



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

**DISEÑO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DEL TANQUE
DE REBOMBEO CGM-8 AL TANQUE DE DISTRIBUCIÓN GM-8 EN LA
COLONIA CASTILLO CHICO DELEGACIÓN GUSTAVO A. MADERO, D.F.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

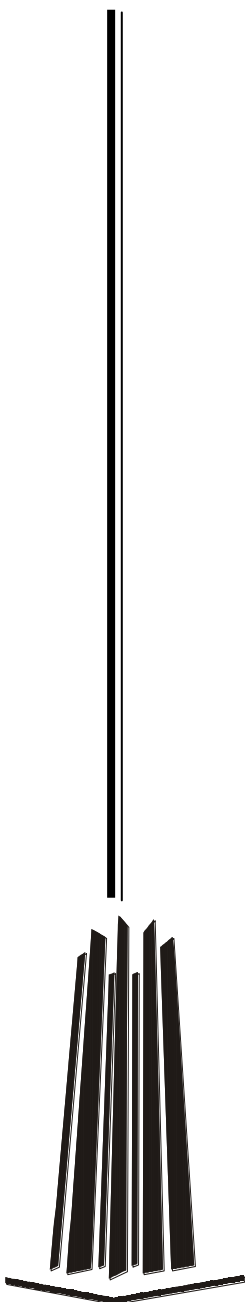
P R E S E N T A :

FULGENCIO EMIGDIO MÉNDEZ

ASESOR: ING. GERARDO TOXKY LÓPEZ

MÉXICO

2007





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.

DEDICATORIAS

Dedico este trabajo a mi madre la Sra. Elvira Méndez Flores, que incondicionalmente me ha brindado su apoyo.

Al Ingeniero Gerardo Toxky López

A la Universidad Nacional Autónoma de México, centro importante de educación

Gracias

CONTENIDO

Capítulo I Recopilación y análisis de la información del sitio de proyecto.

I.1. Objetivo específico	6
I.2. Antecedentes históricos	6
I.3. Localización	7
I.4. Orografía	8
I.5. Hidrografía	9
I.6. Meteorología	10
I.7. Características geológicas	11
I.8. Población y servicios	11
I.9. Usos de suelo	15
I.10. Agua potable	17
I.11. Infraestructura del agua potable	18
I.12. Alcantarillado	28

Capítulo II Selección de la alternativa de solución de la trayectoria de la tubería.

II.1. Objetivo específico	30
II.2. Recorrido en la zona de proyecto	30
II.3. Alternativas	30

Capítulo III Levantamiento topográfico.

III.1. Objetivo específico	39
III.2. Trazo y nivelación de la poligonal de apoyo	39
III.3. Levantamiento de planimetría y altimetría de la infraestructura existente	40

Capítulo IV Diseño hidráulico de la línea de conducción por bombeo.

IV.1. Objetivo específico	48
IV.2. Definición	48
VI.3. Antecedentes	48
IV.4. Características de la tubería	49
IV.5. Diámetro a emplear en la tubería del proyecto	49
IV.6. Cálculo hidráulico de una línea de conducción por bombeo	50
IV.7. Determinación de los diámetros	51
IV.8. Cálculo de las áreas	52
IV.9. Cálculo de las velocidades	52
IV.10. Cálculo de la constante “K” para cada uno de los diámetros	53
IV.11. Cálculo de las pérdidas por fricción	55
IV.12. Cálculo la carga dinámica total	55
IV.13. Determinación de la potencia de los equipos de bombeo	56
IV.14. Diseño de atraques	58

Capítulo V Elaboración de planos.

Capítulo VI Elaboración de catálogo de conceptos, presupuesto base, especificaciones complementarias y procedimiento constructivo.

VI.1. Objetivo específico	65
BI12C) Corte y demolición de pavimentos	66
BG14B) Excavación de zanjas	66
ND12B) Plantillas	69
OE12BM) Instalación de tubería para agua potable	69
OE12B) Presión hidrostática	69
FC15BC) Anclaje de tuberías	70
OH14) Relleno y limpieza de excavaciones	70
PB12C) Soldadura de tubos y sus componente	72
Catálogo de concepto	74

Capítulo VII Conclusiones y recomendaciones.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como objetivo principal resolver el problema que presenta la tubería de conducción de agua potable entre el tanque de rebombeo CGM-8 y el tanque de regularización GM-8, ubicado en la colonia Castillo Chico, delegación Gustavo A. Madero D.F. Ya que la tubería que actualmente esta en servicio, se encuentra muy deteriorada, presenta fugas y tomas clandestinas.

El desarrollo de este proyecto está constituido por siete capítulos y a continuación se hace una breve descripción de cada uno de ellos.

En el capítulo I se describe la historia de la delegación, también se hace mención de los principales causes, la orografía, la geología de la zona, los servicios con los que cuenta la población: agua potable, alcantarillado y electrificación.

Capitulo II Selección de la alternativa mas conveniente se presentan fotografías de la ruta seleccionada.

En el capítulo III Levantamiento topográfico de la zona por donde se desarrolla el proyecto, considerando la infraestructura existente.

Diseño hidráulico de la línea de conducción por bombeo, que corresponde al capítulo IV, se desarrolla el procedimiento del cálculo de una línea de conducción por bombeo.

Capitulo V en este se hace un resumen del proyecto a través de planos, vista en planta, plano de alternativas, plano topográfico y el trazo de la línea piezométrica.

Capitulo VI descripción del procedimiento constructivo y elaboración del catálogo de conceptos.

Capitulo VII conclusiones y recomendaciones

CAPÍTULO I

RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DEL SITIO DEL PROYECTO.

I.1. OBJETIVO ESPECÍFICO

Los antecedentes de la zona en estudio, como son: localización del proyecto, acontecimientos históricos, comunicaciones, salud, infraestructura hidráulica, electrificación y alumbrado público, etc., así como los centros educativos y de cultura.

I.2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

El Instituto Nacional de Antropología e Historia, refiere que en sus orígenes más remotos, las laderas del Cerro del Tepeyac fueron refugio y abrigo de hombres y animales primitivos, que pastaban en lo que entonces eran vastas llanuras. La primera referencia histórica, es la reseña del reinado de Acamapichtli, primer rey azteca, quien gobernó de 1376 a 1396.

En los jeroglíficos de esa época se encuentra el nombre de “Tepeyacac”, que significa “Monte con una nariz”. La segunda referencia corresponde al reinado de Moctezuma Ilhuicamina quinto rey azteca quien gobernó de 1440 a 1467, es aquí donde se hace mención de la conquista del Tepeyac por los propios aztecas, Fray Bernardino de Sahagún y Don Antonio de Pompa aseguraban que en el Tepeyac como lo llamaban los indígenas, tenían antes de la conquista uno de sus más celebres santuarios, el cual fue levantado en honor a Tonantzin, madre de los dioses, a la que acudían grupos indígenas con muchas ofrendas desde comarcas distantes, entre estos se cuentan los mixtecos, zapotecas totonacas, etc.

En cuanto a demografía, la Delegación Gustavo A. Madero es la más poblada del Distrito Federal, ya que en ella se presentan constantemente asentamientos irregulares.

Estos son consecuencia de la inmigración que proviene de los distintos puntos del país en busca de fuentes de trabajo y al mismo tiempo motivados por el desarrollo industrial de los municipios vecinos del Estado de México.

En los últimos 50 años, el área urbana de la delegación se incrementó fuertemente, ya que a partir de 1930 esta representaba apenas cerca del 4 por ciento de la superficie total de la delegación para 1940 se tenía un 10 por ciento del área urbana y para 1986 contó con el 90 por ciento del área total urbanizada.

Con relación al abastecimiento de agua potable, el 12 de diciembre de 1678 se inauguró el acueducto que iba desde Santa Isabel Tola hasta la puerta del templo de Guadalupe, con una longitud de 10 *Km.* y 2120 arcos. En el aspecto político-administrativo, la delegación se constituye en 1824 como municipio y a partir de 1941 queda oficialmente definida como delegación Gustavo A. Madero, cuyo nombre le fue asignado para perpetuar la memoria del mártir de la Revolución de 1910.

I.3. LOCALIZACIÓN

La delegación Gustavo A. Madero se encuentra localizada al norte del Distrito Federal, entre los meridianos 99°11' y 99°03' de longitud oeste y los paralelos 19°36' y 19°26' de altitud norte limita al norte con los municipios de Coacalco y Tultitlan, Estado de México, al sur con las delegaciones Cuauhtémoc y Venustiano Carranza; al poniente con la delegación Azcapotzalco y el municipio de Tlalnepantla y en la parte oriente con los municipios de Ecatepec, Tlalnepantla y Nezahualcóyotl Estado de México como puede verse en la figura I.1.



Figura I.1 Ubicación Geográfica de la Delegación Gustavo A. Madero

Posee una superficie de 87.00 km^2 , que corresponde al 5.82 por ciento del total del territorio del Distrito Federal.

SUR	19° 26'	LAT. NORTE
ESTE	99° 03'	
OESTE	99° 11'	LOG. OESTE

Tabla I.1 Ubicación Geográfica de la Delegación Gustavo A. Madero

I.4. OROGRAFÍA

El Distrito Federal se localiza en lo que llamamos cuenca de México. Esta cuenca estuvo ocupada en su parte más baja por un lago, por eso es lacustre. Está rodeada de montañas por las que escurren ríos y arroyos cuyas aguas se acumulan en las partes más bajas. Las montañas impiden que el agua salga de la cuenca hacia un río y termine en el océano. La cuenca abarca, además, parte de Hidalgo, Puebla, Tlaxcala y el Estado de México. En su mayor parte, el Distrito Federal es plano, pero también se encuentran otras formas de relieve como: El

Cerro La Cruz del Marqués (Ajusco) 3,930 m.s.n.m, la sierra de Las Cruces, Guadalupe y Santa Catarina; los cerros de Chapultepec, La Estrella, Tepeyac y del Judío; los volcanes como el Xitle, el Volcán Tláloc 3,690 m.s.n.m, en la delegación se tienen algunos picos de considerable altura que a continuación se mencionan. C. Picacho con 2750 m.s.n.m, C. Chiquihuite con 2750 m.s.n.m, C. Zacatenco con 2550 m.s.n.m, C. Guerrero con 2500 m.s.n.m, C. Pelado con 3,620 m.s.n.m, Volcán Cuautzin 3,510 msnm como se muestra en las figuras I.2 y I.3

I.5. HIDROGRAFÍA

La hidrografía en la cuenca del valle de México está compuesta por los causes que se muestran en la figura I.4 y en la figura I.5 se incluyen los causes en la Delegación Gustavo A. Madero que a continuación se describen.



RÍO DE LOS REMEDIOS: Este cauce tiene una longitud total de 15.3 km., de los cuales 4.1 km. se localizan dentro de la delegación. Nace con la descarga del Vaso del Cristo en la Av. López Mateos y la Calzada de las Armas, en el municipio de Tlalnepantla, (Estado de México); está limitado al norte y poniente por la cuenca del río Tlalnepantla, al oriente por la zona del Lago de Texcoco y al sur por el límite entre el Estado de México y el Distrito Federal.

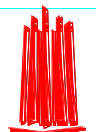
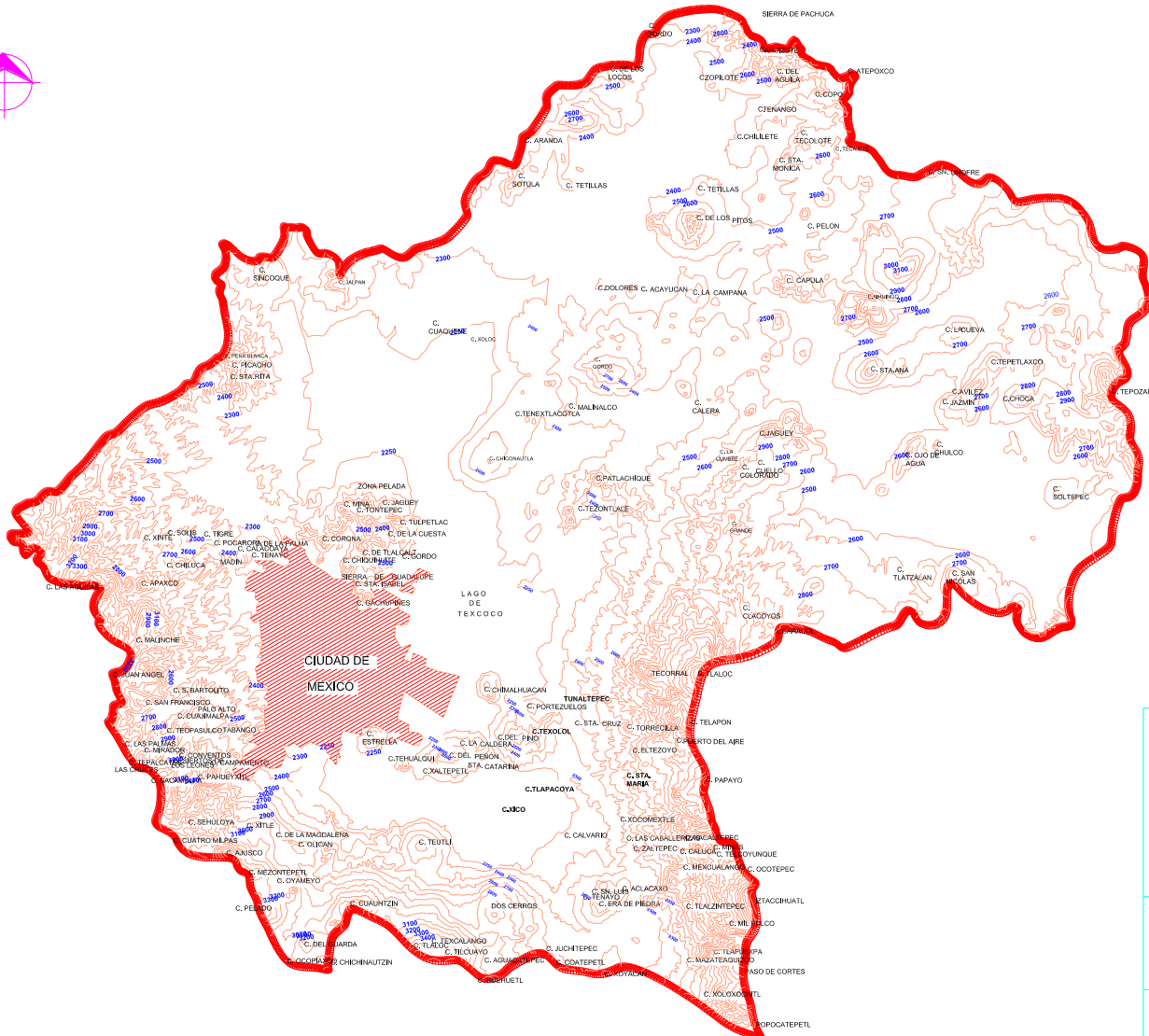
RÍO TLALNEPANTLA: Cuenta con una longitud de 13.5 km., de los cuales 2.9 km. se localizan dentro de la delegación. Nace en la Sierra de Monte Alto, descarga parte de su caudal en época de lluvias al emisor del poniente y el resto al río de los Remedios, fluye de noroeste a sureste.

RÍO SAN JAVIER: De los límites con el Estado de México hasta su descarga con el río de los Remedios cuenta con una longitud de 25 km., de los cuales 2.5 km. están dentro de la delegación, por su margen izquierda recibe descarga de Cuautepec.



SIMBOLOGIA

-  Limite de la cuenca del Valle de México
-  Curvas de nivel



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

DISÑO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE
DEL TANQUE DE REBOMBEO CGM-8 AL TANQUE DE
DISTRIBUCIÓN GM-8,
EN LA COLONIA CASTILLO CHICO
DELEGACIÓN GUSTAVO A. MADERO, D.F.

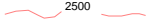
ESCALA
PLANO SIN ESCALA


Figura I.2 Mapa Orográfico de la cuenca el Valle de México

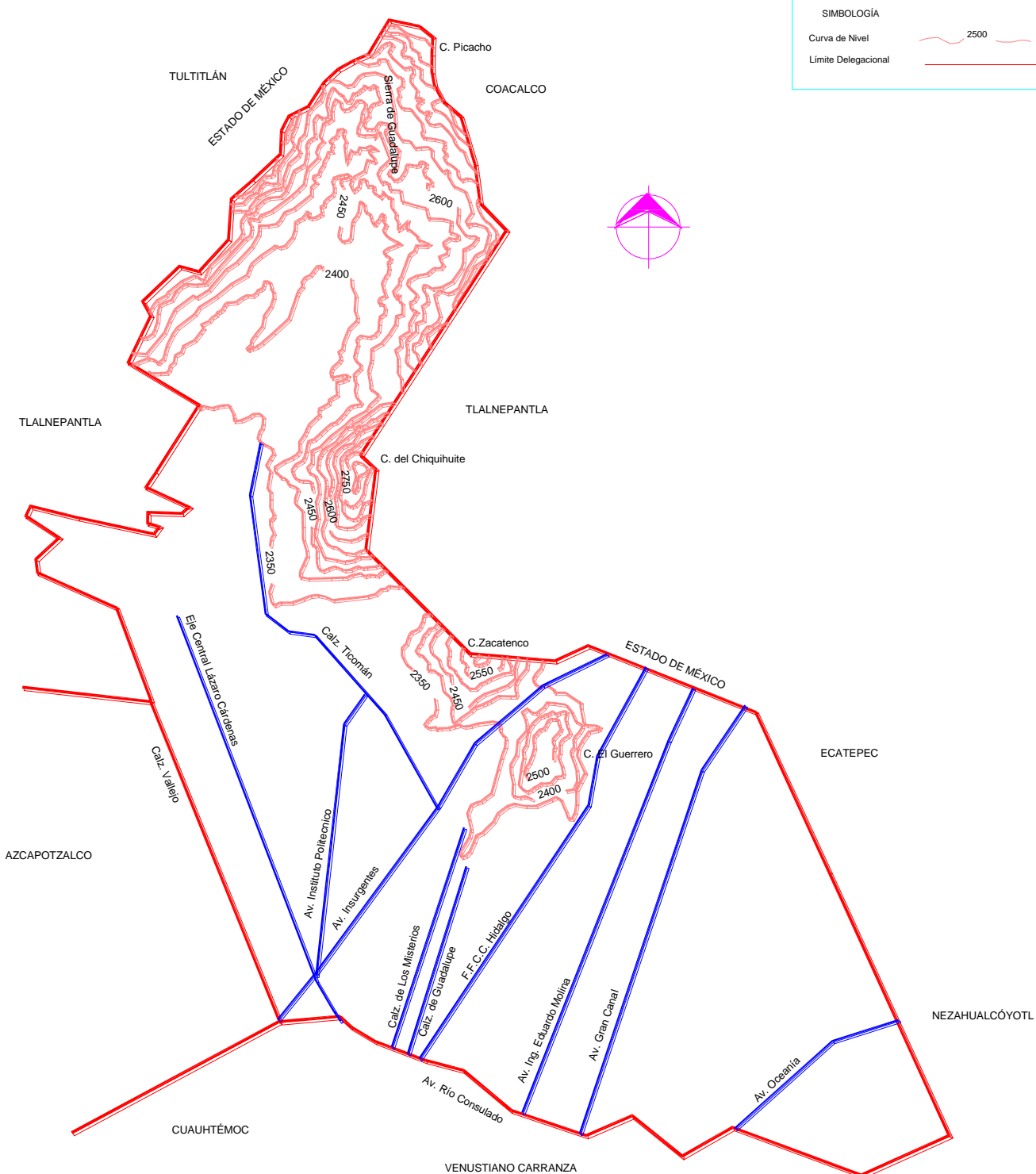
FECHA
MAYO 2005

ALUMNO: EMIGDIO MÉNDEZ FULGENCIA
ASESOR ING. GERARDO TOXKY LÓPEZ

SIMBOLOGÍA

Curva de Nivel  2500

Límite Delegacional 



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

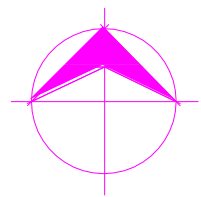
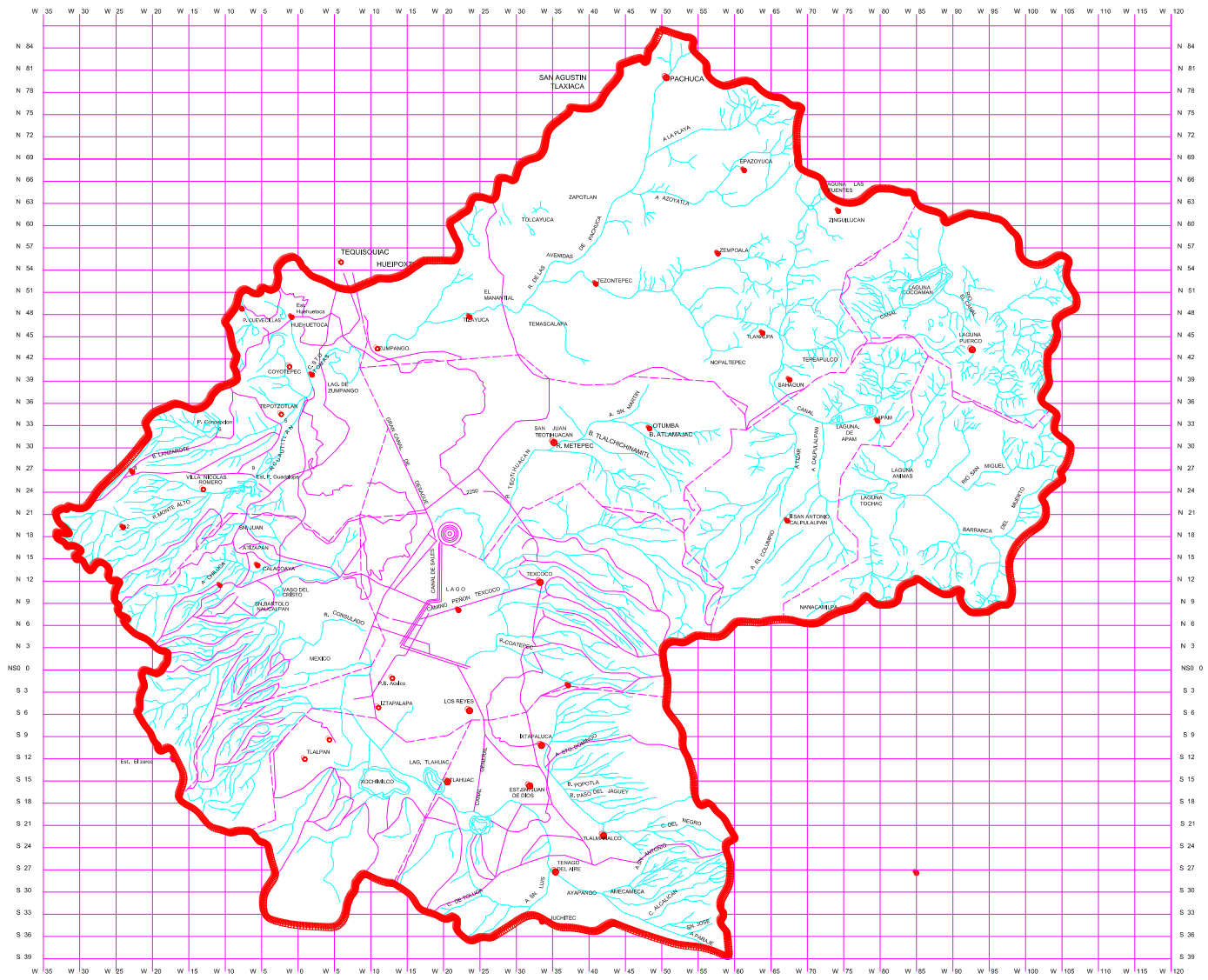
DISEÑO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE
DEL TANQUE DE REBOMBEO CGM-8 AL TANQUE DE
DISTRIBUCIÓN GM-8,
EN LA COLONIA CASTILLO CHICO
DELEGACIÓN GUSTAVO A. MADERO, D.F.

