

43  
24.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
CAMPUS ARAGON**

**" ALTERNATIVAS DE SOLUCION DEL  
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA  
ZONA SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION DE  
IZTAPALAPA "**

**TESIS PROFESIONAL  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO CIVIL  
P R E S E N T A :  
FLORENCIO ROBLES LUNA**

**SAN JUAN DE ARAGON, EDO. MEX.**

**1997.**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



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.

**A mis padres:**

**Francisco Robles Vallejo  
y Consuelo Luna de Robles**

Por haberme dado la vida, el apoyo, y por su esfuerzo realizado para que mis hermanos y yo lográramos lo que somos.

**A mi esposa:**

**María del Rosario Domínguez Flores**

A mi esposa por el amor y la confianza que nos une, y por su apoyo en la realización de este trabajo.

**A mis hijos:**

**María del Rosario Robles Domínguez  
Rodrigo Robles Domínguez  
y Paulina Itzel Robles Domínguez**

Por los que fue el motivo y la confianza para la realización de este trabajo

**A mis hermanos:**

**Porque siempre sigamos unidos como ahora.**

**A mi Director de tesis:**

**Ing. Manuel Martínez Ortiz**

**Por su valioso apoyo y colaboración en la realización de este trabajo.**

**ALTERNATIVAS DE SOLUCION DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA  
POTABLE EN LA ZONA SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION  
IZTAPALAPA**

**INTRODUCCIÓN**

- 1 MARCO FÍSICO URBANO**
  - 1.1 Antecedentes
  - 1.2 Ubicación geográfica
  - 1.3 Características físicas
  - 1.4 Desarrollo urbano
  
- 2 INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE AGUA POTABLE**
  - 2.1 Generalidades
  - 2.2 Fuentes de abastecimiento
  - 2.3 Sistema de distribución
  - 2.4 Cobertura de servicios
  - 2.5 Deficiencias del servicio
  
- 3 PROBLEMÁTICA ESPECÍFICA DE LA ZONA DE ESTUDIO**
  - 3.1 Descripción de la zona de estudio
  - 3.2 Diagnóstico
  - 3.3 Problemática a resolver
  
- 4 ESTUDIOS DE INGENIERIA BASICA**
  - 4.1 Consideraciones básicas de proyecto
    - 4.1.1 Determinación de la zona de proyecto
    - 4.1.2 Determinación de la forma de distribución
    - 4.1.3 Zonificación y ubicación de tanques
    - 4.1.4 Alternativas de abastecimiento
  - 4.2 Datos básicos de proyecto
    - 4.2.1 Periodo de diseño y vida útil
    - 4.2.2 Población actual y de proyecto
    - 4.2.3 Aspectos hidráulicos
  - 4.3 Topográfico
  - 4.4 Geológico

- 5 ALTERNATIVAS DE SOLUCION**
  - 5.1 Datos básicos de las alternativas
  - 5.2 Planteamiento de alternativas
  - 5.3 Análisis y selección de alternativas
  
- 6 PROYECTO EJECUTIVO**
  - 6.1 Memorias de cálculo
    - 6.1.1 Líneas de conducción
    - 6.1.2 Tanques de regularización
    - 6.1.3 Selección de equipo de bombeo
  - 6.2 Catálogo de conceptos y planos

**CONCLUSIONES**

**BIBLIOGRAFIA**

## **INTRODUCCION**

**La ciudad de México D.F. se organiza políticamente en 16 delegaciones, las cuales presentan una variedad de problemas producto de la interacción de factores políticos, económicos y sociales, resultado de la centralización del sector industrial y planeación inadecuada del desarrollo urbano.**

**Aunado a lo anterior, el crecimiento demográfico y los asentamientos irregulares acentúan más la problemática en cuanto a cobertura de servicios básicos como transporte, drenaje y suministro de agua potable entre otros.**

**En el rubro de suministro de agua potable a la población se presentan varias problemáticas, entre las que se puede contar:**

- **Dotar del servicio en cantidad y calidad que requiere la población.**
- **La distribución de agua no es uniforme en toda la ciudad, dependiendo de la ubicación de las fuentes de abastecimiento.**
- **Falta de infraestructura para conducir mayores volúmenes de agua a las zonas donde se presentan deficiencias en el suministro.**

**Aunque la problemática anterior es común de las dieciséis delegaciones, no en todas se presenta con la misma gravedad, ya que intervienen factores como aumento en la tasa de crecimiento poblacional, asentamientos irregulares en cotas superiores a las cubiertas por la red, además de topografía irregular que dificulta aprovechar la infraestructura actual y la escasez de recursos económicos.**

**Ejemplo de la situación anterior, se presenta en la delegación Iztapalapa, donde se conjugan todos los factores antes mencionados, recrudeciéndose en la zona sur-oriental de la misma debido a los asentamientos poblacionales en las faldas e inmediaciones de la Sierra de Santa Catarina.**

**Considerando lo anterior se realiza el presente proyecto, el cual tiene por objetivo principal aportar una solución Técnica - Financiera a la problemática de suministro de agua potable a los asentamientos de reciente creación que se ubican por encima de la cota 2,250 msnm.**

**Límite sobre el cual el servicio de distribución se condiciona o bien no se otorga, debido principalmente a la carencia de infraestructura primaria de la zona, necesaria para poder instalar la red de distribución faltante; tal es el caso de las colonias San Pablo, Ampliación Bella Vista, San Pablo II, parte de Xalpa y Potrero de la Luna.**



Para el desarrollo del proyecto, se recopila la información necesaria que permite analizar los diversos aspectos que intervienen en él, de tal manera que se realiza el diagnóstico de la situación, el planteamiento y análisis de alternativas, para finalmente desarrollar la alternativa más viable técnicamente y presentar el respectivo análisis de costo.

**1 MARCO FISICO**  
**URBANO**

## **1 MARCO FISICO URBANO**

### **1.1 Antecedentes.**

#### **Reseña histórica<sup>1</sup>.**

En el año 1325 el pueblo de los aztecas fundó, a 2440 metros sobre el nivel del mar, en un llano rodeado de lagos y por sierras de más de 5000 metros de altura, una ciudad que en poco tiempo se convirtió en el centro indígena más importante de la región: la Gran Tenochtitlan hoy ciudad de México Distrito Federal, cuya historia guarda una estrecha relación con las características hidrológicas del valle de México.

Desde la época prehispánica fue necesario responder con obras de gran envergadura a situaciones en las que, por abundancia o escasez de agua, muchas veces alternadas, se sucedían inundaciones epidemias, sequías y hambrunas. Es así que el sistema hidráulico actual es producto de acciones realizadas durante 657 años, a partir de la fundación de México - Tenochtitlan.

En la actualidad el crecimiento demográfico y urbano que ha experimentado el Distrito Federal, y la escasez de recursos financieros, provocó que existiera un desequilibrio entre el suministro de los servicios hidráulicos y la demanda de los mismos.

---

<sup>1</sup> El Sistema Hidráulico del Distrito Federal. DGCOH-DDF

Tratando de equilibrar la oferta y la demanda de los servicios hidráulicos, se tenía como prioridad conectar a la red de agua potable a toda la población en el menor tiempo posible, tales acciones permitieron elevar los niveles de cobertura, pero provocó la marginación del mantenimiento y la operación con respecto al desarrollo de la infraestructura.

La construcción de muchas y muy diversas obras hidráulicas a su vez ha vuelto gradualmente más complejo el Sistema Hidráulico, máxime ahora que, por falta de recursos económicos, los servicios deben ser proporcionados eficaz y congruentemente a las necesidades del desarrollo local.

Esto último se plantea como objetivo principal en el Plan Maestro de Agua Potable <sup>2</sup>, pretendiendo llevar a cabo un proceso integral, continuo, flexible y efectivo; que tome en cuenta todas las interrelaciones entre los distintos componentes del Sistema Hidráulico, como son medio ambiente y las perspectivas de desarrollo urbano y poblacional, tomando en cuenta la Ley de planeación y las normas y principios que determinan el desarrollo integral del país, acorde con el Plan Nacional de Desarrollo.

De esta manera, el Plan Maestro de Agua Potable marca los lineamientos que norman el desarrollo del presente proyecto.

---

<sup>2</sup> Plan Maestro de Agua Potable 1996. DGCOH-DDF

## **1.2 Ubicación geográfica.**

La ciudad de México Distrito Federal, se encuentra situada en la región central del país, en la porción sur-occidental de la cuenca del valle de México, dentro del eje neovolcánico, se localiza entre los paralelos 19°04'36" de latitud norte, y los meridianos 98°12'30" de latitud oeste, a una altitud promedio de 2240 msnm y cubre una superficie de aproximadamente 1,500 Km<sup>2</sup>, limita hacia el norte, oriente y occidente con el estado de México, y hacia el sur con el estado de Morelos (Fig.1-1).

Los límites naturales son: hacia el norte la Sierra de Guadalupe, al oriente la planicie lacustre de Texcoco y la Sierra de Santa Catarina, al sur con la planicie lacustre de Chalco - Xochimilco y la Sierra del Chichinautzin, al occidente con la sierra de las Cruces y la zona conocida como las Lomas (Fig.1-2).

En cuanto a la zona de estudio, esta se ubica geográficamente dentro de los límites de la delegación política Iztapalapa<sup>3</sup>, cuyo nombre quiere decir "sobre las lajas", y se le asignaba en la antigüedad a la ciudad lacustre, ubicada al pie del cerro Huixtltlan conocido actualmente con el nombre de Cerro de la Estrella.

La delegación Iztapalapa está ubicada entre los paralelos 19°16' y 19°23' de latitud norte, entre los meridianos 98°57' y 99°08' de longitud oeste, localizándose al oriente del Distrito Federal (Fig.1-3).

---

<sup>3</sup> Plan Hidráulico Delegación Iztapalapa DGCOH-DDF

Colinda al nor-orienté con el municipio de Nezahualcoyotl, Edo. De México; al orienté con el municipio La Paz Edo. De México; al sur-orienté con la delegación Tlahuac; al sur con la delegación Xochimilco; al sur-poniente con la delegación Coyoacán; al poniente con la delegación Benito Juárez; y al nor-poniente con la delegación Iztacalco.

La superficie de la delegación es de 115.06 Km<sup>2</sup>, que corresponde al 7.72% del área total del territorio del Distrito Federal.

### **1.3 Características físicas<sup>3</sup>.**

#### **Morfología y fisiografía.**

La ciudad de México D.F., se localiza dentro de la denominada cuenca del Valle de México, está cuenca se sitúa en el borde sur de la Mesa Central entre los meridianos 98°15' y 99°30' y los paralelos 19°00' y 20°15'. Queda comprendida en el centro de una grandiosa zona volcánica, cuyas erupciones ocurridas en distintas fases, han formado acumulaciones extraordinarias de lavas, tobas y brechas.

---

<sup>3</sup> Plan Hidráulico Delegación Iztapalapa DGCOH-DDF

De contorno irregular la Cuenca del Valle de México está alargada de norte a sur, con una extensión amplia hacia el noreste. Completamente rodeada de montañas, siendo las del sur las más importantes. La gran planicie central tiene una altitud que oscila entre 2240 m. en el sur y 2390 m. en el norte.

El D.F., se localiza al sur-oeste de la cuenca, por lo que su fisiografía y geología son heterogéneas, encontrándose la mayores planicies en la zona central, y zonas montañosas en la zona sur-este y sur-oeste.

En cuanto a la delegación Iztapalapa, se caracteriza por tener una topografía plana, limitada al sur por lomeríos y cerros; presenta pendientes del 5% en la zona urbana, y pendientes mayores al 25% que son aldefañas a las elevaciones montañosas que se ubican en la Delegación.

Estas zonas montañosas se ubican al sur-oriente de la delegación, limitando con la delegación Tlahuac, en donde se encuentra la Sierra de Santa Catarina, formada por los volcanes de Guadalupe, Xaltepec, Yuhualixkui, y los cerros de Tecuanutzin, Tetecón y Tehuacuí, fluctuando entre las cotas 2,400 y 2,700 msnm. Está conformada por lavas escoriaáceas, aglomerados y piroclásticos gruesos y finos; su estructura geológica propicia una alta permeabilidad, definiendo a la sierra de Santa Catarina como una importante zona de recarga de acuíferos. En esta región de minas de arena y materiales pétreos, la cobertura vegetal es mínima.

La actual zona de Iztapalapa formó parte del lago de Texcoco, mismo que al secarse originó una superficie de suelo lacustre, constituido por arcilla blanda con alto contenido de humedad y baja resistencia al esfuerzo cortante. Desde el punto de vista geohidrológico, las formaciones montañosas permiten la infiltración y escurrimiento del agua en época de lluvias, misma que es extraída en las partes bajas por medio de pozos profundos (Fig.1-4).

### **Hidrografía<sup>3</sup>**

En la ciudad del D.F., se localizan las cuencas de los ríos que descienden de la sierra del Chichinautzin, la cual presenta formaciones basálticas de gran permeabilidad, encontrándose los ríos San Gregorio, San Lucas, Santiago y San Buenaventura.

Los ríos que bajan del poniente presentan cauces intermitentes excepto los ríos Magdalena, Mixcoac, Tacubaya, Hondo y Tlalnepantla los cuales tienen escurrimientos perennes.

En el área de la delegación Iztapalapa se ubican los canales Chalco y Nacional, y el río Churubusco; cauces que son aprovechados para conducir las aguas residuales generadas en la delegación. El canal de Chalco tiene una longitud total de aproximadamente 9 Km.

---

<sup>3</sup> Plan Hidráulico Delegación Iztapalapa DGCOH-DDF



**EL tramo perteneciente a Iztapalapa se localiza en la parte final, antes de la descarga al canal Nacional, y tiene una longitud cercana a los 5 Km. Se drenan hacia este canal las aguas residuales de las colonias ubicadas en la zona sur de la delegación.**

**El canal Nacional se localiza al poniente de Iztapalapa, pertenece comúnmente a Coyoacán e Iztapalapa; el tramo mencionado es de aproximadamente 3.6 Km., comprendido desde la descarga del canal Chalco hasta la altura de la calle Granaderos, lugar donde prosigue al poniente, cruzando la delegación Coyoacán. (Fig.1-5).**

### **Hidrometeorología<sup>3</sup>.**

**En lo que respecta a las condiciones climáticas del Valle de México, éstas han resultado alteradas por el enorme crecimiento urbano, las construcciones y la gran concentración de impurezas sólidas y gaseosas, provocando un cambio en los elementos termodinámicos de la atmósfera, la humedad, la precipitación pluvial y los vientos.**

---

<sup>3</sup> Plan Hidráulico Delegación Iztapalapa DGCOH-DDF

En la delegación Iztapalapa el tipo de clima se considera templado y subhúmedo, con régimen de lluvias en verano y seco en invierno, presentando una temperatura promedio anual de 17 °C y una precipitación media mensual de 41.3 mm.

#### **1.4 Desarrollo urbano<sup>3</sup>.**

##### **Antecedentes históricos.**

En el año de 1928, el Distrito Federal es organizado cambiando las municipalidades en doce delegaciones, finalmente por decreto presidencial del 31 de diciembre de 1972, el Distrito Federal queda constituido en 16 delegaciones políticas, siendo Iztapalapa una de ellas.

El proceso de crecimiento demográfico de Iztapalapa, tuvo como principal origen la ubicación de extensiones de terreno propicio para la urbanización, evolucionando como una de las mayores zonas de emigrantes del interior del país y de la propia zona centro de la ciudad de México.

En cuanto al crecimiento urbano, este ha estado necesariamente ligado al demográfico, teniéndose en la actualidad un 92.6% del área de la delegación urbanizada.

Lo anterior ha generado una estructura urbana compuesta por 14 barrios, 16 pueblos, 132 colonias, 106 unidades habitacionales y 8 zonas urbanas ejidales, en donde se ha determinado una densidad bruta de población de 131 habitantes por hectárea como promedio.

En los últimos 8 años, el aumento demográfico ha originado una serie de asentamientos irregulares, en las inmediaciones de los cerros entre los que podemos mencionar el del Marqués, la Caldera y la Estrella, Tetecón, Tecuautzin, y en la sierra de Santa Catarina. En estas formaciones montañosas es difícil dotar a la población de los servicios públicos básicos, principalmente de drenaje y agua potable.

### **Población<sup>3</sup>**

En 1824, la constitución creó el Distrito Federal como asiento de los poderes de la Unión, segregando su territorio del Estado de México, este territorio a cambiado de forma y extensión, hasta que en 1898 se establecen los límites actuales. En cuanto a su organización política también ha variado, hasta que en 1971 la Ley Orgánica confiere al Distrito Federal su estructura administrativa actual.

---

<sup>3</sup> Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) 1988

En cuanto al desarrollo poblacional del Distrito Federal, este se presenta en la tabla 1.4.1.

**TABLA 1.4.1  
DESARROLLO POBLACIONAL  
EN EL DISTRITO FEDERAL**

<b>Año</b>	<b>Habitantes (millones)</b>	<b>Año</b>	<b>Habitantes (millones)</b>
1983	7.02	1989	8.04
1984	7.18	1990	8.24
1985	7.34	1991	8.37
1986	7.51	1992	8.52
1987	7.67	1993	8.66
1988	7.84	1994	8.75

En cuanto a la delegación Iztapalapa el crecimiento demográfico prácticamente comenzó en 1950, cuando se tenía una población censada de 74,420 habitantes. Desde entonces se ha incrementado paulatinamente como se muestra en la tabla 1.4.2

**TABLA 1.4.2  
DESARROLLO POBLACIONAL  
EN LA DELEGACION IZTAPALAPA**

<b>CRECIMIENTO POBLACIONAL</b>	
<b>Año</b>	<b>Habitantes</b>
1950*	74,240
1970**	522,095
1980***	1'262,350
1986***	1'508,289

- \* Programa parcial de Desarrollo Urbano, Del. Iztapalapa 1980 Memoria Descriptiva
- \*\* Programa parcial de Desarrollo Urbano, Del. Iztapalapa 1987 Memoria Descriptiva
- \*\*\* Programa parcial de Desarrollo Urbano, Del. Iztapalapa 1980 Memoria Descriptiva

Lo anterior se confirma con la tasa de crecimiento poblacional que durante el periodo de 1970 - 1980, fue del 8.3%, siendo la tasa promedio del Distrito Federal de 2.49%.

Actualmente la población se agrupa por lo general en familias promedio de 6 personas, muy similar a la familia promedio en el Distrito Federal.

En el aspecto socioeconómico, la Población Económicamente Activa (PEA), era de 540,000 habitantes aproximadamente, de acuerdo a un estudio realizado en 1986 por el Buro de Investigación de Mercados (BIMSA).

### **Plan de Desarrollo Urbano<sup>3</sup>**

El Plan de Desarrollo Urbano para la delegación Iztapalapa es un instrumento que pretende normar el crecimiento de la misma, con el fin de lograr un desarrollo controlado y equilibrado. Para esto, cuenta con elementos que rigen la zonificación territorial, compuesta por usos del suelo, densidades e intensidades de uso del suelo<sup>4</sup>.

El principal uso del suelo en Iztapalapa es el habitacional, ocupando un área de 62.13 Km<sup>2</sup>, con densidades de 100, 200, 400 y hasta 800 habitantes por hectárea; su desarrollo se extiende en la mayor parte de la delegación.

---

<sup>3</sup> Plan Hidráulico Delegación Iztapalapa DGCOH-DDF

<sup>4</sup> Subdirección de Programación, Dirección Técnica DGCOH-DDF

El segundo en importancia corresponde al uso de actividades mixtas, donde podemos encontrar áreas habitacionales, mezcladas con industrias, comercios y servicios, este uso del suelo se encuentra distribuido en la delegación, y en forma conjunta representa un área de 17.26 Km<sup>2</sup>.

Las actividades de tipo industrial ocupan respecto a los usos anteriores, un área bastante reducida en la delegación, con sólo 4.83 Km<sup>2</sup>. En el renglón de equipamiento urbano se tienen destinados 14.96 Km<sup>2</sup>, para cubrir las necesidades de espacio para instalaciones de salud educación, cultura, abasto, infraestructura, etc. Las instalaciones representativas de este concepto son: la Central de Abasto, Ciudad Deportiva Francisco I. Madero, el Reclusorio Oriente y los Panteones Civil y San Lorenzo Tezonco.

Finalmente se tienen 8.52 Km<sup>2</sup> de reserva ecológica localizándose esta área en la sierra de Santa Catarina y en el cerro de la Estrella.

Se tienen contempladas dos áreas en el programa de desarrollo urbano del Distrito Federal; Área de Desarrollo Urbano y Área de Conservación Ecológica.

La primera de ellas propiciando el aprovechamiento óptimo de los recursos, estará en lo futuro estructurada por las áreas y porcentajes de usos del suelo que se indican en la tabla 1.4.3.

**TABLA 1.4.3  
DELEGACION IZTAPALAPA  
AREAS DE DESARROLLO URBANO**

Usos del suelo		
Tipo de uso	Superficie	
	Km <sup>2</sup>	%
Habitacional	62.13	54.0
Mixto	17.26	15.0
Espacios abiertos	7.36	6.4
Industria	4.83	4.2
Equipamiento	14.96	13.0
Conservación ecológica	8.52	7.4
<b>TOTAL</b>	<b>115.05</b>	<b>100.0</b>

El Area de Conservación Ecológica se mantendrá en 8.52 Km<sup>2</sup> de superficie, distribuyéndose como se indica en la tabla 1.4.4

**TABLA 1.4.4  
DELEGACION IZTAPALAPA  
AREA DE CONSERVACION ECOLOGICA**

Usos del suelo		
Tipo de uso	Superficie	
	Km <sup>2</sup>	%
Agrícola	2.06	24.2
Protección especial	4.84	56.8
Asentamientos humanos	1.01	11.9
Equipamiento	0.61	7.1
<b>TOTAL</b>	<b>8.52</b>	<b>100.0</b>

En la figura 1-6 se presenta la distribución de los diferentes usos en el Area de Conservación Ecológica.

**Aspectos poblacionales<sup>4</sup>.**

El Plan de Desarrollo plantea como política demográfica para el Distrito Federal, alcanzar para el año 2000 una tasa de crecimiento anual de 1.5%.

El resultado que se pretende para seguir esta política es contabilizar 2'052,800 habitantes en la delegación para el año 2010.

Por lo que el cálculo de la proyección poblacional para ese año se muestra en la tabla 1.4.5.

**TABLA 1.4.5  
PROYECCION POBLACIONAL PARA  
LA DELEGACION IZTAPALAPA**

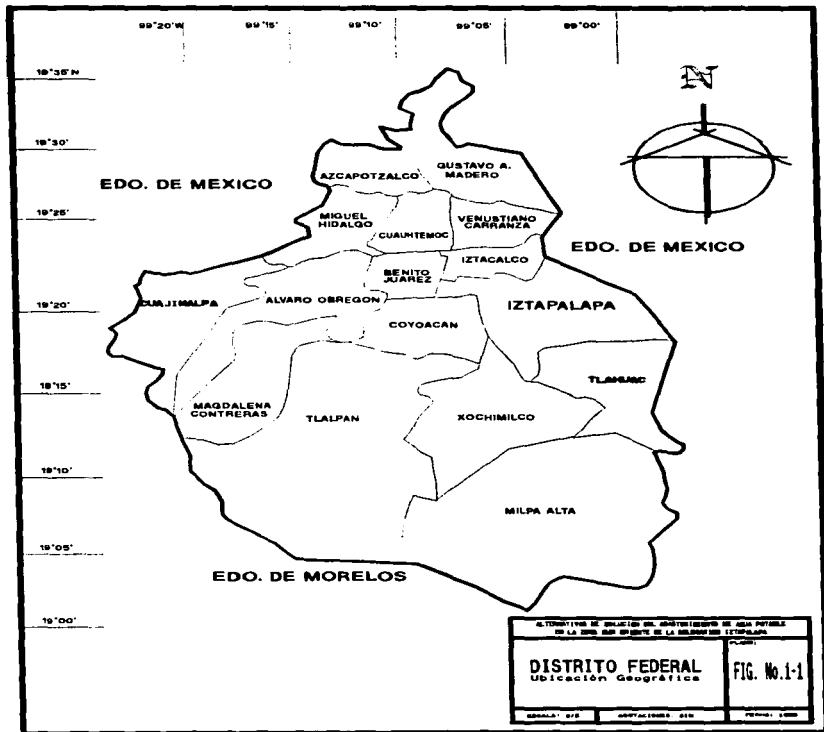
Proyección poblacional		
Año	Habitantes	Densidad (Hab./ Ha.)
1980	1'252,354	109.0
1986	1'508,289	131.0
1988	1'581,109	137.0
1994	1'746,839	152.0
2000	1'895,630	165.0
2010	2'052,800	179.0

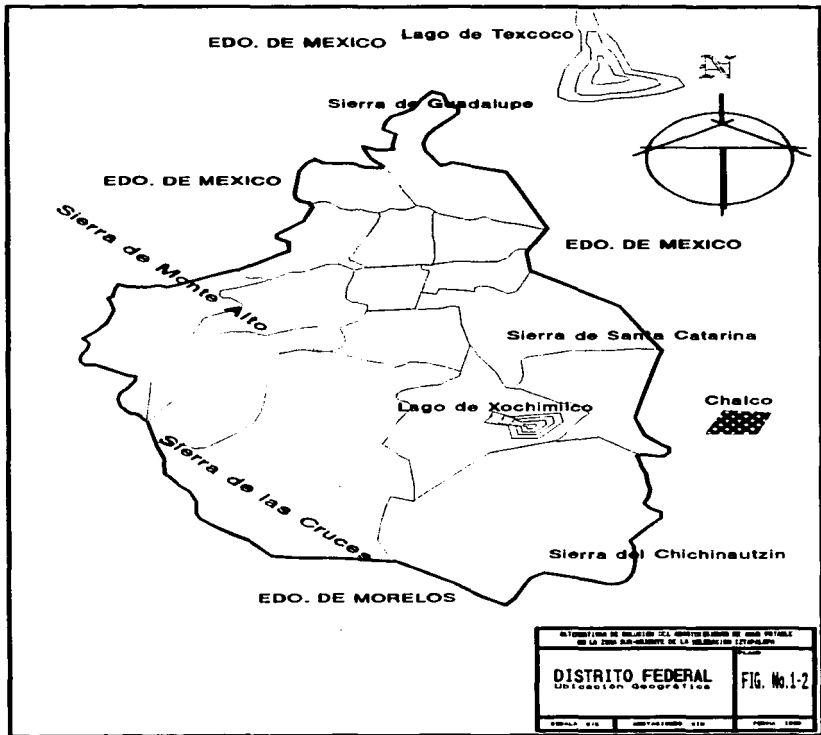
<sup>4</sup> Subdirección de Programación. Dirección Técnica. DGCOH-DDF



Como plan alternativo, es de preverse que continúe la ocupación desordenada del área delegacional, hasta su saturación a corto plazo, ligada a un aumento no controlado en el número de habitantes.

Como consecuencia del desorden territorial, se presentaría el incremento de asentamientos humanos en áreas de la delegación de muy difícil desarrollo urbano, como actualmente sucede en las partes altas de la sierra de Santa Catarina, lo que implica un alto costo económico y difíciles problemas técnicos para dotarlos de drenaje, agua potable y otros servicios públicos.







ALTERNATIVAS DE DESARROLLO DEL SECTOR URBANO EN CIUDADES DE GRAN POROSIDAD  
DE LA ZONA SUR-OCCIDENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA

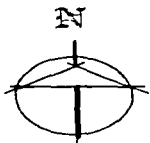
DELEGACION IZTAPALAPA  
Ubicación Geográfica

FIG. No.1-3

ESCALA: 0/0

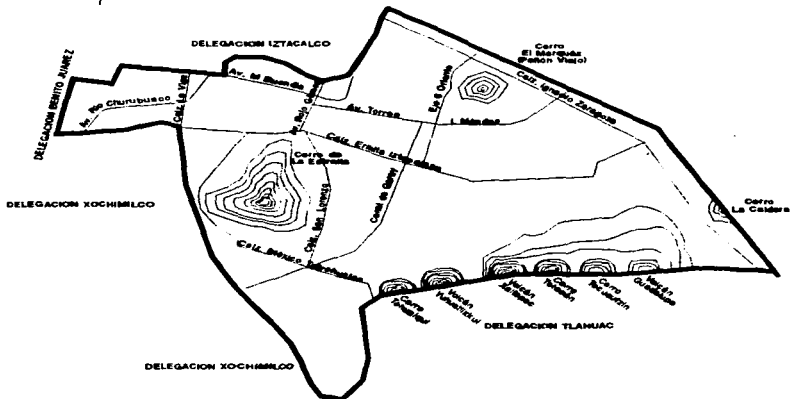
ANEXO: 0/0

FECHA: 1998



### SIMBOLOGIA

- Limite delegacional
- Vialidad primaria
- Formación montañosa



ALTERNATIVAS DE SERVICIO DEL SISTEMA URBANO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA

**DELEGACION IZTAPALAPA**  
Características Fisiográficas

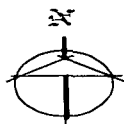
FIG. No.1-4

ESCALA: 0/10




ANTERIOR: 1/10000

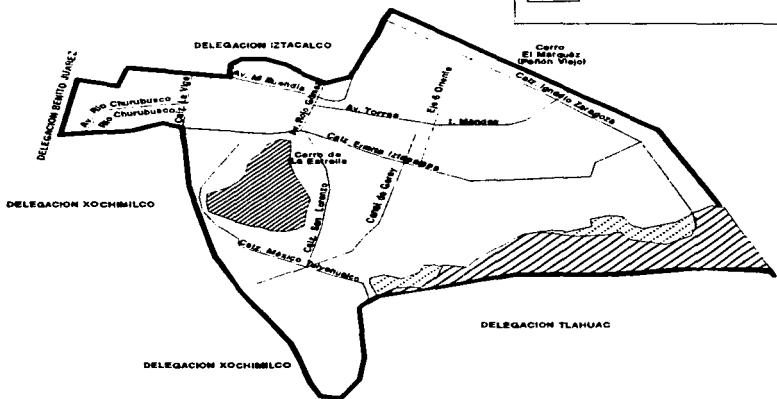
FECHA: 1960





**SIMBOLOGIA**

	Límite delegacional
	Vialidad primaria
	Uso agrícola
	Protección ecológica
	Área urbana



ALTERNATIVAS DE USO DEL SUELO DEL SUBDISTRITO DE ASIS POTABLE DE LA ZONA SUR-OCCIDENTAL DE LA CIUDAD DE IZTAPALAPA		P.L. 2005
<b>DELEGACION IZTAPALAPA</b> Usos del suelo		<b>FIG. No. 1-6</b>
ESCALA 1:100	AORTA 1:100000 2:100	PROY. 1999

## **2 INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA HIDRAULICO DE AGUA POTABLE**



## **2 Infraestructura del Sistema Hidráulico de agua potable.**

### **2.1 Generalidades.**

#### **El Sistema Hidráulico del Distrito Federal<sup>1</sup>.**

El Sistema Hidráulico del Distrito Federal, es el medio a través del cual los usuarios se relacionan con el Sistema Hidrológico que los rodea para satisfacer sus demandas de agua, protegerse contra las inundaciones y disponer de las aguas residuales en una forma segura y eficaz. Los objetivos generales del Sistema Hidráulico son: dotar de agua potable, en cantidad, calidad y continuidad adecuadas a toda la población para la realización de sus diversas actividades, desalojar las aguas residuales y tratar parte de ellas para ser reutilizadas en algunas actividades industriales y en el riego; controlar y desalojar oportuna y correctamente los escurrimientos que se presentan en la época de lluvias, evitando al máximo los encharcamientos e inundaciones.

#### **Infraestructura de agua potable en el D.F.<sup>2</sup>.**

Para atender los requerimientos de agua potable de los 10.2 millones de habitantes que alberga el Distrito Federal, actualmente se suministran en promedio 35.5 m<sup>3</sup>/s. El 70% de este caudal se extrae de fuentes subterráneas (pozos profundos); 56% del acuífero del Valle de México y el 14% del Valle de Lerma.

---

<sup>1</sup> El Sistema Hidráulico del Distrito Federal DGCOH-DDF

<sup>2</sup> Subdirección de Informática. Dirección Técnica DGCOH-DDF

En tanto el 30% restante corresponde a fuentes superficiales: 27% del Sistema Cutzamala y 3% de manantiales. Dicho caudal se conduce mediante 514 Km. de líneas a 279 tanques de almacenamiento y regulación, con una capacidad conjunta de 1.7 millones de metros cúbicos; de donde se distribuye a los usuarios a través de 571 Km. de red primaria (diámetros de 0.50 a 1.873 m), y más de 10.700 Km. de red secundaria (diámetros menores a 0.50m).

Adicionalmente, se utilizan 227 plantas de bombeo para incrementar la presión en la red y dotar de agua a los habitantes de las partes altas. Además, para mantener una calidad adecuada del agua suministrada se utilizan 19 plantas potabilizadoras, de las cuales 12 funcionan a pie de pozo y 360 dispositivos de cloración. La verificación de la calidad físico-química y biológica del líquido se realiza mediante un programa de monitoreo permanente, el cual comprende el análisis de 60,000 muestra anuales.

## **2.2 Fuentes de abastecimiento<sup>5</sup>.**

### **Fuentes de abastecimiento para la ciudad de México, D.F.**

Las fuentes de abastecimiento a la ciudad de México, D.F. (Fig.2-1), se clasifican como internas y externas, quedando constituidas como se explica a continuación.

---

<sup>5</sup> Subdirección de Informática. Dirección Técnica DGCOH-DDF

### **Internas**

El acuífero de la ciudad de México es explotado actualmente por 811 pozos profundos, los cuales son operados por la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGCOH), y proporcionan un caudal medio de 14.166 m<sup>3</sup>/s.

La Gerencia de Aguas del Valle de México de la Comisión Nacional del Agua (GAVM) controla 38 pozos, los cuales aportan un caudal de 1.364 m<sup>3</sup>/s. A cargo de particulares se tiene 305 pozos, aportando 0.546 m<sup>3</sup>/s.

Además se tienen 67 manantiales operados por la DGCOH, los cuales aportan un caudal de 1.005 m<sup>3</sup>/s.

### **Externas**

La cuenca del Alto Lerma es explotada por 268 pozos; en el Estado de México, en los municipios de Ecatepec, Acolman y Tecamac se ubican 39 pozos, los cuales aportan respectivamente los caudales de 5.031 y 1.488 m<sup>3</sup>/s. Estos son operados por la DGCOH.

Por otro lado, el Sistema Cutzamala y la batería de pozos ubicados al norte de la Ciudad de México D.F., aportan un caudal de 9.666 y 2.172 m<sup>3</sup>/s respectivamente.

### **Fuentes de abastecimiento para la delegación Iztapalapa<sup>3</sup>.**

La delegación Iztapalapa se abastece de agua potable por medio de pozos profundos distribuidos en esa jurisdicción y de baterías de pozos ubicados en las Delegaciones: Tlahuac, Xochimilco, Milpa Alta y Coyoacán, así como del caudal proveniente de los Sistemas Lerma y Cutzamala :

En la delegación Tláhuac se ubican los ramales de pozos Ampliación Tláhuac-Neza, en Xochimilco el ramal Tulyehualco, en Milpa Alta el Ramal Tecomitl, y en Coyoacán el ramal Tulyehualco Sur, que aportan un caudal de 2.0985 m<sup>3</sup>/seg en total, de los cuales 0.900 abastecen a la delegación Iztapalapa por medio de las plantas de bombeo La Estrella y Quetzalcoatl, y de los tanques La Estrella y Xaltepec.

Los ramales Mixqui-Santa Catarina y Tlahuac\_Neza, ubicados también en la delegación Tláhuac, aportan un caudal de 1.497 m<sup>3</sup>/seg , de los cuales 0.772 son para abastecer a la delegación Iztapalapa por medio de la planta de bombeo y tanque La Caldera.

Los ramal San Luis, ubicado en la delegación Xochimilco, y los ramales Auxiliares de Xotepingo, Zapata y Periférico, ubicados en la delegación Coyoacán, aportan 2.110 m<sup>3</sup> /seg, de los que 0.800 abastecen a la delegación Iztapalapa, por medio de la planta de bombeo Xotepingo, a la que adicionalmente le lleva un caudal de 1.100 m<sup>3</sup> /seg de los Sistemas Lerma y Cutzamala; la planta bombea el caudal a la planta y tanque Cerro de la Estrella para su distribución en Iztapalapa.

---

<sup>3</sup> Subdirección de Programación, Dirección Técnica DGOH-DDF

A nivel interno se explotan 46 pozos profundos que aportan un caudal de 1.255 m<sup>3</sup>/seg.

En total, para la delegación Iztapalapa se aportan a la red un caudal de 4.827 m<sup>3</sup>/seg, de los cuales aproximadamente se consumen 3.300 m<sup>3</sup>/seg en la propia delegación; el resto es conducido a las delegaciones Iztacalco y Venustiano Carranza.

### **2.3 Sistema de distribución<sup>6</sup>.**

#### **Distribución en la delegación Iztapalapa.**

Como se mencionó a partir de los tanques de almacenamiento y distribución de la Caldera y la Estrella, se deriva el caudal que abastece a la mayor parte de la delegación (Fig.2-2), complementándose con las aportaciones de los pozos profundos ubicados dentro de la delegación.

El flujo es por gravedad, utilizándose solamente rebombes para alimentar los subsistemas de distribución localizados en las zonas altas.

Para abastecer a las zonas de asentamientos humanos ubicados en las inmediaciones de la Sierra de Santa Catarina, en los cerros del Marqués y de la Estrella, existen líneas de interconexión las cuales se encuentran distribuidas en nueve subsistemas de distribución de agua potable y son:

---

<sup>6</sup> Dirección de Operación. DGCOH-DDF

**San Miguel Teotongo, Santiago Acahualtepec, Lomas de Zaragoza, El Paraíso, San Juan Xalpa, La Veracruzana, Valle de Luces, Granjas Estrella y Minas.**

Dentro del aspecto cuantitativo, se tiene que el número de plantas de bombeo es de 13; en cuanto a tanques, se tiene 23, conjuntando estos últimos una capacidad de almacenaje total de 163,850 m<sup>3</sup>.

La infraestructura utilizada para la distribución de agua potable se desarrolla a través de redes primaria y secundaria.

La red primaria distribuye el agua a través de 100 Km. de tubería con diámetros variables de 20 a 72 pulgadas (50.8 cm a 182.9 cm). Esta red se alimenta de los tanques Cerro de la Estrella y la Caldera, así como de pozos y plantas potabilizadoras (Fig.2-3).

Su finalidad es hacer llegar el agua a los circuitos secundarios de las colonias, ramificándose en el área delegacional.

La longitud de red primaria existente se resume en la tabla 2.3.1.

**TABLA 2.3.1  
DELEGACION IZTAPALAPA  
RED PRIMARIA EXISTENTE**

<b>Diámetro (pulg.)</b>	<b>Longitud (m)</b>
72	7,630
48	53,120
36	6,210
30	2,940
20	28,130
<b>Total</b>	<b>100,030</b>

#### **2.4 Cobertura de servicios<sup>5</sup>.**

##### **Cobertura de servicios en la delegación.**

En Iztapalapa el 95% de la población cuenta con la infraestructura para el servicio de agua potable, beneficiando a 1'556,480 habitantes; la población restante que no dispone de la cobertura de este servicio, asciende a 81,920 habitantes a quienes generalmente se les suministra el agua potable por medio de carros cisterna (Fig.2-4).

Para abatir este déficit la delegación política de Iztapalapa, implantó el programa "Mitad y Mitad", consistente en trabajos de instalación de la red hidráulica de agua potable en zonas que carecen del servicio; en este programa la delegación proporcionó el material y los vecinos la mano de obra, siendo reportados hasta el mes de septiembre de 1987, el tendido de 11.5 Km. de líneas de tuberías.

<sup>5</sup> Subdirección de Informática, Dirección Técnica DGOIH-DDF

Posteriormente, dentro del programa de Solidaridad, se ha continuado la extensión del servicio en las colonias de reciente creación, en donde inclusive se han instalado en algunas calles polductos, en lugar de la tubería que como mínimo se emplea por especificación (100 mm de diámetro).

## **2.5 Deficiencias del servicio<sup>5</sup>**

### **Deficiencias del servicio en la delegación.**

A pesar de contar con un nivel de cobertura aceptable, en la delegación existen zonas con deficiencias en el servicio (Fig.2-4), obedeciendo a las siguientes causas.

#### **a) Falta de infraestructura.**

Este caso se presenta generalmente en los asentamientos humanos irregulares de reciente creación, localizados en las faldas de los cerros y volcanes de la sierra de Santa Catarina, al sur-oriente de la delegación Iztapalapa (Fig.2-4).

Dichos asentamientos se ubican por encima de la cota 2,250 m.s.n.m., límite sobre el cual el servicio de distribución de agua potable se condiciona.

---

<sup>5</sup> Subdirección de Informática. Dirección Técnica DGCOT-DDF



También hay asentamientos sin servicio, debido principalmente a la carencia de infraestructura primaria en la zona, necesaria para poder instalar la red secundaria faltante, tal es el caso de las colonias San Pablo, Ampliación Bella Vista, San Pablo II, parte de Xalpa y Potrero de la Luna. El suministro se realiza con apoyo de carros cisterna.

**b) Baja presión.**

El caudal de agua potable es aportado en forma constante a los habitantes de Iztapalapa, pero en ocasiones se dificulta dotar adecuadamente las zonas altas o alejadas de los tanques de distribución, debido a la baja presión con que llega el agua a los usuarios de estos lugares; por lo que se recurre al apoyo de carros cisterna para su abastecimiento, tal es el caso de la colonia Xalpa (Fig.2-4)

**c) Tandeos.**

Otra opción para proporcionar el servicio de agua potable en forma adecuada, cuando se presenta un insuficiente caudal de agua o baja presión, es la de efectuar tandeos, como en las colonias Xalpa y Tenorios. El tandeo consiste en suministrar agua en ciertos horarios durante el día.

**d) Fugas y desperdicios.**

Las pérdidas de agua dentro de la delegación pueden llegar a representar el 17% del caudal suministrado a la delegación.

Esto es ocasionado principalmente por la antigüedad de las tuberías, los asentamientos del subsuelo que provocan dislocaciones, así como las deficiencias en la instalación de las tuberías que estuvieron a cargo de los vecinos.

EDO. DE MEXICO

LERMA  
Q = 9.031 LPS

CUTZAMALA  
Q = 9.968 LPS

SARRENTOS GAVM  
Q = 2.108 LPS

CHICOMAUTLA  
Q = 1.688 LPS

RISCO GAVM  
Q = 0.006 LPS

NORTE  
Q = 0.874 LPS

P. PARTICULARES  
Q = 0.846 LPS

CENTRO  
Q = 3.788 LPS

EDO. DE MEXICO

POBLENDO  
Q = 0.203 LPS

CALDERA GAVM  
Q = 0.541 LPS

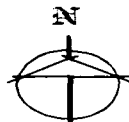
ORIENTE  
Q = 2.088 LPS

MANANTIALES  
Q = 1.009 LPS

SUR GAVM  
Q = 0.883 LPS

SUR  
Q = 8.188 LPS

EDO. DE MORELOS



ALTERNATIVAS DE SOLUCION DEL IDENTIFICACION DE AGUA POTABLE  
EN LA ZONA NOR-OCCIDENTE DE LA MEGALOPOLIS CUTZAMALA

PLANO

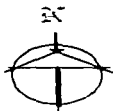
**DISTRITO FEDERAL**  
Fuentes de Abastecimiento

FIG. No. 2-1

ESCALA: 0-0'

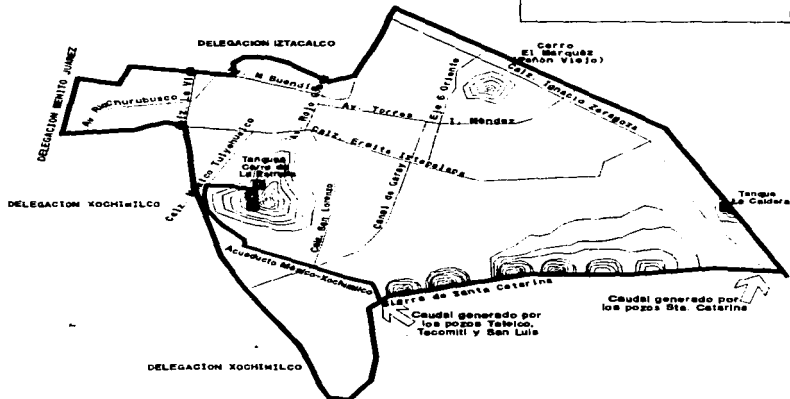
400000000 2:1

FECHA: 1990



### SIMBOLOGIA

- Limite delegacional
- Vialidad primaria
- Formación montañosa
- Río ó canal
- Fuente externa
- Acueducto



ALTERNATIVAS DE DILACION DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
EN LA ZONA SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA

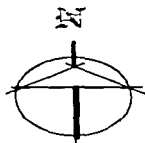
**DELEGACION IZTAPALAPA**  
Fuentes de Abastecimiento

PLANO  
**FIG. No. 2-2**

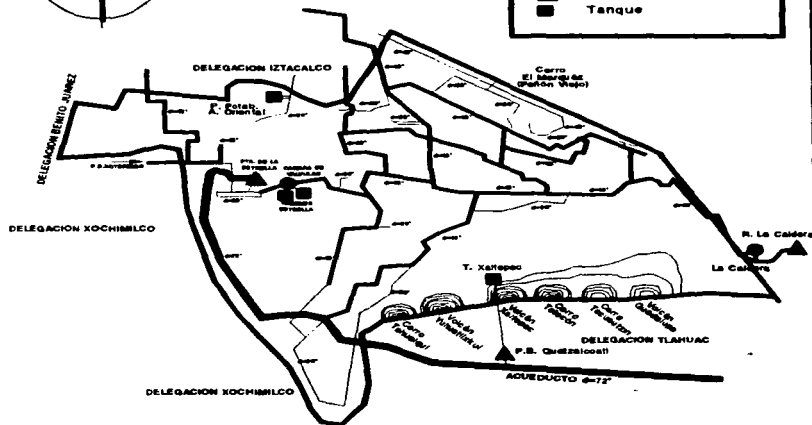
ESCALA 8/10

ARRAIOLES 6/10

FECHA 1966









SIMBOLOGIA	
—	Límite delegacional
—	Red primaria d=48"
—	Red primaria d=20"
d=	Diámetro de tubería
▲	Planta de bombeo
■	Tanque

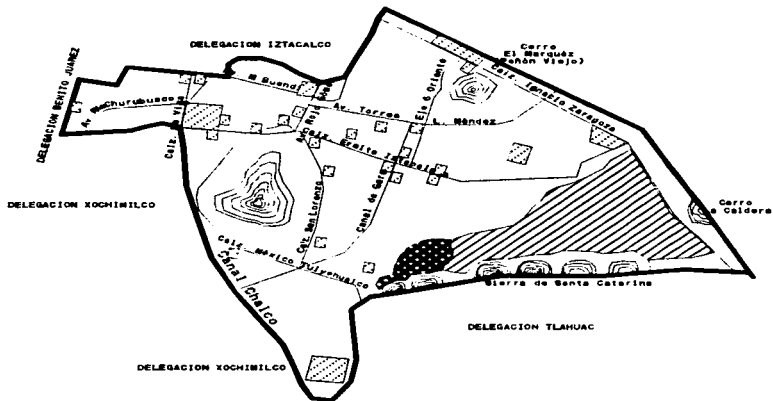


ALTERNATIVAS DE SOLUCION DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ZONA SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA		
DELEGACION IZTAPALAPA Red de Distribución y Fuentes de Abastecimiento		FIG. No.2-3
ESCALA: 5:100	APORTACIONES: 5:10	FECHA: 1968



### SIMBOLOGIA

-  Limite delegacional
-  Vialidad primaria
-  Formación montañosa
-  Sin infraestructura
-  Tandeos
-  Baja presión



ATENCION DE SERVICIO DEL AGUAS POTABLES DE SAN PABLO EN LA ZONA SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA		
<b>DELEGACION IZTAPALAPA</b> Falta de infraestructura y deficiencias en la red		FIG. No.2-4
ESCALA: 5:1	ADOPTACION: 5:1	FORMA: 1:100

### **3 PROBLEMATICA ESPECIFICA DE LA ZONA DE ESTUDIO**

### **3 PROBLEMATICA ESPECIFICA DE LA ZONA DE ESTUDIO**

#### **3.1 Descripción de la zona.**

##### **Ubicación.**

La zona de estudio (Fig.3-1), se ubica al sur-este de la delegación Iztapalapa, prácticamente en las faldas e inmediaciones de la sierra de Santa Catarina.

Dentro de estas zonas montañosas se ubica el proyecto, comprende las colonias Xalpa, Tenorios, Bella Vista, Rancho Capulines y San Pablo, estas colonias están al sur-oriente de la delegación, limitando con la delegación Tlahuac, en donde se ubica la Sierra de Santa Catarina, formada por los volcanes de Guadalupe, Xaltepec, Yuhalixkui, y los cerros de Tecuanutzin, Tetecón y Tehualqui, fluctuando entre las cotas 2,400 y 2,700 manm.

##### **Geología<sup>3</sup>.**

El suelo de la zona, está conformado por lavas escoriaáceas, aglomerados y prioclasticos gruesos y finos; su estructura geológica propicia una alta permeabilidad, definiendo a la sierra de Santa Catarina como una importante zona de recarga de acuíferos.

---

<sup>3</sup> Plan Hidráulico Delegación Iztapalapa DGCOH-DDF

En esta región de minas de arena y materiales pétreos, la cobertura vegetal es mínima.

#### **Desarrollo urbano y poblacional<sup>4</sup>**

El desarrollo urbano de la zona de estudio se basa en el asentamiento irregular de emigrantes del interior del país, motivo por el cual la carencia de los servicios básicos como urbanización ordenada, cobertura de drenaje y agua potable no ha sido posible cubrir. En cuanto a la estructura urbana se encuentra integrada en su mayor parte por barrios y colonias de nivel socioeconómico bajo.

De la información publicada por INEGI para el año de 1990, la población en la delegación Iztapalapa ascendía a 1'496,630 habitantes, con tasa de crecimiento de 2.5, su nivel socioeconómico se catalogaba como bajo. Para ese mismo año, se calcula que la población en la zona de estudio alcanzaba los 15.988 habitantes, con nivel socioeconómico bajo, y densidades de población variable (desde 44.35 hasta 234.38 Hab/Ha) distribuidos en las 156.50 hectáreas que comprende la zona de influencia del estudio.

---

<sup>4</sup> Subdirección de Programación, Dirección Técnica DGCOH-DDF



#### **Usos del agua<sup>4</sup>.**

El principal uso del agua en la zona de estudio es el doméstico; aún cuando se encuentra el Rancho Capulines en esta zona, y algunas viviendas tienen chiqueros para la cría de puercos, se considera que el 99% del caudal requerido será para uso doméstico.

#### **Infraestructura hidráulica<sup>5</sup>.**

Para abastecer a las zonas de asentamientos humanos ubicados en las inmediaciones de la Sierra de Santa Catarina, en los cerros del Marqués y de la Estrella, existen líneas de interconexión las cuales se encuentran distribuidas en nueve subsistemas de distribución de agua potable (Fig.3-2), y son: San Miguel Teotongo, Santiago Acahualtepec, Lomas de Zaragoza, El Paraíso, San Juan Xalpa, La Veracruzana, Valle de Luces, Granjas Estrella y Minas.

