





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.

## AGRADECIMIENTOS

Un trabajo como el que aquí se presenta, siempre es el resultado sinérgico de esfuerzos individuales, institucionales y comunitarios. Una página no alcanzaría para citar a todos los que directa o indirectamente contribuyeron para obtener los resultados que a continuación se presentan, sin embargo, y corriendo el riesgo de caer en algunas omisiones, se referencia a continuación a los pilares de este proyecto.

- Al **Ing. José Vladimiro Salazar Siqueiros**, director de la Facultad de Ingeniería, por su tiempo y asesoría en pro del mejoramiento de los resultados obtenidos.
- Al **Ing. Juan Sisquella Morante**, que más que asesor de este trabajo es un gran amigo, al cual aprecio y admiro por el interés que demostró al exponerle este proyecto que hoy queda concluido.
- Al los catedráticos de la facultad quien a través de su de su enseñanza, dedicación y honradez nos inculcaron las bases de los futuros ingenieros.
  - **Ing. Pedro A. Bolívar Hernández**
  - **Ing. Rafael Adolfo Carrillo Jiménez**
  - **Ing. Jorge A. Miranda Moreno**
  - **Ing. Cristian Carvallo Zamudio**
  - **Ing. Gilberto N. García Torres**
  - **Ing. Pedro L. Díaz Bermúdez**
- A **Guadalupe Rodríguez Cabrera y Pilar Reyner Mena**, quines siempre me apoyaron y me brindaron su amistad y cariño y las cuales admiro por su destacado empeño para apoyar a quienes de ellas necesitan.

A mis compañeros que siempre estuvieron conmigo en las buenas y en las malas, y que aprendimos juntos apoyándonos unos a otros.

- **Juan José Mora Remes**
- **Ulises Zamora Severino**
- **Edward Vicente Resendiz Huerta**
- **Edgar Arturo Mora Gómez**
- **José Raúl Jiménez Topke**
- **Antonio Augusto González Cruz**

Hago renombre a las personas que día a día han estado conmigo en las buenas y en las malas dándome el más grande y valioso apoyo para que yo pudiera ser lo que en estos momentos estoy concluyendo y que a pesar que no son unas personas de estudios, es gracias a ellos que aprendí a ser una persona humilde, la cual valora cualquier cosa sin importar origen. Faltarían palabras y cuartillas para describir lo que en estos momentos fluye desde mi corazón y lo que estas personas significan para mí.

- Mi padre, **Benito Domínguez Viveros**, al cual le agradezco su apoyo y cariño incondicional que siempre e encontrado y encontraré en él.
- Mi madre, **M<sup>a</sup> Esther Valencia Pérez**, quien le doy las gracias por haberme concedido esta hermosa oportunidad de vivir, por su apoyo y preocupación ante mí.
- Mis hermanos **Erika y Juan Carlos Domínguez Valencia**, que gracias a ellos conocí un buen consejo en aquellos momentos de dudas y no solo a cerca de este trabajo, si no que fueron los causantes de que saliera a realizar mis estudios.

Es muy grato y regocijante el hablar de mi familia, la cual amo con todo mi corazón, y quienes han sido y serán los pilares de mis logros y de los cuales siempre estaré orgulloso.

Un ser que sin él no hubiera podido conocer ni hacer nada de lo que he hecho, es sin duda **JESUS Y LA VIRGEN DE GUADALUPE**, los cuales no tengo palabras de expresión mas que decirles **GRACIAS**, por ponerme en este camino, por darme a mis padres y hermanos por haberme dado la oportunidad de conocer mis compañeros de la facultad, por haberme dado la oportunidad de conocer a mis profesores, y por haberme dado el don de la vida.

## DEDICATORIA

Brindo este trabajo realizado con esfuerzo y dedicación a todas las personas que hicieron posible que concluyera este proyecto con éxito y principalmente al motor que día a día me inspiraba para poder realizar este sueño que ahora se convierte en una realidad.

Es sin duda una persona que siempre estará presente en mis proyectos futuros. Podría escribir miles y miles de palabras para citar lo que esta persona significa para mí

Mi hijo **Farid Domínguez Utrera**, mis padres y mis hermanos a quienes le dedico este esfuerzo y todos los que a futuro realizare, son ellos quienes siempre me motivaron a llevar a cabo este trabajo que hoy concluye con éxito.

**Farid**, hijo tu eres lo que mas quiero en este mundo y por ti luchare contra quien se oponga a nuestra felicidad, es por eso que éste, mi primero logro, te lo dedico a ti mi amor.

## INDICE

	página
Introducción	1
Antecedentes históricos	2
El agua y su importancia	3
Normas para la calidad de agua	4
Características generales de la localidad	6
I) METODOLOGIA	
1.1) Planteamiento del problema	9
1.2) Justificación	9
1.3) Objetivos	9
1.4) Alcance	10
II) ANTECEDENTES	
2.1) Edad del sistema	11
2.2) Obsolescencia del sistema	13
III) PROYECTO EJECUTIVO DE LA NUEVA RED	
3.1) Población	16
3.2) Topografía	16
3.3) Red de distribución	17
3.4) Regularización	17
3.5) Tomas domiciliarias	18
IV) PLANEACION	
4.1) Proyección de la población	19
4.2) Dotación	29
4.3) Coeficientes de variación	30
4.4) Calculo del gasto necesario de consumo	30
4.5) Datos del proyecto	32

V)	PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	
	5.1) Cálculo de diámetros para tuberías	33
	5.2) Accesorios para la tuberías principal	35
	5.3) Tomas domiciliarias propuestas	37
	5.4) Ubicación de la tubería principal	39
	5.5) Accesorios para la toma domiciliaria de agua	40
	5.6) Cálculo de la carga disponible	41
	5.7) Cálculo hidráulico de la red e distribución	42
	5.8) Detalle de colocación de tubería de agua potable	47
VI)	CAPTACION	
	6.1) Antecedentes	50
	6.2) Captación	50
	6.3) Conducción	51
	6.4) Ubicación del sistema de conducción	52
	6.5) Almacenamiento	53
	PLANOS	55
	ANEXOS	56
	CONCLUSION	61
	BIBLIOGRAFIA	62

**LISTA DE FIGURAS**

		página
<b>Figura No. 1</b>	Regionalización	7
<b>Figura No. 2</b>	Imagen satelital de la localidad de los Atlixcos	8
<b>Figura No. 3</b>	Ariete que suministra de agua a la localidad de los Atlixcos	12
<b>Figura No. 4</b>	Tubería de 4" que alimenta al ariete principal	12
<b>Figura No. 5</b>	Arietes en desuso por falta de recursos económicos	13
<b>Figura No. 6</b>	Tanque elevado actualmente en desuso por falta de Mantenimiento	13
<b>Figura No. 7</b>	Depósito con que cuenta actualmente la localidad de Los Atlixcos	15
<b>Figura No. 8</b>	Población de la localidad de los Atlixcos para el 2022	21
<b>Figura No. 9</b>	Detalle de tubería principal	39
<b>Figura No. 10</b>	Detalle de accesorios de toma domiciliaria	40
<b>Figura No. 11</b>	Tanque de almacenamiento, bomba de 45hp	51

**LISTA DE TABLAS**

		página
<b>Tabla No. 1</b>	Normas para la calidad del agua potable	5
<b>Tabla No. 2</b>	Datos de población y vivienda de acuerdo censo de INEGI	19
<b>Tabla No. 3</b>	Método del incremento medio total (por logaritmos)	24
<b>Tabla No. 4</b>	Método de mínimos cuadrados (ajuste potencial)	28
<b>Tabla No. 5</b>	Dotaciones más usadas habitualmente	29
<b>Tabla No. 6</b>	Datos del proyecto	32
<b>Tabla No. 7</b>	Velocidades máximas permisible para evitar erosión en tuberías	34
<b>Tabla No. 8</b>	Detalle de toma domiciliaria	37
<b>Tabla No. 9</b>	Consumos o demandas horarias	53

## INTRODUCCION

La concentración de la población en núcleos cada vez mayores trae consigo innegables ventajas como lo son el mejoramiento económico, social y cultural. Sin embargo, también es cierto que por esta causa han surgido múltiples problemas de tipo ambiental como la contaminación atmosférica, el transporte y disposición de desechos líquidos y sólidos y el abastecimiento de agua. Con respecto a este último problema, consideremos que el agua es indispensable para la vida y por ello el hombre, en muchos casos, ha buscado para su establecimiento los lugares que le ofrecen mayores comodidades y facilidades para el desarrollo de sus múltiples actividades, procurando tener cerca una fuente de abastecimiento de agua, pero no siempre ha podido conseguirlo por razones diversas teniendo que establecerse en sitios que quizá no fueron los mejores para su desenvolvimiento. Así surgió la necesidad de conducir el agua a lugares apartados, pero las grandes ventajas de tener agua donde se necesita justifican los trabajos del hombre para captarla y conducirla, ya sea diseñando obras o ideando procedimientos que permitan conseguir el objetivo. La reunión de las diversas obras que tienen por objeto suministrar agua a una población en cantidad suficiente, calidad adecuada, presión necesaria y en forma continua constituye un **sistema de abastecimiento de agua potable**.

El problema del agua potable no tiene solución permanente, por lo que en este aspecto siempre se debe estar buscando nuevas fuentes de aprovisionamiento, realizando estudios hidrológicos o geohidrológicos para tener a la mano forma de ampliar los sistemas ; En el proyecto integral que se presenta para abastecer de agua potable a la localidad de los Atlixcos municipio de Alto lucero Ver., se propone el diseño de un tanque de almacenamiento, el sistema para emplear el bombeo al tanque y la distribución a la red por gravedad.

El aumento de la población y el ascenso de su nivel cultural y social en muchas ocasiones hacen insuficiente en poco tiempo las obras proyectadas, imposibilitándose de esa manera que con las existentes se pueda seguir el ritmo de crecimiento que las necesidades exigen y complicando cada vez más la obtención de nuevos caudales, pues las fuentes actuales van haciéndose incapaces y es necesario utilizar las que están situadas a mayor distancia, u otras cuyas aguas requieren tratamientos más elaborados para hacerlas adecuadas para el consumo.

La infraestructura del abastecimiento de agua potable han recibido un escasísimo o nulo mantenimiento, y requieren considerables recursos humanos y materiales para su rehabilitación.

## **ANTECEDENTES HISTORICOS**

El agua es componente de la naturaleza que es de vital importancia para todos los seres vivos que habitamos el planeta tierra. Es uno de los elementos más antiguos que ha perdurado hasta nuestros tiempos, se tienen antecedentes de más de 3000 mil millones de años ocupando tres cuartas partes de la superficie del planeta su naturaleza se compone de tres átomos (dos de hidrógeno y uno de oxígeno), que juntos forman la molécula del agua H<sub>2</sub>O.

Desde tiempos remotos, dada la importancia para su existencia, el hombre ha hecho constantes intentos por aprovechar las reservas de aguas aptas para su consumo.

La historia del abastecimiento de agua se inicia con el crecimiento de las capitales antiguas, de los centros religiosos y comerciales.

Construidas como obras de magnitud y complejidad considerables, los restos de estas obras son monumentos a la sólida y aún sorprendente habilidad de los ingenieros primitivos.

Hace casi 4300 años, los egipcios construyeron un gran depósito para regular los desbordamientos del Nilo; también excavaron canales que partían desde los márgenes del río, para regar sus sembradíos, para almacenar el agua cerca de sus campos y para elevar el nivel de las aguas subterráneas y poder extraerla fácilmente de los pozos.

En cuanto a obras hidráulicas sanitarias, la más antigua de que se tiene conocimiento, son los colectores de aguas negras en Nipur, Babilonia.

*“El primer sistema de abastecimiento de agua para servicio público, de que se tiene noticia, es el acueducto de Jerwan, construido en Asiria en el año 691 A. de C.”*

Al comienzo del siglo XVI se oye hablar por primera vez de aparatos para elevar el agua y depósitos de reserva. Mecanismos elevadores creados por relojeros elevaban el agua a las ciudades de Toledo y Paris. En Londres se construyeron los primeros depósitos de reserva en 1609.

La falta de organización en las comunidades en la época de la revolución industrial, propició que no pudieran satisfacerse las necesidades de una distribución abundante de agua potable y su respectiva evacuación después de ser utilizada. A principios del siglo XIX, no se conocía el papel de la polución

fecal del agua potable en la epidemividad del cólera, la fiebre tifoidea y otras enfermedades entéricas.

Es también en el siglo XIX, con el mejoramiento de la producción de tubos de hierro fundido, capaces de resistir presiones interiores relativamente elevadas, cuando se inicia la era de los sistemas de abastecimiento modernos, desarrollándose asimismo la hidráulica como técnica aplicada. Los nuevos descubrimientos en cuanto a resistencia a la erosión y presiones ejercidas sobre las tuberías, dieron como resultado el mejoramiento de materiales ya conocidos y la creación de algunos nuevos, adecuados a requerimientos técnicos específicos en determinadas situaciones.

El sentido histórico esclarece el entendimiento del presente a través del conocimiento del pasado, preparando la mente para captar las fuerzas de transformación y dirigir las de manera correcta hacia el progreso del futuro.

## **EL AGUA Y SU IMPORTANCIA**

Entre todos los recursos naturales, el más importante y necesario para la existencia y bienestar de la humanidad es el agua. Durante milenios constituyó un patrimonio enteramente disponible del que los habitantes de la tierra se servían despreocupadamente. Este valioso recurso reviste tal importancia para la vida en general, que muchos pueblos lo incluyeron entre sus deidades.

El agua existe en el suelo y casi todas las sustancias de la corteza terrestre. Cada veinticuatro horas, el cuerpo humano expelle, a través de la piel y los pulmones, casi un litro de agua. Los alimentos del hombre están compuestos principalmente de agua, y el cuerpo humano por lo tanto, es agua por lo menos en sus tres cuartas partes. Sin ella no podría flexionar un músculo ni sentir por sus nervios. Si se careciera de esta maravillosa sustancia, no habría vida en el planeta.

Con el progreso surgieron los agrupamientos urbanos, cuyas múltiples actividades cada día exigen mayor cantidad de agua. El abastecimiento para satisfacer esta necesidad se vuelve en extremo complejo, e implica factores técnicos, sociales, económicos, legales y políticos administrativos. El agua se proporciona en las poblaciones para muchos propósitos:

- a) Para beber y usos culinarios.
- b) Para el aseo en general.
- c) Para la protección de vidas y propiedades contra el fuego.
- d) Para el riego de prados y jardines.
- e) Para usos recreativos en albercas y balnearios, así como para adornos en fuentes y juegos de agua.
- f) Para numerosos y variados procesos industriales.

- g) Para la remoción, por medio del transporte con agua, de los desperdicios ofensivos y potencialmente peligrosos, provenientes de las viviendas, de los comercios y de las industrias.
- h) Para la generación de energía eléctrica.

En muchas ocasiones, el problema no se limita solamente al aprovisionamiento del agua para uso doméstico e industrial, sino que se extiende a la agricultura y a la ganadería, las que, en países como el nuestro, depende de la cantidad y distribución de las lluvias. Dependiendo de los requerimientos locales, las precipitaciones atmosféricas se deben complementar con irrigación.

### **NORMAS PARA LA CALIDAD DEL AGUA**

Con el fin de garantizar que el nivel de calidad del agua potable para abastecimiento se mantenga, los países en desarrollo –México entre ellos- establezcan normas nacionales, adaptadas preferentemente de las Normas recomendadas por la Organización Mundial de la Salud (O.M.S.).

Al desarrollar normas nacionales, es necesario considerar una diversidad de condiciones locales, geográficas, socioeconómicas, dietéticas e industriales. Esto puede conducir a normas nacionales que difieren notablemente de los valores normativos del organismo internacional.

En abastecimiento de agua para comunidades pequeñas, posiblemente solo se pueda utilizar una selección limitada de parámetros para inspecciones y medir la calidad del agua destinada al suministro público. En países como el nuestro se sugiere que el énfasis principal se sitúe en la calidad microbiológica, seguida por las consideraciones estéticas, tales como turbiedad, sabor y olor. Los valores normativos seleccionados a menudo tienen que considerarse como metas a largo plazo, en vez de normas rígidas que se tengan que cumplir siempre y en todos los sistemas de suministro.

En la tabla se indican los valores de las normas de la O.M.S. en comparación con los valores adoptados en México. (*TABLA No.1*)

## NORMAS PARA LA CALIDAD DE AGUA POTABLE

**TABLA No. 1**

PARAMETRO	UNIDAD	VALORES NORMATIVOS	
		OMS	MEXICO
<u>Calidad microbiológica</u>			
Coliformes fecales	<i>numero/100ml</i>	cero	cero
Organismos coliformes	<i>numero/100ml</i>	cero	2
<u>Componentes inorgánicos</u>			
Arsénico	<i>mg/l</i>	0.05	0.05
<b>Continúa tabla No1</b>			
Cadmio	<i>mg/l</i>	0.005	0.005
Cromo	<i>mg/l</i>	0.05	0.05
Cianuros	<i>mg/l</i>	0.1	0.05
Fluoruros	<i>mg/l</i>	1.5	1.5
Plomo	<i>mg/l</i>	0.05	0.05
Mercurio	<i>mg/l</i>	0.001	0.001
Nitratos	<i>mg/l</i>	10	5
Selenio	<i>mg/l</i>	0.01	0.05
<u>Calidad estética</u>			
Aluminio	<i>mg/l</i>	0.2	0.2
Cloruros	<i>mg/l</i>	250	250
Color	<i>unidad de color natural (U.C.N)</i>	15	20
Cobre	<i>mg/l</i>	1	1.5

## **CARACTERISTICAS GENERALES DE LA LOCALIDAD**

### **La localidad de los Atlixcos pertenece al municipio de Alto Lucero de Gutiérrez Barrios Veracruz**

- Presidente Municipal 2005-2007: Miguel Ángel Castillo López
- Síndico: Arcelio Sosa Zavaleta
- Cabecera municipal: Alto Lucero
- Región: Central
- Latitud norte: 19° 37'
- Longitud oeste: 96° 44'
- Altitud: 1080.00
- Superficie: 725.48 km<sup>2</sup>
- Porcentaje del total estatal: 0.0096%

### **Límites Políticos**

Norte: Vega de Alatorre y Golfo de México. Sur: Actopan. Este: Golfo de México. Oeste: Naolinco, Tepetlán y Juchique de Ferrer.

