	Δc	Gc	Rc	ST ó STc	Lc	Oe	Le	Xc	Yc	k	p
371 (-)	9°36'10.84"	0°30'	2291.831	192.511	384.120							
381	14°32'30.825"	0°45'	1527.887	194.940	387.784							

MOVIMIENTO No.	VOLUMEN GEOMETRICO	DISTANCIA DE SOBRECARRERO	DISTANCIA DE PAGO		VOLUMEN + DISTANCIA (SOBREACARREO)	
			CANTIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	UNIDAD
18	2964	2.67	1.0	HM	2964	M ³ - I.O HM
			1.7	HM	5039	M ³ - HM+I.O
19	1073	4.4	2.2	EST	2361	M ³ - EST.
20	415	4.6	2.3	EST.	955	M ³ - EST.
21	2023	5.03	0.5	HM	2023	M ³ - O.5 HM
			0.5	HM	1012	M ³ - HM+I.O
22	3880	3.08	1.0	HM	3880	M ³ - I.O HM
			2.1	HM	8148	M ³ - HM+I.O
23	1078	9.4	4.7	EST.	5067	M ³ - EST.
24	532	2.6	1.3	EST.	692	M ³ - EST.
25	4	3	0.1	EST.	0	M ³ - EST.
26	1425	4.2	2.1	EST.	2993	M ³ - EST.
IIb	7445	36.70	1.0	KM.	7445	M ³ - I.O KM.
			3.0	KM.	22335	M ³ - KM+I.O
			1.0	HM.	8350	M ³ - I.O HM.
			1.0	HM.	8350	M ³ - HM+I.O