ESCALA
PLANO SIN ESCALA

Figura 1.3 Orografía de la delegación Gustavo A. Madero

FECHA
MAYO 2005

ALUMNO: EMIGDIO MÉNDEZ FULGENCIO
ASESOR ING. GERARDO TOXKY LÓPEZ



SIMBOLOGIA

río

Límite de la cuenca del Valle de México



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

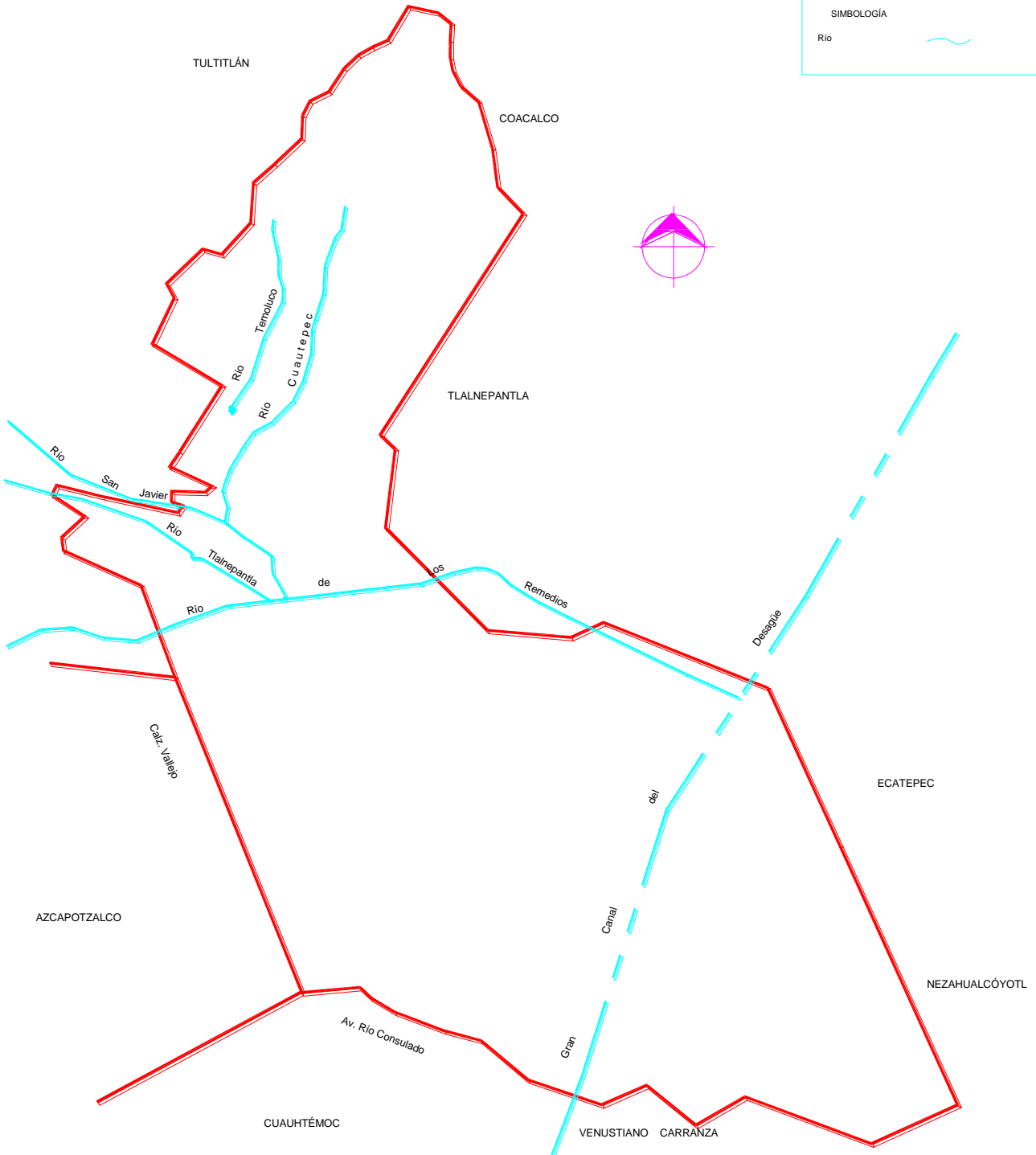
DISEÑO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DEL TANQUE DE REBOMBEO CGM-8 AL TANQUE DE DISTRIBUCIÓN GM-8, EN LA COLONIA CASTILLO CHICO DELEGACIÓN GUSTAVO A. MADERO, D.F.	ESCALA PLANO SIN ESCALA
---	--

Figura I.4 Mapa hidrográfico de la cuenca del Valle de México FECHA
MAYO 2005

ALUMNO: EMIGDIO MÉNDEZ FULGENCIO
 ASESOR ING. GERARDO TOXKY LÓPEZ

SIMBOLOGÍA

Río 



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

DISEÑO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE
DEL TANQUE DE REBOMBEO CGM-8 AL TANQUE DE
DISTRIBUCIÓN GM-8
EN LA COLONIA CASTILLO CHICO
DELEGACIÓN GUSTAVO A. MADERO D.F.

ESCALA
PLANO SIN ESCALA

Figura 1.5 Hidrografía de la delegación Gustavo A. Madero

FECHA
MAYO 2005

ALUMNO: EMIGDIO MÉNDEZ FULGENCIO
ASESOR ING. GERARDO TOXKY LÓPEZ

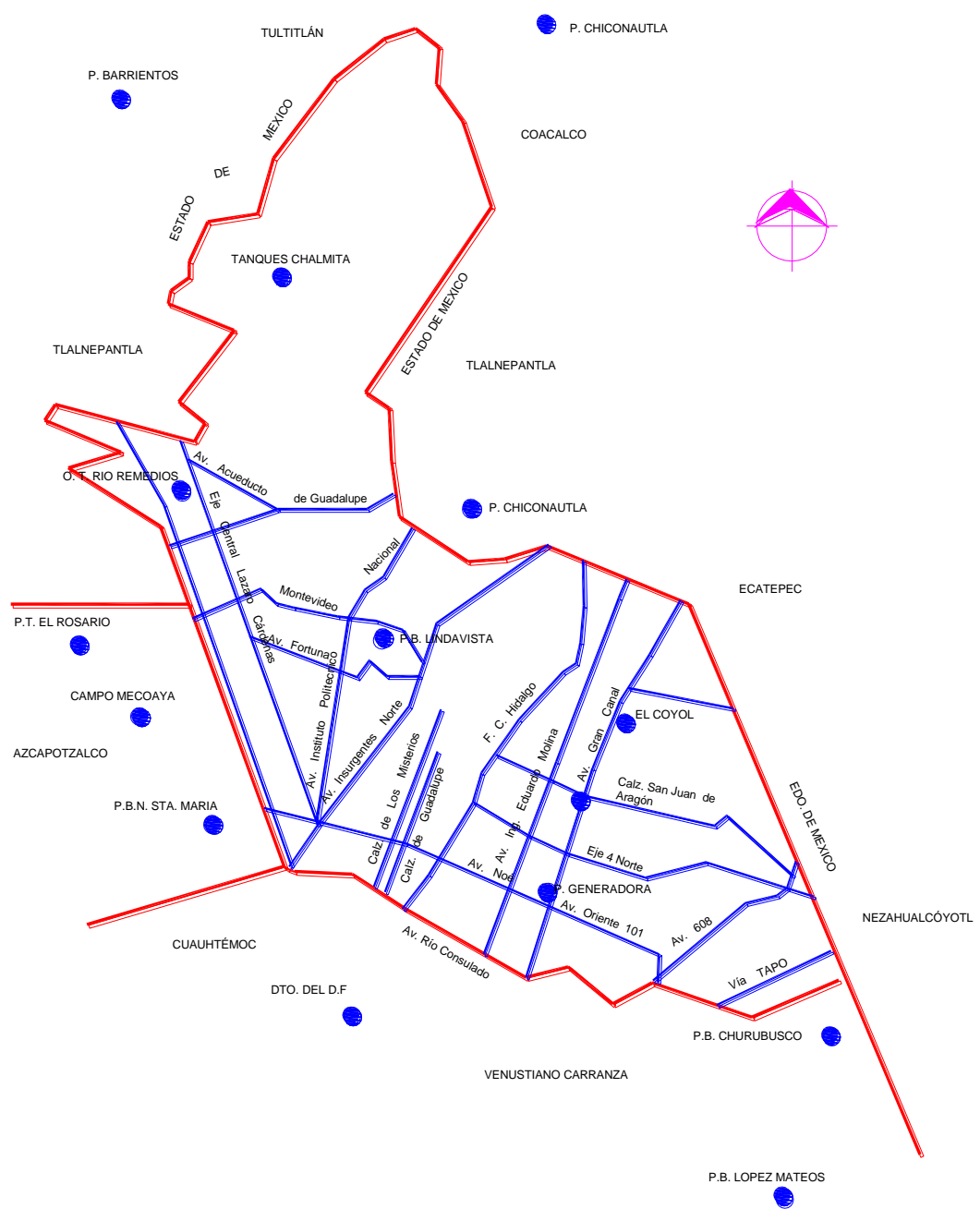
RÍO TEMOLUCO: Tiene una longitud de 2.6 km., desde su nacimiento hasta su descarga en el colector del mismo nombre (en las inmediaciones del Reclusorio Norte), dentro de la delegación sólo se encuentran 1.8 km., este cauce drena las aguas pluviales y residuales de las colonias Compositores Mexicanos, Lomas de Cuauhtemoc y Chalma de Guadalupe.

RÍO CUAUTEPEC: La longitud del río Cuauhtemoc es de 6.8 km., se localiza en la parte norte del Distrito Federal y descarga sus aguas al río San Javier.

I.6. METEOROLOGÍA

La gran cantidad de asfalto y la contaminación que emiten las fábricas y los vehículos automotores, provocan una alteración de la atmósfera como son: la humedad, la precipitación y los vientos. La ciudad de México contaba con un clima templado, con ligeras variantes a través de las estaciones del año, sin embargo, esta característica ha sido afectada por el desmedido crecimiento de la mancha urbana, por lo que actualmente el clima predominante a lo largo del año se ha vuelto extremoso, todo esto como consecuencia de la sustitución de suelo natural por concretos hidráulicos, asfálticos y empedrados, así como la contaminación producida por la industria, a partir de estas nuevas condiciones, la delegación Gustavo A. Madero, presenta una temperatura media anual de 16°C. En la cuenca del Valle de México, las precipitaciones más intensas se presentan durante el verano, originadas por el fenómeno de convección, que además las produce concentradas y de corta duración. La precipitación media mensual en la delegación es de 45 mm y la máxima de 130 mm, las lluvias más intensas se presentan en el mes de junio, con una altura de precipitación de 130 mm y la mínima en el mes de marzo de 6 mm. En la figura I.6 se muestran las estaciones pluviométricas localizadas en la delegación. Principales tipos de climas:

SIMBOLOGÍA	
Estaciones pluviométricas	



  <p>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN</p>	
<p>DISERNO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DEL TANQUE DE RESERVA COM-8 AL TANQUE DE DISTRIBUCIÓN GM-8, EN LA COLONIA CASTILLO CHICO DELEGACIÓN GUSTAVO A. MADERO, D.F.</p>	<p>ESCALA PLANO SIN ESCALA</p>
<p>Figura I.6 Estaciones pluviométricas en la delegación Gustavo A. Madero</p>	<p>FECHA MAYO 2005</p>
<p>ALUMNO: EMIGDIO MÉNDEZ FULGENCIO ASESOR ING. GERARDO TOXKY LÓPEZ</p>	

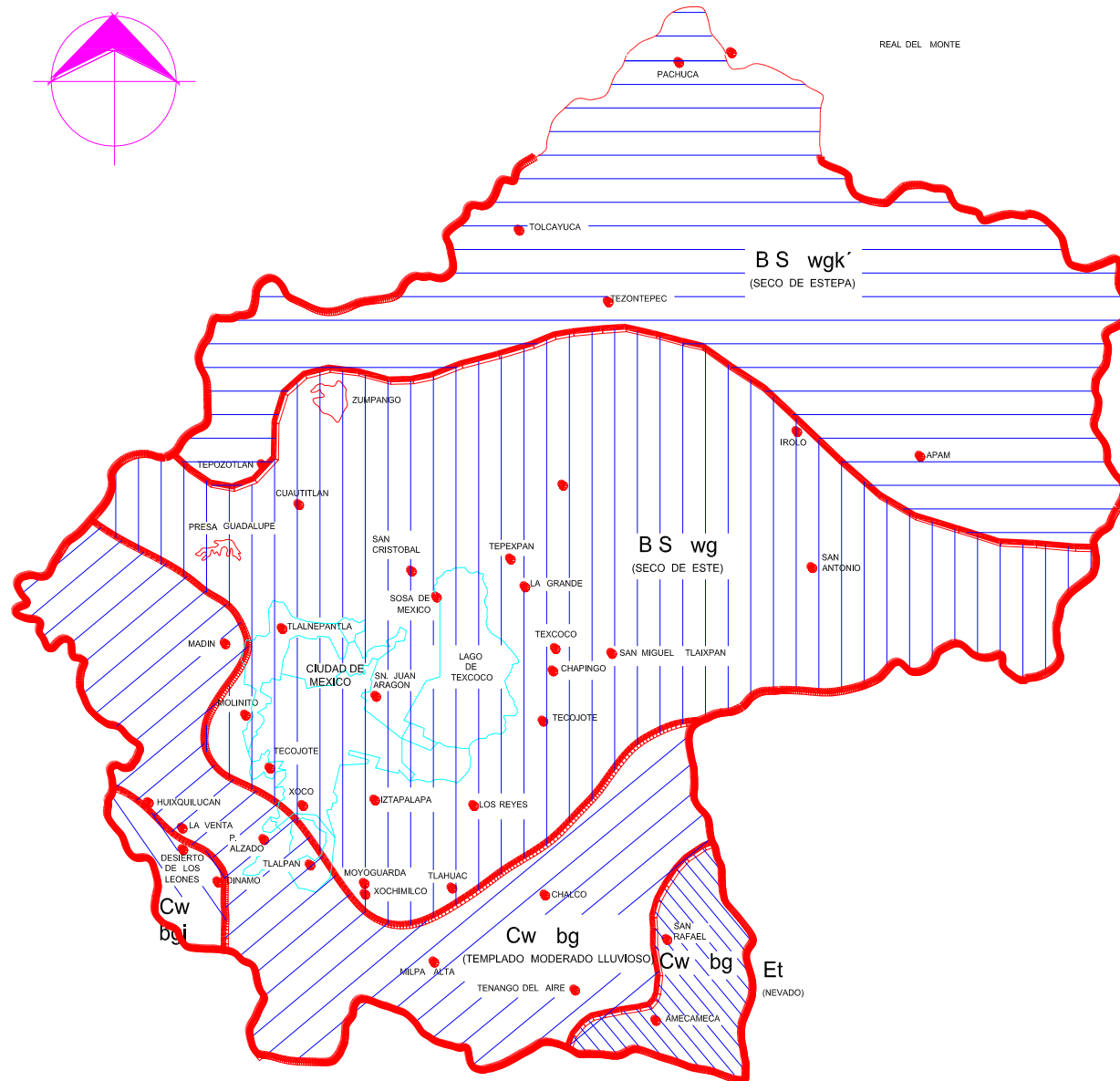
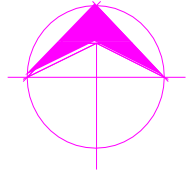
Templado subhúmedo con lluvias en verano (57.00%), Semifrío húmedo con abundantes lluvias en verano (10.00%), Semifrío subhúmedo con lluvias en Verano (23.00%), Semiseco Templado (10.00%) como se observa en las figuras I.7, I.8 y I.9.

I.7. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

La Delegación Gustavo A. Madero se encuentra sobre las siguientes zonas: lacustre (al sur), de transición (al centro) y de lomerío (al noreste). La primera está constituida por las formaciones arcillosas superior e inferior con gran relación de vacíos, así como un amplio módulo de deformación volumétrica, entre estos dos estratos se encuentra una lente de arena y limo de poco espesor, llamada capa dura, al fondo de la zona de lago se tienen principalmente arenas, limos y gravas. Hacia la zona norte, estas dos formaciones de arcilla se hacen más delgadas, hasta llegar a la zona de transición, que está compuesta por intercalaciones de arena y limo en una franja de aproximadamente de 3 Km. de ancho con propiedades mecánicas muy variables. La zona de lomas está compuesta por piroclásticos, aglomerados, tobas y horizontes de pómez, con esporádicas intercalaciones de lavas y depósitos de aluvión conformados por gravas y arenas. En la figura I.10 se muestra como están distribuidas las zonas geológicas en la delegación.

I.8. POBLACIÓN Y SERVICIOS.

Esta delegación se ha caracterizado a través del tiempo por el acelerado crecimiento de su población, ya que hacia el año de 1940 contaba con una población de 41,600 habitantes aproximadamente, cifra que para el año de 1950 alcanzó los 205,130 habitantes, posteriormente, en el año de 1960 concentró en



EXPLICACIÓN DE SÍMBOLOS

- B Seco correlación específica entre r (precipitación anual en cm.) y t (temperatura media anual en grados centígrados)
- C Templado moderado lluvioso. La temperatura del mes más frío es entre 3 y 18 grados centígrados.
- E Nevado, temperatura de todos los meses es inferior a 10°C
- s Estepario, Precipitación media anual menor que 2(t+14), donde t=temperatura media anual.
- w Lluvias en verano
- g Temperatura media mensual máxima anterior a junio
- k Temperatura del mes más cálido inferior a 22°C
- k Temperatura media anual y mensual inferior a 18°C
- k Temp. media anual inferior a 18°C pero con meses superiores a 18°C
- l Isotermal diferencia en temperaturas medias mensuales extremas menor de 5°C
- t Tundra sin árboles, temperatura del mes más caliente es superior a 0°C
- Estación meteorológica



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

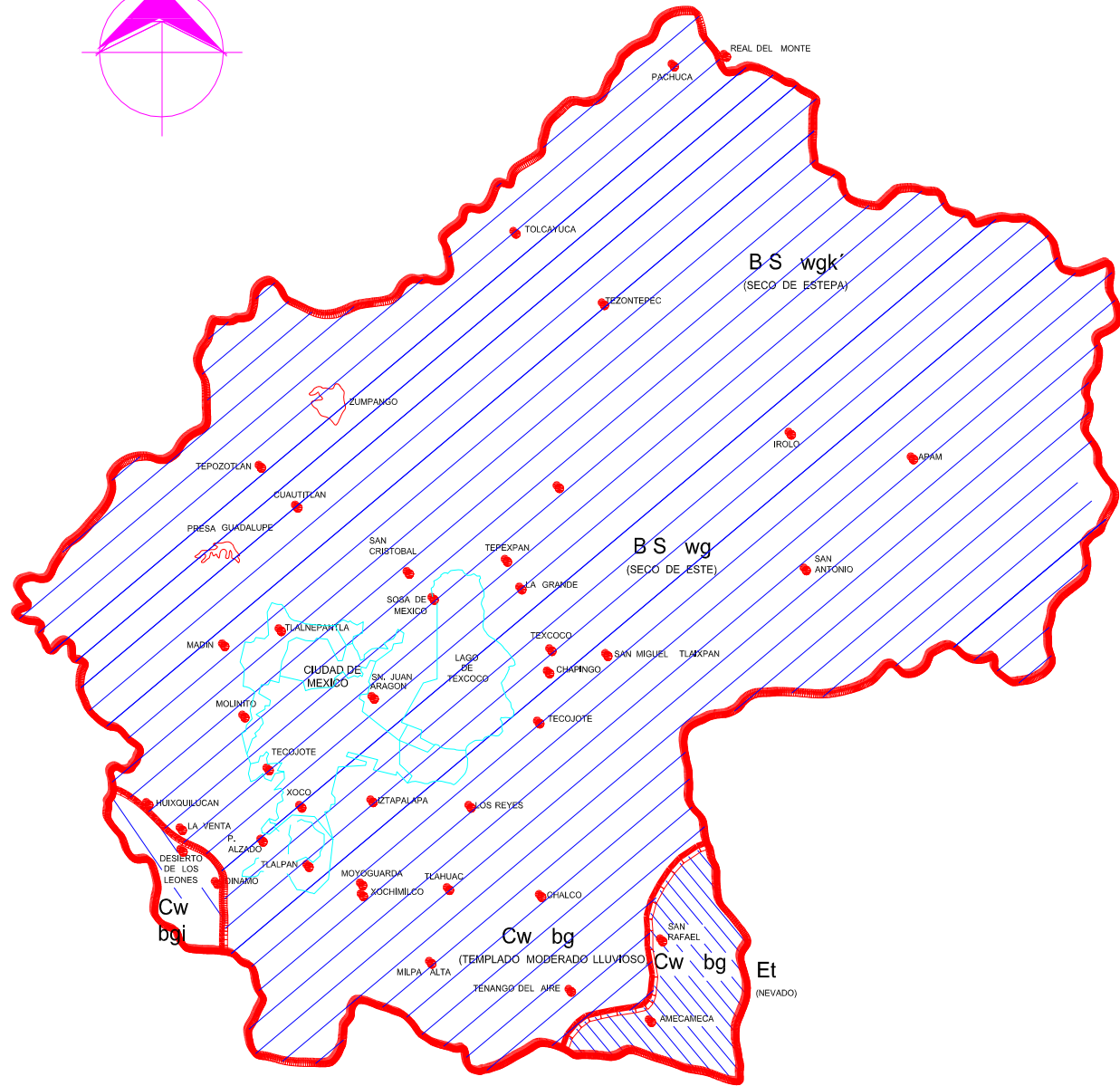
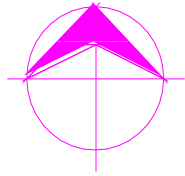
DISEÑO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE
DEL TANQUE DE REBOMBEO CGM-8 AL TANQUE DE
DISTRIBUCIÓN GM-8,
EN LA COLONIA CASTILLO CHICO
DELEGACIÓN GUSTAVO A. MADERO, D.F.