Los subsistemas involucrados en la zona de estudio son el Subsistema Santiago Acahualtepec y el Subsistema Minas (Fig.3-3), los que a continuación se describen.

---

<sup>4</sup>Subdirección de Programación, Dirección Técnica DGCOH-DDF

<sup>5</sup>Dirección de Operación, DGCOH-DDF

**a) Subsistema Santiago Acahualtepec.**

Este sistema es abastecido por los tanques de la Estrella y La Caldera, cuyas líneas de conducción alimentan al cárcamo CIA-2, el cual genera un caudal hacia el tanque y cárcamo TCIA-2, sitio en donde se almacena y distribuye por gravedad a la red secundaria, para después rebordear hacia el tanque y cárcamo TCIA-3, de éste último se envía un caudal a los tanques TIA-5 (Las Cabras) y Huecampool. La zona de influencia abarca las colonias Santiago Acahualtepec, Xalpa, Tenorios, Lomas de la Estancia y Huecampool.

Recientemente se construyó (en junio de 1993) una línea para reforzar este subsistema, con una tubería de 20" de diámetro desde el cárcamo de bombeo de la zona de Los Pozos hasta el tanque TCIA-2.

**b) Subsistema Las Minas.**

En el predio los Tenorios al Oriente de Iztapalapa, se tiene construido este subsistema de agua potable, consta de las plantas de bombeo los Pozos y la Era, y del tanque las Minas, este último de 1,300 m<sup>3</sup> de capacidad; su función será la de distribuir por gravedad a las colonias los Tenorios, Paraje, Buenavista, Tepotitlán y Pueblo Nuevo

### **3.2 Diagnóstico.**

#### **Población.**

En base a la información publicada por INEGI, se calcula que la delegación Iztapalapa para el año 2010 tendrá una población de 2'267,337 habitantes, y la explosión demográfica en la zona de estudio alcanzará los 24,221 habitantes, con una tasa de crecimiento de 1.73.

#### **Servicio de agua potable.**

En condiciones normales de operación, el caudal enviado por gravedad de los tanques Cerro de la Estrella, alimenta en su extremo poniente a la tubería de 48 pulgadas de diámetro, instalada en la calzada Ermita Iztapalapa, esta tubería a su vez es abastecida en el oriente por el caudal del tanque de la Caldera.

Lo anterior permite que al encontrarse los dos flujos en la misma tubería, provocan un "tapón hidráulico" que da como resultado un remanso del caudal, suficiente para hacer llegar el agua a las redes de distribución secundaria y plantas de bombeo ubicadas al oriente de la Delegación.

Pero cuando se presentan fallas en los tanques del Cerro de la Estrella o La Caldera, el tapón hidráulico no se forma en la tubería de Ermita Iztapalapa, por lo que el agua escurre en dirección norte y poniente de la Delegación, provocando que en la parte oriente el caudal no sea suficiente para alimentar las redes secundarias y plantas de bombeo, con la consiguiente baja en la dotación para la población de esa zona.

En cuanto a los subsistemas de distribución de agua potable, su operación está en función del caudal que logren captar de las redes primarias que los alimentan.

Como puede observarse la zona de estudio presenta problemas por deficiencias en la infraestructura de red primaria existente, además carencia de red secundaria, contando únicamente con Red de Relleno, dejando una amplia zona al sur de la Calzada Ermita Iztapalapa hasta los límites de la Delegación al Sur.

De la información recabada y en base a los planos de red existente, se observó lo siguiente: que se cuenta con algunas líneas secundarias de 12 pulgadas y de 6 pulgadas, las cuales no forman circuitos, además se observa que no existe una planeación adecuada; esto aunado a los programas de ampliación de Red de "Relleno", ha creado que una basta zona no cuente con el servicio adecuado y se haya ocasionado un detrimento en aquellas zonas en donde el servicio era aceptable hasta hace algún tiempo.

Por otro lado se tiene el problema de la altitud de estas zonas, las cuales obligan a constantes rebombos, e inclusive, en algunos casos la población se ha extendido hasta el tercio medio, abajo del volcán Guadalupe con habitantes situados en la cota 2,400 manm., muy por encima de los tanques existentes, por ejemplo el Huecampool y el TIA-5.

### **3.3 Problemática a resolver**

#### **Aspectos generales**

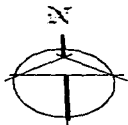
Como puede observarse, la problemática a resolver para dotar de agua potable a la población de las colonias Xalpa, Bella Vista, Tenorios, Rancho Capulines y San Pablo, se resume en los siguientes aspectos:

- Proporcionar la dotación de agua requerida por la población de la zona de estudio con proyección de diseño para el año 2010.
- Suministrar caudales constantes a la población.
- Ampliar la cobertura del servicio a las zonas con cotas cercanas a la 2440m., ubicadas por encima de los tanques existentes.
- Proporcionar agua con calidad potable.




**Políticas de acción.**

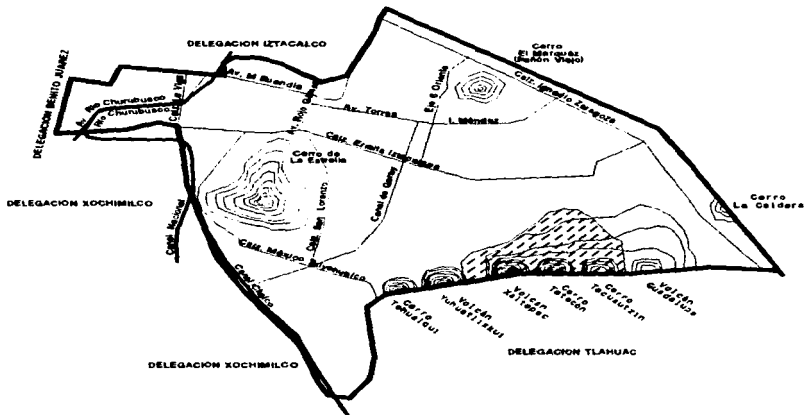
Dentro del Plan Hidráulico de la Delegación, se establecieron una serie de programas que tienen como propósito mejorar el abastecimiento de agua potable a la población y lograr la meta de un 100% de la cobertura del servicio.

Una de las políticas que se siguen dentro del plan de desarrollo, para este proyecto en particular, es el de incrementar la presión por medio de conexiones en red primaria e interconexiones de ésta con la red secundaria, y ampliar el sistema de agua potable en el menor tiempo posible, mediante la construcción de la infraestructura necesaria para acceder hasta los sitios que conforman este proyecto.



### SIMBOLOGIA

- Limite delegacional
- Vialidad primaria
-  Formación montañosa
-  Rio ó canal
-  Zona de estudio



ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN DEL PROBLEMA DE AGUA POTABLE  
EN LA ZONA SUR-ORIENTE DE LA DELEGACIÓN IZTAPALAPA

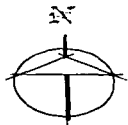
**DELEGACION IZTAPALAPA**  
Ubicación de la Zona de Estudio

FIG. No. 3-1

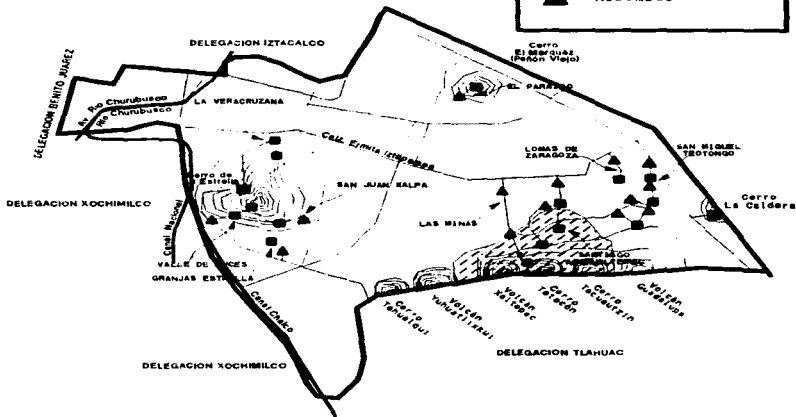
ESCALA: 5:1

ABSTACCIÓN: 5:1

FECHA: 1959

**SIMBOLOGIA**

- Limite delegacional  
Vialidad primaria  
Formación montañosa  
Río ó canal  
Zona de estudio  
■ Tanque  
▲ Rebombeo

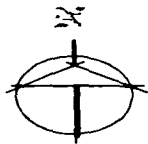


ALTERNATIVAS DE DILACION DEL MANEJO EXISTENTE DE AGUA POTABLE  
DE LA ZONA SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA

DELEGACION IZTAPALAPA  
Infraestructura Hidráulica

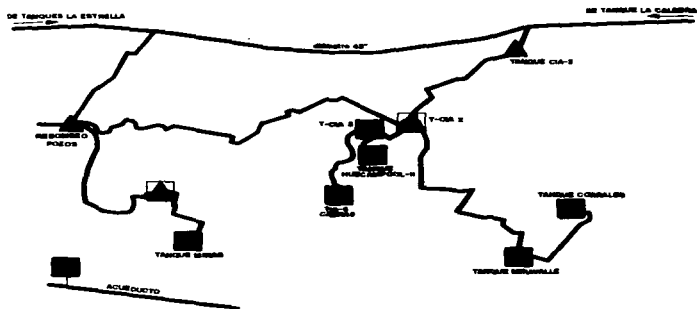
FIG. No.3-2





### SIMBOLOGIA

- Planta de bombeo
- Tanque



ALTERNATIVAS DE SOLUCION DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA

**DELEGACION IZTAPALAPA**  
Subsistemas Santiago Acabem/Impec y Miras

FIG. No. 3-3

ESCALA: 2:1

ANEXO TERCERO: 210

AGOSTO, 1999

## **4 ESTUDIOS DE INGENIERIA BASICA**

## **4 ESTUDIOS DE INGENIERIA BASICA**

### **4.1 Consideraciones básicas del proyecto.**

#### **4.1.1 Determinación de la zona de proyecto.**

Para la definición de la superficie que ocupa la zona en estudio, y contando con la información que se presenta en el capítulo 3 (Problemática de la zona de estudio), se realizaron visitas de campo en coordinación con personal de operación de la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica del Departamento del Distrito Federal, de esta forma fue posible identificar y definir la extensión de la zona de forma más precisa.

Esta información se traslado a planos de la zona, cuya delimitación la zona de estudio.

#### **4.1.2 Determinación de la forma de distribución.**

Una vez definida la superficie que ocupa el proyecto, se procederá a analizar la forma más óptima de distribución del agua potable.

El agua se distribuye a los usuarios en varias formas, en función de las condiciones locales. Estas formas son las siguientes:

**a) Por gravedad.**

El agua de la fuente se conduce o bombea hasta un tanque desde el cual fluye por gravedad hacia la ciudad. De esta forma se mantiene una presión suficiente y prácticamente constante en la red para el servicio de los usuarios y contra incendio.

Este es el método más confiable y se debe utilizar siempre que se dispone de cotas de terreno para la ubicación del tanque, suficientemente altas para asegurar las presiones requeridas en la red.

**b) Por bombeo.** Son posibles dos formas:

**Bombeo directo a la red sin almacenamiento.** En esta forma, las bombas abastecen directamente a la red, y la línea de alimentación se diseña para el gasto máximo horario  $Q_{mh}$ .

Este es el sistema menos deseable, puesto que una falla en el suministro eléctrico significa una interrupción completa del servicio de agua. Al variar el consumo en la red, la presión en la misma variará también. Así, al considerar esta variación, se requieren varias bombas para proporcionar el agua cuando sea necesario. Además las variaciones de la presión en las bombas se transmiten directamente a la red, lo que puede aumentar el nivel de fugas.

**Bombeo a la red con excedencias a tanques de regulación.** En esta forma de distribución el tanque se ubica después de la red en un punto opuesto a la entrada del agua por bombeo, y las tuberías principales se conectan directamente con la tubería que une las bombas con el tanque.

El exceso de agua bombeada a la red durante periodos de bajo consumo se almacena en el tanque y durante periodos de consumo alto la misma agua se envía

La distribución por bombeo se debe evitar en los proyectos .y podrá utilizarse sólo en casos excepcionales bien justificados.

**c) Distribución mixta.**

Parte de la red se suministra por bombeo con excedencia a un tanque del cual a su vez se abastece el resto de la red por gravedad. El tanque se ubica en el centro de gravedad del consumo de agua.

Debido a que una parte de la red se abastece por bombeo directo, esta forma tampoco se recomienda.

El esquema anterior puede resultar apropiado en poblaciones que presentan terrenos planos. La regularización se asegura por un tanque superficial de capacidad suficiente, del cual se bombea al tanque elevado que puede ser de baja capacidad.

Para evitar el bombeo directo a la red no se permiten conexiones o bifurcaciones de la tubería de alimentación que une el bombeo con el tanque elevado.

La experiencia de operación en México ha mostrado esta forma de distribución como no adecuada para las condiciones del país; y la opción para utilizarla sólo se justifica en casos excepcionales.

#### **Distribución seleccionada.**

Para la aplicación en el proyecto, se determinó llevar a cabo la primera opción ya que el terreno reúne las condiciones necesarias y además, por los comentarios del personal de la D.G.C.O.H. favorece más el sistema en cuanto a su funcionamiento y operación.

#### **4.1.3 Zonificación y ubicación de tanques.**

Debido a que una de las causas por las que se presentan deficiencias en los sistemas actuales abastecidos por tanques, es lo extenso de la zona de influencia de cada tanque, y para evitar en lo más posible las cajas rompedoras de presión o válvulas reguladoras de presión, se dividió la zona en seis áreas de influencia las cuales serán abastecidas por 6 tanques de almacenamiento (uno existente), ubicándose a más de 10 metros arriba de cada una de sus áreas de influencia para asegurar las presiones requeridas en los puntos más altos.

Como primera cuestión, se resolvió delimitar cada una de las Áreas de influencia de los tanques; Bellavista (de proyecto situado a elevación de 2,380 msnm); Minas (existente, de 1300 m<sup>3</sup> de capacidad, situado a una elevación de 2,371 msnm); al que denominaremos Cabras (de proyecto, situado a una elevación de 2,451 msnm); al que llamaremos Huecampool II (de proyecto, situado a una elevación de 2,398 msnm); al San Pablo I (de proyecto situado a una elevación de 2,404 msnm); y por último al San Pablo II (de proyecto, situado a una elevación de 2451 msnm).

En el plano No. 4-1, se indica la ubicación de los tanques con sus áreas de influencia.

Por lo tanto, se propone la construcción de cinco tanques, y se empleará uno existente, lo anterior se resume en la tabla 4.1.3.1

**TABLA 4.1.3.1  
TANQUES QUE INTEGRAN EL SUBSISTEMA**

TANQUE	ACTUAL	PROYECTO
1.- BELLA VISTA		X
2.- MINAS	X	
3.- CABRAS (LA MESITA)		X
4.- HUECAMPOOL II		X
5.- SAN PABLO I		X
6.- SAN PABLO II		X

Nota: Los tanques de proyecto se denominan de acuerdo a la zona donde se ubican.

#### **4.1.4 Alternativas de abastecimiento.**

El resultado de las visitas mencionadas indican que para abastecer de agua a la zona de estudio, se debe considerar, que el caudal disponible actualmente para la parte Sur-Oriente de la Delegación Iztapalapa resulta insuficiente, por lo que se analizarán las posibles fuentes de abastecimiento (Fig. 4.1), las cuales son:

- a) Acuífero de la zona
- b) Tanques Cerro de la Estrella
- c) Tanque la Caldera
- d) Tanque Xaltepec

#### **a) Acuífero de la zona.**

Esta opción no es factible debido a que los niveles de agua se ubican a gran profundidad dada la topografía de la zona. Además, la calidad del agua del acuífero del Oriente del D.F. es deficiente, de acuerdo a los análisis efectuados a los pozos se aumentaría la sobre explotación en la Ciudad, lo cual se ha tratado de evitar con la incorporación de fuentes externas de abastecimiento.



**b) Tanques Cerro de la Estrella.**

Para esta opción se tendría que aportar el caudal requerido del Sistema Cutzamala a los tanques. Estos a su vez la conducirían por la línea de 1.22 m. de diámetro que se ubica sobre la Calz. Ermita Iztapalapa en las faldas del Cerro de Santa Catarina, teniendo que aumentar la infraestructura existente de los subsistemas de pozos Santiago Acahualtepec (reequipamiento y líneas de conducción), o bien construir una línea paralela a estos subsistemas.

El inconveniente de esta opción es que se presentarían los mismos problemas que surgen en los sistemas existentes que se abastecen de la línea de 1.22 m., y que ocasionan las deficiencias en el servicio a la zona Sur Oriente de la Delegación.

**c) Tanque La Caldera.**

Este tanque se abastece de los pozos de los Ramales Mixquic - Santa Catarina - Tiáhuac, ubicados en la Delegación Tiáhuac, a cargo de la Comisión Nacional del Agua, y que a su vez abastecen al Edo. de México, por lo cual, para incrementar el caudal al tanque La Caldera, se requeriría la perforación de uno o varios pozos. Por tal razón esta opción tampoco resulta conveniente.

**d) Tanque Xaltepec.**

Es abastecido por la planta de Bombeo Quetzalcóatl que se alimenta del acueducto Chalco - Xochimilco; ésta a su vez conduce el caudal de los pozos de los Ramales Tulyehualco y Tecómitl, ubicados en las delegaciones Xochimilco y Milpa Alta respectivamente, los cuales alimentan a los tanques Cerro de la Estrella y a la planta de bombeo Quetzalcóatl, esta última suministra 600 l/seg al Tanque Xaltepec y cuenta con capacidad para conducir 1000 l/seg.

Esta última opción resulta la más conveniente para abastecer la zona en estudio, ya que aunque el acueducto Chalco - Xochimilco se alimenta de pozos el caudal requerido para la zona sería parte del que va para los tanques Cerro de la Estrella, y sustituir el caudal por el poniente si es factible.

Además, dentro de los proyectos del Plan Maestro de Agua Potable del Distrito Federal, se tiene contemplada la construcción de la cuarta etapa del Acueducto Perimetral que llegará al Cerro de Teutli ubicado en la delegación Milpa Alta, y la construcción de la línea de conducción que la conectará al acueducto Chalco-Xochimilco. Actualmente está en construcción la tercera etapa del acueducto perimetral que llegaría a San Francisco Tlaine pantla en la delegación Xochimilco.

## **4.2 Datos básicos de proyecto.**

### **Planteamientos generales.**

Se puede advertir de la más reciente literatura internacional, que la tendencia en los proyectos de sistemas de abastecimiento de agua potable, es la de dar una mayor importancia a la determinación de los datos básicos de proyecto, especialmente a la población futura, y a la predicción de la demanda de agua potable. Esto se debe a que la disponibilidad de fuentes de abastecimiento accesibles y baratas, es cada día más escasa, haciendo que la determinación correcta del consumo de agua a futuro sea crítica y de preocupación primordial en todo proyecto.

En la elaboración de cualquier proyecto, es necesario tener especial cuidado en la definición de los datos básicos. Estimaciones exageradas provocan la construcción de sistemas sobre dimensionados, mientras que estimaciones escasas dan como resultado sistemas deficientes o saturados en un corto tiempo; ambos casos representan inversiones inadecuadas que imposibilitan su recuperación, en demérito del funcionamiento de los propios sistemas.

Tomando en consideración lo anterior, es importante mencionar que el ingeniero proyectista, es el responsable de asegurar la recopilación de la información confiable, de realizar análisis y conclusiones con criterio y experiencia para cada caso particular, y de aplicar los lineamientos adecuados.

Lo anterior implica que para abastecer de agua a la zona de estudio, se consideren los siguientes aspectos:

- a) En base al desarrollo poblacional y la población actual, calcular la proyección de la población para el periodo de diseño del sistema.
- b) Calcular los caudales de agua requeridos para satisfacer la demanda actual y futura, dentro del rango del periodo de diseño del sistema.
- c) Identificar las alternativas de abastecimiento para el sistema propuesto, en base a la problemática identificada.

#### **4.2.1 Periodo de diseño y vida útil.**

**Periodo de diseño.** Se entiende por periodo de diseño, el intervalo de tiempo durante el cual la obra llega a su nivel de saturación.

Los periodos de diseño de las obras y acciones necesarios, para la planificación del desarrollo de los sistemas de agua potable, se determinan por un lado, tomando en cuenta que éste es siempre menor que la vida útil de los elementos del sistema; y por otro, considerando que se tendrá que establecer un plan de mantenimiento o sustitución de algún elemento, antes que pensar en la ampliación, mejoramiento o sustitución de todo el sistema.

**Los periodos de diseño están vinculados con los aspectos económicos, los cuales están en función del costo del dinero, esto es, de las tasas de interés real, mientras más alta es la tasa de interés, es más conveniente diferir las inversiones. lo que implica reducir los periodos de diseño, cabe aclarar que no se deben desatender los aspectos financieros, esto es los flujos de efectivo del organismo operador que habrá de pagar por las obras y que en la selección del periodo de diseño se deben considerar ambos aspectos.**

**En lo que respecta al presente proyecto se considero para el periodo de diseño esto último, debido a que la D.G.C.O.H. cuenta con el presupuesto necesario para la realización de las obras necesarias para dotar de servicio de agua potable a la zona.**

**Los elementos de un sistema de agua potable se proyectan con una capacidad provista hasta el periodo de diseño. Rebasado el periodo de diseño, la obra continuará funcionando con una eficiencia cada vez menor, hasta agotar su vida útil.**

**Para definir el periodo de diseño de una obra o proyecto se recomienda el siguiente procedimiento:**

- a) Hacer un listado de todas las estructuras, equipo y accesorios más relevantes del funcionamiento y operación del proyecto.**

- b) Con base en la lista anterior, determinar la vida útil de cada elemento del proyecto según la tabla 4.2.1.1.
- c) Definir el periodo de diseño de acuerdo a las recomendaciones de la tabla 4.2.1.1 y a la consulta del estudio de factibilidad, que se haya elaborado en la localidad, dicho estudio se analizó en el inciso 4.2.1.2 .  
 Alternativas de abastecimiento de este capítulo.

**TABLA 4.2.1.1**  
**PERÍODOS DE DISEÑO PARA ELEMENTOS DE SISTEMAS DE AGUA POTABLES Y**  
**ALCANTARILLADO**

ELEMENTO	PERÍODO DE DISEÑO (años)
Fuente:	
a) Pozo	5
b) Embalse (presa)	hasta 50
Línea de conducción	de 5 a 20
Planta potabilizadora	de 5 a 10
Estación de bombeo	de 5 a 10
Tanque	de 5 a 20
Distribución primaria	de 5 a 20
Distribución secundaria	a saturación (*)
Red de atarjes	a saturación (*)
Colector y Emisor	de 5 a 20
Planta de tratamiento	de 5 a 10

(\*) En el caso de distribución secundaria y red de atarjes, por condiciones de construcción difícilmente se podrá diferir la inversión.

Por todo lo anterior, y en base al plan maestro de agua potable del Distrito Federal 1996-2010, que está elaborando la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica del Departamento del Distrito Federal con el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, que tiene como finalidad el diagnóstico y aprovechamiento de los caudales disponibles, así como las acciones necesarias para el mejoramiento de los sistemas de agua potable en el Distrito Federal en el periodo 1996-2010, por tal motivo el presente proyecto se diseñará para el año 2010.

**Vida útil.** La vida útil de las obras dependerá de los siguientes factores:

- Calidad de la construcción y de los materiales utilizados
- Calidad de los equipos
- Diseño del sistema
- Calidad del agua
- Operación y mantenimiento

En la selección de la vida útil, es conveniente considerar que generalmente la obra civil tiene una duración superior a la obra electromecánica y de control. Así mismo, las tuberías tienen una vida útil mayor que los equipos, pero no tienen la flexibilidad de estos, puesto que se encuentran enterrados. Tampoco hay que olvidar que la operación y mantenimiento es preponderante en la duración de los elementos, por lo que la vida útil dependerá de la adecuada aplicación de los programas preventivos correspondientes.

En la tabla 4.2.2 se indica la vida útil de algunos elementos de un sistema de agua potable, considerando una buena operación y mantenimiento, y suelos no agresivos.

**TABLA 4.2.1.2**  
**VIDA UTIL DE ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO**

ELEMENTO	VIDA UTIL (años)
Pozo:	
a) Obra civil	de 10 a 30
b) Equipo electromecánico	de 8 a 20
Línea de conducción	de 20 a 40
Planta potabilizadora	
a) Obra civil	40
b) Equipo electromecánico	de 15 a 20
Estación de bombeo	
a) Obra civil	40
b) Equipo electromecánico	de 8 a 20
Tanque	
a) Elevado	20
b) Superficial	40
Distribución primaria	de 20 a 40
Distribución secundaria	de 15 a 30
Red de atarjes	de 15 a 30
Colector y Emisor	de 20 a 40
Planta de tratamiento	
a) Obra civil	40
b) Equipo electromecánico	de 15 a 20

Nota: La vida útil del equipo electromecánico, presenta variaciones muy considerables, principalmente en sus partes mecánicas, como son cuerpos de tazones, impulsores, columnas, flechas, portachumaceras y estoperos; la cual se ve disminuida notablemente debido a la calidad del agua (contenido de fierro y manganeso)



#### **4.2.2 Población actual y de proyecto.**

**Población actual.** Para determinar la población actual, se recurrió a información contenida en el Sistema para la Consulta de Información Censal (SCINCE), divulgado por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), del XI Censo General de Población y Vivienda, 1990.

El (SCINCE) es un sistema para microcomputadoras que tiene como propósito relacionar la información censal con el espacio geográfico al cual se refiere, considera los aspectos de mayor importancia para la planeación de una identidad federativa, tanto a nivel municipal como a nivel de Área Geoestadística Básica (AGEB).

Las Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB) son las unidades fundamentales del Marco Geoestadístico Nacional, mismo que divide al territorio del país en espacios menores a la división municipal.

En este sistema se consultó la información relativa a la población en la delegación Iztapalapa, la cual está integrada por 311 AGEB.

La zona de estudio se relacionó con los 12 AGEB correspondientes, para determinar la población de cada zona de influencia (Plano 4-2).

Debido a que las AGEB no estaban comprendidas en su totalidad dentro de las zonas de influencia correspondientes, se calcularon las áreas, tanto de los AGEB (Tabla 4.2.2.1) como de las zonas de influencia (Tabla 4.2.2.2), para determinar las densidades de población y sacar la población de estas últimas, como a continuación se indica.

Densidad de población por AGEB:

$$DP = P/A$$

Donde:

DP= Densidad de población del AGEB(Hab/Ha)

P= Población del AGEB

A= Área del AGEB

Población por zona de influencia:

$$PZI = \text{SUMATORIA } (DP) (AaZ)$$

Donde:

PZI= Población zona de influencia

DP= Densidad de población del AGEB

Aa= Área del AGEB dentro de la zona

Los datos obtenidos se presentan en la tabla 4.2.2.2

**TABLA 4.2.2.1**

**POBLACION ACTUAL, AREAS Y DENSIDADES DE POBLACION DE LOS AGEB**

AGEB	AREA		POBLACION	
	(m2)	(Ha)	1988 (Hab)	Hab/Ha
334-6	247,948.720	24.79	4,050.0	163.34
324-2	283,662.960	28.37	6,649.0	234.38
310-0	259,206.000	25.92	4,505.0	173.80
341-6	444,420.464	44.44	1,971.0	44.35
325-7	153,192.688	15.32	3,418.0	223.12
333-1	219,904.758	21.99	4,010.0	182.35
345-4	340,908.936	34.09	3,688.0	108.18
328-0	622,506.666	62.25	4,471.0	71.82
327-6	243,392.000	24.34	5,750.0	236.24
326-1	312,912.000	31.29	4,449.0	142.18
308-3	200,048.000	20.00	5,522.0	276.03
309-8	325,162.200	32.52	5,286.0	162.57

**TABLA 4.2.2.3**  
**AREA DE INFLUENCIA Y POBLACION BENEFICIADA POR TANQUE**

TANQUE	AGES	AREA		DENSIDAD	POB. (Hab.)
		(m <sup>2</sup> )	(Ha)		
<b>BELLAVISTA</b>	345-4	188,611.41	18.86	108.18	2,041
	328-0	481,386.91	48.14	71.82	3,457
<b>Total</b>		<b>669,978.32</b>	<b>67.00</b>	<b>288.19</b>	<b>5,497.72</b>
<b>MINAS</b>	341-6	42,958.86	4.30	44.35	191
	325-7	120,370.61	12.04	223.12	2,686
	333-1	219,904.78	21.99	182.35	4,010
	345-4	43,761.50	4.38	108.18	473
	327-6	225,990.00	22.60	236.24	5,338
	308-3	26,755.20	2.68	278.03	739
	326-1	67,138.00	6.71	142.18	955
309-8	169,671.20	16.97	162.57	2,758	
<b>Total</b>					<b>17,148.14</b>
<b>CABRAS</b>	341-6	196,005.28	19.50	44.35	885
	325-7	17,274.08	1.73	223.12	385
<b>Total</b>		<b>212,279.36</b>	<b>21.23</b>	<b>267.47</b>	<b>1,269.38</b>
<b>HUECAMPOL II</b>	341-6	167,136.32	16.71	44.35	741
	325-7	15,548.00	1.55	223.12	347
<b>Total</b>		<b>182,684.32</b>	<b>18.27</b>	<b>267.47</b>	<b>1,088.16</b>
<b>SAN PABLO I</b>	334-6	243,786.72	24.38	183.34	3,862
	324-2	77,316.00	7.73	234.38	1,812
	310-0	36,364.00	3.64	173.80	684
<b>Total</b>		<b>360,466.72</b>	<b>36.05</b>	<b>571.52</b>	<b>6,478.34</b>
<b>SAN PABLO II</b>	341-6	39,320.00	3.93	44.35	174
	334-6	4,160.00	0.42	183.34	68
<b>Total</b>		<b>43,480.00</b>	<b>4.35</b>	<b>207.69</b>	<b>242.33</b>
<b>Población beneficiada</b>					<b>31,788</b>

### **Población de proyecto**

La población de proyecto es la cantidad de personas que se espera tener en una localidad al final del período de diseño del sistema de agua potable y alcantarillado.

Esta población futura se estima para cada grupo demográfico, a partir de datos censales históricos, las tasas de crecimiento, los planes de desarrollo urbano, sus características migratorias y las perspectivas de su desarrollo económico.

Existen varios métodos de predicción de la población de proyecto, utilizándose en el presente proyecto el método de mínimos cuadrados.

El método de ajuste por mínimos cuadrados, 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 pertenecientes a éstas, difieran lo menor posible de los datos observados.

Para determinar la población de proyecto, es 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 las constantes de "a" y "b" que se conocen como coeficientes de regresión, y el coeficiente de correlación "r", de este último 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 los modelos de ajuste, y las expresiones para el cálculo de los coeficientes "a", "b" y "r".

**Ajuste lineal.** En caso de que los valores, de los censos históricos, graficados, se ajusten a una recta, se utiliza la siguiente expresión característica, que da el valor de la población para cualquier año, "t".

$$P = a + bt$$

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

$$a = (\sum P_i - b \sum t_i) / N$$
$$b = (N \sum t_i P_i - \sum t_i \sum P_i) / (N \sum t_i^2 - (\sum t_i)^2)$$

Donde:

N = Número total de datos

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

$\sum P_i$  = Suma del número de habitantes

El coeficiente de correlación "r" para el ajuste lineal se calcula como sigue:

$$r = (N \sum t_i P_i - \sum t_i \sum P_i) / [N \sum t_i^2 - (\sum t_i)^2] (N \sum P_i^2 - (\sum P_i)^2)^{1/2}$$

**Ajuste no-lineal.** Cuando los datos de los censos históricos de población, se conformen mas bien a una curva, se pueden ajustar estos datos a una curva exponencial, logarítmica o potencial, las cuales se tratan a continuación:

a) **Ajuste exponencial.** La expresión esta dada por:

$$P = a e^{bt}$$

Donde:

$$a = e^{(\sum \ln P_i - b \sum t_i)/N}$$

$$b = (N \sum t_i \ln P_i - \sum t_i \sum \ln P_i) / (N \sum t_i^2 - (\sum t_i)^2)$$

Nota  $\ln$  = logaritmo natural

El coeficiente de correlación para este modelo se calcula con:

$$r = (N \sum t_i (\ln P_i) - \sum t_i \sum \ln P_i) / [(N \sum t_i^2 - (\sum t_i)^2) (N \sum (\ln P_i)^2 - (\sum \ln P_i)^2)]^{1/2}$$

b) **Ajuste logarítmico.** Este modelo tiene la expresión general

$$P = a + b (\ln t)$$

Donde:

$$a = (\sum P_i - b \sum \ln t_i) / N$$

$$b = N \sum \ln t_i P_i - \sum \ln t_i \sum P_i / (N \sum (\ln t_i)^2 - (\sum \ln t_i)^2)$$

El coeficiente de correlación esta dado por:

$$r = (N \sum (\ln t_i) P_i - \sum \ln t_i \sum P_i) / [(N \sum (\ln t_i)^2 - (\sum \ln t_i)^2) (N \sum P_i^2 - (\sum P_i)^2)]^{1/2}$$

c) **Ajuste potencial.** La expresión general está dada por

$$P = a t^b$$

Donde:

$$a = e^{[(\sum \ln P_i - b \sum \ln t_i)/N]}$$

$$b = (N \sum \ln t_i)(\ln P_i) - \sum \ln t_i \sum \ln P_i / (N(\sum \ln t_i)^2 - (\sum \ln t_i)^2)$$

El coeficiente de correlación está dado por:

$$r = (N \sum (\ln t_i) \ln P_i) - \sum \ln t_i \sum \ln P_i / [(N \sum (\ln t_i)^2 - (\sum \ln t_i)^2)(N \sum (\ln P_i)^2 - (\sum \ln P_i)^2)]^{1/2}$$

Una vez obtenidos los comportamientos históricos de los datos censales mediante el método que proporciona el coeficiente de regresión más cercano en valor absoluto a la unidad, se calcula la población para cualquier año futuro sustituyendo el valor del tiempo "t" en la ecuación respectiva.

La tasa de crecimiento de la población se calcula mediante la siguiente expresión.

$$i = [(P_{t+1} / P_t)^{1/t} - 1] 100$$

Donde:

i = tasa de crecimiento en el período  $t_1 - t_{t+1}$

$P_{t+1}$  = Población en el año  $t_{t+1}$

$P_t$  = Población en el año  $t_1$

t = Número de años entre la población  $P_{t+1}$  y la población  $P_t$



### **Cálculo de la población de proyecto en la delegación Iztapalapa.**

Considerando los datos de población en la delegación Iztapalapa, de la información del Instituto Nacional de estadística, geografía e informática (INEGI), relativa a los cinco últimos censos de población y vivienda (1950, 1960, 1970, 1980, y 1990), y al censo de 1995, se determina la población de proyecto y las tasas de crecimiento en la delegación Iztapalapa para el año 2010.

Con la aplicación de las ecuaciones de los métodos anteriores, se obtienen los coeficientes "a" y "b", así como el coeficiente de correlación "r" (Tabla 4.2.2.3)

**TABLA 4.2.2.3  
COEFICIENTES DE REGRESION**

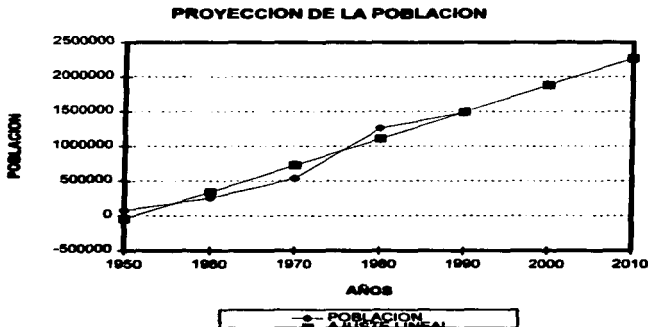
TIPO DE AJUSTE	COEFICIENTE		
	a	b	r
LINEAL	-7.62E+07	3.85E+04	0.983
EXPONENCIAL	6.81E-53	6.70E-02	0.987
LOGARITMICO	-5.76E+08	7.60E+07	0.982
POTENCIAL	0.00E+00	1.33E+02	0.986

En la tabla 4.2.2.3 se observa que el valor para los coeficientes de correlación "r" son cercanos a la unidad, de esta forma, para el ajuste lineal el coeficiente es igual 0.98, y por simplicidad del cálculo se emplea esta función para determinar el crecimiento de la población.

Concluyendo para el proyecto que nos ocupa, la población de proyecto en la delegación Iztapalapa se estimó con el método lineal, obteniéndose la siguiente expresión de crecimiento poblacional.

$$P = -758879.62 + 38536.33 t$$

La proyección de población en la delegación Iztapalapa hacia el año 2010 se muestran en la gráfica 4.2.2.1, así como las tasas de crecimiento y la población para la zona de estudio, en la tabla 4.2.2.4.



**.TABLA 4.2.2.4  
TASA DE CRECIMIENTO EN LA DELEGACION**

<b>AÑO</b>	<b>POBLACION DELEGACION</b>	<b>TASA CRECIMIENTO</b>	<b>POBLACION ZONA DE ESTUDIO.</b>
1990	1'490,499		31,706
1991	1'535,165	2.9967	32,656
1992	1'573,701	2.5102	33,476
1993	1'612,236	2.4487	34,296
1994	1'650,771	2.3902	35,115
1995	1'689,307	2.3344	35,935
1996	1'727,842	2.2811	36,755
1997	1'766,377	2.2303	37,575
1998	1'804,913	2.1816	38,394
1999	1'843,448	2.1350	39,214
2000	1'881,983	2.0904	40,034
2001	1'920,519	2.0476	40,853
2002	1'959,054	2.0065	41,673
2003	1'997,589	1.9670	42,493
2004	2'036,125	1.9291	43,313
2005	2'074,660	1.8926	44,132
2006	2'113,195	1.8574	44,952
2007	2'151,731	1.8236	45,772
2008	2'190,266	1.7909	46,591
2009	2'228,801	1.7594	47,411
2010	2'267,337	1.7290	48,231

Con las tasas de crecimiento de la tabla 4.2.2.4, se determina la población de las áreas de influencia para cada tanque (Tabla 4.2.2.5).

**TABLA 4.2.2.5  
POBLACION DE PROYECTO PARA LA ZONA DE INFLUENCIA**

AÑO	TANQUE					
	BELLA VISTA	MINAS	CABRAS	HUECAM POOL II	SAN PABLO I	SAN PABLO II
1990	5,498	17,150	1,251	1,089	6,479	243
1991	5,663	17,664	1,288	1,122	6,673	250
1992	5,805	18,107	1,321	1,150	6,841	257
1993	5,947	18,551	1,353	1,178	7,008	263
1994	6,089	18,994	1,386	1,206	7,176	269
1995	6,231	19,438	1,418	1,234	7,343	275
1996	6,373	19,881	1,450	1,262	7,511	282
1997	6,516	20,324	1,483	1,291	7,678	288
1998	6,658	20,768	1,515	1,319	7,846	294
1999	6,800	21,211	1,547	1,347	8,013	301
2000	6,942	21,655	1,580	1,375	8,181	307
2001	7,084	22,098	1,612	1,403	8,348	313
2002	7,226	22,541	1,644	1,431	8,516	319
2003	7,369	22,985	1,677	1,459	8,683	326
2004	7,511	23,428	1,709	1,488	8,851	332
2005	7,653	23,871	1,741	1,516	9,018	338
2006	7,795	24,315	1,774	1,544	9,186	345
2007	7,937	24,758	1,806	1,572	9,353	351
2008	8,079	25,202	1,838	1,600	9,521	357
2009	8,221	25,645	1,871	1,628	9,688	363
2010	8,364	26,088	1,903	1,657	9,856	370

### 4.2.3 Aspectos hidráulicos

Dentro de los datos básicos de proyecto, se consideran los aspectos hidráulicos que permiten estimar apropiadamente las características físicas e hidráulicas de las tuberías que integran el sistema, estos aspectos se describen a continuación.

**Consumo<sup>a</sup>** . El consumo es la parte del suministro de agua potable que generalmente utilizan los usuarios, sin considerar las pérdidas en el sistema. Se expresa en unidades de m<sup>3</sup> por día o litros por día, o bien cuando se trata de consumo *per capita* se utiliza L/Hab/día.

El consumo de agua se determina de acuerdo con el tipo de usuario, se divide según su uso en: doméstico y no doméstico; el consumo doméstico, se subdivide según la clase socioeconómica de la población en residencial, medio y popular (Tabla 4.2.3.1).

El consumo no doméstico incluye el comercial, el industrial y de servicios públicos; a su vez, el consumo industrial se clasifica en industrial de servicio e industrial de producción (fábricas).

---

<sup>a</sup> Manual de Diseño de agua potable, alcantarillado y saneamiento CNA

**TABLA 4.2.3.1  
TIPOS DE USUARIOS DOMESTICOS**

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

**Demanda<sup>8</sup>.** La demanda es la suma de los consumos para cada tipo de usuario más las pérdidas físicas.

Esta queda integrada como se indica:

- Consumo doméstico.
- Consumo comercial.
- Consumo industrial de servicios.
- Consumo industrial de producción.
- Consumos públicos.
- Pérdidas de agua.

<sup>8</sup> Manual de diseño de agua potable y alcantarillado CNA

**Predicción de la demanda.** Para efectos de diseño es importante determinar la demanda futura. Esta demanda se calcula con base en los consumos de las diferentes clases socioeconómicas, la actividad comercial, industrial, la demanda actual, el pronóstico de la población y su actividad económica.

**Dotación<sup>8</sup>.** La dotación es la cantidad de agua asignada a cada habitante, considerando todos los consumos de los servicios y las pérdidas físicas en el sistema, en un día medio anual; sus unidades están dadas en L/Hab/día.

**Coefficientes de variación<sup>8</sup>.** Los coeficientes de variación se derivan de la fluctuación de la demanda debido a los días laborales y otras actividades.

Los requerimientos de agua para un sistema de distribución no son constantes durante el año, ni el día, sino que la demanda varía en forma diaria y horaria.

Debido a la importancia de estas fluctuaciones para el abastecimiento de agua potable, es necesario obtener los *gastos Máximo Diario ( $Q_{md}$ )* y *Máximo Horario ( $Q_{mh}$ )*.

Su empleo en el cálculo del sistema se indica en la tabla 4.2.3.2

---

<sup>8</sup> Manual de diseño de agua potable, alcantarillado y saneamiento CNA

**TABLA 4.2.3.2  
GASTO DE DISEÑO PARA ESTRUCTURAS  
DE AGUA POTABLE**

TIPO DE ESTRUCTURA	DISEÑO CON	
	$C_{da}$	$C_{ho}$
Fuente de abastecimiento	X	
Obras de captación	X	
Línea de conducción antes del tanque de regularización	X	
Tanque de regularización	X	
Línea de alimentación a la red		X
Red de distribución		X

Para la obtención de los coeficientes de variación diaria y horaria lo adecuado es hacer un estudio de demanda de la localidad, utilizando los criterios descritos en el "Estudio de Actualización de dotaciones en el país", publicado por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (I.M.T.A.).

Considerando el estudio de "actualización de dotaciones en el país" llevado a cabo por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua; en donde se determinó la variación del consumo por hora y por día durante un período significativo en cada una de las estaciones del año, calculándose los coeficientes por clase socioeconómica y por clima. Del análisis de la información de ese trabajo, se identificó que no había una diferencia significativa entre el tipo de usuario, clima y estación del año, por lo que se puede utilizar los valores promedio, que se dan en la tabla 4.2.3.3.



**TABLA 4.2.3.3<sup>a</sup>**  
**COEFICIENTES DE VARIACION**

CONCEPTO	VALOR
Coefficiente de variación diaria ( $C_{vd}$ )	1.40
Coefficiente de variación horaria ( $C_{vh}$ )	1.55

**Gastos de diseño<sup>a</sup>** (medio diario, máximos diario y horario). La estimación apropiada de estos caudales, permite que la obra alcance su vida útil para el periodo con que fue diseñada, por lo que aquí se describen.

**Gasto medio diario ( $Q_{med}$ )**. El gasto medio diario es la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades de una población en un día de consumo promedio, se calcula como:

$$Q_{med} = (\text{Dotación}) (\text{Población}) / 86400$$

donde:

$Q_{med}$  = litros por segundo (LPS)

Dotación = Litros/Habitantes/Día (L/H/D)

Población = Número de habitantes (Hab)

86400 = segundos que tiene un día

<sup>a</sup> Manual de diseño de agua potable alcantarillado y saneamiento. CNA

**Gastos máximos diario y horario.** Los gastos máximo diario y horario, son los requeridos para satisfacer las necesidades de la población en un día de máximo consumo, y a la hora de máximo consumo en un año tipo, respectivamente, se calculan con las siguientes relaciones:

$$Q_{\text{dmd}} = C_{\text{vd}} Q_{\text{med}}$$

$$Q_{\text{hsh}} = C_{\text{vh}} Q_{\text{dmd}}$$

donde:

$Q_{\text{dmd}}$  = Gasto máximo diario en lps

$Q_{\text{hsh}}$  = Gasto máximo horario en lps

$Q_{\text{med}}$  = Gasto medio diario en lps

$C_{\text{vd}}$  = Coeficiente de variación diaria

$C_{\text{vh}}$  = Coeficiente de variación horaria

#### **Coefficientes de regularización.**

La regularización tiene por objeto cambiar el régimen de suministro (captación - conducción), que normalmente es constante, a un régimen de demandas (de la red de distribución), que siempre es variable.

El tanque de regulación es la estructura destinada para cumplir esta función, y debe proporcionar un servicio eficiente, bajo normas estrictas de higiene y seguridad, procurando que su costo de inversión y mantenimiento sea mínimo.

La capacidad del tanque esta en función del gasto máximo diario y la ley de demandas de la localidad, calculándose ya sea por métodos analíticos o gráficos.

El coeficiente de regulación, esta en función del tiempo (número de horas por día) de alimentación de las fuentes de abastecimiento al tanque, requiriéndose almacenar el agua en las horas de baja demanda, para distribuirla en las de alta demanda.

El procedimiento de cálculo se presenta a continuación:

1	2	3	4	5
Horas	Entrada %	Salida %	Diferencia	Diferencia
	Q. Bombeo	Q. Salida	(Ent-Sal)	Acumuladas

En la **columna 1** se enlista el tiempo en horas.

En la **columna 2** se anotan la ley de entrada (está en función del volumen de agua que se deposita en los tanques en la unidad de tiempo considerada, por él o los diferentes conductos de entrada).

Se puede considerar diferentes intervalos de bombeo dependiendo del gasto medio de producción de las diferentes fuentes de captación.

En la **columna 3** se anota la ley de salida en forma similar a la anterior (porcentajes de gastos horarios respecto del gasto medio horario).

En la **columna 4** se anota la diferencia algebraica entre la entrada y la salida.

Finalmente en la **columna 5** se anotan las diferencias acumuladas resultante de la suma algebraica de las diferencias de la columna 4.

De los valores de la columna de diferencias acumuladas, se deduce el máximo porcentaje excedente y el máximo porcentaje faltante, por lo que:

$$R = 3.6 ( \text{Max. \%Excedente} - \text{Max. \%Faltante} ) / 100$$

Donde:

R = Coeficiente de regularización

Max. %Excedente = Es el valor máximo positivo de las diferencias acumuladas

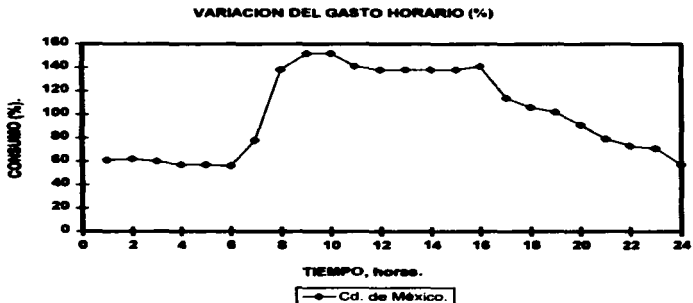
Max %Faltante = Es el valor máximo negativo de las diferencias acumuladas.

La CNA y el IMTA analizaron demandas para diferentes ciudades del país, así mismo, el Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos (BANOBRAS), elaboró un estudio en la ciudad de México, obteniendo la variación del gasto horario en la ciudad (Fig.4.2.3.1), estableciendo en base a esto una metodología para calcular los coeficientes de regularización para suministro de 20 horas por día.

---

\* Lineamientos técnicos para la elaboración de estudios y proyectos. CNA

## VARIACION DEL GASTO HORARIO EN LA CIUDAD DE MEXICO



Hora	Variación del gasto horario (%)	Hora	Variación del gasto horario (%)
0-1	61	13-14	136
1-2	62	14-15	138
2-3	60	15-16	141
3-4	57	16-17	114
4-5	57	17-18	108
5-6	56	18-19	102
6-7	78	19-20	91
7-8	138	20-21	79
8-9	152	21-22	73
9-10	152	22-23	71
10-11	141	23-24	57
11-12	138		

FIGURA 4.2.3.1

Por otro lado, en la tabla 4.2.3.4, se presentan algunos coeficientes de regularización, calculados a partir de los datos obtenidos por BANOBRAS para la ciudad de México. Cuando no se conoce la ley de demandas de una, se pueden aplicar estos valores de los coeficientes de regularización para la ciudad de México, para diferentes tiempos de bombeo.

**TABLA 4.2.3.4  
COEFICIENTES DE REGULARIZACIÓN PARA LA CIUDAD DE MÉXICO**

<b>Tiempo de suministro al tanque</b>	<b>Coefficiente de regularización (R)</b>
24 horas	14.3
20 horas (de las 4 a las 24 horas)	9.6
16 horas (de las 6 a las 22 horas)	17.3

Entonces la capacidad del tanque de regularización se determina con la siguiente expresión:

$$C = R Q_{\text{Máx}}$$

Donde:

C = Capacidad del tanque en m<sup>3</sup>.

R = Coeficiente de regularización.

Q<sub>Máx</sub> = Gasto máximo diario, en lps.

**Velocidades de diseño (máximas y mínimas permisibles).**

Las velocidades permisibles del líquido en un conducto están gobernadas por las características del material del conducto y la magnitud de los fenómenos transitorios. Existen límites tanto inferiores como superiores.

La velocidad mínima de escurrimiento se fija, para evitar la precipitación de partículas que arrastre el agua. La velocidad máxima será aquella con la cual no deberá ocasionarse erosión en las paredes de las tuberías. En la tabla 4.2.3.5 se presentan valores de estas velocidades para diferentes materiales de tubería.