### **Hidrografía**

Se encuentra regado por los ríos Trapiche y Alto Lucero, que son tributarios del río Actopan, también se localizan los ríos Palma Sola y Colorado, ambos desembocan en el Golfo de México en las barras de sus respectivos nombres.

### **Orografía**

El municipio se encuentra ubicado en la zona central del Estado, en las estribaciones de la Sierra de Chiconquiaco.

### **Clima**

Su clima es templado-regular con una temperatura promedio de 25.2 °C; su precipitación pluvial media anual es de 1,105.6 mm.

### UBICACIÓN GEOGRAFIA

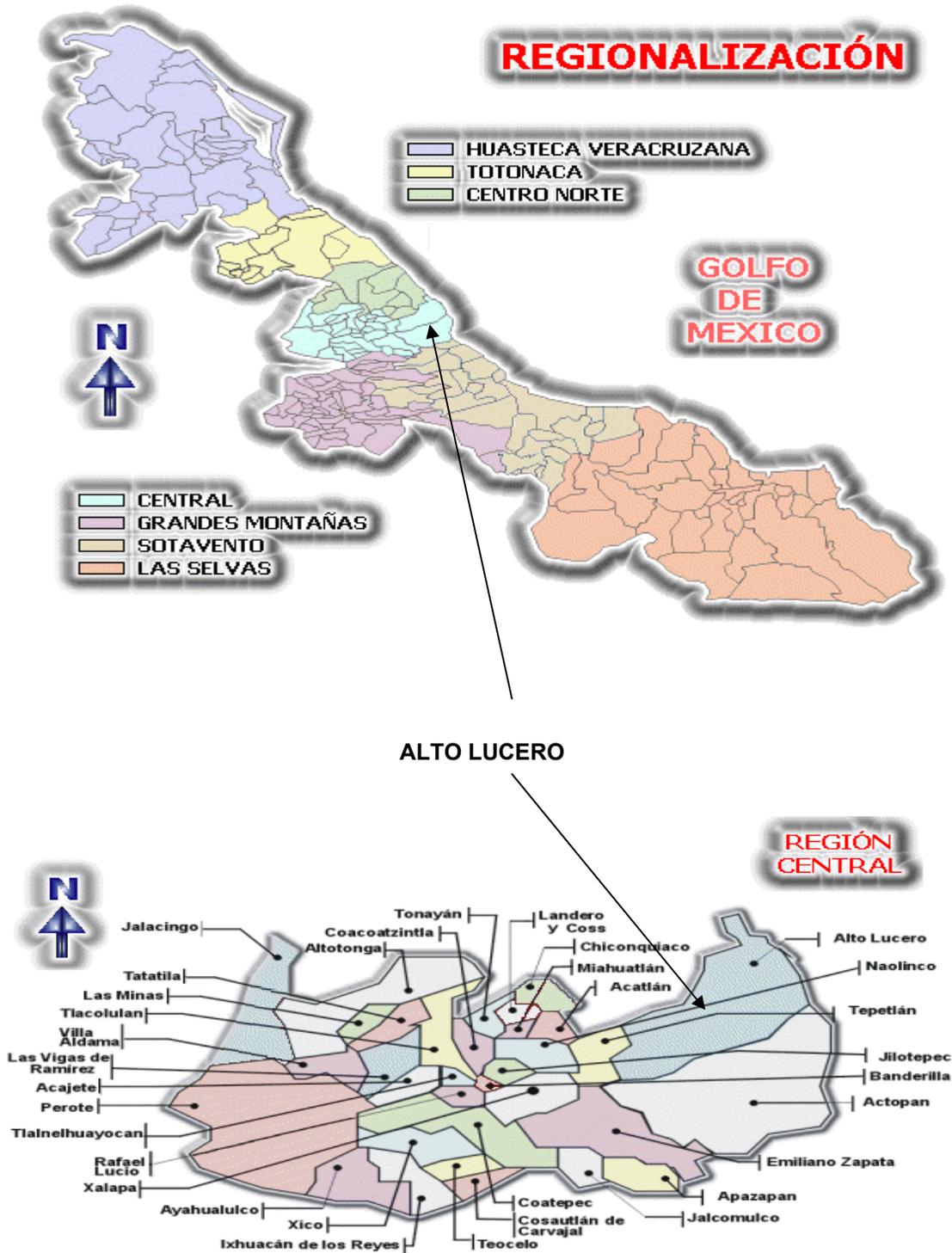
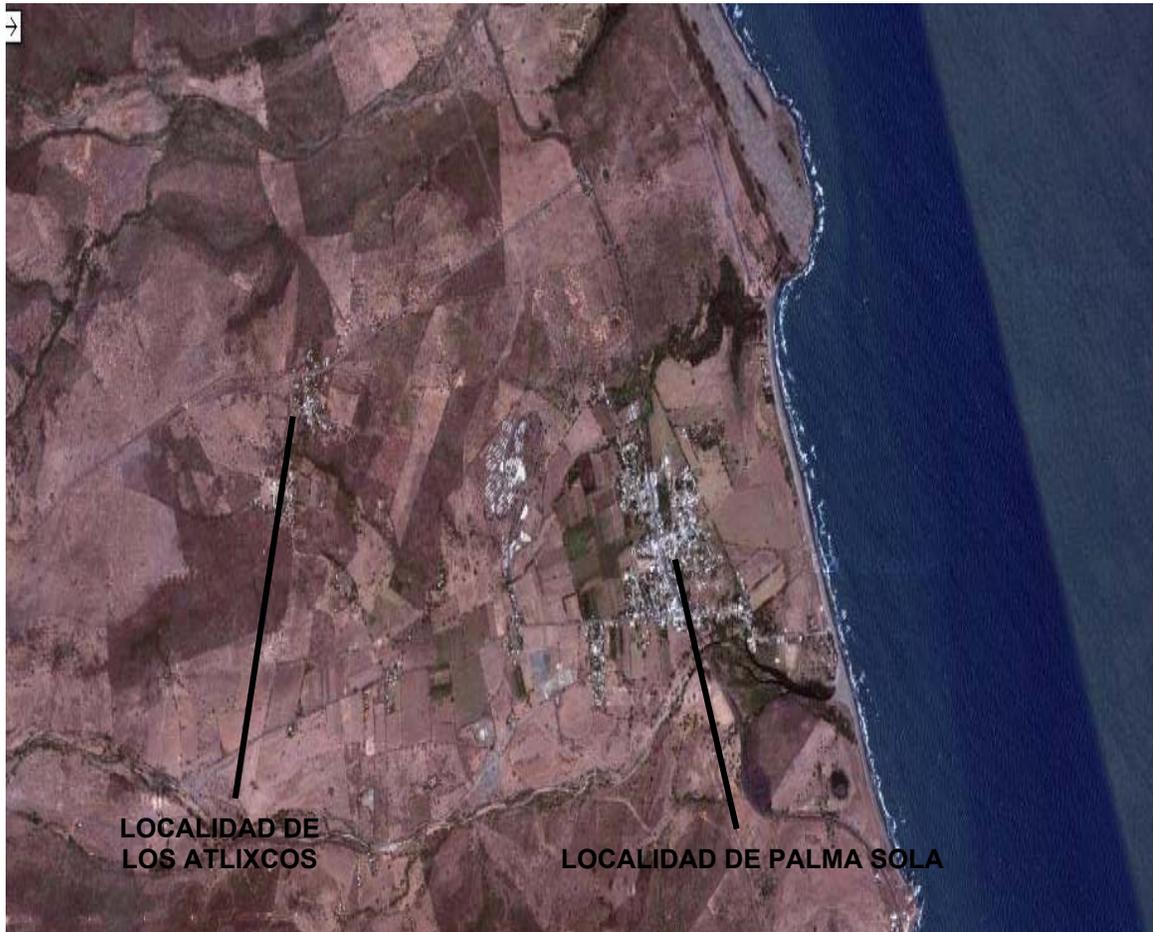


FIGURA No.1 Regionalización

## IMAGEN SATELITAL



**FIGURA No. 2** Imagen satelital de la localidad de los Atlixcos.([www.mapasmexico.net/mapa-veracruz.html](http://www.mapasmexico.net/mapa-veracruz.html))

## **CAPITULO I METODOLOGIA**

### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Dada la necesidad de no contar con un buen suministro y red de distribución de agua en la localidad de los Atlixcos, Municipio, de Alto lucero de Gutiérrez Barrios Veracruz y así como la obsolescencia con que en estos momentos cuenta este sistema de servicio municipal, es preciso tomar una medida de solución para reemplazo de la misma, mediante un proyecto que garantice el buen funcionamiento de la red y asegure un suministro adecuado del líquido a la población.

Es importante recalcar que en esta comunidad de los 5 días hábiles de trabajo solo 1 es dedicado para el bombeo de agua en esta localidad, es decir, el pueblo cuenta con solo un día de suministro de agua para que las personas puedan captarla en sus depósitos la cual utilizarán en los 4 días que no cuentan con este servicio.

### **1.2 JUSTIFICACION**

Una de las importantes causas del mal funcionamiento del sistema es la antigüedad con que esta comunidad cuenta para abastecerse del vital líquido, es por eso que presento una posible solución mediante un estudio de campo y un previo análisis de las posibles resultados que se podrían obtener con un sistema de distribución actualizado, ya que por normas y especificaciones, toda comunidad debe requerir de un sistema actualizado que provea de agua potable, además de una buena distribución de la misma.

### **1.3 OBJETIVOS**

El principal objetivo de este proyecto es dotar de una manera simple técnicamente hablando de agua para consumo, eliminando los periodos de almacenamiento actual de los intervalos en que funciona el actual mecanismo de suministro.

También es brindar a la población un proyecto técnicamente bien realizado basado en normas y especificaciones que garantice en corto, mediano y largo plazo la disposición y el uso de agua para las necesidades humanas de esta población.

Otro objetivo de menor importancia es que este trabajo sirva de base de estudio para la solución de problemas municipales en cuestión de servicios básicos.

### **1.4 ALCANCE**

El alcance de este trabajo comprende básicamente la investigación, la interpretación de los resultados, el planteamiento del problema de suministro actual, la interpolación de un crecimiento de la población, la aplicación de los métodos de diseño hidráulico de tuberías y el diseño geométrico de las redes de distribución , la descripción de las tomas domiciliarias, la investigación de mercado y la decisión de los mecanismos de control, también se integrara los volúmenes de obra de la construcción del sistema descrito y las recomendaciones que al caso se den, patronato de vigilancia, plan de mantenimiento y uso domestico del agua.

## **CAPITULO II ANTECEDENTES**

### **2.1 EDAD DEL SISTEMA**

De acuerdo a las investigaciones practicadas en la población de los Atlixcos existen indicios que el sistema fue puesto en servicio de la población alrededor de los años 1961-1962, resultando una edad de entre 44 y 45 años, por las características anteriores resulta a la fecha además de obsoleto insuficiente en el sistema. El estado que presenta actualmente hace imposible el abastecimiento debido a la falta de mantenimiento y reposiciones al anexar éste a la integración de un sistema nuevo resultando como consecuencia en no considerar la actual red como parte del nuevo trazo de dotación del servicio.

Por todo lo anterior la decisión de proyectar al cien por ciento el suministro a la población, se hace prioritario con forme a las nuevas técnicas normas oficiales mexicanas y especificaciones particulares para el caso que se ocupa (ver figura no. 3 y figura no. 4).



**FIGURA No. 3** Ariete que suministra de agua a la comunidad de los Atlixcos con tubo de alimentación de 4" y tubo de salida de 2" de diámetro



**FIGURA No. 4** Tubería de 4" que alimenta al ariete principal

## 2.2 OBSOLENCIA DEL SISTEMA

Como se menciona anteriormente esta red existente no posee los diámetros requeridos para brindar a la población la dotación de agua requerida. Por otra parte debido a la falta de mantenimiento la tubería se encuentra contaminada en su exterior, y obstruida por la acumulación de sedimentos en su interior, resultando que el diámetro real actual del flujo de agua se convierta en un diez por ciento del diámetro real del tubo.

Esta sedimentación provoca contaminación en el agua, y acrecenta la reducción de los diámetros efectivos de circulación del líquido.

Otro aspecto de obsolescencia se presenta en los mecanismos de control de la red por ejemplo: válvulas, desfuegos, cajas de registro, tomas domiciliarias, etc.

Por los resultados anteriores con los cuales comprobamos la obsolescencia o la nula efectividad del sistema, justifica entonces por estos motivos el proyecto integral del abastecimiento de agua a toda la población, con vistas a una dotación de crecimiento futuro en base a la estadística obtenida.



**FIGURA No. 5** Arietes en desuso por falta de recursos económicos para darle mantenimiento al sistema

El sistema de bombeo se encuentra actualmente en funcionamiento debido al esfuerzo y a la unión de los habitantes de esta comunidad pero requiere de mucho mantenimiento ya que tanto válvulas como la tubería están en muy malas condiciones.

Una de las soluciones más aceptables es que el sistema de agua potable del pueblo se conecte a la bomba, la cual puede abastecer a estas tres comunidades con solamente dos días de bombeo dedicados a cada localidad, suministrando agua de manera intermitente.



**FIGURA No. 6 Tanque elevado actualmente en desuso por falta de mantenimiento**

Debido a las condiciones en que el sistema se encuentra tanto el de depósito como en el de bombeo es conveniente que se diseñe una nueva red de almacenamiento en la localidad que cuente con las normas oficiales mexicanas y especificaciones particulares requeridas que el proyecto requiere.

Para el sistema de bombeo, dado que ya existe una bomba que dota de agua a comunidades circunvecinas a esta localidad, es conveniente y mas viable para los habitantes conectarse a esta toma de agua; ya que la bomba cuenta con una potencia de 45hp que es suficiente para abastecer de agua a estos tres poblados

(Atlixcos, El abra, Villa Candelaria) siendo los Atlixcos la zona más poblada y visitada por el gran desarrollo ganadero que produce, y que además es la que mayor demanda de agua requiere.

Actualmente la bomba cuenta con un transformador de 45kva, el cual es insuficiente para este tipo de bomba. Haciendo una junta con los habitantes de Los Atlixcos y por medio del agente municipal que actualmente ocupa el puesto, se donará un transformador nuevo de 75kva que cumple con las especificaciones de este nuevo proyecto.



**FIGURA No. 7 Depósito con que cuenta actualmente esta localidad el cual como se puede apreciar está en muy mal estado**

En el tema del tanque distribuidor que actualmente funciona, este dada la edad y la falta de mantenimiento, resulta inoperante y riesgoso en cuanto a su estructura, además de favorecer la contaminación del agua que contiene, por lo tanto, para realizar el proyecto es necesario no solo realizar el diseño de la red, sino también y de manera integral realizar el proyecto de un nuevo tanque que cumpla con los objetivos del proyecto integral de agua potable para la comunidad de los Atlixcos.

## **CAPITULO III PROYECTO EJECUTIVO DE LA NUEVA RED**

### **3.1 POBLACION**

El tamaño del proyecto para el abastecimiento de agua suele estar basado en el consumo anual promedio por persona. Por tanto, las predicciones demográficas para el periodo que abarca el proyecto son de máxima importancia y se debe tener cuidado para tener la certeza de que los componentes del proyecto son de la dimensión adecuada. Ahora bien, la estimación del crecimiento demográfico resulta difícil de precisar.

Se debe proceder con gran cuidado en la predicción demográfica, ya que hay muchos factores, como el desarrollo industrial, la especulación con los terrenos, los límites geográficos y la antigüedad de la localidad, que pueden ocasionar un cambio radical en las estimaciones matemáticas y estadísticas.

Para la estimación de la población de proyecto según “el manual de normas de proyecto para obras de aprovisionamiento de agua potable en localidades rurales de la republica mexicana”, se deberá tomar en cuenta un periodo económico de proyecto de 25 a 40 años, de acuerdo con la magnitud y características de la localidad por servir y del costo probable de las obras.

### **3.2 TOPOGRAFIA**

Con el propósito de obtener las condiciones topográficas de planimetría y altimetría de la población se tiene un plano a detalle de los Atlixcos, el cual fue proporcionado por el Ayuntamiento de Alto Lucero (cabecera municipal), Conociendo la altimetría así como la planimetría podemos ubicar el lugar exacto donde se ubicará el depósito de agua y donde operará el sistema de bombeo para

la distribución del vital líquido hacia los habitantes. Dado que el lugar donde se encuentra actualmente el depósito de agua que suministra del vital líquido a las comunidades circunvecinas, es el punto más viable y por acuerdo con el ayuntamiento se procederá a la reconstrucción del depósito.

### **3.3 RED DE DISTRIBUCION**

El objetivo de la red de distribución es proporcionar agua al usuario en cantidad y calidad adecuadas, con presiones que varían de 1.0 a 4.5 kg/cm<sup>2</sup>. y el servicio se dará a base de tomas domiciliarias, en forma continua, considerando además el costo del m<sup>3</sup> de agua de consumo, para que mediante estas derogaciones, el Ayuntamiento tenga los fondos mensuales para poder mantener la red y sus complementos en perfecto estado de funcionamiento, garantizando la efectividad del servicio.