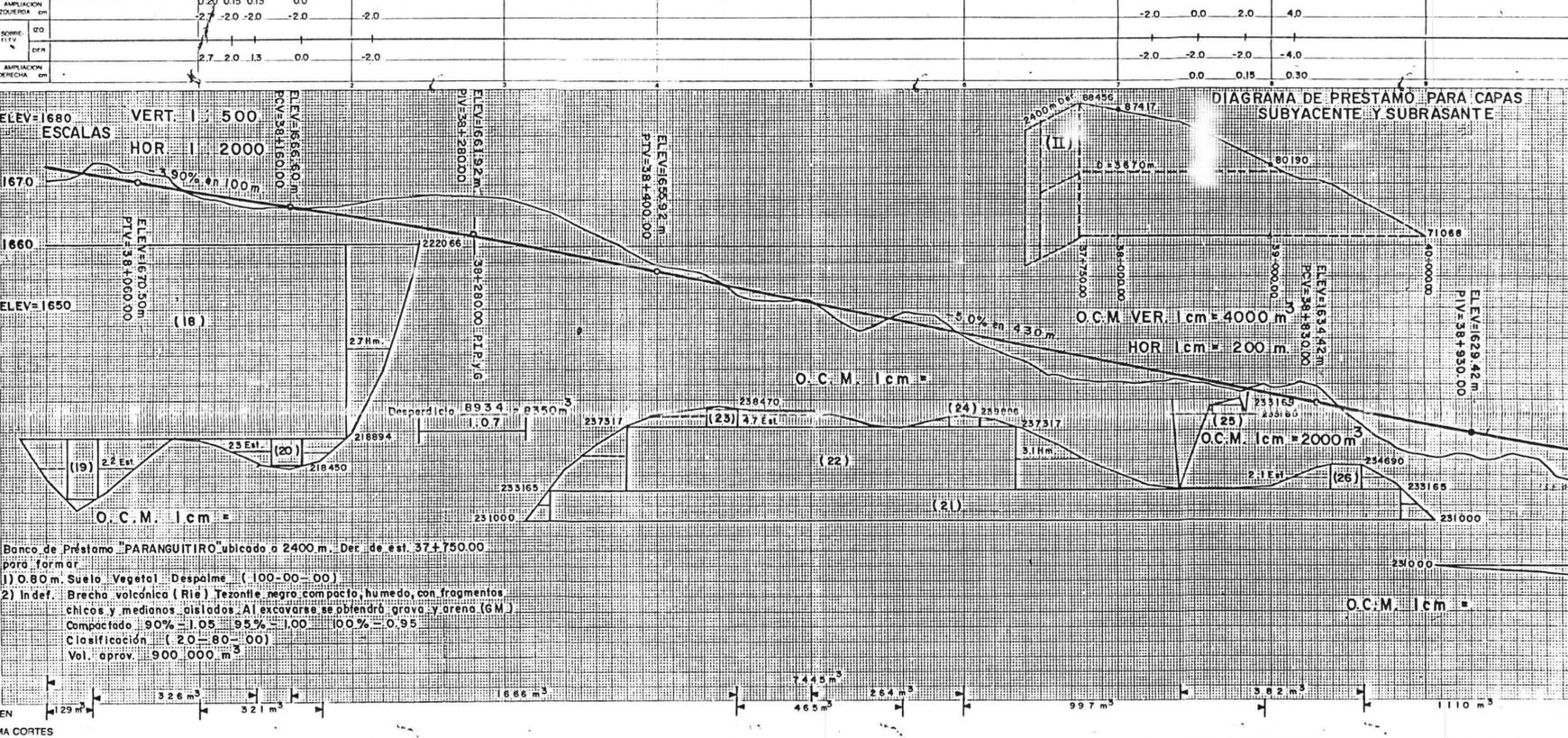
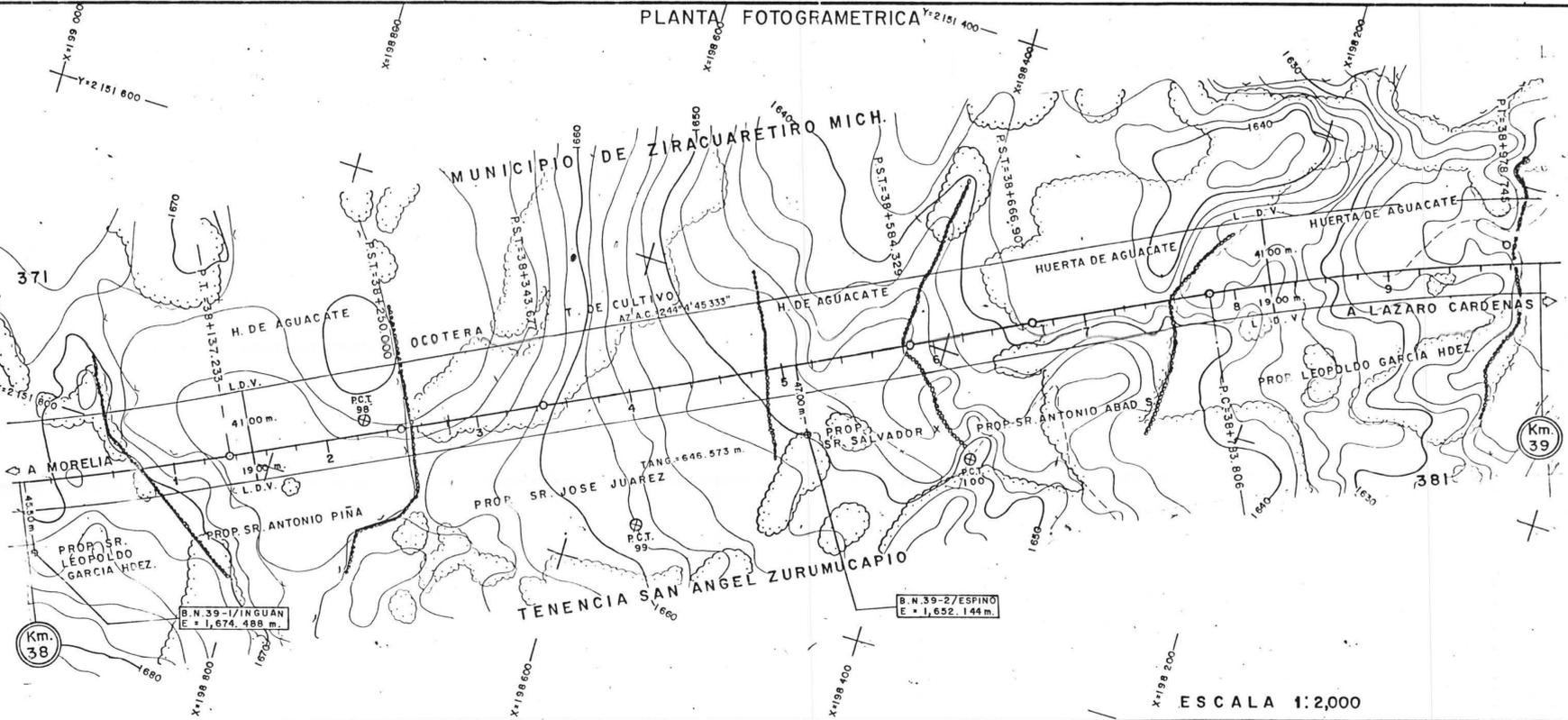
NOTAS:

*Medido en el corte ó en el banco de préstamo

ESPAESOR EN M	EN CORTE	EN TERRAPLEN
CAPA SUBRASANTE	0.30	0.30
CAPA SUBYACENTE	0.20	0.50

PRESTAMO
DESPLAZO CORTE
DESPLAZO TERRAPLEN
COMPACTACION CAMA CORTES

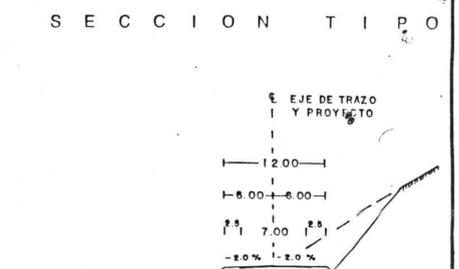
PROYECTO PRELIMINAR	PROYECTO DEFINITIVO
ANTEPROYECTO:	TERRACERIAS:
BRIGADA DELOC. N. 2 I	DRENAJE:
RFE. DEPTO.:	RFE. DEPTO.:
SUBDIRECTOR DE PROYECTO	SUBDIRECTOR DE FOTOGRAMETRIA Y PROCESO DE DATOS
Ing. Ricardo Revelo Pérez	Ing. J. Luis Navarrete Meléndez
DIRECTOR DE PROYECTO DE CARRETERAS	DIRECTOR GENERAL