**TABLA 4.2.3.5  
VELOCIDADES PERMISIBLES EN TUBERÍAS**

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

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

**Pérdidas de energía.** Para determinar las pérdidas de carga por fricción se utilizará la fórmula de Manning.

$$V = \frac{1}{n} r^{2/3} s^{1/2}$$

Donde:

V = Velocidad, en m/s

r = Radio hidráulico, en m

s = Pendiente del gradiente hidráulico, adimensional

n = Coeficiente de "fricción", adimensional

Por lo cual las pérdidas por fricción esta dado por la expresión:

$$h_f = \frac{V^2 n^2}{r^{4/3}}$$

El radio hidráulico para una sección circular es:

$$r = \frac{d}{4}$$

Sustituyendo tenemos:

$$h_f = \frac{4^{3/4} V^2 n^2}{d^{3/4}}$$

Si:

$$V = \frac{Q}{A}$$

Haciendo

$$K = \frac{4^{10/3} n^2}{\pi d^{8/3}}$$



La pérdida por fricción quedaría:

$$h_f = K L Q^2$$

Las pérdidas menores para fines prácticos se pueden considerar como 5% de las pérdidas en la línea, por lo que:

$$\text{Pérdidas menores} = 5\% h_f$$

**Sobrepresión ocasionada por el golpe de ariete.** Este término se refiere a las fluctuaciones de presión ocasionadas por variaciones de gasto (este fenómeno se presenta debido a una serie de perturbaciones originadas por cambios de flujo en un conducto a presión, por lo que se presentan variaciones violentas de presión, en forma de ondas elásticas que viajan por la tubería).

El flujo transitorio (golpe de ariete) es generado por cualquier acción que cambie las condiciones de presión y/o velocidad de un régimen permanente, planeadas o accidentales.

Dentro de las causas que originan la presencia del fenómeno pueden citarse las maniobras de cierre o apertura de válvulas de seccionamiento, arranque o paro de una bomba.

Para el cálculo del golpe de ariete para fines prácticos se considerara que la sobrepresión producida por el golpe de ariete será la misma en cualquier sección de la línea, y de acuerdo a la teoría de la columna elástica esta dado por la siguiente relación.

Sobrepresión.

$$\Delta H = a V_o / g$$

Donde:

$\Delta H$  = Incremento de carga debido al golpe de ariete

$V_o$  = Velocidad inicial

$a$  = Celeridad de onda

$g$  = Gravedad

La celeridad esta dada por

$$a = \frac{1}{\sqrt{\rho \left( \frac{1}{E_v} + \frac{D E_t}{e} \right)}}$$

Donde:

$\rho$  = Densidad del agua

$E_v$  = Módulo de elasticidad volumétrico del agua

$E_t$  = Módulo de elasticidad de la tubería

$D$  = Diámetro interior de la tubería

$e$  = Espesor de la tubería

Para conductos de pared gruesa  $e/D > 0.01$

$$a = \sqrt{\frac{Ev}{1 + \frac{2Ev}{Et} \left( \frac{(R+e)^2 + R^2}{(R+e)^2 - R^2} \right)}}$$

Donde:

R = Radio interior del conducto

**Cálculo del diámetro económico.** Para el cálculo del diámetro más económico, se conjugan los resultados de los cálculos, diseños y costos de construcción de los componentes de una construcción que son susceptibles de variar (no son las casetas, cercas de protección para equipos de bombeo o algunas estructuras complementarias) como diámetros, tipos y clase de tubería y potencia de los equipos de bombeo

**Conducción por bombeo.** Como una aproximación se considera una velocidad óptima de 1.5m/s, por lo cual el diámetro sería:

$$D = (4Q/\pi V)$$

Donde:

D= Diámetro en metros

Q= Caudal en m<sup>3</sup>/seg

V= Velocidad en m/seg

**Conducción por gravedad.** Se calcula el diámetro mas económico con la siguiente relación:

$$D = (3.21 Q n / S^2)^{3/8}$$

Con los diámetros de las fórmulas anteriores se proponen tres valores (o los necesarios) de diámetros cercanos a este, tanto mayores como menores.

Los datos básicos de la geometría de las tuberías propuestas se anotan en un formato del como el mostrado en la figura 4.2.3.6, de tal forma que sus velocidades no rebasen los límites mínimos y máximos indicados en la tabla 4.2.3.5, y se proponen longitudes para diferentes tipos y clases de tubería, se determinan las pérdidas de carga por fricción, pérdidas de carga menores y totales así como las cargas normales de operación.

Si la conducción es por bombeo, la carga normal de operación se constituye en general por el desnivel del terreno entre la planta de bombeo y la plantilla del tanque, por el tirante hidráulico del tanque, y por la suma de pérdidas de carga.

Con estos resultados de operación normal, se determina la potencia del equipo de bombeo.

Si la conducción es por gravedad, la carga normal de operación esta dada por el desnivel entre los dos tanques, considerando sus tirantes hidráulicos y la suma de las pérdidas de carga, esta diferencia debe ser positiva para garantizar que el caudal llegue al tanque ubicado aguas abajo, en caso contrario se aumentara el diámetro de la tubería con la finalidad de disminuir las pérdida de carga, ó se cambiara la ubicación de los tanques.

La segunda parte permite valuar las sobrepresiones debidas al golpe de ariete. Un criterio aproximado es el que define que el 80% de la sobrepresión por efecto del golpe de ariete, sea disipado por algún dispositivo especial dentro del diseño de la fontanería (comúnmente este dispositivo es una válvula de control y amortización del golpe de ariete). El restante 20% de la sobrepresión es lo que se recomienda que absorba la tubería, además de la carga normal de operación, con ello se obtiene la carga total o presión total.

Para desarrollar este segundo recuadro se requiere de la carga normal de operación calculada en el primer recuadro. Además que la clasificación de la sobrepresión en 80 y 20% es un criterio aproximado.

Analizando el perfil del terreno y con los datos de la primera y segunda parte de la tabla, se verifican las longitudes del tipo y clase de tubería, y en su caso se modifican.

Con el apoyo de estos datos, es posible valuar los costos de construcción y esto se presenta en la tercera parte de la tabla (figura 4.2.3.3). El formato de esta corresponde al de una hoja de presupuesto, los precios se basaran en el Tabulador General de Precios Unitarios del Departamento del Distrito Federal de 1996.

En la cuarta parte y final de la tabla, se calcula la potencia de la bomba, si la conducción es por bombeo y el costo de bombeo es por un año, se calcula el costo anualizado de la inversión para la conducción con la siguiente expresión:

$$CA = CI \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

Donde:

CA = costo anualizado de la inversión, en pesos  
CI = costo de la inversión, en pesos  
i = tasa anual de interés (tasa de descuento)  
n = período de diseño, en años

Posteriormente se suman los costos de energía por bombeo, el costo anualizado de la inversión y el costo de mantenimiento.

El menor costo de las opciones analizadas, proporciona desde el punto de vista técnico - económico la solución óptima del diámetro de la conducción.

### **4.3 Estudios topográficos**

Estos se basan en la topografía <sup>10</sup>, que es la ciencia que estudia el conjunto de procedimientos para determinar las posiciones de puntos sobre la superficie de la tierra, por medio de medidas según los tres elementos del espacio. Estos elementos pueden ser: dos distancias y una elevación, o una distancia, una dirección y una elevación.

El conjunto de operaciones necesarias para determinar las posiciones de punto y posteriormente su representación en un plano se le denomina levantamiento. Para nuestro proyecto, nos apoyaremos en levantamientos topográficos, que son aquellos que abarcan superficies reducidas, y por lo tanto se puede despreciar la curvatura de la tierra sin error apreciable.

En los proyectos de abastecimiento de agua, se denomina estudios topográficos al conjunto de actividades de campo y gabinete que tiene como finalidad proporcionar información altimétrica y/o planimétrica de una determinada región de la superficie terrestre, para ser representada en planos a escala.

---

<sup>10</sup> Topografía. Miguel Montes de Oca. Ed. Representaciones y Servicios de Ingeniería

#### **4.3.1 Trabajos preliminares.**

Para el desarrollo del proyecto, los trabajos preliminares de topografía se desarrollaron según la metodología siguiente:

- Trazo preliminar en planos, de ejes de tuberías.
- Obtención de distancias, ángulos y elevaciones sobre eje preliminar.
- Ubicación en campo del eje de trazo preliminar
- Trazo del eje definitivo.
- Levantamiento de distancias, ángulos y elevaciones sobre el cadenamiento del eje definitivo.
- Ubicación en plano de datos topográficos, mediante coordenadas.

Aunque las actividades aquí descritas, se refieren al desarrollo de un proyecto ejecutivo, siempre que fue posible se procuró confirmar los datos mediante reconocimientos de campo.

La ubicación de los tanques con sus respectivas áreas de influencia o zonas de presión, así como el trazo y perfiles de las alternativas de las líneas de conducción, se definieron en el plano topográfico de la zona (escala 1:4000), proporcionado por la D.G.C.O.H. y con el apoyo de reconocimientos de campo, esto último con la finalidad de verificar la ruta más viable de las líneas, y ubicación de los tanques, reconociendo obstáculos, características del suelo, relieve y tenencia de la tierra.



En general se procuró que el eje de trazo de las líneas de conducción coincidieran con los trazos de calles, veredas y límites de predios.

Para la ubicación de los tanques se consideraron siempre las cargas mínimas y máximas requeridas para las zonas a servir (mínima 10m y máxima 70m).

#### **4.3.2 Planimetría.**

Son los procedimientos para fijar las posiciones de los puntos, proyectados en un plano horizontal.

Una vez definidas las alternativas de abastecimiento y las rutas de las líneas de conducción, se procedió a trazar en plano la poligonal de apoyo para el trazo de proyecto de los ejes de las líneas de conducción.

Para el trazo del eje de las líneas de conducción se decidió por una poligonal abierta, recomendándose que en campo el trazo definitivo de los ejes se realice de acuerdo con el método de deflexiones o ángulos horizontales, se utilice distanciómetro y teodolito, verificando la poligonal con orientación astronómica.

Los cadenamientos de los ejes se deben fijar en puntos a cada 20 m. así como en puntos de cambio brusco de pendiente, para realizar posteriormente la nivelación del perfil de estos ejes.

Se localizarán los paramentos de las construcciones y calles que inciden con los trazos en cuestión.

El sentido del trazo de cada una de los ejes de las líneas de conducción debe iniciar en el tanque aguas arriba correspondiente.

#### **4.3.3 Altimetría o control vertical.**

Tiene por objetivo determinar las diferencias de alturas entre los puntos de un terreno. Las alturas de los puntos se toman sobre planos de comparación diversos, siendo el más común de ellos el del nivel del mar, a las alturas de los puntos sobre esos planos de comparación se les denomina cotas o elevaciones, o alturas, y a veces niveles.

Las diferencias de alturas, o determinación de cotas de los puntos del terreno, se obtienen mediante nivelación, esta puede ser:

- Indirecta:
  - Barométrica
  - Trigonométrica
- Directa o topográfica

Los métodos de nivelación directa que se emplean son:

- Nivelación diferencial
- Nivelación de perfil

**Nivelación diferencial.** Obtenido el eje de trazo de las líneas, se procederá a realizar la nivelación diferencial para ligar el banco de nivel más cercano o próximo, para nuestra zona de estudio son B(S09E08)1 y B(S08E08)3, proporcionados por la D.G.C.O.H., los cuales se ligan con el inicio del trazo de las líneas (Anexo 4.3.3.1).

El banco de nivel B(S09E08)1, está ubicado en la calle Sauce entre las calles Ahuehuetes y Gorrión, colonia Lomas de Bellavista, su elevación es de 2320.097 m.s.n.m.

El banco de nivel B(S08E08)3, se ubica en la av. Las Palmas esquina con la calle Puerto de Zihuatanejo colonia Xalpa-Tenorios.

**Nivelación del perfil.** Tomando como base la nivelación diferencial de los bancos de nivel al inicio de las líneas, y en base al trazo de la misma con la poligonal de apoyo, se elaboró el perfil correspondiente.

#### **4.5 Geológicos.**

##### **4.5.1 Geología regional.**

El buen comportamiento de un proyecto de ingeniería civil depende en gran medida de la ejecución de un estudio cuidadoso de mecánica del suelo, y este a su vez se apoya fundamentalmente en realizar un muestreo de calidad, ya que dependiendo de la excelencia de este, será la confiabilidad del proyecto completo. Teniendo en cuenta los diversos orígenes de los cuales provienen los suelos del Valle de México, no existe un procedimiento único que pueda aplicarse para obtener un calculo constante de su explotación, pero más importante aun es que no se puede estandarizar y generalizar sus propiedades, ni especificaciones.

Lo anterior obliga a los proyectos que se han de construir, a afrontar un firme conocimiento del comportamiento del subsuelo, cuya consideración tenga como resultado garantizar en el proyecto arquitectónico y estructural la estabilidad como característica principal ante la presencia de un sismo.

También como resultado de la aplicación de todos los conocimientos del subsuelo de una zona para proyectar una obra, se tendrá la seguridad en tiempo que no habrá imprevistos que detengan su funcionamiento y así la vida útil estará dependiendo únicamente de las condiciones de operación y mantenimiento de la misma.

**Marco geológico general.** La cuenca de México, asemeja una enorme presa azolvada: la cortina, situada al sur está representada por los basaltos de la sierra del Chichinautzin, mientras que los rellenos del vaso están constituidos en su parte superior por arcillas lacustres y en su parte inferior por clásticos derivados de la acción de ríos, arroyos, glaciares y volcanes. El conjunto de rellenos contiene además cenizas y estratos de pomex producto de las erupciones volcánicas menores y mayores durante el último medio millón de años, que es aproximadamente el lapso transcurrido a partir del inicio del cierre de la cuenca.

También se reconocen en el citado relleno numerosos suelos, producto de la meteorización de los depósitos volcánicos, fluviales, aluviales y glaciales, estos suelos transformados en paleosuelos o tobas, llevan el suelo del clima en el que fueron formados, siendo a veces amarillos, productos de ambientes fríos y otras veces café y hasta rojizos, producto de ambientes de moderados a subtropicales.

**Herencia volcánica.** Todo material contenido en los depósitos de la cuenca del Valle de México es directa o indirectamente de origen volcánico.

De origen volcánico directo son por ejemplo las lavas de los domos del cerro de Chapultepec y del cerro del Tepeyac. Lo son también las lavas, brechas, tezontles y cenizas del Peñón del Marqués, así como las de la sierra de Santa Catarina, siendo esta de gran importancia, ya que es aquí donde se encuentra nuestra zona de estudio.

Debido principalmente a que no existen publicaciones para determinar en forma general el tipo de suelo que existe en la zona de estudio, es necesario tomar como punto de partida la zonificación del área metropolitana, así como las técnicas de muestreo y exploración que recomienda la Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos.

De acuerdo al plano anexo de Zonificación Geotécnica, la zona en estudio se ubica en la sierra de Santa Catarina, arriba de la zona de transición abrupta, por lo cual la geología está formada por roca volcánica y depósitos de arenas.

#### **4.5.2 Trabajos de campo.**

Los estudios geológicos efectuados, consistieron en la realización de sondeos a cielo abierto sobre el trazo de las líneas, con la finalidad de determinar el tipo de terreno a excavar, dando los siguientes resultados:

La zona comprendida entre los tanques Xaltepec, Bellavista y Minas el subsuelo está formado en su mayoría por arenas, y en menor cantidad depósitos de talud de fragmentos de roca volcánica.

Entre los tanques Cabras, Huecampool, San Pablo I y San Pablo II en su mayoría lo forman depósitos de talud de fragmentos de roca volcánica.

#### **4.5.3 Clasificación de la zona y material a excavar**

De las Especificaciones Generales y Técnicas de Construcción elaboradas por la D.G.C.O.H., para la construcción de redes de agua potable, los materiales a excavar de acuerdo a el área de trabajo (zona) y tipo de material (clase), como a continuación se indica:

La zona "A" corresponde a las áreas que no están pobladas o las pobladas sin servicios municipales, en las cuales no existen instalaciones subterráneas.

La zona "B" corresponde a áreas urbanas en las cuales no existen instalaciones que dificulten o representen un peligro para la ejecución de las obras.

Zona "C" será toda aquella en la que existan instalaciones de agua potable, alcantarillado, luz, teléfono o gas, cuyas instalaciones dificultan o representan un peligro o retraso para la ejecución de las obras.

Se clasificará como material clase I el de suelos arcillosos suaves con humedad, que son capaces de soportar las paredes verticales de la excavación con o sin auxilio de ademe, que puedan ser aflojados manualmente con el empleo de pala manual.

Se clasificarán como material clase II los de suelos arcillosos, arenosos compactos capaces de soportar las paredes verticales sin auxilio de ademe y cuya excavación requiera el empleo de zapapico, tales como tepetate.

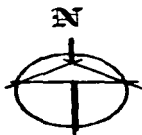
Se clasificará como material clase II-A el de aquellos suelos que estén mezclados con piedras y fragmentos de rocas, representando estos dificultad para la excavación con pala y zapapico.

Se clasificarán como material clase III el de suelo rocosos cuya excavación requiera del uso de cuña y marro o rompedoras mecánicas, incluso el uso de explosivos.



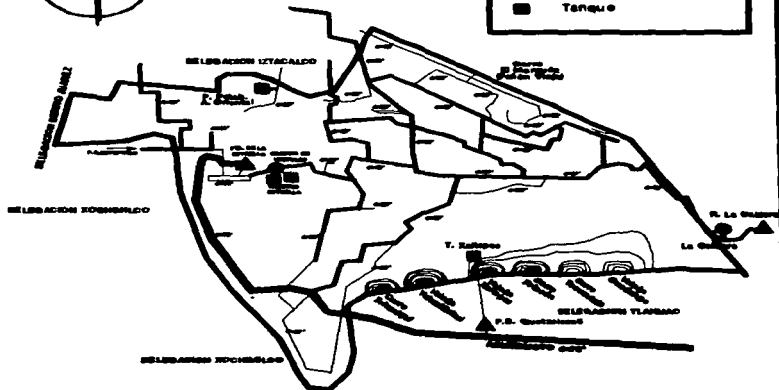
**Para los tramos Xaltepec-Bellavista y Bellavista-Minas aproximadamente el 70% corresponde a material clase II y el restante a material clase III, por estar formado en su mayoría por suelos arenosos.**

**Para los tramos del tanque Minas al San Pablo II aproximadamente el 36% corresponde a material clase II y el 64% a clase III por estar conformado en su mayoría por suelos rocosos.**



### SIMBOLOGIA

- Limite delegacional
- Red primaria  $\phi=48"$
- $\phi=$  Red primaria  $\phi=20"$
- ▲ Planta de bombas
- Tanque



PLAN DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE EN LA ZONA DELEGACIONAL DE LA DELEGACION IZTAPALAPA

**DELEGACION IZTAPALAPA**  
Red de Distribucion y  
Puntos de Abastecimiento

FIG. No. 4-1

ESCALA: 1:10

PROYECTADO: 1950

HOJA: 001

**TABLA 4.3.3**  
**CALCULO DEL DIAMETRO ECONOMICO DE CONSTRUCCION POR BARRIO**

Calle # y M =  
Carga Vehicular (v) =

L.Rancho % =

DIAMETRO m	AREA m <sup>2</sup>	VELOCIDAD m/s	LONGITUD m	CTE DE ARRIBADO	n	PERO (P) %L.O.	Por Sello S.M	Por Freno S.F.M	Por Tasa de Tasa m	CTE m	Por Rta %P
Diámetro 1											
Diámetro 2											
Diámetro 3											

**CALCULO DEL GOLPE DE ARRIETE**

Densidad (Hidrogeno) =

El agua es c.  
El agua es m.

L.PELO	Evel	On	DIAMETRO	VELOCIDAD	PERO	FACT. CTE	S.PRESION	S. Area apaga	S. Area Trasero	C.B.O m	La Pres Tasa
Diámetro 1											
Diámetro 2											
Diámetro 3											

**COSTOS DE CONSTRUCCION DE LA LINEA**

CONCEPTO	TIPO DE TUBERIA		TIPO DE TUBERIA		TIPO DE TUBERIA			
	DIAMETRO 1	DIAMETRO 3	DIAMETRO 1	DIAMETRO 3	DIAMETRO 1	DIAMETRO 3		
	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE
Costos de mano de obra:								
Asesoramiento de ingeniero civil:								
Costos de material para el tubo #								
Costos de material para el tubo #								
Perfiles especiales								
Valores especiales								
Asesoramiento de ingeniero civil								
Asesoramiento de ingeniero civil								
Asesoramiento de ingeniero civil								
Asesoramiento de ingeniero civil								
Asesoramiento de ingeniero civil								
Asesoramiento de ingeniero civil								
Asesoramiento de ingeniero civil								
Asesoramiento de ingeniero civil								
TOTAL DE CONSTRUCCION								

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD	IMPORTE





DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL

SECRETARIA GENERAL DE OBRAS

DIRECCION GENERAL DE CONSTRUCCION Y OPERACION URBANICA



DELEGACION IZTAPALAPA

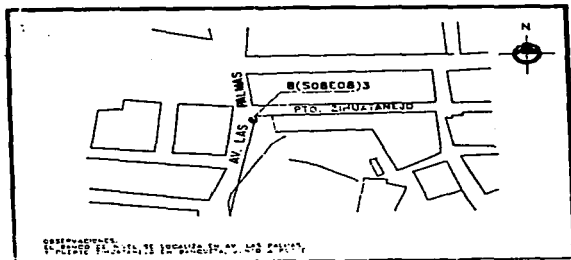
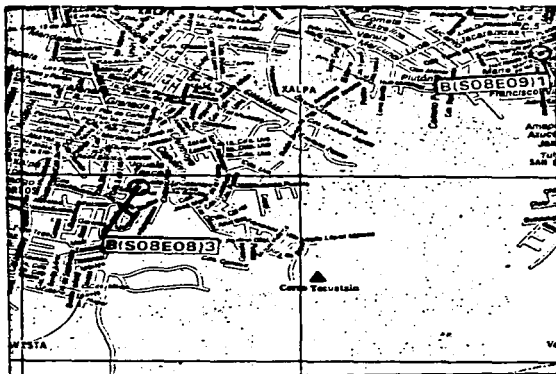
BANCO DE NIVEL

COORDENADAS  
GEOGRAFICAS

CRUCIS DE LOCALIZACION

B(SOBE08)03  
COORDENADAS UTM  
N: 98.700 E: 37.420

99°01'05"-19°10'56"





DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL  
SECRETARÍA GENERAL DE OBRAS  
DIRECCIÓN GENERAL DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACION HIDRAULICA



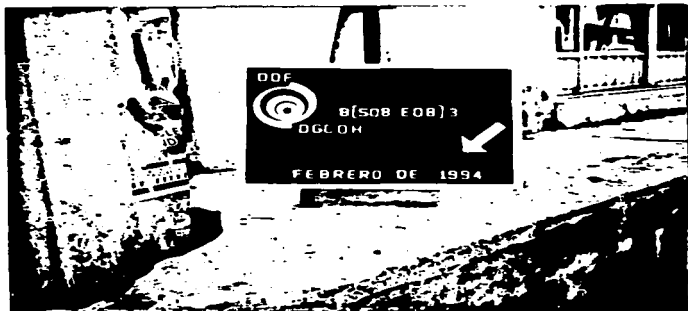
DELEGACION IZTAPALAPA

BANCO DE NIVEL  
FOTOGRAFIAS

8(508E08)03  
COORDENADAS UTM  
X: 98.100 Y: 37.420

COORDENADAS  
GEOGRAFICAS

99°01'05"-19°19'54"





DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL  
SECRETARÍA GENERAL DE OBRAS  
DIRECCIÓN GENERAL DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN HIDRAULICA



DELEGACION IZTAPALAPA

BANCO DE NIVEL DATOS DE NIVELACION	B(S08E08)03	COORDENADAS GEOGRAFICAS 99°01'05"-19°19'54"
	COORDENADAS UTM	
	X: 08.100 Y: 37.620	

CIA. QUE NIVELA	BANCO DE PARTIDA		BANCO DE LLEGADA		OBSERVACIONES
	CLAVE	ELEVACION	FECHA	ELEVACION	
C.A.C.U.S.A.	B(S08E08)-01	2,258.580	08/21/84	2,318.889	PLACA NUEVA
I.U.T.S.A	B(S08E08)-01	2,258.611	12/01/85	2,318.947	
C.A.C.U.S.A.	B(S09E08)-01	2,320.173	04/27/87	2,318.942	
I.U.T.S.A	B(S08E08)-01	2,258.483	08/01/89	2,318.825	
I.U.Y.E.T	B(S09E08)-01	2,320.166	06/19/92	2,318.870	
I.U.Y.E.T	B(S09E08)-01	2,320.097	02/10/94	2,318.803	



DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL  
SECRETARIA GENERAL DE OBFAS  
DIRECCION GENERAL DE CONSTRUCCION Y OPERACION HIDRAULICA



DELEGACION TETAPALAPA

BANCO DE NIVEL

B(S09E08)01

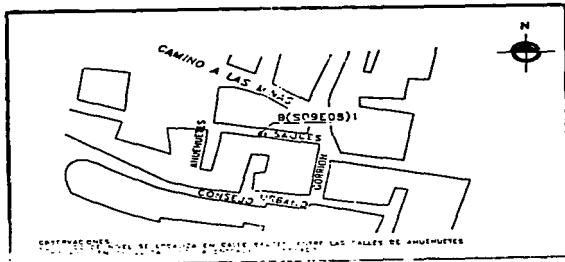
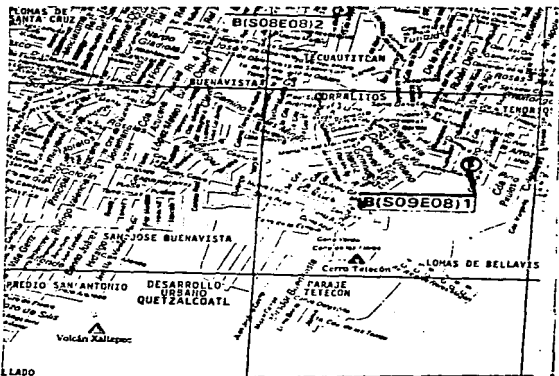
COORDENADAS  
GEOGRAFICAS

CROQUIS DE LOCALIZACION

COORDENADAS UTM

N: 97.516 E: 37.113

99°01'25" - 19°19'44"



CONSTRUCCIONES DEL SECTOR EN CALLE DE LA UNIÓN Y CALLE DE LA JUSTICIA DEL PARAJE LAS VILLAS DE AHUENHETES





DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL  
SECRETARIA GENERAL DE OBRAS



DIRECCION GENERAL DE CONSTRUCCION Y OPERACION HIDRAULICA

DELEGACION IZTAPALAPA

BANCO DE NIVEL  
FOTOGRAFIAS

8680008101

COORDENADAS UTM

X: 97.316 Y: 37.113

COORDENADAS  
GEOGRAFICAS

99°01'25"-19°19'44"





DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL  
SECRETARIA GENERAL DE OBRAS  
DIRECCION GENERAL DE CONSTRUCCION Y OPERACION HIDRAULICA



DELEGACION IZTAPALAPA

BANCO DE NIVEL DATOS DE NIVELACION	B(S08E08)01	COORDENADAS GEOGRAFICAS 22°01'23"-12°12'44"
	COORDENADAS UTM:	
	X: 97.516 Y: 37.113	

CIA. QUE NIVELA	BANCO DE PARTIDA		BANCO DE LLEGADA		OBSERVACIONES
	CLAVE	ELEVACION	FECHA	ELEVACION	
C.A.C.U.S.A.	B(S08E08)-03	2,318.889	08/21/84	2,320.192	
I.U.T.S.A.	B(S08E08)-03	2,318.947	12/01/85	2,320.247	
C.A.C.U.S.A.	B(S08E08)-02	2,257.583	04/27/87	2,320.173	
I.U.T.S.A.	B(S08E08)-03	2,318.825	08/01/89	2,320.117	
I.U.V.E.T	P(S08E07)01	2,244.682	06/19/92	2,320.166	
I.U.V.E.T	B(S08E08)02	2,257.518	02/10/94	2,320.097	

## **5 ALTERNATIVAS DE SOLUCION**

## **5 ALTERNATIVAS DE SOLUCCION**

### **5.1 Datos básicos de las alternativas.**

Una vez definida la ubicación de los tanques con sus respectivas zonas de influencia, se determinarán los datos básicos para el cálculo de las alternativas

#### **5.1.1 Gastos de diseño.**

Dotación para el calculo del proyecto:

$$\text{Dot} = 150 \text{ l/Hab/dia}$$

Gasto medio (lps):

$$\text{Qm} = (\text{Población proyecto} * \text{Dotación}) / 864000$$

Gasto máximo diario en litros/seg:

$$\text{Qd} = 1.2 * \text{Qm}$$

Gasto máximo horario (lps)

$$\text{Qh} = 1.5 \text{ Qd}$$

Coficiente de variación diaria (Tabla 4.2.3.3)

$$\text{Cvd} = 1.2$$

Coefficiente de variación horaria (Tabla 4.2.3.3)

$$C_{vh} = 1.5$$

La población y gasto para el análisis de alternativas se indican en la tabla 5.1.1.

**TABLA 5.1.1  
POBLACION Y GASTOS PARA EL AÑO 2010**

TANQUE	POBLACION (Hab)	CAUDAL (lps)		
		Q <sub>med</sub>	Q <sub>max</sub>	Q <sub>min</sub>
1.- XALTEPEC				
2.- BELLA VISTA	8,364	14.52	17.43	26.14
3.- MINAS	26,087	45.29	54.35	81.52
4.- CABRAS	1,903	3.30	3.96	5.94
5.- HUECAMPOOL II	1,657	2.66	3.45	5.18
6.- SAN PABLO I	9,856	17.114	20.54	30.80
7.- SAN PABLO II	370	0.64	0.77	1.15
<b>TOTAL</b>	<b>48,237</b>		<b>100.60</b>	<b>180.73</b>

5.1.2 Ubicación de tanques y longitud de líneas de conducción.

**TABLA 5.1.2.1  
UBICACION SOBRE COTAS DE TERRENO**

TANQUE	ELEVACION (msnm)	NOME (msnm)
1.- XALTEPEC	2,283.18	2,283.19
2.- BELLA VISTA	2,380.00	2,383.50
3.- MINAS	2,369.90	2,373.60
4.- CABRAS	2,451.77	2,455.27
5.- HUECAMPOOL II	2,398.00	2,401.50
6.- SAN PABLO I	2,404.00	2,404.00
7.- SAN PABLO II	2,451.00	2,460.00

**TABLA 5.1.2.2  
LONGITUD DE LINEAS DE CONDUCCION**

<b>T R A M O</b>	<b>LONGITUD ( m )</b>
XALTEPEC-BELLAVISTA	2,200.00
BALLAVISTA-MINAS	2,095.47
MINAS-CABRAS	1,930.00
CABRAS-HUECAMPOOL II	1,441.00
CABRAS-SAN PABLO I	1,446.00
SAN PABLO I-SAN PABLO II	353.00

**5.1.3 Datos de diseño.**

**Coefficiente de Manning.**

Asbesto - cemento	$n = 0.010$
Acero	$n = 0.014$

**Módulo de elasticidad.**

Agua dulce	$E_v = 20,670 \text{ Kg/cm}^2$
Asbesto-cemento	$E_t = 328,000 \text{ Kg/cm}^2$
Acero	$E_t = 2'100,000 \text{ Kg/cm}^2$

**Densidad del agua.**

$$\rho = 101.94 \text{ Kg, seg}^2 / \text{m}^4$$

**Gravedad.**

$$g = 9.81 \text{ m / seg}^2$$

**Espesor de tubería.**

**TABLA 5.1.3.1  
ESPESORES DE TUBERÍA**

<b>DIAMETRO</b>	<b>CLASE Y TIPO</b>	<b>ESPESOR ( cm )</b>
10.2 cm 4"	A - 7	1.10
	A - 10	1.30
	A - 14	1.60
	Acero ced. 40	0.602
15.2 cm 6"	A - 7	1.20
	A - 10	1.50
	A - 14	1.95
	Acero ced. 40	0.711
30.5 cm 12"	A - 7	2.00
	A - 10	2.60
	A - 14	3.50
	Acero ced. 40	1.031
50.8 cm 20"	A - 7	2.85
	A - 10	4.05
	A - 14	5.80
	Acero ced. 40	1.509

## **5.2 Planteamiento de alternativas.**

Las alternativas se plantearán en virtud de las diferentes opciones para alimentar principalmente a los tanques Cabras, Huecampool y San Pablo I, ambos de proyecto, desde el tanque Minas (existente), el cual se acondicionara como carcamo de bombeo.

La alimentación al tanque "Bellavista (de proyecto), será del tanque "Xaltepec" (existente), que se habilitará como carcamo de bombeo, y este a su vez alimentará al tanque "Minas". El análisis de sus líneas de conducción será unicamente para determinar el diámetro mas económico, al igual que la línea del tanque "San Pablo I" "San Pablo II".

Las dificultades a vencer estriban en un principio; al tanque "Cabras", el cual requiere de una elevación cercana a los 2450.00 m.s.n.m. debido a que su área a servir se encuentra situada entre las cotas.

El tanque "Cabras" se abastecerá desde la planta de bombeo de proyecto ubicado en el tanque "Minas" el cual se encuentra en la cota 2371.35 m.s.n.m., por lo que habrá que vencer una carga de 79.87 m., más las pérdidas por fricción en la línea.



El otro problema a vencer será la alimentación al tanque "Huecampool II", la zona de influencia de este es menor, sin embargo es de suma importancia, ya que atenderá la red que no puede servir el tanque "Cabras", debido a las grandes cargas que se presentarían en la red, porque el área de influencia de este tanque, se encuentra entre la cotas 2340 a la 2390 m.s.n.m., por lo cual se hizo la delimitación de las zonas de presión para evitar posibles fugas en la red de distribución.

Por último el análisis contempla la solución que debiera darse para alimentar al tanque "San Pablo I", que se encuentra en la cota 2404.00 m.s.n.m., ya que de este tanque dependerá el tanque "San Pablo II", para abastecer a las colonias más alejadas y en zonas alta, que se encuentran entre las cotas m.s.n.m., la solución podría ser una línea desde el tanque "Cabras", o bien derivar una línea desde un cruceo situado en un punto de la línea que alimentará al tanque "Huecampool II".

El análisis para cada solución, se hará considerando las factibilidades técnicas de los servicios, y posteriormente se hará la evaluación económica, al final de cada análisis se comentaran las ventajas y desventajas acorde con las políticas y planteamiento de los operadores del sistema de la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, así como de la delegación Iztapalapa.

### 5.2.1 Tramo Xaltepec - Bellavista

La conducción será por bombeo, y el gasto a conducir es el total del proyecto.

$$Q = 17.47 + 54.35 + 3.96 + 3.45 + 20.54 + 0.77 = 100.5 \text{ l/s} \quad (\text{Tabla 5.1.1.1})$$

$$\text{Cota inicial (NAME del tanque Xaltepec)} = 2283.19 \text{ m.s.n.m.} \quad (\text{Tabla 5.1.2.1})$$

$$\text{Cota final (NAME del tanque Bellavista)} = 2383.50 \text{ m.s.n.m.} \quad (\text{Tabla 5.1.2.1})$$

$$H = 2383.50 - 2283.19 = 100.31 \text{ m}$$

$$\text{Longitud} = 2200 \text{ m} \quad (\text{Tabla 5.1.2.2})$$

#### Cálculo del diámetro más económico.

Para una sección por bombeo la velocidad óptima se considerará  $V = 1.5 \text{ m/s}$

$$A = Q/V = 0.1005/1.5 = 0.067 \text{ m}^2$$

$$D = (4A/\pi)^{1/2} [4(0.067)/\pi]^{1/2} = 0.292 \text{ m} = 11.5''$$

Se analizará el diámetro más económico entre 12 y 20" en las tablas 5.2.1.1 y 5.2.1.2 y la figura 5-1.

De la tabla 5.2.1.1 para tubería de 12" de diámetro se requieren los siguientes tipos y clases de tubería:

A-7 L = 318 m

A-10 L = 546 m

A-14 L = 417 m

Acero L = 919 m

El costo anual es \$1'042,895.00

De la tabla 5.2.1.2 para tubería de 20" de diámetro se requieren:

A-7 L = 865 m

A-10 L = 527 m

A-14 L = 1008 m

El costo anual es \$1'190,148.10

El costo más económico es el de la línea de 12" de diámetro, por lo tanto se propone elaborar el proyecto ejecutivo con 12" con los tramos arriba mencionados para este diámetro.

Se requiere una estación de bombeo en el tanque "Xaltepec", para los siguientes datos:

Q = 100.5 l/s

C.D.T. = 119.32 m (tabla 5.2.1.1)

### 5.2.2 Tramo Bellavista - Minas

La conducción será por gravedad y el gasto será el total del proyecto menos el consumido por el área de influencia del tanque "Bellavista".

$$Q = 100.50 - 17.43 = 83.07 \text{ l/s}$$

$$\text{Cota inicial (NAME del tanque Bellavista)} = 2383.50 \text{ m.s.n.m.}$$

$$\text{Cota final (NAME de tanque Minas)} = 2373.60 \text{ m.s.n.m.}$$

$$H = 2383.50 - 2373.60 = 9.9 \text{ m}$$

$$L = 2095.47 \text{ m}$$

Cálculo de diámetro económico.

Para el cálculo del diámetro económico se usará la siguiente fórmula:

$$D = (3.21Qn/s^{1/2})^{3/8}$$

$$s = H/L = 9.90/2095.47 = 0.00472$$

$$D = [(3.21)(0.08307)(0.010)/(0.00472)^{1/2}]^{3/8} = 0.2957 \text{ m} < 0.305 \text{ m (12")}$$

Se analizará el diámetro más económico entre 12 y 20" en la tabla 5.2.2.1 y 5.2.2.2 y figura 5.2.

De la tabla 5.2.2.1 para tubería de 12" de diámetro se requieren los siguientes tipos y clases de tubería:

$$\text{A-7} \quad L = 1058 \text{ m}$$

$$\text{A-10} \quad L = 320 \text{ m}$$

$$\text{A-14} \quad L = 717.47 \text{ m}$$

El costo total de la línea es \$1'025,826.92

De la tabla 5.2.2.2 para tubería de 20" de diámetro se requieren:

A-7            L = 1058m

A-10          L = 320 m

A-14          L = 717.47 m

El costo total de la línea es \$1'988,098.52

El costo más económico es el de la línea de 12" de diámetro, por lo tanto se propone elaborar el proyecto ejecutivo con 12" con los tramos arriba mencionados para este diámetro.

### **5.2.3 Primera Alternativa.**

Esta alternativa plantea alimentar directamente al tanque "Cabras", descargando en su interior todo el caudal requerido por este tanque, así como el requerido por los tanques "Huecampool II", y "San Pablo I". Por lo tanto se forman tres líneas de conducción, el primer tramo será por bombeo del tanque "Minas" al tanque "Cabras", y las dos restantes serán por gravedad del tanque "Cabras" al tanque "Huecampool II, y al tanque "San Pablo I" respectivamente (Figura 5-1A).

Los gastos que se conducirán serán los siguientes: para el primer tramo (por bombeo) un gasto de 28.72 l/seg , hasta el tanque "Cabras", el desnivel que habrá que vencer es de 81.67 m, y tendrá un recorrido de 1930 m. El tramo del tanque "cabras" al "huecampool II (por gravedad), tendrá un gasto de 3.45 l/seg, y el desnivel existente entre ambas estructuras será de 53.57 m, y se tendrá un recorrido de 1421 m, el tercer tramo Cabras-San Pablo I (por gravedad ), será para un gasto de 21.31 l/seg, con un desnivel de 47.77 m, con un recorrido de 1446 m.

Cada tanque abastecera independientemente a la red de distribución de su área de influencia, ver fig. de la primera alternativa.

A continuación se presenta el análisis técnico y económico de esta alternativa.

**Tramo Minas-Cabras (por bombeo).**

$$Q = 28.72 \text{ l/seg}$$

$$\text{Cota inicial (NAME del tanque Minas)} = 2373.60 \text{ m.s.n.m.}$$

$$\text{Cota final (NAME del tanque Cabras)} = 2455.27 \text{ m.s.n.m.}$$

$$H = 2455.27 - 2373.60 = 81.67 \text{ m}$$

$$L = 1930 \text{ m}$$

**Cálculo del diámetro más económico.**

Si  $V=1.5\text{m/s}$

$$A = Q/V = 0.02872/1.5 = 0.01915 \text{ m}^2$$

$$D = (4A/\pi)^{1/2} [4(0.01915)/\pi]^{1/2} = 0.156 \text{ m} > 0.152 \text{ m (6")}$$

Se analizara el diámetro mas económico entre 6 y 12" en las tablas 5.2.3.1 y 5.2.3.2 y la figura 5 -2

En las tablas 5.2.3.1 y 5.2.3.2 se justifica que la tubería de 12" de diámetro es la mas conveniente para este tramo por bombeo, por ser la mas económica siendo las siguientes tipos y clases de tubería:

A-7        L = 292 m

A-10      L = 383 m

A-14      L = 1255 m

El costo anual es \$400,759.55

Se requiere una estación de bombeo en el tanque "Minas", para los siguientes datos:

Q = 28.72 l/s

C.D.T. = 82.84 m (tabla 5.2.3.2)

### **Tramo Cabras-Huecampool**

$$Q = 3.45 \text{ l/s}$$

Cota inicial (NAME del tanque Cabras) = 2455.27 m.s.n.m.

Cota final (NAME de tanque Huecampool II) = 2401.50 m.s.n.m.

$$H = 2455.27 - 2401.50 = 53.77 \text{ m}$$

$$L = 1441 \text{ m}$$

**Cálculo de diámetro económico.**

Para el cálculo del diámetro económico se usara la siguiente formula:

$$D = (3.21Qn/s^{1/2})^{3/8}$$

$$s = H/L = 53.77/1421 = 0.03784$$

$$D = [(3.21)(0.00345)(0.010)/(0.03784)^{1/2}]^{3/8} = 0.081\text{m} < 0.102 \text{ m (4")}$$

Para líneas de conducción el diámetro mínimo recomendado es de 0.102 m (4"), por lo tanto el tramo Cabras-Huecampool sera de 4" de diámetro, y de acuerdo al análisis de la tabla 5.2.3.3 y al perfil de la figura 5-2, los tipos y clases de tubería serán los siguientes:

$$A-7 \quad L = 778 \text{ m}$$

$$A-10 \quad L = 643 \text{ m}$$

El costo anualizado es \$64,773.36



### Tramo Cabras-San Pablo I

$$Q = 21.31 \text{ l/s}$$

Cota inicial (NAME del tanque Cabras) = 2455.27 m.s.n.m.

Cota final (NAME de tanque San Pablo I) = 2404.00 m.s.n.m.

$$H = 2455.27 - 2404.00 = 47.77 \text{ m}$$

$$L = 1446 \text{ m}$$

Cálculo de diámetro económico.

Para el cálculo del diámetro económico se usara la siguiente formula:

$$D = (8.21Qn/s^{1/2})^{3/8}$$

$$s = H/L = 47.77/1446 = 0.033$$

$$D = [(8.21)(0.02131)(0.010)/(0.033)^{1/2}]^{3/8} = 0.123 \text{ m} < 0.152 \text{ m} (6")$$

La línea será de .152 m (6"), y de acuerdo a la tabla 5.2.3.4 y al perfil de la figura 5-2 los tipos y clases de tubería serán los siguientes:

$$A-7 \quad L = 915 \text{ m}$$

$$A-10 \quad L = 531 \text{ m}$$

El costo anualizado es \$93,729.98

El costo anualizado de esta alternativa es:

Tramo Cabras - Huecampool II =	64,773.36
Tramo Cabras - San Pablo I =	93,729.98
Tramo Minas - Cabras costo anualizado =	400,759.55

El costo de la estación de bombeo considerando:

1 HP a \$5500/HP

HP requeridos  $39.04 \cong 40$  HP

Costo anualizado  $40 \times 5500 \times 0.263797 =$  **58,035.34**

Costo de los operadores  $1625.70 \times 3 \times 12 =$  **58,525.20**

Costo de la primera alternativa = **\$ 676,623.43**

#### **5.2.4 Segunda alternativa.**

Para disminuir las cargas de presión en las líneas de conducción, se plantea la construcción de un cárcamo intermedio, este cárcamo absorberá el gasto que se requiere para alimentar al tanque "Cabras" , y este a su vez alimentará al tanque "San Pablo I", que es de 25.27 l/seg, pero la carga en la línea no se rompe del todo, continuando el bombeo desde las "Minas" hasta el "Huecampool II", solamente que desde este punto únicamente continúan 3.45 l/seg hasta este último.

Una vez alimentados ambos tanques, la distribución se hará de igual forma y/o con las mismas variantes que la alternativa anterior (Figura 5-2A).

El primer punto a determinar es el sitio donde se ubicara el cárcamo intermedio, para lo cual se efectuaron recorridos por el trazo propuesto de la línea Minas-Cabras localizando el terreno en el cadenamamiento 1+685.

A continuación se presenta el análisis técnico y económico de esta alternativa.

**Tramo Minas-Cárcamo (por bombeo).**

$$Q = 28.72 \text{ l/seg}$$

$$\text{Cota inicial (NAME del tanque Minas)} = 2373.60 \text{ m.s.n.m.}$$

$$\text{Cota final (NAME del cárcamo intermedio)} = 2407.5 \text{ m.s.n.m.}$$

$$H = 2407.5 - 2373.60 = 33.90 \text{ m}$$

$$L = 1685 \text{ m}$$

**Cálculo del diámetro más económico.**

$$\text{Si } V = 1.5 \text{ m/s}$$

$$A = Q/V = 0.02872/1.5 = 0.01915 \text{ m}^2$$

$$D = (4A/\pi)^{1/2} = [4(0.01915)/\pi]^{1/2} = 0.156 \text{ m} > 0.152 \text{ m (6")}$$

Se analizara el diámetro mas económico entre 6 y 12" en las tablas 5.2.4.1 y 5.2.4.2 y la figura 5-4.

En las tablas 5.2.4.1 y 5.2.4.2 se nos da los siguientes costos anualizados para las tuberías de 6" y 12" de diámetro:

Tubería de 6" = \$221,567.32

Tubería de 12" = \$243.306.65

Debido a que la diferencia en costos es mínima, y aunque se pudiera considerar un menor costo inicial ((inversión de infraestructura) con la línea de 6" de diámetro el gasto a conducir quedaría limitado a los 28.72 l/seg . esto se comenta ya que la zona que dependerá del Cárcamo pudiera en un momento dado requerir un gasto mayor , por lo cual el ahorro económico no se estima conveniente.

Se propone para este tramo entonces tubería de 12" de diámetro de las siguiente clase de acuerdo a la tabla:

A-7            L = 931 m

A-10          L = 754 m

Se requiere una estación de bombeo en el tanque "Minas", para los siguientes datos:

Q = 28.72 l/s

C.D.T. = 34.75 m (tabla 5.3.6.b)

**Tramo Cárcamo-Cabras (por bombeo).**

$$Q = 25.27 \text{ l/seg}$$

$$\text{Cota inicial (NAME del Cárcamo)} = 2407.50 \text{ m.s.n.m.}$$

$$\text{Cota final (NAME del tanque Cabras)} = 2455.27 \text{ m.s.n.m.}$$

$$H = 2455.27 - 2407.50 = 47.77 \text{ m}$$

$$L = 245 \text{ m}$$

**Cálculo del diámetro más económico.**

$$\text{Si } V = 1.5 \text{ m/s}$$

$$A = Q/V = 0.02527/1.5 = 0.01685 \text{ m}^2$$

$$D = (4A/\pi)^{1/2} = [4(0.01685)/\pi]^{1/2} = 0.146 \text{ m} > 0.152 \text{ m (6")}$$

Se analizara el diámetro mas económico entre 6 y 12" en las tablas 5.2.4.3 y 5.2.4.4 y la figura 5-4.

En las tablas 5.2.4.3 y 5.2.4.4 se nos da los siguientes costos anualizados para las tuberías de 6" y 12" de diámetro:

$$\text{Tubería de 6" = \$ 81,592.16}$$

$$\text{Tubería de 12" = \$86,643.32}$$

Debido a que la diferencia en costos es mínima, y aunque se pudiera considerar un menor costo inicial ((inversión de infraestructura) con la línea de 6" de diámetro el gasto a conducir quedaría limitado a los 25.27 l/seg , esto se comenta ya que el tanque "Cabras" pudiera en un momento dado requerir un gasto mayor , por lo cual el ahorro económico no se estima conveniente.

Se propone para este tramo entonces tubería de 12" de diámetro de las siguiente clase de acuerdo a la tabla:

A-7      L = 245 m

Se requiere una estación de bombeo en el tanque "Minas", para los siguientes datos:

Q = 25.27 l/s

C.D.T. = 47.87 m (tabla 5.2.4.4)

#### Tramo Cárcamo - Huecampool II

Como no se interrumpe la línea al "Huecampool II", y la presión tampoco, se tendrá por lo tanto sobrepresión en el tramo de  $20\% H_{ga}^1 = 9.81\text{m}$  (ver cálculo de sobrepresión en la tabla 5.2.4.5

Q = 3.45 l/seg

---

<sup>1</sup> H<sub>ga</sub>=Sobrepresión por golpe de ariete

**Piezométrica en el punto de llegada al Cárcamo intermedio = 2407.50 m.s.n.m.**

**NAME tanque Huecampool = 2401.50 m.s.n.m.**

**H = 2407.50 - 2401.50 = 6.00 m**

**L = 1671m**

**Cálculo de diámetro económico.**

**Para el cálculo del diámetro económico se usara la siguiente formula:**

$$D = (3.21Qn/s^{1/2})^{3/8}$$

$$s = H/L = 6.00/1671 = 0.00359$$

$$D = [(3.21)(0.00345)(0.010)/(0.00359)^{1/2}]^{3/8} = 0.094m < 0.102 m (4")$$

Para líneas de conducción el diámetro mínimo recomendado es de 0.102 m (4"), por lo tanto el tramo Cárcamo-Huecampool sera de 4" de diámetro, y de acuerdo al análisis de la tabla 5.2.4.5 y al perfil de la figura 5-4, el tipo y clase de tubería y longitud serán los siguientes:

**A-7      L = 1671 m**

**El costo anualizado es \$74,447.43**

**El costo anualizado de esta alternativa será:**

Tramo Cárcamo - Huecampool II = 74,447.43

Tramo Cabras - San Pablo I (igual que la 1ª. Alternativa) 93,729.98

Tramo Minas - Cárcamo costo anualizado = 243,306.85

El costo de la estación de bombeo considerando:

1 HP a \$5500/HP

HP requeridos 16.41  $\cong$  20 HP

Costo anualizado  $20 \times 5500 \times 0.263797 =$  29,017.67

Costo de los operadores  $1625.70 \times 3 \times 12 =$  58,525.20

Tramo Cárcamo-Cabras costo anualizado = 86,643.32

El costo de la estación de bombeo considerando:

1 HP a \$5500/HP

HP requeridos 19.89  $\cong$  20 HP

Costo anualizado  $20 \times 5500 \times 0.263797 =$  29,017.67

Costo de los operadores  $1625.70 \times 3 \times 12 =$  58,525.20

Costo de la segunda alternativa = \$ 673,213.32



### 5.2.5 Tercera Alternativa.

En esta alternativa se considera bombear del Cárcamo intermedio hacia el tanque "Cabras" únicamente el gasto requerido para su área de influencia, o sea 3.96 l/seg, y del Cárcamo intermedio hacia el tanque "San Pablo I", un gasto de 21.31 l/seg (Figura 5-3A).