### **3.4 REGULARIZACION**

La obra de regularización tiene por objeto transformar un régimen de aportaciones que siempre es constante, en un régimen de consumos o de demandas que siempre es variable.

La aportación de agua que corresponde al gasto que proporciona la línea de conducción es constante durante las 24 horas del día en la gran mayoría de los casos, en tanto que el gasto que demanda la red de distribución siempre es variable, dependiendo del clima, costumbre y magnitud de la comunidad a servir. Se almacena agua sobrante cuando el gasto que se consume en la red es menor que el que aporta la conducción y este es mayor que la aportación.

La regularización se logra por medio de un depósito, el cual puede ser superficial o elevado, según sea la topografía del terreno. La capacidad del tanque regulador se obtiene en la gran mayoría de los casos para aportaciones de 24 hrs.

## **CAPITULO IV PLANEACION**

### **4.1 PROYECCION DE LA POBLACION**

El diseño de los sistemas se basa en una estimación de la población futura a que servirá denominada población de proyecto, que es el número de habitantes que se tendrá al último día del período de diseño que se fijó.

Es indiscutible que de la mayor o menor aproximación que se logre en la predicción de la población dependerá que las obras cumplan su cometido futuro, y que efectivamente al reducirse el grado de incertidumbre en el diseño pueda ser más económica la construcción. Los factores básicos del cambio en la población son:

- El aumento natural, o sea el exceso de los nacimientos sobre las muertes.
- La migración neta, es decir, el exceso o pérdida de población que resulten del movimiento de las familias hacia dentro o hacia fuera de un área determinada.

Las fases de natalidad y muerte no se mantienen constantes a través del tiempo, en otras palabras el hacer estimaciones de población de un año a otro encierra cierta incertidumbre. Por otra parte, se considera que mientras mayor sea la base de la población con la que se trabaja, el crecimiento natural tiene más peso en el aumento de la población que la migración neta (ver tabla no. 2).

TABLA No. 2

DATOS DE POBLACION Y VIVIENDA DEACUERDO CON CENSO DE INEGI							
AÑO	POBLACION	n	INCREM TOTALES		INCREM ANUALES		T.C.M.A
			HAB	%	HAB	%	
1970	70						
1980	221	10	151	215.71	15	21.571	12.184
1990	363	10	142	64.25	14	6.425	5.088
1992	373	2	10	2.75	1	0.275	0.272
1995	287	3	-86	-23.06	9	-2.306	-2.587
1996	425	6	138	48.08	14	4.808	4.004
2006	740	10	315	74.12	32	7.412	5.702
		40.00		381.85		38.185	2.4663

Con estos datos censales calculamos la población de proyecto aplicando los siguientes métodos:

### **MODELO ARITMÉTICO**

Este método es recomendado por la Comisión Nacional del Agua en el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento para Comunidades Rurales, para el cual se utiliza la siguiente expresión:

$$P_2 - P_1 = Ka^*(t_2 - t_1)$$

en donde:

**P:** Población, Habitantes

**t:** Tiempo (años, decenio, etc)

**Ka:** Constante que indica el incremento de la población en la unidad de tiempo.

$$Ka = \frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1}$$

Para el tiempo t se tiene la ecuación lineal, para condiciones futuras:

$$P_3 = P_2 + Ka^*(t_3 - t_2)$$

$$Ka = \frac{740 - 425}{2006 - 1996}$$

$$Ka = 31.5$$

Para el 2012:

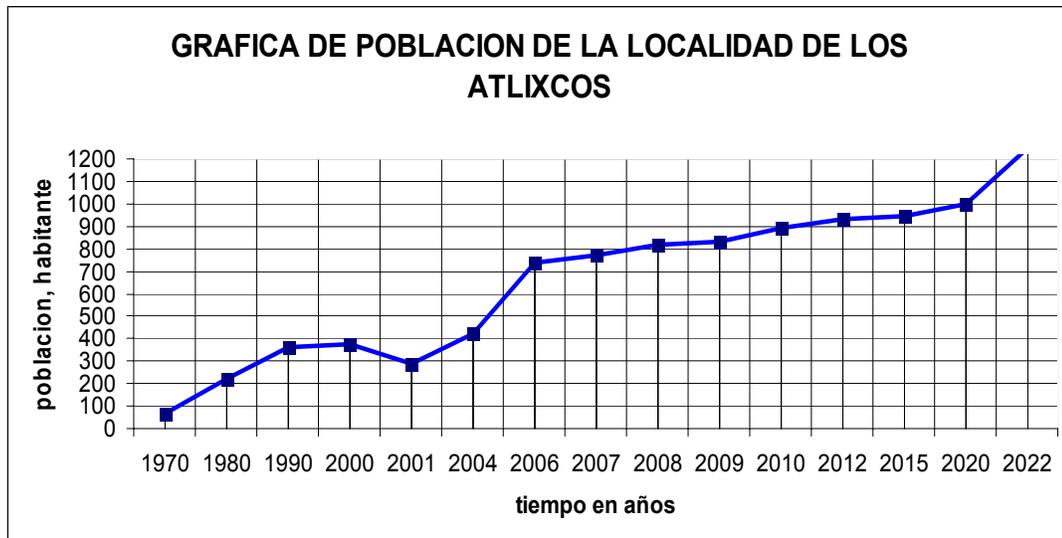
$$P_{2012} := 740 + (Ka) * (2012 - 2006)$$

$$P_{2012} = 929 \text{ habitantes}$$

Para el 2022:

$$P_{2022} := P_{2012} + (Ka) * (2022 - 2012)$$

$$P_{2022} = 1244 \text{ habitantes}$$



**FIGURA No. 8 Población de la localidad e los Atlixcos para el 2022**

### **MÉTODO GEOMÉTRICO (POR LOGARITMOS)**

Modelo también recomendado por la **CNA**. Este método se caracteriza por tener una velocidad de crecimiento directamente proporcional al valor de la población en cada instante de tiempo, o sea:

$$\frac{dP}{dt} = K_G \cdot P \quad (1)$$

donde:

**KG** es la velocidad de crecimiento cuando la población P es la unidad.

Aplicando logaritmos en la expresión anterior:

$$\ln(P_2) - \ln(P_1) = K_G * (t_2 - t_1) \quad (2)$$

De la ecuación 2:

$$K_G = \frac{\ln(P_2) - \ln(P_1)}{t_2 - t_1} \quad (3)$$

Para un tiempo cualquiera, se tiene la ecuación lineal

$$\ln(Pf) = \ln(P_2) + K_G(t_f - t_2) \quad (4)$$

Donde:

**Pf** Población futura (habitantes)

**tf** Tiempo de proyección (años, decenios, etc)

**t2** Tiempo de Partida (años, decenios, etc)

Aplicando la regla logarítmica:

$$Pf = e^{\ln(P_2) + K_G(t_f - t_2)}$$

Para el 2012:

$$K_G = \frac{\ln(740) - \ln(425)}{2006 - 1996} \quad K_G = 0.0555$$

$$P_{2012} = e^{\ln(740) + K_G(2012 - 2006)}$$

$$\mathbf{P_{2012} = 1032 \text{ habitantes}}$$

$$P_{2022} = e^{\ln(P_{2012}) + K_G(2022 - 2012)}$$

$$\mathbf{P_{2022} = 1797 \text{ habitantes}}$$

## **MÉTODO GEOMÉTRICO POR PORCENTAJES**

Este método se basa directamente en el incremento medio anual de la población, en un determinado periodo, el cual se calcula con la siguiente expresión:

$$I_m = \frac{I_a}{t_2 - t_1}$$

Donde:

***Im*** Índice de crecimiento medio.

***la*** Índice de crecimiento anual.

***t*** Tiempo en años.

Para un tiempo futuro determinado, la población se determina con la siguiente expresión:

$$Pf = Pa + \left[ \frac{Im(tf - ta)}{100} \right] Pa$$

Para esta localidad tenemos que:

$$Im = \frac{381.85}{100} \qquad Im = 3.8185$$

Para el 2012: 
$$P_{2012} = 740 + \frac{Im(2012 - 2006)}{100} * 742$$

***P<sub>2012</sub> = 909 habitantes***

Para el 2022: 
$$P_{2022} = P_{2012} + \frac{Im(2022 - 2012)}{100} * P_{2012}$$

***P<sub>2012</sub> = 1256 habitantes***

### **MÉTODO DEL INTERÉS COMPUESTO**

Cuando se supone un crecimiento en progresión geométrica, los valores que se obtienen para la población futura son mayores que los que se obtendrían si se supone un crecimiento en progresión aritmética. La expresión (4) anterior puede escribirse:

$$\ln(P) = \ln(P_0) + KG * t \qquad (5)$$

Donde **P<sub>0</sub>** es la población cuando **t = 0**. Tomando antilogaritmos en (5), se obtiene:

$$P = P_0 * e^{KG * t} \qquad (6)$$

La ecuación (6) es la conocida como decapitalización con interés compuesto, es decir, el interés periódico se capitaliza aumentando el capital anterior y usualmente  $e^{KG}$ , se representa como  $(1+i)$ , donde  $i$  es la tasa de interés y la expresión  $P$  quedará:

$$P = P_0(1+i)^t \quad (7)$$

Para esta localidad tomamos la **TASA DE CRECIMIENTO MEDIA ANUAL (TCMA)** en el periodo 1900-2000:

**TCMA** := 2.4663

Para el 2012:

$$P_{2012} = 740 \left( 1 + \frac{TCMA}{100} \right)^{12}$$

**P2012= 991 habitantes**

$$P_{2022} = P_{2012} \left( 1 + \frac{TCMA}{100} \right)^{22}$$

**P2012= 1694 habitantes**

### **METODO DEL INCREMENTO MEDIO TOTAL (POR LOGARITMOS)**

Este método se basa en el incremento medio que la población ha tenido a lo largo de un periodo de crecimiento y considera que este se mantendrá constante a través del tiempo, de esta forma se tiene que la población que habrá en un instante del tiempo futuro se determina de la siguiente manera:

$$\log(P_f) = \log(P_a) + n \cdot (1 + r)$$

Donde:

**P<sub>f</sub>** Población futura

**P<sub>a</sub>** Población actual

**n** Numero de años de proyección

**r** Es el incremento anual

A partir de los datos de población para esta localidad se tiene:

TABLA No. 3

AÑO	POBLACION	LOG.	LOG (1+r)
		POB.	
1970	70		
1980	221	2.34439227	0.049929423
1990	363	2.55990663	0.021551435
1992	373	2.57170883	0.001180221
1995	287	2.4578819	-0.011382694
1996	425	2.62838893	0.017050703
2006	740	2.86923172	0.024084279
			<b>0.102413368</b>

Para el 2012:

$$P_{2012} = 10^{\log(740) + 12 \left( \frac{0.102413368}{10} \right)}$$

**P<sub>2012</sub> = 982 habitantes**

Para el 2022:

$$P_{2022} = 10^{\log(740) + 22 \left( \frac{0.102413368}{10} \right)}$$

**P<sub>2012</sub> = 1243 habitantes**

### **METODO DE MÍNIMOS CUADRADOS**

Este procedimiento consiste en calcular la población de proyecto a partir de un ajuste de los resultados de los censos en años anteriores, a una recta o curva, de tal modo que los puntos pertenecientes a éstas, difieran lo menos posible de los datos observados.

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

Existe un parámetro que sirve para determinar que tan acertada fue la elección de la curva o recta de ajuste a los datos de los censos. Este se denomina coeficiente de correlación "r", su rango de variación es de -1 a +1 y conforme su valor absoluto se acerque más a 1 el ajuste del modelo a los datos será mejor.

A continuación se presentan varios modelos de ajuste, donde se definirán las expresiones para el cálculo de los coeficientes "a", "b" y "r".

### **Ajuste Lineal**

Este método consiste en realizar el ajuste de los datos de población de una localidad a una gráfica lineal cuya expresión general está dada por:

$$P = a + b * t \quad (1)$$

Para determinar los valores de “a” y “b” se utilizan las ecuaciones siguientes:

$$a = \frac{\sum p_i - b * \sum t_i}{n} \quad (2)$$

$$b = \frac{n * \sum (t_i * p_i) - \sum t_i (\sum p_i)}{n * \sum (t_i)^2 - (\sum t_i)^2} \quad (3)$$

Donde:

$n$  = Número total de datos

$\sum t_i$  = Suma de los años con información

$\sum P_i$  = Suma del número de habitantes

Una vez obtenido el comportamiento histórico de los datos censales mediante el ajuste lineal, se calcula la población para cualquier año futuro, sustituyendo el valor del tiempo, “t” en la ecuación 1.

El coeficiente de correlación esta dado por:

$$r = \frac{n * \sum (t_i * p_i) - \sum t_i (\sum p_i)}{\sqrt{[n * \sum (t_i)^2 - (\sum t_i)^2] [n * \sum (p_i)^2 - (\sum p_i)^2]}} \quad (4)$$

### **Ajuste Exponencial**

Este método consiste en realizar el ajuste de los datos de población de una localidad a una gráfica exponencial cuya expresión general está dada por:

$$P = a * e^{bt} \quad (5)$$

Donde a y b son las constantes que se obtienen mediante las ecuaciones:

$$a = e^{\frac{\sum (\ln(P_i) - b * \sum t_i)}{n}} \quad (6)$$

$$b = \frac{n * \sum (t_i * \ln(P_i)) - \sum t_i (\sum \ln(P_i))}{n * \sum (t_i)^2 - (\sum t_i)^2} \quad (7)$$

Una vez obtenido el comportamiento histórico de los datos censales mediante el ajuste logarítmico, se calcula la población para cualquier año futuro, sustituyendo el valor del tiempo "t" en la ecuación 10.

El factor de correlación  $r$  se determina de la siguiente manera:

$$r = \frac{n * \sum (t_i + \ln(p_i)) - \sum t_i (\sum \ln(p_i))}{\sqrt{[n * \sum (t_i)^2 - (\sum t_i)^2] [n * \sum \ln(p_i)^2 - (\sum \ln(p_i))^2]}} \quad (8)$$

### **Ajuste Logarítmico**

Este método consiste en realizar el ajuste de los datos de población de una localidad a una gráfica logarítmica cuya expresión general está dada por:

$$P = a + b * \ln(t_i) \quad (9)$$

Y la solución de los coeficientes "a" y "b" se obtienen con:

$$a = \frac{\sum p_i - b * \sum \ln(t_i)}{n} \quad (10)$$

$$b = \frac{n * \sum (\ln(t_i) * p_i) - \sum \ln(t_i) (\sum p_i)}{n * \sum \ln(t_i)^2 - (\sum \ln(t_i))^2} \quad (11)$$

Una vez obtenido el comportamiento histórico de los datos censales mediante el ajuste logarítmico, se calcula la población para cualquier año futuro, sustituyendo el valor del tiempo "t" en la ecuación 9.

El factor de correlación  $r$  se determina de la siguiente manera:

$$r = \frac{n * \sum \ln(t_i) + p_i) - \sum \ln(t_i) (\sum p_i)}{\sqrt{[n * \sum \ln(t_i)^2 - (\sum \ln(t_i))^2] [n * \sum (p_i)^2 - (\sum p_i)^2]}} \quad (12)$$

### **Ajuste Potencial**

Este método consiste en realizar el ajuste de los datos de población de una localidad a una gráfica potencial cuya expresión general está dada por:

$$P = a * t^b \quad (13)$$

La solución de los coeficientes “a” y “b” se obtiene como sigue:

$$a = e^{\frac{\sum (\ln(P_i) - b * \sum \ln(t_i))}{n}} \quad (14)$$

$$b = \frac{n * \sum (\ln(t_i) * \ln(p_i)) - \sum \ln(t_i) (\sum \ln(p_i))}{n * \sum \ln(t_i)^2 - (\sum \ln(t_i))^2} \quad (15)$$

Una vez obtenido el comportamiento histórico de los datos censales mediante el ajuste potencial, se calcula la población para cualquier año futuro, sustituyendo el valor del tiempo “t” en la ecuación 13.

El factor de correlación  $r$  se determina de la siguiente manera:

$$r = \frac{n * \sum \ln(t_i) * \ln(p_i) - \sum \ln(t_i) (\sum \ln(p_i))}{\sqrt{[n * \sum \ln(t_i)^2 - (\sum \ln(t_i))^2] [n * \sum \ln(p_i)^2 - (\sum \ln(p_i))^2]}} \quad (16)$$

Adoptamos los valores promedio de los resultados obtenidos por los métodos Aritmético, Geométrico por Porcentajes e Interés Compuesto cuyos valores son cercanos entre si, mientras que en los demás métodos la población de dispara demasiado y en el caso del de Mínimos Cuadrados los valores son demasiado bajos con respecto a todos los demás. (ver tabla no. 4)

**TABLA No. 4**

METODO	POBLACION ACTUAL 2012	POBLACION DE PROYECTO 2022
Aritmético	929	1244
Geométrico (por logaritmos)	1032	1797
Geométrico por porcentajes	909	1256
Interés compuesto	991	1694
Incremento medio total (por logaritmos)	982	1243

$$P_{2012} = \frac{929 + 909 + 991}{3}$$

**P<sub>2012</sub>= 943 habitantes**

$$P_{2022} = \frac{1244 + 1256 + 1243}{3}$$

**P<sub>2022</sub>= 1248 habitantes**

## 4.2 DOTACION

Podemos entender por dotación “*la cantidad de agua asignada a cada habitante por día, para satisfacer sus necesidades domésticas, comerciales, industriales y públicas*”.

