



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**“RENOVACIÓN DE LAS INSTALACIONES HIDRÁULICAS EN
SAN PEDRO TLÁHUAC”**

TESIS PROFESIONAL

Para obtener el título de

INGENIERO CIVIL

Presenta:

MIGUEL DAVID NÚÑEZ HERNÁNDEZ

DIRECTOR DE TESIS

M.I. ARTURO NAVA MASTACHE



Ciudad Universitaria, México. Junio 2012



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

Ante todo agradezco a mi Madre (Gloria Hernández Ortega) que la quiero mucho, por darme su apoyo incondicional; sobre todo al estar en los momentos más difíciles de mi vida y que estuvo allí para resarcir las heridas del alma, para levantarme el ánimo y empujarme hacia adelante para no claudicar.

A mi esposa e hijos (Michelle y Miguelito) que han sido mis cimientos para seguir mejorando como persona y como profesionista.

A mi Padre (Miguel Esteban Núñez Alvarado) que está en el cielo y que nunca pensó que terminara la carrera; y aún así se lo demostré.

Al Ingeniero Alejandro Narváez Hernández (Jefe de la U. D. de Agua Potable de la Delegación Tláhuac, por sus valiosos conocimientos y su constante apoyo durante mi servicio social.

A mi director de tesis M.I. Arturo Nava Mastache que con su invaluable apoyo, lograra hacer esto realidad.

A toda mi familia y amigos les dedico este trabajo que con tanto esfuerzo y esmero me llevó hacerla.

Mil gracias.....

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	PÁGINA
• CONDUCCIÓN Y OBRAS HIDRÁULICAS EN PERÍODO INDEPENDIENTE.....	1
1.-CRONOLOGÍA DEL AGUA EN LA CIUDAD DE MÉXICO.....	1
1.1.-PUEBLOS LACUSTRES.....	5
1.1. A.-SAN ANDRÉS MIXQUIC.....	5
1.1. B.-XOCHIMILCO.....	5
1.1. C.-SAN PEDRO TLÁHUAC.....	6
1.1. D.-SANTIAGO TULYEHUALCO.....	7
2.-GRANDES OBRAS DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DE LA CIUDAD DE MÉXICO.....	7
2.1.-TÚNEL DE TEQUIXQUIAC.....	7
2.2.-CANAL DEL DESAGÜE.....	8
2.3.-RÍO DE LA PIEDAD, VIADUCTO.....	9
2.4.-CÁRCAMO DE LERMA.....	10
2.5.-DRENAJE PROFUNDO.....	11
2.6.-PLANTA DE AGUAS RESIDUALES DEL CERRO DE LA ESTRELLA.....	12
2.7.-ACUEDUCTO PERIMETRAL.....	13
2.8.-PLANTA DE BOMBEO	

EX LIENZO CHARRO.....	14
2.9.-POZO EL SIFÓN.....	15
2.9.1.-ÓSMOSIS INVERSA.....	15
2.10.-PLANTA DE BOMBEO	
“11+600 GRAN CANAL”.....	19
2.11.-PLANTA DE BOMBEO	
“CANAL DE SALES”.....	20
2.12.-PLANTA DE BOMBEO	
“VASO DE CRISTO”.....	21
2.13.-PLANTA DE BOMBEO	
“CASA COLORADA”.....	22
2.14.-PLANTA POTABILIZADORA	
“SAN LORENZO TEZONCO NUEVO”.....	23
2.15.-PLANTA POTABILIZADORA	
“SANTA CATARINA 8 Y 9”.....	24
2.16.-PLANTA DE TRATAMIENTO	
DE AGUAS RESIDUALES “COYOACÁN”.....	25
2.17.-PLANTA POTABILIZADORA	
DEPORTIVO “LOS GALEANA”.....	25
2.18.-PLANTA POTABILIZADORA	
“LA PASTORA”.....	26
2.2.-LÍNEA DE CONDUCCIÓN.....	27

2.2.1.-PRESIONES DE DISEÑO.....	28
---------------------------------	----

3.-MATERIALES UTILIZADOS

PREVIOS A LA RENOVACIÓN.....	29
-------------------------------------	-----------

3.1.-TUBERÍAS.....	29
--------------------	----

3.1.1.-TUBERÍA DE ACERO.....	30
------------------------------	----

3.1.2.-TUBERÍA DE FIERRO FUNDIDO.....	31
---------------------------------------	----

3.1.3.-TUBERÍA DE FIERRO GALVANIZADO.....	32
---	----

3.1.4.-TUBERÍA DE CONCRETO.....	32
---------------------------------	----

3.1.5.-TUBERÍA DE ASBESTO-CEMENTO.....	33
--	----

3.2.-RECOMENDACIONES PARA LA SELECCIÓN DE TUBERÍAS.....	34
--	----

4.-FUENTES DE ABASTECIMIENTO HIDRÁULICO.....	35
---	-----------

4.1.-EL AGUA POTABLE EN LA DELEGACIÓN TLÁHUAC.....	35
---	----

4.2.-FUENTES DE ABASTECIMIENTO PROPIAS DENTRO DEL ÁREA DE LA DELEGACIÓN TLÁHUAC Y QUE SON OPERADAS POR EL SISTEMA DE AGUAS DE LA CIUDAD DE MÉXICO (SACM).....	37
--	----

4.2.1.-APORTACIÓN DEL RAMAL “SAN LUIS”.....	37
---	----

4.2.2.-POZOS EN LA DELEGACIÓN “MILPA ALTA”.....	38
---	----

4.2.3.-TANQUES DE ALMACENAMIENTO	
----------------------------------	--

Y REGULACIÓN.....	38
4.2.4.-PLANTAS DE BOMBEO.....	39
4.2.4.1.-VOLUMEN QUE SE EXTRAE DE CADA UNA DE LAS PLANTAS DE BOMBEO.....	40
4.2.5.-VOLUMEN QUE SE EXTRAE DE POZOS QUE ALIMENTAN A LA RED SECUNDARIA.....	40
4.2.6.-COLONIAS QUE RECIBEN EL AGUA DE MANERA TANDEADA.....	40
4.3.-SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED SECUNDARIA DE AGUA POTABLE.....	41
4.3.1.-CONSERVAR Y MANTENER LA RED SECUNDARIA.....	41
5.-BOMBEO.....	42
5.1.-BOMBA HIDRÁULICA.....	42
5.2.-TIPOS DE BOMBAS.....	42
5.2.1.-BOMBAS VOLUMÉTRICAS.....	43
• BOMBAS DE ÉMBOLO ALTERNATIVO.....	43
• BOMBAS ROTO ESTÁTICAS.....	44
5.2.2.-BOMBAS ROTO DINÁMICAS.....	45
• RADIALES O CENTRÍFUGAS.....	45
• AXIALES.....	46
• DIAGONALES.....	46

5.3.-ALTURA DE ELEVACIÓN (H) QUE PROPORCIONA LA BOMBA.....	47
I.-ANTEPROYECTO.....	48
1.1.-NECESIDADES DE LA POBLACIÓN DE TLÁHUAC.....	48
1.2.-LOCALIZACIÓN DE LA DELEGACIÓN.....	48
1.3.-PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN AL AÑO 2011.....	49
1.4.-MAPA DEL DISTRITO FEDERAL.....	50
1.5.-PUEBLOS Y COLONIAS CON PROBLEMAS DE SUMINISTRO DE AGUA POTABLE.....	51
1.6.-ANTEPROYECTO.....	52
1.6.1.-PASOS A SEGUIR PARA LA ELABORACIÓN DE UN ANTEPROYECTO.....	53
1.7.-MOTIVOS DE LA RENOVACIÓN.....	54
1.8.-ESQUEMA DE LA UNIDAD DEPARTAMENTAL DE AGUA POTABLE.....	55
1.9.-CUADRO DEL PERSONAL DE BASE.....	56
II.-PROYECTO.....	57
2.1.-TUBERÍA DE POLIETILENO.....	57
2.1.1.-REFERENCIAS 1.....	57
2.2.-DEFINICIONES.....	59

2.3.-CLASIFICACIÓN.....	60
• <u>TABLA 1</u> CLASIFICACIÓN DE LOS TUBOS.....	61
2.4.-ESPECIFICACIONES.....	61
2.4.1.-DIMENSIONALES.....	61
2.4.1.1.-DIÁMETRO INTERIOR TIPO I	62
2.4.1.2.-DIÁMETRO EXTERIOR TIPO II	62
2.4.1.2.1.-PARA TUBOS TIPO II a y II b	62
2.4.1.3.-EXCENRICIDAD.....	62
• <u>TABLA 2</u> TUBOS TIPO I	63
• <u>TABLA 3</u> TUBOS TIPO II a	64
• <u>TABLA 4</u> TUBOS TIPO II b	65
2.4.1.4.-MEDIDAS ESPECIALES.....	66
2.4.2.-MECÁNICAS.....	66
2.4.2.1.-PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO.....	66
• <u>TABLA 5</u> PRESIONES MÁXIMAS DE TRABAJO PARA TUBOS TIPO I	67
• <u>TABLA 6</u> PRESIONES MÁXIMAS DE TRABAJO PARA TUBOS TIPO II	67
2.4.2.2.-RESISTENCIA A LA PRESIÓN HIDRÁULICA INTERNA A CORTO PLAZO.....	68
• <u>TABLA 7</u> TIPO I	68
• <u>TABLA 8</u> TIPO II	69

2.4.2.3.-RESISTENCIA A LA PRESIÓN	
HIDRÁULICA INTERNA A LARGO PLAZO.....	69
• <u>TABLA 9 TIPO I</u>	70
• <u>TABLA 10 TIPO II</u>	70
2.4.2.4.-REVERSIÓN TÉRMICA.....	70
2.4.2.5.-RESISTENCIA AL	
ENVEJECIMIENTO ACELERADO.....	71
2.4.3.-FÍSICAS Y QUÍMICAS.....	71
2.4.3.1.-ESPECIFICACIÓN SANITARIA.....	71
• <u>TABLA 11</u>	71
2.4.3.2.-PROTECCIÓN AL INTEMPERISMO.....	72
2.4.3.2.1.-CONTENIDO DE NEGRO DE HUMO.....	72
• NEGRO DE HUMO.....	72
2.4.3.2.2.-DISPERSIÓN DE NEGRO DE HUMO.....	72
2.4.3.3.-DENSIDAD DE TUBO.....	72
2.4.4.-APARIENCIA.....	73
2.4.4.1.-COLOR.....	73
2.4.4.2.-ACABADO.....	73
2.5.-MATERIA PRIMA.....	73
• <u>TABLA 12 ESPECIFICACIONES</u>	
DEL TUBO DE PEAD.....	74
2.6.-MUESTREO.....	74

2.7.-MÉTODOS DE PRUEBA.....	75
2.8.-MARCADO.....	75
2.9.-CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES.....	76
2.9.1.-SEGURIDAD.....	76
• TERMOFUSIÓN.....	76
2.9.2.-RESISTENCIA ESTRUCTURAL.....	78
2.9.3.-EFICIENCIA HIDRÁULICA.....	78
2.10.-PIEZAS ESPECIALES.....	78
• Carrete largo de fofo para acoplamiento de 101 mm (4") de diámetro.	
• Extremidad de fofo para acoplamiento de 101 mm (4"), 152 mm (6"), y 305 mm (12").	
• Junta Gibault de 101 mm (4"), de 152 mm (6"), de 305 mm (12").	
• Te de fofo de 101 x 101 mm (4" x 4"), de 305 x 152 mm (12" x 6").	
• Reducción de fofo de 152 a 101 mm (6" a 4").	
• Válvula de compuerta vástago fijo de 102 mm (4").	
• Empaque de neopreno de 4", de 6" y de 12".	
• Tornillo de cabeza hexagonal de 5/8" x 3/2" con tuerca.	
• Tornillo de 3/4" x 4".	
• Brida y Contra Brida para PEAD RD-11 de 101 mm (4").	
• Codo PEAD de 90° x 4".	
2.11.-CONSTRUCCIÓN DE	
CAJAS DE VÁLVULAS.....	83
2.11.1.-VENTAJAS.....	83
2.11.2.-DESVENTAJAS.....	84
• CAVITACIÓN.....	84

• CAJAS TIPO 1-1-A Y 2-2-A.....	86
2.11.3.-CLASIFICACIÓN DE CAJAS.....	87
2.11.4.-FUNCIÓN DE LAS CAJAS.....	87
2.12.-TIPOS DE SUELO.....	88
2.12.1.-USO POTENCIAL PECUARIO EN EL DISTRITO FEDERAL.....	88
2.12.2.-TIPO DE SUELO EN LA DELEGACIÓN TLÁHUAC.....	89
• MAPA USO DE SUELO EN EL DISTRITO FEDERAL.....	90
• FEOZEM.....	91
• SOLONCHAK GLÉYICO.....	91
• HISTOSOL.....	91
2.13.-COORDINACIONES TERRITORIALES.....	92
• MAPA.....	93
2.14.-DIMENSIÓN DE ZANJAS.....	93
2.14.1.-RELLENOS.....	94
2.14.2.-BASE Y CAMA.....	95
2.14.3.-RELLENO.....	95
2.14.3.1.-RELLENO INICIAL.....	95
2.14.3.2.-RELLENO FINAL.....	95
2.14.4.-EXCAVACIÓN.....	96

2.14.4.1.-ANCHO.....	96
2.14.4.2.-PROFUNDIDAD.....	96
• TABLA(DIMENSIONES RECOMENDADAS).....	97
2.15.-PRUEBA HIDROSTÁTICA.....	97
2.15.1.-PRUEBA FUERA DE LA TRINCHERA.....	98
2.16.-CENSO DE TOMAS DE AGUA.....	99
2.17.-PRESUPUESTO DE LA DELEGACIÓN.....	100
III.-CONCURSO DE OBRA.....	101
3.1.-CONCURSO DE OBRA PÚBLICA.....	101
3.2.-CONCURSO DE OBRA PRIVADA.....	101
3.3.-REQUISITOS PARA CONCURSAR.....	101
3.3.1.-LICITACIÓN PÚBLICA.....	101
▪ Artículo 18.....	102
▪ Artículo 19.....	102
▪ Artículo 20.....	103
▪ Artículo 21.....	103
▪ Artículo 22.....	104
▪ Artículo 23.....	104
▪ Artículo 24.....	104
▪ Artículo 25.....	108
▪ Artículo 26.....	109

▪ Artículo 26 ^a	111
3.3.2.-ACTO DE PRESENTACIÓN.....	112
▪ Artículo 29.....	112
▪ Artículo 30.....	113
▪ Artículo 32.....	113
3.3.3.-EVALUACIÓN DE LAS PROPOSICIONES.....	113
▪ Artículo 36.....	113
▪ Artículo 37.....	116
▪ Artículo 37 ^a	119
▪ Artículo 37 ^b	122
3.3.4.-FALLO PARA LA ADJUDICACIÓN.....	122
▪ Artículo 38.....	122
▪ Artículo 39.....	123
3.4.-ASPECTOS GENERALES DE LA OBRA.....	123
3.4.1.-ASPECTOS A CONSIDERAR EN LA OBRA.....	125
IV PROGRAMA DE EROGACIONES DE	
LA EJECUCIÓN GENERAL DE LOS TRABAJOS.....	127
4.1.-SUPERVISIÓN INTERNA-DELEGACIÓN.....	127
4.1.1.-CONTROL DE OBRA.....	127
4.1.2.-CONTROL DE CALIDAD.....	127
4.2.-REPORTES QUINCENALES.....	128
4.2.1.-CARÁTULA.....	128

4.2.2.-GENERALES.....	129
4.2.3.-GRÁFICA DE AVANCE (REFERENCIAS).....	130
• TABLA(EROGACIONES QUINCENALES).....	130
4.2.4.-LOS 12 FRENTES.....	130
• TABLA DE MONTOS (PROG. Y REALES).....	131
4.2.5.-ACUMULADO.....	131
4.2.6.-REPORTE FOTOGRÁFICO.....	132
• PARTIDA 1 (RED DE AGUA POTABLE).....	132
4.2.6.1.-TRAZO DE EJES.....	132
4.2.6.2.-CORTE CON SIERRA.....	132
4.2.6.3.-DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO.....	133
4.2.6.4.-EXCAVACIÓN.....	133
4.2.6.5.-CARGA MECÁNICA Y ACARREO.....	134
4.2.6.6.-RELLENO DE ZANJAS.....	134
4.2.6.7.-INSTALACIÓN DE TUBERÍA.....	135
4.2.6.8.-PRUEBA HIDROSTÁTICA.....	135
4.2.6.9.-ATRAQUES.....	136
• DETALLE DE ATRAQUES.....	136
• DETALLE DE COLOCACIÓN.....	136
4.2.6.10.-PIEZAS ESPECIALES.....	137
• TABLA (PIEZAS ESPECIALES).....	137
4.2.6.11.-CONSTRUCCIÓN DE CAJA TIPO 1-1-A.....	138

4.2.6.12.-REPARACIÓN DE RAMALES.....	138
4.2.6.13.-REPARACIÓN DE ALBAÑALES.....	139
4.2.6.14.-BACHEO.....	139
4.2.6.15.-USO DE CINTA PREVENTIVA.....	140
• PARTIDA 2 (TOMAS DE AGUA).....	140
4.2.6.16.-CORTE CON SIERRA.....	140
4.2.6.17.-DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO.....	141
4.2.6.18.-EXCAVACIÓN A MANO.....	141
4.2.6.19.-RELLENO DE ZANJAS.....	142
4.2.6.20.-BACHEO.....	142
4.2.6.21.-ACARREO DE CONCRETO ASFÁLTICO.....	143
4.2.6.22.-REPOSICIÓN DE BANQUETAS.....	143
4.2.6.23.-REHABILITACIÓN DE TOMAS.....	144
4.2.6.24.-SUSTITUCIÓN DE RAMALES.....	144
4.2.7.-COMENTARIOS GENERALES.....	145
4.3.-ESTIMACIONES QUINCENALES.....	145
4.3.1.-ESTIMACIÓN.....	145
4.3.2.-GENERADORES.....	145
• GENERADOR NÚMERO 3 (VER REFERENCIAS) (DATOS GENERADOS POR LA EMPRESA).....	147
• OFICIO (ENTREGA DE GENERADORES).....	148
4.4.-BITÁCORA DE OBRA.....	149

4.4.1.- BITÁCORA.....	149
4.4.1.1.-CARACTERÍSTICAS.....	149
4.4.1.2.-REGLAS.....	150
▪ Artículo 95.....	150
4.5.-RESIDENTE DE OBRA.....	151
▪ Artículo 84.....	151
4.6.-ASPECTOS CONSTRUCTIVOS QUE TUVIERON QUE MODIFICARSE.....	152
4.7.-NÚMERO DE FUGAS Y DE DRENAJE REPARADAS.....	162
• TABLA (DE LOS 12 FRENTES).....	162
• FOTOGRAFÍAS.....	162
V.-CONCLUSIONES.....	164
5.1.-ASPECTOS RELEVANTES.....	164
5.2.-LA IMPORTANCIA DE LA SUPERVISIÓN DE OBRA.....	164
5.3.-BENEFICIOS A LA POBLACIÓN DE TLÁHUAC.....	166
5.4.-PÉRDIDAS DE CARGA.....	167
5.4.1.-ECUACIÓN DE HAZEN-WILLIAMS.....	168
5.4.2.-VELOCIDADES PERMISIBLES.....	169
• TABLA.....	169
5.4.3.-PÉRDIDAS DE ENERGÍA POR FRICCIÓN.....	169

5.4.3.1.-PÉRDIDAS DE FRICCIÓN LONGITUDINAL.....	170
5.4.3.2.-PÉRDIDAS LOCALES.....	170
5.5.-CÁLCULO DE PÉRDIDAS LONGITUDINALES EN TUBERÍAS.....	170
5.5.1.-CÁLCULO DE “J”.....	171
5.5.1.1.-COEFICIENTE DE FRICCIÓN “C”.....	171
5.6.-TABLA DE PÉRDIDAS DE CARGA EN TUBERÍAS DE POLIETILENO.....	172

REFERENCIAS Y ANEXOS

- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA CAJA TIPO 1-1-A. (173-177)
- CATÁLOGO DE IGNACIO ALLENDE. (178-198)
- CROQUIS DE LOS 12 FRENTES. (199-210)
- GRÁFICA DE AVANCE. (211)
- ESTIMACIÓN 3. (212-225)

Introducción

- Conducción y obras hidráulicas en período independiente

1. Cronología del agua en la ciudad de México siglo XX y XXI.

1900-se inaugura el túnel de Tequixquiac.

1906-comienza la construcción del acueducto que transportaría agua de los manantiales de Xochimilco a la ciudad de México. Se cava en Nativitas el primer pozo profundo de la ciudad, que alcanza los nueve metros de profundidad.

Década de 1920.La ciudad vuelve a inundarse.

1927-se excavan pozos con bombas en los manantiales de San Luis Tlaxialtemalco.

1930-se extraía agua de 350 pozos profundos.

1936-se perforan los primeros 18 pozos profundos, de entre 100 y 200 m, lo que marca el comienzo de la explotación intensiva del manto acuífero.

1937-1942-se construye un túnel adicional al de Tequixquiac.

1950-los pozos de los que se extraía agua llegaban a 700.

Década de 1950.La ciudad experimenta graves inundaciones provocadas por las intensas lluvias.

1951-se inaugura el sistema Lerma.

1952-se crea la Comisión Hidrológica del valle de México, dependiente de la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

1953-se establece la Dirección General de Obras Hidráulicas del Distrito Federal.

1967-comienzan los trabajos del drenaje profundo de la Ciudad de México.

1975-comienza la construcción del Drenaje Profundo.

1980-la pendiente del Gran Canal, que permitía el escurrimiento de la aguas, ha pasado de los 19 cm/km que tenía en 1910 a 0 cm/km.

2010-la Ciudad de México requerirá de 43 metros cúbicos de agua por segundo.

El Gran Canal alcanzó una longitud de 47.5 km en tanto que la del túnel era de 10 km. (Túnel de Tequixquiac).el sistema fue inaugurado en 1900 y aún se puede visitar la entrada al Túnel.



Ilustración 1 el túnel del canal de desagüe de la ciudad de México, en el tajo de Tequixquiac

A la larga resultaría insuficiente y se emprendería, ahora en la segunda mitad del siglo XX, otra obra; el Drenaje Profundo, formado por 1353 km de túneles subterráneos que llegan a tener una profundidad de 240 m. En tanto, surtir de agua a la ciudad era un dilema cada vez más complejo.

Para principios del siglo XX, los antiguos acueductos de arcos habían dejado de ser funcionales y se habían comenzado a utilizar caños subterráneos para conducir el agua. En 1905 se decidió comenzar la construcción de un acueducto subterráneo para abastecer a la Ciudad de México desde los manantiales de Xochimilco. Se construyeron casas de bombas en Nativitas (en donde próximamente se instalará un museo del agua) y en la Noria

(ahora parte del teatro al aire libre Carlos Pellicer; el anfiteatro se ubica sobre el ojo de agua que surtía a la casa de bombas).

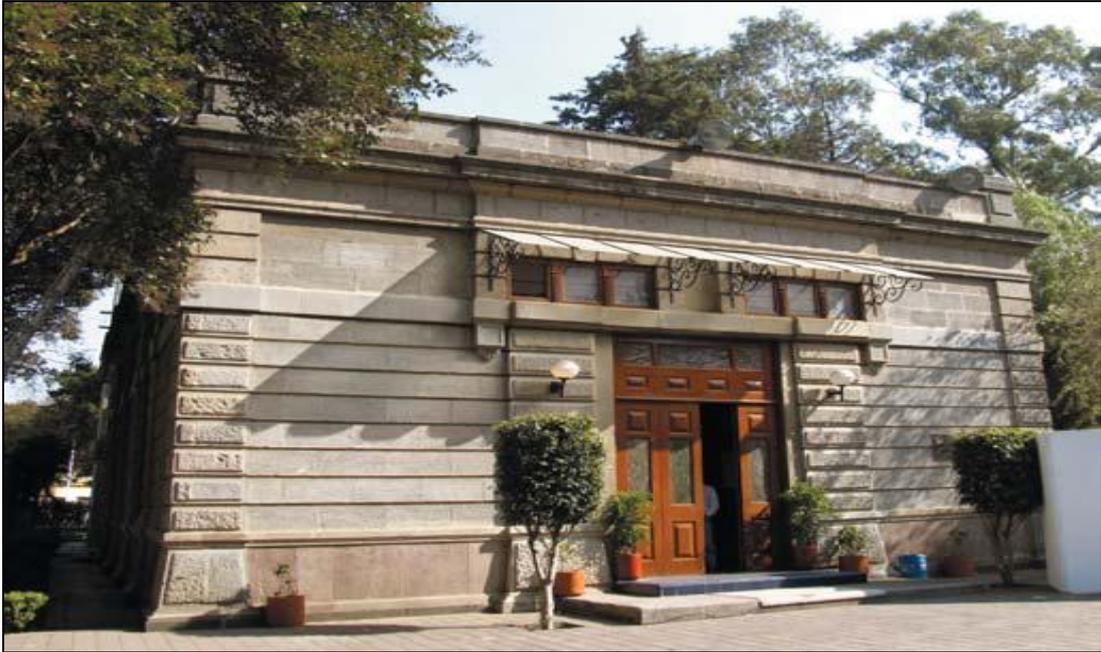


Ilustración 2 casa de bombas " La Noria ", Xochimilco, ciudad de México

El acueducto, que contaba con numerosos respiraderos que aún se pueden ver en Tepepan y División del Norte, llegaba a la casa de bombas de la Condesa, desde donde se distribuía a varias colonias.



Ilustración 3 casa de bombas " La Condesa " Tlalpan, ciudad de México

Como las otras, la casa de bombas de la condesa es una construcción con una magnífica decoración en la fachada, muy al gusto de la época Porfirista. Fue desmontada piedra por piedra y

trasladada al bosque de Tlalpan, donde ahora es la casa de la cultura de esa Delegación. Para mediados del siglo XX, la ciudad de México rebasó de plano la capacidad de este acueducto y la de los numerosos pozos que por todos los rumbos de la urbe se habían perforado y que provocaban problemas de hundimiento. Se decidió que lo mejor era abastecerse de otras cuencas y se inició la construcción del llamado Sistema Lerma, con el que se conducían por más de 70 km aguas de la cuenca del río Lerma. Las aguas del Lerma entraron por primera vez a la ciudad de México en 1951; llegaban a un sistema de distribución y almacenamiento situado en la segunda sección del bosque de Chapultepec. El depósito, conocido como el Cárcamo, fue decorado por Diego Rivera, quien realizó un mural alusivo tanto al agua como a los esfuerzos en la construcción de la obra. En el exterior del edificio, el mismo artista realizó una fuente con la representación de un gran Tláloc, Dios del agua.