Tramo Cárcamo intermedio-Cabras.

$$Q = 3.96 \text{ l/seg}$$

$$\text{Cota inicial (NAME del Cárcamo)} = 2407.50 \text{ m.s.n.m.}$$

$$\text{Cota final (NAME del tanque Cabras)} = 2455.27 \text{ m.s.n.m.}$$

$$H = 2455.27 - 2407.50 = 47.77 \text{ m}$$

$$L = 245 \text{ m}$$

Cálculo del diámetro más económico.

$$\text{Si } V = 1.5 \text{ m/s}$$

$$A = Q/V = 0.00396/1.5 = 0.00264 \text{ m}^2$$

$$D = (4A/\pi)^{1/2} = [4(0.00264)/\pi]^{1/2} = 0.058 \text{ m} < 0.102 \text{ m (4")}$$

Para líneas de conducción el diámetro mínimo recomendado es de 0.102 m (4"), por lo tanto el tramo Cárcamo-Cabras será de 4" de diámetro, y de acuerdo al análisis de la tabla 5.2.5.1 y al perfil de la figura 5-5, el tipo, clase de tubería y longitud serán los siguientes:

$$A-7 \quad L = 245 \text{ m}$$

Con un costo anual de \$21,442.28

Se requiere una estación de bombeo en el Cárcamo, para los siguientes datos:

$$Q = 3.96 \text{ l/s}$$

$$\text{C.D.T.} = 48.59 \text{ m (tabla 5.2.5.1)}$$

**Tramo Cárcamo Intermedio - San Pablo I**

$$Q = 21.31 \text{ l/seg}$$

$$\text{Cota inicial (NAME del Cárcamo)} = 2407.50 \text{ m.s.n.m.}$$

$$\text{Cota final (NAME del tanque San Pablo I)} = 2407.50 \text{ m.s.n.m.}$$

$$H = 2407.50 - 2407.50 = 0.00 \text{ m}$$

$$L = 1442 \text{ m}$$

Cálculo del diámetro más económico.

$$\text{Si } V = 1.5 \text{ m/s}$$

$$A = Q/V = 0.02131/1.5 = 0.01421 \text{ m}^2$$

$$D = (4A/\pi)^{1/2} = [4(0.01421)/\pi]^{1/2} = 0.135 \text{ m} > 0.152 \text{ m (6")}$$

Se analizara el diámetro mas económico entre 6 y 12" en las tablas 5.2.5.3 y 5.2.5.4 y el perfil de la figura 5-5.

En las tablas 5.2.5.3 y 5.2.5.4 nos da los siguientes costos anualizados para las tuberías de 6" y 12" de diámetro:

$$\text{Tubería de 6" } = \$107,756.91$$

$$\text{Tubería de 12" } = \$150,418.32$$

Por lo cual el diámetro mas económico es el de 8", y la clase y longitud son las siguientes:

A-7      L = 1442 m

Se requiere una estación de bombeo en el Cárcamo, para los siguientes datos:

Q = 21.31 l/s

C.D.T. = 16.31 m (tabla 5.2.5.3)

El costo anualizado de esta alternativa será:

Tramo Cárcamo - Huecampool II (2ª. Alternativa.) = 74,447.43

Tramo Minas - Cárcamo costo anualizado( 2ª. Alternativa.) = 243,306.85

El costo de la estación de bombeo considerando:

1 HP a \$5500/HP

HP requeridos 16.41  $\cong$  20 HP

Costo anualizado 20 X 5500 X 0.263797 = 29,017.67

Costo de los operadores 1625.70 X 3 X 12 = 58,525.20

Tramo Cárcamo-Cabras costo anualizado = 21,442.28

El costo de la estación de bombeo considerando:

1 HP a \$5500/HP

HP requeridos 3.16  $\cong$  4 HP

Costo anualizado 4 X 5500 X 0.263797 = 5,8030.53

Costo de los operadores 1625.70 X 3 X 12 = 58,525.20

Tramo Cárcamo-San Pablo I costo anualizado = 107,756.91

El costo de la estación de bombeo considerando:

1 HP a \$5500/HP

HP requeridos  $5.65 \approx 6$  HP

Costo anualizado  $6 \times 5500 \times 0.263797 =$

8,705.30

Costo de los operadores  $1825.70 \times 3 \times 12 =$

58,525.20

**Costo de la tercera alternativa =**

**\$ 666055.57**

#### **5.2.6 Tramo San Pablo I - San Pablo II.**

$Q = 0.77$  l/seg

Cota inicial (NAME del tanque San Pablo I) = 2407.50 m.s.n.m.

Cota final (NAME del tanque San Pablo II) = 2460.00 m.s.n.m.

$H = 2460.00 - 2407.50 = 52.50$  m

$L = 245$  m

Cálculo del diámetro más económico.

Si  $V = 1.5$  m/s

$A = Q/V = 0.00077/1.5 = 0.0005133$  m<sup>2</sup>

$D = (4A/\pi)^{1/2} = [4(0.01685)/\pi]^{1/2} = 0.026$  m < 0.102 m (4")

Para líneas de conducción el diámetro mínimo recomendado es de 0.102 m (4"), por lo tanto el tramo San Pablo I al San Pablo II, I sera de 4" de diámetro, y de acuerdo al análisis de la tabla 5.2.6.1 y al perfil de la figura 5-6, la clase y longitud de tubería serán los siguientes:

A-7      L = 354 m

El costo anualizado es \$18,473.81

### **5.3 Análisis y selección de alternativas.**

#### **5.3.1 Comentarios a la primera alternativa.**

Técnicamente las ventajas que se tendrían se deben a que el mayor gasto requerido se tiene en el primer punto de entrega, por lo cual, este tanque puede amortizar en un momento dado, las demandas que el tanque "Huecampool II" no alcance a cubrir por una falla.

El gasto a conducir hacia el tanque "Huecampool" estará garantizado, siempre y cuando el tanque "cabras" tenga el abasto suficiente.

Otra ventaja es que se tendría un solo sitio de bombeo, con el consiguiente ahorro de personal capacitado y economización de energía.

El principal inconveniente es el que se presenta debido a la gran carga de bombeo requerida, lo cual puede ocasionar colapsos en la tubería por algún descuido en la operación.

En lo que respecta al costo de esta alternativa es la mayor que las otras dos, como se indica en la tabla 5.3.1.

### **5.3.2 Comentarios a la segunda alternativa**

La ventaja de esta alternativa radica en que se disminuyen los peligros de un colapso en las tuberías, ya que se trabajaría con cargas mas bajas.

La principal desventaja son; una estación de bombeo mas, lo cual ocasionaría una mayor presencia de personal capacitado, y mas gastos de mantenimiento.

En lo que respecta al costo de esta alternativa es menor que la anterior, pero mayor que la tercera, como se indica en la tabla 5.3.1.

### **5.3.3 Comentarios a la tercera alternativa**

Las ventajas de esta alternativa es su bajo costo con respecto a la s otras dos (como se puede apreciar en la tabla 5.3.1, debido a la disminución al máximo de la infraestructura requerida. También se tienen bajas cargas de presión en las líneas de conducción.

Las desventajas se tienen debido precisamente a la disminución al máximo de la capacidad de la infraestructura, esto es en menores diámetros y tamaños de los tanques, lo cual restringe los gastos unicamente a los requeridos por el proyecto.

### **5.3.4 Selección de alternativas.**

Una vez analizada cada una de las alternativas, y con los comentarios del personal operativo de la D.G.C.O.H. se determinó que la primera alternativa es la más conveniente, por lo siguiente:

Debido a que la diferencia en costos es mínima, y aunque se pudiera considerar un menor costo inicial (inversión de infraestructura) con las otras alternativas, las ventajas que se tendría con la primera alternativa, mencionadas anteriormente son mayores, por lo cual el ahorro económico no se estima conveniente.

Por otra parte de acuerdo a lo indicado por la D.G.C.O.H., a partir del tanque "Cabras", se conducirá el gasto por gravedad al tanque "Huecampool II" y continuará (sin perder carga) hasta el "San Pablo I".

Anteriormente se había analizado que daría una línea independiente a cada tanque. Sin embargo, por dificultades en lo que respecta a invadir terrenos particulares en el trazo al tanque "San Pablo I", se optó por conducir conjuntamente el gasto de ambas zonas, y aprovechar la carga del tanque "Cabras" para llegar al tanque "San Pablo I" por tal motivo a continuación se analizaran este tramo (Figura 5-4A).

#### **Tramo Cabras - Huecampool II - San Pablo I ( por gravedad).**

Como se menciona en las alternativas de solución, el gasto a conducir a los tanques "Huecampool II" y "San Pablo I" será por la misma línea, derivando hacia el tanque "Huecampool II" en el cadenamamiento 1+376.10, y continuando hacia el "San Pablo I".

**Tramo Cabras-Derivación**

**Q = 24.76 l/seg**

**Cota inicial (NAME del tanque Cabras) = 2455.27 m.s.n.m.**

**Cota final (NAME del tanque Huecampool II) = 2401.50 m.s.n.m.**

**L = 1376.10 m**

**H = 2455.27 - 2401.50 = 53.77 m**



**Tramo Cabras-San Pablo**

$$Q = 21.31 \text{ l/seg}$$

Cota inicial (NAME del Tanque Cabras) = 2455.27 m.s.n.m.

Cota final (NAME del tanque San Pablo I) = 2407.50 m.s.n.m.

$$L = 1376.10 + 1406.50 = 2782.50 \text{ m}$$

$$H = 2455.27 - 2407.40 = 47.77 \text{ m}$$

**Cálculo de diámetro económico.**

$$D = (3.21Qn/s^{1/2})^{3/8}$$

Se considerará la pendiente del terreno de tanque "Cabras al San Pablo I, para garantizar que el caudal llegue a este último.

$$s = H/L = 47.77/2782.50 = 0.0172$$

$$D = [(3.21)(0.02476)(0.010)/(0.0172)^{1/2}]^{3/8} = 0.1477 \text{ m} < 0.152 \text{ m (6")}$$

Se analizará el diámetro más económico entre 6 y 12"

**Primera opción, se analizará para línea de 6" de diámetro**

Los resultados obtenidos en la tabla 5.3.4.1 del tramo Cabras-Derivación son los siguientes:

Costo del tramo = \$339,984.40

Carga disponible en la derivación = 56.58 m

Con estos resultados se analizara el tramo Derivación-San Pablo I con 6" de diámetro.

$$Q = 21.31 \text{ l/seg}$$

$$\text{Cota de plantilla en la derivación} = 2377.91 \text{ m.s.n.m.}$$

$$\text{Cota del tanque San Pablo I (NAME)} = 2407.50 \text{ m.s.n.m.}$$

$$\text{Piezométrica en la Derivación} = 2377.91 + 56.58 = 2434.49 \text{ m.s.n.m.}$$

$$H = 2434.49 - 2407.50 = 26.99 \text{ m}$$

Los resultados obtenidos en la tabla 5.3.4.2 son los siguientes:

$$\text{Costo del tramo} = \$378,719.14$$

$$\text{Carga disponible} = 14.47 \text{ m}$$

$$\text{Costo total de la línea} = 339,984.40 + 378,703.54 = \$718,703.54$$

**Segunda opción.** línea de 12" de diámetro en el primer tramo y 6" en el segundo.

En la tabla 5.3.4.3 se analiza el tramo Cabras - Derivación, dando los siguientes resultados:

$$\text{Costo del Tramo} = \$593,583.42$$

$$\text{Carga disponible en la derivación} = 78.885 \text{ m}$$

Con estos datos se analizara el el tramo Derivación - San Pablo I.

Piezométrica en la derivación =  $2377.91 + 76.85 = 2454.76$  m

H =  $2454.76 - 2407.50 = 47.26$  m

Los resultados de la tabla 5.3.4.4 son los siguientes:

Costo del tramo = \$378,719.14

Carga disponible = 34.74 m

Costo total de la línea  $593,563.42 + 378,719.14 = \$972,282.56$

**Tercera opción** , para línea de 12" de diámetro en los dos tramos.

Los resultados obtenidos en la tabla 5.3.4.5, son los siguientes:

Costo del tramo Derivación - San Pablo I = \$743,388.58

Carga disponible = 46.95 m

Costo total de la línea =  $593,563.42 + 743,388.58 = \$1'336,952.00$

### **Ventajas y Desventajas de las opciones**

#### **Primera opción**

**Ventajas:** El costo de la infraestructura es el mas bajo, y debido a la magnitud de la obra, el costo anualizado resulta el menor.

**Desventajas:** La principal desventaja radica en que el gasto a conducir a "San Pablo I" se limita a un caudal de 21.31 l/seg, lo cual le quita la facilidad de dar apoyo a otras zonas, por lo que hace poco versátil esta opción.

#### **Segunda opción**

**Ventajas:** Se tendría mayor gasto en el tanque Huecampool II en caso de alguna contingencia, y el costo es menor que la tercera opción.

**Desventajas:** De igual forma que es la primera alternativa, se limita el gasto y pierde versatilidad el Sistema, pero únicamente hacia el tanque San Pablo I.

#### **Tercera opción**

**Ventajas:** Su principal ventaja estriba en la versatilidad que se tendría en cuanto a la factibilidad de apoyar a otras zonas para situaciones de emergencia. Además tiene un horizonte de proyecto mayor.

**Desventajas:** La única desventaja es el costo inicial de la infraestructura.

### **Conclusiones:**

Estas opciones se comentaron con personal de la D.G.C.O.H., y la que favorece mas en cuanto a su funcionamiento y operación es la segunda opción, debido a que los probables contratiempos que se generan en cualquier sistema de suministro de agua potable, esta opción ofrece mayores ventajas al poder contar con un caudal extra en caso de contratiempos.

Por tal motivo el proyecto ejecutivo se desarrollara con la primera opción, como se indica a continuación..

De la tabla 5.3.4.3 y Fig. 5-6, para tubería de 12" de diámetro en el tramo Cabras - Derivación Huecampool II, se requieren los siguientes tipos y clases de tubería:

A-7	L = 788.00 m
A-10	L = 588.10 m

De la tabla 5.3.4.5 y Fig. 5-6, para tubería de 12" de diámetro en el tramo Derivación - San Pablo, se requieren los siguientes tipos y clases de tubería.

A - 7	L = 162.50 m
A - 10	L = 628.90 m
A - 14	L = 615.00 m

TABLA B.2.1.1  
TRAMO XALTEPEC - BELLAVISTA

Gasto (f p s) = 100.5 Eficacia % 80  
Carga Estable (m) 100.31

DIAMETRO m	AREA m <sup>2</sup>	VEL.	LONG	CTE	K MANNING	PERDID KLG/2	SNP/	Hf Tramo ht-SNM	Hf Total	CDT	Por Req
0.3048	12	0.0730	1,377,356	318	0.01	0.58178	1,868,527.38	0.06343	1,961,963.30	1,962	
0.3048	12	0.0730	1,377,356	546	0.01	0.58178	3,208,292.77	0.18041	3,368,637.68	5,306	
0.3048	12	0.0730	1,377,356	417	0.01	0.58178	2,450,287.74	0.12251	2,572,750.77	7,803	
0.3048	12	0.0730	1,377,356	919	0.014	1.14024	10,583,863.62	0.57519	11,113,047.19	119,828	197,242

CALCULO DEL GOLPE DE ARIETE

Densidad (Kg/m<sup>3</sup>) = 101.84  
Ev (Kg/cm<sup>2</sup>) = 20870  
Ei (Kg/cm<sup>2</sup>) = 328000  
Elaa (Kg/cm<sup>2</sup>) = 2100000

ESPESO	E <sub>v</sub> /E <sub>i</sub>	W/D	E <sub>v</sub> *E <sub>i</sub> /E <sub>D</sub>	E <sub>v</sub> *E <sub>i</sub> /E <sub>D</sub> <sup>2</sup>	(1+E <sub>v</sub> /E <sub>i</sub> )/E <sub>D</sub>	ACEL ON	Sobre Presion	S Absor Válvula	S Absor Tuberia	H <sub>v</sub> -SPT	S Pres Total
2	0.083	15.24	0.880388	1.880388	1.4001	1015.93	142.840235	114.112	28.528047	30.49	128.838
2.6	0.083	11.7231	0.738788	1.738788	1.3188	1078.74	151.458413	121.167	30.261883	35.622	130.802
3.5	0.083	583.445	118.93	1.618306	2E+08	1119.35	157.162086	125.729	31.43218	39.338	131.742
1.031	0.0098	29.5635	0.280889	1.280889	1.1382	1251.92	175.773291	140.619	35.154658	54.171	135.465

COSTOS DE CONSTRUCCION DE LA LINEA

CONCEPTO	TUBERIA DE FIBRO-CEMENTO DIAM 305mm(12") CLASE A-7				TUBERIA DE FIBRO-CEMENTO DIAM 305mm(12") CLASE A-10				TUBERIA DE FIBRO-CEMENTO DIAM 305mm(12") CLASE A-14			
	CANT	UNID	P.U	IMPORT	CANT	UNID	P.U	IMPORT	CANT	UNIDAD	P.U	IMPORT
Demolicion de pavimento asfaltico	27.03	m3	32.52	879.02	46.41	m3	32.52	1509.25	35.445	m3	32.52	1152.071
Reposicion de pavimento asfaltico	27.03	m3	48.91	1322.04	46.41	m3	48.91	2269.91	35.445	m3	48.91	1333.015
Excavacion en material zona B clase II	129.744	m3	17.16	2228.41	222.768	m3	17.16	3822.7	170.136	m3	17.16	2818.534
Excavacion en material zona B clase III	194.816	m3	144.49	28120.07	334.152	m3	144.49	48281.6	255.204	m3	144.49	38874.43
Piercibla asponada	27.0638	m3	72.36	1960.49	46.5192	m3	72.36	3366.13	35.5284	m3	72.36	2570.835
Rebano compactado	293.514	m3	70.01	20548.92	503.958	m3	70.01	35282.1	384.881	m3	70.01	28848.22
Acarreo de mat. sueltas tierra etc	324.38	m3	11.13	3610.13	556.92	m3	11.13	6198.52	425.34	m3	11.13	1274.034
Atraque de concreto f'c=100 Kg/cm <sup>2</sup>	2.436	m3	484.75	1180.85	0	m3	484.75	0	0	m3	484.75	0
Suministro de tuberia	318	m	211.8	67352.40	546	m	291.9	159377	417	m	408.5	170344.5
Instalacion (univo y prueba hidraulica)	318	m	26.22	8337.86	546	m	40.14	21918.4	417	m	48.88	20387.13
<b>SUBTOTAL</b>				<b>135538.27</b>				<b>282024</b>				<b>267863</b>

TABLA 5.2.1.1  
TRAMO XALTEPEC - BELLAVISTA (Continuación)

CONCEPTO	TUBERIA DE ACERO			
	DIAM. 305mm (12") A-53-B CED 40			
	CAVIT.	LIND.	P.U.	IMPORT.
Demolicion de pavimento asfaltico	78.115	m3	32,52	2540,2998
Reposicion de pavimento asfaltico	78.115	m3	48,91	3820,80485
Excavacion en material zona B clase II	374,952	m3	17,16	6434,17832
Excavacion en material zona B clase III	562,428	m3	144,49	81285,22117
Piedra apisonada	78,2988	m3	72,36	5685,70117
Refraso compactado	848,237	m3	70,01	59385,0724
Acarreo de mal suelto tierra etc	937,38	m3	11,13	10433,0384
Altraques de concreto $f_c=100 \text{ Kg/cm}^2$	0	m3	484,75	0
Suministro de tubería	919	m	898,12	823534,28
Instalación juntas y prueba hidrostática	919	m	0	0
<b>SUBTOTAL</b>				<b>993078,395</b>

COSTO TOTAL DE LA LINEA 1678353,7

POTENCIA HP	KW	COSTO POR HORA DE BOMBEO	CARGO ANUAL DE BOMBEO	COSTO TOTAL DE LA LINEA	CARGA ANUAL AMORTIZACION	COSTO ANUAL DE BOMBEO
197,242	147,083	68,404406	600164,308	1678353,71	442731	1042995,8

Costo fijo mensual = 75,558

TABLA B.2.1.2  
TRAMO XALTEPEC - BELLAVISTA

Gasto (p.s.) = 100,5 Efectividad % = 80  
Carga Estática (m) 100,31

DIAMETRO m	AREA [m <sup>2</sup> ]	VEL	LONG	CTE [R m/m/m/m]	R	PERIODO [s]	Wav	H <sub>1</sub> Trans- m-Prad	H <sub>1</sub> Tot	COI	Per Req
0,500	20	0,2027	0,48000	800	0,01	0,03010	0,25627007	0,01281	0,2900000	0,2801	
0,500	20	0,2027	0,48000	527	0,01	0,03010	0,20300007	0,01015	0,2132487	0,4823	
0,500	20	0,2027	0,48000	1000	0,01	0,03010	0,30800007	0,01942	0,4070000	0,8802	101,2

CALCULO DEL GOLPE DE ARETE

Densidad (Kg/m<sup>3</sup>m<sup>3</sup>) = 101,04  
Ev (Kg/m<sup>2</sup>) = 20070  
Ei (Kg/m<sup>2</sup>) = 320000  
Ems (Kg/m<sup>2</sup>) = 2160000

ESPESO	E <sub>VEI</sub>	e <sub>D</sub>	E <sub>V</sub> WFO	E <sub>V</sub> WFO*1	1+E <sub>VEI</sub> ACEL	CE	Wav Prad	S <sub>A</sub> Prad Velocidad	S <sub>A</sub> Prad Tuberia	H <sub>1</sub> WFO	S <sub>Prad</sub> Total
2,00	0,003	17,0240	1,123273	2,12327343	1,4571	970,180	40,3470000	30,4733	0,0003329	10,137	110,170
4,00	0,003	12,5432	0,7804025	1,7804025	1,3381	1063,005	53,7320002	42,0050	10,74000	11,220	111,000
5,0	0,003	10,10,0	320,20	1,62142032	25,400	1110,20	50,5230000	45,2100	11,30000	12,100	111,615

COSTOS DE CONSTRUCCION DE LA LINEA

CONCEPTO	TUBERIA DE FIBRO-CEMENTO (Diam 500mm(20") CLASE A-7				TUBERIA DE FIBRO-CEMENTO (Diam 500mm(20") CLASE A-10				TUBERIA DE FIBRO-CEMENTO (Diam 500mm(20") CLASE A-16			
	CANT	UND	PU	IMPORT	CANT	UND	PU	IMPORT	CANT	UND	PU	IMPORT
Reposicion de pavimento asfaltico	70,475	m <sup>3</sup>	32,52	2400,07	60,005	m <sup>3</sup>	32,52	1970,07	115,02	m <sup>3</sup>	32,52	3700,710
Reposicion de pavimento asfaltico	70,475	m <sup>3</sup>	40,91	3740,39	60,005	m <sup>3</sup>	40,91	2964,19	115,02	m <sup>3</sup>	40,91	5000,047
Excavacion en material zona II clase II	307,00	m <sup>3</sup>	17,16	6200,20	200,004	m <sup>3</sup>	17,16	4001,01	500,410	m <sup>3</sup>	17,16	6040,000
Excavacion en material zona II clase II	550,02	m <sup>3</sup>	144,40	79000,00	430,300	m <sup>3</sup>	144,40	63040,1	834,024	m <sup>3</sup>	144,40	120004,0
Plavilla epoximica	71,0000	m <sup>3</sup>	72,30	6201,71	90,0007	m <sup>3</sup>	72,30	6122,20	100,000	m <sup>3</sup>	72,30	7004,000
Pelano compactado	741,0000	m <sup>3</sup>	70,01	51900,01	507,562	m <sup>3</sup>	70,01	41134,5	1123,02	m <sup>3</sup>	70,01	70070,50
Accesorios de red subter. tierra etc.	017,7	m <sup>3</sup>	11,13	1024,00	727,20	m <sup>3</sup>	11,13	8004,4	1301,04	m <sup>3</sup>	11,13	15002,20
Albañiques de concreto f=100 Kg/m <sup>2</sup>	0,132	m <sup>3</sup>	404,75	2072,40	0	m <sup>3</sup>	404,75	0	0	m <sup>3</sup>	404,75	0
Suministro de tubería	005	m	504,3	200300,00	527	m	023,0	63014,3	1000	m	1000,1	1000000
Instalacion perfil y juntas hidraulicas	000	m	00,31	30770,15	527	m	00,00	3020,1	1000	m	00,00	01200,2
<b>SUBTOTAL</b>				<b>500000,30</b>				<b>500721</b>				<b>1300000</b>

COSTO TOTAL DE LA LINEA = 2901574,11

POTENCIA HP	KW	COSTO POR HORA DE BOMBEO	CARGO ANUAL DE BOMBEO	COSTO TOTAL AMORTIZACION DE BOMBEO	CARGA ANUAL DE BOMBEO	COSTO ANUAL DE BOMBEO
107,20	120,741	50,0100002	505134,012	2901574,11	601012	110070,1

HP= 1,001  
Carga hp potencia = 75,000



TABLA 6.2.2.1  
TRAMO BELLAVISTA - MIRAS

Cota (p.s.) = 83.07  
Carga Estática (m) = 8.9

DIAMETRO m	AREA m <sup>2</sup>	VEL. m/s	LONG. m	CTE JK m/s <sup>2</sup>	PERIODO KLSZ	FMH	H <sub>1</sub> Tron- ca-Post	H <sub>1</sub> Total C. Capas
0.3048	12	0.0730	1,138477	1058	0.01	0.581709	4.24751346	0.21237
0.3048	12	0.0730	1,138477	320	0.01	0.581709	1.28482787	0.08423
0.3048	12	0.0730	1,138477	717.47	0.01	0.581709	2.88228483	0.14401

CALCULO DEL GOLPE DE ARRETE

Densidad (Kg/m<sup>3</sup>) = 101.84  
E<sub>v</sub> (Kg/cm<sup>2</sup>) = 20870  
E<sub>l</sub> (Kg/cm<sup>2</sup>) = 328080  
E<sub>st</sub> (Kg/cm<sup>2</sup>) = 218880

ESPESO E (m)	E <sub>v</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	D <sub>1</sub>	E <sub>v</sub> E <sub>l</sub> P <sub>1</sub> D <sub>1</sub> <sup>5</sup>	E <sub>v</sub> E <sub>l</sub> P <sub>2</sub> D <sub>2</sub> <sup>5</sup>	(1 + E <sub>v</sub> E <sub>l</sub> ) / (E <sub>l</sub> D <sub>1</sub> D <sub>2</sub> )	Delante Presion	S. Absor- Vehículo	S. Absor- Tubo de Tubo de	S. Pres Total
2	0.083	15.24	0.0832889	1.0832889	1.4881	1015.83	117.801734	84.3214	23.580347
2.0	0.083	11.7231	0.7387898	1.73878929	1.3188	1078.74	125.180951	100.152	25.138111
2	0.083	15.24	0.0832889	1.0832889	1.4881	1015.83	117.801734	84.3214	23.580347

COSTOS DE CONSTRUCCION DE LA LINEA

CONCEPTO	TUBERIA DE FIBRO-CEMENTO				TUBERIA DE FIBRO-CEMENTO				TUBERIA DE FIBRO-CEMENTO						
	DIAM 305mm (12") CLASE A-7	CANT	UNID	P.U.	IMPORTE	DIAM 305mm (12") CLASE A-10	CANT	UNID	P.U.	IMPORTE	DIAM 305mm (12") CLASE A-7	CANT	UNID	P.U.	IMPORTE
Instalacion de pavimento asfaltico	88.83	m <sup>3</sup>	32.52	2624.52	27.2	m <sup>3</sup>	32.52	884.544	60.885	m <sup>3</sup>	32.52	1083.251			
Preparacion de pavimento asfaltico	88.83	m <sup>3</sup>	48.91	4308.48	27.2	m <sup>3</sup>	48.91	1330.36	80.885	m <sup>3</sup>	48.91	2882.774			
Estimacion en material zona B clase II	75.433294	m <sup>3</sup>	17.18	1284.44	22.8154	m <sup>3</sup>	17.18	381.512	51.1542	m <sup>3</sup>	17.18	877.8067			
Estimacion en material zona B clase III	1071.80588	m <sup>3</sup>	144.48	154838.33	324.115	m <sup>3</sup>	144.48	48831.4	728.987	m <sup>3</sup>	144.48	105080.4			
Plumero estacion	80.1418	m <sup>3</sup>	72.38	6222.85	27.284	m <sup>3</sup>	72.38	1872.82	61.1284	m <sup>3</sup>	72.38	4423.254			
Plumero compactado	978.534	m <sup>3</sup>	70.01	68587.15	285.38	m <sup>3</sup>	70.01	20878.2	682.225	m <sup>3</sup>	70.01	48382.38			
Acero de mal anillo, barra etc.	1079.78	m <sup>3</sup>	11.13	12011.08	328.4	m <sup>3</sup>	11.13	3832.83	731.818	m <sup>3</sup>	11.13	8145.18			
Alaprasa de concreto f'c=100 Kg/cm <sup>2</sup>	2.788	m <sup>3</sup>	484.75	1348.54	0	m <sup>3</sup>	484.75	0	0	m <sup>3</sup>	484.75	0			
Bateria de tubería	1.058	m	211.8	224884.48	320	m	281.2	83184	717.47	m	211.8	151880.1			
Instalacion juntas y grutas hidraulicas	1858	m	28.22	27740.78	320	m	40.14	12844.8	717.47	m	28.22	18812.85			
<b>SUBTOTAL</b>				<b>503528.31</b>				<b>181750</b>							<b>340847.2</b>

COSTO TOTAL DE LA LINEA = 1025428.82

TABLA 8.2.2.2  
TRAMO BELLAVISTA - MINAS

Costo (p.p.) = 83,07

Carga Estática (m) 0,8

DIAMETRO m	AREA m <sup>2</sup>	VOL m <sup>3</sup>	LONG m	CTE %	R %	PERIODO CL.02	PMF	H <sup>2</sup> Trm. m <sup>2</sup> /min <sup>2</sup>	H <sup>2</sup> Total C. desph
0,508	20	0,2027	0,408852	1050	0,01	0,03816	0,27888117	0,01363	0,264945
0,508	20	0,2027	0,408852	320	0,01	0,03816	0,08425442	0,00421	0,0844671
0,508	20	0,2027	0,408852	717,47	0,01	0,03816	0,1888831	0,00942	0,1883516

CALCULO DEL GOLPE DE ARRIETE

Densidad (Kg/m<sup>3</sup>) = 101,84

Ev (Kg/cm<sup>2</sup>) = 2870

Ei (Kg/cm<sup>2</sup>) = 32880

Elast (Kg/cm<sup>2</sup>) = 2180000

ESPESO	W/EI	Dis	E <sub>1</sub> W/EI <sub>1</sub> D <sub>1</sub> <sup>3</sup>	E <sub>2</sub> W/EI <sub>2</sub> D <sub>2</sub> <sup>3</sup>	(1+E <sub>2</sub> /E <sub>1</sub> )ACEL	On	Substr Presion	S Abarr Tubo	S Abarr Tubo	S Pres Total
2,85	0,083	17,8248	1,123273	2,12327343	1,4571	878,188	40,7841987	32,6274	8,1888288	17,754
4,06	0,083	12,5432	0,780452	1,78045107	1,3381	1083,05	44,4133675	35,5307	8,8828715	18,402
2,85	0,083	17,8248	1,123273	2,12327343	1,4571	878,188	40,7841987	32,6274	8,1888288	18,202

COSTOS DE CONSTRUCCION DE LA LINEA

CONCEPTO	TUBERIA DE FIBRO-CEMENTO DIAM 508mm(20") CLASE A-7				TUBERIA DE FIBRO-CEMENTO DIAM 508mm(20") CLASE A-10				TUBERIA DE FIBRO-CEMENTO DIAM 508mm(20") CLASE A-7			
	CANT.	UNID	P.U.	IMPORT	CANT.	UNID	P.U.	IMPORT	CANT.	UNID	P.U.	IMPORT
Demolicion de pavimento asfaltico	121,67	m <sup>3</sup>	32,52	3958,71	36,8	m <sup>3</sup>	32,52	1196,74	82,5091	m <sup>3</sup>	32,52	2683,194
Preparacion de pavimento asfaltico	121,67	m <sup>3</sup>	48,91	5950,88	38,8	m <sup>3</sup>	48,91	1798,88	82,5091	m <sup>3</sup>	48,91	4035,518
Excavacion en material zona B clase II	75,433284	m <sup>3</sup>	17,16	1294,44	22,8154	m <sup>3</sup>	17,16	381,512	51,1542	m <sup>3</sup>	17,16	877,8657
Excavacion en material zona B clase III	1271,80688	m <sup>3</sup>	144,48	183838,33	324,115	m <sup>3</sup>	144,48	48831,4	728,687	m <sup>3</sup>	144,48	105880,4
Planta separadora	114,3888	m <sup>3</sup>	72,38	8275,80	34,582	m <sup>3</sup>	72,38	2503,08	77,5688	m <sup>3</sup>	72,38	5812,134
Medio compactado	1178,3842	m <sup>3</sup>	70,01	82581,29	388,788	m <sup>3</sup>	70,01	24877,3	788,887	m <sup>3</sup>	70,01	58881,51
Acero de mall asfaltico, tornq etc	1483,04	m <sup>3</sup>	11,13	16508,25	441,6	m <sup>3</sup>	11,13	4915,01	888,188	m <sup>3</sup>	11,13	11019,81
Almezo de concreto Fc=100 Kg/cm <sup>2</sup>	7,008	m <sup>3</sup>	484,75	3387,13	0	m <sup>3</sup>	484,75	0	0	m <sup>3</sup>	484,75	0
Suministro de tuberia	1058	m	584,3	628788,40	320	m	823,8	263816	717,47	m	584,3	428382,4
Instalacion junta y prueba hidraulica	1058	m	58,31	61881,88	320	m	88,88	21404,8	717,47	m	58,31	41835,88
<b>SUBTOTAL</b>				<b>867004,20</b>				<b>357638</b>				<b>663458,0</b>

COSTO TOTAL DE LA LINEA = 1988080,52

TABLA 6.2.3.1  
TRAMO MINAS - CABRAG (1a. Alternativa)

Gasto (p/s) = 28,72 Eficiencia % 80  
Carga Estática (m) 81,87

DIAMETRO m	AREA [m <sup>2</sup> ]	VEL	LONG	CTE [mm/mm]	K	PERDID KLC2	SNM	Hf Trám. [m-SNM]	Hf Total	DOT	Post. Neg
0,1524	0	0,0182	1,574435	158	0,01	23,4544	3,05867638	0,15263	3,206102	3,2085	
0,1524	0	0,0182	1,574435	117	0,01	23,4544	2,28348819	0,11317	2,3788829	5,5882	
0,1524	0	0,0182	1,574435	216	0,01	23,4544	4,17814743	0,20864	4,3878848	8,9738	
0,1524	0	0,0182	1,574435	1438	0,014	45,9705	54,5843815	2,72822	57,282801	87,288	148,838 70,8828

CALCULO DEL GOLPE DE ARRIETE

Densidad (Kg/m<sup>3</sup>) = 101,94  
Ev (Kg/cm<sup>2</sup>) = 28870  
Ei (Kg/cm<sup>2</sup>) = 328000  
Etab (Kg/cm<sup>2</sup>) = 2100000

ESPESO	EwEi	Da	Ew/EwD	Ei/EwD	(1+EwEi)ACEL	Salto Prision	S Absor Vehículo	S Absor Tubario	H <sup>2</sup> (P) E. Pres Total		
1,2	0,083	12,7	0,800332	1,800332	1,3418	1080,13	170,143881	138,115	34,058772	37,238	115,888
1,5	0,083	10,18	0,840298	1,840298	1,2907	1110,69	178,252647	142,602	35,855088	41,237	117,32
1,88	0,083	148,848	33,6205	1,988282	2E+08	1138,1	182,817882	148,254	38,583572	48,537	118,284
0,7111	0,0888	21,4348	0,210878	2,2109777	1,1004	1282,81	207,455307	165,984	41,491051	108,78	123,181

COSTOS DE CONSTRUCCION DE LA LINEA

CONCEPTO	TUBERIA DE FIBRO-CEMENTO DIAM 152mm(6") CLASE A-7				TUBERIA DE FIBRO-CEMENTO DIAM 152mm(6") CLASE A-10				TUBERIA DE FIBRO-CEMENTO DIAM 152mm(6") CLASE A-14			
	CANT	UNID	P.U.	IMPORT	CANT	UNID	P.U.	IMPORT	CANT	UNIDAD	P.U.	IMPORT
Densidad de pavimento asfáltico	11,08	m <sup>3</sup>	32,52	360,87	8,19	m <sup>3</sup>	32,52	268,338	15,12	m <sup>3</sup>	32,82	491,7024
Preparacion de pavimento asfáltico	11,08	m <sup>3</sup>	48,91	540,94	8,19	m <sup>3</sup>	48,91	400,573	15,12	m <sup>3</sup>	48,91	738,5182
Excavación en material zona B clase II	82,2878	m <sup>3</sup>	17,16	1413,88	68,3367	m <sup>3</sup>	17,18	1172,71	128,188	m <sup>3</sup>	17,18	2185,022
Excavación en material zona B clase III	49,9122	m <sup>3</sup>	144,49	7211,81	39,9803	m <sup>3</sup>	144,48	5740,38	68,2344	m <sup>3</sup>	144,48	8858,188
Plancha asfaltada	10,7568	m <sup>2</sup>	72,38	778,58	7,8877	m <sup>2</sup>	72,38	570,543	14,7088	m <sup>2</sup>	72,38	1084,387
Refraso compactado	138,1384	m <sup>3</sup>	70,01	9671,14	102,293	m <sup>3</sup>	70,01	7161,54	188,848	m <sup>3</sup>	70,01	13221,3
Acero de mal suelas, barro, etc.	142,2	m <sup>3</sup>	11,13	1582,88	105,3	m <sup>3</sup>	11,13	1171,88	184,4	m <sup>3</sup>	11,13	2183,872
Atrazos de concreto f=80 Kg/cm <sup>2</sup>	1,548	m <sup>3</sup>	484,75	750,38	0	m <sup>3</sup>	484,75	0	0	m <sup>3</sup>	484,75	0
Suministro de tubería	158	m	88,1	13883,80	117	m	112,9	13288,3	218	m	135,9	28054,4
Instalación juntas y prueba hidráulica	158	m	11,4	1801,20	117	m	11,53	1348,01	218	m	11,7	2527,2
<b>SUBTOTAL</b>				<b>37883,88</b>				<b>38848,4</b>				<b>61588,37</b>

TABLA B.2.3.1 (Continuación)  
TRAMO MIRAS CABRÉS (1a Alternativa)

CONCEPTO	TIENE DE ACERD			
	OMM Y (P) A-B-B CED 49			
	CANT.	UNID.	P.U.	IMPORTE
Carpetas de pavimento asfáltico	100,73	m <sup>3</sup>	32,92	3275,7889
Repuestas de pavimento asfáltico	100,73	m <sup>3</sup>	40,91	4028,7043
Excavación en material zona B clase II	840,5190	m <sup>3</sup>	17,16	14223,3215
Excavación en material zona B clase III	464,9891	m <sup>3</sup>	144,48	66982,2789
Plástico geotextado	67,8089	m <sup>3</sup>	72,38	7000,8832
Redes compuestas	1258,1177	m <sup>3</sup>	70,01	68882,6382
Asfalto de mal medio, tierra etc.	1288,1	m <sup>3</sup>	11,13	14414,463
Ataque de concreto F=40 Kg/cm <sup>2</sup>	0	m <sup>3</sup>	484,75	0
Suministro de tubería	1438	m	385,12	564187,66
Instalación juntas y grutas hidráulicas	1438	m	0	0
<b>SUBTOTAL</b>				<b>752081,681</b>
<b>COSTO TOTAL DE LA LINEA</b>				<b>882280,85</b>

POTENCIA	KW	COSTO POR NOMA	CARGO ANUAL	COSTO TOTAL	CARGA ANUAL	COSTO ANUAL
HP		DE BOMBEO	DE BOMBEO	DE LA LINEA	AMORTIZACION	DE BOMBEO
70,358	52,4621	24.488742	214851,819	882280,85	227722	442573,8

0,481

Carga hp normal = 75,598

TABLE B.3.3.2  
TRAMO MIRAS - CABRAS (1a. Alternativa)

Genio (p a) = 28,72 Elicencia % 80  
Carga Estática (m) 81,87

DIAMETRO m	AREA m <sup>2</sup>	VEL. m/s	LONG. m	C.TE m	K m/s <sup>2</sup>	PERDIDA K/CM <sup>2</sup>	50m <sup>3</sup>	H <sup>2</sup> Frac. m/s <sup>2</sup>	H <sup>2</sup> Total m/s <sup>2</sup>	Post. Neg.
0,3048	12	0,0730	0,363009	282	0,01	0,58176	0,14011738	0,00701	0,1412332	0,1471
0,3048	12	0,0730	0,363009	238	0,01	0,58176	0,11420825	0,00571	0,1189155	0,287
0,3048	12	0,0730	0,363009	1255	0,01	0,58176	0,80221674	0,03011	0,8323276	0,8894
0,3048	12	0,0730	0,363009	145	0,01	0,58176	0,08857883	0,00348	0,0730578	0,8724

CALCULO DEL GOLPE DE ARIETE

Densidad (Kg/m<sup>3</sup>) = 101,94  
Ev (Kg/cm<sup>2</sup>) = 28970  
Ei (Kg/cm<sup>2</sup>) = 328000

ESPESO	EVEI	MO	E <sub>v</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	E <sub>i</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	11+E <sub>v</sub> /E <sub>i</sub>	ACEL. CM	Sobre Presion	S. Abstr. Vehículo	S. Abstr. Tubería	H <sup>2</sup> (SP) Total
2	0,083	15,24	0,803080	1,803080	1,4001	1015,83	40,7826832	32,81	0,1524628	0,2089
2,0	0,083	11,7231	0,738708	1,738708	1,3188	1078,74	43,2824439	34,628	0,8984889	0,8235
3,5	0,083	563,445	118,83	1,818388	2E+06	1119,35	44,8120488	35,8289	0,8824088	0,8818
2,0	0,083	11,7231	0,738708	1,738708	1,3188	1078,74	43,2824439	34,628	0,8984889	0,8235

COSTOS DE CONSTRUCCION DE LA LINEA

CONCEPTO	TUBERIA DE FIBRO-CEMENTO DIAM 305mm (12") CLASE A-7				TUBERIA DE FIBRO-CEMENTO DIAM 305mm (12") CLASE A-10				TUBERIA DE FIBRO-CEMENTO DIAM 305mm (12") CLASE A-14			
	CANT.	UNID.	P.U.	IMPORTE	CANT.	UNID.	P.U.	IMPORTE	CANT.	UNIDAD	P.U.	IMPORTE
Reparación de pavimento asfáltico	24,82	m <sup>3</sup>	32,52	807,15	32,555	m <sup>3</sup>	32,52	1058,89	188,875	m <sup>3</sup>	32,52	6138,071
Pavilación de pavimento asfáltico	24,82	m <sup>3</sup>	48,91	1213,96	32,555	m <sup>3</sup>	48,91	1582,09	188,875	m <sup>3</sup>	48,91	5217,474
Excavación en material zona B clase II	193,28816	m <sup>3</sup>	17,18	3317,00	253,536	m <sup>3</sup>	17,18	4350,72	830,785	m <sup>3</sup>	17,18	14250,27
Excavación en material zona B clase II	104,54184	m <sup>3</sup>	144,49	15105,25	137,122	m <sup>3</sup>	144,49	19812,7	448,315	m <sup>3</sup>	144,49	64821,54
Plantas epífitas	24,8784	m <sup>3</sup>	72,38	1800,20	32,8318	m <sup>3</sup>	72,38	2381,22	188,828	m <sup>3</sup>	72,38	7737,185
Relevo completado	288,516	m <sup>3</sup>	70,01	20188,82	363,508	m <sup>3</sup>	70,01	25474,2	1198,37	m <sup>3</sup>	70,01	81087,13
Acaros de mat. asfalto, terr. etc.	287,84	m <sup>3</sup>	11,13	3214,88	340,88	m <sup>3</sup>	11,13	4388,08	1280,1	m <sup>3</sup>	11,13	14247,51
Atropes de concreto f'c=180 Kg/cm <sup>2</sup>	3,741	m <sup>3</sup>	494,75	1861,45	0	m <sup>3</sup>	494,75	0	0	m <sup>3</sup>	494,75	0
Suministro de tubería	282	m	211,8	60045,90	383	m	281,8	111780	1288	m	488,5	512897,5
Instalación juntas y prueba hidráulica	282	m	28,22	7938,24	383	m	40,14	15373,8	1288	m	48,88	61388,85
<b>SUBTOTAL</b>				<b>115742,80</b>				<b>168464</b>				<b>784670,0</b>

COSTO TOTAL DE LA LINEA = 1087197,38

POTENCIA HP	KW	COSTO POR HORA	CARGO ANUAL DE BOMBEO	COSTO TOTAL DE BOMBEO	CARGA ANUAL AMORTIZACION	CORTO ANUAL DE BOMBEO
30,0377	28,1704	13,53843	119570,42	1087197,38	281248	487397,55

WSP = 0,4881  
Carga Hp instalada = 75,288

TABLA 8.2.3.3  
TRAMO CABRIS - MECAPOL (ta. Alternativa)

Caudal (p a) = 3,46  
Carga Estática (m) 63,77

DIAMETRO m	AREA [m <sup>2</sup> ]	VEL.	LONG.	CTE JK [m/seg <sup>2</sup> ]	PENDI. ALC2	PMW	H <sup>2</sup> Tron. [m <sup>2</sup> seg <sup>2</sup> ]	H <sup>2</sup> Total	C Cálcul
0,1016	4,00881	0,428841	778	0,01	280,878	1,88794288	0,0844	1,8822588	1,88224
0,1016	4,00881	0,428841	843	0,01	283,878	1,58034335	0,07822	1,6383805	3,8207

CALCULO DEL GOLPE DE ARIETE

Densidad (Kilogramos/m<sup>3</sup>) = 101,84  
E<sub>v</sub> (Kilom<sup>2</sup>/seg<sup>2</sup>) = 28870  
E<sub>l</sub> (Kilom<sup>2</sup>/seg<sup>2</sup>) = 328888

ESPESO	E <sub>v</sub>	E <sub>l</sub>	E <sub>v</sub> + E <sub>l</sub>	E <sub>v</sub> + E <sub>l</sub> + E <sub>0</sub>	(E <sub>v</sub> + E <sub>l</sub> + E <sub>0</sub> ) <sup>2</sup>	Distancia [metros]	S. Absor. [metros]	S. Absor. [metros]	S. Pres. [metros]	
1,1	0,083	0,22838	0,31138	1,58268887	1,2578	1180,5	48,0887015	30,2454	0,8113403	61,546
1,3	0,083	7,81538	0,482812	1,4825122	1,2217	1184,34	80,5088188	40,4085	10,101383	80,2887

COSTOS DE CONSTRUCCION DE LA LINEA

CONCEPTO	TUBERIA DE FIBRO-CEMENTO				TUBERIA DE FIBRO-CEMENTO			
	DIAM. 102mm(4") CLASE A-7				DIAM. 102mm(4") CLASE A-10			
	CANT.	UNID.	P.U.	IMPORTE	CANT.	UNID.	P.U.	IMPORTE
Demolicion de pavimento asfaltico	48,08	m <sup>3</sup>	\$2,52	1518,03	38,58	m <sup>3</sup>	\$2,52	1254,82
Preparacion de pavimento asfaltico	48,08	m <sup>3</sup>	48,91	2283,12	38,58	m <sup>3</sup>	48,91	1888,848
Excavacion en material zona B clase II	283,84384	m <sup>3</sup>	17,95	6236,41	308,481	m <sup>3</sup>	17,95	5528,911
Excavacion en material zona B clase III	188,81818	m <sup>3</sup>	144,48	26980,07	182,488	m <sup>3</sup>	144,48	22778,47
Plastico epoxico	48,7888	m <sup>3</sup>	72,38	3528,76	40,3181	m <sup>3</sup>	72,38	2917,273
Plastico compuesto	880,2784	m <sup>3</sup>	70,01	61625,88	464,788	m <sup>3</sup>	70,01	31940,12
Acarras de mal. asfaltico, tierra etc.	880,18	m <sup>3</sup>	11,13	6234,58	467,88	m <sup>3</sup>	11,13	5152,745
Almuerzo de anclaje Fc=180 Kg/cm <sup>2</sup>	1,888	m <sup>3</sup>	484,75	788,00	0	m <sup>3</sup>	484,75	0
Suministro de tuberia	778	m	48,7	38088,88	643	m	57,8	37028,8
Instalacion juntas y grutas hidraulicas	778	m	7,38	5728,74	843	m	7,7	4881,3
<b>SUBTOTAL</b>				<b>131887,47</b>				<b>113873,38</b>
<b>COSTO TOTAL DE LA LINEA =</b>	<b>28862,48</b>				<b>COSTO ANUALIZADO =</b>			<b>64773,88</b>

TABLA B.2.3.4  
TRONCO CERRADO - SAN PABLO I (No. Alternativa)

Costa (p.4) = 21,31  
Carga Estática (m) 47,77

DIAMETRO en m	AREA m <sup>2</sup>	VEL. m/s	LONGI. m	CITE. P.R. MARRONCO	PERDIDA KLG/CC	PMR	H. Term. m-p/m	H. Term. C. Super.
0,1824	0,0182	1,108217	752	0,01	23,4844	8,04753238	0,42208	8,4438885
0,1824	0,0182	1,108217	531	0,01	23,4844	5,808881189	0,28279	6,0906633
0,1824	0,0182	1,108217	100	0,01	23,4844	1,70418888	0,08821	1,7923981

CALCULO DEL GOLPE DE ANIETE

Densidad (Kilogram/m<sup>3</sup>) = 101,84  
Ev (Kilogram<sup>2</sup>) = 28870  
Ei (Kilogram<sup>2</sup>) = 328880

ESPEJO	ESPEJ	Dis	Ev (Kilogram <sup>2</sup> )	Ei (Kilogram <sup>2</sup> )	(1-Ev/Ei) x C.V.	Retiro Presion	H. Abon. Indicada	H. Abon. Tubular	H. Pres. Total
1,2	0,083	12,7	0,083332	1,0833322	1,3418	1888,13	138,243325	100,000	28,452285
1,6	0,083	10,16	0,0433388	1,0433388	1,2087	1110,89	132,381438	100,000	28,452285
1,2	0,083	12,7	0,083332	1,0833322	1,3418	1888,13	138,243325	100,000	28,452285

COSTOS DE CONSTRUCCION DE LA LINEA

CONCEPTO	TUBERIA DE FIBRO-CEMENTO DIAM 152mm(6") CLASE A-7				TUBERIA DE FIBRO-CEMENTO DIAM 152mm(6") CLASE A-10			
	CANT.	UNID.	P.U.	IMPORTE	CANT.	UNID.	P.U.	IMPORTE
Explotación de pozos para cañallos	84,06	m <sup>3</sup>	32,52	2732,81	37,17	m <sup>3</sup>	32,52	1209,78
Reparación de pozos para cañallos	84,06	m <sup>3</sup>	48,91	3132,88	37,17	m <sup>3</sup>	48,91	1817,88
Explotación en material zona II clase II	534,4515	m <sup>3</sup>	17,98	9171,19	310,157	m <sup>3</sup>	17,98	5582,28
Explotación en material zona II clase III	288,0486	m <sup>3</sup>	144,48	41704,82	167,743	m <sup>3</sup>	144,48	24237,17
Plancha epoximada	82,9115	m <sup>3</sup>	72,38	6008,88	38,9611	m <sup>3</sup>	72,38	2819,917
Plancha compuesta	789,9845	m <sup>3</sup>	70,01	55288,01	484,253	m <sup>3</sup>	70,01	33922,37
Asfalto de road seal, tierra etc.	823,5	m <sup>3</sup>	11,13	9185,85	477,8	m <sup>3</sup>	11,13	5318,027
Altoplast de concreto For-100 Kilogram	2,412	m <sup>3</sup>	484,75	1168,22	0	m <sup>3</sup>	484,75	0
Concreto de tubería	815	m	88,1	71781,80	531	m	112,8	59848,9
Instalación juntas y grutas hidráulicas	815	m	15,4	12551,80	531	m	11,53	6127,43
<b>SUB-TOTAL</b>				<b>248274,48</b>				<b>131100,1</b>