Ahora bien el caudal necesario para el abastecimiento de una población se calcula atendiendo a varios factores:

- Importancia de la población.
- Clima de la región.
- Hábitos y costumbres de los habitantes.
- Servicios públicos e industriales.
- Incrementos futuros de la población.

Debido a que es una zona ganadera se debe tomar en cuenta que el suministro de agua no puede faltar a los habitantes durante las 24 horas.

En cada caso particular, deberá someterse a consideración estos y otros factores que se juzguen convenientes.

Como una orientación mencionaremos las dotaciones usadas habitualmente. (ver tabla no. 5)

Consumo mínimo domestico por habitante y por día:

**TABLA No. 5**

Bebida	4 lts.
Preparación de alimentos (cocina)	14 lts.
Aseo personal diario	40 lts
Limpieza de casa	32 lts.
Lavado de ropa	24 lts
Excusado	16 lts
<b>Total</b>	<b>130 l/hab/dia</b>

Este consumo, que se puede considerar como básico, se incrementa por los servicios públicos y en este caso como es una zona ganadera tendrá un mayor incremento por los usos que se le den al agua por lo que tomará como una dotación total de 150l/hab/día.

El “manual de normas de proyectos para obras de aprovisionamiento de agua potable recomienda los siguientes valores para dotación, que están dados en función del clima y el numero de habitantes considerados como población de proyecto.

### 4.3 COEFICIENTES DE VARIACION

La dotación que se obtiene es un dato útil pero no fijo, pues hay que tener en cuenta las variaciones que afectan dicho consumo y que pueden ser anuales, mensuales, diarias, horarias.

Las variaciones horarias son muy notorias, sobre todo cuando se trata de climas extremos en los consumos de verano son mucho mayores que los de invierno. Entre otros factores que afectan también los consumos en forma horaria tenemos; el numero de habitantes, el tipo de trabajo de la población, el tipo de clima, etc. Estas variaciones horarias afectan la distribución en cantidad y en calidad de las aguas.

Existe un día al año en el cual se registra el máximo consumo y se da en función del gasto medio, afectado por un coeficiente que varía según el clima del lugar. El manual de normas de proyecto indica que el ámbito de variación de dicho coeficiente puede ser de 1.2 a 1.5.

Al afectar el gasto medio con un coeficiente, se obtiene el gasto medio en el día de máximo consumo, gasto que deberá ser igual o menor que el mínimo obtenido de la fuente de provisión. Asimismo, este gasto servirá para el cálculo del tanque de regulación. Para el cálculo de la red el gasto que se utiliza es el máximo horario, el cual se encuentra afectando de un coeficiente al gasto medio en el día de máximo consumo, ya que en este día hay una hora en la cual se registra un máximo consumo. En este caso el ámbito de variación del coeficiente es de 1.5 a 2.0.

Recurriendo nuevamente al manual de normas de proyectos:

Coeficiente de variación diaria = 1.2

Coeficiente de variación horaria = 1.5

### 4.4 CALCULO DEL GASTO NECESARIO DE CONSUMO

#### **GASTO MEDIO DIARIO ( $Q_{md}$ )**

El gasto medio diario es la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades de una población en un día de consumo promedio. La expresión que define el gasto medio diario es la siguiente:

$$Q_{md} = \frac{P_{2022} \times DOT}{86400}$$

Donde:

**$Q_{md}$**  = Gasto medio diario, en l.p.s.  
 **$P_p$**  = Población de proyecto, en habitantes.  
 **$DOT$**  = Dotación, en lt/hab/día

Datos

Población 2016                       **$P_{2022} := 1248$  Habitantes**

Dotación                                 **$DOT := 150$  Lts/hab/día**

$$Q_{md} = \frac{P_{2022} \times DOT}{86400} \qquad \qquad \qquad \mathbf{Q_{md} = 2.16 \quad l.p.s}$$

### **GASTO MAXIMO DIARIO ( $Q_{máxd}$ )**

Es el caudal que debe proporcionar la fuente de abastecimiento y se utiliza para diseñar la obra de captación, la conducción y el tanque de regularización y almacenamiento; este gasto se obtiene con la siguiente expresión:

$$\mathbf{Q_{máxd} = Q_{md} \times CVd}$$

donde:

**$Q_{máxd}$**  = Gasto máximo diario, en l.p.s.  
 **$CVd$**  = Coeficiente de variación diaria  
 **$Q_{md}$**  = Gasto medio diario, en l.p.s.

De acuerdo al manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (Sistemas Rurales) de la CNA, utilizaremos un coeficiente de variación diaria ( $CVd$ ) de 1.20

$$\mathbf{CVd := 1.20}$$

$$\mathbf{Q_{máxd} := Q_{md} \times CVd} \qquad \qquad \qquad \mathbf{Q_{máxd} = 2.6 \quad l.p.s}$$

### **GASTO MAXIMO HORARIO ( $Q_{máxH}$ )**

El gasto máximo horario, es el requerido para satisfacer las necesidades de la población en el día de máximo consumo y a la hora de máximo consumo. Este gasto se utiliza para calcular las redes de distribución. Se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$\mathbf{Q_{máxH} = Q_{máxd} \times CVh}$$

donde:

**$Q_{máxH}$**  = Gasto máximo horario, en l.p.s.

**$CVh$**  = Coeficiente de variación horaria

**$Q_{máxd}$**  = Gasto máximo diario, en l.p.s.

De acuerdo al manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (Sistemas Rurales) de la CNA, utilizaremos un coeficiente de variación horaria ( $CVh$ ) de 1.50

**$CVh$**  := 1.50

**$Q_{máxH}$**  :=  **$Q_{máxd} \times CVh$**

**$Q_{máxH} = 3.9$  l.p.s**

#### 4.5 DATOS DEL PROYECTO

En la presente planeación general de este proyecto se considera como población de proyecto a la registrada en base a la lotificación de la localidad, considerando una densidad de población de 5hab/lote, así como una dotación de agua de 150lts/hab/día y coeficientes de variación diaria:1.2 y variación horaria 1.5. (ver tabla n°6)

#### DATOS DEL PROYECTO

TABLA No6

<b>Población del proyecto</b>	1248 hab
<b>Dotación</b>	150l/hab/día
<b>Coeficiente de variación</b>	
Diaria	1.2
Horaria	1.5
<b>Gasto</b>	
Medio	2.16 lps
Máximo diario	2.6 lps
Máximo horario	3.9 lps
<b>Fuente de abastecimiento</b>	<b>Aguas superficiales</b>
<b>Tipo de captación</b>	<b>Manantial</b>
<b>Conducción</b>	<b>Gravedad</b>
<b>Regularización</b>	<b>Tanque superficial 40m<sup>3</sup></b>
<b>Sistema</b>	<b>Tanque y gravedad a la red</b>

## **CAPITULO V PROYECTO DE ABASTESIMIENTO DE AGUA POTABLE**

### **5.1 CALCULO DE DIAMETROS PARA TUBERIAS**

En una red de distribución las tuberías se denominan de acuerdo con sus diámetros, distinguiéndose tres categorías: líneas de alimentación, tuberías principales o tróncales, y tuberías secundarias o de relleno.

- a) Línea de alimentación. Una línea de alimentación es una tubería que suministra agua en forma directa a la red. Se inicia en una fuente de abastecimiento, en un tanque de regularización, o en el punto en que converge una línea de conducción y una tubería que aporta agua de un tanque de regularización, terminando en el punto donde se hace la primera derivación. En caso de existir mas de una línea de alimentación, la suma de los gastos que por ellas escurran hacia la red de distribución deberá ser igual al gasto máximo horario.
  
- b) Tuberías principales o tróncales. El gasto que escurre por estas tuberías, hace que sigan en importancia a la o las líneas de alimentación. Es en las tuberías principales o tróncales donde se conectan las líneas secundarias o de relleno.

En ocasiones la traza de las calles forma una malla que nos permite proyectar circuitos con tuberías principales denominándose a estas redes “de circuitos”. La distancia entre las tuberías varía entre 400 y 600m. Cuando la traza es tan

irregular que no permite formar circuitos con las tuberías principales, las redes se denominan de “líneas abiertas”.

El manual de normas de proyecto recomienda utilizar para líneas principales un diámetro mínimo de 100mm. (4”), sin embargo, en localidades pequeñas y en las zonas bajas de la red puede utilizarse el de 75mm. (3”).

El problema de encontrar el diámetro y la velocidad, es característico de los sistemas de abastecimiento de agua, porque la pérdida de carga unitaria ( $S = H/L$ ) es un dato topográfico y el gasto  $Q$  se obtiene de los datos de proyecto establecidos con la población y el consumo.

Generalmente para obtener el diámetro “D” (diámetro teórico) se emplea el nomograma de Manning correspondiente al valor de  $n$ .

El diámetro puede ser obtenido también por medio de la fórmula de Manning. La velocidad es un parámetro de importancia para la selección de un diámetro. El manual de normas de proyecto recomienda que:

“la velocidad mínima de escurrimiento será de 0.50 m/seg. Para evitar el asentamiento de partículas que arrastra el agua. La velocidad máxima permisible para evitar erosión será la que se indique en la siguiente tabla (ver tabla n°7):

**TABLA No. 7**

<b>T U B E R I A S</b>	<b>m/s</b>
De concreto simple hasta 0.45 m. de diámetro	3.0
De concreto reforzado de 0.6 0 m. de diámetro	3.5
De asbesto cemento	5.0
De acero galvanizado	5.0
De acero sin revestimiento	5.0
De acero con revestimiento	5.0
De polietileno alta densidad y PVC.	5.0

Si el diámetro teórico determinado no coincide con uno comercial o según el perfil topográfico no sea posible o conveniente utilizar uno solo, el problema se resolverá con dos o más diámetros.

## **5.2 ACCESORIOS PARA LA TUBERIA PRINCIPAL**

Conociendo las necesidades de reducción de tubería, desviaciones, implantación de válvulas de cierre para óptima conducción del agua dentro de la red. Para esto debemos escoger el tipo de tubería y así, establecer los accesorios de la tubería.

## **Codos**

Uso: Cambiar la dirección del fluido.

Tipos: 90 grados, 45 grados, 22 ½ grados, 11 ¼ grados, codos de pie.

Dimensiones disponibles: 2"-24" (otras dimensiones bajo pedido).

Extremos: Campana (asbesto cemento), espigo (asbesto cemento), Brida, Liso (P.V.C., asbesto cemento), Junta rápida

## **Cruces**

Uso: División del flujo en 3 direcciones adicionales al principal.

Dimensiones disponibles: 2"-24" (otras dimensiones bajo pedido).

Extremos: Campana (asbesto cemento), Brida (ASA, DIN), Liso (P.V.C., asbesto cemento), Junta rápida.

## **Tees**

Uso: División del flujo en 2 direcciones adicionales al principal.

Dimensiones disponibles: 2"-24" (otras dimensiones bajo pedido).

Extremos: Campana (asbesto cemento), Brida, Liso (P.V.C, asbesto cemento), Junta rápida.

## **Yees**

Uso: División del flujo en 2 direcciones adicionales al principal, pero con una derivación tangencial del flujo principal.

Dimensiones disponibles: 2"-24" (otras dimensiones bajo pedido).

Extremos: Campana (asbesto cemento), Brida, Liso (P.V.C, asbesto cemento).

## **Uniones**

Uso: Unir tubería luego de realizada una reparación en la línea de conducción, garantizando una junta hermética.

Tipos de unión y dimensiones disponibles: Unión Gibault (2"-28"), Unión de reparación (2"-12"), unión universal (2"-4").

Uniones de transición PVC-AC: 3" - 8".

## **Niples, pasamuros y reducciones**

Uso: Empalme de tubería, en donde la distancia no permite usar uniones. (Puede ser con o sin reducción del diámetro de la tubería).

Tamaños disponibles: 2"-28" (otras dimensiones bajo pedido).

Extremos: Campana (asbesto cemento), espigo (asbesto cemento), Brida, Liso (P.V.C., asbesto cemento), Junta rápida.

### **Collares de derivación**

Uso: Sacar una derivación ( $\frac{1}{2}$ ",  $\frac{3}{4}$ ", 1", 1- $\frac{1}{2}$ ", 2") de una tubería principal.

Tipos: Collares para asbesto cemento y collares para P.V.C.

Tamaños: Asbesto cemento (2"-24"), P.V.C. (2"-12").

### **Nomenclatura de los accesorios:**

Indica el número de nodo que se ve con sus características

Indica que una tubería de diámetro en pulgadas se conectara en esa dirección

Indica una válvula que se debe de poner el diámetro que se toma es el de la tubería a la que se encuentra unido, esta nomenclatura consta de los siguientes accesorios y a su vez están unidos por tornillos con tuercas:

Indica una reducción en el diámetro para esto se reduce de el que indica el accesorio (ya sea Tee o codo), a otro diámetro que indica la tubería que se conecte.

Indica una conexión en Tee, de cierto diámetro en pulgadas, por otro diámetro al que su codo saldrá.

Indica una conexión en codo de 90 grados con cierto diámetro en pulgadas.

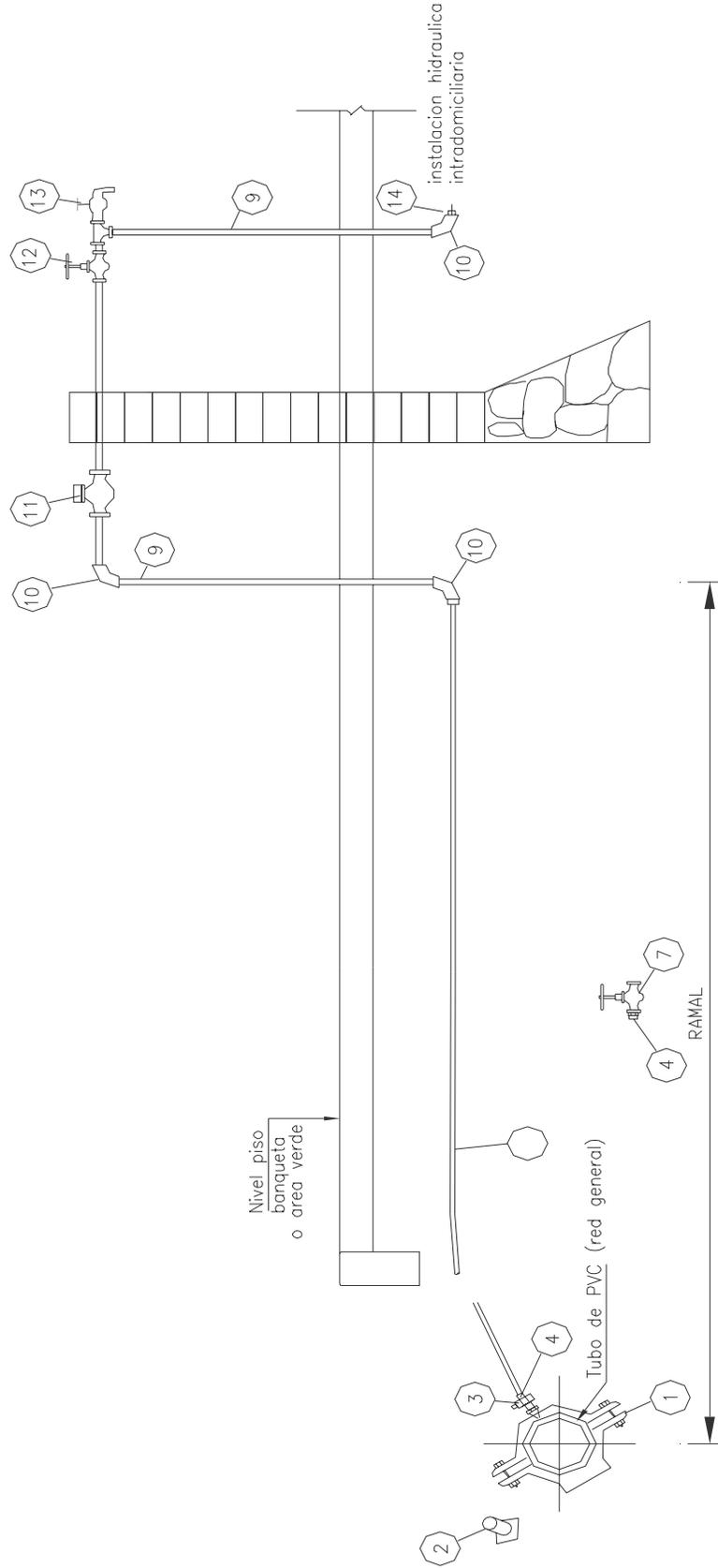
### **5.3 TOMAS DOMICILIARIAS PROPUESTAS**

Las tomas domiciliarias irán de acuerdo como lo indica el proyecto, el calculo de tuberías así como los accesorios que se van a utilizar tendrán que ir conforme lo especificado (ver tabla n°8)

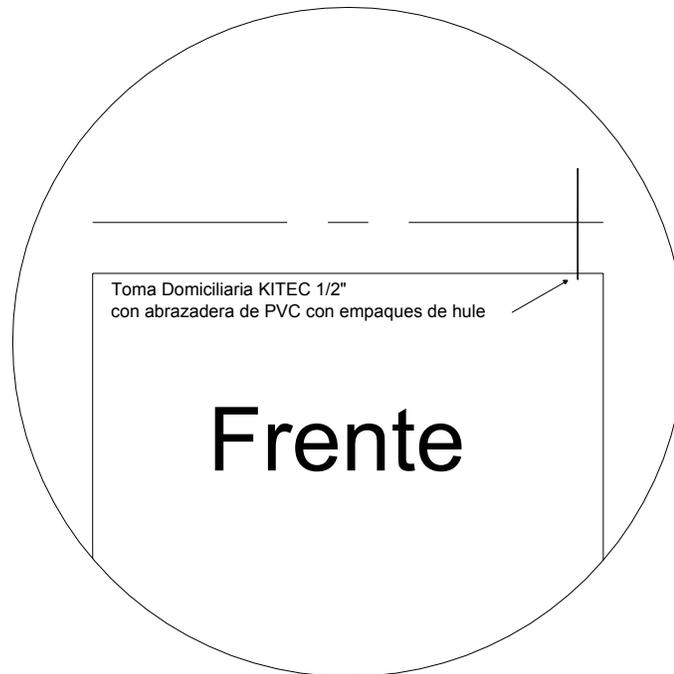
**DETALLE DE TOMA DOMICILIARIA**

TABLA No. 8

<b>1.- Abrazadera</b>
<b>2.- Silleta</b>
<b>3.- Válvula de inserción</b>
<b>4.- Conector</b>
<b>5.- Tubo flexible</b>
<b>7.- Válvula limitadora de servicio</b>
<b>10.- Codos</b>
<b>11.- Medidor</b>
<b>12.- Válvula de seccionamiento</b>
<b>13.- Válvula de nariz</b>
<b>14.- Tapón</b>



## 5.4 UBICACIÓN DE LA TUBERÍA PRINCIPAL



**FIGURA No. 9 Detalle de tubería principal**

Solo nos falta establecer las conexiones, tuberías y su forma de acomodo para la toma domiciliaría.