Ilustración 4 Cárcamo de Chapultepec

La historia no termina ahí, la ciudad sigue creciendo y se siguen realizando obras para satisfacer su sed; después del Lerma, siguió

el Cutzamala y otros se encuentran en la cartera. Se siguen perforando pozos, algunos a profundidades de vértigo, y con ello la ciudad se sigue hundiendo; además, las inundaciones son recurrentes y se padece de escasez; es hora de buscar alternativas.

1.1.- Pueblos lacustres

1.1. A.-“ SAN ANDRÉS MIXQUIC ”

En el pueblo de Mixquic, al sur de la ciudad de México, aún se conservan canales prehispánicos cuya extensión alcanza los 8 km. Estos se pueden recorrer en trajineras que se abordan en el embarcadero de San Miguel y conducen a una pequeña isla acondicionada como centro recreativo. Buena parte del territorio, alrededor de 50 ha, se utiliza para el cultivo de flores y hortalizas en Chinampas.



Ilustración 5 Canales de San Andrés Mixquic.

1.1. B.- “ Xochimilco ”

En la mayor parte de sus Chinampas se cultivan flores, que se pueden adquirir durante los paseos en trajinera o en el mercado.

Por la gran cantidad de flores que produce Xochimilco es considerado un enorme jardín. Los embarcaderos más conocidos son los de Caltongo, Nativitas y Cuemanco.



Ilustración 6 Chinampas Xochimilco en la ciudad de México.

1.1. C.-“ San Pedro Tláhuac ”

Actualmente es cabecera de la Delegación Tláhuac y está integrado por 7 pueblos de origen prehispánico, entre ellos San Andrés Mixquic. El bosque de Tláhuac, que tiene un lago artificial, representa una encomiable contribución a la conservación del medio ambiente del lugar.



Ilustración 7 Lago artificial del bosque de Tláhuac.

1.1. D.-“ Santiago Tulyehualco ”

Santiago Tulyehualco se localiza al oeste de Xochimilco, en las faldas del cerro del Tehuitli.



Ilustración 8 Cerro del tehuitli en Santiago Tulyehualco.

2.-GRANDES OBRAS DE LA INFRAESTRUCUTURA HIDRÁULICA DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

2.1.-1900-TÚNEL DE TEQUIXQUIAC

Esta obra fue realizada por Francisco de Garay y el Coronel M.L Smith y fue inaugurada el 17 de Marzo de 1900 por el ex Presidente Porfirio Díaz. Más tarde se inició la construcción del segundo túnel de Tequixquiac en 1937, finalizando la obra en 1954. En la actualidad se le conoce como el Nuevo Túnel de Tequixquiac, el cuál desemboca en la barranca de Acatlán, Hidalgo.

Tiene una longitud de 11.2 kilómetros, es de sección circular y permite un gasto máximo de sesenta metros cúbicos por segundo; se dotó con diez lumbreras y con pozos de ventilación a cada doscientos metros y recibe caudales del Gran Canal del Desagüe.



Ilustración 9 salida del túnel de Tequixquiac

2.2.-1900-CANAL DEL DESAGÜE

Obra inaugurada en 1900 por el ex Presidente Porfirio Díaz, el Canal del Desagüe es la primera red de drenaje por gravedad.

Con el crecimiento demográfico y las constantes inundaciones se hizo necesaria la ampliación del Gran Canal del Desagüe durante los años comprendidos entre 1945 y 1966.

En 1993 se inician los trabajos preliminares para el entubamiento del Gran Canal del Desagüe.

En la actualidad la obra constituye la segunda salida artificial para el drenaje del valle de México. El Canal comienza al oriente de la ciudad, en la Garita de San Lázaro, atraviesa los lagos de Texcoco, San Cristóbal, Xaltocan y Zumpango y concluye en la entrada del Túnel, en las cercanías del pueblo de Zumpango; su longitud es de 47.527 kilómetros.



Ilustración 10 Gran Canal de Desagüe.

2.3.-1930-RÍO DE LA PIEDAD, VIADUCTO

El Viaducto sobre el río La Piedad fue pensado más como recurso sanitario que como vialidad, ya que en los años cuarenta, buena parte de los ríos de la cuenca endorreica (área en la que el agua no tiene salida fluvial hacia el mar). En México se hallaban contaminados o eran canales de aguas negras.

La idea de entubarlos surgió años atrás con el proyecto que elaboró el Ingeniero Carlos Contreras en 1930, quien vislumbró desde ese momento el futuro de los antiguos cauces, por lo que propuso por primera vez, edificar un anillo de circulación sobre los ríos de la Piedad, el río Consulado y la Verónica.

En el año de 1951 se comenzaron las obras para realizar el entubado, desazolve y limpieza del río de La Piedad, años más tarde en 1970 se concluyeron las obras de entubado.



Ilustración 11 Viaducto río de La Piedad.

2.4.-1951-CÁRCAMO DE LERMA

En el año de 1942 bajo la presidencia de Manuel Ávila Camacho, se iniciaron las obras del Cárcamo de Lerma, las cuales consistieron en la captación de las aguas de los manantiales que brotaban de la laguna del Lerma y su conducción por gravedad a la cuenca del valle de México. El 4 de Septiembre de 1951 fue construido el Cárcamo de Chapultepec, donde atravesaba la corriente de agua proveniente del río Lerma (márgenes sur y oriente) para abastecer a la ciudad de México.

En ese mismo año, Diego Rivera con una innovadora técnica de pintura, realizó el mural “El agua, origen de la vida” como un monumento a los trabajadores, Ingenieros y Arquitectos que perdieron la vida en la construcción del Cárcamo que contribuía a surtir de agua potable a la ciudad a partir del siglo XX.

En el año de 1999 el Cárcamo dejó de funcionar como depósito de cauce del agua potable que llegaba al Distrito Federal.

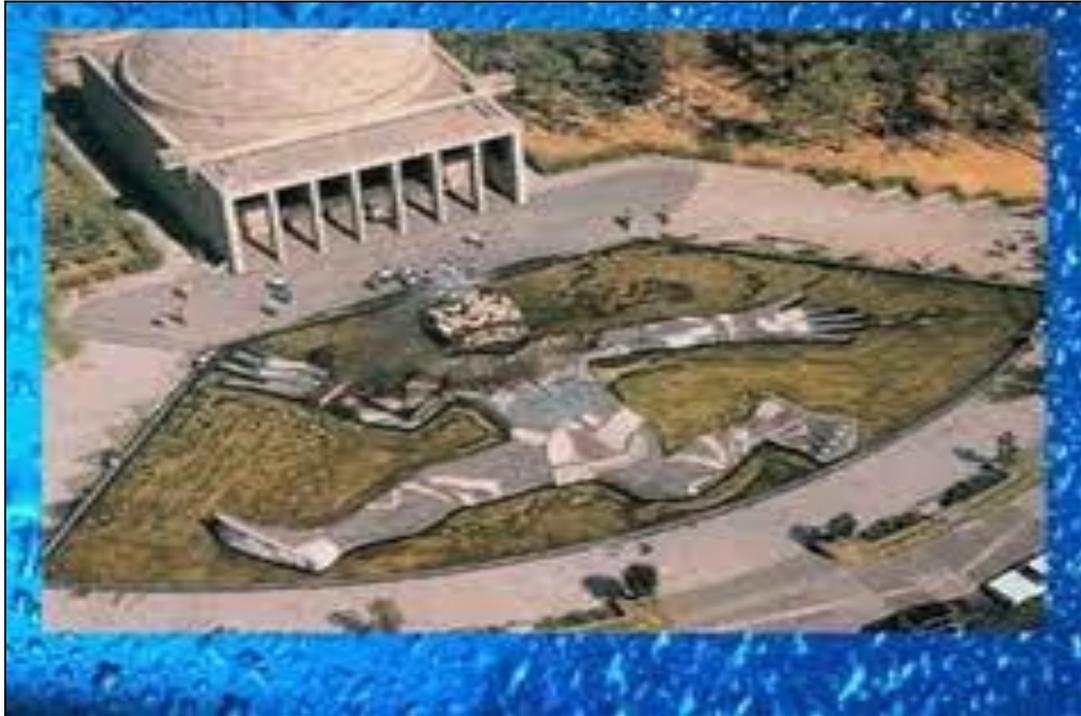


Ilustración 12 casa de bombas de Chapultepec.

2.5.-1967-DRENAJE PROFUNDO

En 1967 se construyó la primera red de drenaje profundo, sin embargo los sistemas existentes se fueron tornando insuficientes motivo por el cual fue necesario pensar en un sistema de drenaje que no fuera afectado por los asentamientos del terreno y que no necesitara bombeo y desalojara las aguas por una cuarta salida artificial. Con estas características se decidió la construcción del sistema del Drenaje Profundo.

Es una obra compuesta por dos interceptores, el central de 8 kilómetros de longitud, con cuatro lumbreras y el oriente, de 10 kilómetros y con 6 lumbreras; ambos confluyen en un emisor que tiene 21 lumbreras y 72 kilómetros de largo, lo que en conjunto forma un Túnel de 90 kilómetros de longitud. El diámetro interior de los interceptores es de cinco metros, su capacidad máxima de 100 metros cúbicos por segundo y su profundidad varía de 30 a 50 metros.



Ilustración 13 Empieza la construcción del Drenaje Profundo.

2.6.-1971-PLANTA DE AGUAS RESIDUALES DEL CERRO DE LA ESTRELLA

Comenzó su operación en el año de 1971, produciendo inicialmente un caudal a nivel secundario de 2 mil litros por segundo y es considerada la segunda planta más grande de Latinoamérica.

Desde 1944, su capacidad ha aumentado hasta 4 mil litros por segundo de agua a nivel terciario. En un principio, esta producción se usaba para riego agrícola en Tláhuac y Xochimilco, así como en canales para la zona turística. Después, los sectores comerciales e industriales se integraron al uso de agua residual tratada.

En la actualidad, esta planta da servicio también, a las zonas lacustres de Mixquic, Tláhuac y Xochimilco. Las aguas residuales que recibe esta planta provienen de la estación de bombeo “Aculco” en Iztacalco y corren por una tubería de 1.83 metros de diámetro y una longitud de 8 mil metros.



Ilustración 14 planta potabilizadora del cerro de la estrella.

2.7.-1983-ACUEDUCTO PERIMETRAL

En 1983 dio inicio la construcción del Acueducto Perimetral de la ciudad de México, funciona por gravedad y elimina en gran medida los costos por concepto de bombeo; además de construir la opción más favorable para suministrar agua para consumo humano en el Distrito Federal.

La primera etapa del Acueducto Perimetral entró en operación en el año de 1988, beneficiando a 400 mil habitantes, con un caudal de 8 m³/s.

En el año de 1987 se inició la construcción de su segunda etapa y se concluyó en Marzo de 1994 beneficiando a 800 mil habitantes.

A principios de 1995, se inició la construcción de la tercera etapa, con una longitud de 12 kilómetros.

La cuarta etapa constructiva del Acueducto Perimetral tiene como longitud 16 kilómetros y corre desde San Francisco Tlalnepantla hasta el cerro del Tehuitli.



Ilustración 15 construcción de acueducto perimetral.

2.8.-2004-PLANTA DE BOMBEO EX LIENZO CHARRO

En 2004 se construye la planta de bombeo de aguas negras ex Lienzo Charro con capacidad de 60 m³/s, ubicada en la calle camioneros, Delegación Iztapalapa.

Debido a las precipitaciones pluviales que se han presentado, el Gobierno del Distrito Federal incrementó la capacidad de bombeo a 600 litros por segundo y de ésta se canalizarán las aguas a través de una línea de conducción de 1,340 metros de longitud y 61 centímetros de diámetro hasta su descarga en la laguna mayor de Iztapalapa.

Posteriormente esta planta fue reinaugurada el 17 de Enero de 2011 con el objetivo de mejorar el desalojo de las aguas pluviales y de drenaje para evitar encharcamientos.

La ampliación en la capacidad de bombeo de esta planta representa un logro más en el mejoramiento y ampliación de la infraestructura hidráulica de la ciudad, para beneficio de la población.



Ilustración 16 Planta de bombeo ex lienzo charro.

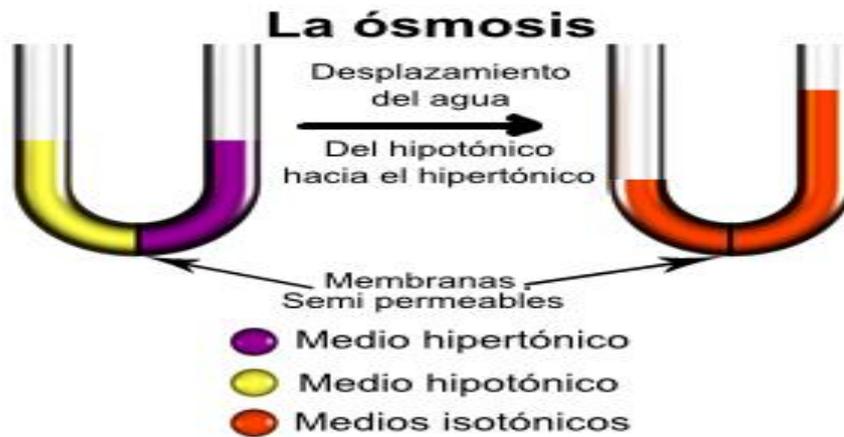
2.9.-2008-POZO EL SIFÓN

Obra inaugurada el 17 de Mayo de 2008, se encarga de producir agua potable y tiene una capacidad de 60 litros por segundo.

Pozo el Sifón es una nueva tecnología que se llama **ósmosis inversa-**

2.9.1.-ÓSMOSIS INVERSA

La ***ósmosis*** es un fenómeno **físico** relacionado con el comportamiento de un **sólido** como **soluto** de una **solución** ante una **membrana semipermeable** para el solvente pero no para los solutos. Tal comportamiento entraña una **difusión compleja** a través de la membrana, sin "gasto de energía". La ósmosis del agua es un fenómeno biológico importante para la **fisiología celular** de los **seres vivos**.



Se denomina [membrana semipermeable](#) a la que contiene poros o agujeros, al igual que cualquier filtro, de tamaño molecular. El tamaño de los poros es tan minúsculo que deja pasar las moléculas pequeñas pero no las grandes, normalmente del tamaño de micras. Por ejemplo, deja pasar las moléculas de agua que son pequeñas, pero no las de azúcar, que son más grandes.

Si una membrana como la descrita separa un líquido en dos particiones, una de agua pura y otra de agua con azúcar, suceden varias cosas, explicadas a fines del siglo XIX por Van 't Hoff y Gibbs empleando conceptos de [potencial electroquímico](#) y [difusión simple](#), entendiendo que este último fenómeno implica no sólo el movimiento al azar de las partículas hasta lograr la homogénea distribución de las mismas y esto ocurre cuando las partículas que aleatoriamente vienen se equiparan con las que aleatoriamente van, sino el equilibrio de los potenciales químicos de ambas particiones. Los potenciales químicos de los componentes de una solución son menores que la suma del potencial de dichos componentes cuando no están ligados en la solución. Este desequilibrio, que está en relación directa con la osmolaridad de la solución, genera un flujo de partículas solventes hacia la zona de menor potencial que se expresa como presión osmótica mensurable en términos de presión atmosférica, p. ej. "existe una **presión osmótica de 50 atmósferas** entre agua desalinizada y agua de mar". El solvente fluirá hacia el [solute](#) hasta equilibrar dicho potencial o hasta que la [presión hidrostática](#) equilibre la presión osmótica.

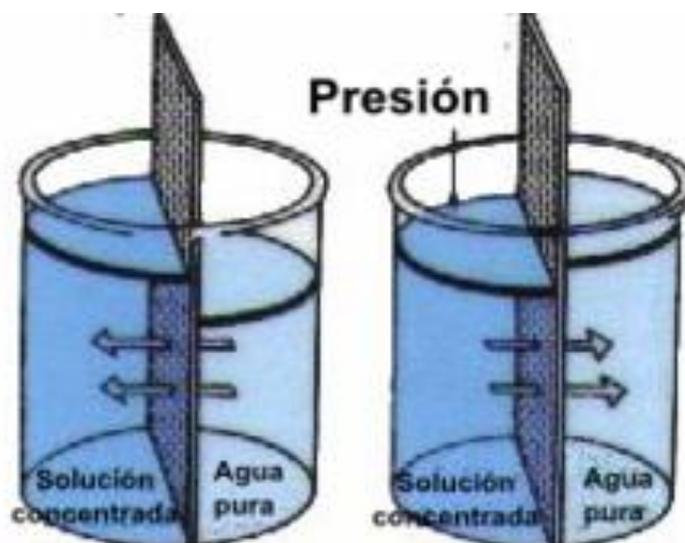
El resultado final es que, aunque el agua pasa de la zona de baja concentración a la de alta concentración y viceversa, hay un flujo neto mayor de moléculas de agua que pasan desde la zona de baja concentración a la de alta.

Dicho de otro modo: dado suficiente tiempo, parte del agua de la zona sin azúcar habrá pasado a la de agua con azúcar. El agua pasa de la zona de baja concentración a la de alta concentración.

Las moléculas de agua atraviesan la membrana semipermeable desde la disolución de menor concentración, disolución hipotónica, a la de mayor concentración, disolución hipertónica. Cuando el trasvase de agua iguala las dos concentraciones, las disoluciones reciben el nombre de isotónicas.

En los seres vivos, este movimiento del agua a través de la membrana celular puede producir que algunas células se arruguen por una pérdida excesiva de agua, o bien que se hinchen, posiblemente hasta reventar, por un aumento también excesivo en el contenido celular de agua. Para evitar estas dos situaciones, de consecuencias desastrosas para las células, estas poseen mecanismos para expulsar el agua o los iones mediante un transporte que requiere gasto de energía.

Ósmosis inversa



Lo descrito hasta ahora es lo que ocurre en situaciones normales, en las que los dos lados de la membrana están a la misma presión; si se aumenta la presión del lado de mayor concentración, puede lograrse que el agua pase desde el lado de alta concentración de sales al de baja concentración.

Se puede decir que se está haciendo lo contrario de la ósmosis, por eso se llama **ósmosis inversa**. Téngase en cuenta que en la ósmosis inversa a través de la membrana semipermeable sólo pasa agua. Es decir, el agua de la zona de alta concentración pasa a la de baja concentración.

Si la alta concentración es de sal, por ejemplo agua marina, al aplicar presión, el agua del [mar](#) pasa al otro lado de la membrana. Sólo el agua, no la sal. Es decir, el agua se ha desalinizado por ósmosis inversa, y puede llegar a ser [potable](#).

Con este proceso se incrementará el volumen de agua en la zona y los días de suministro (por tandeos) se mantendrá el abastecimiento continuo y permanente en calidad y cantidad adecuada para salvaguardar el bienestar de los usuarios.

Las zonas beneficiadas son el Centro Federal de Rehabilitación Social Nuevo Varonil, Colonia Paraje Zacatepec y Pueblo de Santa Martha Acatitla con una población beneficiada de 35,000 habitantes.

El término de la planta marcó el comienzo del programa de mejoramiento de la calidad de agua en Iztapalapa del Gobierno del D.F.



Ilustración 17 Pozo el Sifón.

2.10.-2008-PLANTA DE BOMBEO 11+600 GRAN CANAL

En 2008 dio inicio la obra 11+600, para incrementar la capacidad de desalojo y conducción de aguas residuales y pluviales en esta urbe. En Marzo de 2008 se realizaron trabajos de rehabilitación en la planta de bombeo km 11+600 del Gran Canal del Desagüe ya que perdió su inclinación por los hundimientos naturales del subsuelo.

La planta del Gran Canal es una de las plantas más importantes con que cuenta el sistema de drenaje metropolitano, debido a su capacidad para desalojar más de 21 metros cúbicos de aguas residuales y pluviales por segundo.

Esta planta se encuentra ubicada en la zona metropolitana de la ciudad de México, en el kilómetro 11+600.



Ilustración 18 Rehabilitación de planta de bombeo.

2.11.-2008-PLANTA DE BOMBEO CANAL DE SALES

En 2008 dio inicio la rehabilitación del Canal de Sales con el objetivo de manejar el drenaje sanitario superficial y evitar que las aguas lleguen a ese punto. Se construyeron tres cárcamos con rejillas y compuertas para evitar la entrada de basura y tiene una capacidad de 10 metros cúbicos por segundo.

Esta obra permitirá que se efectúe una revisión física y rehabilitará el emisor central para evitar la saturación de sus principales colectores y cauces que se ubican en las partes bajas de las zonas poniente y oriente en época de lluvias.



Ilustración 19 Planta de bombeo Canal de Sales.

2.12.-2008-PLANTA DE BOMBEO VASO DE CRISTO

Obra ubicada en Tlalnepantla, estado de México y que dio inicio el 12 de Septiembre de 2007, el término de la obra fue el 23 de Febrero de 2008.

Esta planta desemboca todos los escurrimientos de la zona poniente, incluidos los ríos y las presas del estado de México, por lo que fue urgente iniciar su operación y su capacidad de regulación para desalojar con mayor eficiencia los caudales que en él desembocan, y con ello evitar problemas de inundaciones en las zonas habitacionales colindantes.

Tiene una capacidad de 9 metros cúbicos y forma parte del conjunto de obras que realiza el Gobierno de la ciudad para incrementar la capacidad de desalojo de agua del Gran Canal y del emisor poniente a fin de desviar los escurrimientos hacia el emisor central y proceder a su inspección.



Ilustración 20 Planta de bombeo Vaso de Cristo.

2.13.-2008-PLANTA DE BOMBEO CASA COLORADA

Planta ubicada en Ecatepec, estado de México en la lumbrera 6 del túnel interceptor río de los Remedios y que servirá para enviar las aguas negras a la laguna de regulación Casa Colorada.

Los trabajos en ésta planta son de gran importancia para lograr el funcionamiento total de las distintas obras que contempla el programa de sustentabilidad hídrica del valle de México.

La planta de bombeo Casa Colorada cumplirá con el objetivo de impedir los excedentes de escurrimientos de lluvias intensas, conducidos por el drenaje general del valle y del río de los Remedios al interior de la laguna de regulación Casa Colorada para evitar la saturación del sistema principal de drenaje, condición que reducirá inundaciones en zonas del Distrito Federal y estado de México.



Ilustración 21 Planta de bombeo Casa Colorada.

2.14.-2010-PLANTA POTABILIZADORA SAN LORENZO TEZONCO NUEVO

El 6 de Agosto de 2010, el Jefe de Gobierno del Distrito Federal, Marcelo Ebrard acompañado por el Director del sistema de aguas de la ciudad de México (SACM) Ramón Aguirre, inauguraron la nueva planta potabilizadora, San Lorenzo Tezonco, ubicada en Iztapalapa.

El objetivo de esta obra es mejorar la calidad del agua potable y producir agua potable de calidad necesaria para abastecer a una población aproximada de 25,900 habitantes de las colonias San Francisco Apolocalco, Miguel de la Madrid, La Cañada, Campestre Potrero y Las Cruces.

La planta potabilizadora San Lorenzo Nuevo permitirá potabilizar 60 litros por segundo que producen los pozos auxiliares de Xotepingo 6-B, los cuales se ubican dentro de la reserva ecológica en los parques Yecahuizótl y Yautlica.



Ilustración 22 Planta Potabilizadora San Lorenzo Tezonco Nuevo.

2.15.-2010-PLANTA POTABILIZADORA SANTA CATARINA 8 Y 9

Planta inaugurada el 22 de Marzo de 2010 con el fin de mejorar la calidad del agua en la zona, el sistema de agua de la ciudad de México destinó recursos para la construcción de la planta potabilizadora Santa Catarina 8 y 9, que permitirá potabilizar 100 litros por segundo que producen los pozos Santa Catarina 8 y 9, los cuales se ubican dentro del panteón civil de San Lorenzo Tezonco.

Esta planta permitirá producir agua potable de la calidad necesaria para abastecer a una población aproximada de 57,600 habitantes de las colonias Lomas de San Lorenzo, pueblo de San Lorenzo Tezonco, el Rosario, La Planta y el Molino, todas ellas en la Delegación Iztapalapa; además beneficiará a las colonias Granjas Cabrera, Los Olivos, La Turba, La Nopalera y Miguel Hidalgo de la Delegación Tláhuac.



Ilustración 23 Planta Potabilizadora Santa Catarina 8 y 9.

2.16.-2010-PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES COYOACÁN

La planta de tratamiento de aguas residuales Coyoacán fue inaugurada el 12 de Noviembre de 1958 y requirió de mantenimiento para mejorar sus condiciones operativas e incrementar la producción de agua tratada por lo cual se realizó una reinauguración el 30 de Julio de 2010.

La rehabilitación de esta planta permite satisfacer la demanda de agua tratada, incrementando los servicios otorgados, así como la cobertura a nuevos usuarios.



Ilustración 24 Rehabilitación de la planta de tratamiento de aguas residuales Coyoacán.

2.17.-2011-PLANTA POTABILIZADORA DEPORTIVO LOS GALEANA

El 15 de Febrero de 2011 se inauguró la nueva planta potabilizadora Los Galeana la cual permitirá potabilizar 80 litros por segundo que producen los pozos Mayorazgo y Nápoles que se ubican dentro del Deportivo Los Galeana.

El tren de procesos de la Planta consiste en una torre de acondicionamiento, procesos de oxidación, floculación, sedimentación, filtración, absorción, micro filtración y ósmosis inversa; con los cuales se producirá agua potable necesaria para abastecer a la población de las colonias San Juan de Aragón,

Pradera, Campestre, Providencia, Ampliación Providencia y Casas Alemán, en la Delegación Gustavo A. Madero.

Esta planta permitirá producir agua potable para abastecer a una población aproximada de 35,000 habitantes de las colonias U.H. San Juan de Aragón, Pradera Campestre, Providencia, Ampliación Providencia y Casas Alemán.



Ilustración 25 Planta Potabilizadora Deportivo Los Galeana.

2.18.-2011-PLANTA POTABILIZADORA LA PASTORA

Inaugurada el 7 de Marzo de 2011, con el fin de incrementar y mejorar la calidad del agua en la zona.

La planta potabilizadora denominada La Pastora permitirá potabilizar 50 litros por segundo y producir agua potable de la calidad necesaria para suministrar a una población aproximada de 21,600 habitantes de la colonia Santa Rosa incluye la U.H. Joyas de Vallejo.



Ilustración 26 Planta Potabilizadora La Pastora.

2.2.-LÍNEA DE CONDUCCIÓN

Se entiende por línea de conducción al tramo de tubería que transporta agua desde la captación hasta la planta potabilizadora. O bien hasta el tanque de regularización. Dependiendo de la configuración del sistema de agua.

Una línea de conducción debe seguir, en lo posible, el perfil del terreno y debe ubicarse de manera que pueda inspeccionarse fácilmente. Esta puede diseñarse para trabajar por gravedad o bombeo.

Para que se utilice la distribución por gravedad, es necesario que la fuente de suministro, sea un lago o un embalse. Esté situado en algún punto elevado respecto a la ciudad, de manera que pueda mantenerse una presión suficiente en las tuberías principales. Este método es el más aconsejable si la conducción que une la fuente con la ciudad es de tamaño adecuado y está bien protegida contra roturas accidentales.