COSTO TOTAL DE LA LINEA = 389374,61

COSTO ANALIZADO = 69727,80

TABLA 6.2A1  
TRAMO MIAS - CARGAO HYDROELECTRICO (2a Alternativa)

Costo (p.p.) = 28,72      Eficiencia % 80  
Carga Estática (m) 33,8

DIAMETRO m	AREA [m <sup>2</sup> ]	VEL.	LONG.	CTE [K MARRONING]	PERIODO KL.02	PMW	H/Tram. m=97M	H/Total COD	Prof.Req
0,1524	0,07182	1,374035	189	0,01	23,4844	3,21144470	0,16057	3,372017	3,372
0,1524	0,07182	1,574435	283	0,01	23,4544	5,0653035	0,28342	5,0618132	6,3238
0,1524	0,07182	1,574435	1228	0,01	23,4544	23,7182889	1,18891	24,084174	34,220
									68,129    32,1815

CALCULO DEL GOLPE DE ARIETE

Densidad (Kg/metro<sup>3</sup>) = 101,84  
E<sub>v</sub> (Kg/cm<sup>2</sup>) = 28870  
E<sub>i</sub> (Kg/cm<sup>2</sup>) = 320000  
E<sub>acoplamiento</sub> = 2198888

ESPESO [m]	VELOCIDAD [m/s]	E <sub>v</sub> [Kg/cm <sup>2</sup> ]	E <sub>i</sub> [Kg/cm <sup>2</sup> ]	(E <sub>v</sub> -E <sub>i</sub> )/E <sub>acoplamiento</sub>	Distancia Presion	S Absor Vehículo	S Absor Tubo	H/SPT [S]	Prof Total		
1,2	0,083	12,71	0,003323	1,803323	1,3418	1092,13	170,143681	138,115	34,028772	97,401	71,3026
1,5	0,083	10,10	0,003289	1,803289	1,2807	1110,86	178,252447	142,062	35,860489	44,974	78,0743
1,85	0,083	148,848	33,5205	1,828782	2E-08	1135,1	182,817882	148,254	38,583572	78,782	104,062

COSTOS DE CONSTRUCCION DE LA LINEA

CONCEPTO	TUBERIA DE FIBRO-CEMENTO DIAM 152mm(6") CLASE A-7				TUBERIA DE FIBRO-CEMENTO DIAM 152mm(6") CLASE A-10				TUBERIA DE FIBRO-CEMENTO DIAM 152mm(6") CLASE A-14			
	CANT	UNID	P.U	IMPORT	CANT	UNID	P.U	IMPORT	CANT	UNID	P.U	IMPORT
Demolicion de pavimento asfaltico	11,82	m <sup>3</sup>	32,52	377,84	20,51	m <sup>3</sup>	32,52	668,880	85,82	m <sup>3</sup>	32,82	2798,580
Reposicion de pavimento asfaltico	11,82	m <sup>3</sup>	48,91	580,33	20,51	m <sup>3</sup>	48,91	1003,14	85,82	m <sup>3</sup>	48,91	4197,498
Excavacion en material sano B clase II	68,8688	m <sup>3</sup>	17,16	1183,84	171,141	m <sup>3</sup>	17,16	2936,78	718,107	m <sup>3</sup>	17,16	1228,38
Excavacion en material sano B clase III	32,3384	m <sup>3</sup>	144,49	4678,87	92,5587	m <sup>3</sup>	144,49	13373,8	387,293	m <sup>3</sup>	144,49	55380,02
Pavimento asfaltico	11,3948	m <sup>3</sup>	72,38	818,89	19,9533	m <sup>3</sup>	72,38	1443,82	83,4888	m <sup>3</sup>	72,38	8841,38
Pavimento compactado	145,1336	m <sup>3</sup>	70,01	10160,82	258,17	m <sup>3</sup>	70,01	17934,5	1071,88	m <sup>3</sup>	70,01	75043,14
Acarreo de mat. oculto, base etc.	149,4	m <sup>3</sup>	11,13	1662,82	283,7	m <sup>3</sup>	11,13	2804,88	1103,4	m <sup>3</sup>	11,13	12280,84
Acarreo de concreto f=150 Kg/cm <sup>2</sup>	1,288	m <sup>3</sup>	484,75	623,24	0	m <sup>3</sup>	484,75	0	0	m <sup>3</sup>	484,75	0
Suministro de laborte	180	m	80,1	14428,80	293	m	112,8	33079,7	1228	m	138,8	168813,4
Instalacion juntas y guantes Hidroestaticos	180	m	11,4	2052,00	293	m	11,83	3378,28	1228	m	11,7	14344,2
<b>SUBTOTAL</b>				<b>38841,81</b>				<b>76752</b>				<b>348288,7</b>

COSTO TOTAL DE LA LINEA = 485463,57

POTENCIA HP	RW	COSTO POR HORA DE BOMBEO	CARGA ANUAL DE BOMBEO	COSTO TOTAL DE LA LINEA	CARGA ANUAL AMORTIZACION	COSTO ANUAL DE BOMBEO
32.1815	23.8870	11.161357	8846.7889	488833,57	122617	221887,32

100 mm = 0,0831  
Carga hp normal = 75,88



**TABLA B.2.4.2**  
**TRAMO MINAS CARCABO INTERMEDIO (Su. Alternativa)**

Costo (p/s) = 28,72      Eficiencia %    80  
Carga Estática (m)    33,8

DIAMETRO m	ÁREA m <sup>2</sup>	VEL.	LONG.	CTE. (K m/segundo)	PERIODO R.L.OZ.	FRAC.	H <sup>2</sup> Tram. 14x-9x/m <sup>2</sup>	H <sup>2</sup> Total	CDT	Por. Efic.
0,3048	12	0,0730	0,383089	481	0,01	0,58176	0,23688976	0,01154	0,2423502	0,2424
0,3048	12	0,0730	0,383089	754	0,01	0,58176	0,3818089	0,01809	0,3798004	0,6223
0,3048	12	0,0730	0,383089	450	0,01	0,58176	0,21593429	0,01036	0,228731	0,848

**CALCULO DEL GOLPE DE ARRIETE**

Densidad (Kg/m<sup>3</sup>m<sup>4</sup>) = 101,84  
Ev (Kg/m<sup>2</sup>) = 28970  
Et (Kg/m<sup>2</sup>) = 326800

ESPESO	E=Et	Um	E=Em <sup>2</sup>	Ev=Ev <sup>2</sup> m <sup>4</sup>	(1-E=Et) <sup>2</sup>	ACEL. ON	Alteor Presion	S. Alteor Módulo	S. Alteor Tensión	H <sup>2</sup> -SP	S. Pres. Total
2	0,083	15,24	0,882389	1,682389	1,4891	1015,83	40,7824832	32,61	0,1524826	0,3048	42,0525
2,8	0,083	11,7231	0,738789	1,738789	1,3189	1078,74	43,2824439	34,528	0,0994989	9,2787	42,5989
2	0,083	15,24	0,882389	1,682389	1,4891	1015,83	40,7824832	32,61	0,1524826	0,0015	42,0525

**COSTOS DE CONSTRUCCION DE LA LINEA**

CONCEPTO	TUBERIA DE FIBRO-CEMENTO DIA= 305mm (12") CLASE A-7			TUBERIA DE FIBRO-CEMENTO DIA= 305mm (12") CLASE A-10			TUBERIA DE FIBRO-CEMENTO DIA= 305mm (12") CLASE A-7					
	CANT	UNID	P.U	IMPORT	CANT	UNID	P.U	IMPORT	CANT	UNIDAD	P.U	IMPORT
Reposicion de pavimento asfaltico	40,885	m <sup>3</sup>	32,52	1328,38	64,08	m <sup>3</sup>	32,52	2084,21	38,25	m <sup>3</sup>	32,52	1243,89
Reposicion de pavimento estatico	40,885	m <sup>3</sup>	48,91	1989,89	64,08	m <sup>3</sup>	48,91	3134,84	38,25	m <sup>3</sup>	48,91	1870,809
Excavación en material zona B clase II	318,41238	m <sup>3</sup>	17,18	5463,88	488,133	m <sup>3</sup>	17,18	8368,12	297,881	m <sup>3</sup>	17,18	5111,81
Excavación en material zona B clase III	172,20782	m <sup>3</sup>	144,46	2482,28	296,947	m <sup>3</sup>	144,46	38004,7	181,108	m <sup>3</sup>	144,46	23278,84
Plancha asfaltada	40,8812	m <sup>3</sup>	72,36	2958,40	64,2408	m <sup>3</sup>	72,36	4644,48	38,34	m <sup>3</sup>	72,36	2774,282
Relleno compactado	443,863	m <sup>3</sup>	70,01	31081,85	685,842	m <sup>3</sup>	70,01	48722,8	415,35	m <sup>3</sup>	70,01	26078,85
Aceras de mal. ext. con. terr. etc.	480,82	m <sup>3</sup>	11,13	5340,80	788,08	m <sup>3</sup>	11,13	8558,88	458	m <sup>3</sup>	11,13	5108,67
Almejas de concreto F=100 Kg/cm <sup>2</sup>	3,132	m <sup>3</sup>	484,75	1518,24	0	m <sup>3</sup>	484,75	0	0	m <sup>3</sup>	484,75	0
Suministro de tuberías	481	m	211,8	101878,80	754	m	281,8	22088,9	450	m	211,8	95310
Instalación tuberías y grutas hidráulicas	481	m	28,22	13571,82	754	m	45,14	34085,8	450	m	28,22	12798
<b>SUBTOTAL</b>				<b>188188,21</b>				<b>38870</b>				<b>175575,8</b>

**COSTO TOTAL DE LA LINEA = 72842,97**

POTENCIA HP	RPM	COSTO POR HORA DE BOMBEO	CARGO ANUAL DE BOMBEO	COSTO TOTAL DE LA LINEA	CARGA ANUAL AMORTIZACION	COSTO ANUAL DE BOMBEO
15-4143	122482	5,88882	8778,488	72842,97	18280	24538,86

HP → 0,8811  
Carga hp normal = 79,88

TABLA 8.2.4.3  
TRAMO CARGAMO INTERMEDIO - CARRIAS (As. Alternative)

Costo (p/s) = 25,27 Eficiencia % 80  
Carga Estática (m) 47,77

DIAMETRO m	AREA m <sup>2</sup>	VEL.	LONG.	CTE	R	PERIODO s/osc	PMH	H <sub>1</sub> Trans. m-PMH	H <sub>2</sub> Total	COT	Por. Req
0,1524	0,0182	1,305305	200	0,01	23,4544	3,0832705	0,15427	3,2208634	3,2386		
0,1524	0,0182	1,305305	30	0,01	23,4544	0,5811531	0,02021	0,6133211	0,6529	51,6220	21,6955

CALCULO DEL GOLPE DE ARIETE

Densidad (Kg/m<sup>3</sup>) = 101,84  
Ev (Kg/m<sup>2</sup>) = 28870  
Ei (Kg/m<sup>2</sup>) = 32888

ESPESO	Ev/Ei	Die	Ev*EPD	Ev*EPD <sup>2</sup>	(1-Ev/Ei)*CEL ON	Balance Presion	S.Absor. Vehículo	S.Absor. Tubería	H*HP <sup>2</sup>	S Pres. Total	
1,2	0,083	12,7	0,886332	1,083332	1,3419	1080,13	148,70527	118,784	28,841584	33,181	80,9589
1,5	0,083	10,16	0,842288	1,042288	1,2887	1110,88	158,83881	125,472	31,387882	35,221	82,8888

COSTOS DE CONSTRUCCION DE LA LINEA

CONCEPTO	TUBERIA DE FIBRO-CEMENTO				TUBERIA DE FIBRO-CEMENTO			
	DIAM 152mm(6") CLASE A-7				DIAM 152mm(6") CLASE A-10			
	CANT	UNID	P.U.	IMPORT	CANT	UNID	P.U.	IMPORT
Concesión de pavimento asfáltico	14,42	m <sup>3</sup>	32,52	468,94	2,73	m <sup>3</sup>	32,52	88,7781
Repavim de pavimento asfáltico	14,42	m <sup>3</sup>	48,91	705,28	2,73	m <sup>3</sup>	48,91	133,524
Excavación en material zona B clase II	120,3248	m <sup>3</sup>	17,18	2064,77	22,7780	m <sup>3</sup>	17,18	390,903
Excavación en material zona B clase III	65,0794	m <sup>3</sup>	144,48	9482,74	12,3201	m <sup>3</sup>	144,48	1780,13
Plantilla epoximica	14,0288	m <sup>3</sup>	72,38	1015,11	2,8559	m <sup>3</sup>	72,38	182,181
Pedregal compactado	180,1058	m <sup>3</sup>	70,01	12608,21	34,0877	m <sup>3</sup>	70,01	2387,18
Acieros de mal suelas, tierra etc.	185,4	m <sup>3</sup>	11,13	2063,50	35,1	m <sup>3</sup>	11,13	390,983
Alargos de concreto f=100 Kg/cm <sup>2</sup>	0,252	m <sup>3</sup>	484,75	122,16	0	m <sup>3</sup>	484,75	0
Suministro de tubería	208	m	88,1	17738,88	38	m	112,9	4403,1
Instalación juntas y prueba hidráulica	208	m	11,4	2368,48	38	m	11,53	448,87
<b>SUBTOTAL</b>				<b>48238,71</b>				<b>10278,1</b>

COSTO TOTAL DE LA LINEA = 58752,84

POTENCIA HP	RW	COSTO POR HORA DE BOMBEO	CARGA ANUAL DE BOMBEO	COSTO TOTAL DE LA LINEA	CARGA ANUAL AMORTIZACION	COSTO ANUAL DE BOMBEO
21,4558	15,8936	7,4414003	8888,9383	58752,84	15488,8	81982,182

100% = 0,0881

Carga hp instant = 75,588

TABLA 8.2.A.4  
TRAMO CARCAMO INTERMEDIO - CABRAB (2a. Alternativa)

Caudal (l.p.s) = 25,77 Eficiencia % 80  
Carga Estática (m) 47,77

DIAMETRO m	ÁREA m <sup>2</sup>	VEL. m/s	LONG. m	CTE mm/m <sup>2</sup> s	N mm/m <sup>2</sup> s	PERDIDA KLOZ	SWAB mm	H <sub>f</sub> Tramo m	H <sub>f</sub> Total m	CDT m	Per. Res. m
0,304	0,0733	0,3482	245	0,01	0,9618	0,0101	0,0025	0,0025	0,0025	47,77	18,00

CALCULO DEL GOLPE DE ARRIETE

Densidad (Kg/m<sup>3</sup>) = 101,94  
E<sub>v</sub> (Kg/cm<sup>2</sup>) = 29870  
E<sub>l</sub> (Kg/cm<sup>2</sup>) = 320000

ESPESO m	E <sub>v</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	D <sub>0</sub> m	V <sub>0</sub> m/s	V <sub>1</sub> m/s	V <sub>2</sub> m/s	V <sub>3</sub> m/s	ΔE m	ΔE m	S. Abrete Vehículo	S. Abrete Tubería	HP-SP m	S. Pres. Total
2	0,0025	18,20	0,3482	1,4021	1019,83	33,00	2,00	2,12	2,12	2,12	2,12	54,00

COSTOS DE CONSTRUCCION DE LA LINEA

CONCEPTO	TUBERIA DE FIBRO-CEMENTO			
	DIAM	LONG(1P)	CLASE A-7	
	CANT.	UNID.	P.U.	
Demolicion de pavimento asfaltico	30,825	m <sup>3</sup>	32,82	677,25
Reposicion de pavimento asfaltico	30,825	m <sup>3</sup>	46,81	1018,94
Excavacion en material zona B clase II	162,1851	m <sup>3</sup>	17,15	2783,10
Excavacion en material zona B clase III	87,7149	m <sup>3</sup>	144,46	12673,80
Piedra espartada	20,874	m <sup>3</sup>	72,36	1510,46
Piedra compactada	228,135	m <sup>3</sup>	70,01	16031,71
Acarreo de mat. suelta, tierra etc.	248,9	m <sup>3</sup>	11,13	2771,30
Armas de concreto f=100 Kg/cm <sup>2</sup>	0,608	m <sup>3</sup>	484,75	295,21
Suministro de tubería	245	m	211,8	51801,00
Instalación juntas y granel hidrostático	245	m	25,22	6180,00
<b>COSTO TOTAL DE LA LINEA</b>				<b>65880,48</b>

POTENCIA HP	RW	COSTO POR HORA DE BOMBEO	CARGO ANUAL DE LA LINEA	COSTO TOTAL DE LA LINEA	CARGA ANUAL AMORTIZACION	COSTO ANUAL DE BOMBEO
18,881	14,635	0,007617	67328,738	65880,48	2638,6	68443,518

HP = 2,481

Carga por hora = 75,388

TABLA B.2.4.5  
TRAMO CARGABO INTERMEDIO - HUECAMPOOL II (2a. Alternativa)

Costo (f p s) = 3,45 Eficiencia % 80  
Carga Estática (m) 8

DIAMETRO m	AREA m <sup>2</sup>	VEL.	LONG.	CTE MANRANG	R	PERIODO K1,02	PRIM	H <sub>1</sub> (mm h=20m)	H <sub>2</sub> (mm) C. Disp		
0,1018	4	0,0861	0,428541	1871	0,71	263,876	4,05485138	0,24278	4,23888	4,23771	1,7425

CALCULO DEL GOLPE DE ARIETE

Densidad (Kg/m<sup>3</sup>) = 101,94  
E<sub>v</sub> (Kg/cm<sup>2</sup>) = 28970  
E<sub>l</sub> (Kg/cm<sup>2</sup>) = 328000

ESPESO	E <sub>v</sub> /E <sub>l</sub>	D <sub>1</sub>	(E <sub>v</sub> /E <sub>l</sub> ) <sup>0,5</sup>	(E <sub>v</sub> /E <sub>l</sub> ) <sup>0,25</sup>	(1+(E <sub>v</sub> /E <sub>l</sub> )) <sup>0,25</sup>	Factor Prision	S Abcor Voluta	S Abcor Tubaria	H <sub>1</sub> -H <sub>2</sub>	H <sub>1</sub> P <sub>1</sub> & P <sub>2</sub> Total	
1,1	0,083	0,22838	0,469268	1,542658	1,25718	1130,91	49,0567015	39,2454	0,611328	14,0309	15,8113

COSTOS DE CONSTRUCCION DE LA LINEA

CONCEPTO	TUBERIA DE FIBRO-CEMENTO			
	DIAM 102mm(4") CLASE A-7	CANT	IMPORTE	
	UNID	P.U		
Demolicion de pavimento asfaltico	100,26	m <sup>3</sup>	32,52	3269,48
Reposicion de pavimento asfaltico	100,26	m <sup>3</sup>	48,81	4893,72
Excavacion en material zona II clase II	780,82488	m <sup>3</sup>	17,18	13389,95
Excavacion en material zona II clase III	422,28512	m <sup>3</sup>	144,49	61017,42
Plancha epoxiada	104,7717	m <sup>3</sup>	72,38	7581,28
Refranco compactado	1181,8983	m <sup>3</sup>	70,01	82744,70
Acarreo de mat. sueltas, tierra etc.	1203,12	m <sup>3</sup>	11,13	13380,73
Abragues de concreto f <sub>c</sub> =100 Kg/cm <sup>2</sup>	1,28	m <sup>3</sup>	484,75	620,48
Suministro de tubería	1871	m	48,7	91048,70
Instalacion junta y prueba hidraulica	1871	m	7,33	12948,43
<b>COSTO TOTAL DE LA LINEA</b>				<b>282214,88</b>

COSTO ANUALIZADO = 74447,43

TABLA B.2.A1  
TRAMO CARGADO INTERMEDIO - CARRAS (vs. Alternativa)

Canto (p p) = 3.00 Eficiencia W = 80  
Carga Estática (m) 47.77

DIAMETRO m	AREA m <sup>2</sup>	VEL.	LONG.	CIE m/m	R m/m	PERICLO R/CO	W <sub>int</sub>	H <sub>1</sub> Tron m-Estat	H <sub>1</sub> Total	COT	Vol Req
0.1010	4.00381	0.00441	245	0.01	263.016	0.0326831	0.039216	0.8224831	0.8225	48.5625	3.1648

CALCULO DEL GOLPE DE ARIETE

Densidad (Kg/m<sup>3</sup>) = 101.84  
Ev (Kg/m<sup>2</sup>) = 20970  
Ei (Kg/m<sup>2</sup>) = 326000

ESPESOR	E=EI	Cia	E <sub>1</sub> SPESOR	E <sub>2</sub> SPESOR	(1-E <sub>1</sub> E <sub>2</sub> )	ACEL. Onda	Presión	δ Abstr. Yabstr.	δ Abstr. Tubaria	H <sub>1</sub> -SP	δ Pres Total
1.1	0.04	0.2300	0.95280	1.28700	1.2870	1118.01	84.3000017	48.5625	11.231712	12.061	88.642

COSTOS DE CONSTRUCCION DE LA LINEA

CONCEPTO	TUBERIA DE FIBRO-CEMENTO			
	DIAM. 150mm(6") CLASE A-7			
	CANT.	UNID.	P. U.	IMPORTE
Demolicion de pavimento asfaltico	14.7	m <sup>3</sup>	32.32	476.84
Preparacion de pavimento asfaltico	14.7	m <sup>3</sup>	48.91	718.88
Excavacion en material zona B clase II	114.4036	m <sup>3</sup>	17.16	1964.54
Excavacion en material zona B clase III	61.8194	m <sup>3</sup>	144.46	8948.30
Plancha aporazada	15.3815	m <sup>3</sup>	72.38	1111.58
Puerto compuesto	173.2885	m <sup>3</sup>	70.01	12131.89
Acarreo de mal-sellas, barras etc	178.4	m <sup>3</sup>	11.13	1983.33
Almuerzo de concreto f'c=100 Kg/cm <sup>2</sup>	0.224	m <sup>3</sup>	484.75	108.58
Suministro de tuberías	245	m	48.7	12178.50
Instalacion juntas y grutas hidráulicas	245	m	7.33	1788.85
<b>COSTO TOTAL DE LA LINEA =</b>				<b>41385.61</b>

POTENCIA HP	ROW	COSTO POR UNIDAD DE BOMBEO	CARGO ANUAL DE BOMBEO	COSTO TOTAL DE LA LINEA	CARGA ANUAL AMORTIZACION	COSTO ANUAL DE BOMBEO
3.1648	2.3887	1.07788	7622.281	41385.61	1088	21442.282

W=0.8  
Carga Rp normal = 75.58

TABLA E.2.3.3  
TRAMO CARGADO INTERMEDIO - CARRAS (2a. Alternativa)

Costo (p.p.) = 3,88 Eficiencia % 80  
Carga Estática (m) 47,77

DIAMETRO m	AREA (m <sup>2</sup> )	VEL.	LONG.	CITE	R	PERCEN %L.C.G.	S.Mat	H/Trom M-55M	H/Talud	COI	Por Neg
0,1524	0,0182	0,217080	245	0,01	25,4544	0,00011148	0,004817	0,004817	0,004817	47,8028	3,1175

CALCULO DEL GOLPE DE ARRIETE

Densidad (Kg/m<sup>3</sup>) = 101,94  
E<sub>v</sub> (Kg/cm<sup>2</sup>) = 20870  
E<sub>l</sub> (Kg/cm<sup>2</sup>) = 320000

ESPESO	E <sub>v</sub> /E <sub>l</sub>	De	E <sub>v</sub> /E <sub>l</sub> EPD	E <sub>v</sub> /E <sub>l</sub> EPD <sup>2</sup>	(1+E <sub>v</sub> /E <sub>l</sub> )ACEL. CM	Sobrec Presion	S.Absor Velocidad	S.Absor Tuberia	H/SPT	S Pres Total
1,2	0,045	12,71	0,000332	1,005523	1,3418	16,0,13	23,0,0474	11,7,28	4,651025	4,7,00

COSTOS DE CONSTRUCCION DE LA LINEA

CONCEPTO	TUBERIA DE FIBRO-CEMENTO			IMPORT
	CANT.	UNID.	P.U.	
Demolicion de pavimento asfaltico	17,15	m <sup>3</sup>	32,52	557,72
Reposicion de pavimento asfaltico	17,15	m <sup>3</sup>	48,91	838,01
Excavacion en material zona B clase II	143,1045	m <sup>3</sup>	17,18	2458,87
Excavacion en material zona B clase III	77,3855	m <sup>3</sup>	144,40	11182,88
Plancha espaciada	16,8845	m <sup>3</sup>	72,38	1227,28
Placero compactado	214,2035	m <sup>3</sup>	70,01	14998,36
Acarreo de mat sueltas, tierra etc	220,5	m <sup>3</sup>	11,13	2454,17
Albanel de concreto f'c=100 Kg/cm <sup>2</sup>	0,252	m <sup>3</sup>	464,75	122,16
Suministro de tuberia	245	m	88,1	21588,50
Instalacion juntas y prueba hidraulica	245	m	11,4	2793,00
<b>COSTO TOTAL DE LA LINEA =</b>				<b>57762,57</b>

POTENCIA HP	KW	COSTO POR HORA DE BOMBEO	CARGO ANUAL DE BOMBEO	COSTO TOTAL DE LA LINEA	CARGA ANUAL AMORTIZACION	COSTO ANUAL DE BOMBEO
3,1175	2,32472	1,0812265	10378,2161	57762,57	15221,8	25946,882

KW=HP  
Carga Hp nominal = 75,580

TABLA 6.1.3.3  
CARGANO INTERMEDIO - SAN PABLO (De. Alternativa)

Gasto (p/s) = 21,31 Eficiencia % 80  
Carga Estática (m) 0

DIAMETRO m	AREA m <sup>2</sup>	VEL. T.MBRT1	LONG. 1442	CTE JK MABABND	PERIODO JULIO	SNR 0,76754	H <sub>1</sub> Trm. m=50m	H <sub>1</sub> Trm. COT	Per. Prg
0,1524	0,0182	1,78821	1442	0,01	23,2544	15,387245	10,7200	16,127	16,127

CALCULO DEL GOLPE DE ARIETE

Densidad (Kg/m<sup>3</sup>) = 101,84  
Ev (Kg/cm<sup>2</sup>) = 20870  
Ei (Kg/cm<sup>2</sup>) = 328000

ESPESO m	E <sub>1</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	D <sub>1</sub>	E <sub>2</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	E <sub>2</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	(1+E <sub>2</sub> /E <sub>1</sub> ) C <sub>1</sub>	Vel. de Propag.	H <sub>1</sub> Absor. Velocidad	H <sub>2</sub> Absor. Tuberos	H <sub>1</sub> + H <sub>2</sub> (S. Prg)
1,2	0,083	12,7	0,083333	1,083333	1,0418	1080,13	12,7	25,2	41,376

COSTOS DE CONSTRUCCION DE LA LINEA

CONCEPTO	TUBERIA DE FIBRO-CEMENTO (DIAM 152mm) CLASE A-7			
	CANT.	UNID.	P.U.	IMPORTE
Despeje de pavimento asfaltico	100,84	m <sup>3</sup>	32,52	3282,97
Preparacion de pavimento asfaltico	100,84	m <sup>3</sup>	48,81	4928,98
Extraccion en material zona B clase II	842,2722	m <sup>3</sup>	17,18	14463,36
Extraccion en material zona B clase III	456,5278	m <sup>3</sup>	144,48	65918,21
Plancha epoximada	68,2022	m <sup>3</sup>	72,38	7109,77
Pedregos compactado	1200,7488	m <sup>3</sup>	70,01	84054,45
Acarreo de mal. suelto, barro etc.	1287,8	m <sup>3</sup>	11,13	14344,51
Albañiles de concreto f <sub>c</sub> =100 Kg/cm <sup>2</sup>	2,18	m <sup>3</sup>	484,75	1057,08
Suministro de tubería	1442	m	88,1	127158,22
Instalación juntas y grúas hidráulicas	1442	m	11,4	16438,82
<b>COSTO TOTAL DE LA LINEA =</b>				<b>328041,84</b>

POTENCIA HP	RW	COSTO POR HORA DE BOMBEO	CARGO ANUAL DE BOMBEO	COSTO TOTAL DE LA LINEA	CARGA ANUAL AMORTIZACION	COSTO ANUAL DE BOMBEO
5,8523	4,21482	1,883877	18776,405	339948,64	88177,5	107756,91

100 m = 0,0811

Carga de material = 75,50

TABLA 5.2.5.4  
TRAMO CARCANO INTERMEDIO - SAN PABLO I (3a. Alternativa)

Costo (f p s) = 21,31      Eficiencia % = 80  
Carga Estática (m) = 0

DIAMETRO m	AREA m <sup>2</sup>	VEL m/s	LONG m	CTE K	N MANHANG	PERIODO K1 Q2	S/NM	H <sup>2</sup> Tram. H <sup>2</sup> S/NM	H <sup>2</sup> Total/CO <sup>2</sup>	Por. Neg.		
0,3050	12	0,0700	0,262054	1442	0,01	0,54178	0,3026307	0,01025	0,488219	0,0	0,4	0,142

CALCULO DEL GOLPE DE ARIETE

Densidad (Kg/m<sup>3</sup>) = 101,84  
Ev (Kg/cm<sup>2</sup>) = 20870  
Et (Kg/cm<sup>2</sup>) = 328000

ESPESO	Ev/Et	Dia	Ev*WEPD	Ev*WEPD <sup>1/2</sup>	(1+Ev/Et)CELO N	Sobre Presion	S Absor Valvula	S Absor Tuberia	H <sup>2</sup> BP	H <sup>2</sup> Pres Total	
2	0,003	15,24	0,362054	1,262054	1,4051	1615,03	30,215407	24,1863	5,0420014	0,4211	11,11

COSTOS DE CONSTRUCCION DE LA LINEA

CONCEPTO	TUBERIA DE FIBRO-CEMENTO			
	DIAM	305mm (12")	CLASE	A-7
	CANT	UNID	P.U	IMPORTE
Demolicion de pavimento asfaltico	122,57	m <sup>3</sup>	32,52	3985,88
Regrasacion de pavimento asfaltico	122,57	m <sup>3</sup>	48,91	5994,80
Excavacion en material zona B clase II	864,57610	m <sup>3</sup>	17,18	14830,51
Excavacion en material zona B clase III	518,26484	m <sup>3</sup>	144,49	74595,11
Plancha asfaltica	122,8584	m <sup>3</sup>	72,38	8880,03
Refraso compactado	1330,998	m <sup>3</sup>	70,01	93180,93
Acabado de mal suelta barra etc	1470,84	m <sup>3</sup>	11,13	16370,48
Abraces de concreto Fc=100 Kg/cm <sup>2</sup>	5,22	m <sup>3</sup>	484,75	2530,40
Suministro de tuberia	1442	m	211,8	304815,80
Instalacion juntas y prueba hidraulica	1442	m	28,22	37809,24
<b>COSTO TOTAL DE LA LINEA</b>				<b>585153,14</b>

POTENCIA HP	KW	COSTO POR HORA DE BOMBEO	CARGO ANUAL DE BOMBEO	COSTO TOTAL DE LA LINEA	CARGA ANUAL AMORTIZACION	COSTO ANUAL DE BOMBEO
0,1402	0,10455	0,0480242	1332,81267	585153,14	148000	150410,32

KW/HP = 0,746

Carga de momento = 75,308



TABLA 2.2.4.1  
TRAMO SAN PABLO I - SAN PABLO II

Gasto (l p s) = 0,77 Estructura W 80  
Carga Estatica (m) 49,5

DIAMETRO m	AREA m <sup>2</sup>	VEL m/s	LONG m	CVE m	R %	PERIODO SEG	SINW %	Hf Trans m	Hf Total m	CDT %	Pot Req KW
0,1010	0,0081	0,08470	354	0,01	200,00	0,02701132	0,00210	0,0446200	0,0466	48,5400	0,5700

CALCULO DEL GOLPE DE ARIETE

Densidad (Kg/m<sup>3</sup>) = 101,84  
Ev (Kg/cm<sup>2</sup>) = 20870  
Et (Kg/cm<sup>2</sup>) = 32880

ESPESO	E=Et	Dia	E=EvD <sup>2</sup>	E=EtD <sup>2</sup>	(1+E)E/ACEL	C=0,5	Distors D=0,5	8 Abraz Vigilata	8 Abraz Tubaria	H=Hf	8 Pasa Total
1,7	0,0003	0,25	0,0003	0,0003	1,2500	11,50	10,000000	0,700000	2,100000	2,8000	4,7000

COSTOS DE CONSTRUCCION DE LA LINEA

CONCEPTO	TUBERIA DE FIBRO-CEMENTO			
	DIAM 152mm(6")	CLASE A-7	CANT.	UNID P U
Demolicion de pavimento asfaltico	21,24	m <sup>3</sup>	32,52	680,72
Reposicion de pavimento asfaltico	21,24	m <sup>3</sup>	48,91	1038,96
Excavacion en material zona B clase II	185,41712	m <sup>3</sup>	17,16	2838,58
Excavacion en material zona B clase III	80,80288	m <sup>3</sup>	144,46	12028,46
Piedra apisonada	22,1958	m <sup>3</sup>	72,38	1808,06
Relevo compactado	250,3842	m <sup>3</sup>	70,01	17528,40
Acarrico de mal suellos, barro etc	254,86	m <sup>3</sup>	11,13	2838,61
Alargos de concreto f'c=100 Kg/cm <sup>2</sup>	0,8880	m <sup>3</sup>	484,75	284,73
Suministro de tubería	354	m	48,7	17563,80
Instalacion juntas y granel hidráulicas	364	m	7,33	2884,82
<b>COSTO TOTAL DE LA LINEA =</b>				<b>58860,21</b>

POTENCIA HP	KW	COSTO POR HORA DE BOMBEO	CARGO ANUAL DE BOMBEO	CORTO TOTAL DE LA LINEA	CARGA ANUAL AMORTIZACION	CORTO ANUAL DE BOMBEO
0,57	0,42072	0,20880	2088,0000	59950,27	15874,7	18473,889

Costo de potencia = 0,42072  
Costo de material = 19,388

**TABLA 8.5.1**  
**CUADRO COMPARATIVO DE LAS ALTERNATIVAS PARA LA ALIMENTACION DE LOS TANQUES**  
**CABRAS, HUCASPOOL Y SAN PABLO I, DESDE EL TANQUE 1844**

DESCRIPCION ALTERNATIVA	COSTO ANUALIZADO				TOTAL
	Línea de canal por bombeo	Línea de canal por gravedad	Edificación de Bombeo	Costo anual de operador	
<b>1a. ALTERNATIVA</b>					
Bombas directa desde el tanque Minas a Cabras, con Q=28.72 M <sup>3</sup> , con tubería de A.C. de 12" de diámetro, L=1830 m	281248		58035.34	58625.2	119810.44
Por gravedad de Cabras al Hucampoel II, con Q=3.45 M <sup>3</sup> , con tubería de A.C. de 4" de diámetro, L=1421 m		84773.38			
Por gravedad de Cabras a San Pablo I con Q=21.31 M <sup>3</sup> , con tubería de A.C. de 8" de diámetro, L=1448 m		83728.88			878823.38
<b>2a. ALTERNATIVA</b>					
Bombas desde Minas a un cárcamo intermedio, con Q=28.72 M <sup>3</sup> , con tubería de A.C. de 12" de diámetro, L=1888 m	182830		28017.87	58625.2	80778.68
Continúa el bombeo en interacción al Hucampoel II, con Q=3.45 M <sup>3</sup> , con tubería de A.C. de 4" de diámetro, L=1871 m		74447.43			
Del cárcamo intermedio, por bombeo a Cabras, con Q=25.27 M <sup>3</sup> , con tubería de A.C. de 12" de diámetro, L=2248 m	25284.8		28017.87	58625.2	81348.78
Por gravedad de Cabras a San Pablo I con Q=21.31 M <sup>3</sup> , con tubería de A.C. de 8" de diámetro, L=1448 m		83728.88			873812.87
<b>3a. ALTERNATIVA</b>					
Bombas desde Minas a un cárcamo intermedio, con Q=28.72 M <sup>3</sup> , con tubería de A.C. de 12" de diámetro, L=1888 m	186530		28017.87	58625.2	50778.68
Continúa el bombeo en interacción al Hucampoel II, con Q=3.45 M <sup>3</sup> , con tubería de A.C. de 4" de diámetro, L=1871 m		7447.43			
Por bombeo del cárcamo intermedio a Cabras, con Q=3.98 M <sup>3</sup> , con tubería de A.C. de 4" de diámetro, L=243 m	10820		8803.53	58625.2	10822.24
Por bombeo del cárcamo intermedio a San Pablo I, con Q=21.31 M <sup>3</sup> , con tubería de A.C. de 8" de diámetro, L=1442 m	88877.5		8705.3	58525.2	18078.41
					88986.14

TABLA 6.3.A.1  
TRINIO CABRAN - DERIVACION NUECAMPOL II (1a. Opción)

Canto (p.e.) = 24.70  
Carga Estática (m) 77.80

DIAMETRO m	AREA m <sup>2</sup>	VOL. m <sup>3</sup>	LONG. m	CTE. R. MARRON	R. MARRON	PERDIDA R.LQ2	STRAI	H <sup>o</sup> Tm. m <sup>3</sup> /MARR	H <sup>o</sup> Tm. C. Capon
0.1524	0.0182	1.357347	780	0.01	23.4544	11.3386602	0.98863	11.887676	11.887
0.1524	0.0182	1.357347	588.1	0.01	23.4544	8.48821391	0.42281	8.87882488	20.776

CALCULO DEL GOLPE DE ARIETE

Densidad (Kg/m<sup>3</sup>) = 101.84  
Ev (Kg/cm<sup>2</sup>) = 28870  
Ei (Kg/cm<sup>2</sup>) = 328000

ESPESOR	Ev/Ei	D/A	Ev/Ei*PD	Ev/Ei*PD+1	(1+Ev/Ei)*CELO	Alcance Pisones	S. Alcant. Vehículo	S. Alcant. Tubo	S. Pisos Tubo
1.2	0.083	12.1	0.800332	1.80033232	1.3418	1080.13	148.063614	117.347	26.58765
1.5	0.083	10.168	0.848288	1.84828848	1.2887	1110.88	153.874483	122.84	30.728888

COSTOS DE CONSTRUCCION DE LA LINEA

CONCEPTO	TUBERIA DE FIBRO-CEMENTO DIAM 150mm(6") CLASE A-7				TUBERIA DE FIBRO-CEMENTO DIAM 150mm(6") CLASE A-10			
	CANT	UNID	P.U	IMPORT	CANT	UNID	P.U	IMPORT
Derivacion de pavimento asfaltico	55.16	m <sup>3</sup>	32.32	1793.80	41.167	m <sup>3</sup>	32.42	1338.75
Preparacion de pavimento asfaltico	55.16	m <sup>3</sup>	48.91	2697.88	41.167	m <sup>3</sup>	48.91	2013.48
Excavacion en material zona II clase II	480.2708	m <sup>3</sup>	17.16	7800.25	343.588	m <sup>3</sup>	17.16	5884.82
Excavacion en material zona II clase II	248.8282	m <sup>3</sup>	144.49	3597.78	185.781	m <sup>3</sup>	144.49	26843.5
Piedra apilada	53.8828	m <sup>3</sup>	72.38	3883.04	40.0488	m <sup>3</sup>	72.38	2907.88
Peduro compactado	686.0484	m <sup>3</sup>	70.01	48033.28	514.176	m <sup>3</sup>	70.01	35987.4
Asfalto de mal suabia, barro etc.	708.2	m <sup>3</sup>	11.13	7883.48	529.28	m <sup>3</sup>	11.13	5881
Atropa de concreto f'c=100 Kg/cm <sup>2</sup>	1.512	m <sup>3</sup>	484.75	732.94	0	m <sup>3</sup>	484.75	0
Suministro de tubería	788	m	88.1	67848.88	588.1	m	112.8	66688.5
Instalacion juntas y grutas hidráulicas	788	m	11.4	8983.28	588.1	m	11.53	6788.78
<b>SUBTOTAL</b>				<b>188830.28</b>				<b>114588</b>

COSTO TOTAL DE LA LINEA = 338884.40

**TABLA 5.3.3**  
**TRAMO DERIVACION MUECAMPOL 8 - SAN PABLO I (La Opatón)**

Gasto (i.p.u) = 21,31      Estructos N    60  
Carga Estática (m)    28,89

DIMETRO m	AREA m <sup>2</sup>	VEL	LONG	CITE m	PK m	PERICHO m	PK m	H Ym m	H Ym m	H Ym m	C (Dapn)
0,1524	0,07462	1,982717	341,1	0,01	23,4544	3,04157733	0,18289	3,8228559	3,8237		
0,1534	0,07462	1,982717	815	0,01	23,4544	6,88888833	0,32732	6,8778835	10,702		
0,1524	0,07462	1,982717	287	0,01	23,4544	3,05883711	0,15286	3,208679	3,2087		
0,1524	0,07462	1,982717	182,8	0,01	23,4544	1,73078789	0,08894	1,6173289	12,518	14,4715	

**CALCULO DEL COUPE DE ARBETE**

Densidad (Kg/m<sup>3</sup>) = 101,84  
Ev (Kg/m<sup>2</sup>) = 28879  
Ei (Kg/m<sup>2</sup>) = 32889

ESPESOR	ESPEL	Dia	EV (Kg/m <sup>2</sup> )	EI (Kg/m <sup>2</sup> )	(I-E) x A	ÁCEL	Óxido	S. Apert	S. Abert	H (D) T	Pres.	Total
1,8	0,083	10,16	0,046288	1,042888	1,2867	1110,89	132,26182	188,889	28,482286	30,278	48,6781	
1,95	0,083	148,946	33,5205	1,9828782	2E+06	1138,1	138,848828	108,519	27,128885	30,864	43,4188	
1,5	0,083	10,16	0,046288	1,042888	1,2867	1110,89	132,26182	188,889	28,482286	28,882	50,2227	
1,2	0,083	12,7	0,050332	1,080332	1,3418	1080,13	126,246323	100,889	25,248886	35,851	38,7280	

**COSTOS DE CONSTRUCCION DE LA LINEA**

CONCEPTO	TUBERIA DE FIBRO-CEMENTO				TUBERIA DE FIBRO-CEMENTO				TUBERUSA DE FIBRO-CEMENTO			
	CANT.	UNID.	P.U.	IMPORT.	CANT.	UNID.	P.U.	IMPORT.	CANT.	UNIDAD	P.U.	IMPORT.
Demolicion de pavimento asfaltico	44,023	m <sup>3</sup>	82,82	3647,86	43,58	m <sup>3</sup>	82,82	3608,80	11,375	m <sup>3</sup>	82,88	948,878
Reposicion de pavimento asfaltico	44,023	m <sup>3</sup>	48,91	2153,19	43,05	m <sup>3</sup>	48,91	2105,58	11,375	m <sup>3</sup>	48,91	556,513
Excavacion en material zona B clase II	287,24849	m <sup>3</sup>	17,18	4932,89	289,222	m <sup>3</sup>	17,18	5184,24	84,8183	m <sup>3</sup>	17,18	1458,783
Excavacion en material zona B clase II	188,88881	m <sup>3</sup>	144,48	27108,79	184,279	m <sup>3</sup>	144,48	26811,24	51,3338	m <sup>3</sup>	144,48	7417,214
Paventa asfaltada	42,82888	m <sup>3</sup>	72,38	3098,04	41,8815	m <sup>3</sup>	72,38	3030,86	11,8883	m <sup>3</sup>	72,88	868,758
Pavento compactado	549,84727	m <sup>3</sup>	70,01	38484,81	537,886	m <sup>3</sup>	70,01	37844	142,074	m <sup>3</sup>	70,01	8948,583
Asfalto de mas asfalto base etc.	588,01	m <sup>3</sup>	11,13	6538,89	583,5	m <sup>3</sup>	11,13	6496,49	148,25	m <sup>3</sup>	11,13	1627,783
Alzapuque de concreto Fc=100 Kg/m <sup>2</sup>	0,8	m <sup>3</sup>	484,75	438,28	0	m <sup>3</sup>	484,75	0	0	m <sup>3</sup>	484,75	0
Barridos de talud	628,8	m	112,8	71882,81	615	m	135,8	83578,5	182,5	m	88,1	15891,25
Instalacion jaulas y grilla hidraulica	628,8	m	11,53	7251,72	615	m	11,7	7185,5	182,5	m	11,4	1851,5
<b>SUBTOTAL</b>				<b>188177,88</b>				<b>175380</b>				<b>38791,88</b>

**COSTO TOTAL DE LA LINEA = 376718,14**

**TUBIA S.A.S**  
**TRAMO CARRAS - REDONDAZON HECOSMPOOL II (2a. y 3a. Opción)**

Cantidad (p.e.) = 24,76  
 Carga Estática (m) 77,38

DIAMETRO m	AREA m <sup>2</sup>	MEL. 0.0730	LONG. 700	CIE (R) RECORRIDO	PERIODO MUCO	SMAL	Nº Tiras 4x-0700	Nº Tiras 4x-0700	Nº Tiras 4x-0700
0.3000	12	0.0730	0.238337	0.01	0.26176	0.26176	0.01488	0.26176	0.26176
0.3000	12	0.0730	0.238337	000.1	0.01170	0.23874862	0.01000	0.23874862	0.23874862

**CALCULO DEL GRUPE DE ANETE**

Densidad (Kg/m<sup>3</sup>) = 101,84  
 Ev (Kg/m<sup>2</sup>) = 28070  
 E1 (Kg/m<sup>2</sup>) = 32880

GRUPO	Carri	Día	Ev (Kg/m <sup>2</sup> )	E1 (Kg/m <sup>2</sup> )	(E1-Ev) x L	Area del Cimiento	Área de Anete	Área de Anete	Área Total	
2	0,003	15,24	0,003000	1,000000	1,4001	1616,65	35,1465121	26,1136	1,026424	64,002
2,65	0,003	11,7231	0,736376	1,736376	1,3140	1079,74	37,3140520	29,6836	7,402091	64,002

**COSTOS DE CONSTRUCCION DE LA LINEA**

CONCEPTO	TUBERIA DE FIBROCEMENTO				TUBERIA DE FIBROCEMENTO			
	DIAM. 300mm (12") CLASE A-7				DIAM. 300mm (12") CLASE A-10			
	CANT.	UNID.	P.U.	IMPORT.	CANT.	UNID.	P.U.	IMPORT.
Construcción de pavimento asfáltico	69,89	m <sup>2</sup>	32,52	2276,19	49,8889	m <sup>2</sup>	32,52	1622,69
Preparación de pavimento asfáltico	69,89	m <sup>2</sup>	48,91	3279,39	49,8889	m <sup>2</sup>	48,91	2444,94
Enterramiento en material zona B clase II	521,04024	m <sup>3</sup>	17,16	8941,36	368,31	m <sup>3</sup>	17,16	6318,57
Enterramiento en material zona B clase II	262,11870	m <sup>3</sup>	144,46	47833,46	218,882	m <sup>3</sup>	144,46	39622,88
Pantalla operadora	67,1376	m <sup>2</sup>	72,38	4861,09	66,1691	m <sup>2</sup>	72,38	3925,89
Pantallas concurridas	727,324	m <sup>2</sup>	70,01	50919,68	542,976	m <sup>2</sup>	70,01	38002,69
Asesoría de mont. tuberías, forma etc.	883,76	m <sup>2</sup>	11,13	9828,65	688,882	m <sup>2</sup>	11,13	7676,48
Altoparlante de comando f=100 Kg/cm <sup>2</sup>	3,694	m <sup>2</sup>	484,75	1771,28	0	m <sup>2</sup>	484,75	0
Curvamiento de tubería	786	m	211,8	166484,42	588,1	m	281,2	171255
Instalación tuberías y juntas hidráulicas	786	m	28,32	22271,38	588,1	m	48,14	28091,3
<b>SUBTOTAL</b>				<b>302211,22</b>				<b>243323,22</b>
<b>COSTO TOTAL DE LA LINEA =</b>				<b>605532,42</b>				

TABLA B.3.4.4  
TRAMO DERIVACION HUECAMPOL II - SAN PABLO (En Opción)

Costo (l.p.u) = 21,31 Ectómetros II 80  
Carga Estática (m) 47,28

DIAMETRO m	AREA (m <sup>2</sup> )	VEL	LONG	CVE (m/s)	K	PERIODO s	WIND m/s	H <sup>2</sup> Term. m-polar	H <sup>2</sup> Term. C Depend
0,1524	0,0182	1,08217	341,9	0,01	23,4544	3,04157730	0,16389	3,8228889	3,8237
0,1524	0,0182	1,08217	815	0,01	23,4544	0,58838823	0,32752	6,6776835	10,732
0,1524	0,0182	1,08217	287	0,01	23,4544	3,08883111	0,15284	3,208870	3,2087
0,1524	0,0182	1,08217	182,5	0,01	23,4544	1,73878730	0,08884	1,8173289	12,518

CALCULO DEL GOLPE DE ARRIETE

Densidad (Kg/m<sup>3</sup>) = 101,84  
Ev (Kg/m<sup>2</sup>) = 28870  
E1 (Kg/m<sup>2</sup>) = 328880

ESPESO	Ev/E1	Da	E <sub>v</sub> x E <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	E <sub>v</sub> x E <sub>1</sub> D <sub>1</sub> <sup>2</sup>	(1-E <sub>v</sub> )/E <sub>1</sub> x C <sub>1</sub>	Tubo Pies/m	S Abarr. Válvula	S Abarr. Tuberto	H-SPT	S Pres. Total	
1,5	0,083	10,16	0,84228	1,40228	1,2807	1110,88	182,2678	105,88	28,42528	32,276	88,881
1,05	0,083	148,048	33,5286	1,3828182	2E+08	1130,1	135,84888	108,519	27,12888	30,864	83,888
1,5	0,083	10,16	0,84228	1,40228	1,2807	1110,88	182,2678	105,88	28,42528	28,867	78,5027
1,2	0,083	12,17	0,88332	1,88332	1,3418	1080,15	128,24532	105,88	25,2488	28,861	88,881