ESCALA
PLANO SIN ESCALA

Figura I.7 Mapa de climas de la cuenca del Valle de México en un año seco

FECHA
MAYO 2005

ALUMNO: EMIGDIO MÉNDEZ FULGENCIO
ASESOR ING. GERARDO TOXKY LÓPEZ



EXPLICACIÓN DE SIMBOLOS

- B Seco correlación específica entre r (precipitación anual en cm.) y t (temperatura media anual en grados centígrados)
 - C Templado moderado lluvioso. La temperatura del mes más frío es entre 3 y 18 grados centígrados.
 - E Nevado, temperatura de todos los meses es inferior a 10°C
 - s Estepa, Precipitación media anual menor que 2(t+14) , donde t=temperatura media anual.
 - w Lluvias en verano
 - g Temperatura media mensual máxima anterior a junio
 - b Temperatura del mes más cálido inferior a 22°C
 - k Temperatura media anual y mensual inferior a 18°C
 - k Temp, media anual inferior a 18°C pero con meses superiores a 18°C
 - l Isotermal diferencia en temperaturas medias mensuales extremas menor de 5°C
 - t Tundra sin árboles, temperatura del mes más caliente es superior a 0°C
- Estación meteorológica



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN



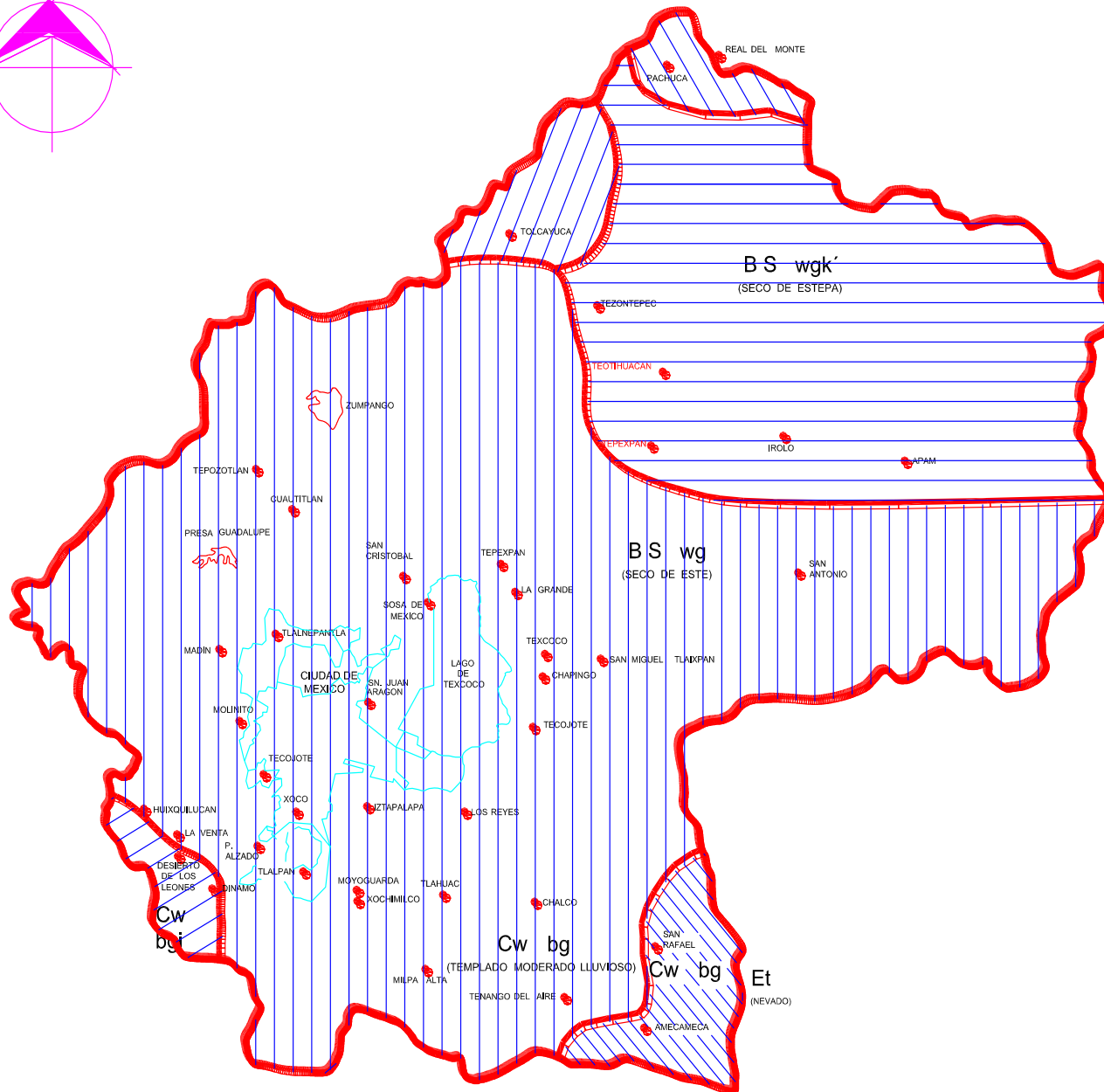
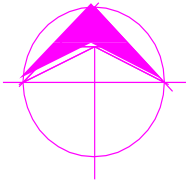
DISEÑO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DEL TANQUE DE REBOMBO CGM-8 AL TANQUE DE DISTRIBUCIÓN GM-8, EN LA COLONIA CASTILLO CHICO DELEGACIÓN GUSTAVO A. MADERO, D.F.

ESCALA
PLANO SIN ESCALA

Figura 1.8 Mapa de climas de la cuenca del Valle de México para un año húmedo

FECHA
MAYO 2005

ALUMNO: EMIGDIO MÉNDEZ FULGENCIO
ASESOR ING. GERARDO TOXKY LÓPEZ



EXPLICACIÓN DE SÍMBOLOS

- B Seco correlación específica entre r (precipitación anual en cm.) y t (temperatura media anual en grados centígrados)
- C Templado moderado lluvioso, La temperatura del mes más frío es entre 3 y 18 grados centígrados.
- E Nevado, temperatura de todos los meses es inferior a 10°C
- s Estepa, Precipitación media anual menor que $2(t+14)$, donde t =temperatura media anual.
- w Lluvias en verano
- g Temperatura media mensual máxima anterior a junio
- b Temperatura del mes más cálido inferior a 22°C
- k Temperatura media anual y mensual inferior a 18°C
- k Temp. media anual inferior a 18°C pero con meses superiores a 18°C
- i Isotermal diferencia en temperaturas medias mensuales extremas menor de 5°C
- t Tundra sin árboles, temperatura del mes más caliente es superior a 0°C
- Estación meteorológica



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

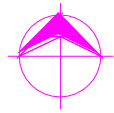
DISEÑO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE
DEL TANQUE DE REBOMBEO CCM-8 AL TANQUE DE
DISTRIBUCIÓN GM-8,
EN LA COLONIA CASTILLO CHICO
DELEGACIÓN GUSTAVO A. MADERO, D.F.

ESCALA
PLANO SIN ESCALA

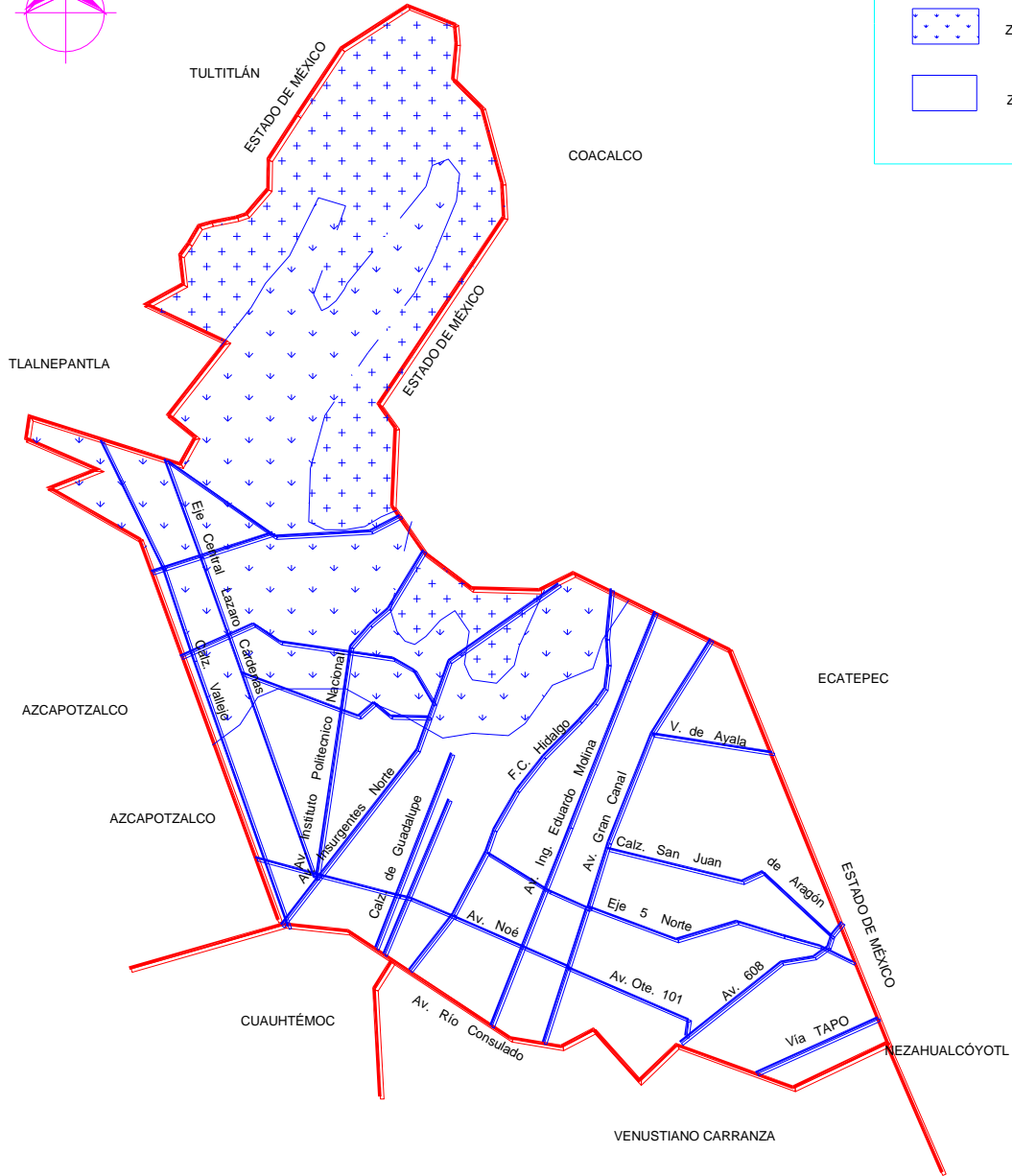
Figura 1.9 Mapa de climas de la cuenca del Valle de México
para condiciones medias

FECHA
MAYO 2005

ALUMNO: EMIGDIO MÉNDEZ FULGENCIO
ASESOR ING. GERARDO TOXKY LÓPEZ



SIMBOLOGÍA	
	ZONA DE LOMAS
	ZONA DE TRANSICIÓN
	ZONA DE LAGO



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

DISEÑO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE
DEL TANQUE DE REBOMBEO CGM-8 AL TANQUE DE
DISTRIBUCIÓN GM-8,
EN LA COLONIA CASTILLO CHICO
DELEGACIÓN GUSTAVO A. MADERO, D.F.

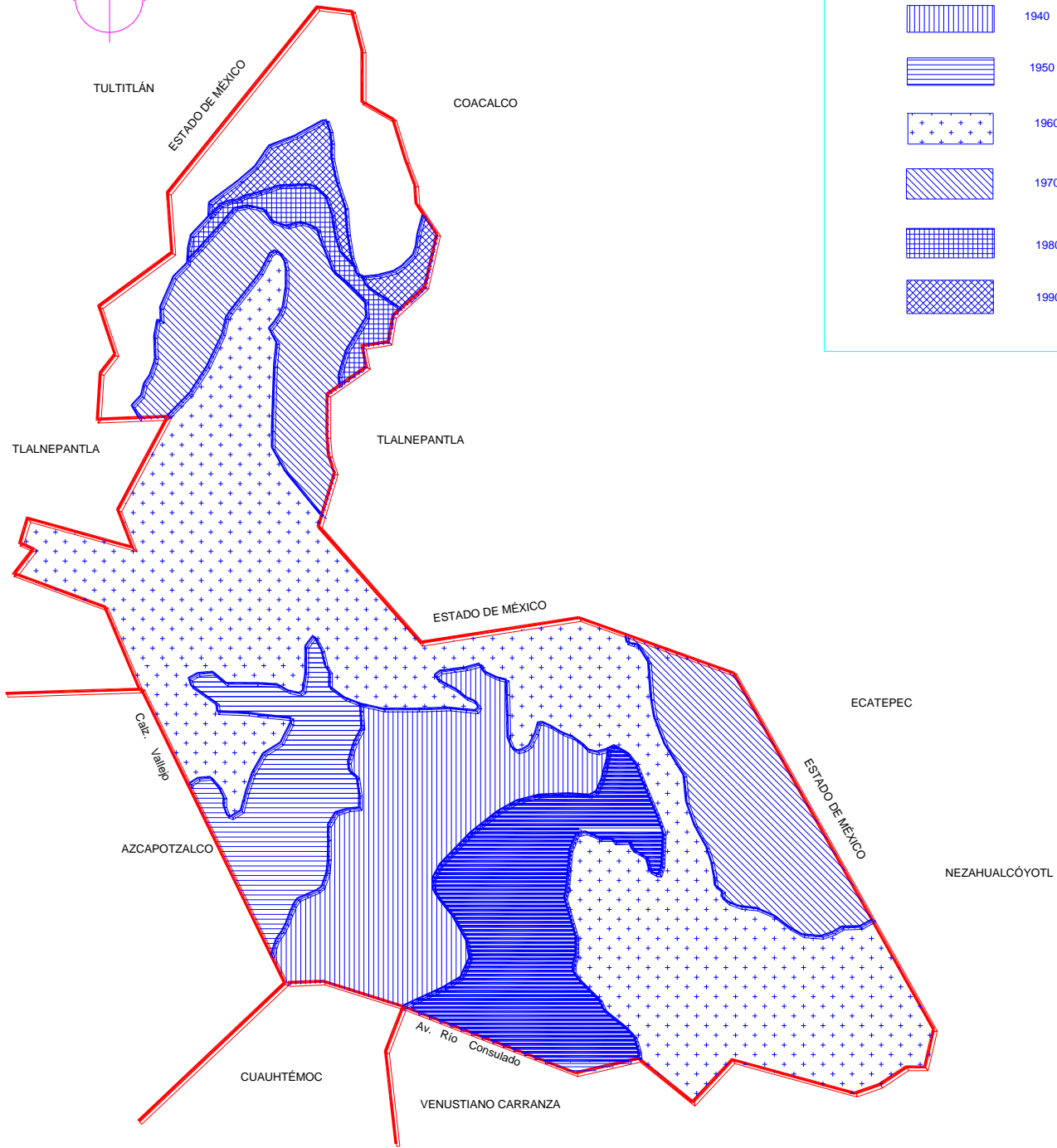
ESCALA
PLANO SIN ESCALA

Figura 1.10 Zonificación de la delegación Gustavo A. Madero

FECHA
MAYO 2005

ALUMNO: EMIGDIO MÉNDEZ FULGENCIO
ASESOR ING. GERARDO TOXKY LÓPEZ

el 40 por ciento de la superficie de la delegación a una población de aproximadamente 725,500 habitantes, para 1970 contaba con una población de 1'186,107 habitantes cantidad que para 1980, del área total, el industrial, con el 5.20; el de equipamiento, con 6.93; espacios abiertos, 1.19; y el 30.32 por ciento para los mixtos, que comprende uso habitacional y de servicio. El programa de Desarrollo Urbano del Distrito Federal plantea la política demográfica de alcanzar en 20 años una tasa de decremento anual de 0.09 por ciento y una densidad de 160 hab. /ha., con base en ello, se pretende que la delegación Gustavo A. Madero alcance una población de 1'184,419 habitantes en al año 2015, como se observa en la tabla I.2. También se incluyen las gráficas I.1 y I.2 habitantes en la delegación y total de habitantes en el Distrito Federal respectivamente. En la figura I.11 se esquematiza el desarrollo de la población.



SIMBOLOGÍA	Año
	1940
	1950
	1960
	1970
	1980
	1990



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

DISERNO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE
DEL TANQUE DE BOMBEO CGM-8 AL TANQUE DE
DISTRIBUCIÓN GM-8,
EN LA COLONIA CASTILLO CHICO
DELEGACIÓN GUSTAVO A. MADERO, D.F.

ESCALA
PLANO SIN ESCALA

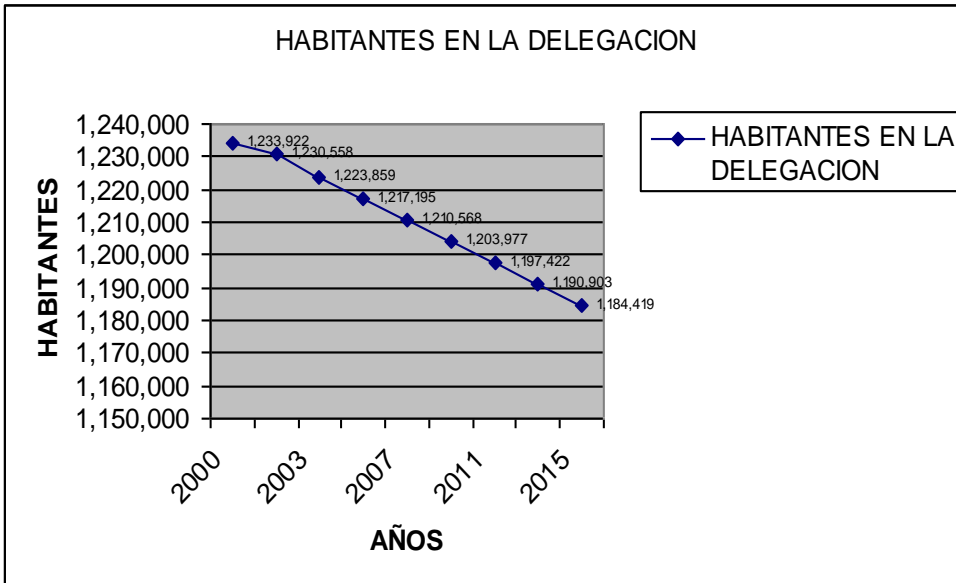
Figura I.11 Crecimiento del área urbana de la delegación Gustavo A. Madero

FECHA
MAYO 2005

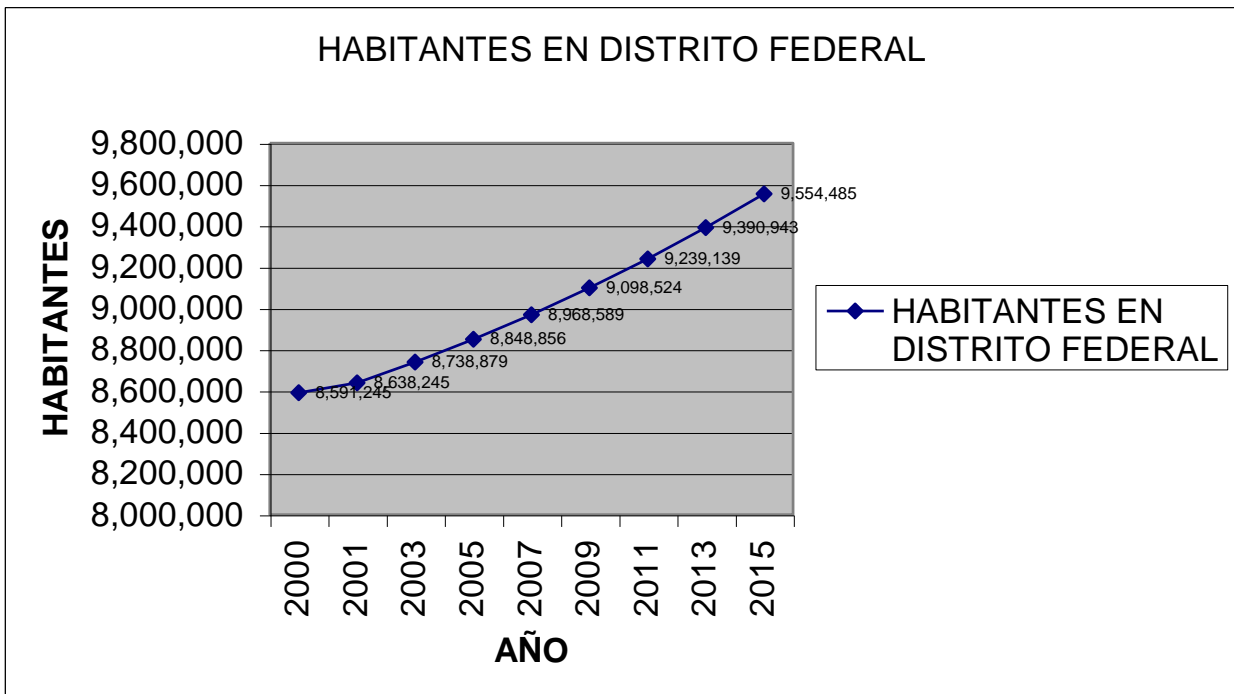
ALUMNO: EMIGDIO MÉNDEZ FULGENCIO
ASESOR ING. GERARDO TOXKY LÓPEZ

PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN AL AÑO 2015			
AÑO	HABITANTES EN EN LA DELEGACIÓN	HABITANTES EN EL DISTRITO FEDERAL	PORCENTAJE CON RESPECTO AL D.F.
2000	1'233,703	8'591,245	14.36
2001	1'230,950	8'638,245	14.25
2003	1'223,443	8'738,879	14.00
2005	1'217,602	8'848,856	13.76
2007	1'210,759	8'968,589	13.50
2009	1'203,734	9'098,524	13.23
2011	1'197,392	9'239,139	12.96
2013	1'190,771	9'390,943	12.68
2015	1'184,756	9'554,485	12.40

Tabla I.2 Poblaciones futuras



Gráfica I.1 Habitantes en la delegación



Gráfica I.2 Total de habitantes en el Distrito Federal

I.9. USOS DE SUELO

El diagnóstico del desarrollo urbano de la delegación Gustavo A. Madero está basado en el Programa Parcial de Desarrollo Urbano del Distrito Federal. Los aspectos que se incluyen son los relativos al uso del suelo, el cual se divide como se indica a continuación, en la tabla I.3, en la figura I.12 y I.13.