Cuando las condiciones de terreno o el gasto necesario del suministro de agua no permiten el diseño de la línea de conducción por gravedad, se utiliza el bombeo, teniendo dos variantes.

La primera es utilización de bombas, más el almacenado de cierta cantidad de agua. En general, cuando se emplea este método, el exceso de agua se almacena en un tanque elevado durante los períodos de bajo consumo. Durante los períodos de alto consumo, el agua almacenada se utiliza para aumentar la suministrada por la bomba.

Este sistema permite obtener un rendimiento uniforme en las bombas y, por lo tanto es económico, ya que se puede hacer trabajar a las bombas en condiciones óptimas. Por otra parte, como el agua almacenada proporciona una reserva que puede utilizarse en los casos de incendio y cuando se producen averías en las bombas; este método de operación proporciona una amplia seguridad.

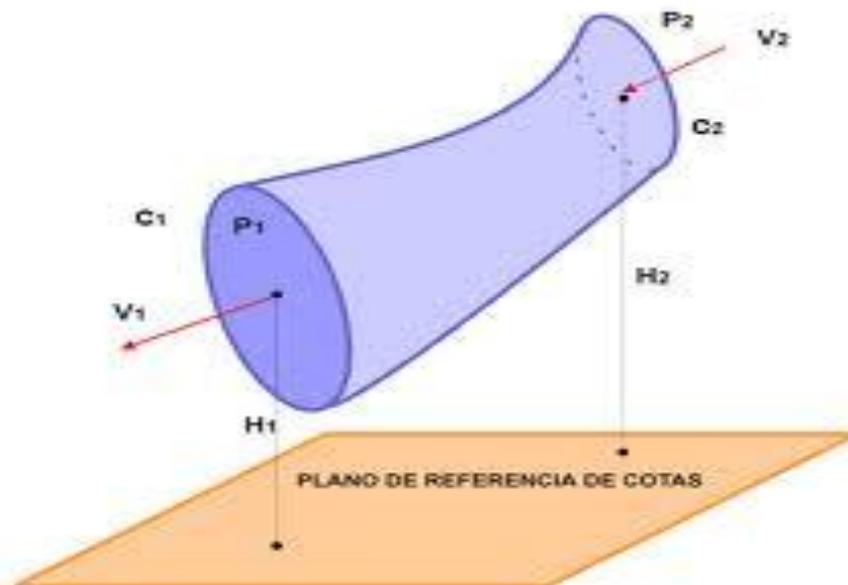
2.2.1.-PRESIONES DE DISEÑO

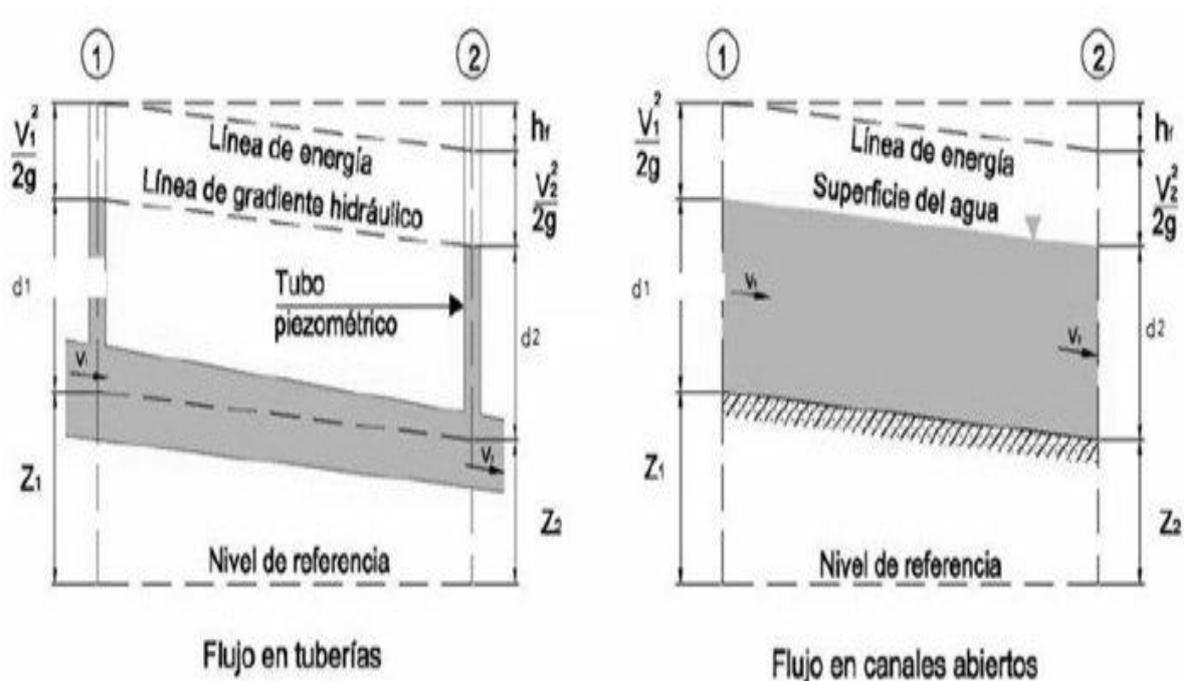
Las líneas de conducción son ductos que siguen la topografía del terreno y trabajan a presión.

Al diseñar una línea de conducción por gravedad, uno debe de tener muy en cuenta el cálculo de la línea piezométrica (línea de energía) y la línea de gradiente hidráulico (presión + elevación). Pues se debe cuidar que la línea de gradiente hidráulico se encuentre siempre por encima del eje de la tubería, evitando así presiones negativas en la línea.

$$\frac{p_1}{\gamma_1} + \frac{V_1^2}{2g} + h_1 = \frac{p_2}{\gamma_2} + \frac{V_2^2}{2g} + h_2$$

Ilustración 27 Ecuación de Bernoulli





Otro factor muy importante a tomarse en cuenta es la selección de la tubería para la línea de conducción, ésta debe soportar la presión más alta que pueda presentarse en la línea de conducción.

Generalmente la presión más alta no se presenta cuando el sistema está en operación, sino cuando la válvula de salida se encuentra cerrada y se desarrollan presiones hidrostáticas. También las presiones pueden elevarse mucho cuando se presenta un golpe de ariete (por cierre súbito de una válvula o porque una bomba deja de funcionar) que genera una sobrepresión.

3.-Materiales utilizados previos a la renovación.

3.1.-TUBERÍAS

Las tuberías que comúnmente se utilizan para la construcción de líneas de conducción son: fierro galvanizado, fierro fundido, asbesto-cemento, PVC, polietileno de alta densidad y cobre.

3.1.1.- TUBERÍA DE ACERO

Diámetros comerciales: varían en 2" desde 4" hasta 24", y a cada 6" entre 30" y 72".

Ventajas:

-Tienen una vida útil prolongada cuando se instala, protege y mantiene correctamente.

-Se recomienda su uso cuando se requiera de diámetros grandes y presiones elevadas.

-Material resistente y liviano para cubrir dichas condiciones.

Desventajas:

-Daños estructurales debido a corrosión, son mayores que en fierro-fundido debido a las paredes más delgadas de esta tubería.

-El acero se expande $\frac{3}{4}$ " por cada 100 ft de largo cuando la temperatura se aproxima a los 40 grados centígrados. Por lo tanto, se requiere instalar juntas que permitan tal expansión.



Ilustración 28 TUBERÍA DE ACERO.

3.1.2.- TUBERÍA DE FIERRO FUNDIDO

Diámetros comerciales : 3" , 4" en incrementos de 2" hasta 20" , 24" y en incrementos de 6" hasta 48".

Largos comerciales : El largo estándar es de 12 ft (4 m), pero también pueden obtenerse largos hasta de 20 ft (6m).

Presión : Fabricada para soportar presiones de hasta 350 psi - (2500 KN/m²).

Una tubería de hierro fundido puede durar más de 100 años en servicio bajo condiciones normales de operación (previniendo corrosión).

La corrosión externa no es problema, generalmente, debido a los espesores de pared relativamente grandes. Aún así, la tubería se puede encamisar con polietileno para protegerla de ambientes desfavorables. La tubería dúctil ha venido reemplazando a la tradicional de hierro fundido. Hecha de una aleación de magnesio con hierro, de bajo contenido en fósforo y azufre.



Ilustración 29 TUBERÍA DE FOFO.

3.1.3.- TUBERÍA DE FIERRO GALVANIZADO.

Tubería de fierro fundido recubierta con zinc (el principal propósito de este recubrimiento es de disminuir la corrosión).

Diámetros comerciales de 2.5, 3, 3.5, 4, 5, 6, 8, 10 pulgadas.

Existe también la tubería de metal corrugado (galvanizado). La cual se utiliza para drenaje (alcantarillas en carreteras). El corrugado aumenta la resistencia de la tubería y permite reducir su espesor de pared.



Ilustración 30 TUBERÍA DE FIERRO GALVANIZADO.

3.1.4.- TUBERÍA DE CONCRETO.

Comúnmente fabricada para proyectos específicos, así que diámetros especiales son relativamente fáciles de obtener. Disponibles en tamaños hasta de 72" (2m).

Tubería destinada a servir líneas de alta presión, se elabora con alma de acero para resistir tensión. El esfuerzo de acero se omite en la fabricación de tubería de baja presión.

Tubería fabricada para resistir presiones estáticas de hasta 400 psi - (2,700 KN/m²).



Ilustración 31 TUBERÍA DE CONCRETO.

3.1.5.- TUBERÍA DE ASBESTO-CEMENTO.

Tubería hecha a base de cemento Portland, sílice y fibras de asbesto.

Diámetros comerciales: 4" hasta 36" (0.1m-1.0m).

Largos comerciales: Largo estándar de 13 ft (4m).

Presión: Se fabrica en diferentes "grados" para soportar presiones de hasta 200 psi-(1,500 KN/m²).

Ventajas: Ligera, de fácil instalación, resistente a la corrosión.

Desventajas: Se ha demostrado que el asbesto es cancerígeno cuando las fibras son inhaladas, pero no hay evidencia contundente de que causen algún problema si son ingeridas.

Las fibras de asbesto pueden ser despedidas de la tubería por aguas agresivas.

Frágil, es de fácil ruptura por equipo de excavación.

Se puede observar que dentro del listado de las diferentes tuberías que se utilizan actualmente para líneas de conducción, no se describieron las características y especificaciones de todas; esto es, porque las condiciones del terreno en cierta localidad obligan a utilizar tuberías muy resistentes.

Los criterios para seleccionar el material adecuado son:

-Factores hidráulicos (gastos, presiones y velocidades de diseño).

- Costo
- Diámetros disponibles
- Calidad del agua y tipo de suelo.



Ilustración 32 TUBERIA DE ASBESTO CEMENTO.

3.2.-RECOMENDACIONES PARA LA SELECCIÓN DE TUBERÍAS

1.- La tubería de acero es muy resistente y se recomienda su uso cuando las presiones de diseño sean altas, sin embargo su costo y el de las piezas especiales son elevadas y esto elevaría mucho el costo del proyecto. Por ello se recomienda analizar otras opciones de tuberías.

2.- Las tuberías de asbesto-cemento son resistentes a la corrosión y ligeras. Estas requieren de cuidado especial en su transporte, manejo y almacenaje.

El asbesto-cemento debe considerarse para diámetros intermedios de hasta 400 mm.

3.- Las tuberías de plástico son ligeras y de instalación rápida, además de ser resistentes a la corrosión y tener bajos coeficientes de rugosidad.

4.- Se recomienda PVC o polietileno para diámetros menores a 150 mm.

Las pequeñas conducciones de distribución forman una malla en el área que abastecen y suministran agua para las tuberías particulares de las residencias y otros edificios. La instalación del número suficiente y la adecuada localización de las válvulas, es una necesidad ineludible para el funcionamiento y control correcto de la red.

4.-fuentes de abastecimiento hidráulico.

4.1.-EL AGUA POTABLE EN LA DELEGACIÓN TLÁHUAC.

Se han propuesto muchas medidas tendientes a procurar, inclusive coercitivamente, que se disponga de forma más racional de este recurso limitado, algunas de ellas son por ejemplo:

- Incrementar el costo actual del agua, el cual en la ciudad de México es de menos de una tercera parte de su costo real. En cambio este subsidio podría aplicarse a otras necesidades igualmente fundamentales (alimentación, salud, transporte, vestido, etc.)
- Modificar el Reglamento de Construcciones del D.F. a efecto de exigir en las nuevas y antiguas edificaciones, condiciones adecuadas en su estructura e instalaciones hidro-sanitarias, de modo, por ejemplo, que se pueda captar agua de lluvia y aprovecharla, se capte en depósitos el agua servida que pueda ser utilizada en un segundo uso, por ejemplo usar el agua jabonosa en el riego de áreas verdes o lavado de patios.
- Cobrar la cantidad de agua que se vierte al drenaje, con lo que podría incentivar el reaprovechamiento del agua antes de que en definitiva se elimine a través del drenaje.

- Exigir reglamentariamente en todas las edificaciones, el uso de accesorios ahorradores de agua, y por consiguiente impedir en definitiva la comercialización de accesorios y muebles que usan agua en exceso.
- Establecer y aplicar sanciones en verdad ejemplares a quienes no observen las disposiciones jurídicas aplicables al uso racional del agua potable, las cuales no necesariamente deben ser económicas, se puede recurrir al trabajo comunitario, o a la amonestación pública por ejemplo.

A continuación se presenta la infraestructura existente para el suministro de agua potable en la Delegación Tláhuac, las deficiencias o insuficiencias que existen en determinadas zonas en cuanto a la cantidad y calidad del agua potable, así como sus posibles soluciones.

También se mencionan los sitios donde el recurso hídrico se suministra mediante pipas de agua y la población aproximada que depende de ello.

DATOS GENERALES:

- Nombre del acueducto que cruza de sur a norte la Delegación: **CHALCO-XOCHIMILCO**.
- Diámetros del acueducto: Inicia en el pueblo de Tetelco recibiendo el nombre de **Ramal Tecomitl**, con un diámetro de 36" (0.91 m), posteriormente del pueblo de Tecomitl a la "T" del Olivar cuenta con un diámetro de 54" (1.37 m), con una longitud total de 6.59 Km.
- El acueducto de nombre **CHALCO-XOCHIMILCO** da inicio propiamente en la "T" del olivar, tiene una longitud dentro de la Delegación de 17.5 Km y un diámetro constante de 72" (1.83).

La línea de conducción de 36" (0.91 m) que parte del pueblo San Gregorio Atlapulco (Xochimilco) y que también llega a la "T" del Olivar, tiene una longitud de 6.69 Km y recibe el nombre de **RAMAL SAN LUIS**.

Además de estas líneas de conducción primarias, se tienen aproximadamente 3.2 Km de tubería de 20” de diámetro.

NOTA.- Cabe mencionar que las líneas primarias de conducción son aquellas con diámetro igual o mayor a 20” y cuya operación y mantenimiento es responsabilidad del Sistema de Aguas de la Ciudad de México (antes DGCOH); por lo que la red secundaria de distribución son aquellas tuberías cuyo diámetro es menor a 20” (comúnmente igual o menores a 12” de diámetro) y su operación y mantenimiento es responsabilidad de la Delegación Tláhuac.

4.2.-FUENTES DE ABASTECIMIENTO PROPIAS DENTRO DEL ÁREA DE LA DELEGACIÓN TLÁHUAC, Y QUE SON OPERADAS POR EL SISTEMA DE AGUAS DE LA CIUDAD DE MÉXICO (SACM):

- 1.- Pozo Tecomitl N° 21 (Pueblo de Tetelco)
- 2.- Pozo Tecomitl N° 17 (Pueblo de Tetelco)
- 3.- Pozo Tulyehualco N° 2 (San Juan Ixtayopan)
- 4.- Pozo Tulyehualco N° 4 (San Juan Ixtayopan)
- 5.- Pozo con planta potabilizadora Escudo Nacional N° 2 (Olivar Sta. María)
- 6.- Pozo con planta potabilizadora Santa Catarina N° 4, ubicado en Guillermo Prieto Esq. Revolución, col. La Draga.

4.2.1.-APORTACIÓN DEL RAMAL SAN LUIS (DELEGACION XOCHIMILCO) AL ACUEDUCTO CHALCO-XOCHIMILCO (EN LA “T” DEL OLIVAR):

L.P.S EN EL DÍA	L.P.S EN LA NOCHE
323	563

4.2.2.-POZOS QUE SE ENCUENTRAN DENTRO DEL PERÍMETRO DE LA DELEGACIÓN MILPA ALTA Y CUYA AGUA ES INYECTADA AL ACUEDUCTO DE 54" QUE COMUNICA LOS REBOMBEO DE TETELCO Y SAN JUAN IXTAYOPAN:

1. Tecomitl 10
2. Tecomitl 11
3. Tecomitl 12
4. Tecomitl 13
5. Tecomitl 14
6. Tecomitl 15

4.2.3.-TANQUES DE ALMACENAMIENTO Y REGULACIÓN EN FUNCIONAMIENTO:

1. Tanque Peña Alta de 500 m³ de capacidad ubicado en la 2^a calzada de Zacatecas Col. Peña Alta.
2. Tanque López Portillo de 100 m³ de capacidad ubicado en camino al Tetecon col. Ampliación López Portillo.

4.2.4.-PLANTAS DE BOMBEO DE AGUA EN LA DELEGACIÓN:

DENOMINACIÓN	UBICACIÓN	INFLUENCIAS
Tetelco	Vicente Guerrero Esq. Insurgentes	Tetelco y Mixquic.
San Juan Ixtayopan	Palmas Esq. Sur del Comercio	Todo el pueblo de San Juan con sus barrios y colonias; además del Tanque Peña Alta.
Tláhuac	Mina Esq. San Rafael Atlixco	Los barrios de Tláhuac, las colonias Santa Cecilia, San José, La Habana, Quiahuatla, Tierra y Libertad.
DENOMINACIÓN	UBICACIÓN	INFLUENCIAS
Tlaltenco	Eje 10 sur Esq. Cerro de Guadalupe	Pueblo de Tlaltenco, pueblo y barrios de Santa Catarina, Selene, Ampliación Selene, López Portillo, Las puertas, El Triángulo, Ojo de Agua, 3 de Mayo, Zacatenco además del tanque López Portillo.
Felipe Ángeles	Felipe Ángeles casi Esq. Cerro de Guadalupe	Pueblo de Zapotitlan y la Conchita Zapotitlan.
Zapotitla	Av. Tláhuac Esq. Juan de Dios Peza	La Conchita Zapotitlan, Miguel Hidalgo, Santa Ana Poniente II, Miguel Hidalgo y Nopalera.
Quetzalcoatl	Av. Tláhuac Esq. Díaz Mirón	Santa Ana Poniente I, La Aurorita, Arboledas, Zapotitla y la Estación.
*Santa Catarina N° 8	Dentro del Panteón de San Lorenzo Tezonco	Granjas Cabrera, Nopalera, Olivos, Del Mar y La Turba.

*Esta planta de bombeo se encuentra dentro de la jurisdicción de la Delegación Iztapalapa.

4.2.4.1.-VOLUMEN APROXIMADO QUE SE EXTRAE DE CADA UNA DE LAS PLANTAS DE BOMBEO:

REBOMBEO	VOLUMEN EN L.P.S.
Tetelco	130
San Juan Ixtayopan	110
Tláhuac	130
Tlaltenco	110
Felipe Ángeles	90
Zapotitla	50
Quetzalcoatl	100
San Lorenzo Tezonco	60
TOTAL	780

4.2.5.-VOLUMEN QUE SE EXTRAE DE POZOS QUE ALIMENTAN DIRECTAMENTE A LA RED SECUNDARIA DE AGUA POTABLE:

POZO	VOLUMEN A LA RED EN L.P.S
Escudo Nacional N° 2	35
*Santa Catarina N° 4	35

*Este pozo, debido a la mala calidad del agua que se procesa, continuamente deja de operar para darle mantenimiento al complejo sistema de potabilización. Por ésta razón, actualmente no está en operación.

4.2.6.-COLONIAS QUE RECIBEN EL SUMINISTRO DE AGUA A TRAVÉS DE LA RED DE MANERA TANDEADA:

1. Jaime Torres Bodet (parcialmente)
2. Peña Alta
3. Ampliación la Conchita
4. Tierra Blanca
5. El Rosario (parcialmente)

6. Olivar Santa María.

Las cinco primeras colonias reciben el agua del tanque Peña Alta y la última del pozo Escudo Nacional N° 2.

4.3.-SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED SECUNDARIA DE AGUA POTABLE.

Se cuenta con tubería de 4" y hasta 12" de diámetro, que abarcan aproximadamente 620 Km. Siendo las líneas de 4" la más significativa al representar un 80% del total.

El tipo de material que domina actualmente es de asbesto-cemento, sin embargo como caso especial se puede mencionar que en algunas calles de los barrios del pueblo de Tláhuac; aún existen líneas de tubería de acero. Actualmente el material que se está empleando en las líneas nuevas y reconstrucciones es de polietileno de alta densidad, lo anterior debido a las bondades que representa en cuanto a durabilidad, resistencia mecánica, facilidad de instalación y mantenimiento, etc.

4.3.1.-CONSERVAR Y MANTENER LA RED SECUNDARIA DE AGUA POTABLE

En virtud de la antigüedad de las redes existentes; lo más importante es contemplar la sustitución total de la red existente. Para ocasionar los menores daños posibles a las vialidades, así como las molestias a los usuarios, es importante proponer para estos trabajos, el empleo de tecnología actual con métodos similares a los que emplean las empresas contratadas por la Comisión de Aguas del Distrito Federal.

La U.D. de Agua Potable ha adquirido el equipo necesario que le permita efectuar las mencionadas sustituciones in situ, habiendo dado inicio con la renovación de tuberías en algunas calles de la colonia del Mar que se han visto afectadas por la continua ocurrencia de fugas de agua a consecuencia de grietas naturales en el terreno.

Debido a que en la Delegación se tiene una cobertura cercana al 100% de la red secundaria de agua potable, esta actividad institucional cada vez es menos demandada por la ciudadanía. Actualmente se efectúan solamente 2 Km de ampliación de red en promedio al año.

5.- BOMBEO

5.1.-Bomba hidráulica

Una **bomba hidráulica** es una máquina generadora que transforma la energía (generalmente energía mecánica) con la que es accionada en energía hidráulica del fluido incompresible que mueve. El fluido incompresible puede ser líquido o una mezcla de líquidos y sólidos como puede ser el hormigón antes de fraguar o la pasta de papel. Al incrementar la energía del fluido, se aumenta su presión, su velocidad o su altura, todas ellas relacionadas según el Principio de Bernoulli. En general, una bomba se utiliza para incrementar la presión de un líquido añadiendo energía al sistema hidráulico, para mover el fluido de una zona de menor presión o altitud a otra de mayor presión o altitud.

Existe una ambigüedad en la utilización del término **bomba**, ya que generalmente es utilizado para referirse a las máquinas de fluido que transfieren energía, o *bombean* fluidos incompresibles, y por lo tanto no alteran la densidad de su fluido de trabajo, a diferencia de otras máquinas como lo son los compresores, cuyo campo de aplicación es la neumática y no la hidráulica. Pero también es común encontrar el término **bomba** para referirse a máquinas que *bombean* otro tipo de fluidos, así como lo son las bombas de vacío o las bombas de aire.

5.2.-Tipos de bombas

La principal clasificación de las bombas según el funcionamiento en que se base:

5.2.1.-Bombas de desplazamiento positivo o volumétricas, en las que el principio de funcionamiento está basado en la hidrostática, de modo que el aumento de presión se realiza por el empuje de las paredes de las cámaras que varían su volumen. En este tipo de bombas, en cada ciclo el órgano propulsor genera de manera positiva un volumen dado o cilindrada, por lo que también se denominan **bombas volumétricas**.



Ilustración 33 BOMBA VOLUMÉTRICA.

En caso de poder variar el volumen máximo de la cilindrada se habla de bombas de volumen variable. Si ese volumen no se puede variar, entonces se dice que la bomba es de volumen fijo. A su vez este tipo de bombas pueden subdividirse en:

- **Bombas de émbolo alternativo**, en las que existe uno o varios compartimentos fijos, pero de volumen variable, por la acción de un émbolo o de una membrana. En estas máquinas, el movimiento del fluido es discontinuo y los procesos de carga y descarga se realizan por válvulas que abren y cierran alternativamente. Algunos ejemplos de este tipo de bombas son la bomba alternativa de pistón, la bomba rotativa de pistones o la bomba pistones de accionamiento axial.



Ilustración 34 BOMBA ROTATIVA DE PISTONES.

- **Bombas volumétricas rotativas o *roto estáticas***, en las que una masa fluida es confinada en uno o varios compartimentos que se desplazan desde la zona de entrada (de baja presión) hasta la zona de salida (de alta presión) de la máquina. Algunos ejemplos de este tipo de máquinas son la bomba de paletas, la bomba de lóbulos, la bomba de engranajes, la bomba de tornillo o la bomba peristáltica.

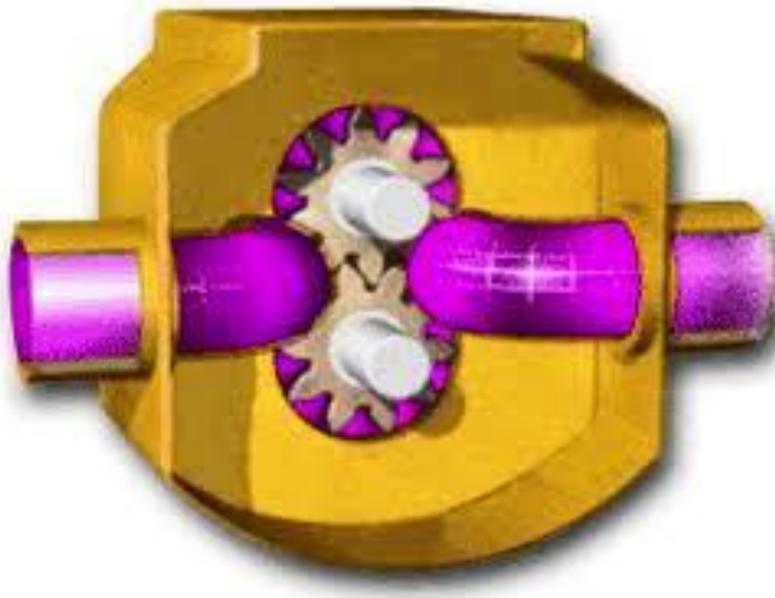


Ilustración 35 BOMBA DE ENGRANAJES EXTERNOS.

5.2.2.-Bombas roto dinámicas, en las que el principio de funcionamiento está basado en el intercambio de cantidad de movimiento entre la máquina y el fluido, aplicando la hidrodinámica. En este tipo de bombas hay uno o varios rodetes con álabes que giran generando un campo de presiones en el fluido. En este tipo de máquinas el flujo del fluido es continuo.