COSTOS DE CONSTRUCCION DE LA LINEA

CONCEPTO	TUBERIA DE FIBRO-CEMENTO DIAM 152mm(6") CLASE A-10				TUBERIA DE FIBRO-CEMENTO DIAM 152mm(6") CLASE A-14				TUBERIA DE FIBRO-CEMENTO DIAM 152mm(6") CLASE A-7			
	CANT	UNID	PU	IMPORT	CANT	UNID	PU	IMPORT	CANT	UNID	PU	IMPORT
Demolicion de pavimento estatico	44,023	m <sup>3</sup>	32,82	1431,83	43,05	m <sup>3</sup>	32,52	1388,89	11,378	m <sup>3</sup>	32,52	369,915
Preparacion de pavimento estatico	44,023	m <sup>3</sup>	48,91	2153,16	43,88	m <sup>3</sup>	48,91	2105,98	11,378	m <sup>3</sup>	48,91	556,3513
Excavacion en material zona B clase II	367,34048	m <sup>3</sup>	17,18	6303,50	389,222	m <sup>3</sup>	17,18	6784,24	84,9183	m <sup>3</sup>	17,18	1528,763
Excavacion en material zona B clase III	188,88851	m <sup>3</sup>	144,48	28786,78	184,278	m <sup>3</sup>	144,48	28071,3	51,3388	m <sup>3</sup>	144,48	7417,214
Pantalla oporante	42,82098	m <sup>3</sup>	72,38	3098,84	41,8815	m <sup>3</sup>	72,38	3030,55	11,0883	m <sup>3</sup>	72,38	800,7539
Platano compuesto	548,84727	m <sup>3</sup>	70,01	38404,81	537,886	m <sup>3</sup>	70,01	37884	142,074	m <sup>3</sup>	70,01	8848,583
Acarreo de mat. suelta, base etc.	588,01	m <sup>3</sup>	11,13	6538,88	563,5	m <sup>3</sup>	11,13	6160,48	148,25	m <sup>3</sup>	11,13	1627,783
Arreglo de concreto f'c=180 Kg/cm <sup>2</sup>	0,0	m <sup>3</sup>	484,75	438,20	0	m <sup>3</sup>	484,75	0	0	m <sup>3</sup>	484,75	0
Suministro de tubería	828,8	m	112,9	7182,81	815	m	135,8	83578,5	182,5	m	46,1	13891,25
Instalacion juntas y pruebas hidráulicas	828,8	m	11,53	7251,22	815	m	11,7	7185,5	182,5	m	11,4	1852,5
SUBTOTAL				165177,88				175388				38191,88

COSTO TOTAL DE LA LINEA = 378778,14

TABLA B.3.4.8  
TRAMO DERIVACION MUZACAMPOOL II - SAN PABLO I (En Operación)

Caño (f p s) = 21,31 Eficiencia % = 80  
Carga Estática (m) = 47,28

DIAMETRO m	AREA m <sup>2</sup>	VEL. m/s	LONG. m	CTE MANNING	K	PERDID. ML/2	Presión	Hf Tramo mH=59mH	H Total	C. Dispers.
0,3048	12	0,0730	0,262054	341,9	0,01	0,08179	0,0852409	0,09402	0,0940209	0,0940
0,3048	12	0,0730	0,292054	615	0,01	0,58176	0,14247336	0,00812	0,1705911	0,2854
0,3048	12	0,0730	0,262054	287	0,01	0,58176	0,07582091	0,00379	0,079612	0,0796
0,3048	12	0,0730	0,292054	162,5	0,01	0,58176	0,04292998	0,00215	0,0450795	0,3186

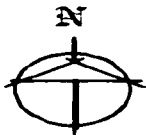
CALCULO DEL GOLPE DE ARIETE




Densidad (Kg/m<sup>3</sup>) = 101,94  
Ev (Kg/cm<sup>2</sup>) = 20870  
Ei (Kg/cm<sup>2</sup>) = 328000

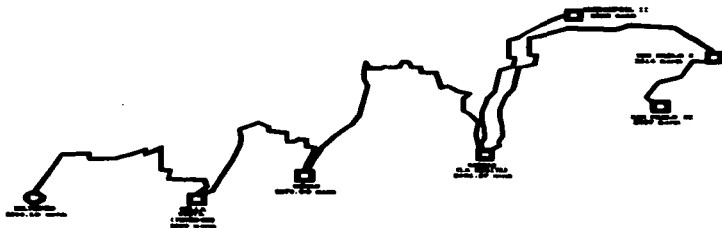
ESPESO	Ev/Ei	Die	Ev*V*E/D	Ev*V*E/D <sup>2</sup>	(1-Ev/Ei)*ACEL C/	Presión	S Almacen Volumen	S Almacen Tubo	H*H <sup>2</sup> /L	Pres. Total
2,0	0,083	11,7231	0,736708	1,7387083	1,3188	1078,74	32,1152117	28,8622	6,4239429	6,5176
3,5	0,083	583,448	118,93	1,6180096	2E+08	1119,35	33,3243655	28,8555	6,6848731	6,7591
2,0	0,083	11,7231	0,736708	1,7387083	1,3188	1078,74	32,1152117	28,9622	6,4239423	6,5027
2	0,083	15,24	0,883388	1,987998	1,4001	1015,93	30,246487	24,1083	6,0480814	6,3145

COSTOS DE CONSTRUCCION DE LA LINEA

CONCEPTO	TUBERIA DE FIBRO-CEMENTO DIAM 305mm (12") CLASE A-10			TUBERIA DE FIBRO-CEMENTO DIAM 305mm (12") CLASE A-14			TUBERIA DE FIBRO-CEMENTO DIAM 305mm (12") CLASE A-7					
	CANT	UNID	IMPORTE	CANT	UNID	IMPORTE	CANT	UNID	IMPORTE			
Derivacion de pavimento asfaltico	53,4886	m <sup>3</sup>	32,52	1738,41	62,275	m <sup>3</sup>	32,52	2038,86	13,8126	m <sup>3</sup>	32,52	448,1625
Reparación de pavimento asfaltico	53,4886	m <sup>3</sup>	48,91	2614,59	62,275	m <sup>3</sup>	48,91	3099,77	13,8126	m <sup>3</sup>	48,91	675,5894
Excavación en material zona B clase II	416,31822	m <sup>3</sup>	17,16	7144,04	407,118	m <sup>3</sup>	17,16	6988,14	107,572	m <sup>3</sup>	17,16	1845,931
Excavación en material zona B clase III	225,15878	m <sup>3</sup>	144,49	32533,19	220,182	m <sup>3</sup>	144,49	31814,1	58,1783	m <sup>3</sup>	144,49	8408,175
Plentia apisonada	53,58228	m <sup>3</sup>	72,38	3877,21	52,308	m <sup>3</sup>	72,38	3791,82	13,8463	m <sup>3</sup>	72,38	1001,824
Relevo compactado	580,4747	m <sup>3</sup>	70,01	40638,03	957,645	m <sup>3</sup>	70,01	38740,8	149,088	m <sup>3</sup>	70,01	10500,07
Acabado de mal suelta, tierra etc.	661,478	m <sup>3</sup>	11,13	7138,05	827,3	m <sup>3</sup>	11,13	6881,85	186,75	m <sup>3</sup>	11,13	1844,788
Abraces de concreto f'c=100 Kg/cm <sup>2</sup>	2,175	m	484,75	1054,33	0	m	484,75	0	0	m	484,75	0
Suministro de tubería	628,8	m	281,2	183135,88	615	m	488,5	251228	162,5	m	211,8	34817,5
Instalación juego y grutas hidráulicas	628,8	m	40,14	25264,05	615	m	48,88	20077,4	162,5	m	28,22	4282,75
<b>SUBTOTAL</b>				<b>385120,15</b>				<b>374888</b>				<b>63402,38</b>
<b>COSTO TOTAL DE LA LINEA =</b>				<b>743388,58</b>								

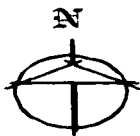


SIMBOLOGIA	
	Tanque existente
	Tanque proyecto
	Cercase de bombeo



ALTERNATIVA No.1		
Plano General		
ESCALA: 1:100	APROBADO: 10/10	FIG. No. 5-1A
FECHA: 1980		





### SIMBOLOGIA



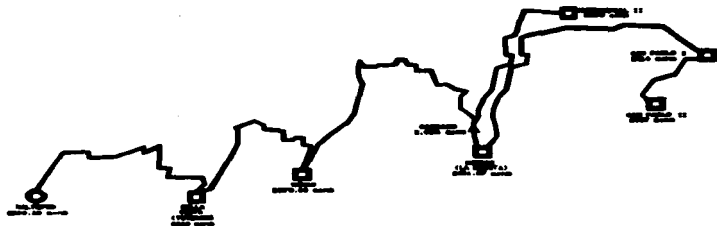
Tanque existente



Tanque proyecto



Carcaso de bambú



EL MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y VIVIENDA  
DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES

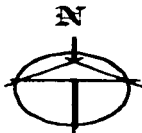
**ALTERNATIVA No. 2**  
**Plano General**

**FIG. No. 5-2**




ESCALA: 1:50

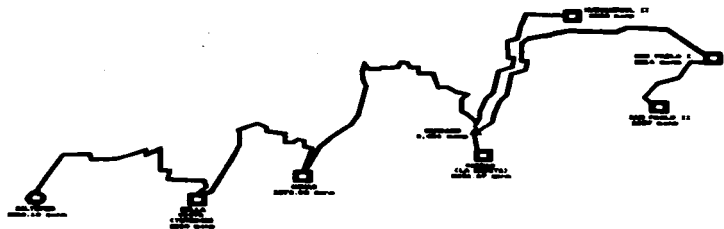
CONTRATISTA: FID

FECHA: 1980

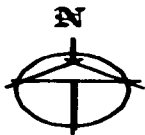


### SIMBOLOGIA

-  Tanque existente
-  Tanque proyecto
-  Carcasa de bombeo

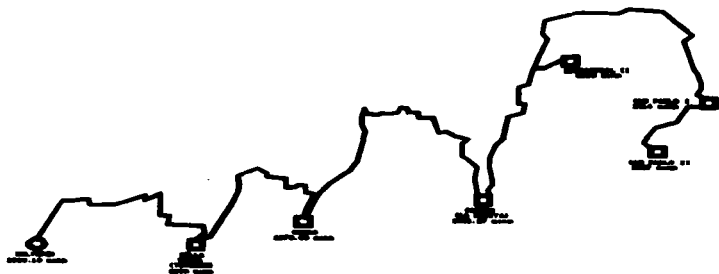


A. SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA POTABLE DE SAN FELIX DE LA SIERRA (MUNICIPALIDAD DE LA SIERRA) (PROVINCIA DE LOS RIOS)		
<b>ALTERNATIVA No. 3</b>		<b>FIG. No. 5-26</b>
<b>Plano General</b>		
ESCALA: 1:100	FECHA: 1980	HOJA: 200



**SIMBOLOGIA**

- Tanque existente
- Tanque proyectado
- Carcasa de bombeo



ALTERNATIVAS DE OBRAS DE RECONSTRUCCION Y COMPLEMENTACION  
DE LA RED DE SERVICIO DE LA ZONA DE SERVICIO DE LA ZONA DE SERVICIO

**TRAZO DEFINITIVO**  
Plano General

**FIG. No. 5-41**

ESCALA: 1:500

FECHA: 1980

PROYECTO: 1000

## **6 PROYECTO EJECUTIVO**

## 6 PROYECTO EJECUTIVO

### 6.1 Memoria de cálculo.

#### 6.1.1 Línea de conducción.

Una vez determinadas la solución de las líneas de conducción se elaborará el proyecto ejecutivo correspondiente.

##### Tramo Xaltepec - Bellavista.

$$Q = 100.50 \text{ l/seg}$$

$$\text{Diam} = 30.5 \text{ cm (12")}$$

$$H_f = 19.016 \text{ m} \quad (\text{Tabla 5.2.1.1})$$

$$L = 2200.00 \text{ m}$$

$$S = 19.016/2200.00 = 0.00864$$

En la tabla 6.1.1.1 se determinan los datos del proyecto ejecutivo

##### Resumen de tubería.

Km al Km	Longitud	Diámetro	Material	Clase
0+000 al 0+980	980	12"	Acefo	Cad 40
0+980 al 1+400	420	12"	AC	A-14
1+400 al 1+960	560	12"	AC	A-10
1+960 al 2+200	240	122	AC	A-7

**Tramo Bellavista - Minas.**

$$Q = 83.07 \text{ l/seg}$$

$$\text{Diam} = 30.5 \text{ cm}$$

$$L = 2095.47 \text{ m}$$

$$H_f = 8.833 \text{ m} \quad (\text{Tabla 5.2.2.1})$$

$$S = 8.833/2095.47 = 0.000422$$

En la tabla 6.1.1.2 se presentan los datos del proyecto ejecutivo.

**Resumen de tubería.**

Km al Km	Longitud	Diámetro	Material	Clase
0+000.00 al 0+830.05	830.05	12"	AC	A-7
0+830.05 al 1+400.00	569.95	12"	AC	A-10
1+400.00 al 2+095.47	695.47	12"	AC	A-7

**Tramo Minas - Cabras.**

$$Q = 28.72 \text{ l/seg}$$

$$\text{Diam} = 30.5 \text{ cm (12")}$$

$$L = 1930.00 \text{ m}$$

$$H_f = 0.972 \text{ m} \quad ((\text{Tabla 5.2.3.2}))$$

$$S = 0.972/1930.00 = 0.00030$$

Los datos del proyecto ejecutivo se presentan en la tabla 6.1.1.3.

**Resumen de tubería.**

<b>Km al Km</b>	<b>Longitud</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Material</b>	<b>Clase</b>
0+000.00 al 0+075.86	75.865	12"	AC	A-10
0+075.86 al 1+434.75	1356.89	12"	AC	A-14
1+434.75 al 1+634.30	199.55	12"	AC	A-10
1+634.30 al 1+930.00	295.70	12"	AC	A-7

**Tramo Cabras - Derivación Huecampool II.**

$$Q = 24.76 \text{ l/seg}$$

$$\text{Diam} = 30.5 \text{ cm (12")}$$

$$L = 1376.10 \text{ m}$$

$$H_f = 0.515 \text{ m} \quad ((\text{Tabla 5.3.4.3}))$$

$$S = 0.515/1376.10 = 0.000374$$

Los datos del proyecto ejecutivo se presentan en la tabla 6.1.1.4.

**Resumen de tubería.**

<b>Km al Km</b>	<b>Longitud</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Material</b>	<b>Clase</b>
0+000.00 al 0+647.92	647.92	12"	AC	A-7
0+697.92 al 1+376.10	678.18	12"	AC	A-10

**Tramo Derivación - Huecampool II.**

$Q = 3.45 \text{ l/seg}$

$\text{Diam} = 15.2 \text{ cm (6")}$

$L = 45.00 \text{ m}$

$H_f = 0.515 \text{ m}$

$S = 0.515/1376.10 = 0.000374$

Los datos del proyecto ejecutivo se presentan en la tabla 6.1.1.4.

**Resumen de tubería.**

Km al Km	Longitud	Diámetro	Material	Clase
0+000.00 al 0+045.00	45.45	6"	AC	A-10

**Tramo Derivación - San Pablo I.**

$Q = 21.31 \text{ l/seg}$

$\text{Diam} = 30.5 \text{ cm (12")}$

$L = 1406.40 \text{ m}$

$H_f = 0.311 \text{ m}$  ((Tabla 5.3.4.5)

$S = 0.311/14006.40 = 0.00022$

Los datos del proyecto ejecutivo se presentan en la tabla 6.1.1.5.



**Resumen de tubería.**

<b>Km al Km</b>	<b>Longitud</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Material</b>	<b>Clase</b>
1+376.10 al 1+650.00	273.90	12"	AC	A-10
1+650.00 al 2+350.00	700.00	12"	AC	A-14
2+350.00 al 2+624.00	274.00	12"	AC	A-10
2+624.00 al 2+782.50	158.50	12"	AC	A-7

**Tramo San Pablo I - San Pablo II.**

$$Q = 0.77 \text{ l/seg}$$

$$\text{Diam} = 10.2 \text{ cm (4")}$$

$$L = 354.00 \text{ m}$$

$$H_f = 0.045 \text{ m (Tabla 5.2.6.1)}$$

$$S = 0.045/354 = 0.000127$$

Los datos del proyecto ejecutivo se presentan en la tabla 6.1.1.6.

**Resumen de tubería.**

<b>Km al Km</b>	<b>Longitud</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Material</b>	<b>Clase</b>
0+000.00 al 0+354.00	354.00	4"	AC	A-7

### **Especificaciones de instalación de tubería..**

Las tuberías se instalarán sobre la superficie o enterradas, dependiendo de la topografía, clase de tubería y tipo de terreno.

Para obtener la máxima protección de las tuberías se recomienda que éstas se instalen en zanja. Además de la protección contra el paso de vehículos, el tipo de instalación que se adopte, debe considerar otros factores relacionados con la protección de la línea, como son el deterioro o maltrato de animales, la exposición a los rayos solares, variación de la temperatura, etc.

#### **Ancho y profundidad de la zanja.**

Para determinar el ancho de la zanja para alojar las tuberías, se hará con cualquiera de los siguientes criterios:

- Para tuberías con diámetro exterior menor a 50 cm, el ancho de la zanja será el diámetro exterior mas 50 cm.
- Para tuberías con diámetro exterior mayor o igual a 50 cm, el ancho de la zanja será el diámetro exterior mas 60 cm.

Los anchos de las zanjas que resulten de los cálculos se deberán redondear a múltiplos de cinco.

En la tabla 6.1.1.7 se presentan anchos de zanja que en general cumple con estos criterios, sin embargo se deben verificar.

La profundidad mínima será de 70 cm en tuberías de hasta 51 mm de diámetro y en adelante será igual al diámetro exterior del tubo, más el colchón indicado en la tabla 6.1.1.8

Por lo que se refiere a la profundidad máxima, esta variará en función de las características particulares de la resistencia de las tuberías que se trate, tomando en cuenta el factor de carga proporcionado por la plantilla de apoyo que se use, el peso volumétrico del material de relleno y la carga viva en la superficie.

La tubería de asbesto - cemento debe alojarse en zanja para obtener la máxima protección y solo en casos excepcionales se podrá instalar superficialmente garantizando su protección y seguridad.

En caso de tuberías de policloruro de vinil (PVC) su instalación se hará siempre en zanja.

Por otro lado, las tuberías de acero, fierro galvanizado ( FoGo), concreto, hierro dúctil y polietileno de alta o mediana densidad se podrán instalar superficialmente garantizando su protección y seguridad.

**TABLA 6.1.1.7**  
**DIMENSIONES DE ZANJAS Y PLANTILLAS PARA TUBERÍA DE AGUA POTABLE Y**  
**ALCANTARILLADO.**

<b>DIAMETRO</b>	<b>NOMINAL</b>	<b>ANCHO</b>	<b>PROF.</b>	<b>ESPESOR DE</b>	<b>VOLUMEN DE</b>
<b>(cm)</b>	<b>(pulg)</b>	<b>(cm)</b>	<b>(cm)</b>	<b>PLANTILLA</b>	<b>EXCAVACION</b>
				<b>(cm)</b>	<b>(m<sup>3</sup>/m)</b>
2.5	1	50	70	5	0.35
3.8	1 <sup>1/2</sup>	55	70	5	0.39
5.1	2	55	70	5	0.39
6.3	2 <sup>1/4</sup>	60	100	7	0.60
7.5	3	60	100	7	0.60
10.0	4	60	105	10	0.63
15.0	6	70	110	10	0.77
20.0	8	75	115	10	0.86
25.0	10	80	120	10	0.966
30.0	12	85	125	10	1.06
35.0	14	90	130	10	1.17
40.0	16	95	140	10	2.33
45.0	18	110	145	10	1.60
50.0	20	115	155	11	1.78
61.0	24	130	165	13	52.15
76.0	30	150	185	14	2.77
91.0	36	170	210	15	3.57
107.0	42	190	230	17	4.37
122.0	48	210	245	20	5.14
152.0	60	250	300	23	7.50
183.0	72	280	340	27	9.52
213.0	84	320	380	30	12.16
244.0	96	350	415	34	14.53

**Tabla 6.1.1.8**  
**Colchon mínimo**

<b>DIAMETRO NOMINAL (cm)</b>	<b>COLCHON MINIMO (m)</b>
Hasta 45	0.9
Mayor de 45 y 122	1.0
Mayor de 122 y 183	1.3
Mayores de 183	1.5

**Plantilla o cama.**

Deberá colocarse una cama de material seleccionado libre de piedras, para el asiento total de la tubería, de tal forma que no se provoquen esfuerzos adicionales a ésta.

La plantilla o cama consiste en un piso de material fino, colocado sobre el fondo de la zanja, que previamente ha sido arreglado con la concavidad necesaria para ajustarse a la superficie externa inferior de la tubería, en un ancho cuando menos igual al 60% de su diámetro exterior. El resto de la tubería debe ser cubierto hasta una altura de 30 cm arriba de su lomo con material granular fino colocado a mano y compactado cuidadosamente con equipo manual y humedad óptima, llenando todos los espacios libres abajo y adyacentes a la tubería (acostillado). Este relleno se hace en capas que no excedan de 15 cm de espesor: El resto de la zanja podrá ser relleno a volteo, o compactado según sea el caso: si la tubería se instala en zona urbana con tránsito vehicular intenso todo el relleno será compactado, y si se instala en zonas con poco tránsito vehicular o rurales será a volteo.

#### **Cambios de dirección Horizontal.**

Para la tubería de asbesto - cemento los cambios de dirección horizontal mayores de 7 grados 30 minutos se darán con piezas espaciales (codos) de fierro fundido, y las deflexiones menores de 7 grados 30 minutos se darán en forma gradual con la propia tubería

En tubería de acero los cambios de dirección podrán ser con piezas espaciales de fierro fundido o del mismo material de la tubería.

#### **Cambios de pendiente.**

Igual que en los cambios de dirección horizontal los cambios mayores 7 grados 30 minutos serán con piezas espaciales.

#### **Válvulas de admisión y expulsión de aire.**

De acuerdo a la topografía del lugar por donde se tiene el trazo de la línea de conducción se contará con válvulas de admisión y expulsión de aire en los puntos haya un cambio de pendiente positiva a negativa (parte alta del perfil), y se instalaran válvulas de desagüe en caso contrario.

### **Atraques.**

En todas las tees, codos y tapas ciegas se colocara un atraque de concreto con una resistencia adecuada no menor de  $100 \text{ Kg/cm}^2$  d

Se deben de colocar en las siguientes piezas de los cruceros:

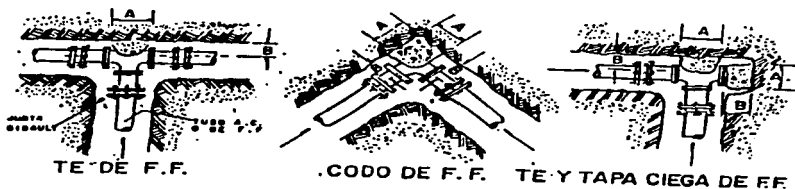
- En los codos de los cambios de dirección horizontal y vertical.
- En las tees de desagües y derivaciones.
- En las reducciones de cambios de diámetros.

Los atraques tienen por objeto transmitir al terreno de la zanja el empuje que se origina en las piezas indicadas, debido a la presión del agua. Sus dimensiones se deducen de las características de resistencia del terreno en que se apoyan; su forma es piramidal para que la base mayor proporcione el área requerida para contrarrestar el empuje, apoyándose en la pared y fondo de la zanja.

El volumen del atraque de concreto se calcula de manera que su peso y el de las piezas contrarreste el empuje. El concreto debe tener una resistencia adecuada no menor de  $100 \text{ Kg/cm}^2$  y, al construirse, su base debe quedar unida perfectamente con el fondo y la pared de la zanja. En la tabla 6..1.1.9 se dan las dimensiones de atraques que especifica la D.G.C.O.H.

**TABLA 6.1.1.10**  
**DIMENSIONES DE ATRAQUES DE CONCRETO**

Diámetro nominal		Altura en cm	Lado "A" en cm	Lado "B" en cm	Vol. atraque m <sup>3</sup>
(mm)	(pulg)				
≤ 76	2	30	30	30	0.027
102	4	35	30	30	0.032
152	6	40	30	30	0.036
203	8	45	35	35	0.055
254	10	50	40	35	0.070
305	12	55	45	35	0.087
356	14	60	50	35	0.105
406	16	65	55	40	0.143
457	18	70	60	40	0.168
508	20	75	65	45	0.219
610	24	85	75	50	0.319
762	30	100	90	55	0.495
914	36	115	105	60	0.725



**Fig. 6.1.1.1** Dirección de los empujes y forma de colocar los atraques



### **6.1.2 Tanques de regularización.**

El rápido crecimiento demográfico que se presenta en el Distrito Federal, provoca que los servicios de agua potable con los que hay que dotar a la población se incrementen en forma constante. Esto ha motivado a las autoridades de la Dirección General de Construcción Hidráulica la realización de proyectos estructurales de tanques de regularización con capacidades de 100, 300, 500.800, 1000 y 1500 m<sup>3</sup>, dichos proyectos incluyen las especificaciones de construcción y recomendaciones de mecánica de suelos respecto a su localización (zona de lago, transición y tomas).

Además la capacidad mínima requerida por esa dependencia es de 100 m<sup>3</sup>

De acuerdo a lo arriba indicado en lo que respecta a este proyecto únicamente se calculara la capacidad requerida de los tanques.

Para determinar el coeficiente de regularización se basará en el "Estudio de demandas (consumos de agua) en la Ciudad de México realizado por BANOBRAS (Fig. 4-X)

En la tabla 6.1.2.1 se realiza el cálculo para determina el coeficiente de regulación para la Ciudad de México para 24 horas de bombeo, siendo el siguiente:

**TABLA 6.2.1**  
**CALCULO DEL COEFICIENTE DE REGULARIZACION PARA LA**  
**CIUDAD DE MEXICO PARA SUMINISTRP DE 24 HORAS/DIA**

HORAS	ENTRADAS Q BOMBEO	SALIDA Q DEMANDA	DIFERENCIAS (ENT-SAL)	DIFERENCIA ACUM.
1	100	61	39	39
2	100	62	38	77
3	100	60	40	117
4	100	57	43	160
5	100	57	43	203
6	100	56	44	247
7	100	78	22	269
8	100	138	-38	231
9	100	152	-52	179
10	100	152	-52	127
11	100	141	-41	86
12	100	148	-38	48
13	100	148	-38	10
14	100	148	-38	-28
15	100	148	-38	-66
16	100	141	-41	-107
17	100	114	-14	-121
18	100	106	-6	-127
19	100	102	-2	-129
20	100	91	9	-120
21	100	79	21	-99
22	100	73	27	-72
23	100	71	29	-43
24	100	57	43	0
	2400	2400		

Max. % excedente = 269

Max. % faltante = -121

R = 14.328

**Cálculo de la capacidad de los tanques.**

**Tanque Bellavista.**

$$Q_{Md} = 100.5 \text{ l/seg}$$

$$C = R Q_{Md} = (14.32)(100.5) = 1439.16 \cong 1500 \text{ m}^3$$

La capacidad del tanque será de.

$$C = 1500 \text{ m}^3$$

**Tanque Minas (existente) de 1300 m<sup>3</sup>.**

$$Q_{Md} = 100.5 - 17.43 = 83.07 \text{ l/seg}$$

$$C = (14.32)(83.07) = 1189.56 < 1300 \text{ m}^3$$

Por lo cuál es de la capacidad requerida.

**Tanque Cabras.**

$$Q_{Md} = 83.07 - 54.35 = 28.72 \text{ l/seg}$$

$$C = R Q_{Md} = (14.32)(28.72) = 411.27 \cong 500 \text{ m}^3$$

La capacidad del tanque será de.

$$C = 500 \text{ m}^3$$

**Tanque Huecampool II.**

$$Q_{Md} = 3.45 \text{ l/seg}$$

$$C = R Q_{Md} = (14.32)(3.45) = 49.4 \text{ m}^3$$

Debido a que la capacidad mínima es de  $100 \text{ m}^3$  la capacidad del tanque será de:

$$C = 100 \text{ m}^3$$

**Tanque San Pablo I.**

$$Q_{Md} = 28.72 - 3.96 - 3.45 = 21.31 \text{ l/seg}$$

$$C = R Q_{Md} = (14.32)(21.31) = 305.16 \approx 300 \text{ m}^3$$

La capacidad del tanque será de.

$$C = 300 \text{ m}^3$$

**Tanque San Pablo II.**

$$Q_{Md} = 0.77 \text{ l/seg}$$

$$C = R Q_{Md} = (14.32)(0.77) = 11.26 \text{ m}^3$$

Debido a que la capacidad mínima es de  $100 \text{ m}^3$  la capacidad del tanque será de:

$$C = 100 \text{ m}^3$$

### **6.1.3 Selección de equipo de bombeo.**

#### **6.1.3.1 Aspectos teóricos.**

Para la selección del equipo de bombeo se requiere el gasto medio diario ( $Q_{Md}$ ), y la carga total de bombeo.

##### **Carga total de bombeo.**

El cálculo de la carga total de bombeo o carga dinámica total (H), consiste en determinar la energía requerida para impulsar el líquido desde el nivel de succión (de la bomba) hasta el nivel de descarga, venciendo la resistencia que ofrecen las tuberías, válvulas, etc. al paso del fluido.

La carga total de bombeo, se define como la suma de las resistencias del sistema, correspondientes a la carga estática, a la pérdida de carga por fricción en la tubería y accesorios, y a la carga de velocidad.

$$H = H_e + H_f + H_v$$

Donde:

H = Carga total de bombeo, en m

$H_e$  = Carga estática, en m

$H_f$  = Pérdida de carga por fricción en la tubería y accesorios, en m

$H_v$  = Carga de velocidad, en m

La carga estática es la suma algebraica de la altura de descarga y la altura de succión ( Figs. 6-1 y 6-2); así tenemos la ecuación siguiente:

$$H_e = h_d \pm h_s$$

Siendo:

$H_e$  = carga estática, en m

$h_d$  = altura del eje de la descarga de la bomba a la descarga, en m

$h_s$  = altura del nivel del agua al eje de la descarga bomba, en m

Cuando el nivel del agua en la succión está arriba del eje de la descarga de la bomba la altura de succión ( $h_s$ ) es negativo, y positivo en caso contrario.

Para obtener la carga estática deben considerarse los niveles extremos de la succión y descarga: Así, para obtener " $h_s$ " debe tomarse en cuenta el nivel de agua mínimo en el cárcoma o tanque de succión, y para " $h_d$ " el nivel máximo en el tanque de descarga, o bien el punto mas bajo en la tubería con descarga libre.

### **Pérdidas de carga por fricción (Hf).**

Las pérdidas de carga por fricción corresponden a la suma de las pérdidas en la tubería y a las pérdidas provocadas por los accesorios (válvulas, cambios de dirección, reducciones etc.), que conforman los ramales de la succión y descarga de un sistema de bombeo, conforme a la siguiente expresión:

$$H_f = h_f + h_a$$

Donde:

$h_f$  = Pérdida total por fricción, en m

$h_f$  = Pérdidas por fricción en tramos rectos de tubería, en m

$h_a$  = Pérdidas por fricción en accesorios, en m

### **Pérdidas por fricción en tramos rectos de tubería.**

Para el cálculo de las pérdidas por fricción se utilizará el modelo de Darcy - Weisbech.

$$h_f = f L V^2 / D 2g$$

Siendo:

$h_f$  = Pérdidas por fricción en tramos rectos, en m

$f$  = Coeficiente de "fricción", adimensional

$L$  = Longitud de la tubería, en m

$D$  = Diámetro interior del tubo, en m

$V$  = Velocidad media del flujo, en m/s

$g$  = Aceleración de la gravedad, en m/s<sup>2</sup>

**Coefficiente de fricción.**

El coeficiente de fricción para flujo laminar está dado por la siguiente expresión

$$f = 64 / Re$$

**Para  $Re < 2300$**

Donde:

$f$  = Factor de fricción, adimensional

$Re$  = Número de Reynolds, adimensional

El número de Reynold esta dado por:

$$Re = VD/v$$

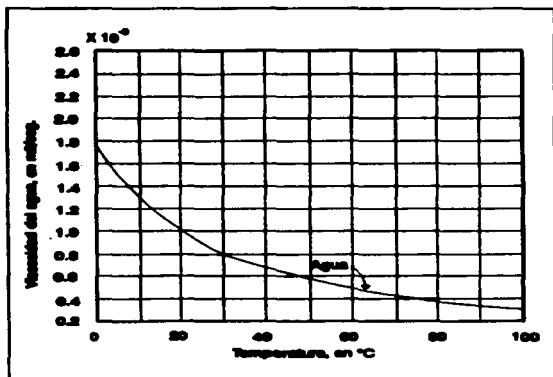
Donde:

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

$D$  = Diámetro interior del tubo, en m

$v$  = Viscosidad cinemática, en  $m^2/s$  (Gráfica 8.3.1)





**GRÁFICA 6.3.1 VARIACIÓN DE LA VISCOSIDAD CINEMÁTICA DEL AGUA ( $\nu$ ), CON LA TEMPERATURA.**

Para encontrar el coeficiente de fricción en flujo turbulento ( $Re$ ), se usa la siguiente fórmula ( ecuación de Colebrook):

$$1/\sqrt{f} = -2 \log ((\epsilon/D)/3.71 + 2.51/Re\sqrt{f})$$

Donde:

$f$  = Coeficiente de "fricción", adimensional

$\epsilon$  = Rugosidad, en mm (tabla 6.3.1)

$Re$  = Número de Reynolds, adimensional

$D$  = Diámetro interior del tubo, en mm

La representación gráfica de la ecuación se presenta en la grafica 6.3.2. (Diagrama de Moody).

**TABLA 8.3.1  
RUGOSIDAD DE ALGUNOS MATERIALES**

Material	$\epsilon$ en mm
Cobre, PVC, polietileno de alta densidad	0.0015
Hierro fundido	0.005 a 0.03
Acero	.04 a 0.10
Asbesto cemento	0.025
Concreto	0.16 a 2.0

Debido a la dificultad para obtener el valor de "f", a ocasionado el uso generalizado de ecuaciones empíricas, a continuación se presenta la ecuación de Swamee y Jain, que arrojan valores muy similares a los de la ecuación de Colebrook:

$$f = 0.25 \left[ \log \left( \frac{\epsilon/D}{3.71 + 5.74/Re^{0.9}} \right) \right]^2$$

#### Pérdidas de carga en accesorios.

Las pérdidas de carga en secundarias o pérdidas menores, son ocasionadas por la resistencia que presentan al flujo los accesorios de la tubería, comprendiendo por accesorios todas las conexiones estándar tales como codos, tees, reducciones, etc. conexiones especiales como son los codos de gajos, insertos, etc y todas las válvulas e instrumentos que ocasionan una pérdida considerable, como son los medidores de flujo.

El cálculo de las pérdidas locales de los accesorios se obtiene como una pérdida de la velocidad del flujo por medio de la expresión siguiente:

$$h_a = K V^2 / 2g$$

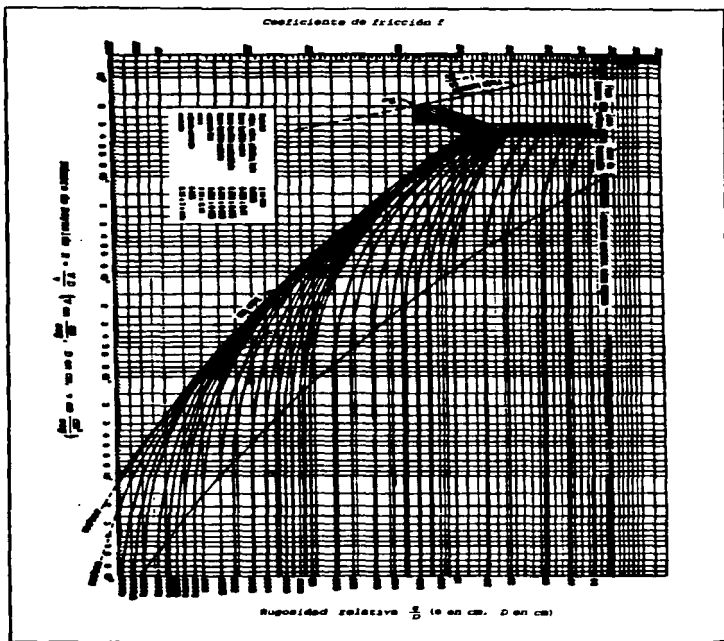
Siendo:

$h_a$  = Pérdida de carga en accesorios, en m

$K$  = Coeficiente de resistencia del accesorio, adimensional

$V$  = Velocidad del fluido m/s

$g$  = Aceleración de la gravedad, en m/s<sup>2</sup>



Gráfica 6.3.2 Coeficiente de fricción (diagrama universal de Moody)

**Carga de velocidad.**

La carga de velocidad del fluido está dada por la expresión:

$$H_v = V^2 / 2g$$

Donde:

$H_v$  = Carga de velocidad, en m

$V$  = Velocidades media del fluido, en m/s

$g$  = Aceleración de la gravedad, en  $m/s^2$

**Potencia requerida por la bomba.**

Para el cálculo de la potencia requerida por la bomba se requieren los siguientes datos:

- Gasto de diseño (Q)
- Carga total de bombeo (H)
- Eficiencia de la bomba ( $\eta$ )

**Potencia Hidráulica.**

Es la requerida para impulsar al líquido desde el nivel de succión hasta el nivel de descarga, y esta dada por la siguiente expresión:

$$WHP = Q H / 76$$

Donde:

WHP = Potencia hidráulica, en HP  
Q = Gasto de diseño, en l/s  
H = Carga total de bombeo

**Potencia al freno.**

Es la requerida en la flecha de la bomba, y está dada por la expresión:

$$BHP = WHP/\eta$$

Siendo:

BHP=Potencia al freno, en HP  
WHP=Potencia hidráulica, en HP  
 $\eta$ =Eficiencia de la bomba

La eficiencia de la bomba corresponde a las condiciones de diseño Q y H, obtenidas de la curva correspondiente de la bomba seleccionada.

### 6.1.3.2 Cálculos Hidráulicos.

#### Planta de bombeo Xaltepec.

Se instalarán 3 equipos de bombeo, dos operando y uno de reserva ( Fig 6-3).

#### a) Datos básicos

Gasto por equipo	Q = 50.25 l/s	
Gasto requerido	Q = 100.5 l/s	
Tipo de fluido	Agua potable (20° C)	
Viscosidad cinemática	$\nu = 1.007 \times 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{s}$ (Gráfica 6.3.1)	
Tubería de succión	Acero de 50.8 cm (20")	L = 10 m
	Acero de 30.5 cm (12")	L = 2 m
Tubería de descarga	Acero de 50.8 cm (20")	L = 8 m
	Acero de 30.5 cm (12")	L = 980 m
	Asbesto-cemento de 30.5 cm (12")	L = 1200 m
Rugosidad	Acero	c = .10 mm
	Asbesto-cemento	c = 0.025 mm



**b) Velocidad para cada sección de tubería.**

**Diam = 30.5 cm (12")**

**Para:**

**Q = 50.25 l/s**

$$V = 4Q/\pi D^2 = 4(0.05025)/\pi(0.305)^2 = 0.6878 \text{ m/s}$$

**Para:**

**Q = 100.5 l/s**

$$V = 4Q/\pi D^2 = 4(0.1005)/\pi(0.305)^2 = 1.3756 \text{ m/s}$$

**Diam = 50.8 cm (20")**

**Q = 100.5 l/s**

$$V = 4Q/\pi D^2 = 4(0.1005)/\pi(0.508)^2 = 0.4958 \text{ m/s}$$

**c) Pérdidas en la línea.**

**Diam = 30.5 cm (12")**

**V = 0.6878 m/s**

**Acero**

**Número de Reynolds**

$$Re = VD/\nu = (0.6878)(0.305)/1.007 \times 10^{-6} = 208,320.75$$

**Coefficiente de fricción**

$$f = 0.25/[\log((0.10/305)/3.71) + 5.74/208,320.75^{0.9}]^2 = 0.0179$$

Pérdida en la línea (

$$hf = (0.0179)(2)(0.6878)^2 / (0.305)(2)(9.81) = 0.0028 \text{ m}$$

$$V = 1.3756 \text{ m/s}$$

Acero

$$Re = VD/v = (1.3756)(0.305)/1.007 \times 10^{-6} = 416,641.51$$

$$f = 0.25 / [\log((0.10/305)/3.71) + 5.74/416,641.51^{0.9}]^2 = 0.0168$$

$$hf = (0.0168)(980)(1.3756)^2 / (0.305)(2)(9.81) = 5.2062 \text{ m}$$

Asbesto - cemento.

$$f = 0.25 / [\log((0.025/305)/3.71) + 5.74/416,641.51^{0.9}]^2 = 0.0146$$

$$hf = (0.0146)(1220)(1.3756)^2 / (0.305)(2)(9.81) = 5.6325 \text{ m}$$

Diam = 50.8 cm (20")

$$V = 0.4958 \text{ m/s}$$

Acero

$$Re = VD/v = (0.4958)(0.508)/1.007 \times 10^{-6} = 250,115.59$$

$$f = 0.25 / [\log((0.10/508)/3.71) + 5.74/250,115.59^{0.9}]^2 = 0.0166$$

$$hf = (0.0166)(18)(0.4958)^2 / (0.508)(2)(9.81) = 0.0074 \text{ m}$$

$$\Sigma hf = 0.0028 + 5.2062 + 5.6325 + 0.0074 = \underline{10.8489 \text{ m}}$$

d) Pérdidas de carga en accesorios.

Diam = 30.5 cm (12")

$$V = 0.6878 \text{ m/s}$$

Accesorio	Cantidad	K	K <sub>t</sub>
Válvula de compuerta de 12"	2	0.104	0.208
Válvula de retención de 12"	1	0.65	0.65
Codo de 45° de 12"	1	0.39	0.39
Derivación a 90°	1	0.78	0.78
Derivación a 45°	1	0.15	0.15
<b>Total</b>			<b>2.178</b>

$$h_a = (2.178)(0.6878)^2 / (2)(9.81) = 0.05251 \text{ m}$$

$$V = 1.3755 \text{ m/s}$$

Accesorio	Cantidad	K	K <sub>t</sub>
Válvula de compuerta de 12"	1	0.104	0.104
Válvula de flotador de 12"	1	4.42	4.42
Codo de 11° 45' de 12"	8	0.052	0.416
Codo de 22° 30' de 12"	4	0.104	0.416
Codo de 45° de 12"	6	0.208	1.248
Codo de 90° de 12"	10	0.26	2.60
Reducción 20 a 12"	1	0.1325	0.1325
Salida	1	1.0	1.0
<b>Total</b>			<b>10.3365</b>

$$h_a = (10.3365)(1.3756)^2 / (2)(9.81) = 0.9969 \text{ m}$$

Diam = 50.8 cm (20")

$$v = 0.4958 \text{ m/s}$$

Accesorio	Cantidad	K	$K_t$
Válvula de compuerta de 20"	2	0.098	0.192
Entrada de 20"	1	0.78	0.78
<b>Total</b>			<b>0.972</b>

$$h_a = (0.972)(0.4958)^2 / (2)(9.81) = 0.01218 \text{ m}$$

$$\Sigma h_a = 0.06261 + 0.9969 + 0.01218 = \underline{1.06182 \text{ m}}$$

e) Pérdidas totales ( $H_f$ ).

$$H_f = 10.8482 + 1.0618 = \underline{11.9099}$$

f) Carga de velocidad.

$$H_v = V^2/2g = (1.3756)^2 / (2)(9.81) = \underline{0.0964}$$

g) Carga total de bombeo.

$$H = H_e + H_f + H_v = 100.31 + 11.9099 + 0.0964 = \underline{112.3163}$$

**f) Potencia requerida por la bomba.**

**Potencia hidráulica.**

$$\text{WHP} = Q H / 76 = (50.25)(112.008)/76 = 74.05$$

**Potencia al freno.**

$$\text{BHP} = 74.05 / 0.80 = 92.56 \text{ HP}$$

$$\text{Pb} \cong 100 \text{ HP}$$

**Selección de la bomba utilizando la curvas de rendimiento del fabricante (Curva anexa).**

$$Q = 50.25 \text{ l/seg}$$

$$H = 112.01 \text{ m}$$

$$\text{Carga por tazón} = 13.41 \text{ m}$$

$$\text{Número de tazones} = 112.01/13.41 = 8.35 \cong 9$$

$$\eta = 79 \%$$

$$\text{BHP} = (12)(9) = 108 \cong 100\text{HP}$$

$$\text{NPSH}_R = 5.18 \text{ m}$$

**Planta de bombeo Minas - Cabras.**

Se instalarán 3 equipos de bombeo, dos operando y uno de reserva ( Fig 6-4).

**a) Datos básicos**

Gasto por equipo	Q = 41.5 l/s	
Gasto requerido	Q = 83.07 l/s	
Tipo de fluido	Agua potable (20° C)	
Viscosidad cinemática	$\nu = 1.007 \times 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{s}$ (Grafica 6.3.1)	
Tubería de succión	Acero de 20.32 cm (8")	L = 2 m
	Acero de 30.5 cm (12")	L = 10 m
	Acero de 50.8 cm (20")	L = 8 m
Tubería de descarga	Asbesto-cemento de 30.5 cm (12")	L = 2095.47m
		L = 2095.47m
Rugosidad	Acero	c = .10 mm
	Asbesto-cemento	c = 0.025 mm

**b) Velocidad para cada sección de tubería.**

**Diam = 20.32 cm (8")**

**Q = 41.5 l/s**

**$V = 4Q/\pi D^2 = 4(0.0415)/\pi(0.2032)^2 = 1.2797 \text{ m/s}$**

**Diam = 30.5 cm (12")**

**Q = 83.07 l/s**

$$V = 4Q/\pi D^2 = 4(0.08307)/\pi(0.305)^2 = 1.1370 \text{ m/s}$$

**c) Pérdidas en la línea.**

**Diam = 20.32 cm (8")**

**V = 1.2797 m/s**

**Acero**

**Número de Reynolds**

$$Re = VD/\nu = (1.2797)(0.2032)/1.007 \times 10^{-6} = 258,227.45$$

**Coefficiente de fricción**

$$f = 0.25/[\log((0.10/203.2)/3.71) + 5.74/258227.45^{0.9}]^2 = 0.0185$$

**Pérdida en la línea**

$$hf = (0.0185)(2)(1.2797)^2 / (0.2032)(2)(9.81) = 0.0152 \text{ m}$$

**Diam = 30.5 cm (12")**

**V = 1.137 m/s**

**Acero.**

$$Re = VD/\nu = (1.137)(0.305)/1.007 \times 10^{-6} = 344,374.38$$

$$f = 0.25/[\log((0.10/305)/3.71) + 5.74/344374.38^{0.9}]^2 = 0.0171$$

$$hf = (0.0171)(10)(1.137)^2 / (0.305)(2)(9.81) = 0.0369 \text{ m}$$

**Asbesto - cemento**

$$f = 0.25 / [\log((0.025/305)/3.71) + 5.74/344374.38^{0.9}]^2 = 0.015$$

$$hf = (0.015)(2095.47)(1.137)^2 / (0.305)(2)(9.81) = 6.79 \text{ m}$$

$$\Sigma hf = 0.0152 + 0.0369 + 6.79 = 6.8421 \text{ m}$$

**d) Pérdidas de carga en accesorios.**

**Identificación de accesorios.**

$$\text{Diam} = 20.32 \text{ cm (8")}$$

$$V = 1.2797 \text{ m/s}$$

Accesorio	Cantidad	K	K <sub>t</sub>
Válvula de compuerta de 8"	2	0.112	0.224
Válvula de retención de 8"	1	0.7	0.7
Codo de 45° de 8"	1	0.224	0.224
Derivación a 90°	1	0.84	0.84
Derivación a 45°	1	0.42	0.42
<b>Total</b>			<b>2.408</b>

$$h_a = (2.408)(1.2797)^2 / (2)(9.81) = 0.201 \text{ m}$$

$$V = 1.137 \text{ m/s}$$



Accesorio	Cantidad	K	K <sub>1</sub>
Entrada	1	0.78	0.78
Válvula de compuerta de 12"	3	0.104	0.312
Válvula de flotador de 12"	1	4.42	4.42
Codo de 11° 45' de 12"	15	0.052	0.78
Codo de 22° 30' de 12"	17	0.104	1.768
Codo de 45° de 12"	4	0.208	0.832
Codo de 90° de 12"	7	0.26	1.82
Salida	1	1.0	1.0
<b>Total</b>			<b>11.712</b>

$$h_a = (11.712)(1.137)^2 / (2)(9.81) = 0.7717 \text{ m}$$

$$\Sigma h_a = 0.201 + 0.7717 = \underline{0.9727 \text{ m}}$$

e) Pérdidas totales (Hf).

$$H_f = 6.8421 + 0.9727 = \underline{7.8148}$$

f) Carga de velocidad.

$$H_v = V^2/2g = (1.137)^2 / (2)(9.81) = \underline{0.0659}$$

g) Carga total de bombeo.

$$H = H_e + H_f + H_v = 81.67 + 7.8148 + 0.0659 = \underline{89.55}$$

**f) Potencia requerida por la bomba.**

**Potencia hidráulica.**

$$\text{WHP} = Q H / 76 = (41.5)(89.55)/76 = 48.90 \text{ HP}$$

**Potencia al freno.**

$$\text{BHP} = 48.90 / 0.80 = 61.13 \text{ HP}$$

$$\text{Pb} \cong 60 \text{ HP}$$

**Selección de la bomba utilizando la curvas de rendimiento del fabricante (Curva anexa).**

$$Q = 41.5 \text{ l/seg}$$

$$H = 89.55 \text{ m}$$

$$\text{Carga por tazón} = 15.85 \text{ m}$$

$$\text{Número de tazones} = 89.55/15.85 = 5.65 \cong 6$$

$$\eta = 80 \%$$

$$\text{BHP} = (11)(6) = 66 \cong 75 \text{ HP}$$

$$\text{NPSH}_R = 4.96 \text{ m}$$

### **Planta de bombeo San Pablo I - San Pablo II**

Se instalarán 2 equipos de bombeo, uno operando otro de reserva ( Fig 6-5).