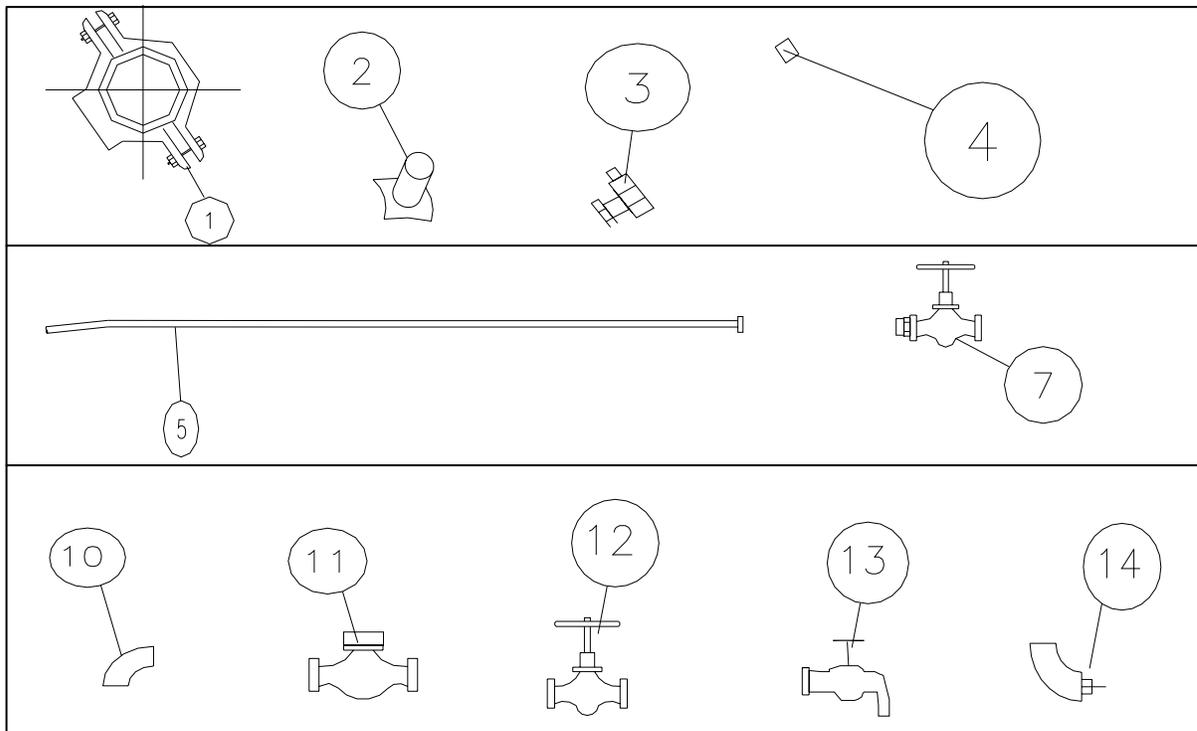
Las conexiones a la toma domiciliaría se ponen con un ángulo de entre 45 a 60 grados con respecto a la vertical, este ángulo de inclinación es debido a que al compactar la tierra no se generan fugas imprevistas que, generalmente, si estuviera completamente recta se desconectaría y produciría una fuga.

También es necesario conectar una toma en los nodos donde termina la red de agua potable, con esto se reduce la formación de bacterias en las partes finales de las tuberías.

Generalmente se deja una abrazadera con un tornillo en las puntas de los ramales de las tomas domiciliares, esto con el fin de prevenir una fuga en dado caso que el agua viniera con alta presión.

## 5.5 ACCESORIOS PARA LA TOMA DOMICILIARIA DE AGUA

- 1.- Abrazadera
- 2.- Silleta
- 3.- Valvula de insercion
- 4.- Conector
- 5.- Tubo flexible
- 7.- Valvula limitadora de servicio
- 10.- Codos
- 11.- Medidor
- 12.- Valvula de seccionamiento
- 13.- Valvula de nariz
- 14.- Tapon



**FIGURA No. 10 Detalle de accesorios de toma domiciliar**

# TABLA DE CALCULO DE RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE

NUMERO DE TRAMOS: 56

PROYECTO: RED DE AGUA POTABLE. LOC. LOS ATLIXCOS

NUMERO DE NODOS: 39

METODO: HARDY-CROSS/MANNING

DESCRIPCION	TRAMO		LONGITUD (m)	DIAMETRO INTERIOR(mm)	DIAMETRO EFECTIVO(mm)	COEF. RUGOSIDAD	GASTO INICIAL(ips)	GASTO FINAL(ips)	VELOCIDAD (m/s)	PERDIDA DE CARGA TOTAL(m)	COTA DE T.N. (m)		COTA PIEZOMETRICA (m)		CARGA DISPONIBLE (m)	
	De	a									INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
	1	14	85.671967	25.4	25.4	0.009	0.544252	0.554401	1.094123	7.064257	141.6	133	30	22.935743	30	22.935743
	1	2	68	25.4	25.4	0.009	0.588548	0.578399	1.141486	6.103026	142	140	30	24.129679	30	24.129679
	2	13	85.671967	25.4	25.4	0.009	0.08813	0.264305	0.521612	1.605567	140	141	24.129679	22.291517	24.129679	22.291517
	2	3	85.5	25.4	25.4	0.009	0.476174	0.289851	0.572029	1.927069	140	137	24.129679	22.20261	24.129679	22.20261
	3	4	45.707103	25.4	25.4	0.009	0.445692	0.259368	0.51187	0.824895	137	138	22.20261	21.377715	22.20261	21.377715
	4	11	39.964864	25.4	25.4	0.009	0.030132	0.077555	0.153056	0.064488	138	139	21.377715	21.130619	21.377715	21.130619
	4	5	80.5	25.4	25.4	0.009	0.399264	0.165518	0.326654	0.591652	138	136	21.377715	20.786063	21.377715	20.786063
	5	9	39.964864	25.4	25.4	0.009	0.055468	0.054325	0.107212	0.031642	136	136.5	20.786063	20.695802	20.786063	20.695802
	5	6	117.165773	25.4	25.4	0.009	0.315095	0.082493	0.162801	0.2139	136	133.5	20.786063	20.572163	20.786063	20.572163
	6	7	39.964864	25.4	25.4	0.009	0.273323	0.04072	0.080362	0.017778	133.5	133.3	20.572163	20.554385	20.572163	20.554385
	7	35	120.338394	25.4	25.4	0.009	0.329683	0.056165	0.110842	0.101838	133.5	134.8	20.554385	20.452547	20.554385	20.452547
	8	7	45.165773	25.4	25.4	0.009	0.070609	0.029693	0.0586	0.010683	134.5	133.5	20.565068	20.554385	20.565068	20.554385
	8	28	40	25.4	25.4	0.009	-0.051765	0.036474	0.071982	0.014276	134.5	135	20.565068	20.485792	20.565068	20.485792
	9	8	72	25.4	25.4	0.009	0.034946	0.082269	0.162361	0.130734	136.5	134.5	20.695802	20.565068	20.695802	20.565068
	9	36	40	25.4	25.4	0.009	-0.016674	0.047378	0.093502	0.024088	136.5	137.3	20.695802	20.378419	20.695802	20.378419
	10	9	40	25.4	25.4	0.009	0.923757	0.11524	0.22743	0.142511	137.8	136.5	20.838313	20.695802	20.838313	20.695802
	10	24	80	25.4	25.4	0.009	0.046121	0.03452	0.068126	0.025575	137.8	139.9	20.838313	20.455337	20.838313	20.455337
	11	10	40.5	25.4	25.4	0.009	0.063103	0.164021	0.3237	0.292305	139	137.8	21.130619	20.838313	21.130619	20.838313
	11	22	120.338394	25.4	25.4	0.009	-0.036984	0.061117	0.120615	0.120588	139	140.6	21.130619	20.640605	21.130619	20.640605
	12	11	45.5	25.4	25.4	0.009	0.024675	0.176271	0.347875	0.379274	140	139	21.509892	21.130619	21.509892	21.130619
	12	21	120.338394	25.4	25.4	0.009	0.04596	0.077392	0.152736	0.193367	140	142	21.509892	20.85	21.509892	20.85
	13	12	40	25.4	25.4	0.009	0.086857	0.269885	0.532625	0.781625	141	140	22.291517	21.509892	22.291517	21.509892
	13	16	40.5	25.4	25.4	0.009	-0.128034	0.137535	0.271429	0.205524	141	141.8	22.291517	21.613596	22.291517	21.613596
	14	13	68	25.4	25.4	0.009	-0.084503	0.187921	0.370866	0.644226	143	141	22.935743	22.291517	22.935743	22.291517
	14	15	40.5	25.4	25.4	0.009	0.523687	0.261413	0.515905	0.742487	143	143.8	22.935743	21.694686	22.935743	21.694686
	14	37	56.702469	25.4	25.4	0.009	0.050279	0.050279	0.099228	0.038456	143	144.6	22.935743	22.897287	22.935743	22.897287
	15	16	68	25.4	25.4	0.009	0.499372	0.066672	0.131578	0.081091	143.8	141.8	21.694686	21.613596	21.694686	21.613596
	15	18	39	25.4	25.4	0.009	0.052708	0.180302	0.35583	0.340131	143.8	144.3	21.694686	21.354556	21.694686	21.354556
	16	17	39	25.4	25.4	0.009	0.332655	0.165524	0.326665	0.286659	141.8	142.5	21.613596	21.326937	21.613596	21.326937
	17	20	40.838394	25.4	25.4	0.009	0.334476	0.177537	0.350373	0.345324	142.5	143.2	21.326937	20.981614	21.326937	20.981614
	18	17	68	25.4	25.4	0.009	0.015726	0.025918	0.051149	0.012254	144.3	142.5	21.354556	21.326937	21.354556	21.326937
	18	19	40.838394	25.4	25.4	0.009	-0.043998	0.116236	0.229395	0.148024	144.3	144.5	21.354556	21.206532	21.354556	21.206532
	19	20	68	25.4	25.4	0.009	-0.058558	0.101676	0.200661	0.188594	144.5	143.2	21.206532	20.981614	21.206532	20.981614
	20	21	40	25.4	25.4	0.009	0.361499	0.110747	0.218561	0.131614	143.2	142	20.981614	20.85	20.981614	20.85
	20	33	38	25.4	25.4	0.009	-0.124384	0.129663	0.255893	0.171394	133.2	132.5	20.981614	20.81022	20.981614	20.81022
	21	22	45.5	25.4	25.4	0.009	0.350295	0.130975	0.258482	0.209395	142	140.6	20.85	20.640605	20.85	20.640605
	22	32	38	25.4	25.4	0.009	-0.011224	0.033615	0.066341	0.01152	140.6	140.2	20.640605	20.629086	20.640605	20.629086
	22	23	40.5	25.4	25.4	0.009	0.265408	0.09935	0.19607	0.107244	140.6	139.4	20.640605	20.533361	20.640605	20.533361
	23	24	40.338394	25.4	25.4	0.009	0.250969	0.084911	0.167574	0.078024	139.4	139.9	20.533361	20.455337	20.533361	20.455337
	24	25	40	25.4	25.4	0.009	0.254186	0.076528	0.151029	0.062846	139.9	138.8	20.455337	20.392491	20.455337	20.392491
	25	36	40	25.4	25.4	0.009	0.202395	0.036213	0.071466	0.014072	138.8	137.3	20.392491	20.378419	20.392491	20.378419
	25	26	32	25.4	25.4	0.009	0.037531	0.026054	0.051418	0.005827	138.8	137.7	20.392491	20.493525	20.392491	20.493525
	26	30	40.338394	25.4	25.4	0.009	-0.011189	0.017199	0.033943	0.003201	137.7	138.4	20.493525	20.490324	20.493525	20.490324
	27	26	40	25.4	25.4	0.009	-0.037311	0.002554	0.00504	0	137.3	137.7	20.493525	20.493525	20.493525	20.493525
	27	28	40	25.4	25.4	0.009	0.16884	0.026845	0.052979	0.007733	137.3	135	20.493525	20.485792	20.493525	20.485792
	28	29	80.338394	25.4	25.4	0.009	0.088552	0.034797	0.068672	0.026096	135	136.2	20.485792	20.459696	20.485792	20.459696
	29	35	45.165773	25.4	25.4	0.009	0.048531	0.02429	0.047937	0.007149	136.2	134.8	20.459696	20.452547	20.459696	20.452547
	30	29	40	25.4	25.4	0.009	-0.011379	0.018136	0.035792	0.00353	138.4	136.2	20.490324	20.459696	20.490324	20.459696
	31	34	85.165773	25.4	25.4	0.009	-0.275296	0.022463	0.044332	0.011529	137.5	135	20.499244	20.487715	20.499244	20.487715
	31	30	38	25.4	25.4	0.009	0.028452	0.029579	0.058376	0.00892	137.5	138.4	20.499244	20.490324	20.499244	20.490324
	32	31	112.5	25.4	25.4	0.009	-0.233296	0.065591	0.129445	0.129842	140.2	137.5	20.629086	20.499244	20.629086	20.499244
	33	32	85.5	25.4	25.4	0.009	-0.168415	0.085632	0.168997	0.168198	132.5	140.2	20.81022	20.629086	20.81022	20.629086
	35	34	38	25.4	25.4	0.009	0.30566	0.0079	0.015592	0	134.8	135	20.452547	20.487715	20.452547	20.487715
	36	27	32	25.4	25.4	0.009	0.14579	0.04366	0.086164	0.016364	137.3	137.3	20.378419	20.493525	20.378419	20.493525
	37	38	44.488337	25.4	25.4	0.009	0.030064	0.030064	0.059331	0.010787	144.3	144.7	22.897287	22.8865	22.897287	22.8865
	38	39	39.835597	25.4	25.4	0.009	0.014202	0.014202	0.028029	0.002156	144.7	144.75	22.8865	22.884345	22.8865	22.884345

## 5.7 CALCULO HIDRAULICO DE LA RED DE DISTRIBUCION

Aun cuando hay otros métodos para el cálculo de la red de distribución, el más usual y práctico es el de HARDY CROSS. Es un método de tanteos; primero se suponen los gastos y luego se calculan ajustes consecutivos para corregir estos valores supuestos. La convergencia de los errores es muy rápida, de modo que, por lo general, después de tres pruebas se logra una precisión satisfactoria. Otra ventaja del método es que permite reducir la red de conductos a sus valores principales.

Para el ajuste de los gastos, el método se fundamenta en los siguientes aspectos:

1. En cada nudo de la red - convergencia de tres o más tuberías - la suma algebraica de los gastos es nula. Los gastos que llegan al nudo tienen signo positivo, los que salen del mismo signo negativo.

$$Q_1 + Q_4 - Q_2 - Q_3 - Q_d = 0$$

$$\Sigma Q = 0$$

2. En un circuito cerrado cualquiera de la red, la suma algebraica de las pérdidas de carga es nula. Se supone un sentido positivo para las pérdidas de carga. Las que ocurren en el sentido elegido tienen signo positivo; las que llevan sentido contrario tienen signo negativo. De este modo, para cualquier red:

$$\text{Circuito I : } h_1 + h_2 - h_3 - h_4 = 0$$

$$\text{Circuito II : } h_5 - h_2 - h_6 - h_7 = 0$$

$$\Sigma Q = 0 \text{ (en cada nudo)}$$

$$\Sigma h = 0 \text{ (en cada circuito)}$$

Las ecuaciones anteriores expresan las condiciones necesarias y suficientes para la distribución de los gastos y las pérdidas de carga que provocan; al cumplirse, las condiciones coincidirán con las que se verificarán en la red en pleno funcionamiento.

Siendo conocidos los diámetros y las longitudes, las pérdidas de carga pueden ser calculadas por las ecuaciones de Manning o Hazen – Williams.

Para la aplicación del método, se supone que ya se conocen las posiciones de los puntos de carga y sus respectivos valores. Se denominan puntos de carga aquellos en que el agua entra o sale de la red.