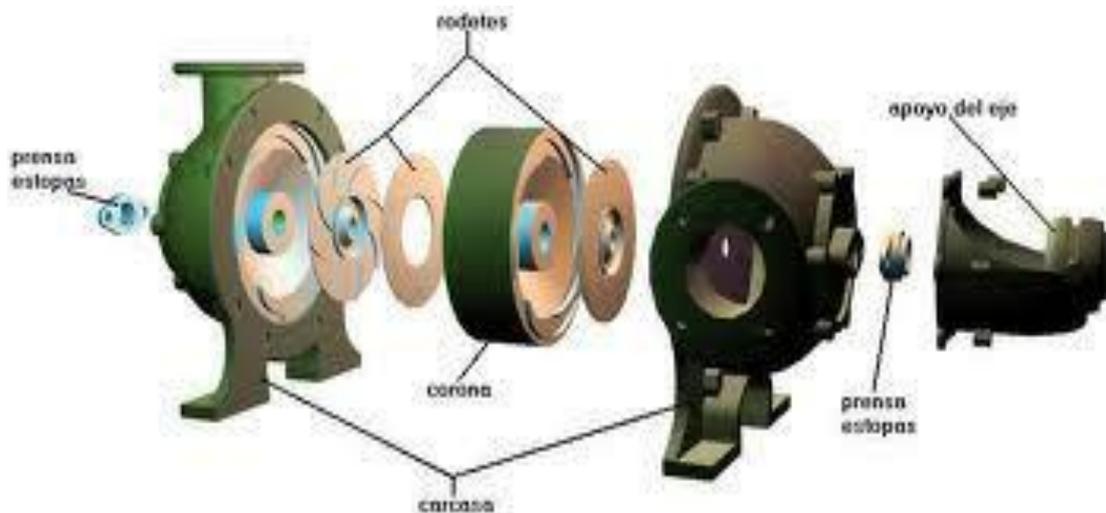


Ilustración 36 BOMBA ROTODINÁMICA.

Estas turbo máquinas hidráulicas generadoras pueden subdividirse en:

- **Radiales o centrífugas**, cuando el movimiento del fluido sigue una trayectoria perpendicular al eje del rodete impulsor.



Ilustración 37 BOMBA CENTRÍFUGA.

- **Axiales**, cuando el fluido pasa por los canales de los álabes siguiendo una trayectoria contenida en un cilindro.



Ilustración 38 BOMBA AXIAL.

Diagonales o helico centrífugas cuando la trayectoria del fluido se realiza en otra dirección entre las anteriores, es decir, en un cono coaxial con el eje del rodete.



Ilustración 39 BOMBA DIAGONAL.

5.3.-La altura de elevación H que proporciona la bomba es siempre la misma y responde a la siguiente fórmula:

$$H = \frac{P_I - P_A}{\rho g}$$

Donde P_I es la presión de impulsión, P_A es la presión de aspiración, ρ es la densidad del fluido y g la aceleración de la gravedad.

Despejando la diferencia de presiones se tiene que:

$$(P_I - P_A) = \rho g H$$

De esta fórmula se puede observar que la diferencia de presiones que consigue la bomba entre la impulsión y la aspiración es mayor cuanto mayor sea la densidad del fluido a mover. De tal forma que para el caso concreto del agua se tiene:

$$(P_I - P_A)_{aire} = \rho_{aire} g H = 1,29 \cdot 9,81 \cdot H$$

$$(P_I - P_A)_{agua} = \rho_{agua} g H = 1000 \cdot 9,81 \cdot H$$

Con lo cual:

$$\frac{(P_I - P_A)_{aire}}{(P_I - P_A)_{agua}} = \frac{\rho_{aire}}{\rho_{agua}} = \frac{1,29}{1000} = 0,00129$$

Es decir, si la bomba está llena de aire la presión de aspiración es 0,00129 veces la que conseguiría dicha bomba si estuviese llena de agua, es decir, si estuviese cebada. Por lo que si la bomba está vacía la altura que se eleva el agua en el circuito de aspiración

sobre el nivel del agua en el depósito es mínima y totalmente insuficiente para que el agua llegue a la bomba.

I.- ANTEPROYECTO

1.-NECESIDADES DE LA POBLACIÓN DE TLÁHUAC

En los tiempos actuales; el crecimiento poblacional que experimentó la Delegación, se debió al fenómeno de inmigración de los habitantes del campo a la ciudad, tanto de los estados como de la zona conurbana del Distrito Federal y la mudanza hacia las zonas periféricas de habitantes que fueron desplazados del centro de la ciudad, debido a los cambios en el uso del suelo o por la desmedida elevación de las rentas y el valor del terreno.

Así se fueron creando por dicho crecimiento; grandes unidades habitacionales, las cuales por lo mismo demandan más servicios, siendo necesario la creación de más infraestructuras hidráulicas como son: Pozos, Tanques y re-bombes nuevos, así como también líneas de conducción.

1.2.-Localización de la Delegación

Se encuentra situada al este del Distrito Federal y cubre una superficie de 85,346 Km², colindando con las siguientes Delegaciones:

Al norte con la Delegación Iztapalapa

Al sur con la Delegación Milpa Alta

Al oeste con la Delegación Xochimilco

Al este con el Municipio de Chalco, Estado de México.

1.3.-PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN AL AÑO 2011

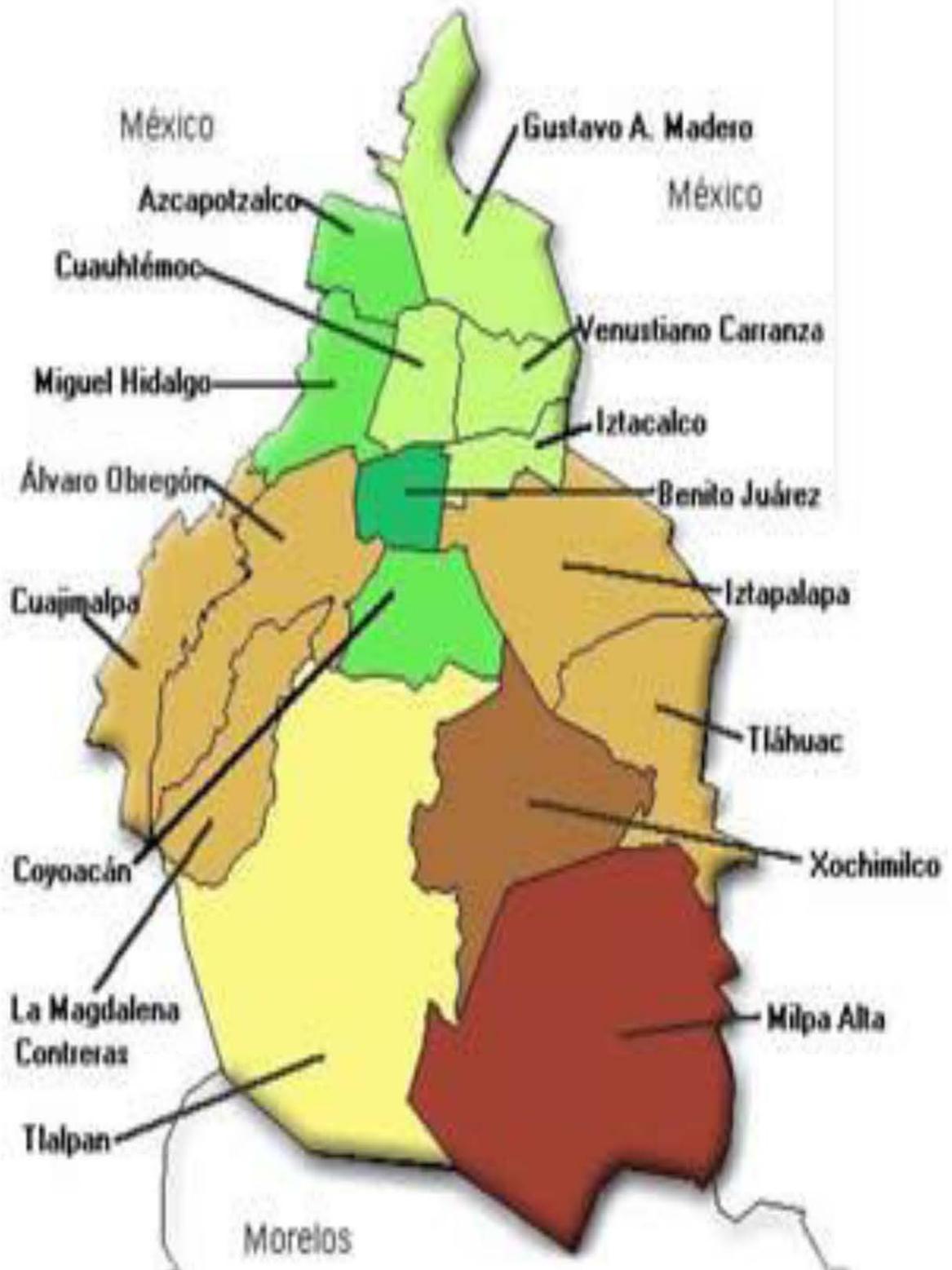
AÑO	HABITANTES EN LA DELEGACIÓN	HABITANTES EN EL DISTRITO FEDERAL	PORCENTAJE CON RESPECTO AL DISTRITO FEDERAL
1999	293,641	9,098,156	3.2%
2011	443,711	11,296,397	3.9%

El territorio que actualmente corresponde a Tláhuac corresponde a las municipalidades de Tlaltenco, Tláhuac y Míxquic que formaron parte de la prefectura de Xochimilco en el siglo XIX. En 1902 estas alcaldías fueron suprimidas para pasar a depender directamente de Xochimilco. En [1924](#), por gestiones de [Severino Ceniceros](#), Tláhuac recuperó la calidad de municipio del Distrito Federal. El régimen municipal capitalino fue suprimido en 1928 para dar lugar a las delegaciones políticas y el municipio de Tláhuac se convirtió en delegación.



Ilustración 1 Delegación Tláhuac en San Pedro Tláhuac.

1.4.-MAPA DEL DISTRITO FEDERAL Y SUS 16 DELEGACIONES POLÍTICAS



1.5.-PUEBLOS Y COLONIAS CON PROBLEMAS DE SUMINISTRO DE AGUA POTABLE EN LA DELEGACION TLÁHUAC.

I.- Polígono de Tláhuac

Colonias: La Estación, Arboledas, Los Olivos, La Nopalera y Zapotitla.

Problemática

En esta zona en que se encuentran pendientes muchas factibilidades de suministro de agua potable a diferentes unidades habitacionales.

Se requiere: Construcción del Tanque Polígono de Tláhuac y re perforación de 3 pozos con sus líneas de conducción al Tanque, además de su planta potabilizadora a pie de pozo.

II.- Polígono Miguel Hidalgo

Colonias; Del Mar, Miguel Hidalgo, Villa Centroamericana, La Draga y La Concha.

Problemática

En este polígono la escasez de agua y las bajas presiones, motivo por el cual se han negado varias factibilidades de servicio a unidades habitacionales.

Se requiere: Poner en operación la planta potabilizadora a pie de pozo Santa Catarina N° 4. Actualmente en proceso de pruebas.

Construcción de planta potabilizadora a pie de pozo en el ya perforado San Lorenzo Tezonco, además de la construcción de 800 metros de línea de conducción de 12” de diámetro, y conectarse en líneas sobre calle la Turba.

III.- Pueblo Santiago Zapotitla

Problemática

En este pueblo se tienen faltas de agua y bajas presiones.

Se requiere: Incremento del caudal en el acueducto Chalco-Xochimilco. Punto de alimentación del re-bombeo Zapotitlan a fin de aumentar la cantidad y tiempos de bombeo a estas partes. Este incremento se puede lograr teniendo en operación la planta potabilizadora Santa Catarina, con los 200 L.P.S.

IV.- Pueblo Santa Catarina

Problemática

En estos lugares en que se tienen faltas de agua y bajas presiones, cabe mencionar que la fuente de abastecimiento es el re-bombeo Tlaltenco alimentado del Acueducto Chalco-Xochimilco con caudal muy limitado.

Se requiere: Estudios a fin de re-perforar un pozo y en su caso la construcción de una planta potabilizadora a pie de pozo, además de las líneas de conducción y red de distribución en las zonas que falta.

V.- Pueblo San Andrés Mixquic

Problemática

Faltas de agua, bajas presiones y tandeos en la periferia y zonas altas del pueblo, cabe mencionar que el abastecimiento de agua potable proviene del re-bombeo Tetelco ubicado en el pueblo del mismo nombre:

Se requiere: Perforación de un pozo y en su caso una planta potabilizadora a pie de pozo en la parte alta del pueblo, así como la infraestructura hidráulica necesaria como línea de conducción y complemento de la red de distribución.

1.6.-ANTEPROYECTO

La fase de **Anteproyecto** comprende el conjunto de gráficos y documentos que proporcionan la idea general del proyecto, respondiendo a las condiciones establecidas en el programa arquitectónico, las características del terreno, el entorno y los reglamentos a los cuales debe sujetarse.

1.6.1.-PASOS A SEGUIR PARA LA ELABORACIÓN DE UN ANTEPROYECTO.

TITULO: Es el nombre o denominación que se le da al proyecto.

ANTECEDENTES: Se describe la forma en que viene funcionando el objeto de estudio, más específicamente en el área elegida para la aplicación del proyecto. Como su nombre lo dice se describen todos los antecedentes que ha tenido el objeto de estudio antes de su investigación.

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA: En este punto lo que se busca es analizar y establecer la idea (PROBLEMA QUE VAMOS A TRATAR) de manera clara, el nivel de profundidad, el período y centrarse en el tema objeto de estudio o investigación, para evitar desviarse al tratar un tema muy amplio.

JUSTIFICACIÓN: Fundamentación de las razones del porqué es importante y trascendente la realización del proyecto, destacando los beneficios que se obtendrán al ser solucionado el problema.

OBJETIVOS: En este rubro se tiene que dejar claramente establecido qué es lo que se pretende lograr o qué es lo que se va a obtener con el desarrollo del proyecto. Si el objetivo del proyecto es muy general conviene entonces dividirlo en objetivos específicos.

ALCANCES Y LIMITACIONES: El alcance define el área o lugar en concreto donde se aplicará el proyecto, mientras que la limitación define dentro de este lugar, la función específica de la actividad a realizar.

1.7.-MOTIVOS DE RENOVACIÓN.

Es de vital importancia establecer las obras a realizar, su secuencia, sus alcances y sus adecuaciones en el tiempo bajo una estrategia bien definida y de esta forma alcanzar las metas planeadas para lograr los mayores beneficios con los recursos que se tengan disponibles.

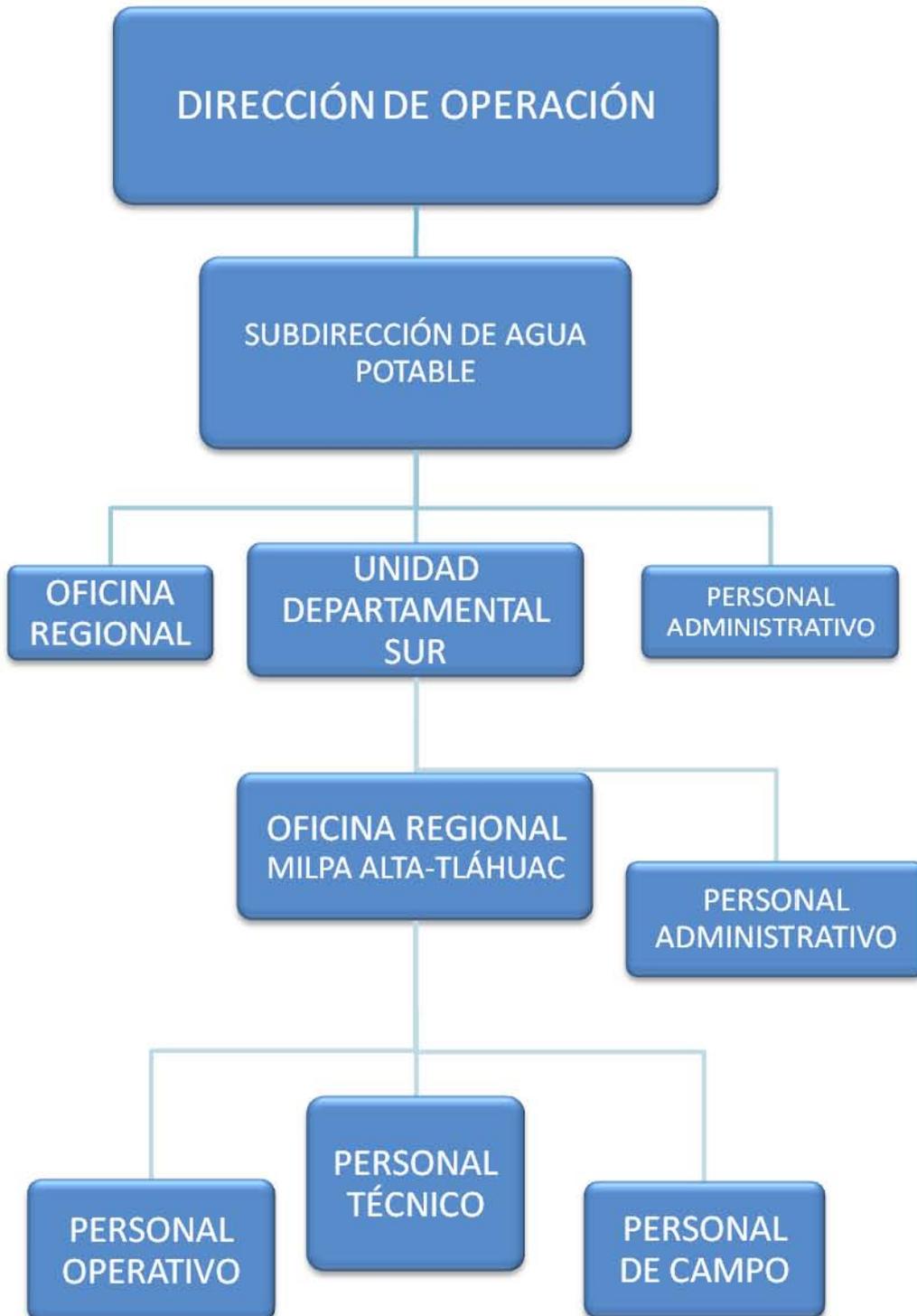
También se considera que los problemas y las soluciones de los servicios hidráulicos se conciben como un proceso en movimiento, esto quiere decir que las soluciones se tornan obsoletos al transcurrir el tiempo porque los problemas son diferentes, esto nos conduce a que periódicamente se tienen que actualizar y elaborar nuevas obras para que el servicio del agua suministrada sea suficiente para satisfacer las necesidades de los habitantes de esta Delegación.

La Delegación de Tláhuac junto con la Unidad Departamental de Agua Potable, trabajan de manera coordinada para resolver día con día los problemas concernientes al abastecimiento de agua potable, sin embargo el problema recurrente de fugas debido a que la mayoría de las redes de distribución tienen más de 40 años y la tubería es de asbesto-cemento. La Delegación decidió que en cada partida presupuestal anual, se destine una cantidad para la renovación de las redes de distribución.

La Unidad Departamental de Agua Potable de la misma Delegación se encarga de los anteproyectos y los manda a la Unidad departamental de Proyectos y Presupuestos para su revisión y aceptación. Posteriormente pasa a la Dirección General de Obras y Desarrollo Urbano para su visto bueno.

La Delegación decide si el concurso es abierto o asigna el proyecto a una Empresa que cumpla con los requisitos para la ejecución expedita de la obra en cuestión.

**1.8.-RECURSOS QUE CUENTA LA DELEGACIÓN
Y LA UNIDAD DEPARTAMENTAL DE AGUA
POTABLE.**



**1.9.-CUADRO DE PERSONAL DE BASE ADSCRITO A LA
OFICINA REGIONAL MILPA ALTA - TLÁHUAC.**

Personal Técnico	007
Personal Administrativo	016
Eliminación de fugas	022
Mecánicos de Pozos	013
Supervisores	005
Electricistas	013
Choferes	013
Operador de Grúa	004
Mecánicos Automotrices	004
Soldadores	006
Pintores	006
Mantenimiento	007
Tornero	002
Operador de Computadora	003
Intendencia	003
Carpintero	001
Almacenistas	003
Operador de Pozo	042
Operador de Tanque	048
Operador de Re-bombeo	037
Operador de Subestación	007
TOTAL	262

RESUMEN DE PERSONAL DE BASE

CAMPO	105
OPERATIVO	134
TÉCNICO	007
ADMINISTRATIVO	016
TOTAL	262

II.- PROYECTO

2.1.-TUBERÍA DE POLIETILENO

2.1.1.-REFERENCIAS 1:

Para la correcta aplicación de la norma **NMX-E-018-SCFI-2002** (establece las especificaciones que deben cumplir los tubos de polietileno de alta densidad–**PEAD**). Se deben consultar las siguientes normas Mexicanas vigentes o las que las sustituyan.

NMX-E-004-CNCP-2004-Industria del plástico-Densidad relativa y absoluta-Método de prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de Abril de 2004.

NMX-E-013-CNCP-2004-Industria del plástico-Tubos y Conexiones-Resistencia a la presión hidráulica interna sostenida por largo período-método de prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de Noviembre de 2004.

NMX-E-016-CNCP-2004-Industria del plástico-Tubos y Conexiones-Resistencia a la presión hidráulica interna por corto período-Método de prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de Noviembre de 2004.

NMX-E-021-SCFI-2006-Industria del plástico-Tubos y Conexiones-Dimensiones-Método de ensayo. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 29 de Noviembre de 2006.

NMX-E-028-SCFI-2003-Industria del plástico-Tubos y Conexiones-Extracción de metales pesados por contacto con agua-Método de prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 10 de Septiembre de 2003.

NMX-E-034-SCFI-2002-Industria del plástico-Contenido de negro de humo en materiales de polietileno-Método de prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de La Federación el 08 de Noviembre de 2002.

NMX-E-035-SCFI-2003-Industria del plástico-Resistencia al envejecimiento acelerado de tubos de polietileno-Método de prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 12 de Marzo de 2003.

NMX-E-046-1977-Determinación de la resistencia a la tracción en plásticos tubulares o de anillo por el método de disco dividido. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de Abril de 1977.

NMX-E-061-CNCP-2004-Industria del plástico-Dispersión de negro de humo en polietileno-Método de prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 04 de Marzo de 2004.

NMX-E-082-SCFI-2002-Industria del plástico-Resistencia a la tensión de materiales plásticos-Método de prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 19 de Marzo de 2002.

NMX-E-088-1979-Plásticos-Determinación de la resistencia a la flexión. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de Agosto de 1979.

NMX-E-135-CNCP-2004-Plásticos-Velocidad de flujo de polímeros termoplásticos-Determinada con un plastómetro extrusor-Método de prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de Noviembre de 2004.

NMX-E-166-1985-Plásticos-Materias primas-Densidad por columna de gradiente-Método de prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 4 de Noviembre de 1985.

NMX-E-179-CNCP-2004-Industria del plástico-Tubos y Conexiones-Reversión térmica-Método de prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de Noviembre de 2004.

NMX-E-183-1990-Industria del plástico-Resistencia a la flexión normal-Método de prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de Julio de 1990.

NMX-E-184-SCFI-2003-Industria del plástico-Resistencia al agrietamiento por esfuerzo ambiental para los materiales plásticos de etileno-Método de prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de Junio de 2003.

NMX-E-185-1990-Industria del plástico-Resina sólida-Densidad-Método del picnómetro. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de Julio de 1990.

NMX-Z-012/1-1987-Muestreo para la inspección por atributos-Parte 1: Información general y aplicaciones. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de Octubre de 1987.

NMX-Z-012/2-1987-Muestreo para la inspección por atributos-Parte 2: Método de muestreo, tablas y gráficas. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario de la Federación el 28 de Octubre de 1987.

NMX-Z-012/3-1987-Muestreo para la inspección por atributos-Parte 3: Regla de cálculo para la determinación de planes de muestreo. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 31 de Julio de 1987.

CNCP.-Centro de Normalización y Certificación de Productos

NMX.-Normas Mexicanas

ASTM.-Association for Testing Materials

2.2.- DEFINICIONES:

Para los propósitos de esta norma se establecen las definiciones siguientes:

ABOLSAMIENTO.-Es la deformación debida a la expansión anormal localizada en el tubo y conexiones cuando se encuentran sometidos a presión interna.

DIÁMETRO EXTERIOR (De) o DIÁMETRO INTERIOR (Di) DE LOS TUBOS.-

Es el diámetro exterior o interior del tubo sobre el cual se fijan las tolerancias.

FALLA.-Es cualquier desperfecto ocurrido al tubo o a la conexión durante su vida útil o ensayo.

FILTRACIÓN.-Es el paso del fluido a través de las paredes del tubo y sus uniones.

PRESIÓN DE TRABAJO (Pt).-Presión máxima a la que deben operar los tubos.

RELACIÓN DE DIMENSIONES (RD).-Es la relación que guarda el diámetro promedio exterior o interior del tubo y el espesor mínimo de pared.

RD= Diámetro exterior o interior promedio/espesor mínimo
(RD=D_{prom} / $\epsilon_{\text{mín}}$).

REVENTAMIENTO.-Es la falla debida a una fisura o rotura en el tubo con la disminución inmediata de presión y pérdida continua de fluido.

TUBOS DE POLIETILENO.-Son los conductos de sección anular de espesor, diámetros y longitudes determinadas, fabricados con polietileno de alta densidad (**PEAD**). Polímero termoplástico, perteneciente a la familia de los polímeros olefínicos, obtenido por polimerización del etileno.

2.3.-CLASIFICACIÓN:

De acuerdo al control de su diámetro, el producto objeto de esta norma se clasifica en dos tipos:

TIPO I.- Tubo de diámetro interior controlado.

TIPO II.-Tubo de diámetro exterior controlado; el cual se divide a su vez en:

TIPO II a.-Cuyo diámetros exteriores son de 13 mm hasta 75 mm.

TIPO II b.-Cuyo diámetros exteriores son de 100 mm hasta 1200 mm.

De acuerdo a su relación de dimensiones (RD), se clasifican según la tabla 1.

Tabla 1.-Clasificación de los tubos de acuerdo a su relación de dimensiones (RD)

TIPO I RD	TIPO II RD
5.3	9
7	11
9	13.5
11.5	15.5
15	17
19	21
-----	26
-----	32.5
-----	41

2.4.-ESPECIFICACIONES:

Los tubos de polietileno para la conducción de agua a presión, deben cumplir con las especificaciones que se establecen a continuación:

2.4.1.- Dimensionales

Las dimensiones y tolerancias de los tubos se verifican de acuerdo a lo indicado en la norma mexicana NMX-E-021-SCFI (véase Referencias 1).

Nota: La medición del diámetro exterior del tubo de polietileno debe efectuarse a una distancia de 1.5 veces el diámetro nominal ó 300 mm, lo que sea conveniente, medido a partir del extremo de éste.

Lo anterior debido al efecto de contracción que normalmente ocurre cerca del lugar donde se efectúa el corte de los tubos.