#### **a) Datos básicos**

Gasto por equipo	$Q = 0.77$ l/s	
Gasto requerido	$Q = 0.77$ l/s	
Tipo de fluido	Agua potable (20° C)	
Viscosidad cinemática	$\nu = 1.007 \times 10^{-6}$ m <sup>2</sup> / s (Gráfica 6.3.1)	
Tubería de succión	Acero de 5.1 cm (2")	L = 6 m
	Acero de 10.2 cm (4")	L = 2 m
	Acero de 10.2 cm (4")	L = 6 m
Tubería de descarga	Asbesto-cemento de 10.2 cm (4")	L = 345m
Rugosidad	Acero	$\epsilon = 0.10$ mm
	Asbesto-cemento	$\epsilon = 0.025$ mm

**b) Velocidad para cada sección de tubería.**

**Diam = 5.1 cm (2")**

**Q = 0.77 l/s**

$$V = 4Q/\pi D^2 = 4(0.00077)/\pi(0.051)^2 = 0.3769 \text{ m/s}$$

**Diam = 10.2 l/s**

**Q = 0.77 l/s**

$$V = 4Q/\pi D^2 = 4(0.00077)/\pi(0.102)^2 = 0.0942 \text{ m/s}$$

**c) Pérdidas en la línea.**

**Diam = 5.1 cm (2")**

**V = 0.3769 m/s**

**Acero**

**Número de Reynolds**

$$Re = VD/\nu = (0.3769)(0.051)/1.007 \times 10^{-6} = 19,088.28$$

**Coefficiente de fricción**

$$f = 0.25/[\log((0.10/51)/3.71) + 5.74/19088.28^{0.9}]^2 = 0.03025$$

**Pérdida en la línea**

$$hf = (0.03025)(6)(0.3769)^2 / (0.051)(2)(9.81) = 0.0257 \text{ m}$$

**Diam = 10.2 cm (4")**

**V = 0.09423 m/s**

**Acero**

$$Re = VD/\nu = (0.09423)(0.102)/1.007 \times 10^{-6} = 9,544.65$$

$$f = 0.25/[\log((0.10/102)/3.71) + 5.74/9544.65^{0.9}]^2 = 0.033$$

$$hf = (0.033)(5)(0.09423)^2 / (0.102)(2)(9.81) = 0.00073 \text{ m}$$

**Asbesto - cemento.**

$$f = 0.25/[\log((0.025/102)/3.71) + 5.74/9544.65^{0.9}]^2 = 0.0318$$

$$hf = (0.0318)(345)(0.09423)^2 / (0.102)(2)(9.81) = 0.0487 \text{ m}$$

$$\Sigma hf = 0.00257 + 0.00073 = \underline{0.075 \text{ m}}$$

**d) Pérdidas de carga en accesorios.**

**Diam = 5.1 cm (2")**

**V = 0.3769 l/s**

Accesorio	Cantidad	K	K <sub>t</sub>
Válvula de compuerta de 2"	2	0.152	0.304
Válvula de retención de 2"	1	0.95	0.95
Codo de 45° de 2"	1	0.304	0.304
Derivación a 90°	1	1.04	1.04
Derivación a 45°	1	0.57	0.57
<b>Total</b>			<b>3.168</b>

$$h_a = (3.168)(0.3769)^2 / (2)(9.81) = 0.0229 \text{ m}$$

**Diam = 10.2 cm (4")**

**V = 0.09423 m/s**

Accesorio	Cantidad	K	K <sub>t</sub>
Entrada	1	0.78	0.78
Válvula de compuerta de 4"	3	0.136	0.4084
Válvula de flotador de 4"	1	5.78	5.78
Codo de 11 <sup>o</sup> 45' de 4"	7	0.068	0.476
Codo de 22 <sup>o</sup> 30' de 4"	6	0.136	0.816
Codo de 45 <sup>o</sup> de 4"	1	0.272	0.272
Codo de 90 <sup>o</sup> de 4"	5	0.34	1.7
Salida	1	1.0	1.0
<b>Total</b>			<b>11.2324</b>

$$h_a = (11.2324)(0.09423)^2 / (2)(9.81) = 0.0051 \text{ m}$$

$$\Sigma h_a = 0.0229 + 0.0051 = \underline{0.028 \text{ m}}$$

**e) Pérdidas totales (H<sub>f</sub>).**

$$H_f = 0.075 + 0.028 = \underline{0.103 \text{ m}}$$

**f) Carga de velocidad.**

$$H_v = V^2/2g = (0.08423)^2 / (2)(9.881) = \underline{0.00048 \text{ m}}$$

**g) Carga total de bombeo.**

$$H = H_e + H_f + H_v = 52.50 + 0.103 + 0.00048 = \underline{52.60 \text{ m}}$$

**f) Potencia requerida por la bomba.**

**Potencia hidráulica.**

$$WHP = Q H / 76 = (0.77)(52.60)/76 = 0.533 \text{ HP}$$

**Potencia al freno.**

$$BHP = 0.53 / 0.80 = 0.666 \text{ HP}$$

$$P_b \approx 1.0 \text{ HP}$$

Debido a la baja capacidad de la bomba, únicamente se requieren los datos arriba indicados para la selección de la bomba.

TABLA 6.1.1

PROYECTO EJECUTIVO DE LA LINEA DE CONDUCCION XALTEPEC-BELLAVISTA, PARA EL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE A LA ZONA SUR ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA.

CALCULO HIDRAULICO						
Q = 100,50 l/seg		HT = 19,016 m		L = 2200,00 m		S = 0,00864
CADENAM.	COTA DE TERRENO	COTA DE PLANTILLA	COTA PIEZOMET	CARGA DE TRABAJO	SOBRE-PRESION	CLASE DE TUBERIA
0 + 000,00	263,19	281,99	402,52	120,53	152,61	ACERO
0 + 020,00	262,35	281,15	402,34	121,19	153,27	ACERO
0 + 040,00	261,77	280,57	402,17	121,60	153,68	ACERO
0 + 060,00	261,42	280,22	402,00	121,78	153,86	ACERO
0 + 080,00	261,23	280,03	401,82	121,79	153,87	ACERO
0 + 100,00	261,09	279,89	401,65	121,76	153,84	ACERO
0 + 120,00	261,52	280,32	401,48	121,16	153,24	ACERO
0 + 140,00	261,37	280,17	401,31	121,14	153,21	ACERO
0 + 160,00	260,86	279,66	401,13	121,47	153,55	ACERO
0 + 180,00	260,85	279,65	400,96	121,31	153,39	ACERO
0 + 200,00	260,72	279,52	400,79	121,27	153,35	ACERO
0 + 220,00	279,66	278,76	400,61	121,85	153,93	ACERO
0 + 240,00	279,07	277,87	400,44	122,57	154,65	ACERO
0 + 260,00	277,44	276,24	400,27	124,03	156,11	ACERO
0 + 280,00	276,33	275,13	400,10	124,97	157,04	ACERO
0 + 300,00	275,31	274,11	399,92	125,81	157,89	ACERO
0 + 320,00	274,16	272,96	399,75	126,79	158,67	ACERO
0 + 340,00	273,51	272,31	399,58	127,27	159,35	ACERO
0 + 360,00	273,34	272,14	399,40	127,26	159,34	ACERO
0 + 380,00	273,27	272,07	399,23	127,16	159,24	ACERO
0 + 400,00	273,22	272,02	399,06	127,04	159,12	ACERO
0 + 420,00	273,35	272,15	398,89	126,74	158,81	ACERO
0 + 440,00	273,60	272,40	398,71	126,31	158,39	ACERO
0 + 460,00	273,39	272,19	398,54	126,35	158,43	ACERO
0 + 480,00	272,91	271,71	398,37	126,66	158,74	ACERO
0 + 500,00	272,44	271,24	398,19	126,95	159,03	ACERO
0 + 520,00	271,64	270,44	398,02	127,58	159,66	ACERO
0 + 540,00	270,85	269,65	397,85	128,20	160,28	ACERO
0 + 560,00	269,95	268,75	397,68	128,93	161,00	ACERO
0 + 580,00	269,17	267,97	397,50	129,53	161,61	ACERO
0 + 600,00	268,73	267,53	397,33	129,80	161,88	ACERO
0 + 620,00	268,43	267,23	397,16	129,93	162,01	ACERO
0 + 640,00	269,11	267,91	396,99	129,07	161,15	ACERO
0 + 660,00	269,95	268,75	396,81	128,06	160,14	ACERO
0 + 680,00	270,42	269,22	396,64	127,42	159,50	ACERO



CADENAM.	COTA DE TERRENO	COTA DE PLANTILLA	COTA PIEZOMET.	CARGA DE TRABAJO	SOBRE- PRESION	CLASE DE TUBERIA
0 + 700,00	270,67	269,47	366,47	127,00	156,07	ACERO
0 + 720,00	271,01	269,81	366,29	126,48	156,56	ACERO
0 + 740,00	272,14	270,94	366,12	125,18	157,26	ACERO
0 + 760,00	272,28	271,08	365,95	124,87	156,95	ACERO
0 + 780,00	272,75	271,55	365,77	124,22	156,30	ACERO
0 + 800,00	273,34	212,14	365,60	183,46	125,54	ACERO
0 + 820,00	274,47	273,27	365,43	122,16	154,24	ACERO
0 + 840,00	276,02	274,82	365,26	120,44	152,51	ACERO
0 + 860,00	277,17	275,97	365,08	119,11	151,19	ACERO
0 + 880,00	278,23	277,03	364,91	117,68	149,96	ACERO
0 + 900,00	279,63	278,43	364,74	116,31	148,39	ACERO
0 + 920,00	281,05	279,85	364,56	114,71	146,79	ACERO
0 + 940,00	282,08	280,88	364,39	113,51	145,59	ACERO
0 + 960,00	284,24	283,04	364,22	111,18	143,26	ACERO
0 + 980,00	287,66	286,46	364,05	107,59	139,66	ACERO
1 + 000,00	290,64	289,44	363,87	104,43	136,51	A-14
1 + 020,00	293,52	292,32	363,70	101,38	133,46	A-14
1 + 040,00	296,52	297,32	363,53	98,21	128,29	A-14
1 + 060,00	301,02	299,82	363,35	93,53	125,61	A-14
1 + 080,00	301,99	300,79	363,18	92,39	124,47	A-14
1 + 100,00	302,59	301,39	363,01	91,82	123,70	A-14
1 + 120,00	302,58	301,38	362,84	91,46	123,53	A-14
1 + 140,00	305,68	304,48	362,66	88,18	120,26	A-14
1 + 160,00	306,12	304,92	362,49	87,57	119,65	A-14
1 + 180,00	306,11	304,91	362,32	87,41	119,49	A-14
1 + 200,00	306,28	307,08	362,14	85,06	117,14	A-14
1 + 220,00	311,52	310,32	361,97	81,65	113,73	A-14
1 + 240,00	314,17	312,97	361,80	78,63	110,91	A-14
1 + 260,00	316,07	314,87	361,63	76,76	108,63	A-14
1 + 280,00	317,37	316,17	361,45	75,28	107,36	A-14
1 + 300,00	318,37	317,37	361,28	73,91	106,99	A-14
1 + 320,00	319,27	318,07	361,11	73,04	105,12	A-14
1 + 340,00	320,35	319,15	360,93	71,78	103,86	A-14
1 + 360,00	321,72	320,52	360,76	70,24	102,32	A-14
1 + 380,00	323,44	322,24	360,59	68,35	100,43	A-14
1 + 400,00	325,04	323,84	360,41	66,57	98,65	A-14
1 + 420,00	326,08	324,88	360,24	65,36	97,44	A-10
1 + 440,00	325,61	324,41	360,07	65,66	97,74	A10
1 + 460,00	325,71	324,51	360,90	65,39	97,47	A10
1 + 480,00	325,75	324,55	360,72	65,17	97,25	A10
1 + 500,00	325,70	324,50	360,55	65,05	97,13	A10
1 + 520,00	325,45	324,25	360,38	65,13	97,21	A10
1 + 540,00	324,47	323,27	360,20	65,93	98,01	A10
1 + 560,00	32366,00	322,48	360,03	66,55	98,63	A10
1 + 580,00	324,59	323,39	360,86	65,47	97,55	A10
1 + 600,00	325,65	324,65	360,69	64,04	96,12	A10

CADENAM.	COTA DE TERRENO	COTA DE PLANTILLA	COTA PIEZOMET.	CARGA DE TRABAJO	SOBRE-PRESION	CLASE DE TUBERIA
1 + 620,00	327,18	325,98	366,51	62,53	94,61	A10
1 + 640,00	328,80	327,66	366,34	60,68	92,78	A10
1 + 660,00	330,39	329,19	366,17	58,96	91,06	A10
1 + 680,00	331,41	330,21	367,99	57,78	89,66	A10
1 + 700,00	332,03	330,83	367,82	56,99	89,07	A10
1 + 720,00	333,02	331,82	367,65	55,83	87,91	A10
1 + 740,00	334,62	333,42	367,48	54,06	86,14	A10
1 + 760,00	337,77	336,57	367,30	50,73	82,61	A10
1 + 780,00	338,40	337,20	367,13	49,93	82,01	A10
1 + 800,00	338,01	336,81	366,96	50,15	82,23	A10
1 + 820,00	339,40	338,20	366,78	48,58	80,66	A10
1 + 840,00	340,09	338,89	366,61	47,72	79,80	A10
1 + 860,00	341,39	340,19	366,44	46,25	78,33	A10
1 + 880,00	343,18	341,98	366,27	44,29	76,36	A10
1 + 900,00	346,15	344,95	366,09	41,14	73,22	A10
1 + 920,00	348,80	348,60	365,92	40,32	72,40	A10
1 + 940,00	347,65	346,45	365,75	39,30	71,38	A10
1 + 960,00	348,54	348,34	365,57	37,23	69,31	A10
1 + 980,00	353,52	352,12	365,40	33,28	65,36	A-7
2 + 000,00	357,90	356,70	365,23	28,53	60,61	A-7
2 + 200,00	360,00	378,60	363,50	4,70	36,78	A-7

TABLA 6.1.1.2

PROYECTO EJECUTIVO DE LA LINEA DE CONDUCCION BELLAVISTA-MINAS  
 PARA EL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE A LA ZONA SUR ORIENTE DE LA  
 DELEGACION IZTAPALAPA.

**CALCULO HIDRAULICO**

Q = 83,07 l/seg

HF = 8,833 m

L = 2085,47 m

S = 0,000422

CADENAM.	COTA DE TERRENO	COTA DE PLANTILLA	COTA PIEZOMET.	CARGA DISPONIBLE	CARGA DE TRABAJO	CLASE DE TUBERIA
0+000.00	2366,45	2367,00	2363,50	16,50	16,50	A-7
0+046.05	2360,43	2369,03	2362,24	24,21	25,47	A-7
0+073.70	2354,10	2352,65	2362,12	29,47	30,85	A-7
0+090.65	2354,35	2352,35	2362,05	29,70	31,15	A-7
0+121.55	2352,35	2350,90	2361,92	31,02	32,60	A-7
0+162.87	2354,00	2351,57	2361,75	30,18	31,93	A-7
0+195.62	2353,57	2352,12	2361,61	29,49	31,38	A-7
0+224.02	2354,67	2352,17	2361,49	29,32	31,33	A-7
0+248.15	2354,12	2352,21	2361,39	29,18	31,29	A-7
0+304.45	2354,52	2352,30	2361,15	28,85	31,20	A-7
0+341.15	2353,62	2352,37	2360,99	28,62	31,13	A-7
0+375.66	2356,65	2355,20	2360,85	25,65	28,30	A-7
0+428.75	2356,23	2356,78	2360,63	23,85	26,72	A-7
0+464.34	2355,40	2353,95	2360,46	26,53	29,55	A-7
0+499.93	2352,53	2351,08	2360,33	29,25	32,42	A-7
0+513.66	2353,51	2351,04	2360,27	29,23	32,46	A-7
0+537.03	2353,39	2350,99	2360,17	29,18	32,51	A-7
0+554.66	2351,05	2349,60	2360,09	30,49	33,90	A-7
0+614.05	2345,09	2343,64	2379,64	36,20	39,88	A-7
0+660.05	2340,00	2338,47	2379,65	41,18	45,03	A-7
0+704.78	2334,88	2333,43	2379,46	46,03	50,07	A-7
0+753.48	2326,17	2324,72	2379,26	54,54	56,78	A-7
0+794.17	2321,53	2320,08	2379,09	59,01	63,42	A-7
0+830.05	2318,33	2316,69	2378,93	62,24	66,81	A-7
0+896.66	2314,68	2313,23	2378,78	65,55	70,27	A-10
0+900.00	2311,20	2309,75	2378,64	68,89	73,75	A-10
0+907.31	2311,16	2309,71	2378,61	68,90	73,79	A-10
0+950.44	2307,99	2306,53	2378,38	71,85	76,97	A-10
1+004.67	2306,53	2305,06	2378,20	73,12	78,42	A-10
1+040.67	2304,60	2302,63	2378,05	75,42	80,87	A-10
1+078.09	2302,66	2301,53	2377,89	78,36	81,97	A-10
1+132.74	2305,19	2303,39	2377,66	74,27	80,11	A-10
1+117.74	2306,70	2304,92	2377,72	72,80	78,56	A-10
1+222.74	2306,15	2306,46	2377,28	70,62	77,04	A-10
1+273.34	2309,64	2308,19	2377,07	68,88	75,31	A-10
1+310.65	2311,26	2309,60	2376,91	67,11	73,70	A-10

CADENAM.	COTA DE TERRENO	COTA DE PLANTILLA	COTA PIEZOMET.	CARGA DISPONIBLE	CARGA DE TRABAJO	CLASE DE TUBERIA
1+349.25	2312,94	2311,45	2376,75	65,30	72,06	A-10
1+371.94	2314,68	2312,86	2376,65	63,79	70,64	A-10
1+400.00	2316,35	2314,60	2376,53	61,93	68,90	A-10
1+464.89	2320,12	2318,63	2376,26	57,63	64,87	A-7
1+500.00	2323,45	2322,00	2376,11	54,11	61,50	A-7
1+545.95	2327,85	2326,37	2375,92	49,55	57,13	A-7
1+562.42	2329,22	2327,36	2375,85	48,49	56,14	A-7
1+587.47	2330,34	2326,86	2375,74	46,88	54,64	A-7
1+613.47	2334,59	2332,06	2375,63	43,57	51,44	A-7
1+636.72	2326,95	2334,93	2375,53	40,60	48,57	A-7
1+666.83	2342,78	2340,33	2375,32	34,99	43,17	A-7
1+720.18	2345,89	2343,93	2375,18	31,25	39,57	A-7
1+743.08	2348,57	2346,40	2375,09	28,69	37,10	A-7
1+759.88	2349,65	2348,19	2375,02	26,63	35,31	A-7
1+792.16	2353,52	2352,08	2374,89	22,82	31,44	A-7
1+828.18	2354,68	2353,22	2374,73	21,51	30,28	A-7
1+892.13	2356,22	2356,77	2374,46	17,69	26,73	A-7
1+942.13	2362,60	2361,12	2374,25	13,13	22,36	A-7
1+983.05	2367,09	2365,55	2374,03	8,48	17,96	A-7
2+033.05	2345,60	2369,03	2373,86	4,83	14,47	A-7
2+086.91	2373,60	2372,15	2373,71	1,56	11,35	A-7
2+086.47	2371,35	2369,90	2362,43	12,53	13,60	A-7

TABLA 6.1.1.3

PROYECTO EJECUTIVO DE LA LINEA DE CONDUCCION MINAS-CARRAS PARA EL  
SUMINISTRO DE AGUA POTABLE A LA ZONA SUR ORIENTE DE LA DELEGACION  
ETAPALAPA.

CALCULO HIDRAULICO

Q = 28,72 l/seg

Hf = 0,972 m

L = 1930,00 m

S = 0,00050

CADENAM	COTA DE TERRENO	COTA DE PLANTILLA	COTA PIEZOMET	CARGA DE TRABAJO	SOBRE-PRESION	CLASE DE TUBERIA
0+000.00	2373,80	2372,48	2456,24	83,78	92,56	A-10
0+075.88	2387,08	2385,94	2468,20	80,26	98,05	A-14
0+100.00	2385,20	2384,05	2456,19	92,14	100,92	A-14
0+179.78	2358,22	2357,07	2456,15	99,08	107,88	A-14
0+253.62	2357,00	2355,85	2456,11	100,26	109,05	A-14
0+289.76	2355,57	2354,42	2456,10	101,88	110,46	A-14
0+340.40	2351,91	2350,76	2456,07	105,31	114,08	A-14
0+374.83	2349,50	2348,35	2488,06	107,70	118,49	A-14
0+447.01	2346,55	2345,40	2488,02	110,82	119,40	A-14
0+478.51	2344,11	2342,96	2488,00	113,04	121,62	A-14
0+523.99	2341,82	2340,67	2455,98	115,31	124,08	A-14
0+538.00	2341,50	2340,35	2455,97	115,62	124,40	A-14
0+570.19	2340,35	2339,20	2455,98	118,76	125,54	A-14
0+631.45	2332,89	2331,54	2455,92	124,38	133,17	A-14
0+635.00	2332,30	2331,15	2455,92	124,77	133,55	A-14
0+687.38	2326,93	2325,78	2455,90	130,12	138,90	A-14
0+736.08	2330,49	2327,99	2455,87	127,88	136,88	A-14
0+767.25	2331,15	2329,98	2455,86	125,88	134,88	A-14
0+812.91	2330,03	2328,88	2455,83	128,86	135,73	A-14
0+889.15	2328,30	2327,15	2455,79	128,64	137,42	A-14
0+804.00	2328,40	2327,65	2455,79	128,14	138,92	A-14
0+921.60	2329,16	2328,01	2455,78	127,77	136,55	A-14
0+951.79	2331,44	2330,29	2455,76	125,47	134,25	A-14
0+986.19	2329,22	2328,02	2455,75	127,73	138,51	A-14
1+002.37	2325,32	2324,17	2455,74	131,57	140,35	A-14
1+025.89	2325,08	2323,91	2455,73	131,82	140,80	A-14
1+075.58	2329,81	2328,66	2455,70	127,04	136,82	A-14
1+105.81	2330,54	2329,39	2455,69	128,30	135,08	A-14
1+174.74	2333,72	2332,57	2455,65	123,08	131,88	A-14
1+194.54	2337,82	2336,67	2455,64	118,97	127,75	A-14
1+210.74	2343,27	2342,12	2455,63	113,51	122,29	A-14
1+220.74	2350,77	2349,62	2455,63	108,01	114,79	A-14
1+231.74	2356,02	2374,87	2455,62	80,75	88,53	A-14
1+241.54	2359,49	2358,34	2455,62	97,28	108,08	A-14
1+287.15	2381,24	2380,09	2455,59	95,50	104,28	A-14

CADENAM.	COTA DE TERRENO	COTA DE PLANTILLA	COTA PIEZOMET.	CARGA DE TRABAJO	SOBRE-PRESION	CLASE DE TUBERIA
1+320.39	2361,24	2360,09	2455,58	94,49	104,27	A-14
1+354.83	2361,80	2360,75	2455,56	94,81	103,59	A-14
1+393.25	2363,04	2361,89	2455,54	93,85	102,43	A-14
1+412.71	2363,92	2362,77	2455,53	92,76	101,54	A-14
1+434.75	2365,97	2364,82	2455,52	90,70	99,48	A-14
1+454.05	2367,27	2366,82	2455,51	88,69	97,47	A-10
1+479.50	2370,39	2369,24	2455,50	86,26	95,04	A-10
1+497.75	2372,91	2370,71	2455,49	84,78	93,56	A-10
1+516.28	2376,39	2375,24	2455,48	80,24	89,02	A-10
1+552.34	2380,21	2379,06	2455,46	76,40	85,18	A-10
1+593.80	2379,63	2378,66	2455,44	76,76	85,54	A-10
1+613.20	2364,33	2383,18	2455,43	72,25	81,03	A-10
1+634.30	2392,58	2391,43	2455,42	63,99	72,77	A-10
1+654.90	2399,53	2398,38	2455,41	57,03	65,81	A-7
1+683.80	2401,73	2400,58	2455,40	54,82	63,61	A-7
1+690.61	2404,59	2403,44	2455,39	51,95	60,73	A-7
1+716.41	2415,39	2414,24	2455,38	41,14	49,92	A-7
1+783.82	2420,55	2419,40	2455,34	35,94	44,73	A-7
1+805.82	2426,30	2425,15	2455,33	30,18	38,96	A-7
1+814.06	2427,17	2426,02	2455,33	29,31	38,09	A-7
1+838.36	2429,07	2429,22	2455,32	26,10	34,88	A-7
1+890.06	2427,49	2426,34	2455,31	29,97	37,75	A-7
1+899.54	2434,67	2433,72	2455,29	21,57	30,35	A-7
1+894.80	2440,77	2439,62	2455,29	15,67	24,45	A-7
1+904.06	2445,92	2439,82	2455,28	15,66	24,44	A-7
1+930.00	5451,22	2450,62	2455,27	4,85	13,43	A-7

TABLA 6.1.1.4

**PROYECTO EJECUTIVO DE LA LINEA DE CONDUCCION CABRAS-DERIVACION  
HUECAMPOOL II, PARA EL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE A LA ZONA  
SUR-ORIENTE DE DELEGACION ETAPALAPA.**

**CALCULO HIDRAULICO**

Q = 24,76 l/seg

Hf = 0,515 m

L = 1376,10 m

S = 0,00037

CADENAM.	COTA DE TERRENO	COTA DE PLANTILLA	COTA PIEZOM.	CARGA DISPONIBLE	CARGA DE TRABAJO	CLASE DE TUBERIA
0 + 000,00	2451,77	2450,62	2455,27	4,65	4,65	A-7
0 + 026,00	2445,92	2444,77	2455,26	10,49	10,50	A-7
0 + 035,20	2440,77	2439,27	2455,26	15,99	16,00	A-7
0 + 043,50	2434,67	2433,72	2455,25	21,53	21,55	A-7
0 + 070,00	2427,49	2426,34	2455,24	28,90	28,93	A-7
0 + 091,20	2425,07	2423,92	2455,24	31,32	31,35	A-7
0 + 116,00	2427,17	2423,90	2455,23	31,33	31,37	A-7
0 + 146,24	2420,65	2419,44	2455,22	35,78	35,83	A-7
0 + 213,65	2415,39	2414,24	2455,19	40,95	41,03	A-7
0 + 261,80	2405,79	2404,64	2455,17	50,53	50,63	A-7
0 + 300,17	2402,37	2401,22	2455,16	53,94	54,06	A-7
0 + 316,64	2404,77	2403,62	2455,15	51,53	51,66	A-7
0 + 357,19	2403,05	2401,90	2455,14	53,24	53,37	A-7
0 + 375,19	2400,10	2398,95	2455,13	56,18	56,32	A-7
0 + 423,55	2413,25	2412,10	2455,11	43,01	43,17	A-7
0 + 449,56	2416,27	2415,12	2455,10	39,98	40,15	A-7
0 + 465,56	2418,03	2416,88	2455,10	38,22	38,39	A-7
0 + 481,48	2418,30	2417,15	2455,09	37,94	38,12	A-7
0 + 518,08	2412,30	2411,15	2455,08	43,93	44,12	A-7
0 + 500,34	2409,00	2407,85	2455,08	47,23	47,42	A-7
0 + 601,19	2400,60	2399,45	2455,04	56,59	56,82	A-7
0 + 647,92	2392,38	2391,23	2455,03	63,60	64,04	A-7
0 + 674,92	2390,22	2389,31	2455,02	66,71	66,96	A-10
0 + 695,74	2387,21	2386,08	2455,01	68,95	69,21	A-10
0 + 716,74	2389,66	2387,51	2455,00	67,49	67,76	A-10
0 + 753,63	2387,74	2386,59	2454,99	68,40	68,68	A-10
0 + 778,94	2386,57	2384,42	2454,98	70,56	70,85	A-10
0 + 820,53	2384,69	2383,54	2454,98	71,42	71,73	A-10
0 + 832,53	2382,44	2381,29	2454,98	73,67	73,98	A-10
0 + 900,00	2379,60	2378,45	2454,93	76,46	76,82	A-10
0 + 932,01	2378,25	2377,01	2454,92	77,91	78,26	A-10
0 + 976,28	2378,56	2377,00	2454,90	77,90	78,27	A-10
1 + 032,23	2377,67	2376,52	2454,86	78,36	78,75	A-10
1 + 077,60	2377,47	2376,32	2454,87	78,55	78,95	A-10
1 + 097,63	2375,39	2374,26	2454,86	80,60	81,01	A-10

CADENAM.	COTA DE TERRENO	COTA DE PLANTILLA	COTA PIEZOM.	CARGA DISPONIBLE	CARGA DE TRABAJO	CLASE DE TUBERIA
1 + 128,90	2366,99	2368,64	2454,65	85,01	85,43	A-10
1 + 156,20	2370,09	2360,94	2454,64	93,90	94,33	A-10
1 + 203,98	2377,32	2376,17	2454,82	78,65	79,10	A-10
1 + 218,85	2378,32	2377,17	2454,81	77,64	78,10	A-10
1 + 258,85	2376,67	2375,45	2454,80	79,35	79,82	A-10
1 + 298,90	2378,39	2377,24	2454,78	77,54	78,03	A-10
1 + 318,00	2373,02	2379,68	2454,78	74,90	75,39	A-10
1 + 376,10	2379,26	2377,91	2454,75	76,64	77,36	A-10
<b>TRAMO DERIVACION AL HUECAMPOOL</b>						
0 +000,00	2379,26	2377,91	2454,75	76,64	77,36	A-10
0 +045,00	2366,43	2397,23	2454,64	57,41	58,04	A-7



TABLA 6.1.1.6

PROYECTO EJECUTIVO DE LA LINEA DE CONDUCCION DERIVACION HUECAMPPOOL-  
SAN PABLO 1, PARA EL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE A LA ZONA  
SUR-ORIENTE DE DELEGACION ETAPALAPA.

CALCULO HIDRAULICO

Q = 21,31 l/seg

HF = 0,311 m

L = 1408,40 m

S = 0,00022

CADENAM.	COTA DE TERRENO	COTA DE PLANTILLA	COTA PIEZOM	CARGA DISPONIBLE	CARGA DE TRABAJO	CLASE DE TUBERIA
1 + 378,10	2379,28	2377,91	2454,75	78,84	77,38	A-10
1 + 388,10	2380,00	2378,85	2454,75	75,90	76,42	A-10
1 + 407,10	2382,00	2380,85	2454,74	73,89	74,42	A-10
1 + 426,80	2382,00	2380,60	2454,74	74,14	74,67	A-10
1 + 445,80	2378,00	2378,85	2454,73	77,88	78,42	A-10
1 + 476,10	2378,00	2376,70	2454,73	78,03	78,57	A-10
1 + 497,80	2376,00	2374,85	2454,72	79,87	80,42	A-10
1 + 510,00	2372,00	2370,85	2454,72	83,87	84,42	A-10
1 + 518,80	2370,00	2368,85	2454,72	85,87	86,42	A-10
1 + 577,40	2370,00	2368,88	2454,71	88,05	88,61	A-10
1 + 587,50	2370,00	2380,80	2454,70	94,10	94,67	A-10
1 + 600,50	2368,00	2388,85	2454,70	87,85	88,42	A-10
1 + 650,00	2383,70	2382,55	2454,69	82,14	82,72	A-10
1 + 700,00	2358,20	2357,05	2454,68	97,63	98,22	A-14
1 + 750,00	2362,40	2361,25	2454,67	103,42	104,02	A-14
1 + 778,00	2348,00	2346,85	2454,66	107,81	108,42	A-14
1 + 797,00	2346,00	2344,85	2454,66	109,81	110,42	A-14
1 + 817,00	2342,00	2340,85	2454,65	113,80	114,42	A-14
1 + 846,50	2340,00	2338,85	2454,65	115,80	116,42	A-14
1 + 875,00	2339,70	2338,53	2454,64	116,11	116,74	A-14
1 + 900,00	2339,40	2338,25	2454,63	116,38	117,02	A-14
1 + 965,80	2340,00	2338,85	2454,62	115,77	116,42	A-14
2 + 000,00	2341,40	2340,25	2454,61	114,38	115,02	A-14
2 + 088,50	2344,00	2342,70	2454,60	111,80	112,57	A-14
2 + 108,50	2344,00	2342,85	2454,59	111,74	112,42	A-14
2 + 250,00	2344,70	2343,55	2454,58	111,01	111,72	A-14
2 + 225,00	2346,00	2344,85	2454,58	109,71	110,42	A-14
2 + 308,50	2352,00	2350,85	2454,54	103,69	104,42	A-14
2 + 350,00	2357,00	2355,85	2454,53	98,68	99,42	A-14
2 + 375,00	2369,40	2368,30	2454,53	98,23	98,97	A-14
2 + 400,00	2361,90	2360,75	2454,52	93,77	94,52	A-10
2 + 450,00	2367,40	2366,25	2454,51	88,26	89,02	A-10
2 + 500,00	2372,82	2371,67	2454,50	82,63	83,60	A-10
2 + 580,00	2378,20	2377,00	2454,49	77,49	78,27	A-10
2 + 576,00	2380,00	2378,85	2454,49	75,64	76,42	A-10
2 + 624,00	2386,00	2384,85	2454,47	69,62	70,42	A-10

CADENAM.	COTA DE TERRENO	COTA DE PLANTILLA	COTA PIEZOM	CARGA DISPONIBLE	CARGA DE TRABAJO	CLASE DE TUBERIA
2 + 700.00	2383.00	2391.85	2454.46	62.61	63.42	A-7
2 + 750.00	2399.80	2398.65	2454.45	55.80	56.62	A-7
2 + 762.50	2404.00	2402.85	2454.44	51.59	52.42	A-7

TABLA 9.1.1.5

PROYECTO EJECUTIVO DE LA LÍNEA DE CONDUCCION SAN PABLO I-SAN PABLO II  
PARA EL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE A LA ZONA SUR ORIENTE DE LA  
DELEGACION ETAPALAPA.

CÁLCULO HIDRAULICO

Q = 0,77 l/seg

Hf = 0,045 m

L = 345,00 m

S = 0,000127

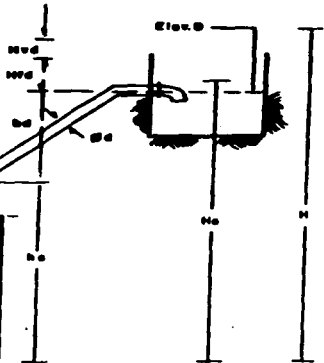
CADENAM.	COTA DE TERRENO	COTA DE PLANTILLA	COTA PIEZOMET.	CARGA DE TRABAJO	SOBRE-PRESION	CLASE DE TUBERIA
0 + 000,00	2406,00	2406,10	2460,04	54,94	57,13	A-7
0 + 009,00	2406,00	2406,05	2460,04	54,99	57,18	A-7
0 + 011,50	2404,00	2403,10	2460,04	59,94	59,13	A-7
0 + 017,50	2404,00	2403,08	2460,04	59,90	59,15	A-7
0 + 024,00	2404,00	2403,05	2460,04	59,98	59,18	A-7
0 + 048,50	2405,90	2406,00	2460,04	54,04	59,23	A-7
0 + 100,00	2413,30	2412,40	2460,03	47,63	49,62	A-7
0 + 333,00	2417,00	2416,09	2460,00	43,91	46,10	A-7
0 + 142,00	2418,00	2417,10	2460,03	42,93	45,12	A-7
0 + 180,00	2422,10	2421,10	2460,03	38,93	41,12	A-7
0 + 180,00	2426,00	2425,00	2460,02	36,02	37,21	A-7
0 + 200,00	2426,70	2426,80	2460,02	34,22	36,41	A-7
0 + 226,00	2425,60	2424,80	2460,02	35,42	37,61	A-7
0 + 231,50	2425,80	2424,90	2460,02	35,12	37,31	A-7
0 + 265,00	2430,00	2429,10	2460,01	30,91	33,10	A-7
0 + 297,50	2440,00	2439,10	2460,01	20,91	23,10	A-7
0 + 313,50	2446,00	2445,10	2460,01	14,91	17,09	A-7
0 + 329,00	2450,00	2449,10	2460,00	10,90	13,09	A-7
0 + 354,00	2451,00	2450,10	2460,00	9,90	12,09	A-7

Eje de la Bomba y Motor

Motor

Cubierta de Bombas

Columna de la Bomba



Carcasa  
Tapon  
Compensador de Succión

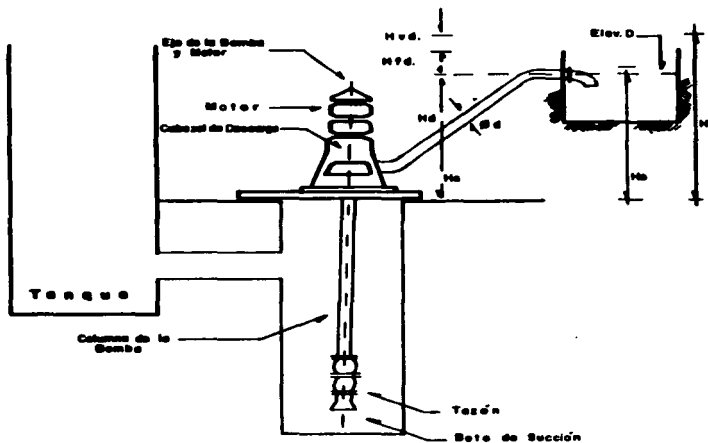
$$H = H_s + (H_{fd} + H_{fd}) + H_{vd}$$

$$H_m = H_d + h_a$$

Instalación típica de una bomba vertical en carcasa

FIG. No. 6-1

Escuela No.	Asignatura No.	Folio No.
-------------	----------------	-----------



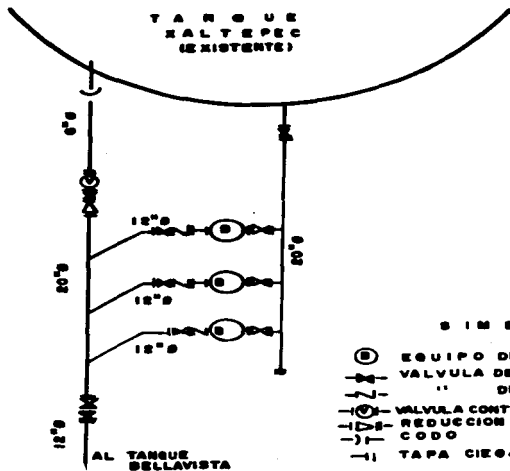
$$H = H_s + (H_{fd} + H_{vd}) + H_{vd}$$

$$H_s = H_d + H_b$$

ALGUNOS DE LOS TIPOS DE EQUIPOS QUE SE USAN  
 EN LA ZONA SUB-COSTERA DE LA GUAYANES FRANCESA

**INSTALACION TIPICA DE UNA  
 BOMBA VERTICAL OPERADA EN OVE)**

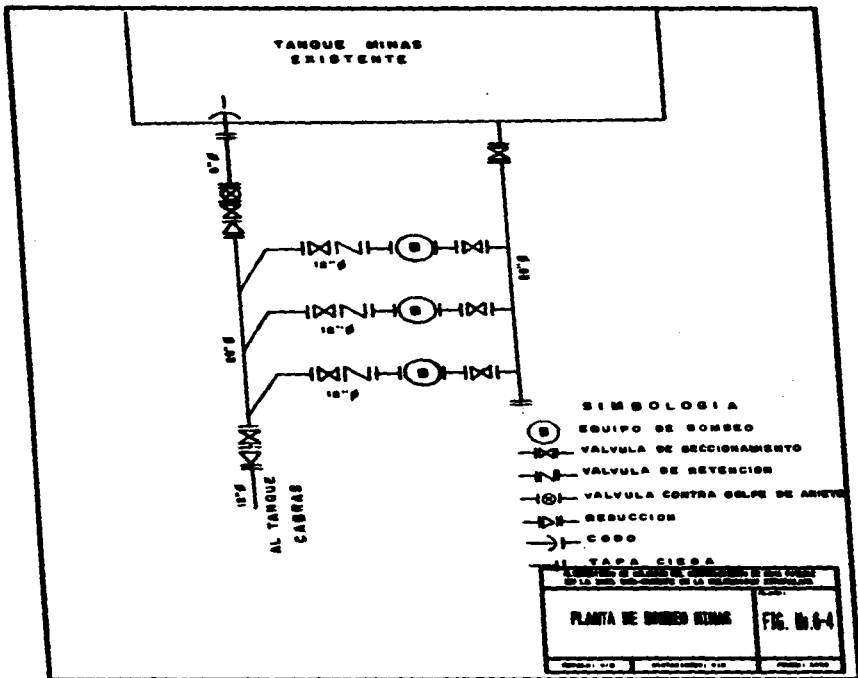
**FIG. No. 6-2**

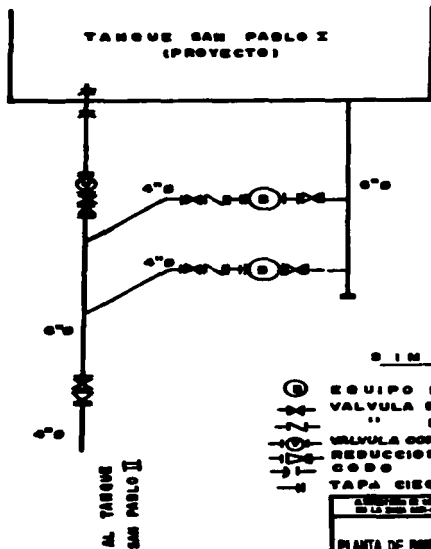


S I M B O L O S I A







- ⊙ EQUIPO DE BOMBEO
- ⌞ VALVULA DE SECCIONAR
- ⌞ " DE RETENCION
- ⌞ VALVULA CONTRA GOLPE DE ARRETE
- ⌞ REDUCCION
- ⌞ CODO
- ⌞ TAPA CIEGA

EL DISEÑO SE RELAZA EN CONFORMIDAD DE LOS PLANOS DE LA OBRERA CONSIDERANDO LA DISTRIBUCION CORRESPONDIENTE		
PLANTA DE BOMBEO XALTEPEC.	FIG. No. 6-3	
DISEÑO: 670	DIBUJO: 100001-000	REVISOR: 10000





**S I M B O L O G I A**

-  EQUIPO DE BOMBEO
-  VALVULA DE SECCIONAR
-  " DE RETENCION
-  VALVULA CONTRA GOLPE DE ARRETE
-  REDUCCION
-  TAPA CIEGA

APROBADO Y COTADO EN DISEÑO POR EL INGENIERO EN CARRETERAS DE LA DIV. DE CARRETERAS DE LA GOBIERNO GENERAL		
<b>PLANTA DE BOMBEO SAN PABLO I</b>		<b>FIG. No. 6-5</b>
DISEÑO: G. D.	COTADO: P. M. D.	PROYECTO: 1950



**6.2 Catálogo de conceptos y planes**

**6.2.1 Catálogo de conceptos**

**LINEA DE CONDUCCION**

<b>LINEA</b>	<b>COSTO</b>
Xaltepec - Belavista	1'769,320.91
Belavista - Mines	1'056,629.60
Mines - Cabras	1'291,001.26
Cabras - huacampool II - San Pablo I	1'823,269.21
San Pablo I - San Pablo II	72,616.67

ALTERNATIVAS DE SOLUCION DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
EN LA ZONA SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA

LINEA DE CONDUCCION XALTEPEC - BELLAVISTA

CLAVE	CONCEPTO	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
<b>AF13</b>	<b>TRAZOS</b>				
AF13DD	Trazo y nivelación para obras hidráulicas, con aparatos, incluyendo materiales para señalamiento.	m2	1.12	1,870.00	2,094.40
<b>BI12C</b>	<b>CORTES CON SIERRA</b>				
BI12CC	En pavimento de concreto asfáltico de 5 cm de prof.	m	4.07	4,400.00	17,906.00
<b>BL</b>	<b>DENOLICIONES</b>				
BL12DB	Demolición a mano de pavimento de asfalto sin afectar base para trabajos de becheo.	m3	35.52	93.50	3,321.12
<b>BQ</b>	<b>EXCAVACIONES POR MEDIOS MECANICOS EN ZANJA PARA ANCHOS DE LA MISMA MENORES O IGUALES A 1.20 m</b>				
BQ14C	Excavación por medios mecánicos para anchos de zanja menores o iguales a 1.20 m, en zona "B" clase II-A				
BQ14CB	de 0.00 a 2.00 m de profundidad.	m3	17.16	1,636.25	28,078.05
<b>ND12B</b>	<b>CAMAS DE ARENA</b>				
ND12BB	Cama de arena en cepas para tubería incluyendo material sacmo libre a 20 m mano de obra y herramientas.	m3	72.36	176.20	12,749.95
<b>BQ18E</b>	Excavación de zanjas, todas las zonas en material tipo III, con empleo de equipo neumático, incluye material de consumo, mano de obra en perforación, uso de cuña y martillo, estribo y extracción al borde de la zanja, equipo y herramienta necesario.				
BQ18ED	de 0.00 a 2.00 m de profundidad.	m3	144.48	1,114.60	161,046.55

ALTERNATIVAS DE SOLUCION DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
EN LA ZONA SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA

LINEA DE CONSTRUCCION XALTEPEC-BELLAVISTA

CLAVE	CONCEPTO	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
OE	<b>SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA</b>				
OE13C	Suministro e instalación de tubería para agua a presión de asbesto cemento clase A-7 incluyendo juntas y anillos, prueba hidrostática y acarreo del tubo en 20 m.				
OE13CI	Tubería A.C. A-7 de 305 mm (12") de diam.	m	256.10	240.00	61,464.00
OE13D	Suministro e instalación de tubería para agua a presión de asbesto cemento clase A-10 incluyendo juntas y anillos, prueba hidrostática y acarreo del tubo en 20 m.				
OE13DI	Tubería A.C. A-10 de 305 mm (12") de diam.	m	369.04	666.86	202,925.00
OE13E	Suministro e instalación de tubería para agua a presión de asbesto cemento clase A-14 incluyendo juntas y anillos, prueba hidrostática y acarreo del tubo en 20 m.				
OE13EI	Tubería A.C. A-14 de 305 mm (12") de diam.	m	491.61	420.00	208,476.20
OE16	<b>TUBERIA DE ACERO SOLDABLE AL CARBON TIPO A-63 ODD. O SIN COSTURA</b>				
OE16Q	Suministro, colocación y pruebas de tubería soldable de acero al carbono tipo A-63, grado B, sin costura; incluye material y mano de obra.	m	664.75	660.00	678,658.00
OJ	<b>SUMINISTRO E INSTALACION DE PIEZAS ESPECIALES DE FIERRO FUNDIDO</b>				
OJ14B	Suministro y colocación y pruebas de tapas ciegas de hierro fundido.				
OJ14BE	Tapas ciegas de 101 mm (4") de diam. con perforación pasada de 50 mm (2").	pie	64.87	3.00	194.61
OJ16B	Suministro e instalación de codos de 11" 15', incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramientas y equipo necesario, no incluye la tornillería.				
OJ16BI	Codos de 11" 15' y 305 mm (12") de diam.	pie	6.00	6.00	48.00

**ALTERNATIVAS DE SOLUCION DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
EN LA ZONA SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA**

**LINEA DE CONDUCCION XALTEPEC - BELLAVISTA**

CLAVE	CONCEPTO	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
OJ16C	Suministro e instalación de codos de 22" 30', incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye la tomillería				
OJ16CI	Codos de 22" 30' y 305 mm (12") de diam.	pza	896,24	4,00	3.584,96
OJ16D	Suministro e instalación de codos de 45', incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye la tomillería.				
OJ16DI	Codos de 45" y 305 mm (12") de diam.	pza	686,24	8,00	5.377,44
OJ16E	Suministro e instalación de codos de 60", incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye la tomillería.				
OJ16EI	Codos de 60" y 305 mm (12") de diam.	pza	1050,04	10,00	10.500,40
OJ17B	Suministro e instalación de extremidades para tubos A-5 y A-7, incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye la tomillería.				
OJ17BI	Extremidad de 305 mm (12") de diam (A-7).	pza	638,65	28,00	17.826,20
OJ17C	Suministro e instalación de extremidades para tubos A-10, incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye tomillería.				
OJ17CI	Extremidad de 305 mm (12") de diam. (A-10).	pza	638,65	28,00	17.826,20

ALTERNATIVAS DE SOLUCION DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
EN LA ZONA SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA

LINEA DE CONDUCCION XALTEPEC - BELLAVISTA

CLAVE	CONCEPTO	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
OJ18C	Suministro e instalación de Juntas Gibault tipo D.D.F., incluyendo el suministro de la pieza completa con tornillos y hule al 88% natural, la mano de obra para la colocación, herramientas y equipo necesario. Junta Gibault de 305 mm (12") de diam.	pea	326.00	56.00	19,296.00
OJ21	Suministro e instalación de Tasa de hierro fundido, incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramientas y equipo necesario, no incluye la tornillería.	pea	1309.85	5.00	6,834.85
OK12B	Suministro y colocación de válvula de compuerta brida, vástago fijo.	pea	1360.00	3.00	4,020.00
OK12BB	Válvula de compuerta de 101 mm (4") de diam.	pea	6736.15	2.00	13,476.28
OK12B1	Válvula de compuerta de 305 mm (12") de diam.				
IC123H	Suministro, colocación y prueba de válvula de globo Mod. 225-p marca "urree" o similar.	pea	549.84	2.00	1,099.68
IC124F	de 25 mm (1") de diam.				
S/N	Suministro, colocación y pruebas de nipples de acero.	pea	24.36	6.00	148.34
S/N	Nipple de 52 mm x 102 mm (2" x 4") de diam.				
S/N	Válvula de admisión y expulsión de aire marca Rerval o similar de 25 mm (1") de diam.	m3	626.40	3.00	1,879.20
S/N	Plato quebra chorro de Fo.Fo.	pea	112.00	2.00	224.00
S/N	Empaques de plato de:	pea	66.00	36.00	2,380.00
	305 mm (12") de diam.	pea	12.00	5.00	60.00
	101 mm (4") de diam.				
S/N	Tornillos con cabeza y tuerca hexagonal de:	pea	13.30	70.00	934.00
	127.00 x 26.8 mm (4" x 7/8")	pea	4.16	40.00	166.00
	76.20 x 15.9 mm (3" x 5/8")				

ALTERNATIVAS DE SOLUCION DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
EN LA ZONA SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA

LINEA DE CONDUCCION XALTEPEC - BELLAVISTA

CLAVE	CONCEPTO	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
OL12	Construcción de cajas tipo para tubería de agua potable de 4" a 12" de diámetro, incluyendo marco de acero estructural, tapa y contrapeso de fo. fo. sin incluir excavaciones.				
OL12CB	Caja tipo 1 - 1 - B de 1.56 x 1.66 m	pza	2766.00	5.00	13.760,00
SP12C	Reellenos de excavaciones para estructuras y/o para alcanzar niveles de proyecto, en capas de 20 cm de espesor compactadas con platin al 90% Proctor, previa la incorporación del agua necesaria. Método compacto. Incluye acarreo libre a 20 m.				
SP12CB	Con material producido de la excavación.	m3	11.81	1,503.48	17.788,10
SP12CC	Releño de excavaciones con tepalcate	m3	83.37	657.72	56.148,83
RE12	<b>ATRAQUES DE CONCRETO</b>				
RE12B	Colocación de straque de concreto de fc = 100 kg/cm2 en instalaciones sanitarias.	pza	629.48	32,00	20.143,68
QL	<b>BACHEO</b>				
QL12B	Bacheo de 5.0 de espesor, con mezcla asfáltica de 19 mm (3/4"), con asfalto P.A.-5 y base de grava compactada controlada, compactada a 98% P.V.S.M. Incluye también limpieza, riego de tipo e impregnación y compactación de carpeta.				
QL12BB	Con carga y acarreo primer 1m de grava y carpeta.	m3	43,07	89,50	4.027,05

COSTO TOTAL DE LA LINEA

1.788.330,91

**ALTERNATIVAS DE SOLUCION DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
EN LA ZONA SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA**