Uso	Superficie (km2)	Porcentaje (%)
Equipamiento	6.93	8.00
Espacios Abiertos	1.19	1.00
Habitacional	30.32	35.00
Industrial	5.20	6.00
Mixtos	30.32	35.00
Reserva Ecológica	12.66	15.00
TOTAL	86.62	100.00

Tabla I.3 Tipos de uso de suelo en la delegación

“Distrito Federal, Censo de Población y Vivienda 2000, Resultados Preliminares” INEGI

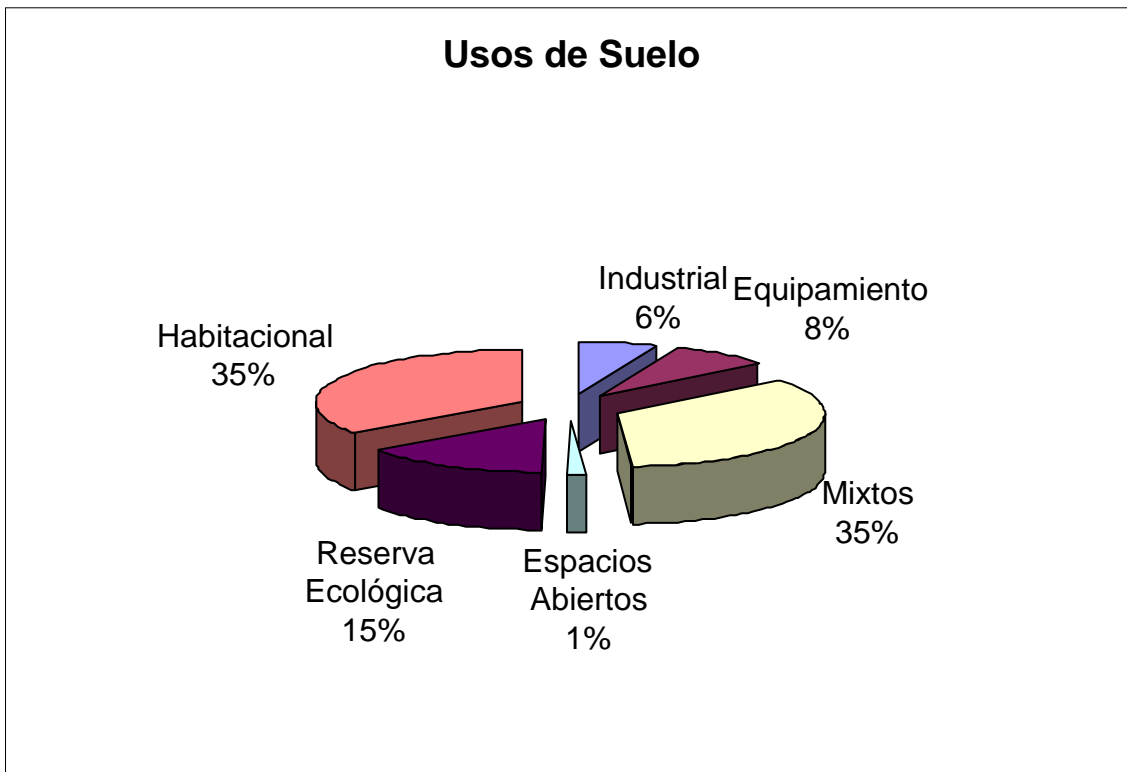


Figura I.13 Distribución de usos de suelo en la delegación

“Distrito Federal, Censo de Población y Vivienda 2000, Resultados Preliminares” INEGI (datos calculados)

Además de la vinculación físico-espacial que guarda con los municipios colindantes tiene una estrecha vinculación en cuanto a actividades económicas ya que gran parte de las personas que viven en los municipios conurbados trabajan en la delegación dentro de las áreas industriales entre las más importantes están las colonias: Acueducto de Guadalupe-Las palomas que colinda con el municipio de Tlalnepantla. Coyotes-Montañista, colinda con el municipio de Tlalnepantla. Ticomán-San Juanico, colinda con el municipio de Tlalnepantla. Nueva Atzacolco Xalostoc; colinda con el municipio de Ecatepec. San Juan de Aragón-Ciudad Lago, colinda con el municipio de Nezahualcóyotl.

El impacto que tiene la delegación por ser una de las más importantes a nivel regional, se ve reflejado en los servicios de transportes, en el impacto de los vehículos automotores que diariamente transitan por sus principales vialidades, ya que gran parte de los municipios conurbados del norte llegan por la carretera México Pachuca. La sierra de Guadalupe tiene una importancia considerable para el área conurbada ya que es una de las pocas áreas naturales protegidas con que cuenta la zona norte de la ciudad, pues aunque no es una zona que tenga fácil acceso, es uno de los pocos pulmones naturales que se tienen actualmente, dentro del equipamiento urbano se tiene a la Unidad Profesional Zacatenco y al Centro de Investigación de Estudios Avanzados del IPN, al Colegio de Ciencias y Humanidades Vallejo de la UNAM y al Instituto Mexicano del Petróleo en servicios educativos e investigación; a los centros deportivos Oceanía, Eduardo Molina, Los Galeana, la Unidad Morelos del IMSS, el zoológico de San Juan de Aragón y el Parque Nacional del Tepeyac en materia deportiva y recreativa; en salud y seguridad social cuenta con los hospitales Magdalena de las Salinas y La Raza del IMSS, el Primero de Octubre del ISSSTE.

I.10. AGUA POTABLE

Acuíferos y pozos

El 35 por ciento del terreno de la delegación (sur, oriente y una pequeña porción de la zona poniente) se ubica dentro de la zona geohidrológica II, que se caracteriza por alojar a su acuífero en material granular de baja a mediana permeabilidad.

Los pozos perforados en esta zona con profundidades de 200 a 400 m tienen niveles estáticos a profundidades que varían de 10 m . en sus centros, a más de 85 en sus periferias; con caudales de extracción de 40 a 70 l.p.s. la calidad del agua

es, en general, deficiente hacia la porción oriente del Distrito Federal, debido a la contaminación por desechos sólidos. Otro 35 por ciento del territorio (zona centro y poniente) se ubica dentro de la zona geohidrológica IV que aloja a su acuífero en las rocas de la formación Tarango y por el denominado “aluvión antigua”, la formación aflora en el poniente, en donde constituye los lomeríos, y el aluvión antiguo aflora en una faja angosta predispuesta al pie de los lomeríos. En general, las rocas de la formación observan baja permeabilidad y las del aluvión mediana, por lo que en conjunto sus acuíferos son de bajo a mediano rendimiento, siendo cubierto por rocas basálticas en el extremo sur y arcillas lacustres en las porciones bajas. Los pozos construidos en esta zona, tienen profundidades de 175 a 300 m existiendo algunos de profundidades mayores. Las profundidades de sus niveles estáticos oscilan de 20 a 100 m y sus caudales de extracción varían de 20 a 80 l.p.s. La calidad del agua se considera buena, el 30 por ciento restante del territorio (zona norte) se localiza en las partes altas de la sierra de Guadalupe, que se caracteriza por su composición andesítica de baja permeabilidad. La construcción de pozos en esta zona es casi nula por el alto grado de endurecimiento de la roca y la baja capacidad de producción de los pozos. La calidad del agua se considera buena.

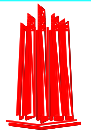
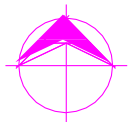
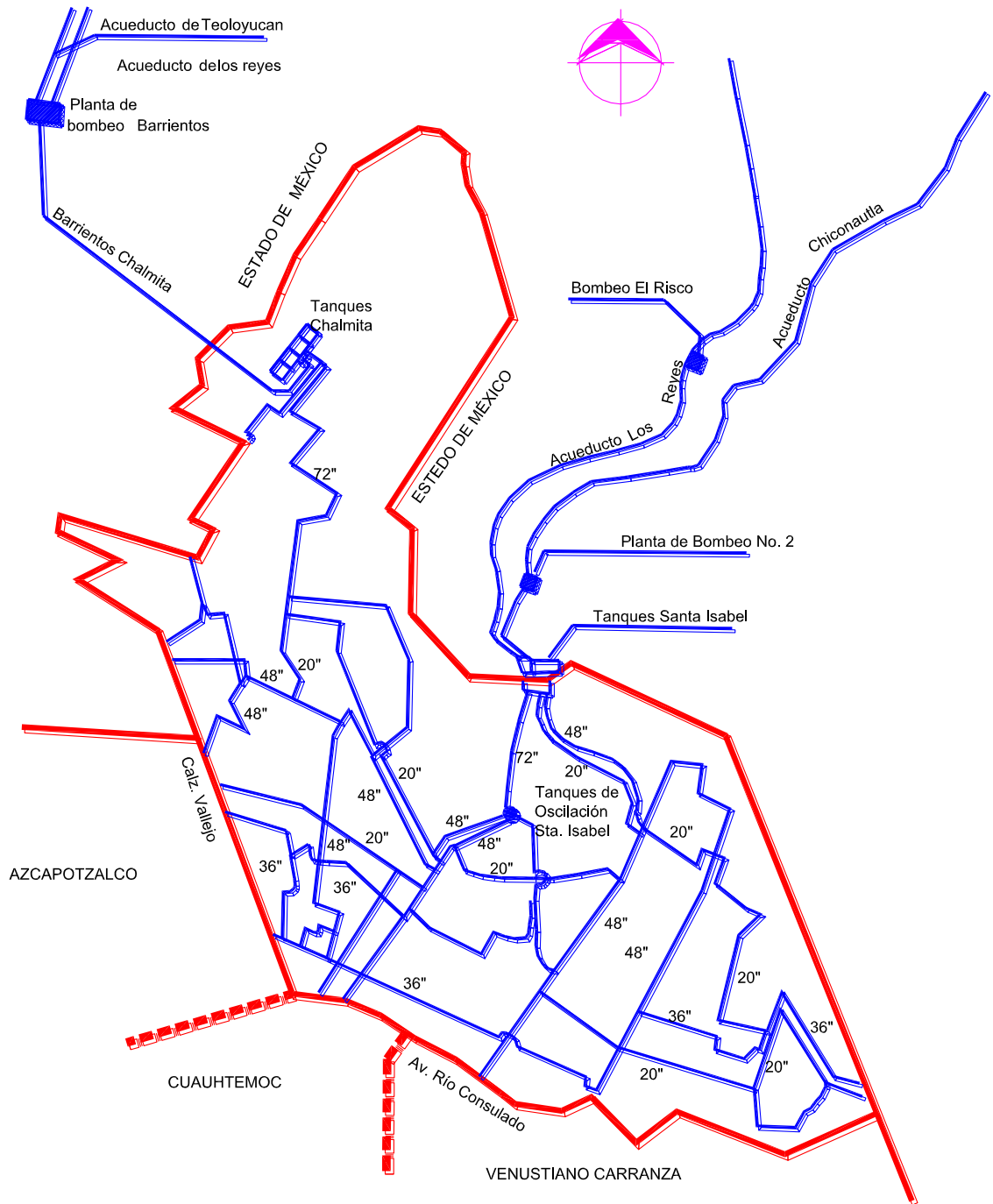
I.11. INFRAESTRUCTURA DEL AGUA POTABLE

La Delegación Gustavo A. Madero tiene un nivel de cobertura del 98% en el servicio de agua potable, la infraestructura de agua potable con la que cuenta la delegación, está compuesta por 43 tanques. (Infraestructura del Agua Potable) de almacenamiento con capacidad conjunta de 380,685 m³. 25 plantas de bombeo

(capacidad conjunta de 1,321 l.p.s), 134,45 Km. de red primaria y 1,687.52 Km. de red secundaria de distribución.

Esta infraestructura es abastecida por fuentes externas e internas; las fuentes externas se conforman por el sistema Teoloyucan – Tizayuca – Los Reyes, Ecatepec - Los Reyes y Chiconautla; en la figura I.14 están representadas las fuentes externas que proporcionan agua a la delegación, la fuente interna de la delegación está integrada por pozos profundos particulares que abastecen a las zonas industriales.

El abastecimiento de agua potable a los habitantes de las partes altas de la delegación se apoya principalmente en tanques de almacenamiento y plantas de bombeo. Cabe mencionar que el suministro de agua a la delegación difiere según el gasto proporcionado por las fuentes externas ocasionando que los tiempos de bombeo varíen de 16 a 24 hr. Las fuentes externas básicamente se encuentran localizadas en el Estado de México al norte de la delegación Gustavo A. Madero; la forman dos entradas de agua en bloque al Distrito Federal denominados Sistema Aguas del Norte, que se conforman por el Sistema Teoloyucan – Tizayuca – Los Reyes y Ecatepec – Los Reyes, operados por la Gerencia de Aguas del Valle de México (GAVM) y el Sistema Chiconautla operada por el Sistema de Aguas de la Ciudad de México.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

DISEÑO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE
 DEL TANQUE DE REBOMBEO CGM-8 AL TANQUE DE
 DISTRIBUCIÓN GM-8,
 EN LA COLONIA CASTILLO CHICO
 DELEGACIÓN GUSTAVO A. MADERO, D.F.

ESCALA
 PLANO SIN ESCALA

FECHA
 MAYO 2005

Figura I.14 Fuentes de Abastecimiento de agua potable

ALUMNO: EMIGDIO MÉNDEZ FULGENCIO
 ASESOR ING. GERARDO TOXKY LÓPEZ

El Sistema Teoloyucan – Tizayuca – Los Reyes abastece a la delegación a través de la planta de bombeo Barrientos cuya captación total es de 2.8 m³/s, la cual se encarga de alimentar a los cuatro tanques Chalmita con una línea de conducción de 72" (1.83 m) de diámetro.

El Sistema Ecatepec – Los reyes registra una captación de 0.13 m³/s y abastece los tanques Santa Isabel por medio de una línea de 48" (1.22 m) de diámetro, utilizando la planta de bombeo El Risco.

El sistema Chiconautla con una aportación de 1.9 m³/s e integrado por 39 pozos, alimenta a los tres tanques Santa Isabel a través de los acueductos Los Reyes y Chiconautla por medio de las plantas de bombeo Risco y planta de Bombeo No. 2, también parte del gasto de estos pozos del sistema Chiconautla (acueducto Chiconautla) se conduce a la planta de bombeo El Risco para complementar la alimentación a los tanques con una línea de 72" (1.83 m) de diámetro.

El sistema de pozos es operado por el Sistema de Aguas de la Ciudad de México. Las fuentes internas de la delegación están, integradas por tres pozos municipales actualmente fuera de operación) y 27 pozos profundos particulares. Estos últimos son utilizados por hospitales, baños, industrias, etc.

Los tanques principales para la distribución del agua son los tanques Chalmita y Santa Isabel con capacidades de almacenamiento de 220,000 y 139,985 m³ respectivamente, los cuales tienen la función de alimentar a los tanques de almacenamiento y a las redes de distribución.

SISTEMA DE TANQUES CHALMITA: Los tanques Chalmita abastecen a la red primaria de agua potable por medio de dos líneas 75" (1.83 m) de diámetro. La primera se encuentra ubicada entre las calles de Sor Juana Inés de la Cruz,

Emiliano Zapata y Av. Santa Teresa. Esta línea que alimenta a la planta de rebombeo beneficiando a la colonia Guadalupe Victoria y al Reclusorio Norte. Al llegar al cruce de la Av. Acueducto y Santa Teresa se derivaron dos líneas de 48" y 20" de diámetro (1.22 y 0.50 m) respectivamente; la primera de estas se desarrolla a lo largo de la Av. Acueducto, abasteciendo las plantas de rebombeo Zacatenco 1 y 2. La segunda línea, cuyo trazo se realiza sobre la Av. Ticomán hasta el cruce con la Av. Morelos, abastece a las colonias Santa María Ticomán, Av. San Pedro Zacatenco y parte de Lindavista. La segunda línea de los tanques Chalmita desarrolla su trazo sobre avenidas Cuauhtepac, Luís Espinosa de la Rivera y Lázaro Cárdenas hasta llegar a la Av. Las Torres donde se divide en dos líneas de 1.22 m (48") de diámetro que abastecen a las delegaciones Azcapotzalco y a la parte norte de la Cuauhtémoc, así como a las colonias Acueducto de Guadalupe y Ampliación Progreso Nacional de la delegación Gustavo A. Madero por medio de dos derivaciones de 0.50 m (20") de diámetro.

El conducto que abastece a la delegación Cuauhtémoc cuyo trazo se realiza por las Avenidas Juan de Dios Batís, Ticomán y Calzada de los Misterios, continua su recorrido a la altura de la Av. Politécnico Nacional, tiene una derivación de 1.22 m (48") de diámetro que alimenta a dos líneas de 20" (0.50 m) de diámetro. La primera de ellas se desarrolla sobre la Av. Montevideo y la segunda se encuentra en Av. Alfredo Robles Domínguez. Las colonias beneficiadas por estas líneas son San Bartolo Atepehuacan, Montevideo, Lindavista, Churubusco Tepeyac, Unidad Revolución IMSS, Magdalena de las Salinas, Calputitlán, Manuel Ávila Camacho, Guadalupe Insurgentes, Industrial, Tepeyac, Insurgentes y Vallejo.

De la planta de bombeo Chalmita se bombea agua a los tanques Tepetatal, San Lucas Patoni 1, T-1 y CGM-8, estos a su vez bombean a distintos tanques como se indica a continuación.

TANQUE TEPETATAL: De la planta Chalmita se alimenta el tanque Tepetatal con un gasto de 128 l.p.s mediante una línea de 12" (0.30 m) de diámetro, que sólo se utiliza esporádicamente, y otra de 20" (0.50 m) de diámetro; este tanque tiene la capacidad de 1,500 m³, abastece por gravedad el tanque GM-1, mediante una línea de 6" (0.15 m) de diámetro, y por bombeo al tanque GM-19 mediante una línea de conducción de 12" (0.30 m) de diámetro. El tanque GM-1 tiene una capacidad de almacenamiento de 500 m³, abastece por gravedad al GM-2, con una tubería de 6" (0.15 m) y por bombeo al tanque GM-18 mediante una línea de 6" (0.15 m), ambos tanques tienen una capacidad de almacenamiento de 500 m³.

El tanque GM-19 recibe agua del tanque Tepetatal y tiene una capacidad de almacenamiento de 500 m³, abastece a los tanques GM-20 con una línea de 6" (0.15 m) de diámetro al tanque La Forestal de 500 m³ de capacidad, también con una línea de 6" (0.15 m) de diámetro.

Las colonias beneficiadas son: Compositores Mexicanos, Tepetatal, La Palma, Malacates, Cuauhtepic de Madero, Lomas de Cuauhtepic y las Ampliaciones Tepetatal, Malacates y Forestal.

TANQUE T-1: La planta Chalmita bombea aproximadamente 86 l.p.s al tanque T-1 por medio de una línea de 250 m y un diámetro de 12" (0.30 m). El tanque T-1 tiene una capacidad de almacenamiento de 500 m³ y abastece por bombeo al tanque T-2 mediante una línea de 6" (0.15 m) de diámetro. El tanque T-2 tiene una capacidad de almacenamiento de 500 m³, abastece mediante bombeo al tanque GM-16 a través de una línea de 6" (0.15 m) de diámetro. El tanque GM-16 tiene

una capacidad de almacenamiento de 200 m³, y abastece al tanque GM-17 con una línea de 6" (0.15 m) de diámetro. El último tanque de este subsistema es el tanque GM-17 que tiene una capacidad de almacenamiento de 500 m³.

SAN LUCAS PATONI 1: El tanque San Lucas Patoni 1 es abastecido por la planta de bombeo Chalmita mediante una línea de 12" (0.30 m) de diámetro, la capacidad de almacenamiento de este tanque es de 500 m³ y abastece por gravedad al tanque San Lucas Patoni 2 que tiene una capacidad de almacenamiento de 100 m³.

REBOMBEO CGM-8: El tanque CGM-8 tiene una capacidad de almacenamiento de 500 m³ y abastece al tanque GM-8 con una línea de 20" (0.50 m) de diámetro con un gasto aproximado de 310 l.p.s, este a su vez abastece por bombeo mediante una línea de 12" (0.30 m) de diámetro al tanque GM-23.

Este último tanque tiene una capacidad de almacenamiento de 500 m³ y abastece por bombeo al tanque GM-21. El tanque GM-21 es abastecido mediante una línea de 12" (0.30 m) de diámetro; y tiene una capacidad de almacenamiento de 500 m³ y abastece a las colonias aledañas a él; por su cota, para abastecer a las colonias que no están tan cerca de él tiene que hacerlo a través de

la caja rompedora de presión Tlalpexco, cuya capacidad es de 100 m³. Con este subsistema se beneficia a las colonias Benito Juárez, Castillo Chico, Arboledas, Cuauhtepac El Alto, Forestal, Palmatitla de Madero, Felipe Berriozábal, La Casilda, parte baja de Coyotes, Tlalpexco y Vista Hermosa.

REBOMBEO LA ADUANA: El rebombeo La Aduana con capacidad de 200 l.p.s, recibe agua de la línea de interconexión de 4.8 Km. de longitud y 12" (0.30 m) de diámetro de los tanques Chalmita; este rebombeo abastece a los rebombes

Cuautepec Cerro 1 y la Pastora 1, además el tanque GM-11 de acuerdo a como se indica a continuación.

El tanque Cuautepec Cerro 1 que tiene una capacidad de almacenamiento de 500 m³, recibe aproximadamente 75 l.p.s de rebombeo Aduana mediante una línea de conducción de 12" (0.30 m) de diámetro y a su vez entrega por bombeo al tanque Cuautepec 2.

El tanque Cuautepec 2 que es alimentado por una línea de 12" (0.30 m) de diámetro, tiene una capacidad de almacenamiento de 400 m³. El rebombeo Pastora 1 es abastecido por el tanque Candelaria mediante una línea de 12" (0.30 m), el primero de ellos abastece mediante bombeo a las colonias aledañas a él. Por último, el rebombeo Aduana abastece al tanque GM-11 mediante una línea de conducción de 12" (0.30 m) un gasto aproximado de 160 lps. La capacidad de almacenamiento del tanque GM-11 es de 500 m³ y abastece por bombeo al tanque Candelaria a través de una línea de 12" (0.30 m) de diámetro.

El tanque Candelaria abastece mediante bombeo a los tanques Pastora 2 y GM-10 a través de líneas de conducción de 4" (0.10 m). El tanque GM-10 tiene una capacidad de almacenamiento de 250 m³ y abastece a las zonas aledañas a él.

Por su parte, el tanque Pastora 2 tiene una capacidad de almacenamiento de 200 m³ y abastece por bombeo, además de la red de distribución, el tanque GM-22 mediante una línea de conducción de 6" (0.15 m) de diámetro.

El tanque GM-22 tiene una capacidad de almacenamiento de 500 m³ y abastece a la red de distribución. Con el subsistema La Aduana las colonias que abastecen estos tanques son: Castillo Grande, parte baja de Castillo Grande, Benito Juárez, Candelaria, Guadalupe Ticomán, parte media del Barrio de San Juan y la parte media de la colonia La Pastora.