2.4.1.1.- Diámetro interior (D_i), espesor de pared y tolerancias para los tubos **TIPO I**, se establecen en la tabla 2.

2.4.1.2.- Diámetros exteriores y sus tolerancias para los tubos **TIPO II**.

2.4.1.2.1.- Para los tubos **TIPO II a** y **TIPO II b**, el diámetro nominal, diámetro exterior y espesor de pared así como sus tolerancias deben ser de acuerdo a lo establecido en las tablas 3 y 4, respectivamente.

2.4.1.3.- **Excentricidad**

La excentricidad de un tubo se obtiene midiendo el espesor de pared máximo y el espesor de pared mínimo de un extremo dado del tubo y se calcula de acuerdo a lo indicado en la norma Mexicana NMX-E-021-SCFI (véase Referencias 1). La excentricidad máxima permitida es de 12%.

TABLA 2.-Diámetro nominal, diámetro interior, espesor de pared y tolerancias para los tubos TIPO I (dimensiones en mm)

Diámetro nominal (Dn)	Diámetro Interior (Di)	Tolerancias		Espesor mínimo de pared (e)											
				RD 5.3		RD 7		RD 9		RD 11.5		RD 15		RD 19	
		(+)	(-)	e	Tol. (+)	e	Tol. (+)	e	Tol. (+)	e	Tol. (+)	e	Tol. (+)	e	Tol. (+)
13	15.8	0.3	0.3	3.0	0.5	2.3	0.5	1.8	0.5	1.5	0.5	-	-	-	-
19	20.9	0.3	0.4	3.9	0.5	3.0	0.5	2.3	0.5	1.8	0.5	1.5	0.5	-	-
25	26.6	0.3	0.5	5.0	0.6	3.8	0.5	3.0	0.5	2.3	0.5	1.8	0.5	1.5	0.5
32	35.1	0.3	0.5	6.6	0.8	5.0	0.6	3.9	0.5	3.0	0.5	2.3	0.5	1.9	0.5
38	40.9	0.4	0.5	7.7	0.9	5.8	0.7	4.5	0.5	3.6	0.5	2.7	0.5	2.2	0.5
50	52.5	0.4	0.5	9.9	1.2	7.5	0.9	5.8	0.7	4.6	0.6	3.5	0.5	2.8	0.5
60	62.7	0.4	0.6	-	-	-	-	-	-	5.5	0.6	4.2	0.5	3.3	0.5
75	77.9	0.4	0.8	-	-	-	-	-	-	6.8	0.8	5.8	0.5	4.1	0.5
100	102.3	0.4	0.9	-	-	-	-	-	-	8.9	1.1	6.8	0.8	5.4	0.6
150	154.1	0.5	0.9	-	-	-	-	-	-	13.4	1.6	10.3	1.2	8.1	1.0

TABLA 3.-Diámetro nominal, diámetros exteriores y espesor de pared con sus tolerancias para los tubos TIPO II a (Dimensiones en mm)

Diámetro Nominal (Dn)	Diámetro Exterior (De)	Tol (+)	RD 9		RD 11		RD 13.5		RD 15.5		RD 17		RD 21		RD 26		RD 32.5	
			e	Tol (+)	e	Tol (+)	e	Tol (+)	e	Tol (+)	e	Tol (+)	e	Tol (+)	e	Tol (+)	e	Tol (+)
13	21.3	0.1	2.4	0.5	1.9	0.5	1.6	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	26.7	0.1	3.0	0.5	2.4	0.5	2.0	0.5	1.7	0.5	1.6	0.5	-	-	-	-	-	-
25	33.4	0.1	3.7	0.5	3.1	0.5	2.5	0.5	2.1	0.5	2.0	0.5	1.6	0.5	-	-	-	-
32	42.2	0.1	4.7	0.6	3.8	0.5	3.1	0.5	2.7	0.5	2.5	0.5	2.0	0.5	1.6	0.5	-	-
38	48.3	0.2	5.4	0.6	4.4	0.5	3.6	0.5	3.1	0.5	2.8	0.5	2.3	0.5	1.8	0.5	1.6	0.5
50	60.3	0.2	6.7	0.8	5.5	0.7	4.5	0.5	3.9	0.5	3.6	0.5	2.9	0.5	2.3	0.5	1.8	0.5
60	73.0	0.2	8.1	1.0	6.6	0.8	5.4	0.6	4.7	0.5	4.3	0.5	3.5	0.5	2.8	0.5	2.2	0.5
75	88.9	0.2	9.9	1.2	8.1	1.0	6.6	0.8	5.7	0.7	5.2	0.6	4.2	0.5	3.4	0.5	2.7	0.5

TABLA 4.-Diámetro nominal, diámetro exterior con su tolerancia y espesores de pared mínimos para los tubos TIPO II b (Dimensiones en mm)

Diámetro Nominal (Dn)	Diámetro Exterior (De)	Tol (+)	Relación de Dimensiones (RD)								
			9	11	13.5	15.5	17	21	26	32.5	41
			Espesores mínimos								
100	114.3	0.5	12.7	10.4	8.5	7.4	6.7	5.4	4.4	3.5	-
150	168.3	0.8	18.7	15.3	12.5	10.8	9.9	8.0	6.5	5.2	4.1
200	219.1	1.0	24.3	19.9	16.2	14.1	12.9	10.4	8.4	6.7	5.3
250	273.1	1.2	30.3	24.8	20.2	17.6	16.1	13.0	10.5	8.4	6.7
300	323.8	1.4	36.0	29.4	24.0	20.9	19.1	15.4	12.5	10.0	7.9
350	355.6	1.6	39.5	32.3	26.3	22.9	20.9	16.9	13.7	10.9	8.7
400	406.4	1.8	45.2	37.0	30.1	26.2	23.9	19.4	15.6	12.5	9.9
450	457.2	2.1	50.8	41.6	33.9	29.5	26.9	21.8	17.6	14.1	11.2
500	508.0	2.3	56.4	46.2	37.6	32.8	29.9	24.2	19.5	15.6	12.4
550	558.8	2.5	62.1	50.8	41.4	36.0	32.9	26.6	21.5	17.2	13.6
600	609.6	2.7	67.7	55.4	45.2	39.3	35.9	29.0	23.4	18.7	14.9
650	660.4	3.0	-	60.0	48.9	42.6	38.8	31.4	25.4	20.3	16.1
700	711.2	3.2	-	64.6	52.7	45.9	41.8	33.9	27.4	21.9	17.3
750	762.0	3.4	-	69.3	56.4	49.1	44.8	36.3	29.3	23.4	18.6
810	812.8	3.7	-	73.9	60.2	52.5	47.1	38.7	31.3	25.0	19.8
850	863.6	3.9	-	78.5	64.0	55.7	50.8	41.1	33.2	26.6	21.1
900	914.4	4.1	-	83.1	67.7	59.0	53.8	43.5	35.2	28.1	22.3
1050	1066.8	4.8	-	-	-	68.8	62.8	50.8	41.0	32.8	25.6
1200	1219.2	5.5	-	-	-	78.7	71.7	58.1	46.9	37.5	29.3

2.4.1.4.- Medidas especiales

Los diámetros y RD's (relación de dimensiones) recomendados para la conducción de agua a presión, se establecen en las tablas 2, 3 y 4. Sin embargo, cuando por requisitos del proyecto sea necesario utilizar medidas no incluidas en esta norma, los diámetros y espesores deben ser establecidos bajo la responsabilidad del usuario y el fabricante, siempre de mutuo acuerdo y siguiendo estas recomendaciones:

- a) La tolerancia de los diámetros y espesores de pared deben especificarse con el mismo porcentaje aplicado a la medida inmediata inferior que se encuentran señaladas en las tablas 2, 3 y 4.
- b) El espesor mínimo de pared debe determinarse empleando la siguiente ecuación:

$$\text{TIPO I: } e = PDe / (2S + P) \quad ; \quad \text{TIPO II: } e = PDe / (2S - P)$$

Donde:

e Es el espesor de pared mínimo, en mm

P Es la presión de trabajo

S Es el Esfuerzo de Diseño=5.6 MPa (56 Kgf/cm²)

- c) En ningún caso el espesor de pared debe ser menor de 1.5 mm.
- d) La materia prima utilizada para la fabricación de estos tubos debe cumplir con lo establecido por esta norma en capítulo 5.

2.4.2.- Mecánicas

2.4.2.1.- Presión máxima de trabajo

Según la relación de dimensiones, las presiones máximas de trabajo a $296 \text{ K} \pm 2\text{K}$ ($23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$) de los tubos de polietileno se establecen en las tablas 5 y 6.

TABLA 5.-Presiones máximas de trabajo (Pt) para los tubos TIPO I

RD	PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO	
	MPa	(Kgf/cm ²)
5.3	1.73	17
7	1.38	14
9	1.10	11
11.5	0.86	9
15	0.69	7
19	0.55	5

NOTA.- Para efecto de esta norma se considera que 1 MPa=10 Kgf/cm².

TABLA 6.-Presión máxima de trabajo (Pt) para los tubos TIPO II

RD	PRESIÓN MÍNIMA DE ENSAYO	
	MPA	(Kgf/cm ²)
9	1.38	14
11	1.10	11
13.5	0.88	9
15.5	0.76	8
17	0.69	7
21	0.55	5
26	0.44	4
32.5	0.35	3.5
41	0.27	2.7

2.4.2.2.- Resistencia a la presión hidráulica interna a corto período

Los tubos deben soportar como mínimo la presión hidrostática a corto período para los tubos de polietileno de diámetro mayor de 100 mm puede ser reemplazada por el ensayo de resistencia a la tracción conforme al procedimiento descrito en la Norma Mexicana NMX-E-046 (véase Referencias 1). Los especímenes de ensayo deben tener una resistencia mínima a la tracción 20 MPa (200 Kgf/cm²). Se deben ensayar un mínimo de 5 especímenes

TABLA 7.- Presión hidráulica interna a corto período para los tubos TIPO I

RD	PRESIÓN MÍNIMA DE ENSAYO	
	MPA	(Kgf/cm²)
5.3	5.5	55
7	4.3	43
9	3.4	34
11.5	2.8	28
15	2.2	22
19	1.7	17

TABLA 8.- Presión hidráulica interna a corto período para los tubos TIPO II

RD	PRESIÓN MÍNIMA DE ENSAYO	
	MPA	(Kgf/cm ²)
9	5.6	56
11	4.4	44
13.5	3.6	36
15.5	3.1	31
17	2.8	28
21	2.2	22
26	1.8	18
32.5	1.4	14
41	1.1	11

2.4.2.3.- Resistencia a la presión hidráulica interna sostenida por largo período.

Los tubos deben estar exentos de fallas, después de haber sido sometidos a la presión de ensayo que se establece en las tablas 9 y 10 durante 1000 h a $296\text{ K} \pm 2\text{ K}$ ($23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$). Esto se verifica conforme a lo indicado en la Norma Mexicana NMX-E-013-SCFI (véase Referencias 1).

Este ensayo debe efectuarse dos veces como mínimo al año, cada vez en diferente diámetro y RD.

TABLA 9.-Presión hidráulica interna durante 1000 h para los tubos TIPO I

RD	PRESIÓN MÍNIMA DE ENSAYO	
	MPA	(Kgf/cm ²)
5.3	3.5	35
7	2.8	28
9	2.2	22
11.5	1.8	18
15	1.4	14
19	1.1	11

TABLA 10.-Presión hidráulica interna durante 1000 h para los tubos TIPO II

RD	PRESIÓN MÍNIMA DE ENSAYO	
	MPA	(Kgf/cm ²)
9	2.9	29
11	2.2	22
13.5	1.8	18
15.5	1.5	15
17	1.4	14
21	1.1	11
26	0.9	9
32.5	0.7	7
41	0.6	6

2.4.2.4.- Reversión térmica

Cuando los tubos se ensayan durante 30 min a $383\text{ K} \pm 2\text{ K}$ ($110^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) de acuerdo con lo establecido en la Norma Mexicana NMX-E-179-SCFI (véase Referencias 1), el resultado no debe variar más del 3% en sentido longitudinal; además, en las probetas no deben aparecer burbujas, fisuras, oquedades, así como otros defectos apreciables.

2.4.2.5.- Resistencia al envejecimiento acelerado

La muestra no debe presentar abolsamiento, filtración o cualquier otra falla al ser sometida a las presiones de ensayo indicadas en las tablas 9 y 10, de acuerdo a la Norma Mexicana NMX-E-035 (véase Referencias 1).

2.4.3.- Físicas y Químicas

2.4.3.1.- Especificación Sanitaria

En la tercera extracción, el agua no debe exceder los contenidos de metales pesados que se indican en la tabla 11, después de estar en contacto con los tubos de polietileno (PE), de acuerdo con lo establecido en la Norma Mexicana NMX-E-028 (véase Referencias 1).

Esta prueba debe efectuarse como mínimo dos veces al año.

TABLA 11.-Especificación Sanitaria

SUSTANCIA	CONTENIDO ppm (Partes por millón)*	MÉTODO DE ENSAYO
PLOMO	0.05	NMX-AA-051-SCFI o NMX-BB-093
CADMIO	0.01	NMX-AA-051-SCFI O NMX-BB-093
ESTAÑO	0.02	NMX-BB-093
MERCURIO	0.001	NMX-AA-051-SCFI
BARIO	1.00	NMX-AA-051-SCFI
ANTIMONIO	0.05	NMX-AA-051-SCFI
CROMO	0.05	NMX-AA-051-SCFI
ARSÉNICO	0.05	NMX-AA-051-SCFI
NOTA 3.-ESTA ESPECIFICACIÓN PUEDE DETERMINARSE CON ALGÚN OTRO MÉTODO DE ENSAYO, CUYA SENSIBILIDAD ESTÉ DENTRO DE LOS LÍMITES DE LAS ESPECIFICACIONES ESTABLECIDAS.		

*Unidad de medida de concentración. Se refiere a la cantidad de unidades de la sustancia (agente, etc.) que hay por cada millón de unidades del conjunto.

2.4.3.2.- Protección al Intemperismo

2.4.3.2.1.- Contenido de negro de humo

Los tubos de polietileno deben contener de 2.0% a 3.0% en masa de negro de humo (1). Esto se verifica de acuerdo a lo indicado en la Norma Mexicana NMX-E-034 (véase Referencias 1).

(1) Se llama hollín a las partículas sólidas de tamaño muy pequeño en su mayoría compuestas de carbono impuro, pulverizado y generalmente de colores oscuros más bien negruzcos, resultantes de la combustión incompleta.

2.4.3.2.2.- Dispersión de negro de humo

Los tubos de polietileno deben cumplir con la dispersión de negro de humo especificadas en la Norma Mexicana NMX-E-061 (véase Referencias 1).

2.4.3.3.- Densidad del tubo

Los tubos de polietileno de alta densidad, deben tener una densidad mínima de 0.941 g/cm³, la cual debe determinarse de acuerdo con lo establecido en cualquiera de los procedimientos descritos en las Normas Mexicanas NMX-E-004, NMX-E-166 ó NMX-E-185 (véase Referencias 1).

La densidad de la resina virgen debe calcularse de acuerdo con la siguiente fórmula:

Densidad de la resina virgen= (densidad del tubo)-0.004 (% en masa de negro de humo).

NOTA 4.- En caso de inconsistencia en el valor de la densidad reportada por el proveedor de materia prima o el fabricante y los datos obtenidos en la ecuación anterior; establecer como tolerancia ± 0.002 g/cm³.

En caso de utilizar materia prima pigmentada de origen en la fabricación de los tubos: los ensayos indicados en el inciso 4.3.2 no aplican, por lo tanto, la densidad debe verificarse sobre la

materia prima y los ensayos de contenido y dispersión de negro de humo de acuerdo con el plan de inspección del fabricante.

2.4.4.- Apariencia

2.4.4.1.- Color

Los tubos deben ser de color negro, lo cual se verifica visualmente.

2.4.4.2.- Acabado

La superficie interna y externa del tubo debe ser lisa, de color homogéneo, libre de grietas, ampollas, protuberancias o cualquier defecto apreciable. No debe contener impurezas ni porosidades. Lo anterior se verifica visualmente.

2.5.- MATERIA PRIMA

2.5.1.- Los tubos objeto de esta Norma deben ser elaborados con resina o compuesto de polietileno de alta densidad, la cual debe cumplir con las especificaciones establecidas en la tabla 12. Lo anterior se verifica de acuerdo con el plan de inspección del fabricante incluyendo los certificados emitidos por el proveedor de la materia prima.

2.5.2.- Para la fabricación de los tubos, se puede emplear el material represado generado durante el proceso de extrusión, siempre y cuando sea del mismo fabricante y el producto cumpla con las especificaciones establecidas en esta Norma.

TABLA 12.- Especificaciones del polietileno de alta densidad (PEAD)

PROPIEDADES FÍSICAS	VALORES MÍNIMOS	NORMAS MEXICANAS
DENSIDAD	0.941 g/cm³	NMX-E-004, NMX-E-166, NMX-E-185 (ASTM D 1505)
ÍNDICE DE FLUIDEZ *	0.1 g/10 min máximo a 190°C a 2160 g (2.16 Kg) de peso	NMX-E-135, NMX-E-113, (ASTM D 1238)
MÓDULO DE FLEXIÓN	552 MPa (80 000 psi)	NMX-E-088, NMX-E-183, (ASTM D 790)
ESFUERZO A LA TENSIÓN	21 MPa (3000 psi)	NMX-E-082, (ASTM D 638)
RESISTENCIA AL MEDIO AMBIENTE (AGRIETAMIENTO)	192 h a 100°C máximo de falla 20%	NMX-E-035, NMX-E-184, (ASTM D 1693)
BASE DE DISEÑO HIDROSTÁTICA	11,03 MPa	(ASTM D 2837)
NOTA.- * SE PUEDEN UTILIZAR LOS VALORES EQUIVALENTES A LA CONDICIÓN DE 190°C a 5 Kg Y 21.6 Kg (PARA ALTO PESO MOLECULAR).		

NOTA.-Se puede utilizar otros compuestos previo acuerdo con el fabricante de resina, siempre que éste tenga al menos el esfuerzo de diseño hidrostático y la densidad señalados en la tabla 12.

2.6.- MUESTREO

Para verificar la calidad de los tubos objeto de esta Norma, debe utilizarse el plan de muestreo establecido de acuerdo con el plan de inspección del fabricante, con un nivel de calidad aceptable máximo de cuatro y de acuerdo con lo indicado en las Normas Mexicanas **NMX-Z-012/1**, **NMX-Z-012/2** Y **NMX-Z-012/3** (véase Referencias 1).

2.7.- MÉTODOS DE PRUEBA

Para verificar la calidad del producto objeto de esta Norma, debe utilizarse los procedimientos de los métodos de ensayo mencionados en las Normas (véase Referencias 1).

2.8.- MARCADO

Los tubos deben marcarse en forma clara e indeleble, a intervalos no mayores de dos metros, con los siguientes datos como mínimo.

- Nombre, razón social, marca registrada o símbolo del fabricante
- La designación de la materia prima (PEAD)
- Clasificación de los tubos, TIPO I o TIPO II
- Diámetro nominal en mm
- Relación de dimensiones (RD)
- Presión máxima de trabajo en MPa (Kg/cm²)
- La leyenda o el símbolo de HECHO EN MÉXICO o país de origen
- Uso: agua a presión
- Fecha de fabricación (año/mes/día o día/mes/año).

En resumen:

La tubería de polietileno tiene características excelentes para diversas aplicaciones, es flexible, fuerte y ligera. No se cuartea ni se oxida y no forma acumulaciones en el diámetro interior del tubo.

Se fabrica según las normas de calidad ASTM, ANSI, AWWA, API, CSA, FM, NSE, NMX-E-018, NMX-E-043, NMX-E-216 Y DF 100-23.

Tubería desde 4 hasta 36 pulgadas-su presentación es en tramos de 6 ó 12 metros de longitud.

Vida útil.- más de 50 años con bajos costos de manutención y operación.

2.9.-CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

2.9.1.-Seguridad: Uniones soldadas por termofusión (2), que transforman las piezas en sistemas integrales, libre de juntas.

(2)Es un método de soldadura simple y rápida, para unir tubos de polietileno y sus accesorios. La superficie de las partes que se van a unir se calientan a temperatura de fusión y se unen por aplicación de presión, con acción mecánica o hidráulica, de acuerdo al tamaño de la tubería y sin usar elementos adicionales de unión.

Apropiada para la unión de tuberías de la misma relación de \varnothing/e , con diámetros desde 32 mm hasta 630 mm.

Esta técnica produce una unión permanente y eficaz.

La precisión en la colocación de los tubos se logra con cuatro anillos de ajuste. Dos de los anillos son fijos y los otros dos están montados sobre unas guías que les permiten movimiento.

Para lograr una correcta soldadura por termofusión, deben considerarse los siguientes factores:

Calor de fusión

Presión de fusión adecuada

Presión de enfriamiento

Temperatura del termoelemento correcta

Uso de tiempos de calentamiento y enfriamiento adecuados

Alineación correcta (uso de carro alineador hidráulico o manual).



Ilustración 1 Se calientan las superficies del tubo para unirse posteriormente

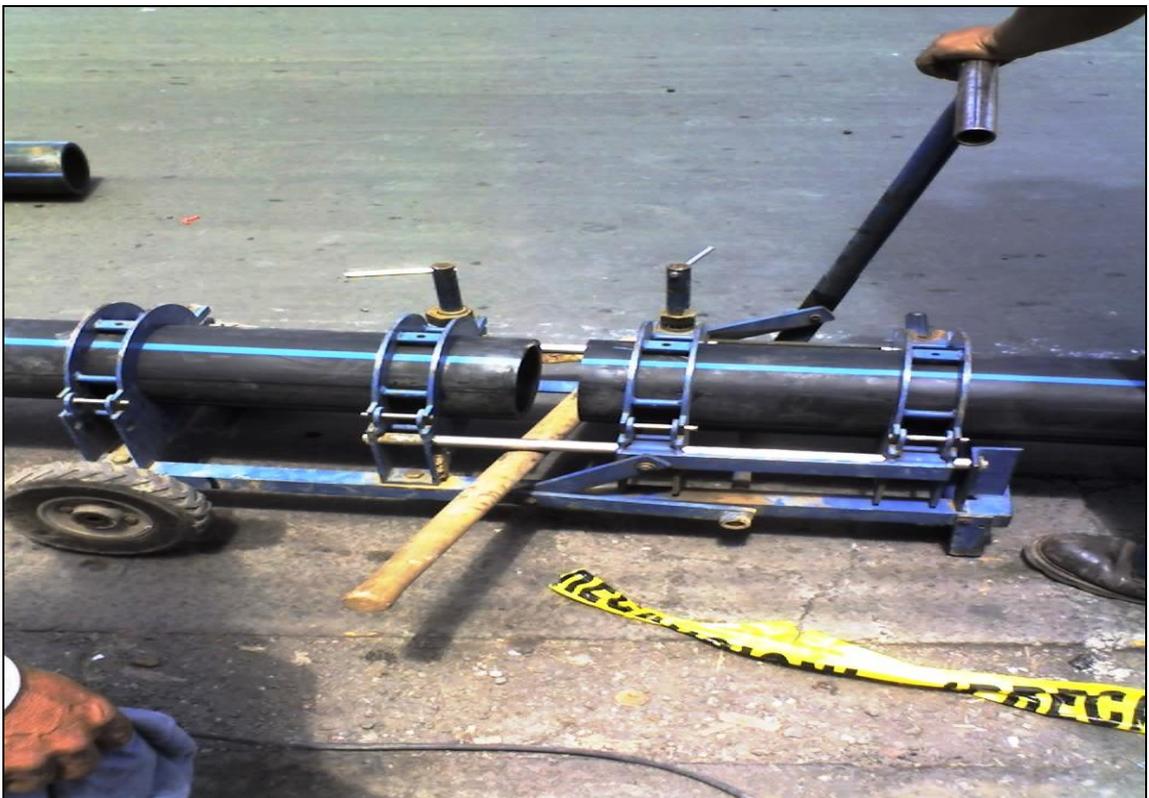


Ilustración 2 Carro alineador manual para tubos de 2" hasta 10"



Ilustración 3 Tubo termofusionado

2.9.2.-Resistencia estructural: Soporta las cargas verticales transfiriendo la mayor parte de la carga al suelo.

2.9.3.-Eficiencia hidráulica: Tiene un interior liso, lo que permite flujo más rápido de los fluidos.

2.10.-USO DE PIEZAS ESPECIALES

Las piezas especiales son accesorios para complementar el sistema de tuberías, tales como:

- Carrete largo de fofó para acoplamiento de 101 mm (4") de diámetro.
- Extremidad de fofó para acoplamiento de 101 mm (4"), 152 mm (6"), y 305 mm (12").
- Junta Gibault de 101 mm (4"), de 152 mm (6"), de 305 mm (12").
- Te de fofó de 101 x 101 mm (4" x 4"), de 305 x 152 mm (12" x 6").
- Reducción de fofó de 152 a 101 mm (6" a 4").
- Válvula de compuerta vástago fijo de 102 mm (4").

- Empaque de neopreno de 4", de 6" y de 12".
- Tornillo de cabeza hexagonal de 5/8" x 3/2" con tuerca.
- Tornillo de 3/4" x 4".
- Brida y Contra Brida para PEAD RD-11 de 101 mm (4").
- Codo PEAD de 90° x 4".

A continuación se muestran fotografías para ilustrar de manera clara, cada una de las piezas especiales.



Ilustración 4 Carrete largo de foyo



Ilustración 5 Extremidad de foyo para acoplamiento



Ilustración 6 Juntas Gibault



Ilustración 7 Te de fofo.



Ilustración 8 Reducción de fofo.



Ilustración 9 Compuerta de vástago fijo.



Ilustración 10 Empaques de neopreno.



Ilustración 11 Tornillos de cabeza hexagonal que se utilizaron para unión de piezas especiales.



Ilustración 12 Termofusión de la brida y contra brida.



Ilustración 13 Codo de 90 grados de PEAD.

2.11.-CONSTRUCCIÓN DE CAJAS DE VÁLVULAS.

La **válvula de compuerta** es una válvula que abre mediante el levantamiento de una compuerta o cuchilla (la cuál puede ser redonda o rectangular) permitiendo así el paso del fluido.

Lo que distingue a las válvulas de este tipo es el sello, el cual se hace mediante el asiento del disco en dos áreas distribuidas en los contornos de ambas caras del disco. Las caras del disco pueden ser paralelas o en forma de cuña. Las válvulas de compuerta no son empleadas para regulación.

2.11.1.-Ventajas

- Alta capacidad.
- Cierre hermético.
- Bajo costo.
- Diseño y funcionamiento sencillos.
- Poca resistencia a la circulación.

2.11.2.-Desventajas

- Control deficiente de la circulación.
- Se requiere mucha fuerza para accionarla.
- Produce cavitación (3) con baja caída de presión.
- Debe estar cubierta o cerrada por completo.
- La posición para estrangulación producirá erosión del asiento y del disco.