Si admitida una cierta carga, se satisfacen las ecuaciones, el cálculo estará listo. Generalmente la primera tentativa conduce a  $\sum h \neq 0$ , donde es necesario ajustar los gastos. Con ese objetivo, algebraicamente, se suma al gasto de cada tramo, el gasto correctivo  $\Delta Q$ . Notese que los gastos en cada tramo serán afectados por los mismos signos adoptados para las pérdidas de carga correspondientes. Los gastos en un circuito de tubería se ajustan de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\Delta Q = \frac{\sum r |Q^N|}{\sum Nr |Q^{N-1}|}$$

En donde  $r Q^N = hf$  = pérdida de carga por fricción. Por otro lado, tenemos que:

$$\sum Nr Q^{N-1} = \sum \left( \frac{Nr Q^N}{Q} \right)$$

Si se utiliza la formula de Manning,  $N = 2$  para todas las pérdidas por fricción. Si se emplea la formula de Hazen – Williams para el calculo de las pérdidas,  $N = 1.85$ . Por tanto, el valor  $N$  puede tomarse fuera del signo de suma. Así, la ecuación ajustada se convierte en:

$$\Delta Q = \frac{-\sum hf}{\sum \left( \frac{hf}{Q} \right)}$$

Posteriormente, se analizará esta expresión en forma mas detallada.

En cada circuito, el valor de  $Q$  tiende a anularse sin alterar la condición  $\sum Q = 0$  en cada nudo.

1.- Para el diseño de la red de distribución, se utilizara el plano topográfico de la localidad y el plano de predios habitados, indicando las diferentes zonas por abastecer, como son las residenciales, comerciales e industriales; así como las tuberías existentes y la zona o zonas de futura ampliación, según los planes de desarrollo.

2.- Se trazan los ejes de todas las calles que se tengan obteniendo su longitud con escalímetro en caso de no indicarse. Si las calles son muy anchas, se sitúan líneas en ambos lados, próximas a las guarniciones de las banquetas.

3.- En base al plano de predios habitados, se localizan las tuberías principales de la red, analizando la situación topográfica de las zonas por abastecer y las separaciones más convenientes entre ellas.

4.- Se obtiene el coeficiente de gasto (gasto específico) al efectuar la división del gasto máximo horario entre el área total a servir.

5.- A partir del tanque regulador se numeran los cruceros de la línea de alimentación y de las tuberías principales de los circuitos. Así mismo, se numeran los circuitos que se tengan.

6.- Se supusieron los escurrimientos más probables tomando en cuenta la topografía del terreno.

7.- Punto de equilibrio. Al llegar el agua para su distribución a un circuito principal, escurrirá por dos caminos diferentes, uno tomara el sentido de las manecillas del reloj y el otro sentido contrario. Teóricamente, después de escurrir los consumos de los tramos del circuito principal y fluyendo el agua de estos a los ramales habrá un punto donde el gasto, siguiente los dos sentidos de escurrimiento, será nulo.

Estos puntos se deben localizar en las partes mas bajas de los circuitos y preferentemente en puntos diametralmente opuestos a los de alimentación. Puede fijarse teniendo en cuenta las longitudes de tubería, asimismo, que los gastos en los dos sentidos sean mas o menos iguales, o que la combinación de ambos de la igualdad deseada.

8.- Se acumulan los gastos, partiendo de los que llegan al punto de equilibrio y sumándolos en sentido inverso del escurrimiento que seguirá el agua. Se van obteniendo gastos crecientes cuya suma total debe ser el gasto máximo horario.

9.- Se tabulan los gastos que ya se tiene a partir del tanque regulador, como son el tramo de alimentación, los tramos de las ramas de los circuitos, sus longitudes y gastos acumulados.

10.- Se realiza la estimación de diámetros de cada tramo de las tuberías principales de los circuitos, de acuerdo con la práctica del ingeniero calculista y según los gastos que conduce. Una formula que orienta al respecto es:

$$d = 1.5 \sqrt{Q}$$

d = Diámetro de la tubería en metros. Se utilizará el comercial próximo.

Q = Gasto acumulado del tramo en m<sup>3</sup>/seg.

11.- Una vez fijados los diámetros, la longitud y el gasto acumulado en cada tramo, se calcula la pérdida de carga por fricción en cada uno de los tramos, se calcula la pérdida de carga por fricción en cada uno de los tramos que forman el circuito hasta llegar a los puntos de equilibrio, siguiendo el sentido del escurrimiento y afectando los gastos y las pérdidas de carga con sus signos de manera convencional.

La convención de signos para los tres circuitos, fue hacer positivo (+) es escurrimiento en el sentido de las manecillas del reloj y negativo (-) el que sigue el sentido contrario.

Si la carga en el punto de equilibrio es la misma para ambos sentidos, los diámetros supuestos son correctos. Sin embargo, cuando la red por calcular consta de varios circuitos en donde cualquier variación en un circuito influye considerablemente en los demás, se efectúan correcciones sucesivas al gasto.

12.- Para esto, se aplica la fórmula que da las correcciones, las cuales se suman algebraicamente a los gastos acumulados en cada tramo de tubería principal.

$$\Delta Q = \frac{-\sum hf}{N \sum \left( \frac{hf}{Q} \right)}$$

Donde:

$\Delta Q$  = Corrección.

$N = 2$  (cuando se emplea la formula de Manning)

$\sum hf$  = Suma algebraica de pérdidas de carga en el circuito.

$\sum hf/Q$  = Suma de cocientes de la pérdida de carga entre el gasto del tramo en el circuito, en cada tramo.

Pueden presentarse el caso- que en nuestro caso no se presenta- que haya dos o mas circuitos que compartan el mismo tramo de tubería, esto es, que tengan tramos comunes. En estas situaciones, la corrección es de la siguiente manera:

$$C_{I-II} = \Delta Q_I - \Delta Q_{II}$$

$$C_{II-I} = \Delta Q_{II} - \Delta Q_I$$

$C_{I-II}$  = Corrección para el tramo común del circuito I.

$C_{II-I}$  = Corrección para el tramo común del circuito II.

$\Delta Q_I$  = Corrección del circuito I.

$\Delta Q_{II}$  = Corrección del circuito II.

Es decir, cuando existen tramos comunes, la corrección para el primer circuito será igual a su corrección para tramos no comunes menos la del segundo circuito. Para el segundo circuito será igual a la corrección del segundo menos la del primero. En comprobación, las correcciones calculadas y los gastos en los tramos comunes deben ser iguales en valor absoluto.

Ya que sean obtenidos las pérdidas de carga, se calculan las cotas piezométricas de los cruceros que constituyen el circuito. Se parte de altura del tanque regulador, a esa altura se le resta la pérdida de carga de la tubería que va del tanque al primer crucero y así obtenemos la cota piezométrica inicial del circuito. Para calcular las siguientes, basta restar a esta la pérdida de carga del siguiente tramo.

Para obtener la carga disponible en cada crucero, restamos la cota del terreno de la cota piezométrica.

## 5.8 DETALLE DE COLOCACION DE TUBERIA DE AGUA POTABLE

Toda instalación deberá ser absolutamente impermeable y no podrá ponerse en servicio mientras no sea sometida a una prueba de presión hidráulica. Con una presión mínima de 10 kg/cm<sup>2</sup>, en el punto de mayor cota del tramo probado debiendo cumplirla exitosamente.

Las pruebas podrán efectuarse por tramos separados de longitud no inferior a 20 m según las características de la instalación, debiendo instalarse la bomba de prueba y el manómetro en el extremo inferior del tramo.

La duración de la prueba será de 10 minutos y durante ese tiempo no debe producirse variación en el manómetro. Las pruebas correspondientes a equipos elevadores, estanques y accesorios consistirán en la verificación de su correcto funcionamiento por un período no inferior a dos horas.

El total de la cañería a probar comprenderá la instalación interior desde la llave de paso después del medidor hasta el extremo de las cañerías, antes de las piezas de unión de los artefactos.

En caso de estanques superiores de acumulación las cañerías serán sometidas a prueba desde la salida del estanque hasta el punto de unión con los artefactos.

El sistema de cañerías de las instalaciones domiciliarias de alcantarillado incluyendo las de los pisos superiores, deberá ser sometido a un conjunto de pruebas y verificaciones, que se indican a continuación, tales que aseguren su total impermeabilidad, buena ejecución y funcionamiento satisfactorio.

Antes de ser cubiertas las tuberías, se efectuará una prueba de presión hidráulica de 1,60 m. de presión sobre la boca de admisión más alta.

Las descargas con alturas superiores a dos pisos, se fraccionarán por medio de piezas de registro, con el fin de ejecutar las pruebas con una presión no superior a la altura de estos dos pisos.

La pérdida por filtración para las tuberías de concreto simple no podrá ser superior a la indicada en el Anexo N° 9. En el caso de las tuberías de fundición de hierro, asbesto, cemento y plástico tal como P.V.C. u otros aceptados por SENDOS, no existirá tolerancia de filtración.

Durante esta prueba de presión, deberá efectuarse una revisión de las juntas mediante inspección visual para verificar que no filtre.

Realizada la prueba anterior, las cañerías horizontales se someterán a una prueba de bola, cuyo objeto es verificar la existencia de costras en las juntas u otro impedimento interior.

Deberá hacerse en la unión domiciliaria, conjuntamente con la prueba del ramal de la primera cámara.

La bola con que deben efectuarse las pruebas tendrá una tolerancia máxima de 3 mm respecto al diámetro de la cañería verificada.

Para la unión domiciliaria, la prueba de bola se hace desde la cámara de inspección domiciliaria interior, la cual deberá estar totalmente terminada, hasta el colector público.

Para tuberías de diámetro superiores a 150 mm., ésta prueba se sustituirá por la prueba de luz.

Esta última prueba se efectúa instalando una fuente de iluminación adecuada tal como una linterna, en una de las cámaras que delimitan el tramo de tuberías a probar. En la otra cámara, se instala un espejo que deberá recibir el haz de luz proveniente de la primera.

Se realiza la prueba moviendo circularmente la fuente de iluminación en la sección inicial de la tubería debiendo verificarse que la recepción de la imagen en el espejo no presente interrupciones durante el transcurso de la prueba.

Después de practicar la prueba de presión hidráulica, se rellenarán los huecos de las excavaciones debajo de las juntas de los tubos de hormigón simple, con hormigón pobre, que cubra hasta la mitad del tubo.

Una vez cubierta las tuberías, deberán someterse nuevamente a una prueba hidráulica y de bola de la misma manera como se indicó anteriormente, a fin de garantizar el estado del sistema después del relleno de la excavación.

En estas pruebas, se incluirán los ramales auxiliares que se consulten en el plano.

Efectuada la prueba anterior, todas las cañerías de descarga, incluso los ramales que recibe, se someterán a una prueba de presión de humo, que se introducirá por la parte más alta de la canalización, como ser por la cañería de ventilación, cuando la haya, debiendo colocarse previamente un tapón en la cámara de inspección correspondiente al canal de esa descarga.

Si el ramal no tiene ventilación, el humo se introducirá por la boca de comunicación de la cámara.

Esta prueba, que es la última de las pruebas a que se debe someter la instalación domiciliaria de alcantarillado, tiene por objeto garantizar la estanqueidad de las juntas y el funcionamiento satisfactorio de los cierres hidráulicos y ventilaciones; por consiguiente, debe ejecutarse cuando estén colocados los artefactos en los ramales respectivos.

Podrá admitirse la falta de uno o más artefactos que figuren como futuros en el plano, sin embargo, una vez que sean instalados deberán ser sometidos a la prueba respectiva.

La prueba de humo será satisfactoria si durante cinco minutos no se observa desprendimiento de humo por las juntas, manteniendo una presión suficiente para hacer subir el agua de los sifones en 3 cm. Las cámaras de inspección se someterán a una cuidadosa revisión de sus detalles, y en especial, a las sopladuras u otros defectos, a sus estucos y enlucidos interiores.

Se someterán además, a una prueba de presión hidráulica con una presión igual a la profundidad de la misma cámara, debiendo permanecer el nivel de agua constante por un tiempo mínimo de 5 minutos.

En toda instalación domiciliaria existente en que se introduzcan modificaciones, deberán repetirse las pruebas reglamentarias en las tuberías y cámaras de inspección que reciban los nuevos servicios o que hayan sufrido modificaciones.

En estos casos, se podrán efectuar las pruebas sin remover los artefactos instalados.

Para la prueba de presión hidráulica, en vez de utilizar una presión de 1.60 m. sobre las bocas de admisión, se empleará una presión equivalente a la altura del piso. Además en esta prueba, se aceptará una tolerancia de filtración hasta en tres veces superior a lo admitido en instalaciones nuevas. Si la filtración fuese mayor, se descubrirán las tuberías afectadas a fin de proceder a su reparación.

En este último caso, al repetir la prueba de presión hidráulica, se retirarán los artefactos instalados a fin de efectuar la prueba de bola.

Efectuadas satisfactoriamente las pruebas anteriores, podrán reinstalarse los artefactos, después de lo cual se procederá a realizar la prueba de humo en la forma y condiciones indicadas precedentemente.

## **CAPITULO VI CAPTACION**

### **6.1 ANTECEDENTES**

Para obtener la localización de una toma de agua potable que cumpla con el gasto necesario para dotar de agua a la población, es necesario hacer un estudio del terreno y del suelo para obtener la mejor ubicación de un pozo profundo que cumpla con los requerimientos de servicio que se necesitan cubrir en el proyecto.

Los resultados obtenidos fueron favorables ya que se encontró con un nivel de aguas subterráneas a 25m de profundidad. El estudio geológico reveló que es un manto acuífero de grandes dimensiones formado por el agua de lluvias y su mejor explotación será extrayendo el agua con una bomba para elevar el agua hasta un tanque de almacenamiento y posteriormente a un tanque elevado para después sea distribuida dentro de la localidad.

### **6.2 CAPTACION**

La captación se tomará con la unión de la toma de agua, la cual será conectada a la bomba principal que proporciona el servicio a las demás comunidades. Esta unión se llevará a cabo por medio de la conexión de la tubería a la bomba de 45hp que se seleccionó para el mejor funcionamiento (ver figura n.º.11); la bomba cuenta con un transformador de 75kva para abastecer de energía.

El agua extraída del manantial se almacenará en un depósito con el que la bomba cuenta para que el técnico asignado por el pueblo pueda bombear y operar el sistema adecuadamente.



**FIGURA No. 11 Tanque de almacenamiento, bomba de 45hp,  
Cuarto de control del sistema**

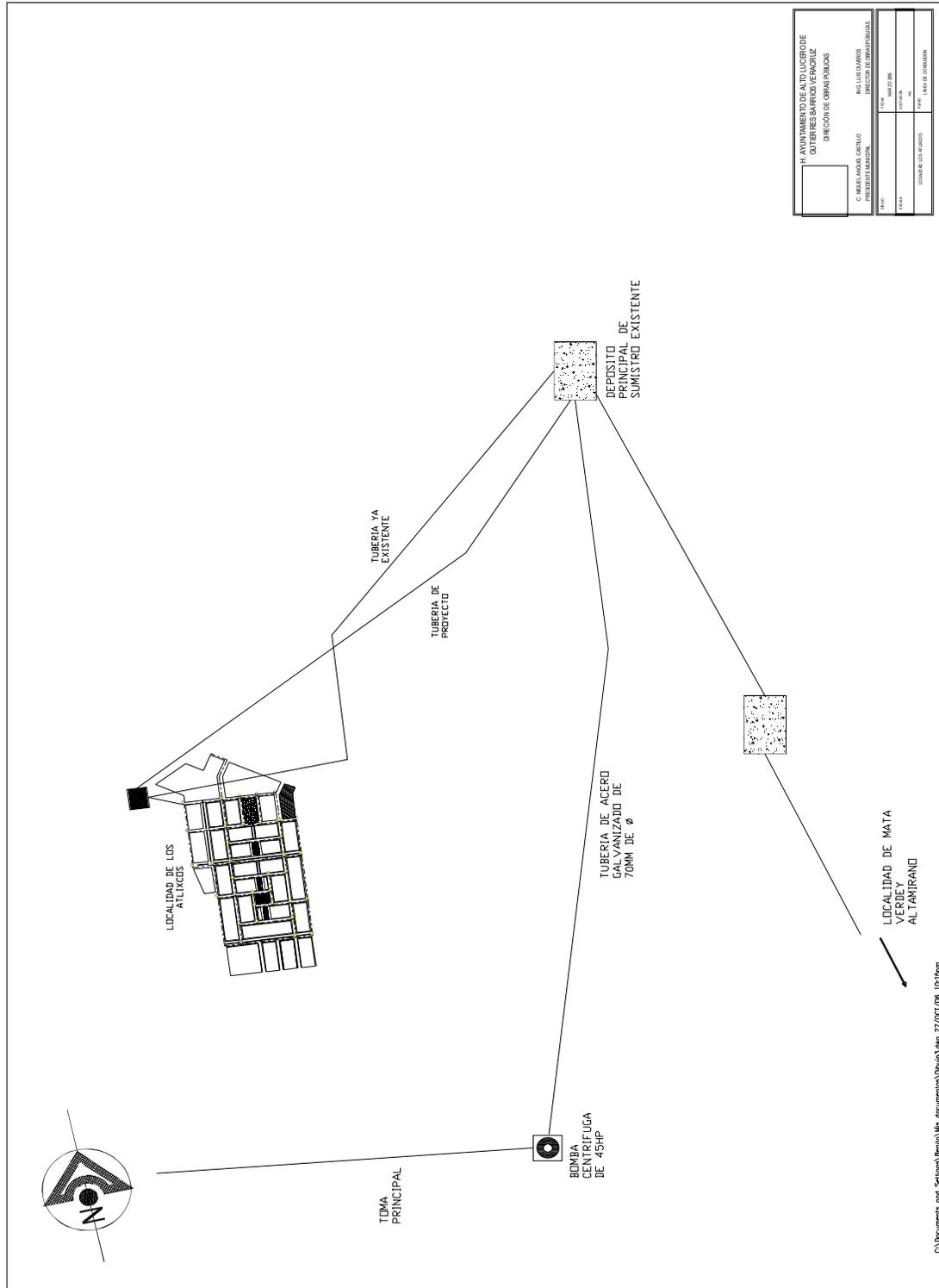
### **6.3 CONDUCCION**

Se denomina “Línea de conducción” a la parte del sistema constituida por el conjunto de conductos, obras de arte y accesorios destinados a transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento, desde el lugar de la captación hasta un punto que puede ser un tanque de regularización, una planta potabilizadora, o la red de distribución. Su capacidad se calculará con el gasto máximo diario, o con el que se considere más conveniente tomar de la fuente de abastecimiento.