REBOMBEO ZACATENCO: Los tanques Chalmita también abastecen por medio de la red primaria de 72" (1.83 m) y mediante una línea de distribución a las plantas de bombeo Zacatenco 1 y 2 los que a su vez abastecen al tanque Zacatenco de 500 m³ de capacidad beneficiando a las colonias San Pedro Zacatenco y Granjas Ticomán.

En el sistema de tanques abastecidos por los tanques Chalmita, se han instalado instrumentos para automatizar el funcionamiento de los bombeos, sin embargo, actualmente no se están operando debido a múltiples razones, siendo la principal de ellas la falta de mantenimiento de los equipos. Además de lo anterior, cuando estos han estado en operación se han tenido problemas de transmisión de la señal, por lo que el sistema no ha funcionado como se esperaba. La existencia de agua en cantidad suficiente permite que en la zona abastecida por los tanques Chalmita prácticamente no se vea interrumpido el servicio, sin embargo el rápido crecimiento de la mancha urbana de la zona está requiriendo cada vez más agua e infraestructura.

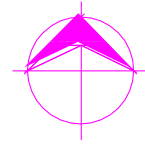
SISTEMA DE TANQUES SANTA ISABEL: Los tanques Santa Isabel alimentan a la red primaria de la delegación por medio de dos líneas de 72" y 48" de diámetro (1.83 y 1.22 m). La primer línea de 72" sale en la parte sur de los tanques para después rodear al cerro El Guerrero hasta la Av. Morelos en donde en el cruce de ésta avenida y la calle Kukulcán (dentro del Parque Nacional del Tepeyac) se encuentra ubicado el tanque de Oscilación Santa Isabel, de éste salen tres líneas de conducción, de 48" (1.22 m) de diámetro y una de 20" (0.50 m), las que abastecen a la red de distribución. En la figura I.15 se encuentran los sistemas de bombeo que existen en la delegación.

TEOLOYUCAN - TIZAYUCA - LOS REYES
(CAVM)

TULTITLÁN

COACALCO

CHALMA - TEPETATAL



Tanques Chalmita
TLALNEPANTLA

La casilda

TLALNEPANTLA

Chiconautla
(DGCOH)

Candelaria

Tanques Santa Isabel

Oscilador Santa Isabel

ECATEPEC

San Jose de la
montaña

AZCAPOTZALCO

Gabriel Hernandez

ESTADO DE MÉXICO

NEZAHUALCÓYOTL

CAUHTÉMOC

Av. Río Consulado

VENUSTIANO CARRANZA



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

DISEÑO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE
DEL TANQUE DE REBOMBEO CGM-8 AL TANQUE DE
DISTRIBUCIÓN GM-8,
EN LA COLONIA CASTILLO CHICO
DELEGACIÓN GUSTAVO A. MADERO, D.F.

ESCALA
PLANO SIN ESCALA

Figura I.15 Sistemas de bombeo

FECHA
MAYO 2005

ALUMNO: EMIGDIO MÉNDEZ FULGENCIO
ASESOR ING. GERARDO TOXKY LÓPEZ

En el trayecto de la línea de 72", antes de llegar al tanque de oscilación, entrega agua al tanque CTM el cual tiene una capacidad de almacenamiento de 2,500 m³, con él se abastece a las colonias CTM El Risco, Atzacolco y Gabriel Hernández.

PLANTA DE BOMBEO GM-14^a: La línea de 48" que sale de los tanques Santa Isabel, tiene una derivación de 20" mediante la que se abastece la planta de bombeo GM-14^a; con una capacidad de bombeo de 37 l.p.s abastece al tanque GM-14. La capacidad de almacenamiento del tanque GM-14 es de 200 m³ y abastece mediante bombeo al tanque GM-15 cuya capacidad es de 200 m³. Con este subsistema de tanques se abastece a las colonias San José de la Pradera y Gabriel Hernández.

REBOMBEO GH-1: Este rebombeo recibe agua de la línea de distribución de 48" (1.22 m) de diámetro proveniente de los tanques Santa Isabel, el rebombeo tiene una capacidad de 60 lps y abastece a las colonias Gabriel Hernández y su ampliación.

REBOMBEO GM-12: El rebombeo GM-12 recibe agua de la línea de distribución de 48" (1.22 m) de diámetro proveniente de los tanques Santa Isabel y la bombea al tanque GM-12. El tanque GM-12 tiene una capacidad de almacenamiento de 150 m³ y envía agua por bombeo al tanque GM-13. El tanque GM-13 es el último de este subsistema, tiene una capacidad de almacenamiento de 180 m³ y abastece por gravedad a las colonias Gabriel Hernández y San José de la abastece mediante redes de distribución a las siguientes colonias:

Tres Estrellas, Aragón Inguarán, Gertrudis Sánchez, Ampliación La Joyita, Bondojito, Ampliación Zapata, La Joyita, Tablas de San Agustín, 25 de Julio, San

Felipe de Jesús, Casas Alemán, Campestre Aragón, en sus secciones 1ª, 2ª, 3ª, 6ª, y 7ª. Y al bosque de San Juan de Aragón, además de que aportan una parte de su gasto a las delegaciones Venustiano Carranza y Cuauhtémoc.

	Cantidad	Unidad
Pozos operados por particulares	27	Pozo
Tanques de agua potable	43	Tanque
Plantas de bombeo	24	Planta
Red primaria de agua potable (diámetro De 50 a 183 cm.)	134.45	km
Red secundaria de agua potable	1687.52	km
Tomas domiciliarias domésticas	29116.00	Toma
Tomas domiciliarias de gran consumo	1252	Toma
Garzas de agua potable	3	Toma
Estación medidora de presión	9	Estación

Tabla 1.4 Resumen de la infraestructura de agua potable

Datos Proporcionados por el Sistema de Aguas de La Ciudad de México en el Plan de Acciones Hidráulicas 2001 – 2005 Delegación Gustavo A. Madero

I.12. ALCANTARILLADO

La delegación Gustavo A. Madero cuenta con un nivel de cobertura del 95 por ciento en el servicio, lo que representa una población beneficiada de 1'207,202 habitantes. Para ofrecer este servicio la delegación cuenta con 1,576 *Km.* de red secundaria de drenaje (diámetros menores a 0.61 *m.*) y 188 *Km.* de red primaria constituida por ductos cuyos diámetros oscilan entre 0.61 y 2.5 *m.*

FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO: El sistema General de Drenaje de la delegación está conformado por cauces naturales, un canal a cielo abierto, colectores, de la red primaria de drenaje y planta de bombeo, los cauces naturales son los ríos: Remedios, Tlalnepantla, San Javier, Temoluco y Cuauhtepac; el canal a cielo abierto es el Gran Canal de Desagüe el cual está siendo entubado desde el año 1993. Estos cauces son los elementos principales con que cuenta la delegación para desalojar sus aguas residuales. Los colectores drenan las aguas residuales de la delegación y la entregan a los drenes mencionados anteriormente, como los colectores no pueden descargar por gravedad a los drenes principales de la delegación debido a los hundimientos de la ciudad, se ha tenido que hacer uso de plantas de bombeo que permitan desalojar las aguas residuales y pluviales hacia dichos conductos.

Las 12 plantas de bombeo con las que cuenta la delegación son: 5, 6, 6-A, 7, Pozo Indio, 8, Oceanía, que descargan al Gran Canal; la Raza, pertenecen al sistema Consulado; C.T.M. descarga al río de los Remedios; Patronato del Maguay, descarga al río San Javier, al Acueducto que descarga al río Tlalnepantla y Chiquihuite que descarga al río de los Remedios. En conjunto estas plantas tienen una capacidad de $101.48 \frac{m^3}{seg}$. se cuenta con 11.0 *Km.* del sistema

de Drenaje Profundo correspondientes al Interceptor Oriente y el Interceptor Central.

El Interceptor Oriente cuenta con dos obras de captación que son la Zanja Madre Cuauhtepac que descargan a la lumbrera 13, y con una obra de toma en el Gran Canal de Desagüe. El Interceptor Central tiene obras de captación denominadas Consulado, Cuitláhuac, Fortuna, Moyabamba, Temoluco, Acueducto Guadalupe Vallejo.

Además en la delegación se han instalado plantas de bombeo en pasos a desnivel con capacidad conjunta de $2,210 \frac{m^3}{seg}$, para desalojar el agua de lluvia y así evitar encharcamientos en dichos pasos. Estas plantas en su mayoría están construidas en los cruces de la Av. Insurgentes con otras vialidades y con el metro, éstas son: al cruce con Cantera, Montevideo, Fortuna y Poniente 112, además de éstas existen otras en las cruces de Sebastián Bach y Paganini, Paganini y Abundio Martínez, calzada de Guadalupe y calzada de Los Misterios, Consulado y FFCC. Hidalgo y Consulado y Tlacos. A través de esta infraestructura, que se desaloja el agua residual y pluvial de la delegación.

CAPITULO II

SELECCION DE LA ALTERNATIVA DE SOLUCION DE LA TRAYECTORIA DE LA TUBERIA.

II.1. OBJETIVO ESPECÍFICO

Definir la trayectoria que tomará la línea de conducción de agua potable, considerando la geología de la zona y las interferencias que la tubería pueda tener a lo largo de su recorrido.

II.2. RECORRIDO EN LA ZONA DE PROYECTO

Durante los recorridos que se realizaron por la zona de estudio se consideró la posibilidad de utilizar otras vialidades para alojar la tubería dadas las características del terreno, así como las condiciones de los asentamientos habitacionales, la infraestructura hidráulica, telefónica existente. etc. a continuación se describen dos de los diferentes recorridos de la tubería.

II.3. ALTERNATIVAS

Las diferentes propuestas de solución se presentan en el plano **(P. ALTERNATIVAS - 2)** localizado en el capítulo 5.

Alternativa No. 1 En esta el trazo se propuso por el Noreste del Rebombeco CGM-8 sobre el Callejón del Carmen hasta la calle Tenochtitlan, continuando por esta hasta la esquina formada por la calle Benito Juárez y Tenochtitlan con una longitud de 216.35 m, que sumados a la longitud del tamo común resulta una longitud total de 750.85 m.

Alternativa No. 2 El trazo de la línea es al sureste del Rebombeco CGM-8 sobre la cerrada del Carmen hasta la calle Benito Juárez continuando a la izquierda hasta la esquina que forma con la calle Tenochtitlan, en este punto se continúa hacia la derecha

hasta encontrarse con la calle Xicotencatl siguiendo esta calle se encuentra el tanque GM-8. Del tanque CGM-8 hasta el punto formado por las calles Benito Juárez y Tenochtitlan se tiene una distancia de 134.24 m lo que esta cantidad sumada al tramo común resulta una longitud total de 664.70 m.

Para las dos alternativas existe un tramo común que está comprendido a partir de la esquina formada por las calles Tenochtitlan y Benito Juárez hasta el tanque GM-8 con una longitud de 530.46 m.

Al analizar las dos propuestas de trazo se encontró que la alternativa No.1 que va del rebombeo hasta la calle Tenochtitlan, cuya sección, por lo que realizar el alojamiento de la línea por este tramo resulta problemático debido que en dicha calle se encuentra instalada la infraestructura de alcantarillado y agua potable.

De acuerdo a lo anterior la alternativa No. 2 es la más conveniente, ya que no presenta interferencias con la infraestructura hidráulica, la calle por su amplitud permite las maniobras más fácilmente. A continuación se dan las características de cada uno de los trazos.

ALTERNATIVA	No. 1	No 2
GASTO (l.p.s)	310.00	310.00
LONGITUD (m)	750.81	664.70
CRUCES CON INFRAESTRUCTURA	28.00	22.00

Tabla II.1 Alternativas de trazo

Las figuras II.1 y II.2 muestran el recorrido de cada una de las alternativas propuestas.

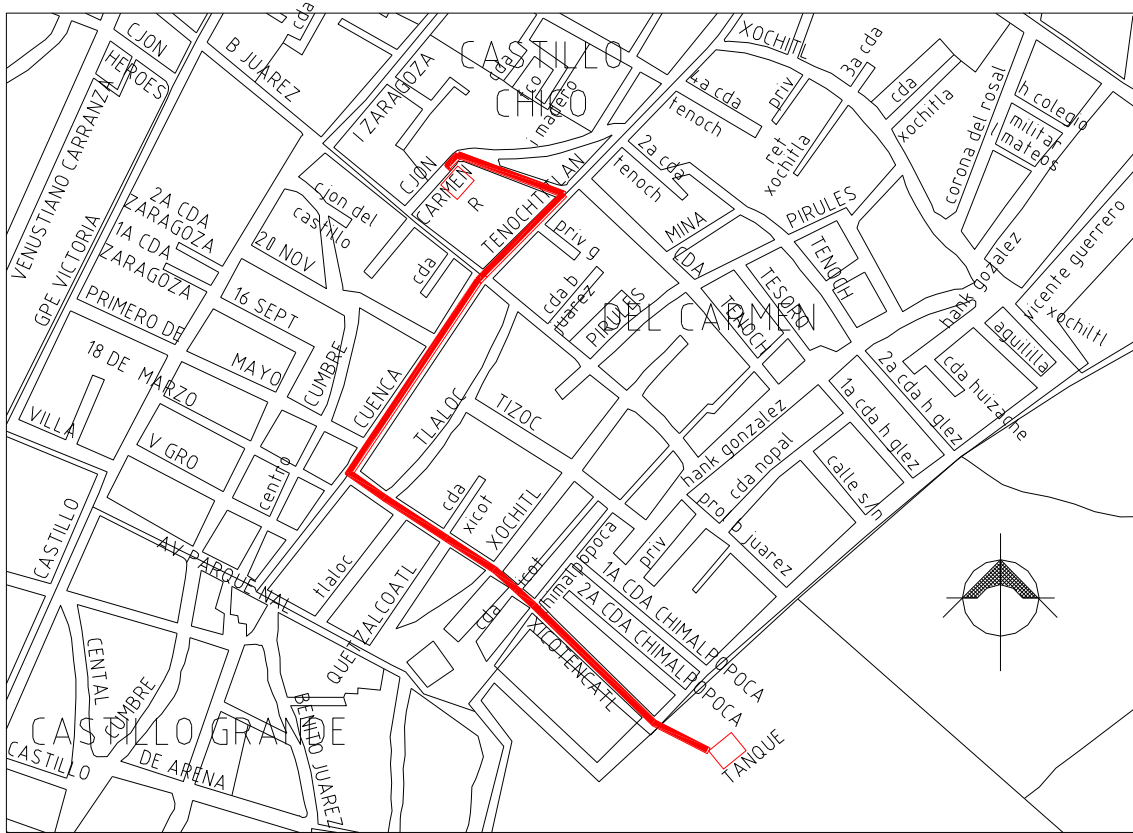


Figura II.1 Alternativa No.1

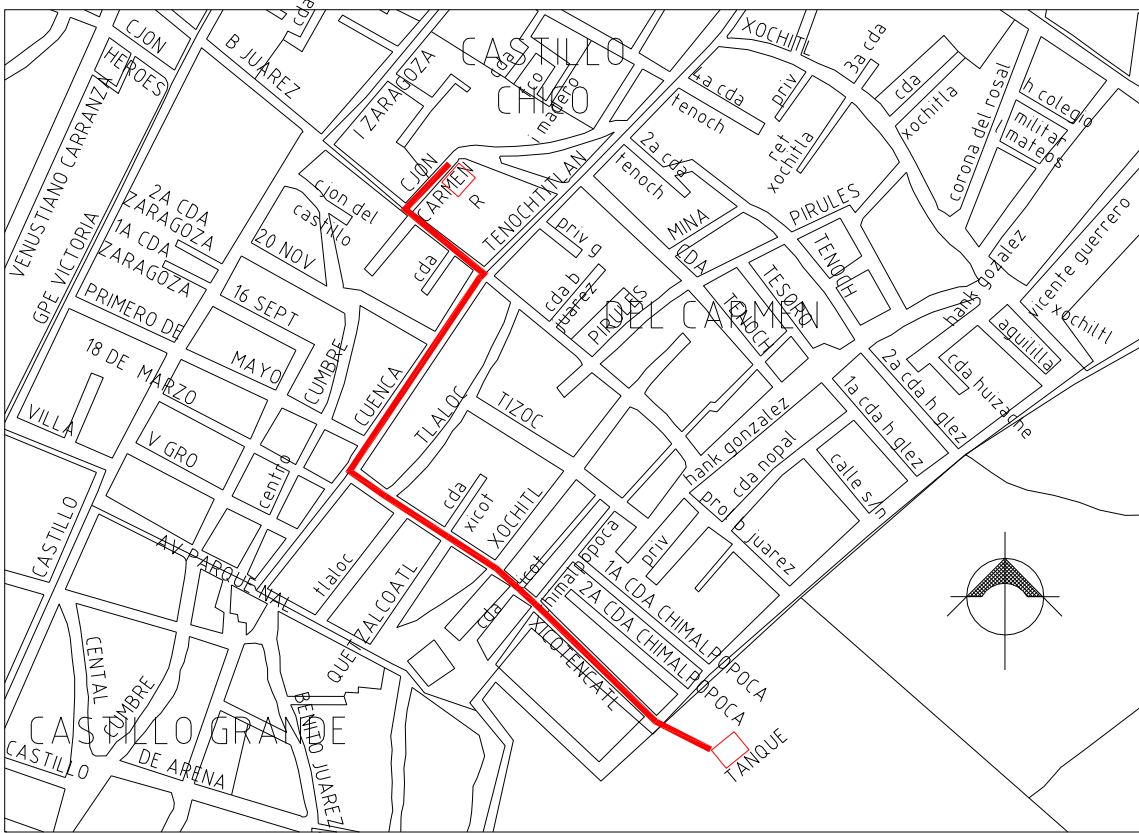


Figura II.2 Alternativa No. 2

Las fotografías que a continuación se muestran describen la ruta por donde se alojará la tubería



Fotografía No. 1 Trazo de la línea del proyecto sobre el callejón del Carmen vista desde la calle Benito Juárez



Fotografía No. 2 Trazo de la línea del proyecto sobre la calle Benito Juárez vista desde el Callejón del Carmen



Fotografía No. 3 Trazo de la línea de proyecto sobre la calle Benito Juárez, vista desde la calle Tenochtitlan



Fotografía No. 4 Trazo de la línea del proyecto sobre la calle Tenochtitlan vista desde la calle Benito Juárez



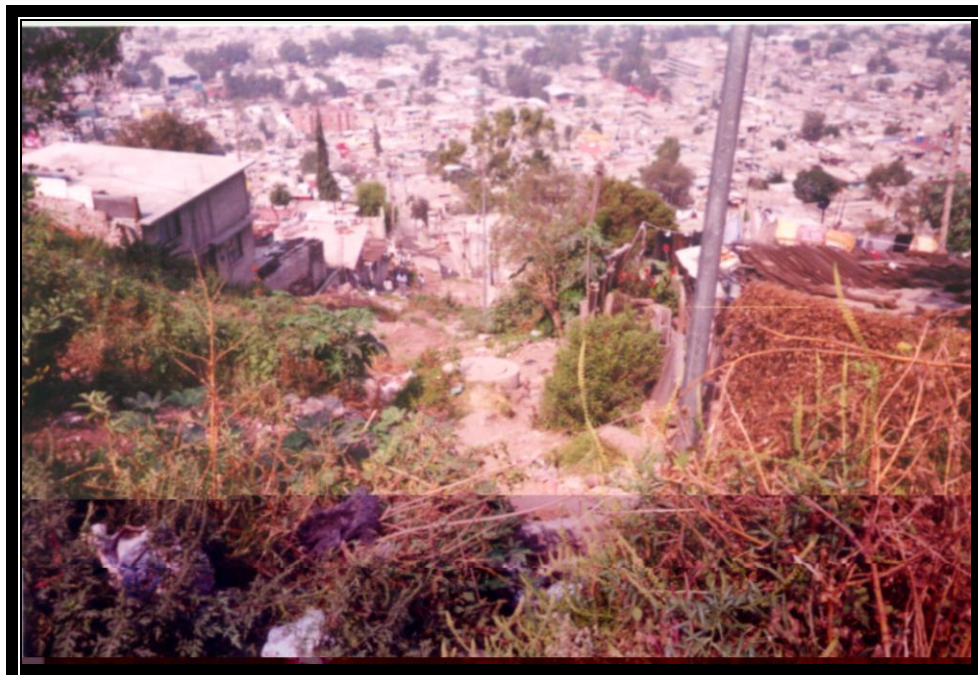
Fotografía No. 5 Trazo de la línea del proyecto sobre la calle Tenochtitlan vista desde la Xicotencatl



Fotografía No. 6 Trazo de la línea del proyecto sobre la calle Xicotencatl



Fotografía No. 7 Vista de la calle Xicotencatl hacia el tanque GM-8



Fotografía No. 8 Vista de la calle Xicotencatl desde la zona del tanque GM-8 hacia la calle Chimalpopoca



Fotografía No. 9 Vista del tanque GM-8

CAPÍTULO III

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

III.1. OBJETIVO ESPECÍFICO

Determinar la planimetría y altimetría de la zona de proyecto, así como la localización de la infraestructura existente, electrificación, alumbrado público, teléfonos, gas, etc.

III.2. TRAZO Y NIVELACION DE LA POLIGONAL DE APOYO.

Para llevar a cabo los trabajos de levantamiento topográfico fue necesario levantar una poligonal abierta de apoyo, la cual sirvió de base. Para esta poligonal se consideró una precisión angular de $\pm 2''$ por cada vértice con aparato WILT T-1 los vértices se marcaron en campo mediante clavos de concreto y pintura.

Para la nivelación de la poligonal se usó un nivel NA-28 marca LEICA empleando estadales de aluminio de 4 mm, con código de barra y división en centímetros, la tolerancia permitida es de:

$$T = \pm 4\sqrt{K}$$

Donde T=Tolerancia

K= longitud en Km.

III.3. LEVANTAMIENTO DE PLANIMETRÍA Y ALTIMETRÍA DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE.

Los levantamientos de planimetría y altimetría se realizaron utilizando el método de radiaciones, levantando paramentos, guarniciones, infraestructura relacionada con el agua potable, drenaje sanitario, pluvial, instalaciones de Telmex, (postes, registros, casetas telefónicas, etc.), instalaciones pertenecientes a la Compañía de Luz y Fuerza del Centro (postes y registros), ver **(P. TOPOGRÁFICO - 3)** localizado en el capítulo 5.

A fin de verificar y nivelar adecuadamente las redes de agua potable, alcantarillado, instalaciones de Telmex, Compañía de Luz y Fuerza del Centro, etc., fue necesario destapar pozos de visita, cajas de válvulas para tubería de agua, así como los registros de Telmex y Compañía de Luz y Fuerza del Centro que no se encuentran soldados, con la finalidad de obtener datos, tales como: diámetro de tuberías existentes, niveles de brocal y de plantilla de pozos de visita, etc.

A continuación se muestran fotografías del levantamiento topográfico de la infraestructura existente en la zona de proyecto.