(3)La cavitación o aspiración en vacío es un efecto hidrodinámico que se produce cuando el agua o cualquier otro fluido en estado líquido pasa a gran velocidad por una arista afilada, produciendo una descompresión del fluido debido a la conservación de la constante de Bernoulli (Principio de Bernoulli). Puede ocurrir que se alcance la presión de vapor del líquido de tal forma que las moléculas que lo componen cambian inmediatamente a estado de vapor, formándose burbujas o, más correctamente, cavidades. Las burbujas formadas viajan a zonas de mayor presión e implotan (el vapor regresa al estado líquido de manera súbita, «aplastándose» bruscamente las burbujas) produciendo una estela de gas y un arranque de metal de la superficie en la que origina este fenómeno.

Se construyeron cajas de válvulas en los siguientes frentes:

Caja tipo 1-1-A:

- 1.- Allende se construyó una caja de válvulas que no estaba considerada en el proyecto. para no afectar el presupuesto original; la Delegación cubrió la construcción de la caja en el tramo Tláhuac.

Nota: Esto se asienta en el reporte quincenal, así como en la Bitácora de obra.

Se muestra el armado de piezas especiales en el tramo Tláhuac.

(Piezas especiales, material y construcción de caja; no están contemplados en el presupuesto de obra).



Ilustración 14 Construcción de caja de válvulas en el tramo Tláhuac-Obra ejecutada por la Delegación Tláhuac.

- 2.- Avenida Tláhuac-Tulyehualco.
- 3.- Galeana.
- 4.- Nicolás Bravo.

Caja tipo 2-2-A:

- 1.- Hidalgo tramo 2

A continuación se muestran las cajas tipo 1-1-A y 2-2-A.

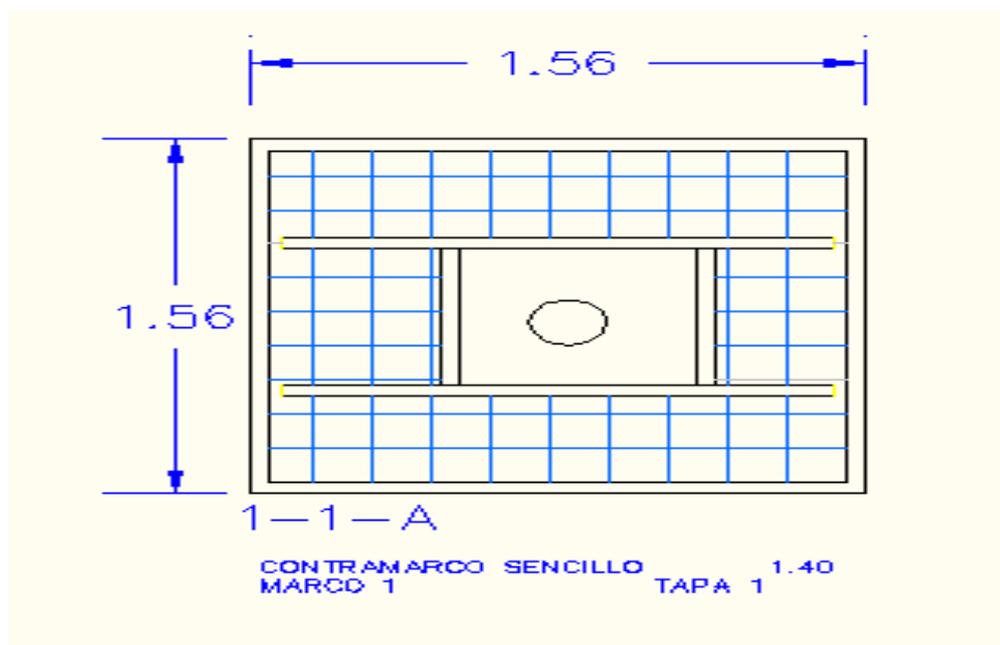


Ilustración 15 Caja tipo 1-1-A.

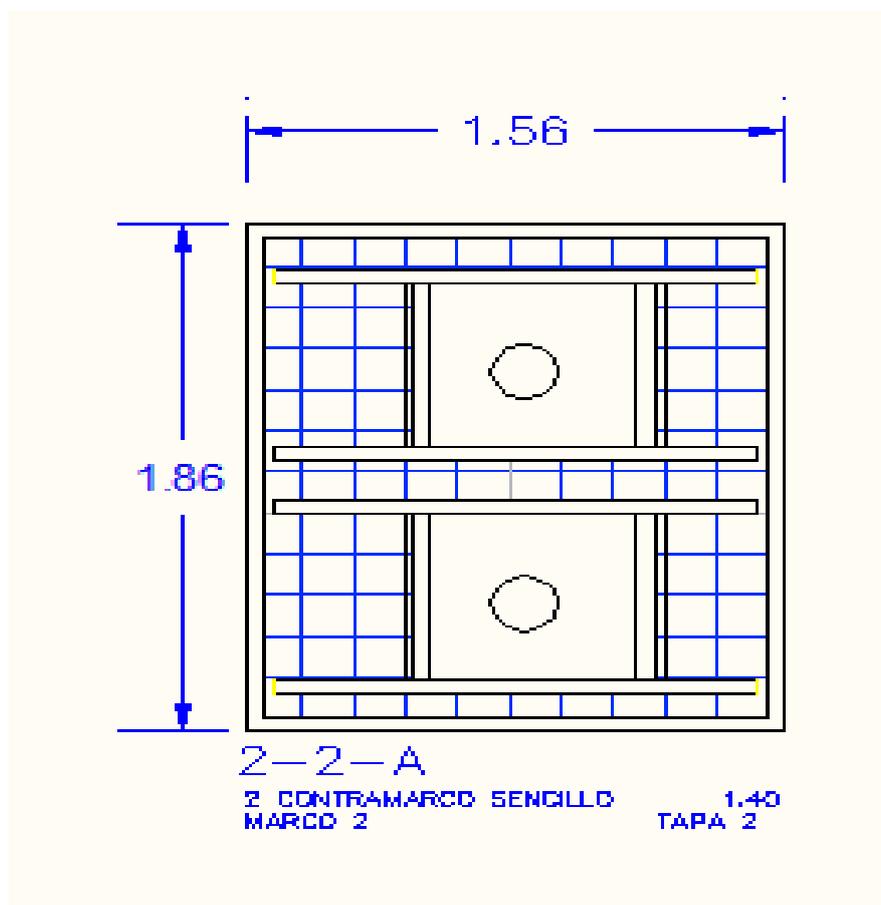


Ilustración 16 Caja tipo 2-2-A.

2.11.3.-Clasificación de cajas de válvulas

CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN		
	a (m)	b (m)	c (m)
1-1-A	1.56	1.56	1.56
1-1-B	1.56	1.86	1.86
2-2-A	1.56	1.86	1.86
2-2-B	1.56	2.26	2.26
3-2-A	1.86	1.96	1.96
3-3-A	1.86	1.96	1.96
3-2-B	2.26	2.26	2.26
3-3-B	2.26	2.26	2.26
4-3-A	1.86	1.96	1.96
4-4-A	1.86	1.96	1.96
4-3-B	2.26	2.26	2.26
4-4-B	2.26	2.26	2.26
5-4-A	1.96	2.46	2.46
5-5-A	1.96	2.46	2.46
5-4-B	2.26	2.46	2.46
5-5-B	2.26	2.46	2.46

Procedimiento constructivo de la caja tipo 1-1-A (ver **Referencias**).

2.11.4.-FUNCIÓN DE LAS CAJAS DE VÁLVULAS

- FUGAS
- DESVÍOS
- MANTENIMIENTO

Las fugas de agua ocurren cuando existe el rompimiento de la tubería, a la corrosión por el tiempo, material pobre de juntas, fallas en la tubería, falta de atraques y procedimientos erróneos de conexión.

Los desvíos ocurren cuando existe una fuga y es necesario detectarla para su pronta reparación y regularizar el suministro de agua. También cuando se tandeo el agua por escasez de la misma, se planea de tal forma que por ciclos de tiempo se abre y se cierra la válvula para distribuir de manera proporcional el vital líquido a ciertas zonas para evitar el corte total.

El mantenimiento ocurre para ciertas piezas especiales, como la misma válvula de compuerta. Periódicamente el personal encargado revisa las condiciones de las cajas de válvulas y se hace el reporte, para cambiar alguna pieza.

2.12.-TIPOS DE SUELO

La clasificación de los suelos según su capacidad de uso es un ordenamiento sistemático de carácter práctico e interpretativo, fundamentado en la aptitud natural que presenta el suelo para producir constantemente bajo tratamiento continuo y usos específicos. Este ordenamiento proporciona una información básica que muestra la problemática de los suelos bajo los aspectos de limitaciones de uso, necesidades y prácticas de manejo que requieren y también suministra elementos de juicio necesarios para la formulación y programación de planes integrales de desarrollo agrícola.

El primer grupo comprende cuatro clases de capacidad, que van de la **Clase I a la Clase IV**. La Clase I es considerada la mejor y se supone que carece prácticamente de limitaciones, las cuales aumentan de la I a la IV.

El segundo grupo está integrado por las **Clases V y VI**, y sus limitaciones aumentan progresivamente de la V a la VI.

El tercer grupo consta solo de la **Clase VII** y agrupa suelos apropiados generalmente para la explotación forestal. Por último, el cuarto grupo consta solo de la **Clase VIII** y presenta tales limitaciones que son inapropiadas para fines agropecuarios o de explotación forestal.

2.12.1.-USO POTENCIAL PECUARIO EN EL DISTRITO FEDERAL.

El Distrito Federal tiene pobres posibilidades de llevar a cabo actividades pecuarias, por lo extenso y la dinámica de crecimiento de los asentamientos humanos; no obstante, en cinco delegaciones (básicamente las del sur) muestran potencial de uso. Las unidades de terreno con mayor capacidad, por las posibilidades de llevar a

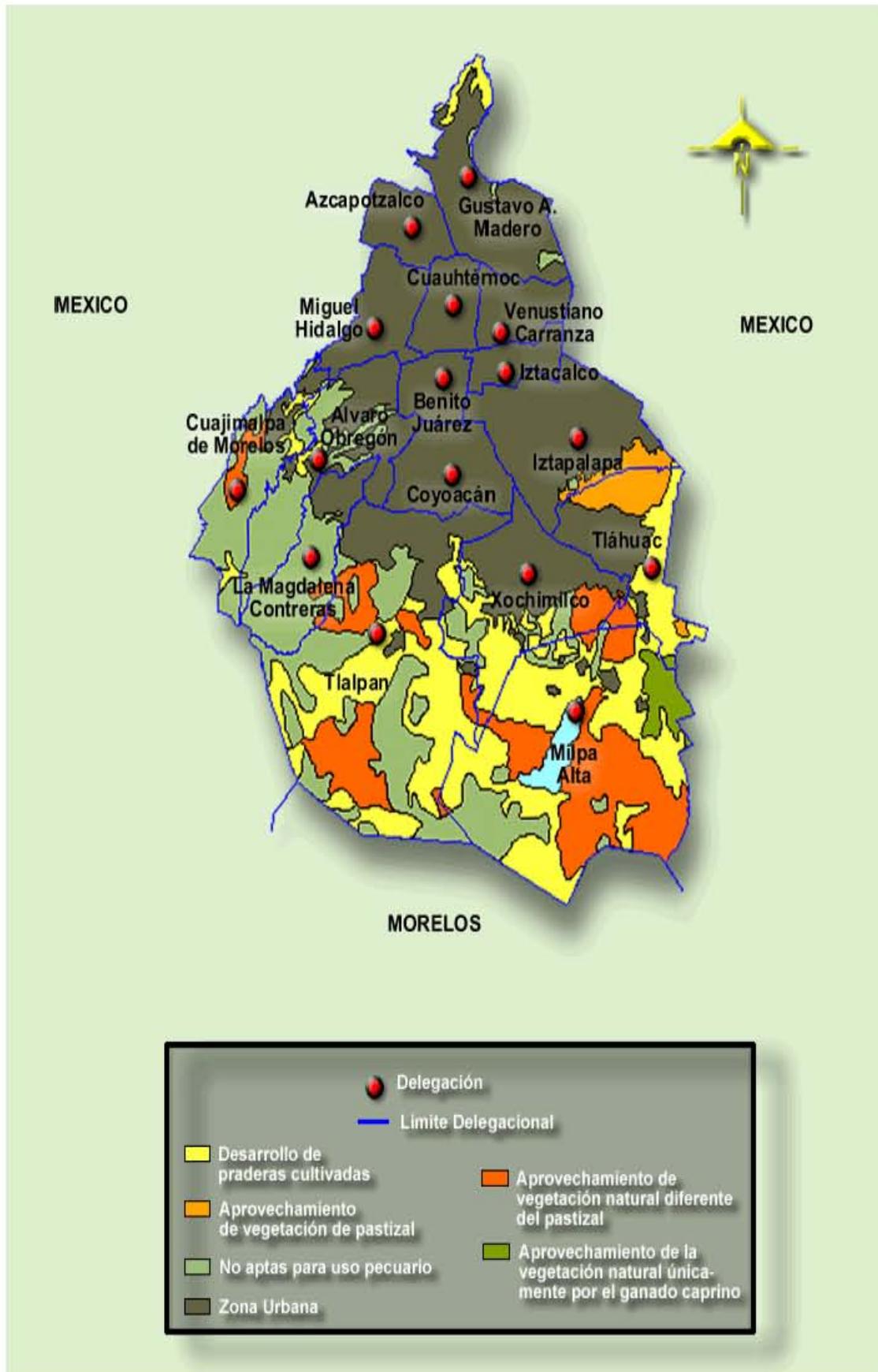
cabo el laboreo del suelo con implementos mecanizados, para el **Desarrollo de praderas cultivadas** se localizan en las delegaciones de Tláhuac, Xochimilco, Tlalpan y Milpa Alta; por otro lado, los de aptitud para el **Aprovechamiento de la vegetación de pastizal**, son mínimos y la mayoría se ubican en la región centro-este, particularmente en la delegación Tláhuac. Las tierras con potencialidad para el **Aprovechamiento de la vegetación diferente de pastizal**, por la extensión que presentan, ocupan el segundo lugar en importancia; es posible localizarlos en casi todas las delegaciones al sur del Distrito Federal. En el caso de la clase **Aprovechamiento de la vegetación natural únicamente por el ganado caprino**, son escasas las áreas con potencial, y es posible localizarlas exclusivamente al noreste de la delegación Milpa Alta. Los terrenos considerados como **No aptos** para uso pecuario, son extensas y se concentran en la región sur y centro-oeste, en parte de las delegaciones Tlalpan y Milpa Alta, en el primer caso, y Álvaro Obregón y La Magdalena Contreras, en el segundo.

2.12.2.-TIPO DE SUELO EN LA DELEGACIÓN TLÁHUAC

La superficie de la delegación es de formación reciente. La mayor parte de ella corresponde al período [Cuaternario](#), cuando emergió la sierra de Santa Catarina y se formó la planicie lacustre del valle de México. El Teuhtli es más antiguo, pues corresponde al período [Terciario](#). Tanto la sierra de Santa Catarina como el volcán Teuhtli están constituidos por [rocas ígneas extrusivas](#), predominan las unidades [litológicas](#) de [basalto](#) y brecha volcánica en la primera, y [andesita](#) en el último caso.

El tipo de suelo dominante en la delegación es el [regosol](#). Es un tipo de suelo de formación reciente, constituido por materiales sueltos similares a la roca madre. El regosol corresponde al 23% de la superficie de la delegación y domina en el norte sobre la falda de la sierra de Santa Catarina. El 16% del territorio corresponde al [feozem](#), dominante en el sur sobre la superficie del Teuhtli y zonas aledañas en Tetelco y Mixquic. El [solonchak](#) gléyico y el [histosol](#) son los suelos predominantes de la planicie lacustre.

USO DE SUELO EN EL DISTRITO FEDERAL



Feozem

Son suelos con igual o mayor fertilidad que los vertisoles, ricos en materia orgánica, textura media, buen drenaje y ventilación, en general son poco profundos, casi siempre pedregosos y muy inestables, restringiendo por ello su uso en la agricultura permanente, pudiéndose utilizar en el cultivo de pastos, aunque se recomienda mantenerlos con vegetación permanente.

Solonchak gléyico

Se localizan de forma dominante en las marismas y esteros de la Llanura Costera del Pacífico; su propiedad más relevante es el elevado contenido de sales, con una conductividad eléctrica del extracto de saturación mayor de 16 mmhos/cm. Tienen un horizonte A ócrico de color pardo oscuro y un B cámbico de color pardo amarillento oscuro (en húmedo); debido al medio anaeróbico en que se desarrollan (continuo exceso de agua), presentan hidromorfismo (Solonchak gléyico), manifestado por cierta reducción del hierro y la formación de un patrón de moteaduras o manchas al quedar en contacto con el aire; poseen además un porcentaje de saturación de sodio mayor de 15 (fase sódica); algunos tienen en la superficie una capa arcillosa que sufre rupturas en forma de placas poligonales cuando está seca (Solonchak takyrico); estas características propician que en ellos crezca vegetación de manglar y halófitas, a la vez de inhabilitarlos para el desarrollo de actividades agrícolas.

Histosol

Es un tipo de suelo según la clasificación de la WRB (World Reference Base for Soil Resources, de FAO), caracterizado por ser fuertemente orgánico, incluso turboso. Posee una elevada fertilidad, con el único inconveniente de su frecuente encharcamiento y subsiguiente naturaleza potencialmente anóxica.

Debido a su naturaleza, en algunos países se denomina turba; en Australia recibe el nombre de «organosol».

2.13.-Coordinaciones territoriales

El término de Tláhuac está dividido en doce coordinaciones territoriales. Los titulares de estos órganos locales son electos por el voto popular de los ciudadanos en cada región. Formalmente, las coordinaciones territoriales son jefaturas departamentales de la Dirección General de Participación Ciudadana de Tláhuac, una de las dependencias del gobierno delegacional.

COORDINACIONES TERRITORIALES DE TLÁHUAC	
NOMBRE	DOMICILIO
Zapotitla	Cecilio Acosta s/n Plaza de Zapotitla Col. Zapotitla
Los olivos	
Col. Del Mar	
La Nopalera	
Miguel Hidalgo	
Santiago Zapotitlán	
San Francisco Tlaltenco	
Santa Catarina Yecahuízotl	Av. Santa Catarina s/n <u>Pueblo Santa Catarina</u> <u>Yecahuízotl</u>
San Pedro Tláhuac	
San Juan Ixtayopan	Av. Sur del Comercio s/n <u>Pueblo San Juan Ixtayopan</u>
San Nicolás Tetelco	Plaza Emiliano Zapata s/n <u>Pueblo San Nicolás Tetelco</u>
San Andrés Mixquic	

COORDINACIONES TERRITORIALES DE TLÁHUAC



2.14.-DIMENSIÓN DE ZANJAS

En la práctica, el ancho de la zanja puede reducirse a un mínimo de dos pulgadas hacia cada lado de las paredes de la tubería; aunque la zanja parezca muy estrecha comparada con las utilizadas para tuberías convencionales, en el caso de tuberías de PEAD (polietileno de alta densidad) pueden unirse sobre la superficie para posteriormente introducir los sistemas a la zanja.

2.14.1.-RELLENOS

El propósito del relleno no es simplemente llenar la zanja para cubrir la tubería; tiene una función específicamente planeada. El propósito es proveer un soporte adecuado y protección para el sistema y asegurar que el relleno es sólido, continuo y homogéneo.

El material usado para rellenar puede ser el original excavado de la cepa o puede ser material de diferente tipo traído de un área distinta. Se recomienda que el piso de la trinchera y el material de relleno estén libres de piedras, rocas con aristas punzocortantes, material congelado o arcilla, que puede ser de fácil desmoronamiento y que pueda fluir alrededor de la tubería. Evitando esto se proporcionará estabilidad al sistema.

Es importante que el relleno inicial sea consolidado para asegurar un continuo contacto y soporte del ducto; esto puede ser logrado usando material de relleno fino y consistente, tal como lo son la arena, gravilla o piedra triturada. Es posible utilizar arena fina o arcilla como relleno, pero esto debe ser hecho únicamente en áreas secas donde es improbable la obtención de otro tipo de material.

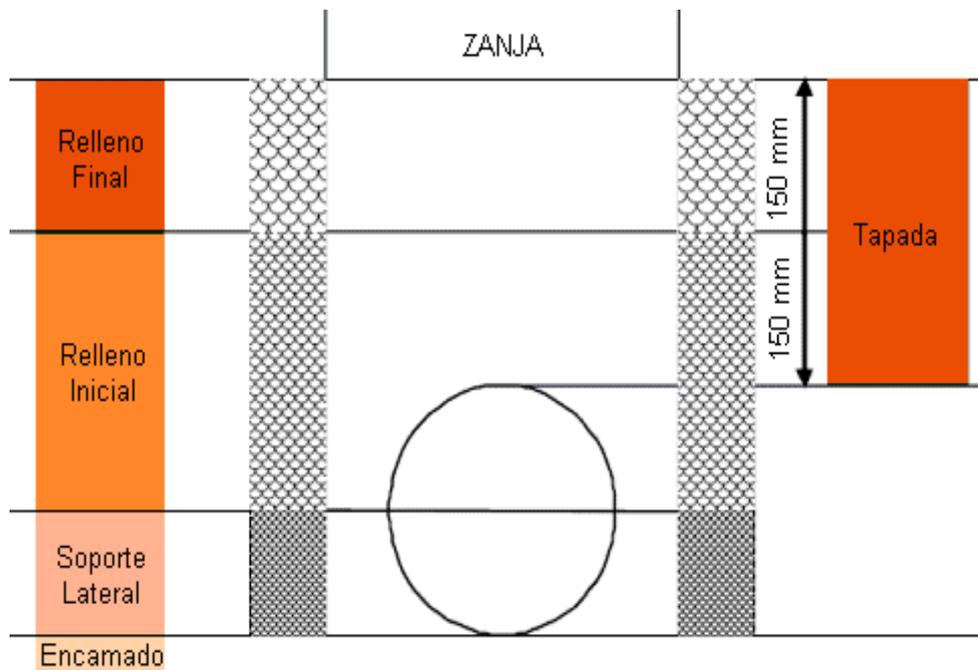


Ilustración 17 Características generales de una zanja en suelo estable.

2.14.2.-BASE Y CAMA (CIMIENTO/ENCAMADO)

El uso de material de base, puede ser solamente requerido para subir el nivel de la línea de la tubería, o cuando el fondo de la cepa se encuentra inestable o rocoso.

2.14.3.-RELLENO

El relleno debe ser compactado para asegurarse que el material está bien consolidado por debajo y a los lados de la tubería. El material de relleno deberá ser vertido en la trinchera gradualmente, así la operación de relleno puede ser llevada simultáneamente con la compactación. Aplicando demasiado material a la vez puede causar como efecto un puente, el cual resultará en una cavidad que se forma debajo del ducto, esto puede resultar más tarde en una pérdida de soporte del ducto.

2.14.3.1.-RELLENO INICIAL

Arena, grava fina o piedra triturada. El material deberá ser colocado en capas de 2" a 6" (50-152 mm) de espesor. El relleno inicial deberá tener una altura de 4" a 12" (100-305 mm) arriba del lomo de la tubería, dependiendo del diámetro de la misma.

2.14.3.2.-RELLENO FINAL

Como se mencionó previamente, el relleno final puede ser con el material original excavado u otro material conveniente, el material final de relleno no debe contener rocas excesivamente grandes o afilados, los cuales dañarían la tubería inicialmente o más tarde permitirán la pérdida de la consolidación. El relleno debe ser compactado a un mínimo del 90% Proctor.



Ilustración 18 Especificaciones generales de la zanja.

2.14.4.-EXCAVACIÓN

Esta deberá ajustarse a las especificaciones de proyecto, para obtener un ahorro más significativo en el concepto de excavación, se recomienda observar las siguientes reglas:

2.14.4.1.-ANCHO:

Zona sub-Urbana.

Se considera el diámetro de la tubería (en cm) y a éste se le suma 10 cm por lado.

Zona Urbana.

También serán 10 cm a cada lado de la tubería.

2.14.4.2.-PROFUNDIDAD:

Zonas sub-Urbana.

A partir del lomo de la tubería serán 20 cm.

Zona Urbana.

Será solamente 50 cm a partir del lomo de la tubería.

DIMENSIONES RECOMENDADAS PARA LA ZANJA.

DIÁMETRO NORMAL DE TUBERÍA		ZONA SUB-URBANA			ZONA URBANA		
mm	pulgadas	ancho (m)	Prof. (m)	Vol. (m ³)	Ancho (m)	Prof. (m)	Vol. (m ³)
25 a 100	1-4	0.30	0.30	0.09	0.30	0.60	0.18
150	6	0.35	0.35	0.12	0.35	0.65	0.23
200	8	0.40	0.40	0.16	0.40	0.70	0.28
250	10	0.45	0.45	0.20	0.45	0.75	0.34
300	12	0.50	0.50	0.25	0.50	0.80	0.40
350	14	0.55	0.55	0.30	0.55	0.85	0.47
400	16	0.60	0.60	0.36	0.60	0.90	0.54
450	18	0.65	0.65	0.42	0.65	0.95	0.62
600	24	0.80	0.80	0.64	0.80	1.10	0.88

Nota: El volumen calculado es el (ancho x Prof. x 1m).

Parte sombreada: En este renglón están consideradas las dimensiones de la zanja para la obra en cuestión.

2.15.-PRUEBA HIDROSTÁTICA

Después de que la tubería ha sido instalada, llenarla con agua cuidadosamente para realizar una prueba hidrostática de presión que es 1.5 veces el sistema de presión planeado para un máximo de 3 horas. Durante este tiempo, añadir agua periódicamente para mantener la presión de la prueba, esto compensa la elasticidad inicial de la tubería. Examinar cada unión, cualquier fuga deberá ser reparada y después probar nuevamente la línea.

Nota: Será responsabilidad del Contratista asegurarse que las precauciones de seguridad sean observadas durante la prueba hidrostática.

2.15.1.-Prueba de presión fuera de la trinchera: llenar la tubería con agua después que ha sido tendida. Sujetar el elemento más bajo en el sistema para probar la presión que es en 1.5 veces la presión de diseño y verificar las uniones por cualquier fuga. Cuando, en la opinión del Ingeniero, las condiciones locales requieran que las cepas sean rellenadas inmediatamente después de que la tubería se ha tendido, aplicar la prueba de presión después de que el relleno ha sido terminado.

La prueba de presión consiste en dos pasos: La expansión inicial y la fase de la prueba. Cuando la prueba de presión es aplicada a un llenado de tubería de agua, la tubería se expande. Durante la expansión inicial de la tubería bajo la prueba, añadir agua al sistema en intervalos de una hora para mantener la presión de la prueba. Después de cerca de 4 horas, la expansión inicial debe ser completada y la prueba puede empezar.

Cuando la prueba está por empezar, la tubería llena de agua es sujeta a una presión de 1.5 veces la presión de diseño. **La prueba no debe exceder tres horas**, después de este tiempo cualquier variación en el volumen de agua debe ser medido y reemplazado para regresar a la presión de la prueba.