Por medio de los estudios geotécnicos se determino que la conducción del agua se realizara a través de la extracción del manantial que ha proporcionado de agua a las comunidades desde hace 56 años sin escasez en temporada de sequía.

El agua se almacenara en un depósito, el cual será reconstruido debido al deterioro por desuso y estará ubicado dentro de la localidad como lo marcan las especificaciones en los planos.

## 6.4 UBICACIÓN DEL SISTEMA DE CONDUCCION



M. AYUNTAMIENTO DE ANDALUCIA DIRECCION DE OBRAS PUBLICAS	
C. LOCALIDAD DE MATA VERDE Y ALTAMIRANO	
PRESIDENTE MUNICIPAL: N. L. L. L. L.	
DIRECCION DE OBRAS PUBLICAS: N. L. L. L. L.	
FECHA: 27/07/06	FECHA DE APROBACION: 27/07/06
ELABORADO POR: N. L. L. L. L.	REVISADO POR: N. L. L. L. L.
LUGAR DE OBRAS: MATA VERDE Y ALTAMIRANO	

## 6.5 ALMACENAMIENTO

Este valor es calculado por métodos analíticos o gráficos utilizando como datos el gasto máximo diario de la población y su ley de demandas.

Esta ley de demandas se obtiene de un estudio estadístico de los consumos que realiza la población. En caso de que esta ley de demandas no pueda obtenerse, se utilizarán los siguientes factores, obtenidos de los coeficientes de demandas horarias calculados por el Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, S.A.

Suministro al Tanque	horario de bombeo	capacidad del tanque(m3)
24 horas	de 0 a 24 horas	14.58xQMD-en L.P.S
20 horas	de 4 a 24 horas	7.20x QMD- en L.P.S
16 horas	de 6 a 22 horas	15.30x QMD-en L.P.S

A continuación se muestra la tabla de consumos o demandas horarias, vigentes en la Republica Mexicana, en la cual se obtiene el coeficiente para suministro al tanque de 24 hrs. (ver tabla no. 9)

**TABLA No. 9**

HORAS	APORTACION	CONSUMO	DIFERENCIA	DIFERENCIA ACUMULADA	DIFERENCIAS MAXIMAS
DE 0 A 1	100	45	55	55	
DE 1 A 2	100	45	55	110	
DE 2 A 3	100	45	55	165	
DE 3 A 4	100	45	55	220	
DE 4 A 5	100	45	55	275	
DE 5 A 6	100	60	40	315	
DE 6 A 7	100	90	10	325	325
DE 7 A 8	100	135	-35	290	
DE 8 A 9	100	150	-50	240	
DE 9 A 10	100	150	-50	190	
DE 10 A 11	100	150	-50	140	
DE 11 A 12	100	140	-40	100	
DE 12 A 13	100	120	-20	80	
DE 13 A 14	100	140	-40	40	
DE 14 A 15	100	140	-40	0	
DE 15 A 16	100	130	-30	-30	
DE 16 A 17	100	130	-30	-60	
DE 17 A 18	100	120	-20	-80	
DE 18 A 19	100	100	0	-80	-80
DE 19 A 20	100	100	0	-80	
DE 20 A 21	100	90	10	-70	
DE 21 A 22	100	90	10	-60	
DE 22 A 23	100	80	20	-40	
DE 23 A 24	100	60	40	0	

EL coeficiente de almacenamiento se obtiene al sumar los valores absolutos de las diferencias acumuladas de mayor valor tanto positivas como negativas, convirtiendo las de porcentaje horario a metro cúbico por litro por segundo de gasto.

$$\text{Coeficiente de regularización} = \frac{\text{diferencia acumulada} \times 3600}{100 \times 1000}$$

Donde;

la diferencia acumulada = suma de valores absolutos de las máximas diferencias.

$$\text{C.R.} = \frac{325 + |-80|}{100} \times \frac{3600}{1000}$$

$$\text{C.R.} = 14.58$$

La capacidad necesaria se obtiene al multiplicar este coeficiente por el gasto máximo diario de la siguiente manera:

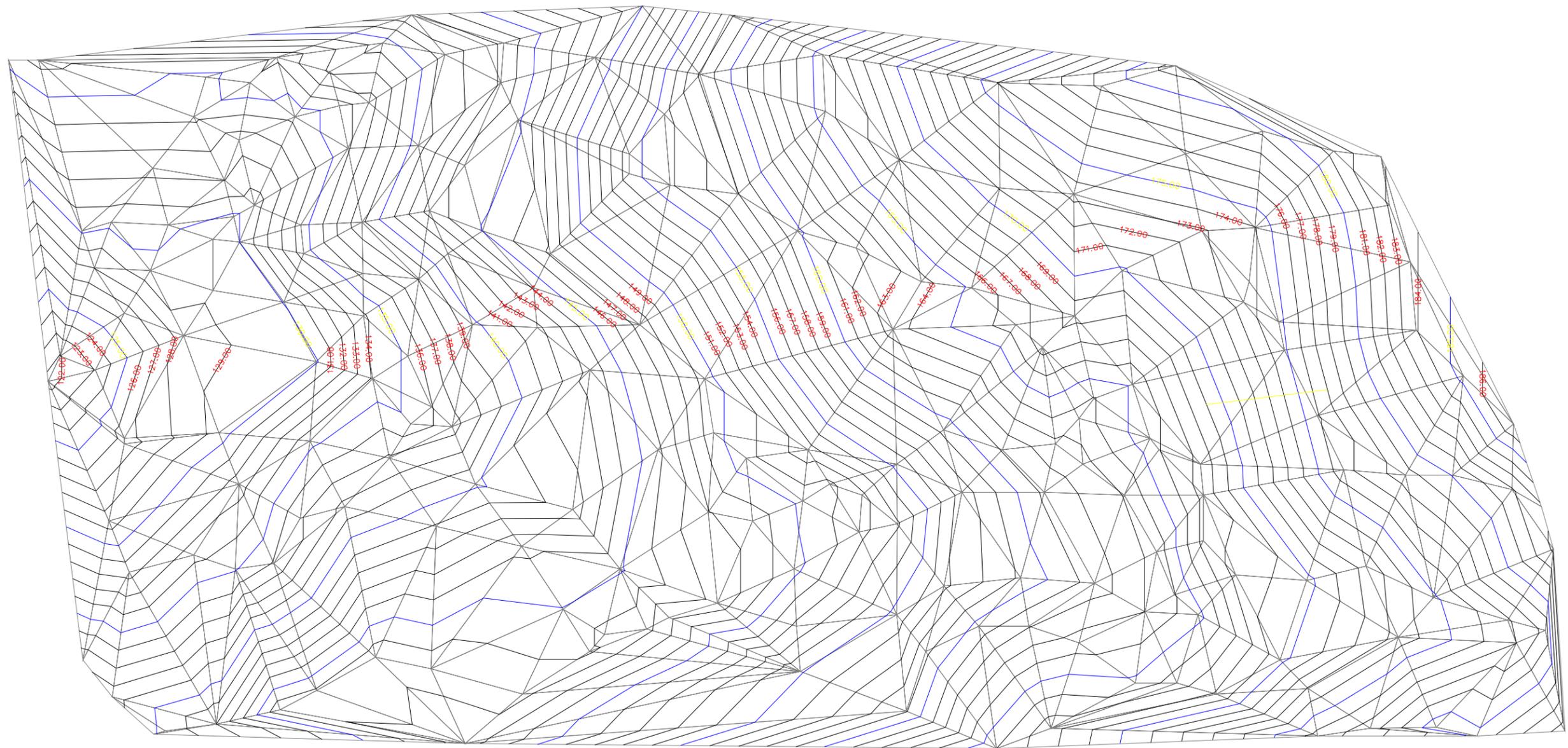
$$\text{Capacidad necesaria en m}^3 = \text{C.R.} \times \text{Qmax. Diario en L.P.S.}$$

$$\text{Cap.tanque} = 14.58 \times 2.6 = 37.908 \text{m}^3$$

**Capacidad final del tanque = 40m<sup>3</sup>**

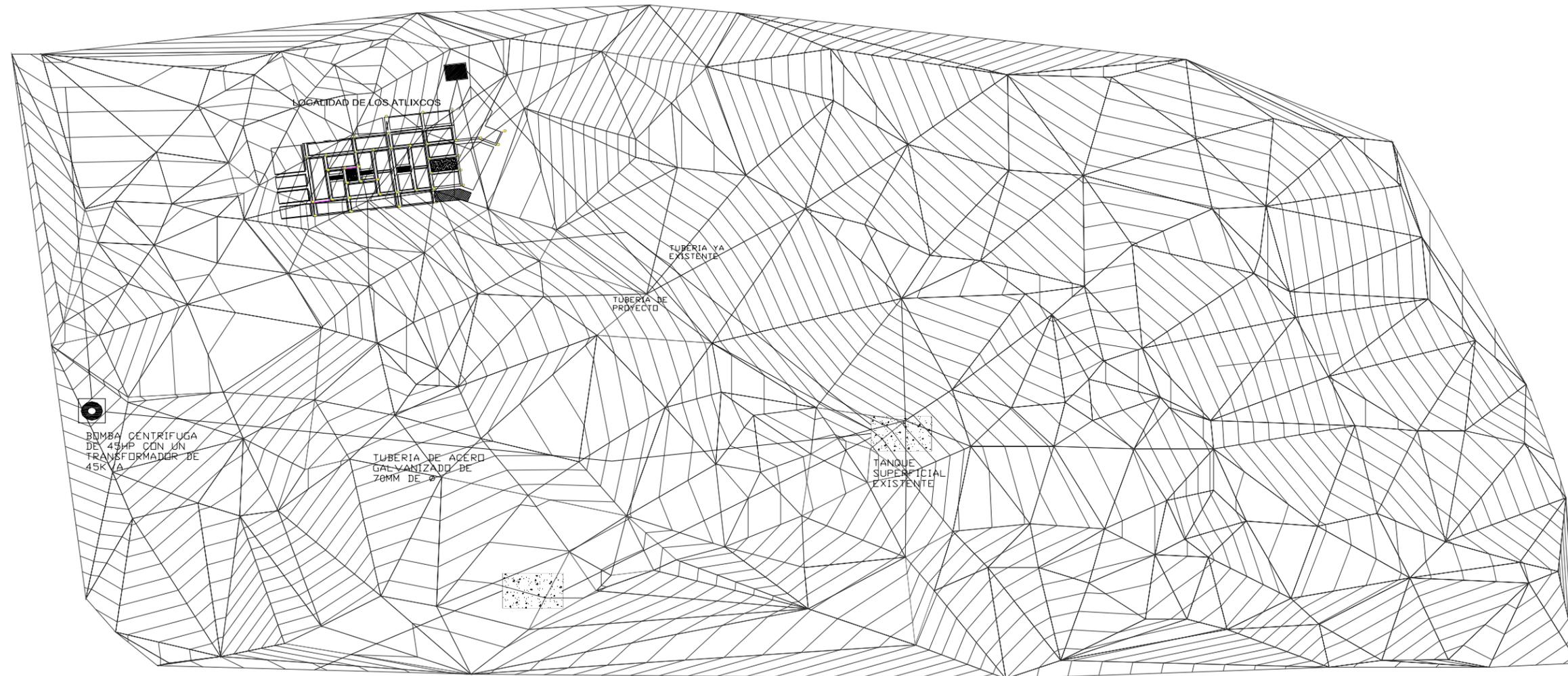
**Por especificación, no se puede construir un tanque de 40m<sup>3</sup>, ya que se tiene que dar de alta en la CNA, por esta razón se construirá un tanque de 50m<sup>3</sup>.**

## **PLANOS**



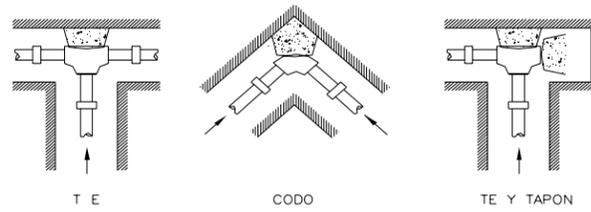
	NOMENCLATURA DE CURVAS DE NIVEL
	NOMENCLATURA DE CURVAS DE NIVEL
	GRAFICO TRIDEMENCIONAL DEL TERRENO NATURAL
	CURVAS DE NIVEL

<b>H. AYUNTAMIENTO DE ALTO LUCERO DE GUTIERRES BARRIOS VERACRUZ</b> DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS	
C. MIGUEL ANGUEL CASTILLO PRESIDENTE MUNICIPAL	ING. LUIS OLIVEROS DIRECTOR DE OBRAS PÚBLICAS
DIBUJO PLANO PORPORCIONADO POR CFE	FECHA: MARZO 2007
ESCALA:	ACOTACIÓN: ms
LOCALIDAD: LOS ATLIXCOS	PLANO No 1 ALTIMETRIA

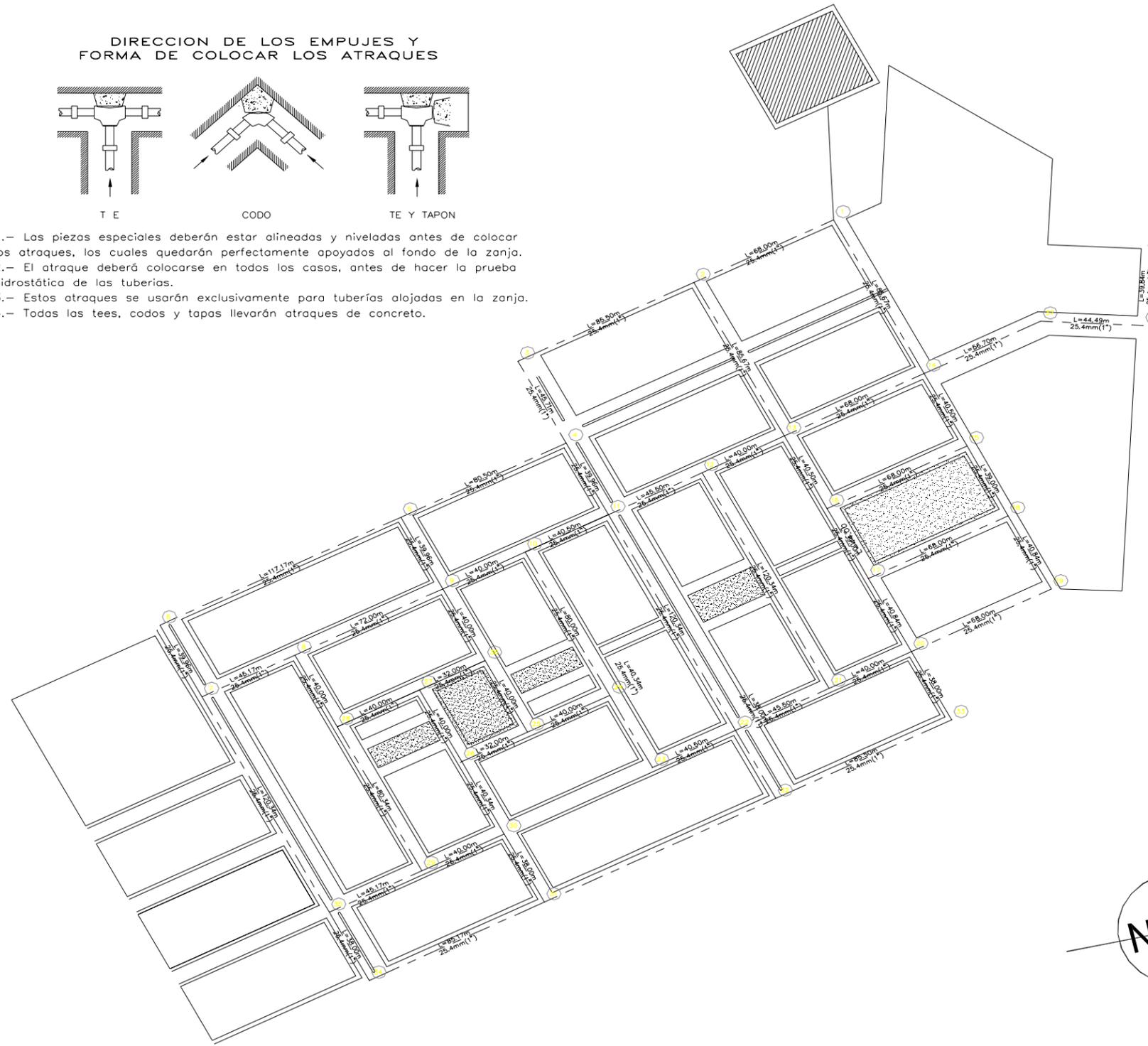


<b>H. AYUNTAMIENTO DE ALTO LUCERO DE GUTIERRES BARRIOS VERACRUZ</b> DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS	
C. MIGUEL ANGUEL CASTILLO PRESIDENTE MUNICIPAL	ING. LUIS OLIVEROS DIRECTOR DE OBRAS PÚBLICAS
DIBUJO	FECHA: MARZO 2007
ESCALA:	ACOTACION: mts
LOCALIDAD: LOS ATLIXCOS	PLANO No 2 SISTEMA DE OCNDUCCION

**DIRECCION DE LOS EMPUJES Y FORMA DE COLOCAR LOS ATRAQUES**



- 1.- Las piezas especiales deberán estar alineadas y niveladas antes de colocar los atraques, los cuales quedarán perfectamente apoyados al fondo de la zanja.
- 2.- El atraque deberá colocarse en todos los casos, antes de hacer la prueba hidrostática de las tuberías.
- 3.- Estos atraques se usarán exclusivamente para tuberías alojadas en la zanja.
- 4.- Todas las tees, codos y tapas llevarán atraques de concreto.