Fotografía No. 10 Localización del vértice "D" de la poligonal de apoyo sobre la calle Tenochtitlan y cerrada del Carmen, plano topográfico (PT-3)



Fotografía No. 11 Interior de la caja de agua potable de 4" de diámetro ubicada en privada Xicotencatl y calle Xicotencatl



Fotografía No. 12. Conexión de una tubería existente en privada de Xicotencatl



Fotografía No.13. Caja de válvula de agua potable (azolvada) sobre la calle Xicotencatl y Xochitla



Fotografía No. 14 En la presente se muestran las tomas clandestinas que hay a lo largo de la línea de conducción



Fotografía No 15 Caja de agua potable (inundada) sobre la calle Benito Juárez y cerrada del Carmen



Fotografía No. 16 Brigada de topografía realizando mediciones en la esquina de la calle Benito Juárez y calle Tenochtitlan



Fotografía No 17 Brigada de topografía realizando sondeo en las cajas de agua potable



Fotografía No 18 Ubicación del vértice "G" de la poligonal de apoyo localizado en la avenida Tenochtitlan



Fotografía No 19 Brigada de topografía realizando la ubicación de paramentos en la calle Tenochtitlan



Fotografía No. 20 Ubicación de la estación total sobre el vértice "L" de la poligonal de apoyo

CAPITULO IV

DISEÑO HIDRÁULICO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN POR BOMBEO

IV.1. OBJETIVO ESPECÍFICO

Selección del diámetro más económico que conduzca el gasto de diseño, en material de acero, con la finalidad de evitar la instalación de tomas clandestinas.

IV.2. DEFINICIÓN

Se denomina línea de conducción al conjunto de tuberías, estructuras de operación, protección y piezas especiales, destinados a conducir el agua desde la fuente de abastecimiento hasta el tanque de regularización ó el sitio de la entrega.

IV.3. ANTECEDENTES

Para realizar el análisis hidráulico de la línea de conducción comprendida del cárcamo de rebombeo CGM-8 al tanque GM-8 se tomaron en cuenta datos del proyecto electromecánico considerando la situación actual. El cárcamo CGM-8 se ubica en la Delegación Gustavo A. Madero y dota de agua potable a las colonias Benito Juárez, Ampliación Benito Juárez, La Pastora y Castillo Chico.

El gasto que está bombeando el tanque de rebombeo CGM-8 al GM-8 es de 275 l.p.s, mediante tres equipos de 150 HP y uno de 200 HP, los equipos de 150 HP bombean 47, 45 y 68 l.p.s en tanto que el de 200 HP bombea al tanque GM-8 115 l.p.s sumando un total de 275 l.p.s, los equipos de bombeo son verticales tipo turbina los cuales están instalados en la parte superior del tanque CGM-8, considerando las condiciones de operación del tanque CGM-8 y las demandas actuales de las colonias a las que se proporciona el servicio, el proyecto hidromecánico del rebombeo CGM-8 al tanque de distribución GM-8, considera un

gasto de 310 l.p.s por lo cual en el equipamiento se proponen tres bombas operando de manera alternada y simultáneamente.

IV.4. CARACTERÍSTICAS DE LA TUBERÍA

Se empleará tubería de acero sin costura clase A cedula 40, de 508 *mm* (20") de diámetro, espesor de pared 15.09 *mm* .

IV.5. DIÁMETRO A EMPLEAR EN LA TUBERÍA DE PROYECTO

En los sistemas de tuberías es necesario conocer de antemano su geometría, diámetro, clase, tipo de material, presión de trabajo, etc. La selección del diámetro es la que admite más variantes en la solución, debido a que puede hacerse con base en un mayor número de criterios. Sin embargo, el más importante es el económico, tanto por el monto de la inversión inicial del sistema, como en el de conservación y operación del mismo. El diámetro más económico, será aquel para el cual es mínima la suma de los costos de la instalación, conservación y servicios. Los costos de conservación y servicio incluyen los correspondientes al personal y materiales necesarios para mantener en servicio el sistema, además de los costos de la energía para el mismo. Los tubos de gran diámetro ocasionan una pérdida de fricción más pequeña pero son más costosos, con el de menor diámetro sucede lo contrario.

El diámetro seleccionado será aquel que de el mínimo costo total de acuerdo al cálculo del diámetro más económico que resultó ser de 508 *mm* (20") de diámetro, el espesor de la tubería será de 15.09 *mm* considerando la corrosión y una vida útil de 20 años como se mencionó anteriormente.

Los cálculos que respaldan el resultado anterior se realizan a continuación.

IV.6. CÁLCULO HIDRÁULICO DE UNA LÍNEA DE CONDUCCIÓN POR BOMBEO

El cálculo hidráulico se basa en la fórmula de Manning $H_f = KLQ^2$, cuyo significado es el siguiente.

H_f = pérdidas por fricción, en m .

$K = \frac{10.293n^2}{d^{\frac{16}{3}}}$ constante de Manning, adimensional.

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

n = coeficiente de rugosidad, sin dimensiones.

d = diámetro del tubo, en m .

Q = gasto de diseño, en $\frac{m^3}{seg}$.

En toda línea de conducción por bombeo se hará el estudio del diámetro más económico, determinando el costo total de operación para varias alternativas de diámetros, cuyo valor mínimo será el que fije el diámetro más económico. Los cálculos deben presentarse en tablas hechas para este fin, en la que se toma en cuenta la sobrepresión producida por el golpe de ariete, se considera que la tubería absorbe aproximadamente el 20%, para la protección del equipo de bombeo y de la tubería de la conducción, contra la sobrepresión por golpe de ariete, se recomienda utilizar válvulas aliviadoras de presión, válvulas de aire, desagües, torres de oscilación, etc.

Con el objeto de asegurar un servicio continuo, se deberá tener un mínimo de dos equipos de bombeo de operación. En el caso de pozos profundos, se deberá de contar con una unidad de bombeo extra.

En la figura IV.1 se presentan las partes que integran una línea de conducción por bombeo. Para el buen funcionamiento de las líneas de conducción es importante la instalación de válvulas eliminadoras de aire, válvulas de aire y vacío, válvulas combinadas de aire y desagües.

IV.7. DETERMINACIÓN DE LOS DIÁMETROS

Se determina el diámetro inicial y posteriormente se propone uno superior y otro diámetro inferior, es importante aclarar que el valor del diámetro calculado generalmente no corresponde a un diámetro comercial por lo que deberá ajustarse de acuerdo a los que maneja el fabricante.

Para obtener el primer diámetro se aplica la siguiente expresión, conocido el gasto de diseño.

$$d = 1.2 \sqrt{Q}$$

donde:

d = diámetro, en pulgadas.

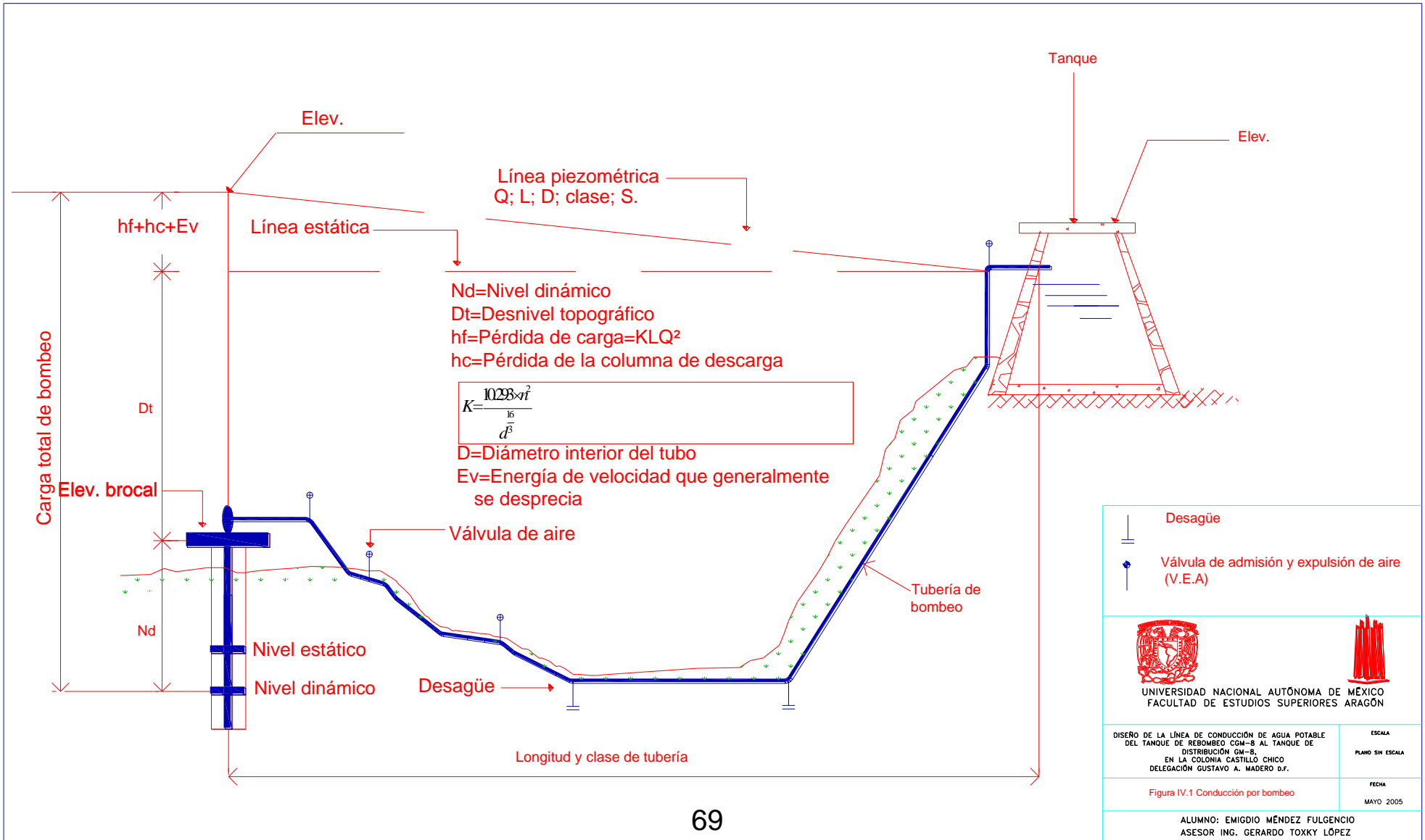
1.2=constante para homogeneizar unidades.

Q =gasto = 310 l.p.s.

Sustituyendo los datos en la ecuación anterior se tiene:

$$d = 1.2 \sqrt{310} = 21.13'' = 508 \text{ mm } (20'')$$

De acuerdo al resultado de (20'') se tomarán dos diámetros comerciales de 457 mm (18'') y 559 mm (22'').



IV.8. CÁLCULO DE LAS ÁREAS

Para el cálculo de las áreas de las tuberías en la línea de conducción se aplica la siguiente fórmula, para los siguientes diámetros de 457 mm (18"), 508 mm (20") y 559 mm (22").

$$A = \frac{\pi \times D^2}{4}$$

donde: A = área, en m^2 .

π = 3.141592 sin dimensiones.

D = diámetro, en m .

Sustituyendo el valor del diámetro se tiene:

$$A_{20} = \frac{\pi \times (0.508)^2}{4} = 0.2027 m^2$$

se utilizó el mismo procedimiento para obtener las áreas de los otros dos diámetros

$$A_{18} = 0.1640 m^2$$

$$A_{22} = 0.2454 m^2$$

IV.9. CÁLCULO DE LAS VELOCIDADES

Para cálculo de las velocidades se aplica la fórmula de continuidad de la cual se despeja la velocidad, para la tubería de 508 mm (20") de diámetro, de manera similar se obtienen las velocidades para los otros dos diámetros.

$$Q = AV ,$$

donde:

$$Q = \text{gasto, en } \frac{m^3}{seg}$$

$$A = \text{área, en } m^2$$

$V = \text{velocidad, en } \frac{m}{seg}$

$$V_{20} = \frac{Q}{A_{20}}$$

datos:

$$A_{20} = 0.2027 \text{ m}^2$$

$$Q = 0.310 \frac{\text{m}^3}{seg}$$

Sustituyendo los valores del gasto ($0.310 \frac{\text{m}^3}{seg}$) y el valor del área (0.2027m^2) se

determina la velocidad.

$$V_{20} = \frac{0.310}{0.2027} = 1.5294 \frac{m}{seg}$$

Velocidades para los diámetros 0.457 mm (18") y 0.559 mm (22").

$$V_{18} = 1.8902 \frac{m}{seg}$$

$$V_{22} = 1.2632 \frac{m}{seg}$$

IV.10. CÁLCULO DE LA CONSTANTE "K" PARA CADA UNO DE LOS DIÁMETROS.

Para obtener el valor de la constante "K" para cada diámetro, de la fórmula de Manning:

$$Hf = KQ^2L$$

$$K = \frac{10.293 \times n^2}{d^{\frac{16}{3}}}$$

Nota: Los valores de la constante “K” se pueden calcular con la expresión anterior pero es importante aclarar que los valores de dicha constante se encuentran calculadas para diferentes tipos de materiales y diámetros en el **Manual de Normas de Proyecto para Obras de Aprovechamiento de Agua Potable en Localidades Urbanas de la República Mexicana.**

donde:

H_f = pérdidas por fricción, en m .

n = coeficiente de rugosidad, sin dimensiones

Q = gasto, en $\frac{m^3}{seg}$

Para la realización de estos cálculos es necesario contar con el coeficiente de rugosidad para el acero, cuyo valor es de $n = 0.012$, además de contar con los diámetros anteriores.

Cálculo de las constante K para cada diámetro.

datos:

$$n = 0.012$$

d = diámetro, en m

$$K_{20} = \frac{10.293 \times (0.012)^2}{0.508^{\frac{16}{3}}} = 0.055$$

de manera similar se calcularon las constantes “K” para los diámetros (0.457 m) 18” y (0.559 m). 22”.

$$K_{18} = 0.097$$

$$K_{22} = 0.033$$

IV.11. CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS POR FRICCIÓN

Cuando la tubería trabaja a presión, en ella se provoca una fricción entre el fluido y las paredes del conducto, a éste fenómeno se le conoce como pérdida por fricción o pérdida de carga. Una de las fórmulas que se emplean para determinar las pérdidas por fricción a lo largo de la línea de conducción es la de Manning, cuyo significado ya se conoce:

$$h_f = LKQ^2$$

datos:

$L = 664.70m$, longitud total de la línea de proyecto.

$Q = 0.310 \frac{m^3}{seg}$, gasto de proyecto

$K = 0.055$

$$h_{f_{20}} = 664.70 \times 0.055 \times (0.310)^2 = 3.513m$$

de manera similar se calcularon para los diámetros 0.457 mm (18") y 0.559 mm (22").

$$h_{f_{18}} = 6.196m$$

$$h_{f_{22}} = 2.108m$$

Para las pérdidas menores se toma un 10 % de las mayores o sea $H_f = 3.513 \text{ m}$ se tiene $h_f = 0.351 \text{ m}$.

IV.12. CÁLCULO LA CARGA DINÁMICA TOTAL

La carga total de bombeo se determina con la suma de los siguientes elementos

Pérdidas mayores = H_f mayores

Pérdidas menores = h_f menores

H_f mayores + h_f menores + desnivel + altura del tanque+prof. de succión.

$$Hft_{20} = 3.513 + 0.351 + 112.00 + 3.60 + 3.50$$

$$Hft_{20} = 122.964 \text{ m .}$$

de manera similar se calcularon para los diámetros 0.457 mm (18") y 0.559 mm (22").

$$Hft_{18} = 125.916m$$

$$Hft_{22} = 121.419m$$

IV.13. DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO

Para determinar la potencia de la bomba se aplica la siguiente fórmula

$$P = \frac{Q \times H}{76 \eta}$$

donde:

P = Potencia de la bomba

Q = Gasto en, l.p.s

H = Carga total de bombeo

η = Eficiencia 70%

$$P_{20} = \frac{310 \times 122.964}{76 \times 0.7} = 716.496hp$$

de manera similar se calcularon para los diámetros 0.457 mm (18") y 0.559 mm (22")

$$P_{18} = 733.721hp$$

$$P_{22} = 707.464hp$$

En la tabla 4.2 se continúa con el diseño hidráulico de la línea de conducción y en específico con el golpe de ariete, así como el costo total de la conducción para cada uno de los diámetros y finalmente el resumen donde aparece el costo anual

de operación durante los trescientos sesenta y cinco días y en la cual se observa que el diámetro más económico es de 508 *mm* (20") de diámetro.

CALCULO DEL DIAMETRO MAS ECONOMICO

PROYECTO: DISEÑO DE LA LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE DEL TANQUE DE REBOMBEO CGM-8 AL TANQUE DE DISTRIBUCION GM-8 EN LA COLONIA CASTILLO CHICO DELEGACION GUSTAVO A. MADERO.

CALCULO: F. EMIGDIO

REVISO: ING. G. TOXKY

Diámetro Nominal		Area en m2	Gasto en m3/seg (Q)	Velocidad en m/seg (V)	Long. línea en m. (L)	(Q2)	Coef. fricción Manning	Const de Manning (K)	Perd. fricc. hf=LQ2k en m	10% hf otras perd	Hft = hf + 10%h	QHft (Q en lps)	76n n=70%	hp=QHft/76n (1)
m	pulg	(A)	(Q)	(V)	(L)			(K)						
0.457	18.00	0.1640	0.310	1.8902	664.70	0.0961	0.012	0.097	6.196	0.620	125.916	39,033.960	53.20	733.721
0.508	20.00	0.2027	0.310	1.5294	664.70	0.0961	0.012	0.055	3.513	0.351	122.964	38,118.840	53.20	716.496
0.559	22.00	0.2454	0.310	1.2632	664.70	0.0961	0.012	0.033	2.108	0.211	121.419	37,639.890	53.20	707.464

GOLPE DE ARIETE

Presión de trab. la tubería kg/cm2	Diámetro Nominal (d) cm	Espesor pared de tubo (e) cm	V en m/seg	145V	Ead	Ete	Ead/Ete	1+Ead/Ete	(1+Ead/Ete)^1/2	hi 145v/(1+Ead/Ete)0.5	Sopresión absorbida por válvula r.p.= 80%h	Sobrepresión absorbida por tubería 20%h	carga normal de operación (en m)	Presión total 20%h+carga normal de operación
GRADO B CED. 40	45.70	1.27	1.8902	274.04	944,169.00	2,667,000.00	0.3540	1.3540	1.1640	235.46	188.37	47.09	125.92	173.00
GRADO B CED. 40	50.80	1.50	1.5294	221.76	11,265.41	3,150,000.00	0.0040	1.0040	1.0020	221.32	177.06	44.26	122.96	164.22
GRADO B CED. 40	55.90	1.55	1.2631	183.15	10,238.64	3,255,000.00	0.0030	1.0030	1.0010	182.98	146.38	36.60	121.42	158.02

V= velocidad inicial del agua (m/seg)

Ea = Módulo de elast. del agua (20670 kg/cm2)

Et = Módulo de elasticidad de las paredes del tubo (para Acero 2100000 kg/cm2)

CONCEPTO	Diámetro = 457 mm				Diámetro = 508 mm				Diámetro= 559 mm			
	Cantidad	Unidad	P.U.	Importe	Cantidad	Unidad	P.U.	Importe	Cantidad	Unidad	P.U.	Importe
TRAZO Y NIVELACION	6647.00	m2	2.20	14,623.40	6647.00	m2	2.20	14,623.40	6647.00	m2	2.20	14,623.40
DEMOLICION	54.21	m3	233.59	12,662.91	54.21	m3	233.59	12,662.91	54.21	m3	233.59	12,662.91
EXCAVACION	541.22	m3	28.99	15,689.97	541.22	m3	28.99	15,689.97	541.22	m3	28.99	15,689.97
TUBERIA	664.70	m	1,539.12	1,023,053.06	664.70	m	1,923.90	1,278,816.33	664.70	m	2,308.68	1,534,579.60
RELLENO	431.52	m3	129.06	55,691.97	431.52	m3	129.06	55,691.97	431.52	m3	129.06	55,691.97
BACHEO	541.22	m3	83.66	45,278.47	541.22	m3	83.66	45,278.47	541.22	m3	83.66	45,278.47
TOTAL				1,166,999.78				1,422,763.05				1,678,526.31

RESUMEN

Presión de trab. tubería Kg/cm2	Diámetro nominal		H.P	K.W.H.	Costo por hora bombeo \$	Carga anual de bombeo \$	Costo total de conduc.	Cargo anual de amort. (15 años al 25 % anual)	Costo anual de bombeo para operación de 365 días
	mm	pulgadas							
GRADO B CED.40	457.00	18.00	773.72	576.96	276.94	2,425,994.40	1,166,999.78	302,247.50	2,728,241.90
GRADO B CED.40	508.00	20.00	716.50	534.29	256.46	2,246,589.60	1,422,763.05	365,071.39	2,611,660.99
GRADO B CED.40	559.00	22.00	707.46	527.55	253.22	2,218,207.20	1,678,526.31	439,732.87	2,657,940.07

Tabla 4.2 Cálculo del Diámetro más Económico
LA TUBERIA QUE RESULTA SER MAS ECONOMICA ES LA DE 20 PULGADAS.

IV.14. DISEÑO DE ATRAQUES

En una línea de conducción se presentan cambios de dirección o deflexiones ya sean, horizontales o verticales, en estos cambios de dirección se presentan empujes debidos a fuerzas dinámicas producidas por el agua en movimiento hidrostático debido a la presión del agua, también se tienen efectos producidos por la dilatación de los materiales debido a los cambios de temperatura.

Cuando en una tubería se presenta un cambio de dirección esta se hace con un codo, en el codo se presentan fuerzas que se transmiten al exterior y que hay que absorber con un atraque, los empujes que se presentan en un atraque son de tres tipos, tubo vacío, tubo lleno de agua pero sin que esta presente movimiento alguno y tubo con agua en circulación, este último se considera como el más desfavorable.

Las fuerzas que actúan sobre el atraque son en orden de importancia las siguientes:

- ❖ Fuerza producida por la presión hidrostática actuando a lo largo de la tubería
- ❖ Fuerza dinámica debido al cambio de dirección.
- ❖ Fuerza producida por el peso propio de la tubería, como generalmente las tuberías se proyectan enterradas esta fuerza se desprecia, ya que absorbe la fricción que existe entre el tubo y el terreno.

De acuerdo con los puntos anteriores sólo son de importancia la fuerza dinámica y la fuerza hidrostática, representadas en la figura IV.2

La fuerza dinámica se describe con la siguiente ecuación:

$$Fd = W\left(\frac{v}{g}\right)$$

donde:

$$W = Q\gamma$$

Q = gasto que pasa por el tubo, en $\frac{m^3}{seg}$

$\gamma = 1 \frac{ton}{m^3}$ peso específico del agua

La fuerza hidrostática se describe con la siguiente ecuación:

$$Fe = Ap$$

donde:

A = área de la sección del tubo, en m^2

$p = \gamma h$ presión hidrostática

La suma de las fuerzas es:

$\sum F = F = Ap + W\left(\frac{v}{g}\right) = Q\gamma\left(\frac{v}{g}\right) + Ap$ de la ecuación de la continuidad se sustituye

el valor del gasto.

$$F = A\left(\frac{\gamma v^2}{g} + p\right) = A\left(\frac{\gamma v^2}{g} + \gamma h\right)$$

$$F = A\gamma\left(\frac{v^2}{g} + h\right)$$

donde:

A = área de la sección del tubo, en m^2 .