Nota: Bajo ninguna circunstancia el tiempo total de prueba debe exceder (8) horas en 1.5 veces el rango del sistema de presión. Si la prueba no es completada con este tiempo límite (hasta fuga, falla de equipo, etc.) a la sección de la prueba se le permitirá “descansar” por (8) horas antes de la siguiente secuencia de pruebas.

Las pruebas con aire no son recomendables, se requieren medidas de seguridad adicionales.

2.16.-CENSO DE TOMAS DE AGUA (PROYECTO-REALES)

El SACM (Sistema de Aguas de la Ciudad de México) tiene registro del consumo de agua de los predios involucrados para la rehabilitación de la red hidráulica, así que en coordinación con la Jefatura de Agua Potable se censan los predios un mes antes de la ejecución de la obra, con el fin de corroborar los datos de proyecto. Hubo algunos casos que carecían del documento probatorio de la toma domiciliaria y de otros en proceso de regulación. A todos ellos se les dio un intervalo de tiempo para comprobar la legalidad de la toma existente, como los que pedían una toma que no tenían registrada ya que era clandestina. A los inquilinos no regularizados, se les pidió que entregaran el documento que avalaba la existencia de una toma no registrada, así como las de nueva creación, y pago de boletas a aquellos que debían por el servicio. En caso contrario, se les negaría la rehabilitación o habilitación de la toma.

A continuación se muestran los doce frentes con el registro de tomas previas a la rehabilitación de la red y posterior a esta, cabe señalar que con esta obra se actualiza la información que proporciona el SACM de las tomas de agua legales.

TOMAS DOMICILIARIAS		
FRENTES	PROYECTO	REALES
1.-TLÁHUAC-TULYEHUALCO	40	41
2.-CALLEJÓN SAN JUAN	21	22
3.-GALEANA	33	32
4.-HIDALGO LAGO	44	48
5.-CANAL SECO	21	11
6.-SEVERINO CENICEROS	58	52
7.-AV. TLÁHUAC	12	10
8.-IGNACIO ALLENDE	48	53
9.-NICOLÁS BRAVO	89	85
10.-CUITLÁHUAC	10	16
11.-HIDALGO PANTEÓN	61	53
12.-AQUÍLES SERDÁN	15	16
TOTAL	452	439

2.17.-CONTABILIZACIÓN DEL PRESUPUESTO A CONSIDERAR POR LA DELEGACIÓN.

En la siguiente tabla se resume la información proporcionada por la Jefatura de Agua Potable, de los doce frentes y se muestra de manera diferente, el de **Ignacio Allende**, con el objeto que se aprecie claramente los conceptos que aparecen de manera recurrente en los once restantes (véase **REFERENCIAS**).

FRENTE	SUBTOTAL (M.N.)	IVA	TOTAL (M.N.)
1.-TLÁHUAC-TULYEHUALCO	\$294,727.57	\$44,209.14	\$338,936.71
2.-CALLEJÓN SAN JUAN	\$84,711.82	\$12,706.77	\$97,418.59
3.-GALEANA	\$120,279.74	\$18,041.96	\$138,321.70
4.-HIDALGO LAGO	\$107,361.69	\$16,104.25	\$123,465.94
5.-CANAL SECO	\$88,914.54	\$13,337.18	\$102,251.72
6.-SEVERINO CENICEROS	\$180,617.26	\$27,092.59	\$207,709.85
7.-AV. TLÁHUAC	\$111,348.90	\$16,702.34	\$128,051.24
8.-IGNACIO ALLENDE	\$246,104.28	\$36,915.64	\$283,019.92
9.-NICOLÁS BRAVO	\$347,295.60	\$52,094.34	\$399,389.94
10.-CUITLÁHUAC	\$46,147.02	\$6,922.05	\$53,069.07
11.-HIDALGO PANTEÓN	\$211,978.09	\$31,796.71	\$243,774.80
12.-AQUÍLES SERDÁN	\$66,120.34	\$9,918.05	\$76,038.39
SUMATORIA	\$1,905,606.85	\$285,841.02	\$2,191,447.87

III.- CONCURSO DE OBRA

3.1.-Concurso de Obra Pública.- es aquel en que dos o más empresas del mismo giro presentan a un cliente su mejor propuesta para llevar a cabo un proyecto o una obra. El cliente es una dependencia de gobierno, ya sea municipal, estatal o federal. Las dependencias pueden ser un H. Ayuntamiento Municipal, Comisión Federal de Electricidad, Secretaria de Comunicaciones o Pemex por ejemplo.

3.2.-Concurso de Obra Privada.- es aquel en que el cliente es una empresa particular o una persona física. Ejemplo de una empresa particular sería Cervecería Modelo, Coca Cola, etc. Una persona física es cualquier persona que no posea una razón social, o sea, un amigo, un vecino, etc.

Cualquiera de los antes mencionados puede necesitar construir una obra de cualquier tipo o que se le elabore un proyecto. En la mayoría de los casos, estos solicitaran a una o varias empresas que le presenten su propuesta y posteriormente eligieran la que más les convengan, esto es, a través de un concurso. En algunos casos solo se requiere de presentar un presupuesto simple, pero en la mayoría de las veces, especialmente si se trata de una empresa de gobierno, nos pedirán una serie de requisitos que debemos reunir para estar en condiciones de participar. De cualquier forma, estaremos compitiendo contra otras empresas y necesitaremos que nuestra propuesta esté bien analizada. De este análisis depende si logramos o no conseguir el contrato.

3.3.-REQUISITOS PARA CONCURSAR

(REGLAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS)

TÍTULO TERCERO

DE LAS OBRAS Y SERVICIOS POR CONTRATO

CAPÍTULO PRIMERO

3.3.1.-LICITACIÓN PÚBLICA

Artículo 18.- La licitación pública inicia con la publicación de la convocatoria en el Diario Oficial de la Federación, y en el caso de invitación a cuando menos tres personas, con la entrega de la primera invitación a los licitantes; ambas concluyen con la firma del contrato. El plazo entre la publicación de la convocatoria y el acto de presentación y apertura de proposiciones, no podrá ser inferior a cuarenta días naturales, salvo en los casos de urgencia debidamente justificados por el titular del área solicitante de los trabajos y autorizados por el titular del área responsable de la contratación, en los cuales podrá reducirse a no menos de diez días naturales.

El día de publicación de la convocatoria será el primer día para el cómputo del plazo para la presentación y apertura de proposiciones, y el día anterior a ésta, será el último que se contabilizará para determinar el citado plazo, por lo que para el caso indicado en el párrafo anterior, el acto de presentación y apertura deberá celebrarse como mínimo el día 41 u 11 según corresponda, o al día siguiente hábil, en caso de que los mismos fueran inhábiles.

Artículo 19.- Las dependencias y entidades, al elaborar sus bases de licitación de Obras y Servicios, deberán considerar:

I. Atendiendo a las características, magnitud y complejidad de los trabajos a realizar, deberán contener los elementos necesarios para que la presentación de proposiciones, por parte de los licitantes, sea completa, uniforme y ordenada, debiendo utilizar los formatos e instructivos elaborados y proporcionados por las dependencias o entidades. En caso de que el licitante presente otros formatos, éstos deberán cumplir con cada uno de los elementos requeridos por las convocantes.

II. Dividir el catálogo de conceptos en las partidas y sub-partidas que se requieran para la realización de los trabajos de acuerdo a sus características, complejidad y magnitud; tratándose de contratos a precio alzado, se deberán indicar las actividades y, en su caso, las sub-actividades en que se dividirán los mismos.

III. Que los requisitos y documentos estén particularizados para cada obra o servicio que se licite.

Artículo 20.- Las bases podrán ser entregadas a los interesados a título gratuito. Cuando se establezca un costo para su adquisición, el costo de venta deberá determinarse dividiendo el monto de los gastos en que haya incurrido la dependencia o entidad, exclusivamente por concepto de publicación de la convocatoria en el Diario Oficial de la Federación y de reproducción de los documentos que integran las bases, entre el número de interesados que estima las adquirirán. Dichos gastos no considerarán los costos derivados de los estudios, proyectos, asesorías, materiales de oficina, servicios de mensajería y cualquier otro originado con motivo de la preparación de las bases.

El pago se hará en la forma y en el lugar indicado en la convocatoria. A todo interesado que pague el importe de las bases se le entregará un comprobante y tendrá derecho a participar en la licitación.

La Secretaría de la Función Pública proveerá a las dependencias y entidades del sistema por medio del cual se pondrá a disposición pública la información de las convocatorias, bases de las licitaciones y, en su caso, sus modificaciones, así como las actas derivadas del proceso licitatorio. Queda excluida de esta publicación la información que sea de naturaleza reservada en los términos establecidos en la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Artículo 21.- La visita al sitio donde se realizarán los trabajos será optativa para los interesados, y tendrá como objeto que los licitantes conozcan las condiciones ambientales, así como las características referentes al grado de dificultad de los trabajos a desarrollar y sus implicaciones de carácter técnico. Los licitantes deberán incluir en sus proposiciones un escrito en el que manifiesten que conocen las condiciones y características antes citadas, por lo que no podrán invocar su desconocimiento o solicitar modificaciones al contrato por este motivo.

Artículo 22.- La junta de aclaraciones deberá ser posterior a la visita al sitio de realización de los trabajos. Las dependencias y entidades podrán celebrar el número de juntas de aclaraciones que se consideren necesarias, atendiendo a las características, complejidad y magnitud de los trabajos a realizar, debiendo comunicar a los asistentes en cada junta, la nueva fecha de celebración.

Artículo 23.- Los licitantes prepararán sus proposiciones conforme a lo establecido en las bases, así como en las aclaraciones y modificaciones que, en su caso, afecten a aquéllas. El licitante deberá firmar cada una de las fojas que integren su proposición, sin que la falta de firma de alguna de ellas sea causa de descalificación.

En los casos en que la dependencia o entidad así lo determine, se establecerá con precisión en las bases de licitación la documentación que deberá ser firmada por los licitantes, entre la que deberá incluirse invariablemente el catálogo de conceptos o presupuesto y los programas solicitados.

El licitante a quien se le haya adjudicado el contrato, previo a su formalización, deberá firmar la totalidad de la documentación que integre su proposición.

La proposición será entregada en un **solo sobre**, claramente identificado en su parte exterior y completamente cerrado.

En caso de que el licitante entregue información de naturaleza confidencial, deberá señalarlo expresamente por escrito a la convocante, para los efectos de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Artículo 24.- Las dependencias y entidades deberán requerir a los licitantes la siguiente documentación distinta a la parte técnica y económica de la proposición, la cual, a elección de los licitantes, podrá entregarse dentro o fuera del sobre relativo:

I. Escrito en el que manifieste el domicilio para oír y recibir todo tipo de notificaciones y documentos que deriven de los actos del procedimiento de contratación y, en su caso, del contrato respectivo, mismo que servirá para practicar las notificaciones aún

las de carácter personal, las que surtirán todos sus efectos legales mientras no señale otro distinto;

II. Escrito mediante el cual declare bajo protesta de decir verdad que no se encuentra en alguno de los supuestos que establecen los artículos 51 y 78, penúltimo párrafo de la Ley, y que por su conducto no participan en los procedimientos de contratación personas físicas o morales que se encuentren inhabilitadas por resolución de la Secretaría de la Función Pública, en los términos del artículo 33, fracción XXIII, de la propia Ley.

Para los efectos de la fracción VII del artículo 51 de la Ley, las personas que previamente hayan realizado un proyecto y pretendan participar en el procedimiento de contratación para la ejecución del mismo, estarán impedidas de participar en los términos de la propia fracción, cuando dentro de los alcances del proyecto elaborado, hayan preparado especificaciones de construcción, presupuesto de los trabajos, selección o aprobación de materiales, equipos y procesos;

III. Copia simple de la declaración fiscal o balance general auditado de la empresa, correspondiente al ejercicio fiscal inmediato anterior, con el que se acredite el capital contable requerido por la convocante;

IV. Copia simple por ambos lados de la identificación oficial vigente con fotografía, tratándose de personas físicas y en el caso de personas morales, de la persona que firme la proposición;

V. Escrito mediante el cual el representante de la persona moral manifieste que cuenta con facultades suficientes para comprometer a su representada, mismo que deberá contener los datos siguientes:

a. De la persona moral: clave del registro federal de contribuyentes, denominación o razón social, descripción del objeto social de la empresa; relación de los nombres de los accionistas, número y fecha de las escrituras públicas en las que conste el acta constitutiva y, en su caso, sus reformas o modificaciones, señalando nombre, número y circunscripción del notario o fedatario público ante quien se hayan otorgado; asimismo, los datos de inscripción en el Registro Público de Comercio, y

b. Del representante: nombre del apoderado; número y fecha de los instrumentos notariales de los que se desprendan las facultades para suscribir la proposición, señalando nombre, número y circunscripción del notario o fedatario público ante quien se hayan otorgado.

En las bases de las licitaciones públicas e invitaciones deberán indicarse que previamente a la firma del contrato, el licitante ganador presentará para su cotejo, original o copia certificada de los documentos con los que se acredite su existencia legal y las facultades de su representante para suscribir el contrato correspondiente.

Tratándose de personas extranjeras, se deberá verificar que los poderes y documentos legales cuenten con la legalización o apostillamiento correspondiente por la autoridad competente del país de que se trate y, en su caso, deberán ser traducidos al español;

VI. Copia simple del comprobante de pago de las bases de licitación;

VII. Declaración de integridad, mediante la cual los licitantes manifiesten que por sí mismos, o a través de interpósita persona, se abstendrán de adoptar conductas para que los servidores públicos de la dependencia o entidad convocante, induzcan o alteren las evaluaciones de las proposiciones, el resultado del procedimiento de contratación y cualquier otro aspecto que les otorguen condiciones más ventajosas, con relación a los demás participantes y

VIII. En su caso, escrito mediante el cual los participantes manifiesten que en su planta laboral cuentan cuando menos con un cinco por ciento de personas con discapacidad, cuyas altas en el Instituto Mexicano del Seguro Social se hayan dado con seis meses de antelación a la fecha prevista para firma del contrato respectivo, obligándose a presentar en original y copia para cotejo las altas mencionadas, a requerimiento de la dependencia o entidad convocante, en caso de empate técnico. La falta de presentación de este escrito no será causa de desechamiento de la proposición.

La presentación de estos documentos servirá para constatar que la persona cumple con los requisitos legales necesarios, sin perjuicio de su análisis detallado.

Para los interesados que decidan agruparse para presentar una proposición, deberán acreditar en forma individual los requisitos señalados, además de entregar una copia del convenio a que se refiere el artículo 28 de este Reglamento. La presentación de los documentos de los integrantes de la agrupación y la del convenio deberá hacerse por el representante común.

Previo a la firma del contrato, el licitante ganador deberá presentar para su cotejo original o copia certificada de los documentos señalados en las fracciones III, IV y VI del presente artículo.

Las personas que se encuentren inscritas en el registro de contratistas de la convocante podrán participar manifestando, mediante escrito bajo protesta de decir verdad, que la información a que se refieren las fracciones I, III y V del presente artículo contenida en dicho registro se encuentra actualizada.

En caso contrario, deberán presentar la documentación correspondiente, solicitando a la convocante la actualización del registro.

Asimismo, con la finalidad de acreditar la personalidad jurídica del licitante y su representante, se podrá exhibir la constancia o citar el número de inscripción en que consten la existencia de la persona y las facultades de su representante, en el Registro Único de Personas Acreditadas.

La información que conste en el Registro Único de Personas Acreditadas, o en su caso en el registro de contratistas de la convocante, en la que se haga constar la legal existencia del licitante, así como sus facultades para comprometerse a nombre de su mandante, será válida para la suscripción del contrato.

Las dependencias y entidades realizarán, a solicitud de los interesados, revisiones preliminares de la documentación antes mencionada.

Para facilitar los procedimientos de contratación, las dependencias y entidades contarán con un registro de contratistas, mismo que será integrado con la información proporcionada por los

interesados, así como con aquella con la que cuenten las convocantes.

Artículo 25.- El registro de contratistas de las dependencias y entidades deberá contener cuando menos:

- I. Nombre o razón social y domicilio de la contratista;
- II. Información relativa al número de escritura constitutiva, sus reformas y datos de su inscripción en el Registro Público de Comercio;
- III. Relación de accionistas;
- IV. Nombre de sus representantes legales, así como la información relativa a los documentos que los acrediten como tales y sus datos de inscripción en el Registro Público de Comercio;
- V. Especialidad de la contratista y la información relativa a los contratos de obras o servicios que lo acrediten;
- VI. Experiencia acreditada con contratos de obras o servicios;
- VII. Información referente a la capacidad técnica, económica y financiera, y
- VIII. Antecedentes de cumplimiento de contratos.

Dicho registro tendrá únicamente efectos declarativos respecto de la inscripción de contratistas, sin que dé lugar a efectos constitutivos de derechos y obligaciones, y sin que represente algún costo a las personas físicas o morales que pretendan inscribirse en el mismo.

Cualquier interesado tendrá acceso al registro de contratistas en términos de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Para efectos de lo anterior, al momento de la inscripción en el registro, las dependencias y entidades determinarán la información que tendrá el carácter de reservada o confidencial tomando en cuenta lo dispuesto en la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

La confirmación o negativa de la inscripción en el registro de contratistas será comunicada por las dependencias y entidades a los interesados en un plazo no mayor de quince días hábiles, contados a partir de la fecha de la solicitud respectiva.

La información contenida en el registro de contratistas de una dependencia o entidad, deberá proporcionarse a cualquier otra convocante que así lo solicite para efectos de sus procedimientos de contratación, salvo la que sea de carácter reservado o confidencial en términos de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Tratándose de procedimientos de **contratación mediante invitación** a cuando menos tres personas, la selección de participantes podrá hacerse de entre los contratistas que se encuentren inscritos en el registro, en atención a su experiencia, especialidad y capacidad técnica y antecedentes de cumplimiento en tiempo y en monto respecto de contratos que tengan celebrados con la dependencia o entidad convocante. Asimismo, se considerarán los contratistas cuyo domicilio se encuentre más cerca de la zona donde se pretenden ejecutar los trabajos o prestar los servicios, y que cuenten con la capacidad de respuesta inmediata, así como los recursos técnicos, financieros y demás necesarios de conformidad con las características, complejidad y magnitud de los trabajos a ejecutar.

Atendiendo a la cantidad de Obras y Servicios que realicen, las dependencias y entidades deberán integrar su registro de contratistas, siendo obligatorio para aquéllas que cuenten con comité de obras públicas y optativas para las que no lo tengan.

Artículo 26.- Las dependencias y entidades atendiendo a las características, complejidad y magnitud de los trabajos, requerirán que la proposición de los licitantes contenga los siguientes documentos:

I. Manifestación escrita de conocer el sitio de realización de los trabajos y sus condiciones ambientales; estar conforme de ajustarse a las leyes y reglamentos aplicables, a los términos de las bases de licitación, sus anexos y las modificaciones que, en su caso, se hayan efectuado; al modelo de contrato, los proyectos arquitectónicos y de ingeniería; el haber considerado las normas de calidad de los materiales y las especificaciones generales y particulares de construcción que la dependencia o entidad convocante les hubiere proporcionado, así como haber considerado

en la integración de la proposición, los materiales y equipos de instalación permanente que, en su caso, le proporcionará la propia convocante y el programa de suministro correspondiente;

II. Descripción de la planeación integral del licitante para realizar los trabajos, incluyendo el procedimiento constructivo de ejecución de los trabajos, considerando, en su caso, las restricciones técnicas que procedan conforme a los proyectos y que establezcan las dependencias y entidades;

III. Currículum de cada uno de los profesionales técnicos que serán responsables de la dirección, administración y ejecución de las obras, los que deberán tener experiencia en obras con características técnicas y magnitud similares;

IV. Documentos que acrediten la experiencia y capacidad técnica en trabajos similares, con la identificación de los trabajos realizados por el licitante y su personal, en los que sea comprobable su participación, anotando el nombre de la contratante, descripción de las obras, importes totales, importes ejercidos o por ejercer y las fechas previstas de terminaciones, según el caso;

V. Manifestación escrita en la que señale las partes de los trabajos que subcontratará, en caso de haberse previsto en las bases de licitación. Las dependencias y entidades podrán solicitar la información necesaria que acredite la experiencia y capacidad técnica y económica de las personas que se subcontratarán;

VI. Documentos que acrediten la capacidad financiera, los cuales deberán integrarse al menos por los estados financieros auditados de los dos años anteriores y el comparativo de razones financieras básicas, salvo en el caso de empresas de nueva creación, las cuales deberán presentar los más actualizados a la fecha de presentación de proposiciones;

VII. Relación de maquinaria y equipo de construcción, indicando si son de su propiedad, arrendadas con o sin opción a compra, su ubicación física, modelo y usos actuales, así como la fecha en que se dispondrá de estos insumos en el sitio de los trabajos conforme al programa presentado; tratándose de maquinaria o equipo de construcción arrendado, con o sin opción a compra, deberá presentarse carta compromiso de arrendamiento y disponibilidad en el caso de que resultare ganador;

VIII. Cuando se requiera de materiales, maquinaria y equipo de instalación permanente de origen extranjero de los señalados por la Secretaría de Economía, se deberá entregar además de los anteriores, una manifestación escrita de que los precios consignados en su proposición no se cotizan en condiciones de prácticas desleales de comercio internacional en su modalidad de discriminación de precios o de subsidios;

Artículo 26 A.- Además de los documentos referidos en el artículo 26 de este Reglamento, las dependencias y entidades, atendiendo a las características, complejidad y magnitud de los trabajos, requerirán:

A. Tratándose de obras a precios unitarios:

I. Análisis del total de los precios unitarios de los conceptos de trabajo, determinados y estructurados con costos directos, indirectos, de financiamiento, cargo por utilidad y cargos adicionales, donde se incluirán los materiales a utilizar con sus correspondientes consumos y costos, y de mano de obra, maquinaria y equipo de construcción con sus correspondientes rendimientos y costos;

II. Listado de insumos que intervienen en la integración de la proposición, agrupado por materiales más significativos y equipo de instalación permanente, mano de obra, maquinaria y equipo de construcción, con la descripción y especificaciones técnicas de cada uno de ellos, indicando las cantidades a utilizar, sus respectivas unidades de medición y sus importes;

III. Análisis, cálculo e integración del factor de salario real conforme a lo previsto en este Reglamento, anexando el tabulador de salarios base de mano de obra por jornada diurna de ocho horas e integración de los salarios;

IV. Análisis, cálculo e integración de los costos horarios de la maquinaria y equipo de construcción, debiendo considerar éstos, para efectos de evaluación, costos y rendimientos de máquinas y equipos nuevos;

V. Análisis, cálculo e integración de los costos indirectos, identificando los correspondientes a los de administración de oficinas de campo y los de oficinas centrales;

- VI.** Análisis, cálculo e integración del costo por financiamiento;
- VII.** Utilidad propuesta por el licitante;
- VIII.** Relación y análisis de los costos unitarios básicos de los materiales que se requieran para la ejecución de los trabajos. Cuando existan insumos de los señalados en la fracción VIII del artículo 26 de este Reglamento se deberá señalar el precio ofertado por el licitante;
- IX.** Catálogo de conceptos, conteniendo descripción, unidades de medición, cantidades de trabajo, precios unitarios con número y letra e importes por partida, subpartida, concepto y del total de la proposición. Este documento formará el presupuesto de la obra que servirá para formalizar el contrato correspondiente;
- X.** Programa de ejecución general de los trabajos conforme al catálogo de conceptos con sus erogaciones, calendarizado y cuantificado conforme a los periodos determinados por la convocante, dividido en partidas y subpartidas, del total de los conceptos de trabajo, utilizando preferentemente diagramas de barras, o bien, redes de actividades con ruta crítica, y
- XI.** Programas de erogaciones a costo directo calendarizados y cuantificados en partidas y subpartidas de utilización, conforme a los periodos determinados por la convocante, para los siguientes rubros:
- a.** De la mano de obra;
 - b.** De la maquinaria y equipo de construcción, identificando su tipo y características;
 - c.** De los materiales y equipos de instalación permanente expresados en unidades convencionales y volúmenes requeridos, y
 - d.** De utilización del personal profesional técnico, administrativo y de servicio encargado de la dirección, administración y ejecución de los trabajos.

3.3.2.-ACTO DE PRESENTACIÓN Y APERTURA DE PROPOSICIONES

Artículo 29.- Las proposiciones deberán evaluarse en dos formas: una cuantitativa, donde para la recepción de las mismas sólo bastará verificar la presentación de los documentos, sin entrar a la revisión de su contenido; y otra cualitativa, donde se realizará el

estudio detallado de las proposiciones presentadas, a efecto de que las dependencias y entidades tengan los elementos necesarios para determinar la solvencia de las condiciones legales, técnicas y económicas requeridas.

Los licitantes son los únicos responsables de que sus proposiciones sean entregadas en tiempo y forma en el acto de presentación y apertura de proposiciones. No será motivo de descalificación la falta de identificación o de acreditamiento de la representación de la persona que solamente entregue la proposición, pero sólo podrá participar durante el desarrollo del acto con el carácter de oyente.

Artículo 30.- El acto de presentación y apertura de proposiciones deberá ser presidido por el servidor público designado por la convocante, quien será la única persona facultada para aceptarlas o desecharlas y, en general, para tomar todas las decisiones durante la realización del acto, debiendo estar presente durante su desarrollo.

Artículo 32.- Al concluir el acto de presentación y apertura de proposiciones se levantará un acta en la que se hará constar como mínimo lo siguiente:

- I. Fecha, lugar y hora en que se llevó a cabo dicho acto;
- II. Nombre del servidor público encargado de presidir el acto;
- III. Nombre de los licitantes e importes totales de las proposiciones que fueron aceptadas para su evaluación cualitativa por las áreas designadas por la convocante para ello;
- IV. Nombre de los licitantes cuyas proposiciones fueron desechadas, así como las causas que lo motivaron, y
- V. Lugar, fecha y hora de la junta pública donde se dará a conocer el fallo de la licitación.

3.3.3.-EVALUACIÓN DE LAS PROPOSICIONES

Artículo 36.- Para la evaluación técnica de las proposiciones se deberán considerar, entre otros, los siguientes aspectos:

- I. Que cada documento contenga toda la información solicitada;

II. Que los profesionales técnicos que se encargarán de la dirección de los trabajos, cuenten con la experiencia y capacidad necesaria para llevar la adecuada administración de los trabajos.