LISTA DE PIEZAS ESPECIALES	
DESCRIPCION	CANT.
CODO DE 90° DE P.V.C DIAMETRO 25 MM. (1")	8.00
TEE DE P.V.C DIAMETRO 25 X 25 MM. (1" X 1")	23.00
CRUZ DE P.V.C DIAMETRO 25 X 25 MM. (1" X 1")	6.00
CODO DE 22°30' DE P.V.C DIAMETRO 25 MM. (1")	1.00
TAPON CAMPANA DE P.V.C DIAMETRO 25 MM. (1")	1.00
EXTREMIDAD ESPIGA DE P.V.C DIAMETRO 25 MM. (1")	1.00
VALVULA DE SECCIONAMIENTO DE FO.FO. DIAM. 25 MM. (1")	1.00
EXTREMIDAD CAMPANA DE P.V.C DIAMETRO 25 MM. (1")	1.00

1, 5, 6, 10, 23, 25	7, 4, 5, 8, 10, 12, 13, 21, 22, 23, 27, 28
25 25-3-90°	25 25-3-25
7, 16, 17, 26, 28, 25	9, 11, 13, 14, 20, 25
25 25-3-25	25 25-3-25
37	39
25 25-3-25	25-3-

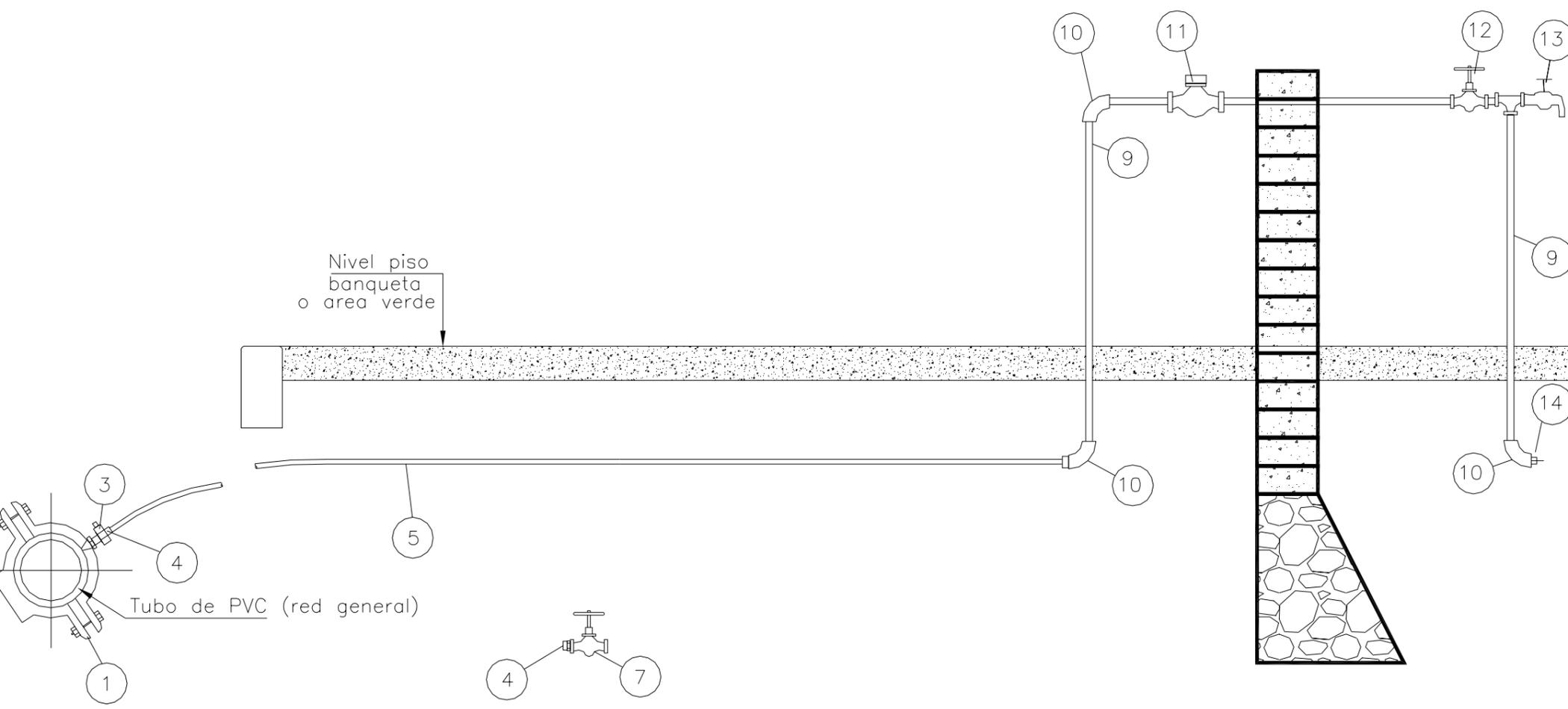
**DATOS DE PROYECTO**

Población Censo (2004) \_\_ 1248 Habitantes  
 Población Actual \_\_ 486 Habitantes  
 Población de Proyecto \_\_ 1248 Habitantes  
 Dotación \_\_ 150.00 Lts/Hab/Día  
 Coeficiente de Variación:  
 Diario \_\_ 1.20  
 Horario \_\_ 1.50  
 Gastos:  
 Medio \_\_ 2.166 L.P.S.  
 Máximo Diario \_\_ 2.6 L.P.S.  
 Máximo Horario \_\_ 3.9 L.P.S.  
 Fuente de Abastecimiento \_\_ Aguas superficiales  
 Tipo de Captación \_\_ Manantial  
 Conducción \_\_ Gravedad  
 Regularización \_\_ Tanque superficial 40m³  
 Sistema \_\_ Tanque y gravedad a la red

**H. AYUNTAMIENTO DE ALTO LUCERO DE GUTIERRES BARRIOS VERACRUZ**  
 DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

C. MIGUEL ANGUEL CASTILLO PRESIDENTE MUNICIPAL  
 ING. LUIS OLIVEROS DIRECTOR DE OBRAS PÚBLICAS

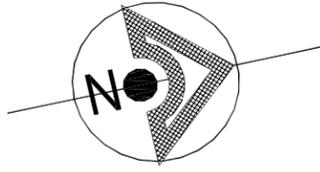
DIBUJO: BENITO DOMINGUEZ VALENCIA	FECHA: MARZO 2007
ESCALA:	ACOTACION: ms
LOCALIDAD: LOS ATLIXCOS	PLANO No 3 "RED DE AGUA POTABLE"



H. AYUNTAMIENTO  
GUTIERRES BA  
DIRECIÓN DE

C. MIGUEL ANGUEL CASTILLO  
PRESIDENTE MUNICIPAL

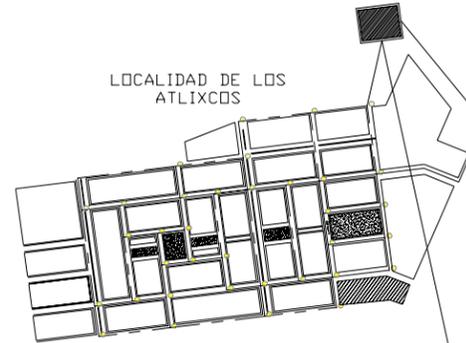
DIBUJO	FE
ESCALA:	AC
LOCALIDAD: LOS ATLIXCOS	PL



TOMA PRINCIPAL



BOMBA CENTRIFUGA DE 45HP

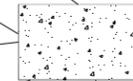


LOCALIDAD DE LOS ATLIXCOS

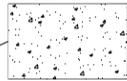
TUBERIA DE PROYECTO 75MMØ

TUBERIA YA EXISTENTE

TUBERIA DE ACERO GALVANIZADO DE 100MM DE Ø



DEPOSITO PRINCIPAL DE SUMISTRO EXISTENTE



LOCALIDAD DE MATA VERDE Y ALTAMIRANO

H. AYUNTAMIENTO DE ALTO LUCERO DE GUTIERRES BARRIOS VERACRUZ	
DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS	
C. MIGUEL ANGUEL CASTILLO PRESIDENTE MUNICIPAL	ING. LUIS OLIVEROS DIRECTOR DE OBRAS PÚBLICAS

DIBUJO	FECHA: MARZO 2007
ESCALA:	ACOTACION: ms
LOCALIDAD: LOS ATLIXCOS	PLANO CONDUCCION



## **ANEXOS**

## APENDICES

### APENDICE I COEFICIENTES DE RUGOSIDAD:

Plástico PVC	0.009
Asbesto cemento	0.010
Acero soldado	0.011
Concreto liso	0.012
Fierro fundido	0.013
Acero soldado	0.014
Concreto regular	0.015
Concreto áspero	0.016

Esto valores se dan con valor enunciativo. En todo caso el criterio del proyectista es la mejor guía.

L = longitud de la línea de conducción, en m.

Q = gasto por conducir, en m<sup>3</sup>/seg.

D = diámetro de la tubería, en m.

### APENDICE II MODULO DE ELASTICIDAD.

Material o liquido	E, en kg / cm <sup>2</sup> .
Acero	210000
Agua potable	20 670
Agua de mar	23 800
Aluminio	720 000
Asbesto cemento	328 000
Cobre	1 050 000
Concreto simple	1 300 000
Fierro fundido	125 000
Poli cloruro de vinilo	930 000
Petróleo	28 124
Gasolina	14 200
Poli etileno de alta densidad	5 200

### APENDICE III DISEÑO DE CRUCEROS.

CRUCEROS: los cruceros son piezas o conjuntos de piezas especiales con las que, conectadas a la tubería, se forman deflexiones pronunciadas, cambios de diámetro, derivaciones e intersecciones pronunciadas, ya sea separadamente o en combinación.

Las piezas especiales que se utilizan en el diseño de cruceros pueden ser de hierro fundido, acero, PVC, AC (asbesto – cemento). El tipo de pieza a utilizar dependerá del material de las tuberías que se unen.

-Piezas de hierro fundido con campana y espiga para tubos de PVC.

Cruces, te, reducción espiga - campana y campana - espiga, codos (22.50, 45 y 90 grados), adaptador campana, extremidad campana, extremidad espiga, cople de reparación, tapón campana, tapón espiga y anillos de hule.

Se fabrican para diámetros de 50, 63, 75, 100 y 150 mm, y combinaciones de ellos en te, cruces y reducciones.

Su presión de trabajo es de  $10.5 \text{ kg/cm}^2$ .

-Piezas especiales de AC (Asbesto-cemento).

-Adaptador, para unir una tubería de asbesto-cemento con tubería de otra clase de material.

-Codos ( 22.50, 45 y 90 grados).

-Cruces, con bocas iguales y de reducción.

-Reducciones, de un diámetro al inmediato menor.

-Tapas ciegas o tapones.

Estas piezas especiales se unen entre si o con los tubos mediante empaques, coples y lubricantes de las tuberías de asbesto-cemento, ya que su sistema junta es exactamente el mismo o requiere de los mismos cuidados.

-Pieza de PVC.

Te, cruces y codos (90, 45 y 22.5 grados), reducciones (campana y espiga), coples de reparación , tapones (campana y espiga), extremidades (campana y espiga), adaptador PVC ingles a PVC métrico, extensiones, adaptador para asbesto-cemento, extensiones.

Las conexiones de PVC se fabrican en un solo tipo de unión ( espiga-campana) y para dos clases de presión máxima de trabajo: 10 y 20  $\text{km/cm}^2$ .

-Juntas la mayor aplicación de las juntas Gilbault en redes de distribución han sido para unir las tuberías de asbesto-cemento con piezas especiales con bridas.

Para lograr la unión en este caso se instala una extremidad entre la pieza especial y la junta.

-Empaques

-De plomo. Son los que mas se han utilizado en obras de agua potable. Se fabrican normalmente en diámetros de 50 a 915 mm.

-De hule.-No se tienen normas para su fabricación; se han utilizado para la unión de bridas de PVC, en diámetros de 50 a 250mm.

-Tornillos de acero con cabeza y tuerca hexagonal estándar.

Los tornillos para piezas especiales y válvulas son de acero, cabeza hexagonal estándar sin acabado, y tuercas también de acero con dimensiones hexagonal estándar, sin acabado.

A continuación se analizan algunas formas para la unión de tuberías que se utilizan principalmente en la red secundaria , en la prolongación de tuberías existentes y en la sustitución de tramos en mal estado por tuberías nuevas, del mismo material o distinto.

Los planos de los cruceros de la red.

Deberá contener todos los cruceros de la red de construcción por etapas, la lista de piezas especiales, válvulas de seccionamiento, empaques tornillos, etc.

Los detalles que debe contener :

- a) Detalle de hidrante.
- b) Detalle de caja para válvula.
- c) Esquema de toma domiciliaria.
- d) Detalle de atraques para las tuberías.

Cuando se requiere conectar tuberías de diferentes diámetros se utilizan reducciones.

En caso que se tengan también cambios de dirección o ramificaciones, se recomienda, por economía, colocar la reducción antes de las piezas formadoras de los cruceros anteriores.

Generalmente se utilizan en los siguientes casos:

- para unir tubería del mismo o diferente material.
- Para unir tubería con piezas especiales y válvulas.
- Para absorber movimientos diferenciales de la tubería.

## **UNIÓN DE TUBERÍAS DE DIÁMETROS IGUALES.**

1.- de asbesto- cemento con asbesto-cemento (AC).

Si son de la misma clase se unen con un cople de AC; y con juntas Gibault.

2.- De PVC con PVC.

Tubos del Sistema Ingles con tubos del mismo sistema, se unen con su propio sistema espiga-campana o con cople de reparación de PVC.

Tubos del sistema métrico con tubos del mismo sistema, se unen con su propio sistema espiga-campana o con cople de reparación de PVC.

Tubos del sistema ingles con tubos del sistema métrico, su unión se logra por medio de un adaptador de PVC.

3.- de AC con PVC.

Unión bridada. Se utiliza junta universal en la tubería de AC y extremidad campana o espiga de PVC, incluyendo empaque de plomo o de hule.

4.- acero con AC.

Unión con cople de acero tipo Dresser o similar.

Unión bridada. Brida soldada al tubo de acero y junta universal.

## **CONCLUSION**

El proyecto se deberá ajustar a los aspectos de carácter social, cultural y económico de la localidad y los estudios que se hagan al respecto deberán ser claros, es decir, que el levantamiento topográfico, los censos de población, etc. no tendrán errores que pudieran afectar los resultados del proyecto definitivo.

La calidad del agua es muy importante en el abastecimiento de agua potable por lo que se debe tener personal encargado para su mejor control.

Durante la construcción de la obra, en caso de que algo no pueda llevarse a cabo como lo indica el proyecto, el único autorizado para tomar una decisión al respecto será el residente de obra, el cual se basará en las especificaciones de construcción.

Una vez terminada la obra, la comisión encargada de su operación y mantenimiento, será la Comisión Estatal del Agua y Saneamiento (CEAS), la cual cuenta con los recursos técnicos y financieros que se requieren para cumplir con las exigencias del sistema.

La CEAS cobrará una tarifa a los usuarios del agua suficiente para pagar la parte recuperable de la inversión, así como los gastos de operación y mantenimiento.

Por último el objetivo primordial que se espera al término de la construcción del proyecto, es que se brinde un servicio eficiente, durante el periodo económico para el cual fue diseñado. Con ello se mejorarán las condiciones de higiene y se elevará el nivel de vida de los habitantes y se abrirán nuevas fuentes de trabajo que seguramente influirán para que la localidad de los Atlixcos tenga un desarrollo aceptable.

El volumen de agua potable que consumirá en promedio anula la población fue considerada en función al uso de estos, en litros por habitantes y por día y se midió de acuerdo a la fuente de abastecimiento y tanque reguladores tomando en cuenta varios factores que los afectan, debido a que el crecimiento de la población que cuenta con un abastecimiento de agua potable se va acrecentando, y mas que nada por los problemas que en esta localidad se presentan debido a la falta del vital líquido en temporada de estiaje, es por eso que propuse una población de 1248 habitantes, la cual con esto no existirá ningún problema de suministro del vital líquido para los habitantes en años futuros.

Para la toma domiciliaria se utilizó tubería de PVC KITEC ½”.

El sistema de regularización se considero con bombeo al tanque y gravedad a la red debido a la topografía y siendo lo mas adecuado y económico.

## BIBLIOGRAFIA

- -ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
Volumen I  
Enrique Cesar Valdez  
UNAM  
Facultad de Ingeniería
- -HIDROLÓGICA PARA INGENIEROS  
2da. edición  
Linsley-kohler-paulus
- -MECÁNICA DE FLUIDOS  
Víctor I. Streeter  
Tercera edición  
Editorial Mc Gram-Hill
- -Manual de abastecimiento de agua potable  
Tomo I  
UNAM
- -Apuntes de abastecimiento de agua potable  
Tomo I, II  
Universidad de Veracruz Villa-Rica
- -NORMAS DE PROYECTOS PARA OBRAS DE APROVISIONAMIENTO  
DE AGUA POTABLE EN LOCALIDADES URBANAS DE LA REPUBLICA  
MEXICANA.
- [www.mapasmexico.net/mapa-veracruz.html](http://www.mapasmexico.net/mapa-veracruz.html)