$\gamma = 1 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}$ peso específico del agua

$v =$ velocidad del agua en el tubo, en $\frac{\text{m}}{\text{seg}}$.

$p =$ presión hidrostática igual λh

$Fd =$ fuerza dinámica, en ton.

$g =$ aceleración de la gravedad ($9.81 \frac{\text{m}}{\text{seg}^2}$)

$h =$ altura hidrostática, en m .

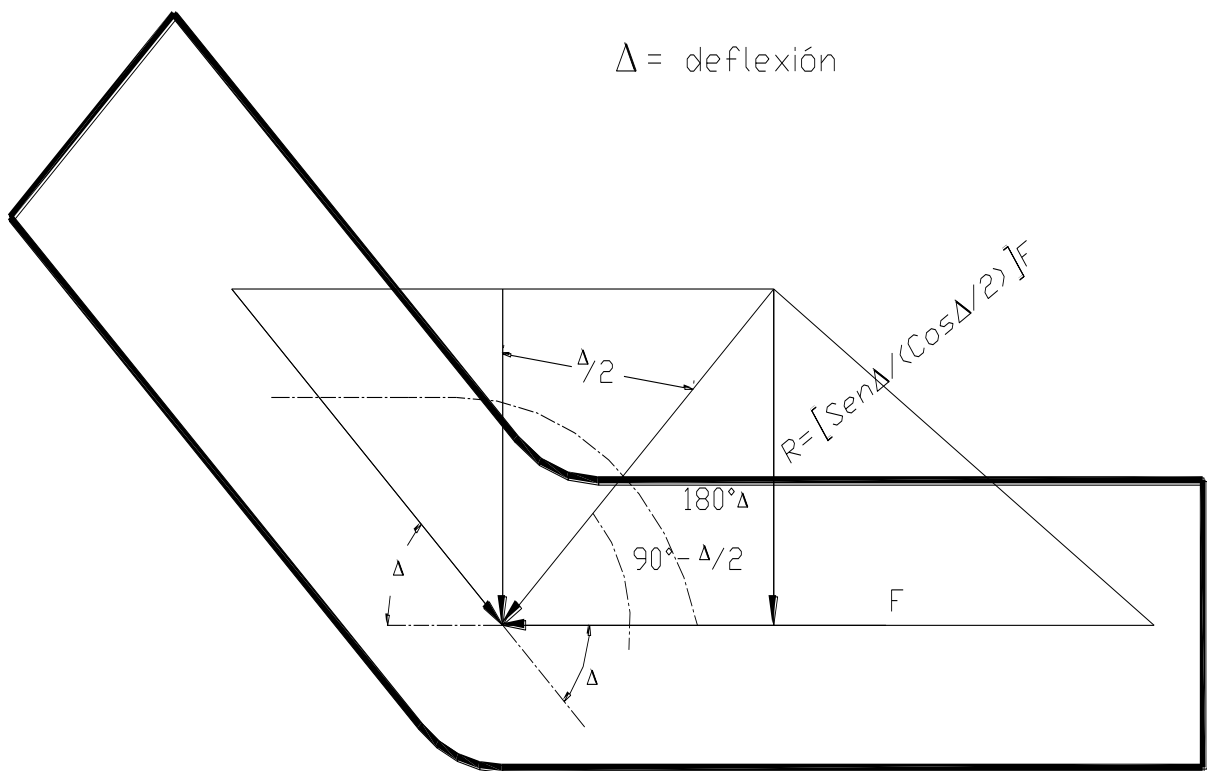


Figura IV.2 Fuerzas que actúan en un tubería con un ángulo de deflexión Δ

$$FT = 2A\left(\frac{v^2}{g} + p\right)\left(\sin\frac{\Delta}{2}\right)$$

donde:

FT = fuerza total del codo, en Kg

A = área de la sección transversal, en m^2

p = presión en la tubería (incluyendo la debida al golpe de ariete en caso de presentarse)

v = velocidad del agua en la tubería, en $\frac{m}{seg}$

Δ = ángulo de deflexión de la tubería

g = aceleración de la gravedad ($9.81 \frac{m}{seg^2}$)

Diseño del atraque ubicado en el kilómetro 0+658.32 de la línea de conducción

Con la finalidad de ejemplificar el diseño de un atraque, a continuación se muestran los cálculos, para conocer su dimensionamiento, es decir, el volumen de concreto y el área que este debe abarcar para que no se exista deslizamiento o hundimiento.

Los resultados y dimensiones se muestran en el plano **P. Planta- 1**.

En el proyecto se tiene una tubería de acero con diámetro de 20 pulgadas que conduce un gasto de 310 l.p.s en el cadenamiento 0+658.32 se encuentra un codo con un ángulo de deflexión $\Delta = 25^{\circ}30' 53''$, al cual se debe diseñar un atraque de la siguiente manera:

$$A = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi \times (0.508)^2}{4} = 0.2027 \text{ m}^2$$

$$Q = 310 \text{ l.p.s} = 0.310 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}}$$

se obtiene la velocidad, despejando la ecuación de continuidad

$$Q = A \times V$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.310}{0.2027} = 1.53 \frac{\text{m}}{\text{seg}}$$

Para obtener las pérdidas por fricción se aplica la fórmula Hazen Williams

$$H_f = 0.54 \sqrt{\frac{Q}{0.0177435938 \cdot C D^{2.63}}} \times L$$

Donde:

H_f = pérdidas por fricción, en m

Q = gasto, en l.p.s

D = diámetro, en pulgadas

L = longitud de conducción, en m

$C = 130$

$$H_f = 0.54 \sqrt{\frac{310}{0.0177435938 \times 130 \times 20^{2.63}}} \times 658.32$$

$$H_f = 2.65 \text{ m}$$

Piezométrica = carga disponible + cota de terreno

Presión interior de la tubería = carga piezométrica – pérdidas por fricción

Piezométrica = 2394.97 + 7.85 = 2402.82 cm. = 24.02 m

Presión interior de la tubería = 24.02 - 2.65 = 21.37 m

$$P = 21370 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

CÁLCULO DE LA FUERZA TOTAL

$$FT = 2A \left(\frac{\gamma V^2}{g} \right) + \phi \left(\text{sen} \frac{\Delta}{2} \right)$$

$$FT = 2 * 0.2027 \left[\frac{1000 * 1.53^2}{9.81} \right] + 21,370 \text{sen} \frac{25^\circ}{2}$$

$$FT = 4,722.05 \text{kg}$$

Factor de seguridad = 1.2

$$FT' = 4,722.05 \times 1.2 = 5,666.46 \text{kg}$$

$$\text{Peso volumétrico del concreto} = 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

PESO DEL ATRAQUE:

$$P = \frac{5,666.46}{\tan 30^\circ} = 9,814.60 \text{kg}$$

VOLÚMEN DE CONCRETO:

$$V_c = \frac{9,814.60}{2400} = 4.09 \text{m}^3$$

Para que no exista ningún deslizamiento se aplica la siguiente ecuación

$$\sum F_v \geq \frac{F_s \sum F_h}{\mu}$$

Donde:

$\sum F_v$ = suma de fuerzas verticales, en kg

F_s = factor de seguridad, sin dimensiones

$\sum F_h$ = suma de fuerzas horizontales, en kg

μ = coeficiente de fricción=0.5

Cálculo de la fuerza horizontal:

$$F_h = FT' \operatorname{sen} \frac{\Delta}{2} = 5,666.46 \operatorname{sen} \frac{25^\circ}{2}$$

$$F_h = 1,226.45 \text{kg}$$

Cálculo de la fuerza vertical

$$F_v = FT' \operatorname{sen} \frac{\Delta}{2}$$

$$F_v = 5,666.46 \cos \frac{25^\circ}{2}$$

$$F_v = 5532.14 \text{kg}$$

$$\sum F_v \geq \frac{F_s \sum F_h}{\mu}$$

$$5,532.14 \geq \frac{1.2 \times 1,226.45}{0.5}$$

$$5,532.14 \geq 2,943.48$$

Por lo tanto no hay deslizamiento

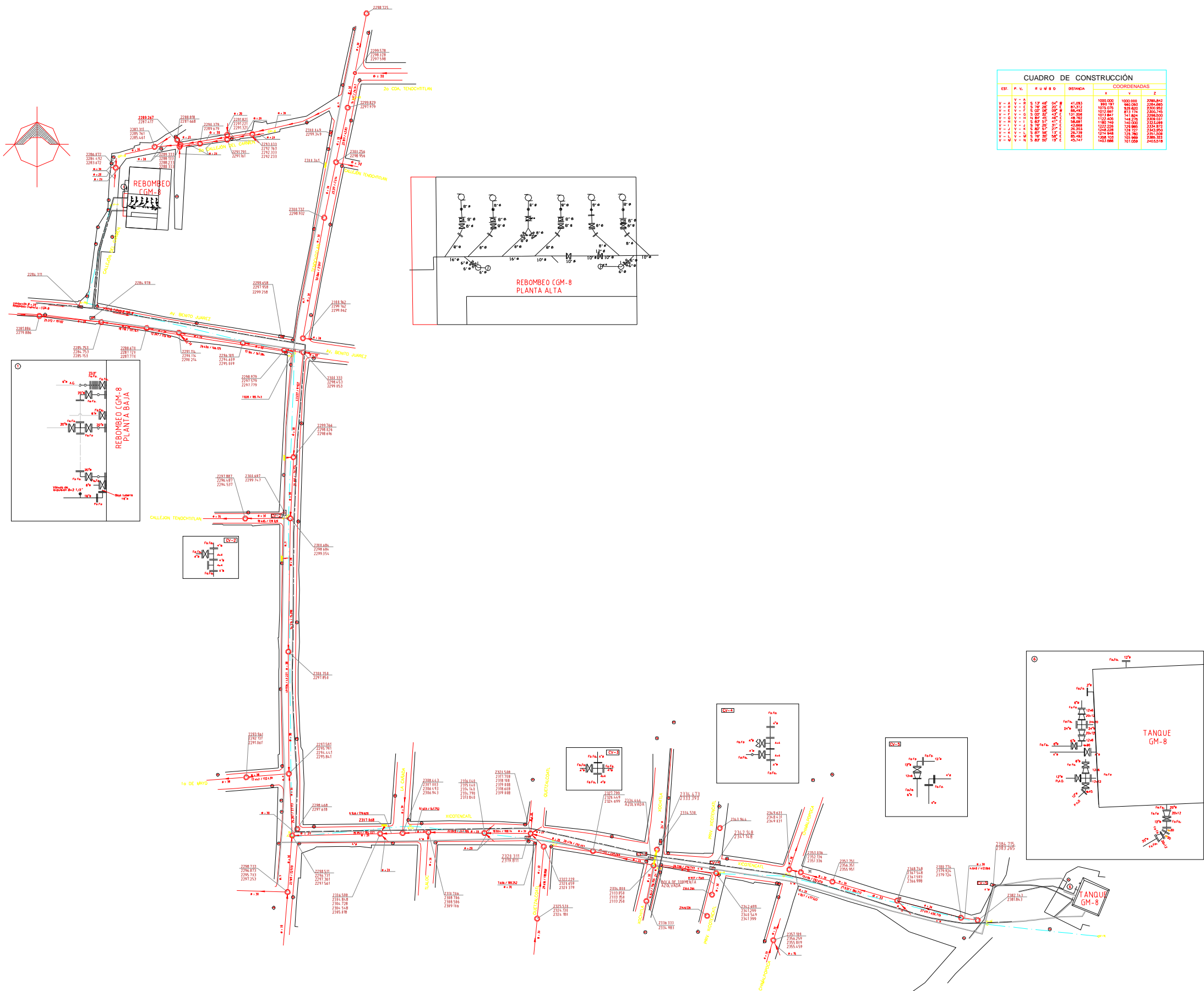
Calcular el área para evitar hundimiento

$$A = \sum \frac{F_v}{f_t}$$

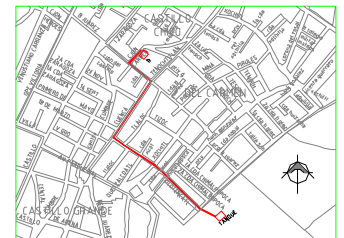
f_t = fatiga del terreno

considerar $f_t = 3000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$

$$A = \frac{5,532.14}{3000} = 1.84 \text{m}^2$$



CUADRO DE CONSTRUCCIÓN						
EST.	P. V.	R. U. M. D.	DISTANCIA	COORDENADAS		
				X	Y	Z
V-1	1000.000	1000.000	228.842			
V-2	990.719	980.024	228.080			
V-3	1073.053	878.820	2200.000			
V-4	88.763	1073.053	878.820			
V-5	130.388	1073.053	141.824			
V-6	48.763	1127.026	142.770			
V-7	30.680	1180.749	142.000			
V-8	26.252	1242.208	128.807			
V-9	26.252	1242.208	721.077			
V-10	26.278	1274.948	728.760			
V-11	86.483	1308.502	120.999			
V-12	45.747	1403.086	701.029			



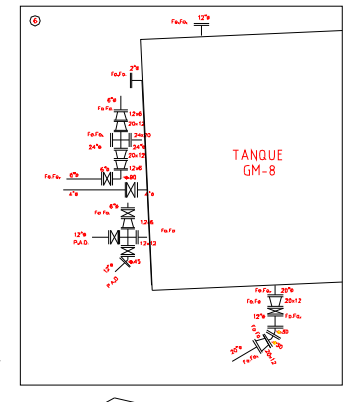
**CROQUIS DE LOCALIZACIÓN
SIMBOLOGIA EXISTENTE**

- ABREVIATURES
- POSTE DE LUZ
- POSTE DE TELEFONO
- REG. DE TELEFONO
- COLADERA DE BANDOLETA
- COLADERA DE TORNENTA
- MALLA
- VERTICE
- BANCO DE NIVEL
- POSICIONAL DE APOYO
- POZO DE VISTA EXISTENTE
- POZO DE VISTA EXISTENTE CON CADA SENTIDO DEL FLUJO
- LINEA DE DRENASE
- DUCTOS EN ems.
- LONGITUD. mts. / PENDIENTE en milés
- COTA DE TERRENO
- COTA DE PLANTILLA
- REG. DE AGUA POTABLE
- NUMERO DE CRUCEO
- LINEA AGUA POTABLE EXISTENTE Ø=4"
- LINEA AGUA POTABLE EXISTENTE Ø=6"
- LINEA AGUA POTABLE EXISTENTE Ø=12"
- LINEA AGUA POTABLE EXISTENTE Ø=20"
- LINEA AGUA POTABLE EXISTENTE Ø=24"
- CRUZ DE Fc/Fa
- TIE DE Fc/Fa
- REDUCCION DE Fc/Fa
- CORDO 90° DE Fc/Fa
- CORDO 45° DE Fc/Fa
- CORDO 22.5° DE Fc/Fa
- TAPA CEGA
- VÁLVULA DE EXPULSION DE AIRE
- BOMBA
- VÁLVULA CHECK
- VÁLVULA DE ALIVO
- VÁLVULA DE COMPUERTA
- MANOMETRO

NOTAS:

- 1.- EL BANCO DE NIVEL SE LOCALIZA JUNTO A LA SECUNDARIA Y AL HOSPITAL INFANTE, UBICADO C/DE EN LA ESQUINA FORMADA POR LAS CALLES EXALCADO ZAPATA, C/DE EXALCADO ZAPATA Y CALLE MONTELLANO, CON UNA ELEVACION DE 258.728 M.S.N.M. Y SUS COORDENADAS SON X = 85.827, Y = 49.581 DE FECHA 06/11/98.
- 2.- EL SISTEMA DE COORDENADAS EMPLEADO ES UTM.
- 3.- EL NORTE ES MAGNETICO.

ESCALA GRAFICA



NO. DE REVISION	TITULO	REV.	FECHA	MODIFICACIONES	MODIFICADO	REVISADO	APROBADO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN
INGENIERÍA CIVIL

DISÑO DE LA LINEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DEL TANQUE DE REBOMBEO CGM-8 AL TANQUE DE DISTRIBUCIÓN GM-8 EN LA COLONIA CASTILLO CHICO DELEGACIÓN GUSTAVO A. MADERO D.F.

PLANO TOPOGRÁFICO

ALUMNO: EMIGDIO MÉNDEZ FULGENCIO
ASESOR ING. GERARDO TOXXY LÓPEZ

ESCALA	1 : 500
P. TOPOGRÁFICO-3	NO DE ARCHIVO
FECHA	MAYO 2008

CAPÍTULO VI

ELABORACIÓN DE CATÁLOGO DE CONCEPTOS, PRESUPUESTO BASE, ESPECIFICACIONES COMPLEMENTARIAS Y PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS.

VI.1. OBJETIVO ESPECÍFICO.

Enunciar los diferentes puntos del procedimiento constructivo describiendo cada uno de ellos, elaborar el catalogo de conceptos que nos permita conocer el volumen de la obra, así como cada una de las partes que la integran.

A continuación se citan algunos de los conceptos que se ejecutaran al realizar la obra y que se manejan en el **Sistema de Aguas de la Ciudad de México** con las siguientes claves que aparecen en el tabulador.

BI12C) Corte y demolición de pavimentos

BG14B) Excavación de zanjas

ND12B) Plantillas

OE12BM) Instalación de tuberías para agua potable

OE12B) Prueba hidrostática

FC15BC) Anclaje en tuberías

OH14) Relleno y limpieza

PB12C) Soldadura de tubos y sus componentes

BI12C) CORTE Y DEMOLICIÓN DE PAVIMENTOS

Se entiende por corte y demolición de pavimentos, al trabajo consistente en romper y remover estos previamente a la excavación de zanjas para la construcción de redes de agua potable o líneas de conducción. El corte de los pavimentos se hará con sierra mecánica. El material producto de demolición de pavimentos deberá ser retirado transportándolo al banco de desperdicio que señale el proyecto.

La reposición de pavimentos es el conjunto de trabajos necesarios que ejecutará el contratista para reconstruir los pavimentos que han sido removidos para la apertura de zanjas, el pavimento reconstruido debe de ser del mismo material y características que el pavimento original.

Medición y pago, la demolición y reposición de pavimentos debe ser medido para fines de estimación y pago en metros cúbicos con aproximación de un décimo.

El número de metros cúbicos que se consideran para fines de pago es el que resulte de multiplicar el ancho de la zanja señalado en el proyecto por el espesor del pavimento y por la longitud de la misma.

BG14B) EXCAVACIÓN DE ZANJAS

La zanja se realiza para alojar las tuberías de las redes de agua potable, incluyendo las operaciones necesarias para estabilizar afinar y limpiar la plantilla y taludes de la misma, la remoción del material producto de las excavaciones se hace a un lado de la zanja disponiéndolo en forma que no interfiera con el desarrollo de los trabajos, las zanjas serán excavadas cuidadosamente y

DIÁMETRO DE LA TUBERIA		ANCHO DE ZANJA	COLCHON MINIMO
mm	PULG	m	m
102	4	0.60	1.10
152	6	0.60	1.10
203	8	0.65	1.10
254	10	0.70	1.20
305	12	0.75	1.20
356	14	0.80	1.20
406	16	0.85	1.20
457	18	0.90	1.20
508	20	0.90	1.20

Tabla VI.1 Diámetro de las tuberías, profundidad y ancho de las zanjas

alineadas y a los niveles señalados por el proyecto. Las dimensiones de las excavaciones que formarán las zanjas varían en función del diámetro de las tuberías que queden alojadas en ellas como se muestra en la tabla VI.1.

Para el proyecto que nos ocupa la zanja es de 1.00 de profundidad por 1.00 de ancho.

Las excavaciones de zanjas son medidas en metros cúbicos con aproximación de un decimal. Los acarreos del material producto de excavaciones hasta una distancia igual o menor que un kilómetro, el volumen acarreado se mide en banco

de desperdicio. El sobreacarreo de este material en kilómetros subsecuentes al primero es medido en metros cúbicos – kilómetros. La fracción de kilómetro que resulte es considerada como entero. La clasificación de áreas de trabajo y materiales excavados en zanjas se hace como a continuación se indica.

La zona “A” de la ciudad de México 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.

La zona “C” es toda aquella en la que existan instalaciones de agua potable, alcantarillado, luz, teléfono o gas, cuyas instalaciones dificulten o representan un peligro o retraso para la ejecución de las obras.

Está clasificado como material clase I suelos arcillosos suaves con humedad, que son capaces de soportar las paredes verticales de la excavación con o sin auxilio de ademe.

Se clasifica como material II los suelos arcillosos, arenosos compactos capaces de soportar las paredes verticales sin auxilio de ademe.

Se clasifica como material clase II-A aquellos suelos que están mezclados con fragmentos de rocas representando dificultad para la excavación con herramienta menor (pala y pico). Se clasifica como material clase III a suelos rocosos cuya excavación requiera del uso de cuña y marro o rompedoras mecánicas, incluso el uso de explosivos.

ND12B) PLANTILLAS

Toda la tubería deberá ser colocada sobre una base firme y uniforme, para evitar deformaciones, cuando la excavación se hace en roca que por su naturaleza no se puede afinar para que la tubería quede asentada correctamente en el fondo de la zanja. La plantilla debe estar apisonada con un espesor de 10 a 20 centímetros, según el diámetro del tubo y la naturaleza del terreno, hecha con arena, grava de tezontle, pedacería de tabique.

La plantilla es medida para fines de estimación y pago en metros cúbicos con aproximación de un decimal.

OE12BM) INSTALACIÓN DE TUBERÍA PARA AGUA POTABLE

La instalación de agua potable, es el conjunto de operaciones que de deben realizar para colocar la tubería en el lugar que señale el proyecto

OE12B) PRESIÓN HIDROSTÁTICA

Toda línea o circuito de tubería incluyendo sus piezas especiales, debe de ser sometida a una prueba de presión hidrostática, la cual se ejecutará después de transcurridos tres días de la construcción del último tramo o crucero y cinco días después de haberse colado el último atraque. La prueba hidrostática se realizará en la forma siguiente:

- a) El tramo o circuito se llena lentamente de agua y se purga el aire entrampado en las tuberías mediante la inserción de una válvula de aire en la parte más alta de la tubería, dejándolo lleno durante 24 horas, para que se sature la tubería.
- b) Una vez que haya expulsado todo el aire contenido en la tubería es cerrada la válvula de aire y se aplica la presión de prueba mediante una bomba adecuada, para este tipo de pruebas.

c) La presión de prueba debe de subirse hasta un 150 % de la presión de trabajo de la tubería, manteniéndose durante un tiempo mínimo de 2 horas o el tiempo necesario para revisar todas las juntas de la línea o red probada.

d) Todas las piezas especiales, tubos, válvulas, etc., deben ser inspeccionadas cuidadosamente durante la prueba, a fin de localizar las fugas existentes, las cuales deben ser corregidas.

e) La prueba debe efectuarse primero por tramos entre crucero y crucero y posteriormente por circuitos completos.