PROYECTO PRELIMINAR	PROYECTO DEFINITIVO
ANTEPROYECTO:	TERRACERIAS:
BRIGADA DELOC. N. 2 I	DRENAJE:
RFE. DEPTO.:	RFE. DEPTO.:
SUBDIRECTOR DE PROYECTO	SUBDIRECTOR DE FOTOGRAMETRIA Y PROCESO DE DATOS
Ing. Ricardo Revelo Pérez	Ing. J. Luis Navarrete Meléndez
DIRECTOR DE PROYECTO DE CARRETERAS	DIRECTOR GENERAL

DATOS DE PROYECTO

TRANSITO (DPA)	4 885	A40	A-71 %	B-8 %	C-20 %
CARRERATIPO	A-2	VELOCIDAD DE PROYECTO	110	KPH	
CURVATURA MAXIMA		PENIDIENTE GOBIERNADORA	4	%	
ANCHO DE CORDONA	12.00	ANCHO DE CALZADA	7.00	m	
ESPAESOR DE PAVIMENTO	0.10	PEND. MAX.	5.0	%	



CANTIDADES DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
DESPLAZO PARA DENSIDAD 100% VEGETACION TIPO J		m ³
DESPLAZO PARA DENSIDAD 100% VEGETACION TIPO J	2658	m ³
DESPLAZO PARA DENSIDAD 100% VEGETACION TIPO J	3022	m ³
MATERIAL A	819	m ³
MATERIAL B	17 688	m ³
MATERIAL C	112 86	m ³
TOTAL	22793	m ³
CORTES Y ETC. ADICIONALES		m ³
MAT. APROVECHADO	14 443	m ³
MAT. DESPERDICADO	8350	m ³
CAMAS PARA DESPLANTE DE TERRAPLENES		m ³
MAT. APROVECHADO		m ³
MAT. DESPERDICADO		m ³
REBARS CORONA DE CORTE Y/O TERRAPLEN		m ³
MAT. APROVECHADO		m ³
MAT. DESPERDICADO		m ³
ESCALONES DE LIGA		m ³
MAT. APROVECHADO		m ³
MAT. DESPERDICADO		m ³
DESPLAZO		m ³
TOTAL	7445	m ³
MATERIAL A	1489	m ³
MATERIAL B	5956	m ³
MATERIAL C	3445	m ³
DEL BANCO NO. 37+750.00	445	m ³
DEL BANCO NO. 38+171.590	445	m ³
LATERALES DENTRO DE LA FAJA DE		m ³
DE LA CAMA DE LOS CORTES		m ³
DE TERRACERIAS EXISTENTES		m ³
DE PAVIMENTOS EXISTENTES		m ³
DE TERRAPLENES CON O SIN CUJUA DE ALIMENTACION		m ³
DE LA LIGA SIN TUBOS DE TERRAPLEN CONSTRUCTA SOBRE MATERIAL NO COMPACTABLE		m ³
DE REBLLENDO PARA FORMAR CAPA SUBRASANTE EN CORTES		m ³
MATERIAL A	17154	m ³
MATERIAL B	389	m ³
MATERIAL C	3599	m ³
DE LA LIGA SIN TUBOS DE TERRAPLEN CONSTRUCTA SOBRE MATERIAL NO COMPACTABLE		m ³
DE REBLLENDO PARA FORMAR CAPA SUBRASANTE EN CORTES		m ³
MATERIAL A	252	m ³
MATERIAL B		m ³
MATERIAL C		m ³

MATERIAL PRODUCTO DE LOS CORTES

M ³ Estacion	m ³ hm	m ³ hm - Ad	m ³ Shm	m ³ hm - Ad
12 068	15194	21 537	20 23	1012

MATERIAL PRODUCTO DE LOS PRESTAMOS DE BANCO

m ³ 1 ^o Km	m ³ Km Subs	Vol Agua m ³	m ³ Km
7 445	22 335		

ACARREOS

EXCAVACIONES	MATERIAL A	MATERIAL B	MATERIAL C	ACERO DE REFUERZO	ACERO ESTRUCTURAL
10m					
5m					
3m					
2m					
1.5m					
1m					
0.5m					
0.3m					
0.2m					
0.1m					

DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS FEDERALES

FECHA AGOSTO 1994

CARRETERA: MORELIA-LAZARO CARDENAS

PROYECTO DE TERRACERIAS

TRAMO DE KM: PATZCUARO-URUAPAN 38-39:000

RANCO 01