**LINEA DE CONDUCCION BELLA VISTA MIAS**

<b>CLAVE</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>UNID.</b>	<b>P.U.</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>IMPORTE</b>
<b>AF13</b>	<b>TRAZOS</b>				
<b>AF13DD</b>	Trazo y nivelación para obras hidráulicas, con aparatos, incluyendo materiales para señalamiento.	m2	1.12	1,781.15	1,984.88
<b>BI13C</b>	<b>CORTES CON SIERRA</b>				
<b>BI12CC</b>	En pavimento de concreto asfáltico de 5 cm de prof.	m	4.07	4,180.84	17,067.13
<b>EL</b>	<b>DEMOLICIONES</b>				
<b>EL12DB</b>	Demolición a mano de pavimento de asfalto sin afectar base para trabajos de bacheo.	m3	36.62	88.08	3,183.32
<b>EG</b>	<b>EXCAVACIONES POR MEDIOS MECANICOS EN ZARZA PARA ANCHOS DE LA SIERRA BARRIOS O IGUALES A 1.20 m</b>				
<b>EG14C</b>	Excavación por medios mecánicos para anchos de zarza menores o iguales a 1.20 m, en zona "B" tipos II-A				
<b>EG14CB</b>	de 0.00 a 2.00 m de profundidad.	m3	17.18	1,888.51	28,743.88
<b>ED12B</b>	<b>CAMAS DE ARENA</b>				
<b>ED12BB</b>	Cama de arena en capas para tubería incluyendo material acarreo libre a 20 m mano de obra y herramientas.	m3	72.38	187.83	12,144.15
<b>EG18E</b>	Excavación de zarza, todas las zonas en material tipo III, con empleo de equipo neumático, incluye material de consumo, mano de obra en perforación, uso de cuña y mazo, afilaje y extracción al borde de la zarza, equipo y herramientas necesario.				
<b>EG18ED</b>	de 0.00 a 2.00 m de profundidad.	m3	144.48	1,081.68	153,402.38

**ALTERNATIVAS DE SOLUCION DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
EN LA ZONA SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA**

**LINEA DE CONDUCCION BELLAVISTA MINAS**

<b>CLAVE</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>UNID.</b>	<b>P.U.</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>IMPORTE</b>
<b>OE</b>	<b>SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA</b>				
<b>OE13C</b>	Suministro e instalación de tubería para agua a presión de asbesto cemento clase A-7 incluyendo juntas y anillos, pruebas hidroestáticas y acarreos del tubo en 20 m.				
<b>OE13CI</b>	Tubería A.C. A-7 de 305 mm (12") de diam.	m	288.10	1,525.52	380,885.67
<b>OE13D</b>	Suministro e instalación de tubería para agua a presión de asbesto cemento clase A-10 incluyendo juntas y anillos, pruebas hidroestáticas y acarreos del tubo en 20 m.				
<b>OE13DI</b>	Tubería A.C. A-10 de 305 mm (12") de diam.	m	356.04	598.95	202,825.00
<b>OJ</b>	<b>SUMINISTRO E INSTALACION DE PREZAS ESPECIALES DE FIERRO FUNDIDO</b>				
<b>OJ14B</b>	Suministro y colocación y pruebas de tapas ciegas de fierro fundido.				
<b>OJ14BE</b>	Tapas ciegas de 101 mm (4") de diam. con perforación rosca de 50 mm (2").	pza	64.87	3.00	184.61
<b>OJ16B</b>	Suministro e instalación de codos de 11" 15", incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye la tubería.				
<b>OJ16BI</b>	Codos de 11" 15" y 305 mm (12") de diam.	pza	888.24	8.00	5,377.44



ALTERNATIVAS DE SOLUCION DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
EN LA ZONA SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA

LINEA DE CONDUCCION BELLAVISTA MINAS

CLAVE	CONCEPTO	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
OJ16C	Suministro e instalación de codos de 22° 30', incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramientas y equipo necesario, no incluye la tornillería.				
OJ16C1	Codos de 22° 30' y 305 mm (12") de diam.	pza	885.24	12.00	10.784.88
OJ16D	Suministro e instalación de codos de 45°, incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramientas y equipo necesario, no incluye la tornillería.				
OJ16D1	Codos de 45° y 305 mm (12") de diam.	pza	885.24	6.00	5.377.44
OJ16E	Suministro e instalación de codos de 90°, incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramientas y equipo necesario, no incluye la tornillería.				
OJ16E1	Codos de 90° y 305 mm (12") de diam.	pza	1080.04	11.00	11.580.44
OJ17B	Suministro e instalación de extremidades para tubos A-5 y A-7, incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramientas y equipo necesario, no incluye la tornillería.				
OJ17B1	Extremidad de 305 mm (12") de diam. (A-7).	pza	636.66	60.00	38.199.00
OJ17C	Suministro e instalación de extremidades para tubos A-10, incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramientas y equipo necesario, no incluye la tornillería.				
OJ17C1	Extremidad de 305 mm (12") de diam. (A-10).	pza	636.66	18.00	11.460.70

ALTERNATIVAS DE SOLUCION DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
EN LA ZONA SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA

LINEA DE CONDUCCION BELLAVISTA MINAS

CLAVE	CONCEPTO	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
OJ19C	Suministro e instalación de Juntas Gibeault tipo D.D.F., incluyendo el suministro de la pieza completa con tornillos y hule al 68% natural, la mano de obra para la colocación, herramientas y equipo necesario, Junta Gibeault de 305 mm (12") de diam.	pa	328.00	78,00	28.428,00
OJ21	Suministro e instalación de Tees de fierro fundido, incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramientas y equipo necesario, no incluye la terminación.	pa	1308,93	5,00	6.634,65
OJ21E	Tees de 305 x 101 mm (12" x 4") de diam.	pa	1308,93	5,00	6.634,65
OK12B	Suministro y colocación de válvula de compuerta brida, vástago fijo.	pa	1360,00	3,00	4.020,00
OK12BE	Válvula de compuerta de 101 mm (4") de diam.	pa	1360,00	3,00	4.020,00
OK12B	Válvula de compuerta de 305 mm (12") de diam.	pa	6736,13	2,00	13.472,26
IC122H	Suministro, colocación y prueba de válvula de globo Mod. 228-p marca "urnas" o similar.	pa	549,84	2,00	1.099,68
IC122HF	de 25 mm (1") de diam.	pa	549,84	2,00	1.099,68
S/N	Suministro, colocación y pruebas de nipples de acero.	pa	24,38	6,00	146,34
S/N	Niple de 62 mm x 102 mm (2" x 4") de diam.	pa	24,38	6,00	146,34
S/N	Válvula de admisión y expulsión de aire marca Renval o similar de 25 mm (1") de diam.	m3	626,40	3,00	1.879,20
S/N	Piso quebra chorro de Fo.Fo.	pa	112,00	2,00	224,00
S/N	Empaque de plomo de:	pa	66,00	80,00	5.440,00
	305 mm (12") de diam.	pa	12,00	5,00	60,00
	101 mm (4") de diam.	pa	12,00	5,00	60,00
S/N	Tornillos con cabeza y tuerca hexagonal de:	pa	13,20	16,00	211,20
	127,00 x 26,8 mm (4" x 7/8")	pa	4,18	40,00	168,00
	76,20 x 16,8 mm (3" x 5/8")	pa	4,18	40,00	168,00

ALTERNATIVAS DE SOLUCION DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
EN LA ZONA SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA

LINEA DE CONDUCCION BELLAVISTA MINAS

CLAVE	CONCEPTO	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
OL12	Construcción de cajas tipo para tubería de agua potable de 4" a 12" de diámetro, incluyendo marco de acero estructural, tapa y contratapa de fo. fo. sin incluir excavaciones.				
OL12BC	Caja tipo 1 - 1 - B de 1.56 x 1.86 m	pza	2759.99	5,00	13.799.95
BP12C	Relleno de excavaciones para estructuras y/o para alcanzar niveles de proyecto, en capas de 20 cm de espesor compactadas con pieón al 90% Proctor, previa la incorporación del agua necesaria. Método compacta. Incluye acorreo libre a 20 m.				
BP12CB	Con material producido de la excavación.	m3	11.81	1.432,04	16.812,44
BP12CC	Relleno de excavaciones con tapetas	m3	86,37	629,47	53.481,66
NE12	<b>ATRAQUES DE CONCRETO</b>				
NE12B	Colocación de armazque de concreto de fc = 100 kg/cm2 en instalaciones sanitarias.	pza	629,49	30,00	18.884.70
QL	<b>BACHEO</b>				
QL12B	Bacheo de 5.0 de espesor, con mezcla asfáltica de 19 mm (3/4"), con asfalto P.A.-B y base de grava cementada controlada, compactada a 96% P.V.S.M. Incluye también limpieza, riego de liga e impregnación y compactación de carpeta.				
QL12BB	Con carga y acorreo primer km de grava y carpeta.	m3	43,07	69,06	3.836,71

COSTO TOTAL DE LA LINEA

1.086.629.90

**ALTERNATIVAS DE SOLUCION DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
EN LA ZONA SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IXTAPALAPA**

**LINEA DE CONDUCCION MINAS - CABRAS**

<b>C.C.A.V.</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>UNID.</b>	<b>P.U.</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>IMPORTE</b>
<b>AF13</b>	<b>TRAZOS</b>				
<b>AF13DD</b>	Trazo y nivelación para obras hidráulicas, con aparatos, incluyendo materiales para señalamiento.	m2	1,12	1,840,50	1,837,36
<b>BN13C</b>	<b>CORTES CON SIERRA</b>				
<b>BN12CC</b>	En pavimento de concreto esférico de 5 cm de prof.	m	4,07	3,880,00	15,710,20
<b>DL</b>	<b>DEMOLICIONES</b>				
<b>DL12DB</b>	Demolición a mano de pavimento de asfalto en afectar base para trabajos de bacheo.	m3	35,52	82,03	2,913,53
<b>EG</b>	<b>EXCAVACIONES POR MEDIOS MECANICOS EN ZANJA PARA ANCHOS DE LA MISMA MENORES O IGUALES A 1.20 m</b>				
<b>EG14C</b>	Excavación por medios mecánicos para anchos de zanja menores o iguales a 1.20 m, en zona "B" clase II-A				
<b>EG14CB</b>	de 0.00 a 2.00 m de profundidad.	m3	17,16	1,436,44	24,632,11
<b>ND13B</b>	<b>CAMAS DE ARENA</b>				
<b>ND12DB</b>	Cama de arena en capas para tubería incluyendo material sobre libre a 20 m mano de obra y herramienta.	m3	72,38	184,88	11,185,18
<b>SG18E</b>	Excavación de zanja, todas las zonas en material tipo III, con empleo de equipo neumático, incluye material de consumo, mano de obra en perforación, uso de casca y martillo, sifón y extracción al fondo de la zanja, equipo y herramienta necesario.				
<b>SG18ED</b>	de 0.00 a 2.00 m de profundidad.	m3	144,46	977,91	141,266,56

ALTERNATIVAS DE SOLUCION DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
EN LA ZONA SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA

LINIA DE CONDUCCION MINAS - CABRAS

CLAVE	CONCEPTO	UNID.	P.U.	CANTIDAD	SUBTOTAL
<b>OE</b>	<b>SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA</b>				
OE13C	Suministro e instalación de tubería para agua a presión de asbesto cemento clase A-7 incluyendo juntas y anillos, prueba hidrostática y escarpe del tubo en 20 m.				
OE13C1	Tubería A.C. A-7 de 305 mm (12") de diám.	m	258.10	265.70	75.728.77
OE13D	Suministro e instalación de tubería para agua a presión de asbesto cemento clase A-10 incluyendo juntas y anillos, prueba hidrostática y escarpe del tubo en 20 m.				
OE13D1	Tubería A.C. A-10 de 305 mm (12") de diám.	m	356.04	275.41	96.088.98
OE13E1	Suministro e instalación de tubería para agua a presión de asbesto cemento clase A-14 incluyendo juntas y anillos, prueba hidrostática y escarpe del tubo en 20 m.				
	Tubería A.C. A-14 de 305 mm (12") de diám.	m	481.81	1.358.99	687.080.89
<b>OJ</b>	<b>SUMINISTRO E INSTALACION DE PIEZAS ESPECIALES DE FIERRO FUNDIDO</b>				
OJ14B	Suministro y colocación y pruebas de tapas ciegas de fierro fundido.				
OJ14BE	Tapa ciega de 101 mm (4") de diám. con perforación pasacabo de 50 mm (2").	pie	64.67	3.00	194.81
OJ16B	Suministro e instalación de codos de 11" 15', incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye la herramienta.				
OJ16B1	Codos de 11" 15' y 305 mm (12") de diám.	pie	888.24	16.00	17.688.96

ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
EN LA ZONA SUR-ORIENTE DE LA DELEGACIÓN IZTAPALAPA

LÍNEA DE CONDUCCIÓN BIASAS - CASRAS

CLAVE	CONCEPTO	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
QJ16C	Suministro e instalación de codos de 22" 30' incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye la tornillería.				
QJ16CI	Codos de 22" 30' y 305 mm (12") de diam.	pie	888.24	10,00	8.882,40
QJ16D	Suministro e instalación de codos de 45", incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye la tornillería.				
QJ16DI	Codos de 45" y 305 mm (12") de diam.	pie	888,24	4,00	3.954,96
QJ16E	Suministro e instalación de codos de 90", incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye la tornillería.				
QJ16EI	Codos de 90" y 305 mm (12") de diam.	pie	1080,04	5,00	5.250,20
QJ17B	Suministro e instalación de extremidades para tubos A-6 y A-7, incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye la tornillería.				
QJ17BI	Extremidad de 305 mm (12") de diam (A-7).	pie	636,64	39,00	24.629,36
QJ17C	Suministro e instalación de extremidades para tubos A-10, incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye la tornillería.				
QJ17CI	Extremidad de 305 mm (12") de diam. (A-10).	pie	636,64	21,00	13.369,64

ALTERNATIVAS DE SOLUCION DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
EN LA ZONA SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA

LINEA DE CONDUCCION MINAS - CABRAS

CLAVE	CONCEPTO	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
QJ19C	Suministro e instalación de Juntas Gibault tipo D.D.F., incluyendo el suministro de la pieza completa con tornillos y hule al 89% natural, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario. Junta Gibault de 305 mm (12") de diam.	pie	326.00	60.00	19,980.00
QJ21	Suministro e instalación de Tees de fierro fundido, incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye la tornillería.	pie	1306.89	2.00	2,613.88
QJ21E	Tees de 305 x 101 mm (12" x 4") de diam.				
OK12B	Suministro y colocación de válvula de compuerta bridas, vástago fijo.				
OK12BE	Válvula de compuerta de 101 mm (4") de diam.	pie	1340.00	2.00	2,680.00
OK12BI	Válvula de compuerta de 305 mm (12") de diam.	pie	6759.13	2.00	13,478.26
IC12ZH	Suministro, colocación y prueba de globo Mod. 225-p marca "uras" o similar.				
IC12HF	de 25 mm (1") de diam.	pie	549.84	4.00	2,199.36
S/N	Suministro, colocación y pruebas de nipples de acero.				
S/N	Nipple de 52 mm x 102 mm (2" x 4") de diam.	pie	24.38	4.00	97.98
S/N	Válvula de admisión y expulsión de aire marca Renval o similar de 25 mm (1") de diam.	m3	626.40	4.00	2,505.60
S/N	Piñón quitabrá chorro de Fo.Fo.	pie	112.00	2.00	224.00
S/N	Empaque de plomo de:				
	305 mm (12") de diam.	pie	68.00	71.00	4,828.00
	101 mm (4") de diam.	pie	12.00	3.00	36.00
S/N	Tornillos con cabeza y tuercas hexagonal de:				
	127.00 x 29.6 mm (4" x 7/8")	pie	13.20	852.00	11,246.40
	76.20 x 15.9 mm (3" x 5/8")	pie	4.12	24.00	98.88

**ALTERNATIVAS DE SOLUCION DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
EN LA ZONA SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA**

**LÍNEA DE CONDUCCION MINAS - CASBAS**

CLAVE	CONCEPTO	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
OL12	Construcción de cajas tipo para tubería de agua potable de 6" a 12" de diámetro, incluyendo manto de acero estructural, tapa y contrapeso de fo. fo. en incluir excavaciones.				
OL12BC	Caja tipo 1 - 1 - B de 1.96 x 1.96 m	pza	2766.96	7.00	19,319.93
SP12C	Relleno de excavaciones para estructuras y/o para alicatar niveles de proyecto, en caso de 20 cm de espesor compactado con patón al 90% Proctor, previa la incorporación del agua necesaria. Muestro compacto. Incluye escaneo libre a 20 m.				
SP12CB	Con material producido de la excavación.	m3	11.81	1,318.86	15,576.94
SP12CC	Relleno de excavaciones con tezate	m3	85.37	576.66	48,257.82
NE12	<b>ATRAQUES DE CONCRETO</b>				
NE12B	Colocación de tirantes de concreto de fc = 100 kg/cm <sup>2</sup> en instalaciones sanitarias	pza	626.46	51.00	32,103.66
QL	<b>BACHEO</b>				
QL12B	Bacheo de 5.0 de espesor, con mezcla asfáltica de 19 mm (3/4"), con sellado P.A.-5 y base de grava cementada controlada, compactada a 95% P.V.S.M. Incluye también limpieza, riego de liga e impregnación y compactación de carpeta.				
QL12BB	Con carga y acorro primer lum de grava y carpeta.	m3	43.07	62.03	3,532.82

**COSTO TOTAL DE LA LÍNEA**

**1,291,001.26**



**ALTERNATIVAS DE SOLUCION DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
EN LA ZONA SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA**

**LINEA DE CONDUCCION CABRAS - HUECAMPOOL - SAN PABLO I**

CLAVE	CONCEPTO	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
OL12	Construcción de cajas tipo para tubería de agua potable de 4" a 12" de diámetro, incluyendo marco de acero estructural, tapa y contratepa de fe. fo. sin incluir excavaciones.				
OL12BC	Caja tipo 1 - 1 - B de 1.96 x 1.96 m	pza	2750.00	8.00	22,075.82
BP12C	Relleno de excavaciones para estructuras y/o para alcanzar niveles de proyecto, en capas de 20 cm de espesor compactadas con pisón al 90% Proctor, previa la incorporación del agua necesaria. Método compacte. Incluye escurro libre a 20 m.				
BP12CB	Con material producido de la excavación.	m3	11.81	1,832.31	22,820.82
BP12CC	Relleno de excavaciones con tapetas	m3	86.37	848.35	72,187.71
NE12	<b>ATRAQUES DE CONCRETO</b>				
NE12B	Colocación de anclajes de concreto de fc = 100 kg/cm2 en instalaciones sanitarias.	pza	820.40	74.00	46,582.28
QL	<b>SACHEO</b>				
QL12B	Recho de 5.0 de espesor, con mezcla estática de 18 mm (3/4"), con asfalto P.A.-5 y base de grava compactada controlada, compactada a 98% P.V.B.M. Incluye también limpieza, riego de liga e impregnación y compactación de carpeta.				
QL12BB	Con carga y escurro primer tun de grava y carpeta.	m3	43.07	120.17	5,175.87

**COSTO TOTAL DE LA LINEA**

**1,823,286.21**

**ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
EN LA ZONA SUR-ORIENTE DE LA DELEGACIÓN IZTAPALAPA**

**LÍNEA DE CONDUCCIÓN CABRAS - HUECAMPOOL - SAN PABLO I**

CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
OJ19C	Suministro e instalación de Juntas Gibault tipo D.D.F., incluyendo el suministro de la pieza completa con tornillos y hule al 65% natural, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario.	pza	97,53	1,00	97,53
OJ19CF	Junta Gibault de 182 mm (6") de diam.	pza	326,00	120,00	39.120,00
OJ19CG	Junta Gibault de 305 mm (12") de diam.				
OJ21	Suministro e instalación de Tees de Hierro Fundido, incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, se incluye la fornería.	pza	1376,85	7,00	9.837,95
OJ21E	Tees de 305 x 152 mm (12" x 6") de diam.	pza	1308,93	1,00	1.308,93
OJ21F	Tees de 305 x 101 mm (12" x 4") de diam.				
OK12B	Suministro y colocación de válvula de compuerta bridas, vástago fijo.	pza	1340,00	3,00	4.020,00
OK12BE	Válvula de compuerta de 101 mm (4") de diam.	pza	8736,13	2,00	13.478,26
OK12BI	Válvula de compuerta de 305 mm (12") de diam.				
IC12H	Suministro, colocación y prueba de válvula de globo tipo 225-p marca "unms" o similar, de 25 mm (1") de diam.	pza	549,84	5,00	2.749,20
IC12HF					
S/N	Suministro, colocación y pruebas de nipples de acero.	pza	24,39	5,00	121,95
S/N	Nipple de 52 mm x 102 mm (2" x 4") de diam.				
S/N	Válvula de admisión y expulsión de aire marca Remval o similar de 25 mm (1") de diam.	m3	626,40	5,00	3.132,00
S/N	Piso quebrado claro de Fo.Fo.	pza	112,00	3,00	336,00
S/N	Empaque de plomo de:	pza	66,00	134,00	9.112,00
	305 mm (12") de diam.	pza	16,00	16,00	256,00
	182 mm (6") de diam.	pza	12,00	7,00	84,00
	101 mm (4") de diam.				
S/N	Tornillos con cabeza y tuerca hexagonal de:	pza	13,20	1.606,00	21.225,60
	127,00 x 26,6 mm (4" x 7/8")	pza	8,00	8,00	64,00
	76,20 x 15,9 mm (3 1/2" x 3/4")	pza	4,15	56,00	232,40
	76,20 x 15,9 mm (3" x 5/8")				

ALTERNATIVAS DE SOLUCION DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
EN LA ZONA SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA

LINEA DE CONDUCCION CABRAS - HUSCAMPOOL - SAN PABLO I

CLAVE	CONCEPTO	UNID.	P.U.	CANTIDAD	MONEDA
OJ16C	Suministro e instalación de codos de 22" 30' incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye la tornillería.				
OJ16CI	Codos de 22" 30' y 305 mm (12") de diam.	pza	886.24	16.00	16,132.32
OJ16D	Suministro e instalación de codos de 46", incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye la tornillería.				
OJ16DI	Codos de 46" y 305 mm (12") de diam.	pza	886.24	5.00	4,481.30
OJ16E	Suministro e instalación de codos de 90", incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye la tornillería.				
OJ16EI	Codos de 90" y 305 mm (12") de diam.	pza	1080.04	15.00	16,780.60
OJ17B	Suministro e instalación de extremidades para tubos A-5 y A-7, incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye la tornillería.				
OJ17BI	Extremidad de 305 mm (12") de diam (A-7).	pza	638.66	43.00	27,375.98
OJ17C	Suministro e instalación de extremidades para tubos A-10, incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye tornillería.				
OJ17CF	Extremidad de 152 mm (6") de diam. (A-10).	pza	144.82	1.00	144.82
OJ17CI	Extremidad de 305 mm (12") de diam. (A-10).	pza	638.66	77.00	49,022.05

**ALTERNATIVAS DE SOLUCION DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
EN LA ZONA SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA**

**LINEA DE CONDUCCION CABRAS - HUECAMPOL - SAN PABLO I**

CLAVE	CONCEPTO	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
<b>OE</b>	<b>SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA</b>				
OE13C	Suministro e instalación de tubería para agua a presión de asbesto cemento clase A-7 incluyendo juntas y anillos, prueba hidrostática y scarreo del tubo en 20 m.				
OE13CI	Tubería A.C. A-7 de 305 mm (12") de diam.	m	256.10	806.92	208.398,11
OE13D	Suministro e instalación de tubería para agua a presión de asbesto cemento clase A-10 incluyendo juntas y anillos, prueba hidrostática y scarreo del tubo en 20 m.				
OE13DF	Tubería A.C. A-10 de 152 mm (6") de diam.	m	132,84	48,00	5.977,80
OE13DI	Tubería A.C. A-10 de 305 mm (12") de diam.	m	356,04	1.225,18	436.213,09
OE13E	Suministro e instalación de tubería para agua a presión de asbesto cemento clase A-14 incluyendo juntas y anillos, prueba hidrostática y scarreo del tubo en 20 m.				
OE13EI	Tubería A.C. A-14 de 305 mm (12") de diam.	m	491,61	700,00	344.127,00
<b>OJ</b>	<b>SUMINISTRO E INSTALACION DE PIEZAS ESPECIALES DE FIERRO FUNDIDO</b>				
OJ14B	Suministro y colocación y pruebas de tapas ciegas de fierro fundido.				
OJ14BE	Tapas ciegas de 101 mm (4") de diam. con perforación rosca de 50 mm (2").	pzs	64,67	3,00	194,61
OJ19B	Suministro e instalación de codos de 11" 15", incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye la tornillería.				
OJ19BI	Codos de 11" 15' y 305 mm (12") de diam.	pzs	896,24	27,00	24.198,48

**ALTERNATIVAS DE SOLUCION DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
EN LA ZONA SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA**

**LINEA DE CONDUCCION CABRAS - HUECAMPOOL - SAN PABLO I**

CLAVE	CONCEPTO	UNID.	P.U.	CANTIDAD	VALOR
AF13	<b>TRAZOS</b>				
AF13DD	Trazo y nivelación para obras hidráulicas, con aparatos, incluyendo materiales para señalamiento.	m2	1,12	2,403.36	2,691.78
BH3C	<b>CORTES CON SIERRA</b>				
BH2CC	En pavimento de concreto asfáltico de 5 cm de prof.	m	4.07	5,655.00	23,015.85
BL	<b>DEMOLICIONES</b>				
BL12DB	Demolición a mano de pavimento de asfalto sin afectar base para trabajos de bacheo.	m3	36.52	120.17	4,389.39
BG	<b>EXCAVACIONES POR MEDIOS MECANICOS EN ZANJA PARA ANCHOS DE LA MISMA MENORES O IGUALES A 1.20 m</b>				
BG14C	Excavación por medios mecánicos para anchos de zanja menores o iguales a 1.20 m, en zona "B" clase II-A				
BG14CB	de 0.00 a 2.00 m de profundidad.	m3	17.16	1,091.52	18,969.89
ND1BB	<b>CAMAS DE ARENA</b>				
ND12BB	Cama de arena en obras para tubería incluyendo material acarreo libre a 20 m mano de obra y herramientas.	m3	72.39	229.48	16,399.86
BG1BE	Excavación de zanja, todas las zonas en material tipo III, con empleo de equipo neumático, incluye material de consumo, mano de obra en perforación, uso de sonda y metro, alija y extracción al fondo de la zanja, equipo y herramientas necesario.				
BG1BED	de 0.00 a 2.00 m de profundidad.	m3	144.49	2,463.71	364,639.82

**ALTERNATIVAS DE SOLUCION DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
EN LA ZONA SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA**

**LINEA DE CONDUCCION SAN PABLO I SAN PABLO B**

<b>CLAVE</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>UNID.</b>	<b>P.U.</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>IMPORTE</b>
<b>AF13</b>	<b>TRAZOS</b>				
<b>AF13DD</b>	Trazo y nivelación para obras hidráulicas, con aparatos, incluyendo materiales para señalamiento.	m2	1,12	212,40	237,89
<b>BN13C</b>	<b>CORTES CON SIERRA</b>				
<b>BN12CC</b>	En pavimento de concreto estriado de 5 cm de prof.	m	4,07	706,00	2.681,06
<b>BL</b>	<b>DEMOLICIONES</b>				
<b>BL12DB</b>	Demolición a mano de pavimento de asfalto sin afectar base para trabajos de limpieza.	m3	36,82	10,82	377,22
<b>BQ</b>	<b>EXCAVACIONES POR MEDIOS MECANICOS EN ZANJA PARA ANCHOS DE LA MISMA MENORES O IGUALES A 1.20 m</b>				
<b>BQ14C</b>	Excavación por medios mecánicos para anchos de zanja mayores o iguales a 1.20 m, en zona "r" clase II-A.				
<b>BQ14CB</b>	de 0.00 a 2.00 m de profundidad.	m3	17,18	80,29	1.377,73
<b>ND12B</b>	<b>CAMAS DE ARENA</b>				
<b>ND12BB</b>	Cama de arena en capas para tubería incluyendo material acarreo libre a 20 m mano de obra y herramientas.	m3	72,38	21,08	1.526,00
<b>BQ18E</b>	Excavación de zanja, todas las zonas en material tipo III, con empleo de equipo neumático, incluye material de consumo, mano de obra en perforación, uso de cuña y martillo, afilaje y extracción al fondo de la zanja, equipo y herramientas necesario.				
<b>BQ18ED</b>	de 0.00 a 2.00 m de profundidad.	m3	144,48	292,01	42.162,83

**ALTERNATIVAS DE SOLUCION DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
EN LA ZONA SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA**

**LINEA DE CONDUCCION SAN PABLO I - SAN PABLO II**

CLAVE	CONCEPTO	UNID.	P.D.	CANTIDAD	IMPORTE
OE	<b>SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA</b>				
OE13C	Suministro e instalación de tubería para agua a presión de asbesto cemento clase A-7 incluyendo juntas y anillos, prueba hidráulica y escarpe del tubo en 30 m.				
OE13CE	Tubería A.C. A-7 de 102 mm (4") de diam.	m	7.33	264.00	2,994.52
OJ	<b>SUMINISTRO E INSTALACION DE PIEZAS ESPECIALES DE FIERRO PUNDEDO</b>				
OJ18B	Suministro e instalación de codos de 11" 18", incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la instalación, herramientas y equipo necesario, no incluye la terrajería.				
OJ18BE	Codos de 11" 18" y 102 mm (4") de diam.	999	142.81	7.00	999.27

ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
EN LA ZONA SUR-ORIENTE DE LA DELEGACIÓN IZTAPALAPA

LINEA DE CONDUCCION SAN PABLO I SAN PABLO II

CPAV	CONCEPTO	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
	Suministro e instalación de codos de 22° 30' incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramientas y equipo necesario, no incluye la terrajería.				
QJ18CE	Codos de 22° 30' y 102 mm (4") de diam.	pie	142,61	8,00	866,88
QJ18D	Suministro e instalación de codos de 45°, incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramientas y equipo necesario, no incluye la terrajería.				
QJ18DE	Codos de 45° y 102 mm (4") de diam.	pie	142,61	1,00	142,61
QJ18E	Suministro e instalación de codos de 90°, incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramientas y equipo necesario, no incluye la terrajería.				
QJ18EE	Codos de 90° y 102 mm (4") de diam.	pie	181,21	2,00	362,42
QJ17B	Suministro e instalación de extremidades para tubos A-5 y A-7, incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramientas y equipo necesario, no incluye la terrajería.				
QJ17BE	Extremidad de 102 mm (4") de diam (A-7).	pie	144,88	26,00	3.786,88



**ALTERNATIVAS DE SOLUCION DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
EN LA ZONA SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA**

**LINEA DE CONDUCCION SAN PABLO I SAN PABLO II**

CLAVE	CONCEPTO	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
OJ18C	Suministro e instalación de Juntas Giboul tipo D.D.F. incluyendo el suministro de la pieza completa con terriles y hule al 66% natural, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario. Junta Giboul de 102 mm (4") de diam.	pza	70.31	26.00	1,828.06
OJ18CE	Empaque de plomo de: 101 mm (4") de diam.	pza	12.00	5.00	60.00
S/N	Terriles con cabeza y punta hexagonal de: 76.20 x 15.9 mm (3" x 5/8")	pza	4.15	40.00	166.00
BP12C	Relleno de excavaciones para estructuras y/o para alcanzar niveles de proyecto, en capas de 20 cm de espesor compactadas con platin al 90% Proctor, previa la incorporación del agua necesaria. Método compacto. Incluye acarreo libre a 20 m.	m3	11.81	180.12	2,127.16
BP12CB	Con material producido de la excavación.	m3	86.37	21.81	1,881.72
BP12CC	Relleno de excavaciones con topolite				
NE12	<b>ATRAQUES DE CONCRETO</b>				
NE12B	Colocación de atraque de concreto de fc = 100 kg/cm2 en instalaciones sanitarias.	pza	629.49	14.00	8,812.86
QL	<b>SACHEO</b>				
QL12B	Sacheo de 5.0 de espesor, con mezcla asfáltica de 19 mm (3/4"), con asfalto P.A.-5 y base de grava cementada controlada, compactada a 96% P.V.S.M. Incluye también limpieza, riego de liga e impregnación y compactación de carpeta.	m3	43.07	10.82	467.40
QL12BB	Con carga y acarreo primer fm de grava y carpeta.	m3			

**COSTO TOTAL DE LA LINEA**

**72,618.67**

## **6.2.2 Planos**

**Figura 5-1 Alternativas de solución Tramo Xatlapac - Bellevista**

**Figura 5-2 Alternativa de solución Tramo Bellevista - Minas**

**Figura 5-3 1º. Alternativa tramo Minas - Cabras - Huecampool II**

**Figura 5-4 2º. Alternativa tramo Minas - Cabras - Huecampool II**

**Figura 5-5 3º. Alternativa tramo Minas - Cabras - Huecampool II**

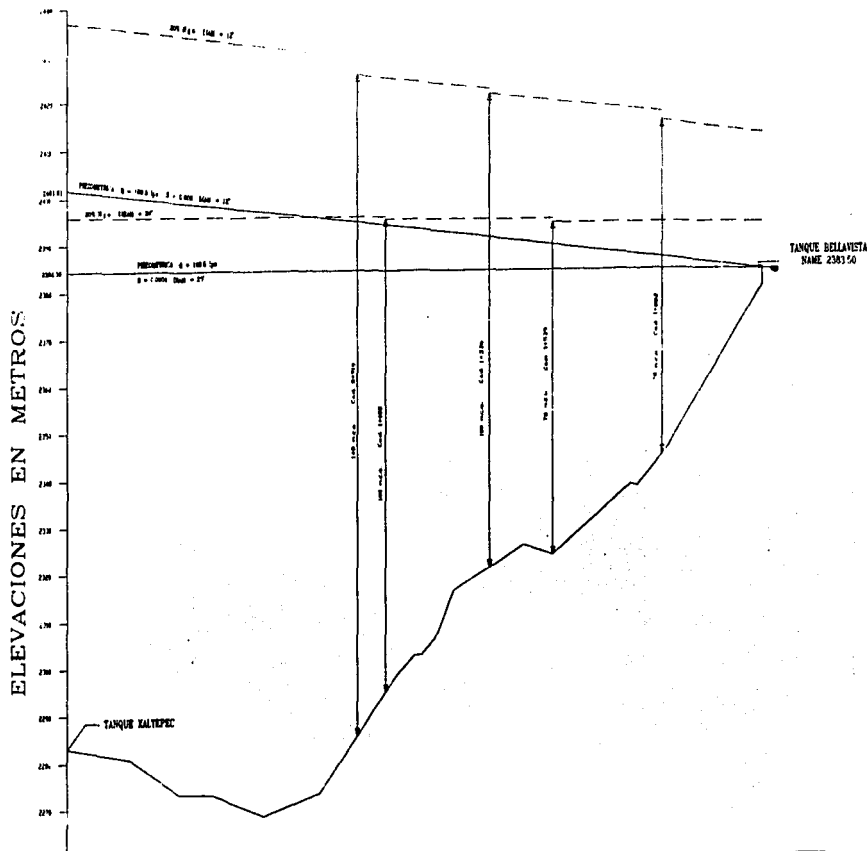
**Figura 5-6 Análisis de alternativa Tramo Cabras Huecampool II - San pablo**

**Plano 4-1 Ubicación de tanques y zonas de influencia**

**Plano 4-2 Densidades de población (AGEB)**

**Plano General Líneas de conducción (Trazo definitivo)**

**Plano 6-13 Línea de conducción Cabras-Huecampool II-San Pablo I**



ELEVACION DE PUNDO	DESCRIPCION	DIAMETRO	LONGITUD
225.00	TANQUE XALTEPEC		
224.00			
223.00			
222.00			
221.00			
220.00			
219.00			
218.00			
217.00			
216.00			
215.00			
214.00			
213.00			
212.00			
211.00			
210.00			
209.00			
208.00			
207.00			
206.00			
205.00			
204.00			
203.00			
202.00			
201.00			
200.00			

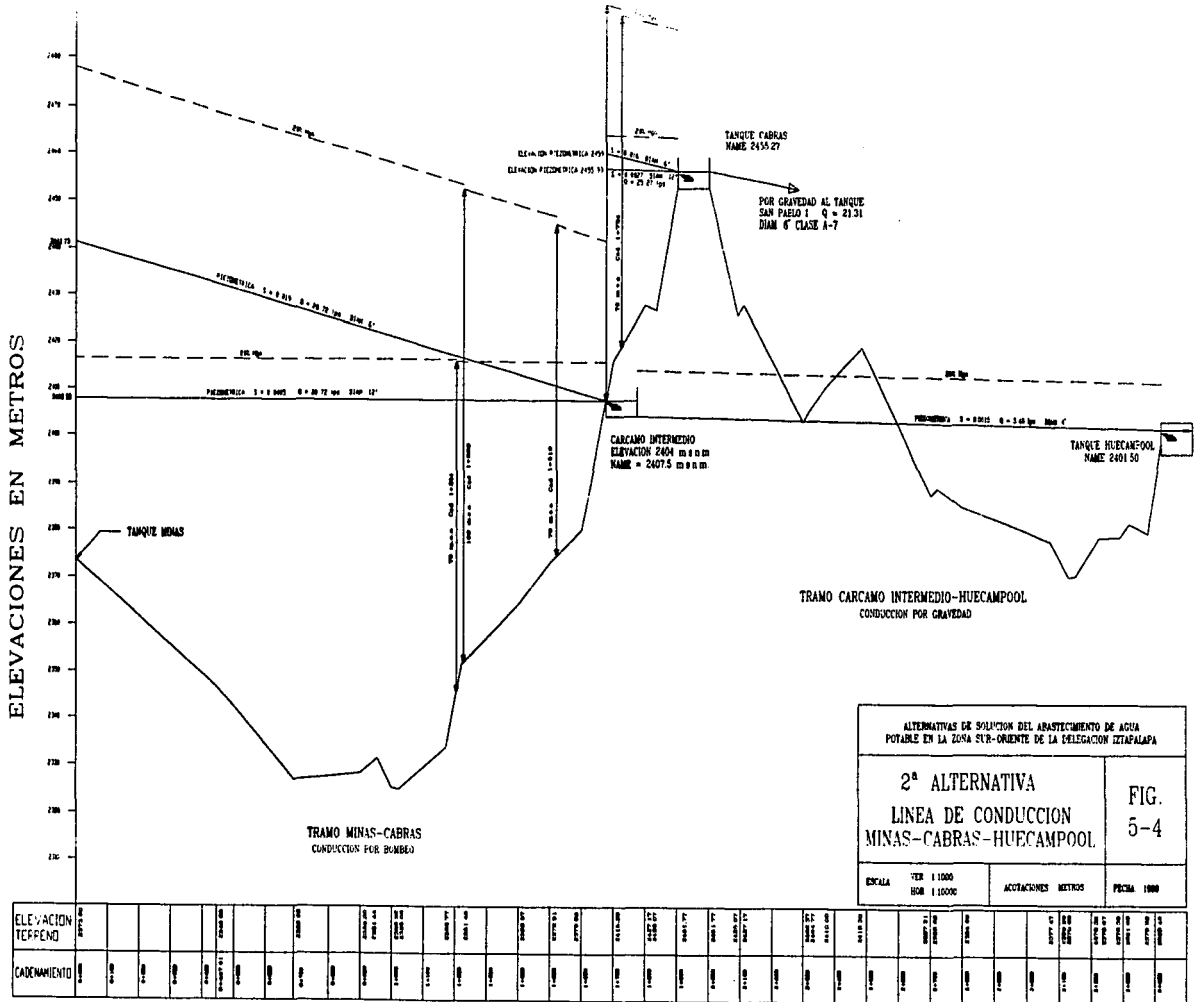
ALTERNATIVAS DE SOLUCION DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IXTALAPA

ALTERNATIVA DE CONDUCCION TRAMO XALTEPEC-BELLAVISTA CONDUCCION POR BOMBEO	FIG 5-1
ESCALA VER: 1:500 H-R: 1:500	FECHA: 1978





ELEVACIONES EN METROS



ALTERNATIVAS DE SOLUCION DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA

2ª ALTERNATIVA

LINEA DE CONDUCCION MINAS-CABRAS-HUECAMPOOL

FIG. 5-4

ESCALA: VER 1:1000, HOB 1:10000

ACOTACIONES: METROS

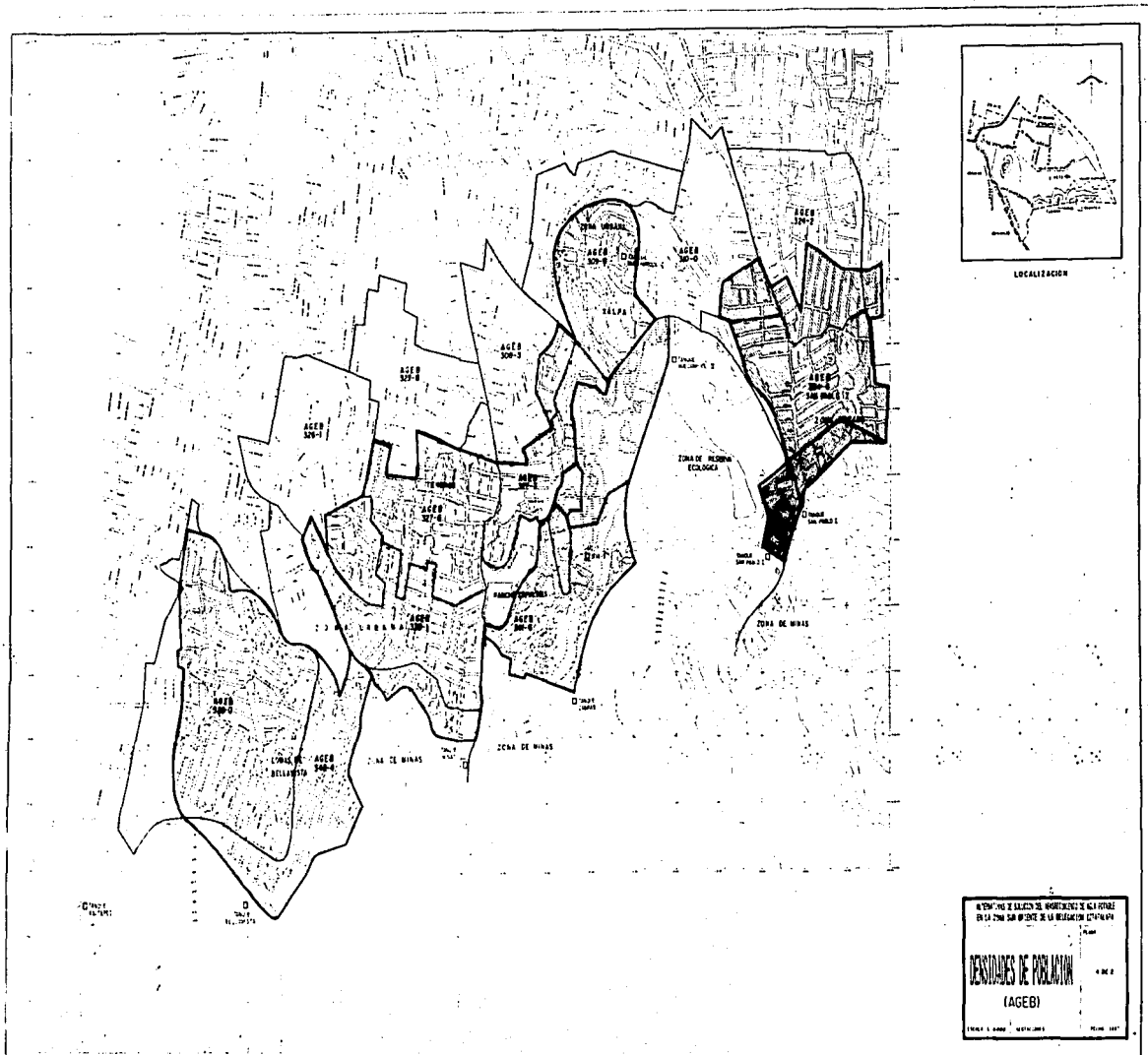
FECHA: 1980









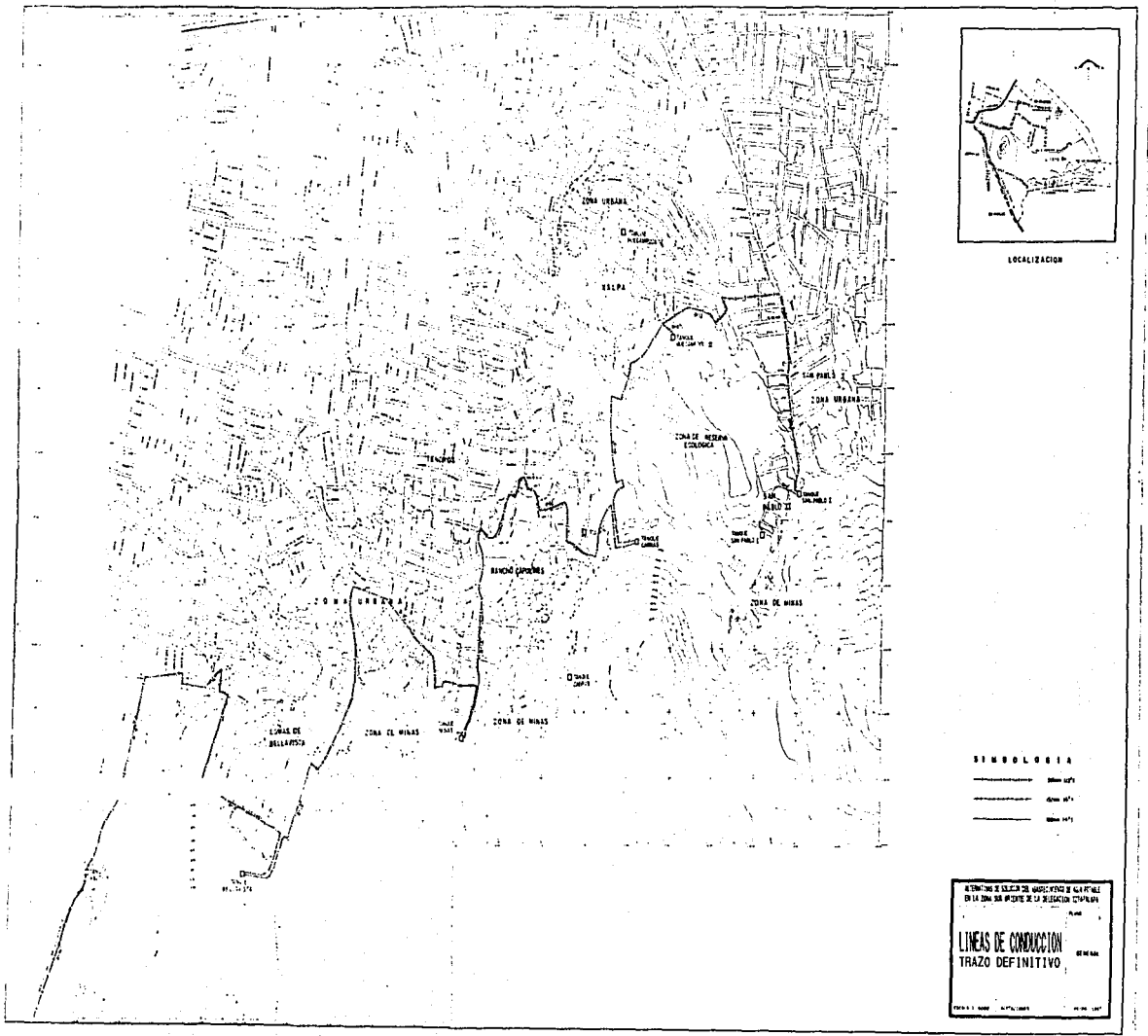


LOCALIZACION

ALTERNATIVAS DE ALICATA DE BARRIO Y CENSO EN LA ZONA SUR OESTE DE LA REGIION CENTRAL

**DENOMINACION DE PUEBLO**  
**(AGEB)**

ESTADO DE GUATEMALA



LOCALIZACION

**SIMBOLOGIA**

- Carretera
- - - - - Calle
- ..... Calle

ESTUDIO DE CALIDAD DEL AMBIENTE Y CALIDAD DEL  
 DEL DISEÑO DE PROYECTO DE CALIDAD DEL AMBIENTE  
 Y CALIDAD DEL DISEÑO DE PROYECTO DE CALIDAD DEL AMBIENTE  
 Y CALIDAD DEL DISEÑO DE PROYECTO DE CALIDAD DEL AMBIENTE

**LÍNEAS DE CONDUCCION**  
**TRAZO DEFINITIVO**

PROYECTO DE CALIDAD DEL AMBIENTE Y CALIDAD DEL DISEÑO DE PROYECTO DE CALIDAD DEL AMBIENTE  
 Y CALIDAD DEL DISEÑO DE PROYECTO DE CALIDAD DEL AMBIENTE



## **CONCLUSIONES**

El presente trabajo es el resultado conjunto del esfuerzo realizado con el afán de lograr un documento útil y suficiente como obra de consulta para los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil, en su elaboración se utilizó la experiencia propia en obras de ingeniería, así como la consulta y la investigación, analizando, evaluando y ordenando toda la información obtenida con el fin de darle cierta coherencia al documento resultante, de manera que pueda utilizarse como una guía de la escuela que debe observarse para el planteamiento de proyectos.

Toda obra de ingeniería y de cualquier naturaleza que sea debe planearse y realizarse con bases técnicas y científicas que nos ayuden a obtener un producto que resulte funcional y económico, satisfaciendo así las necesidades para las que fue concebida.

En el caso particular del presente trabajo, se decidió por la zona sur oriente de la delegación Iztapalapa, debido a la creciente problemática producto de su deficiente planeación y desordenado crecimiento poblacional, además que se contaba con cierta infraestructura susceptible de modificarse para mejorar su aprovechamiento, de tal manera que se garantiza alcanzar el objetivo real del presente trabajo.

## BIBLIOGRAFIA

1. Comisión Nacional del Agua, "Manual de Diseño de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento", 1994.
2. Uriel Manco del Castillo, "Teoría del Golpe de Ariete y sus Aplicaciones en Ingeniería Hidráulica", primera edición, Editorial LIMUSA, 1987.
3. Crane Co, "Flujo de fluidos en válvulas, accesorios y tuberías", Editorial Mc Graw - Hill de México, S.A. de C.V., 1988.
4. Eureka, "Manual de Instalación, Tubería de Presión Clase A".
5. Departamento del Distrito Federal, "Crecimiento de la Población y de la Mancha Urbana de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México 1994 - 2010", DDF DGCOH-Instituto de Ingeniería UNAM.
6. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, "XI Censo General de Población y Vivienda, 1990".
7. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, "Censo de Población y Vivienda, 1995".
8. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, "Sistema para la Consulta de Información Censal (SCINCE), 1990".

9. **Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, "Especificaciones Generales y Técnicas de Construcción", Construcción de Redes No. 19.**
10. **Departamento del Distrito Federal, Secretaría General de Obras, "Manual de Exploración Geotécnica", México D.F., 1988.**
11. **Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, "Revisión Estructural de Planos Tipo de Tanques de Almacenamiento", Consorcio de Ingeniería, S.A., 1996.**
12. **Tyler G. Hicks, "Bombas, su Selección y Aplicación", Cia. Editorial Continental, S.A. de C.V. México 1982.**
13. **Departamento del Distrito Federal, Secretaría General de Obras, "Tabulador General de Precios Unitarios", Abril de 1996.**
14. **Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, "Reporte Mensual de Caudales Conciliados, entregados por la Gerencia de Aguas del Valle de México de la Comisión Nacional del Agua, y por el Departamento del Distrito Federal, de los Meses de Enero a Diciembre de 1996.**
15. **Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, "Plano Topográfico de la Ciudad de México", VP-1-12250-B**