FC15BC) ANCLAJE DE TUBERIAS

Durante la instalación o terminada ésta de las tuberías y previamente a su prueba hidrostática, se instalarán las piezas especiales correspondientes de los cruces y cambios de dirección o pendiente indicados en el proyecto, construyéndose simultáneamente los atraques y anclaje de las dimensiones especificadas en el proyecto. Invariablemente en todo crucero o cambio de dirección de la tubería debe de construirse un atraque, así como en los sitios en que se ubiquen, tes, tapas ciegas y codos. Los atraques deben de ser fabricados de concretos con $f'c = 150 \frac{kg}{cm^2}$. Las medidas mínimas de los atraques son las que se muestran

en el plano **P. Planta 1**

Las piezas especiales y válvulas deben estar bien colocadas y alineadas antes de colocar los atraques, debiendo éstos quedar apoyados en el fondo y pared de la zanja correspondiente.

OH14) RELLENO Y LIMPIEZA DE EXCAVACIONES

El relleno de excavaciones de zanjas es el conjunto de trabajos y operaciones que debe de hacer el constructor para rellenar hasta el nivel original del terreno las

excavaciones de zanjas que se han realizado para alojar las tuberías de agua potable, así como las correspondientes a estructuras especiales, tomas domiciliarias.

Toda la zanja deben rellenarse a mano desde el nivel de la plantilla hasta la mitad del tubo, empleando para ello el mismo material de la excavación, arcilla, arena o tepetate, los cuales son colocados en capas de 8 centímetros de espesor y compactadas con pisón.

De la mitad del tubo hasta 30 centímetros arriba del lomo del mismo, la capa debe rellenarse a mano cuidadosamente para evitar daños o movimientos a la tubería.

ZANJA TIPO

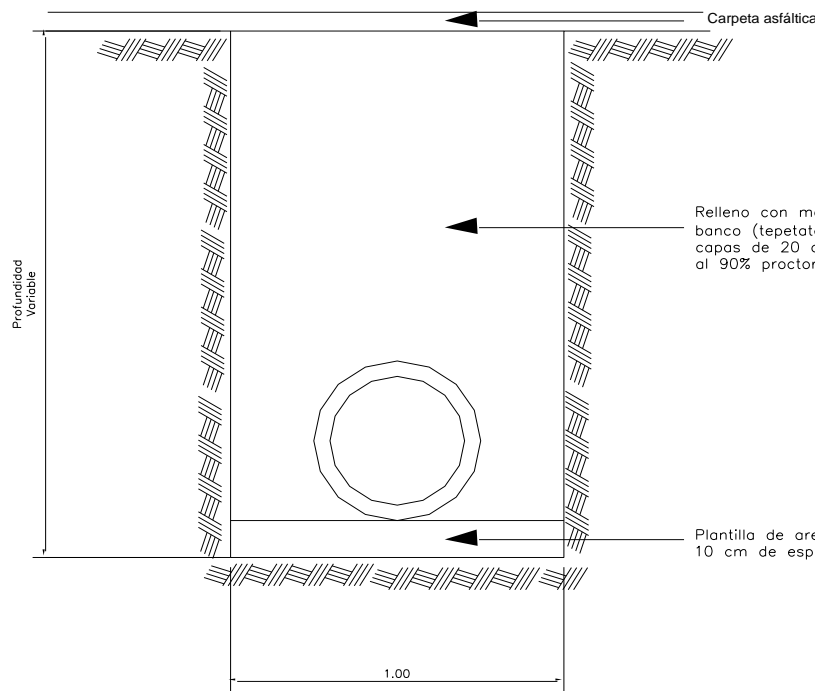


Figura VI.1. Construcción de zanja

PB12C) SOLDADURA DE TUBOS Y SUS COMPONENTES

Los procedimientos de soldadura, así como los soldadores que ejecuten estas labores en el campo, deben ser calificados.

Las soldaduras deberán protegerse de las condiciones meteorológicas que puedan perjudicarlas durante la operación. El alineamiento de los tubos y

accesorios por soldar, deberá mantenerse en forma estable por lo menos mientras se deposita el fondeo.

Inspección de pruebas de soldadura: Radiografías de uniones soldadas

Las placas radiográficas de las soldaduras, deben tenerse indicadas las referencias necesarias para la identificación y localización de la junta, así como: Sistemas de tuberías, diámetro tramo o parte del sistema inspeccionado, kilometraje, de manera que la soldadura en cuestión y cualquier discontinuidad en ella, puedan ser localizadas precisa y rápidamente.

En las placas radiográficas debe aparecer perfectamente visible el penetrómetro correspondiente, el personal técnico encargado de tomar, revelar e interpretar radiografías de uniones soldadas en un sistema de tubería así como de reportar los resultados de la inspección radiográfica deberá tener y presentar documentación que lo acredite como técnico calificado en Inspección No Destructiva (IND). La documentación a la que se refiere anteriormente, deberá reunir los siguientes requisitos:

- A) Identificar con certeza a su poseedor.
- B) Indicar la norma conforme fue calificado y los procedimiento de Inspección No Destructiva (IND) que fueron incluidos en dicha calificación.
- C) Indicar la institución u organismo que expide la documentación.

CATÁLOGO DE CONCEPTOS

**DISEÑO DE LA LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE DEL TANQUE DE REBOMBEO CGM-8
AL TANQUE DE DISTRIBUCION GM-8 EN LA COLONIA CASTILLO CHICO DELEGACION
GUSTAVO A. MADERO D.F.**

CATÁLOGO DE CONCEPTOS					
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	IMPORTE
AF	TOPOGRAFÍA				
AF13	TRAZOS				
AF13D	NORMA DE CONSTRUCCIÓN G.D.F. 3.01.01.003				
AF13DD	TRAZO Y NIVELACIÓN PARA DESPLANTE DE ESTRUCTURAS				
AF13DD	Trazo y nivelación para obras hidráulicas con equipo de topografía incluyendo materiales para señalamiento.	m2	6,647.00	2.20	14,623.40
BI	CORTES				
BI12C	NORMA DE CONSTRUCCIÓN G.D.F. 3.01.02.002				
BI12CC	CORTES CON SIERRA EN PAVIMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO				
BI12CC	Corte de pavimento asfáltico con profundidad mínima de 5.01 cm.	m	1,080.00	6.92	7,473.59
BL	DEMOLICIONES				
BL12	NORMA DE CONSTRUCCIÓN G.D.F. 3.02.002				
BL12C	DEMOLICIÓN A MANO				
BL12C	DEMOLICIÓN A MANO DE ELEMENTOS DE CONCRETO				
BL12BB	Demolición a mano de carpeta asfáltica.	m3	54.12	233.59	12,641.89
BN15E	ACARREO EN CAMIÓN CON CARGA MANUAL DEL PRODUCTO DE LA DEMOLICIÓN DE CARPETAS ASFÁLTICAS, MEDIDO EN EL LUGAR				
BN15EB	Acarreo en camión con carga manual de material de demolición de carpeta asfáltica primer kilómetro	m3	54.12	31.80	1,721.02
BN15EC	Acarreo en camión de material de demolición de concreto asfáltico kilómetros subsecuentes zona urbana.	m3-km	1,353.00	3.91	5,290.23
BG	EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS				
BG14	NORMA CONSTRUCCIÓN G.D.F. 3.01.01.06				
BG14B	EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS EN ZANJA ZONA "C"				
BG14BB	EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS PARA ANCHOS DE ZANJAS MENORES O IGUALES A 1.20 m, ZONA "C", EN SECO, MEDIDO EN BANCO, CO ACARREO LIBRE A 20.00 m.				
BG14BB	Excavación a máquina, zona "C" clase I, saturado de 0.00 a 2.00 de profundidad.	m3	541.22	34.08	18,444.78
BN	ACARREOS				
BN15	NORMA DE CONSTRUCCIÓN G.D.F. 3.01.01.010				
BN15B	ACARREO EN CAMIÓN CON CARGA MANUAL				
BN15BB	ACARREO EN CAMIÓN CON CARGA MANUAL DE TIERRA Y MATERIAL SUELTO TAMAÑO MÁXIMO DE 20 CM PRODUCTO DE LAS EXCAVACIONES QUE NO SEA ROCA, MEDIDO EN BANCO.				
BN15BB	Acarreo en camión con carga manual, de tierra primer kilómetro.	m3	541.22	28.99	15,689.97
BN15BC	Acarreo en camión, de tierra kilómetros subsecuentes zona urbana.	m3-km	13,530.50	3.64	49,251.02
D	ACERO DE REFUERZO PARA CONCRETO				
DB12	ACERO DE REFUERZO				
DB12C	NORMA DE CONSTRUCCIÓN G.D.F. 3.01.02.011.				
DB12CD	SUMINISTRO DE ACERO DE REFUERZO GRADO 42 NMX-B-006. INCLUYE: ACARREOS, HABILITADO, COLOCACIÓN, AMARRES GANCHOS TRASLAPES Y DESPERDICIOS.				
DB12CD	Suministro, habilitado y colocación de acero de refuerzo de 12.7 mm (1/2")	ton	0.60	7,200.00	4,320.00
SUBTOTAL					129,455.89

**DISEÑO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DEL TANQUE DE REBOMBEO CGM-8
AL TANQUE DE DISTRIBUCIÓN GM-8 EN LA COLONIA CASTILLO CHICO DELEGACIÓN
GUSTAVO A. MADERO D.F.**

CATÁLOGO DE CONCEPTO					
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	IMPORTE
F.C.	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO FABRICADO EN OBRA, CON CEMENTO RESISTENCIA NORNMAL				
FC15	CONCRETO FABRICADO EN OBRA CON CEMENTO RESISTENCIA NORMAL PARA ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN, ZAPATAS, CONTRATRABES, TRABES DE LIGA, DADOS, ETC., INCLUYENDO ACARREO, MUESTREO, COLADO, VIBRADO, CURADO, DESPERDICIO Y EQUIPO.				
FC15BC	Concreto f'c= 200 Kg/cm2 T.M.A de 40 mm en elementos de cimentación.	m3	9.75	1,097.95	10,705.01
ICE	VÁLVULAS				
IC12G	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBAS DE VÁLVULAS DE GLOBO, MARCA "UREA" MODELO 95.				
IC12IK	Válvula de globo modelo 95 de 13 mm de diámetro.	pza	1.00	227.99	227.99
IC12I	SUMINISTRO, INSTALACION Y PRUEBAS DE VÁLVULAS DE GLOBO, BRIDAS WALWORT 125 LB.				
IC12IK	Válvula de globo modelo Walwort 125 lb de 76 mm de diámetro.	pza	3.00	3,199.13	9,597.39
S/C	Suministro, instalación y pruebas de válvulas de flotador de 305 mm (12") de diámetro.	pza	1.00	6,484.89	6,484.89
ND	RELLENOS DE ZANJAS CON DUCTOS.				
ND12B	CAMAS DE ARENA PARA DUCTOS.				
ND12BB	Carra de arena para dustos, incluye: acarreo libre 20 m.	m3	54.12	191.60	10,369.39
OE12B	SUMINISTRO, INSTALACION Y PRUEBA HIDROSTÁTICA DE TUBERÍA DE ACERO PARA AGUA A PRESIÓN INCLUYE: MOVIMIENTO LOCAL,BAJADA AL FONDO DE LA ZANJA, ACOMODO, ALINEACIÓN Y COLOCACIÓN.				
OE12BM	Suministro e instalación de tubería de acero de 508 mm de diámetro.	m	664.70	1,923.90	1,278,816.33
OH14	RELLENOS				
S/C	Relleno de capa con material de banco tipo tepetate, mínimo 30 cm sobre el lomo del tubo, colocado y compactado en capas de 20 cm de espesor con rodillo vibratorio al 90% Proctor, previa incorporación del agua necesaria, incluye: acarreo libre de 20 m.	m3	431.52	129.06	55,691.97
OJO	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PIEZAS ESPECIALES.				
OJ14B	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TAPAS CIEGAS DE FIERRO FUNDIDO.				
OJ14BM	Tapa ciega de hierro fundido de 508 mm (20") de diámetro.	pza	2.00	2,466.62	4,933.24
S/C	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE JUNTAS MECÁNICAS				
S/C	Junta mecánica de 508 mm (20") de diámetro.	pza	6.00	1,531.46	9,188.76
OM	CONEXIONES DE ACERO AL CARBON				
OM15C	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE BRIDAS DE CUELLO SOLDABLE TIPO NW DE 150 LIBRAS.				
S/C	Brida de cuello soldable tipo NW de 150 libras de 305 mm	pza	2.00	1,197.58	2,395.16
S/C	Brida de cuello soldable tipo NW de 150 libras de 508 mm	pza	4.00	1,930.71	7,722.84

SUBTOTAL

1,396,132.98

**DISEÑO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DEL TANQUE DE REBOMBEO CGM-8
AL TANQUE DE DISTRIBUCIÓN GM-8 EN LA COLONIA CASTILLO CHICO DELEGACIÓN
GUSTAVO A. MADERO D.F.**

CATÁLOGO DE CONCEPTO					
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	IMPORTE
S/C	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EMPAQUE DE PLOMO DE: 305 mm (12") de diámetro.	pza	3.00	117.58	352.74
	508 mm (20") de diámetro.	pza	4.00	239.34	957.36
S/C	TORNILLOS DE CABEZA EXAGONAL DE: 22.2 mm (7/8") de diámetro y 101.6 mm (4") de largo.	pza	36.00	42.46	1,528.56
	28.9 mm (1 1/8") de diámetro y 127 mm (5") de largo.	pza	80.00	50.95	4,076.00
S/C	CODOS				
S/C	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODOS DE ACERO SOLDABLE SIN COSTURA CÉDULA 40. ESPESOR DE 15.09 mm, INCLUYE PRUEBA HIDROSTÁTICA.				
	Codo de 0.00° a 22.5°	pza	39.00	3,252.10	126,831.90
	Codo de 22.5° a 45°	pza	4.00	4,638.94	18,555.76
	Codo de 45° a 67.5°	pza	9.00	5,635.21	50,716.89
	Codo de 67.5° a 90°	pza	39.00	7,087.94	276,429.66
S/C	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE REDUCCIÓN DE ACERO SOLDABLE SIN COSTURA CÉDULA 40, ESPESOR 15.05 mm, INCLUYE PRUEBA HIDROSTÁTICA.				
	Reducción de 508 x305 mm (20 x 12") de diámetro.	pza	2.00	3,932.86	7,865.72
S/C	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TEE DE ACERO SOLDABLE SIN COSTURA CÉDULA 40, ESPESOR 15.09 mm INCLUYE PRUEBA HIDROSTÁTICA.				
	Tee de 508 x 508 mm (20 x20").	pza	1.00	5,610.25	5,610.25
S/C	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE VÁLVULAS DE ADMISIÓN Y EXPULSIÓN DE AIRE				
	Válvulas de admisión y expulsión de aire de 76 mm (3") de diámetro.	pza	1.00	1,470.15	1,470.15
OL	CONSTRUCCIÓN DE CAJA TIPO PARA OPERACIÓN DE VÁLVULAS.				
OL12	Construcción de cajas tipo para operación de válvulas, para agua potable de 101 a 305 mm (4 a 12") de diámetro, con muro de tabique aplanado, pulido, cubierta de concreto f'c= 200 kg/cm2 acero de refuerzo, incluye: marco estructural, tapa y contratapa de fierro fundido, sin incluir excavaciones.				
OL12CC	Caja tipo 1-1-A de 1.56 x 2.26 m.	pza	1.00	10,845.52	10,845.52
S/C	Caja tipo especial	pza	3.00	21,845.34	65,536.02
QG	RIEGOS ASFÁLTICOS				
QG12B	RIEGO DE IMPREGNACIÓN				
QG12BB	Riego de intregnación con emulsión asfáltica, incluye acarreo al primer kilómetro.	litro	541.22	2.64	1,428.82
QG12BC	Acarreo kilómetros subsecuentes, de emulsion asfaltica para riego de impregnación.	m3-km	13,530.50	4.29	58,045.85

SUBTOTAL 630,251.20

**DISEÑO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DEL TANQUE DE REBOMBEO CGM-8
AL TANQUE DE DISTRIBUCIÓN GM-8 EN LA COLONIA CASTILLO CHICO DELEGACIÓN
GUSTAVO A. MADERO D.F.**

CÁLOGO DE CONCEPTO					
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	IMPORTE
QG12C	RIEGO DE LIGA				
QG12CB	Riego de liga con emulsión asfáltica, incluye: acarreo al primer kilómetro	litro	541.22	2.64	1,428.82
QG12CD	Acarreo kilómetros subsecuentes, de emulsión asfáltica, para impregnación o riego de liga	m3-km	13,530.50	3.90	52,768.95
QH	CONSTRUCCIÓN DE CARPETA DE CONCRETO ASFÁLTICO ELABORADO EN PLANTA				
QH12B	CONSTRUCCIÓN DE CARPETA DE CONCRETO ASFÁLTICO ELABORADO EN PLANTA, CON AGREGADO MÁXIMO DE 20 mm, COMPACTADA AL 90% DE SU D.T.M TENDIDO CON MÁQUINA				
QH12BH	Carpeta de 10 cm de espesor, con acarreo del material al primer kilómetro.	m2	541.22	83.62	45,256.82
QH15BD	Sobreacarreo por cada estación de un km, posteriores al acarreo libre en camión de concreto asfáltico.	m3-km	13,530.50	4.63	62,646.22
QJ12	SELLO CON CEMENTO				
QJ12BC	Sello con cemento portland tipo 1 a razón de 0.50 kg de cemento por m2	m2	541.22	1.07	579.11
S/C	CALAS				
S/C	Realización de pruebas o calas para ubicación y/o verificación de instalaciones subterráneas	cala	20.00	188.87	3,777.40
S/C	Primario epóxico catalizado a base de resinas epóxicas y pigmentos inhibidores de la corrosión RP-6 espesor de película seca 2 milésimas.	lt	127.30	61.45	7,822.59
S/C	Soldadura en tubería de acero soldable de 508 mm (20") de diámetro, cédula 40 con soldadura calificada utilizando electrodos E70XX.	pza	200.00	650.10	130,020.00
S/C	Inspección radiográfica de soldadura.	rad	80.00	5,800.00	464,000.00
U	INGENIERÍA DE TRÁNSITO				
UC	SEÑALES				
UC20BB	Suministro, fabricación, transporte e instalación de señal restrictiva de 0.30 x 1.5 m con lámina no.16 con poste de P.T.R de 6 x 6 cm y 0.38 mm de espesor no galvanizado, herrajes y accesorios, pintura de esmalte.	pza	10.00	845.38	8,453.80
UC20CB	Suministro, fabricación, transporte e instalación de señal restrictiva de 0.60 x 1.5 m con lámina no. 16, con poste de P.T.R de 6 x 6 cm y 0.38 mm de espesor no galvanizado, herrajes y accesorios, pintura de esmalte con acabado y material reflejante blanco grado ingeniería e impresión en serigrafía negra con poste.	pza	10.00	1,007.17	10,071.70

SUBTOTAL 786,825.39

TOTAL 2,942,665.45

IVA 15% 441,399.82

TOTAL + IVA 3,384,065.27

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Debido a la problemática de la marginación que existe en el mundo, la población migra del área rural a centros urbanos en busca de mejores oportunidades de desarrollo, tanto en educación, salud, vivienda y áreas recreativas, al no contar con toda esta infraestructura la población genera asentamientos irregulares, carentes de servicios elementales, como son agua potable alcantarillado y electrificación, etc.

En la ciudad de México dicha infraestructura se ha visto rebasada por la población que crece día a día y se ha instalado en zonas de difícil acceso para dotarles los servicios.

Como ejemplo se tiene el agua potable que se bombea a cotas o elevaciones muy grandes para que llegue a los usuarios, con la demanda que esta tiene los diámetros son insuficientes para cubrir las necesidades de la población.

En la delegación Gustavo A. Madero lugar donde se desarrolla el proyecto (Col. Castillo Chico), la tubería que existe es de asbesto cemento, lo que la hace vulnerable a las fugas, tomas clandestinas problema que se quiere eliminar con el cambio de material

En el siguiente cuadro se presentan las pérdidas por fricción en materiales de asbesto-cemento y acero para los diámetros de 18, 20, 22 pulgadas.

DIAMETRO		Acero Hft (m)	Asbesto cemento Hft (m)	Diferencia (m)
mm	pulgadas			
0.457	18	6.816	4.708	2.108
0.508	20	3.864	2.670	1.194
0.599	22	2.319	1.616	0.703

Resultado de las pérdidas de carga para los materiales de asbesto cemento y acero

De acuerdo con los resultados obtenidos es importante aclarar que no es necesario cambiar los equipos, lo que evita que la obra se encarezca.

Como conclusión considero que se debe atender a la creación de fuentes de empleo a nivel nacional para que no se desarraigue de su lugar de origen a la población y evitar que las familias emigren a zonas urbanas, lo que genera un incremento en la necesidad de los servicios.

Además de un número mayor de habitantes, lo que trae como consecuencia asentamientos irregulares y por ende la imperiosa necesidad de obtener en este caso el vital líquido, la cual obtienen mediante tomas clandestinas.

De acuerdo al cuadro anterior, se concluye que las pérdidas por fricción para los diferentes diámetros son similares y no es necesario cambiar los equipos de bombeo, que es la otra parte importante que se buscaba en el presente proyecto para no encarecer la obra por el hecho de tener que cambiar los equipos existentes.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Sotelo Ávila Gilberto “Hidráulica General” vol. 1 fundamentos, capítulo 4.
Ecuaciones fundamentales de la Hidráulica, ed. Noriega Limusa, México 1991
- 2.- César Valdez Enrique, Vázquez Gonzáles Alba B. “Abastecimiento de Agua Potable” vol. 2 Facultad de Ingeniería. UNAM, México 1994
- 3.- Fair, Geyer y Okun. “Abastecimiento de Agua y Remoción de Aguas Residuales” Vol. 1, Ingeniería Sanitaria y de Aguas Residuales. Ed. Limusa México 1989.
- 4.- Manual de Normas de Proyecto para Obras de Aprovechamiento de Agua Potable en Localidades Urbanas de la República Mexicana. Facultad de Ingeniería. UNAM. México, D.F. octubre 1979.
- 5.- Delegación Gustavo A. Madero “Plan Hidráulico Delegacional” México D.F. año 2005.
- 6.- Memorias de las obras del sistema del drenaje profundo del Distrito Federal Departamento del Distrito Federal, impreso en México por los talleres gráficos de la nación. Canal del Norte No. 80 México D.F. tomo I, II, III, IV.