En los aspectos referentes a la experiencia y capacidad técnica que deban cumplir los licitantes, se deberán considerar, entre otros, el grado académico de preparación profesional, la experiencia laboral específica en obras similares y la capacidad técnica de las personas físicas que estarán relacionados con la ejecución de los trabajos;

III. Que los licitantes cuenten con la maquinaria y equipo de construcción adecuado, suficiente y necesario, sea o no propio, para desarrollar los trabajos que se convocan;

IV. Que la planeación integral propuesta por el licitante para el desarrollo y organización de los trabajos, sea congruente con las características, complejidad y magnitud de los mismos;

V. Que el procedimiento constructivo descrito sea aceptable porque demuestra que el licitante conoce los trabajos a realizar y que tiene la capacidad y la experiencia para ejecutarlos satisfactoriamente; dicho procedimiento debe ser acorde con el programa de ejecución considerado en su proposición, y

VI. De los estados financieros, las dependencias y entidades de acuerdo con las características, magnitud y complejidad de los trabajos, determinarán en las bases de licitación, aquellos aspectos que se verificarán, entre otros:

a. Que el capital neto de trabajo del licitante sea suficiente para el financiamiento de los trabajos a realizar, de acuerdo con su análisis financiero presentado;

b. Que el licitante tenga capacidad para pagar sus obligaciones, y

c. El grado en que el licitante depende del endeudamiento y la rentabilidad de la empresa.

A. Tratándose de propuestas que consideren precios unitarios además se deberá verificar:

I. De los programas:

- a. Que el programa de ejecución de los trabajos corresponda al plazo establecido por la convocante;
- b. Que los programas específicos cuantificados y calendarizados de suministros y utilización, sean congruentes con el programa calendarizado de ejecución general de los trabajos;
- c. Que los programas de suministro y utilización de materiales, mano de obra y maquinaria y equipo de construcción, sean congruentes con los consumos y rendimientos considerados por el licitante y en el procedimiento constructivo a realizar;
- d. Cuando se requiera de equipo de instalación permanente, deberá considerarse que los suministros sean congruentes con el programa de ejecución general, y
- e. Que los insumos propuestos por el licitante correspondan a los periodos presentados en los programas;

II. De la maquinaria y equipo:

- a. Que la maquinaria y el equipo de construcción sean los adecuados, necesarios y suficientes para ejecutar los trabajos objeto de la licitación, y que los datos coincidan con el listado de maquinaria y equipo presentado por el licitante;
- b. Que las características y capacidad de la maquinaria y equipo de construcción consideradas por el licitante, sean las adecuadas para desarrollar el trabajo en las condiciones particulares donde deberá ejecutarse y que sean congruentes con el procedimiento de construcción propuesto por el contratista, o con las restricciones técnicas, cuando la dependencia o entidad fije un procedimiento, y
- c. Que en la maquinaria y equipo de construcción, los rendimientos de éstos sean considerados como nuevos, para lo cual se deberán apoyar en los rendimientos que determinen los manuales de los fabricantes respectivos, así como las

características ambientales de la zona donde vayan a realizarse los trabajos;

III. De los materiales:

- a. Que en el consumo del material por unidad de medida, determinado por el licitante para el concepto de trabajo en que intervienen, se consideren los desperdicios, mermas, y, en su caso, los usos de acuerdo con la vida útil del material de que se trate, y
- b. Que las características, especificaciones y calidad de los materiales y equipos de instalación permanente, sean las requeridas en las normas de calidad y especificaciones generales y particulares de construcción establecidas en las bases, y

IV. De la mano de obra:

- a. Que el personal administrativo, técnico y de obra sea el adecuado y suficiente para ejecutar los trabajos;
- b. Que los rendimientos considerados se encuentren dentro de los márgenes razonables y aceptables de acuerdo con el procedimiento constructivo propuesto por el licitante, considerando los rendimientos observados de experiencias anteriores, así como las condiciones ambientales de la zona y las características particulares bajo las cuales deben realizarse los trabajos, y
- c. Que se hayan considerado trabajadores de la especialidad requerida para la ejecución de los conceptos más significativos.

Artículo 37.- Para la evaluación económica de las proposiciones se deberán considerar, entre otros, los siguientes aspectos:

- I. Que cada documento contenga toda la información solicitada, y
- II. Que los precios propuestos por el licitante sean aceptables; es decir, que sean acordes con las condiciones vigentes en el mercado internacional, nacional o de la zona o región en donde se ejecutarán los trabajos, individualmente o conformando la proposición total.

A. Tratándose de proposiciones que consideren precios unitarios además se deberá verificar:

I. Del presupuesto de obra:

- a. Que en todos y cada uno de los conceptos que lo integran se establezca el importe del precio unitario;
- b. Que los importes de los precios unitarios sean anotados con número y con letra, los cuales deberán ser coincidentes entre sí y con sus respectivos análisis; en caso de diferencia, deberá prevalecer el que coincida con el del análisis de precio unitario correspondiente o el consignado con letra cuando no se tenga dicho análisis, y
- c. Verificar que las operaciones aritméticas se hayan ejecutado correctamente; en el caso de que una o más tengan errores, se efectuarán las correcciones correspondientes; el monto correcto, será el que se considerará para el análisis comparativo de las proposiciones;

II. Verificar que el análisis, cálculo e integración de los precios unitarios, se haya realizado de acuerdo con lo establecido en este Reglamento, debiendo revisar:

- a. Que los análisis de los precios unitarios estén estructurados con costos directos, indirectos, de financiamiento, cargo por utilidad y cargos adicionales;
- b. Que los costos directos se integren con los correspondientes a materiales, equipos de instalación permanente, mano de obra, maquinaria y equipo de construcción;
- c. Que los precios básicos de adquisición de los materiales considerados en los análisis correspondientes, se encuentren dentro de los parámetros de precios vigentes en el mercado;
- d. Que los costos básicos de la mano de obra se hayan obtenido aplicando los factores de salario

real a los sueldos y salarios de los técnicos y trabajadores, conforme a lo previsto en este Reglamento;

- e. Que el cargo por el uso de herramienta menor, se encuentre incluido, bastando para tal efecto que se haya determinado aplicando un porcentaje sobre el monto de la mano de obra, requerida para la ejecución del concepto de trabajo de que se trate, y
- f. Que los costos horarios por la utilización de la maquinaria y equipo de construcción se hayan determinado por hora efectiva de trabajo, debiendo analizarse para cada máquina o equipo, incluyendo, cuando sea el caso, los accesorios que tenga integrados;

III. Verificar que los análisis de costos directos se hayan estructurado y determinado de acuerdo con lo previsto en este Reglamento, debiendo además considerar:

- a. Que los costos de los materiales considerados por el licitante, sean congruentes con la relación de los costos básicos y con las normas de calidad especificadas en las bases de la licitación;
- b. Que los costos de la mano de obra considerados por el licitante, sean congruentes con el tabulador de los salarios y con los costos reales que prevalezcan en la zona donde se ejecutarán los trabajos, y
- c. Que los costos horarios de la maquinaria y equipo de construcción se hayan determinado con base en el precio y rendimientos de éstos considerados como nuevos, para lo cual se tomarán como máximos los rendimientos que determinen los manuales de los fabricantes respectivos, así como las características ambientales de la zona donde vayan a realizarse los trabajos;

IV. Verificar que los análisis de costos indirectos se hayan estructurado y determinado de acuerdo con lo previsto en este Reglamento, debiendo además considerar:

- a. Que el análisis se haya valorizado y desglosado por conceptos con su importe correspondiente, anotando el monto total y su equivalente porcentual sobre el monto del costo directo;
- b. Constatar que para el análisis de los costos indirectos se hayan considerado adecuadamente los correspondientes a las oficinas centrales del licitante, los que comprenderán únicamente los necesarios para dar apoyo técnico y administrativo a la superintendencia del contratista encargado directamente de los trabajos y los de campo necesarios para la dirección, supervisión y administración de la obra, y
- c. Que no se haya incluido algún cargo que, por sus características o conforme a las bases de la licitación, su pago deba efectuarse aplicando un precio unitario específico;

V. Verificar que el cargo por utilidad fijado por el licitante se encuentre de acuerdo a lo previsto en este Reglamento;

VI. Verificar que el importe total de la proposición sea congruente con todos los documentos que la integran, y

VII. Que los programas específicos de erogaciones de materiales, mano de obra y maquinaria y equipo de construcción y de instalación permanente, sean congruentes con el programa de erogaciones de la ejecución general de los trabajos.

Artículo 37 A.- Al finalizar la evaluación de las proposiciones, las dependencias y entidades adjudicarán el contrato al licitante cuya proposición resulte solvente por reunir, conforme a los criterios de evaluación que establezcan las bases de licitación, de conformidad con la Ley y este Reglamento, las condiciones legales, técnicas y económicas requeridas por la convocante, y garantice satisfactoriamente el cumplimiento de las obligaciones respectivas.

Si resultare que dos o más proposiciones son solventes porque reúnen las condiciones antes señaladas, el contrato se adjudicará a quien presente la proposición que resulte económicamente más conveniente para el Estado, que será aquella que otorgue mayor certeza en la ejecución y conclusión de los trabajos que pretendan contratarse, por asegurar las mejores condiciones de contratación en cuanto a precio, calidad, financiamiento, oportunidad y demás circunstancias pertinentes.

Para tales efectos, la adjudicación del contrato a la proposición que resulte económicamente más conveniente para el Estado, se hará a través del mecanismo que atienda a las condiciones, criterios, parámetros y su correspondiente valoración en puntaje, en los siguientes términos:

- I. **Criterio relativo al Precio.** Representado por la proposición solvente cuyo precio o monto sea el más bajo, o la de menor valor presente, la que tendrá una ponderación de: **50 puntos.**
- II. **Criterio relativo a la Calidad.** La calidad atenderá a los rubros de especialidad, experiencia y capacidad técnica en los términos del último párrafo del artículo 36 de la Ley. Dichos rubros, en su puntaje, deberán tener una ponderación en conjunto de **20 puntos.**

Los 20 puntos se distribuirán como sigue:

- a. **Especialidad.-** Mayor número de contratos de obras ejecutadas de la misma naturaleza a los que se convocan en un plazo máximo de cinco años previos a la fecha de publicación de la convocatoria. Para este rubro se asignará una ponderación de **5 puntos.**
- b. **Experiencia.-** Mayor tiempo del licitante realizando obras similares en aspectos relativos a monto, complejidad o magnitud. Para este rubro se asignará una ponderación de **5 puntos.**
- c. **Capacidad Técnica.-** Se asignará un puntaje de **10 puntos**, distribuidos como sigue:
 1. Mayor experiencia laboral del personal responsable de los trabajos convocados en la materia objeto de la contratación,

de conformidad con la información proporcionada en términos del artículo 26 del presente Reglamento. Se asignarán **3 puntos**.

2. Ausencia de antecedentes de afectación de garantías por vicios ocultos o de mala calidad de los trabajos, o su equivalente en el extranjero en un lapso no mayor a cinco años. Se asignarán **3 puntos**.
3. Certificación relacionada con el objeto de la obra o servicio a contratar en materia de calidad, seguridad o medio ambiente. Se asignarán **4 puntos**.

III. Criterio relativo al Financiamiento. Que se pondere la proposición que aporte las mejores condiciones de financiamiento para la dependencia o entidad. En las bases de los procedimientos de contratación se indicará, cuando menos, el horizonte a considerar y la tasa de descuento correspondiente. Su ponderación será de **10 puntos**.

IV. Criterio relativo a la Oportunidad. Que se hayan ejecutado obras con contratos terminados en costo y tiempo en los términos del último párrafo del artículo 36 de la Ley, considerando los siguientes rubros que en su puntaje en conjunto tendrá una ponderación de **10 puntos**.

Los diez puntos se distribuirán como sigue:

- a. Grado de cumplimiento en los contratos celebrados y concluidos por el licitante en un lapso no mayor a cinco años previos a la publicación de la convocatoria, para lo cual se dividirá el monto de las penas convencionales aplicadas entre el valor total del contrato. Cuando se trate de varios contratos, el grado de cumplimiento se aplicará para cada contrato y el resultado se ponderará con el valor que se obtenga de dividir el monto de cada uno de los contratos considerados en el ejercicio entre su sumatoria total. Al mayor grado de cumplimiento se asignarán **5 puntos**.
- b. Que los contratos de obra pública celebrados en un lapso no mayor a cinco años previos a la publicación de la convocatoria, no hayan sido objeto de rescisión administrativa

o de alguna figura jurídica equivalente en el extranjero. Se asignarán **5 puntos**.

V. Criterio relativo al Contenido Nacional. Considerando para dicho criterio a la proposición con mayor porcentaje de contenido nacional, respecto de los siguientes insumos y equipos que, en su puntaje en conjunto, deberán tener ponderación de **10 puntos**.

a. Materiales.

b. Maquinaria y equipo de instalación permanente.

La suma de los cinco criterios anteriormente descritos será igual a 100 puntos.

Artículo 37 B.- Las dependencias y entidades incluirán de manera expresa en las bases de los procedimientos de contratación el mecanismo de adjudicación señalado en el artículo anterior que, cuando menos, comprenderá los criterios relativos al precio y calidad, en todos o cualquiera de los incisos previstos en la fracción **II** del citado artículo, en atención a las características, magnitud y complejidad de las obras o servicios que pretendan contratar.

3.3.4.-FALLO PARA LA ADJUDICACIÓN

Artículo 38.- Al finalizar la evaluación de las proposiciones y, en su caso, la aplicación de los criterios de adjudicación previstos en el artículo 37 A de este Reglamento, las dependencias y entidades deberán emitir un dictamen en el que se hagan constar los aspectos siguientes:

1. Los criterios utilizados para la evaluación de las proposiciones;
2. La reseña cronológica de los actos del procedimiento;
3. Las razones legales, técnicas o económicas por las cuales se aceptan o desechan las proposiciones presentadas y el nombre de los licitantes;
4. La relación de los licitantes cuyas proposiciones se calificaron como solventes, ubicándolas de menor a mayor, de acuerdo con sus montos;

5. Los criterios de adjudicación del contrato, así como el resultado de la aplicación y la relación de licitantes con sus puntajes del mayor al menor;
6. La fecha y lugar de elaboración, y
7. Nombre, firma y cargo de los servidores públicos encargados de su elaboración y aprobación.

Artículo 39.- El fallo que emitan las dependencias y entidades deberá contener lo siguiente:

- Nombre del participante ganador y el monto total de su proposición, acompañando copia del dictamen a que se refiere el artículo anterior;
- La forma, lugar y plazo para la presentación de las garantías;
- En su caso, el lugar y plazo para la entrega de los anticipos;
- El lugar y fecha estimada en que el licitante ganador deberá firmar el contrato, y
- La fecha de inicio de los trabajos y el plazo de ejecución de los mismos.

Cuando el fallo se dé a conocer en junta pública, ésta comenzará con la lectura del resultado del dictamen que sirvió de base para determinar el fallo y el licitante ganador, debiendo levantar el acta donde conste la participación de los interesados, así como la información antes requerida.

Con el fallo y el modelo de contrato en su poder, el licitante ganador podrá tramitar las garantías a que hace referencia la Ley y este Reglamento.

3.4.- ASPECTOS GENERALES DE LA OBRA

OBRA:

Rehabilitación de líneas de conducción en la red de agua potable en la coordinación de San Pedro Tláhuac.

LOCALIDAD:

Delegación Tláhuac.

UBICACIÓN:

Coordinación San Pedro Tláhuac.

CONTRATANTE:

Delegación Tláhuac.

DIRECCIÓN:

Mar de las Lluvias No. 17 casi esquina Montes de las Cordilleras
Col. Selene, C.P. 13420

DIRECTOR DE OPERACIÓN HIDRÁULICA:

ING. ARQ. JOSÉ MANUEL FERNÁNDEZ MARTÍNEZ

JEFE UNIDAD DEPARTAMENTAL DE AGUA POTABLE:

ING. ALEJANDRO NARVÁEZ HERNÁNDEZ

EMPRESA CONSTRUCTORA:

CONSTRUCCIONES ICI, S.A DE C.V.

CONTRATO:

DGODU/AD/16/OB-0121-08

FECHA DE INICIO:

30 DE JUNIO DE 2008

FECHA DE TERMINACIÓN:

27 DE OCTUBRE DE 2008

MONTO DEL CONTRATO:

\$1, 993,765.75 M.N. Más IVA \$2, 292,830.61 M.N.

MONTO DE ANTICIPO:

\$0.00 No hay

RESPONSABLE DE LA OBRA:

ING. ENRIQUE DÍAZ TÉLLEZ

JEFE DELEGACIONAL EN TLÁHUAC:

GILBERTO ENSÁSTIGA SANTIAGO

DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS Y DESARROLLO URBANO:
ING. ARQ. EDUARDO GUTIÉRREZ MARTÍNEZ

DIRECCIÓN DE PROYECTOS:
ARQ. CARLOS ORTEGA NAVA

JEFA DE LA UNIDAD DEPARTAMENTAL DE PROYECTOS Y PRESUPUESTOS:
ARQ. MITZI FERNANDA MARTÍNEZ ACOSTA

3.4.1.-ASPECTOS A CONSIDERAR EN LA OBRA.

1. Deberán realizarse calas para verificar la existencia de líneas, antes de iniciar los trabajos.
2. Para la excavación de la zanja, ver detalle tipo.
3. Posterior a la Prueba Hidrostática de 13.5 Kg/cm². La tubería se vaciará y se llenará con agua, conteniendo el producto desinfectante y se dejará durante 48 horas; la solución será de hipoclorito de sodio a 50 p.p.m.
4. La cama donde se colocará la tubería, será de arena.
5. Todos los trabajos se realizarán bajo la supervisión de la Unidad Departamental de Agua Potable.
6. Por ningún motivo quedarán cubiertos por el pavimento, las tapas de las cajas de Agua Potable.
7. El relleno de la zanja deberá hacerse en capas de 20 cm con material de banco (Tepetate) compactado al 90% de la prueba Proctor Estándar.
8. Los codos deberán estar alineados y nivelados, antes de colocar los atraques.
9. El atraque deberá colocarse en todos los casos, antes de hacer la prueba Hidrostática de las tuberías.
La profundidad de la tubería será tal, que el relleno desde el lomo a nivel de subrasante no sea menor de 90 cm.
10. La tubería de proyecto será de PEAD 4" de diámetro.
RD-17.

11. Antes de proceder a la Obra, se deberán revisar todas las posibles interferencias.
12. Las tapas de los registros en las cajas de válvulas, deberán traer leyenda "Agua Potable".
13. Cualquier cambio o modificación, se ratificará a la U. Departamental de Agua Potable.
14. La tubería deberá cumplir con la Norma NMX-018-SCFI-2002.
15. Los registros de las cajas de válvulas, quedarán directamente encima de las válvulas.
16. Los registros de las cajas, deberán abatir en sentido perpendicular al flujo vehicular.
17. Restituir la carpeta asfáltica.
18. Deberán restituirse todas las Tomas Domiciliarias y conectarse a la nueva tubería.
19. Para detalle del proceso constructivo de caja de válvulas (ver **REFERENCIAS**).

Se muestran los croquis de los 12 frentes de forma cronológica.
(Ver **REFERENCIAS**).

1. TLÁHUAC-TULYEHUALCO
2. SAN JUAN
3. GALEANA
4. HIDALGO 1 (CANAL-RAFAEL ATLIXCO)
5. CANAL SECO
6. SEVERINO CENICEROS
7. TLÁHUAC
8. IGNACIO ALLENDE
9. NICOLÁS BRAVO
10. CUITLÁHUAC
11. HIDALGO 2 (IGNACIO ALLENDE-RAFAEL CASTILLO)
12. AQUÍLES SERDÁN

Los planos fueron elaborados por:

ARQ. FLORENCIO AGUIRRE V.

IV.- PROGRAMA DE EROGACIONES DE LA EJECUCIÓN GENERAL DE LOS TRABAJOS

4.1.-SUPERVISIÓN INTERNA-DELEGACIÓN.

La Supervisión Interna tiene una función importante en la obra a ejecutar; su propósito es de garantizar y controlar los procesos constructivos y su relación con los programas de obras y costos, así como el control de calidad tanto en la ejecución como de los insumos y contratistas que participan en la misma.

La Supervisión Interna debe contemplar lo siguiente:

4.1.1.-CONTROL DE OBRA.

- Manejo de programas de Obra.
- Manejo y control de estimaciones.
- Juntas de coordinación con el Contratista.
- Reportes quincenales de los avances realizados.
- Control de la Bitácora de Obra y reportes diarios de los avances; así como cambios en el proyecto.
- Reportar conceptos extraordinarios.

4.1.2.-CONTROL DE CALIDAD.

- Control de niveles, plomos que garanticen la verticalidad y horizontalidad de los elementos constructivos, así como de los acabados de los mismos.
- Revisión de los procesos constructivos en termofusión, zanjas, piezas especiales, tomas, compactado, armado de cajas y colocación de carpetas asfálticas entre otros.
- Instrucciones, modificaciones, anexos y observaciones al contratista en Bitácora para fines de la calidad, tiempo y costos de la obra.
- Checar que la tubería tenga marcado las características que se piden en el proyecto.
- Que esté presente diariamente y reportar cualquier anomalía.

- Que garantice la calidad y el aprovechamiento de los recursos.
- Que tome acciones preventivas que correctivas que son las que causan los sobre costos y tardanzas innecesarias.

La Supervisión Interna tiene la función de reportar a la Delegación las erogaciones cada 15 días, así como los avances, cambios de proyecto si es que los hay, tomar fotografías de los avances, etc.

4.2.-REPORTES QUINCENALES. Se presentaron a la Delegación 8 informes completos durante todo el proceso constructivo de la Obra.

1.- Del 30 de Junio al 15 de Julio

2.- Del 16 al 31 de Julio

3.- Del 01 al 15 de Agosto

4.- Del 16 al 31 de Agosto

5.- Del 01 al 15 de Septiembre

6.- Del 16 al 30 de Septiembre

7.- Del 01 al 15 de Octubre

8.- Del 16 al 27 de Octubre

Cada reporte contempla:

4.2.1.-CARÁTULA

- OBRA: rehabilitación de obras de conducción de agua potable en diferentes barrios de la coordinación territorial de San Pedro Tláhuac.
- Delegación Tláhuac.
- Supervisión Interna.
- Informe 1: Del 30 de Junio al 15 de Julio de 2008. (en el caso del primero).

- Contenido: Datos Generales, Gráfica de Avance Físico Financiero, Control de Estimaciones de la Obra, Reporte Fotográfico y Comentarios.

4.2.2.-GENERALES

- OBRA: Rehabilitación de obras de conducción de agua potable en diferentes barrios de la coordinación territorial de San Pedro Tláhuac.
- LOCALIDAD: Delegación Tláhuac.
- UBICACIÓN: Coordinación San Pedro Tláhuac.
- INFORME: 01
- FECHA: Del 30 de Junio al 15 de Julio.
- PROPIETARIO: Delegación Tláhuac.
- DIRECCIÓN: Mar de las Lluvias N° 17 casi esquina Montes de las Cordilleras Col. Selene, C.P. 13420
- DIRECTOR DE OPERACIÓN HIDRÁULICA: Ing. Arq. José Manuel Fernández Martínez.
- JEFE UNIDAD DEPARTAMENTAL DE AGUA POTABLE: Ing. Alejandro Narváez Hernández.
- EMPRESA: Construcciones ICI, S.A de C.V.
- CONTRATO: DGODU/AD/16/OB-0121-08
- FECHA DE INICIO: 30 de Junio de 2008
- FECHA DE TERMINACIÓN: 27 de Octubre de 2008
- MONTO DE CONTRATO: 1, 993,765.75 M.N.
- MÁS IVA: 2, 292,830.61 M.N.
- MONTO DE ANTICIPO: NO HAY.
- RESPONSABLE DE LA OBRA: Ing. Enrique Díaz Téllez.

4.2.3.-GRÁFICA DE AVANCE

En **Referencias** se muestra la gráfica del reporte 8, donde se muestran los avances reales de la Empresa hasta el término de la obra.

EROGACIONES QUINCENALES

REPORTES QUINCENALES	PARCIAL M.N.	PROGRAMADO EN PORCENTAJE
DEL 30 DE JUNIO AL 15 DE JULIO	\$70,266.63	3.52%
DEL 16 AL 31 DE JULIO	\$254,414.26	12.76%
DEL 1 AL 15 DE AGOSTO	\$244,624.00	12.27%
DEL 16 AL 31 DE AGOSTO	\$155,779.34	7.81%
DEL 1 AL 15 DE SEPTIEMBRE	\$205,800.49	10.32%
DEL 16 AL 30 DE SEPTIEMBRE	\$318,468.95	15.97%
DEL 1 AL 15 DE OCTUBRE	\$434,961.91	21.82%
DEL 16 AL 27 DE OCTUBRE	\$299,612.70	15.03%
TOTAL ACUMULADO	\$1, 993,765.75	100%

4.2.4.-LOS 12 FRENTES

Aquí se reportan los conceptos que se trabajaron en cada uno de los frentes.

NOTA: (SE MUESTRA EL ÚLTIMO REPORTE)

DATOS QUE SE TOMARON DE LA EMPRESA GANADORA.
(CANTIDADES SIN IVA).

DATOS AL TÉRMINO DE LA OBRA

FRENTES	MONTO PROGRAMADO M.N.	MONTO REAL M.N.
1.-TLÁHUAC-TULYEHUALCO	\$ 351,780.74	\$ 345,607.45
2.-CALLEJÓN SAN JUAN	\$ 87,504.31	\$ 86,605.28
3.-GALEANA	\$ 109,244.90	\$ 122,380.36
4.-HIDALGO LAGO	\$ 110,272.09	\$ 98,566.55
5.-CANAL SECO	\$ 91,715.34	\$ 65,877.56
6.-SEVERINO CENICEROS	\$ 186,163.55	\$ 171,973.12
7.-AV. TLÁHUAC	\$ 114,565.26	\$ 81,924.05
8.-IGNACIO ALLENDE	\$ 251,946.91	\$ 215,733.42
9.-NICOLÁS BRAVO	\$ 357,344.35	\$ 338,847.63
10.-CUITLÁHUAC	\$ 47,509.57	\$ 49,475.38
11.-HIDALGO PANTEÓN	\$ 218,361.59	\$ 215,801.84
12.-AQUÍLES SERDÁN	\$ 67,357.14	\$ 60,406.03
TOTAL ACUMULADO	\$ 1, 993,765.75	\$ 1, 853,198.68
MÁS IVA	\$ 2, 292,830.61	\$ 2 ,131,178.48

4.2.5.-ACUMULADO

Aquí se suman las erogaciones de los 12 frentes.

NOTA: SE MUESTRA EN LA TABLA ANTERIOR EL TOTAL PRESUPUESTADO POR LA EMPRESA Y LO QUE SE GASTÓ AL FINAL DE LA OBRA.

4.2.6.-REPORTE FOTOGRÁFICO

Se muestran los trabajos realizados:

PARTIDA 1. RED DE AGUA POTABLE

4.2.6.1.-TRAZO DE EJES PARA EL TENDIDO DE LA RED DE TUBERÍA.



Ilustración 1 TRAZO DE EJES EN EL CALLEJÓN DE SAN JUAN.

4.2.6.2.-CORTE CON SIERRA EN PAVIMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO, CON PROFUNDIDAD MAYOR A 5 CM.



Ilustración 2 CORTE CON SIERRA EN SAN JUAN.

4.2.6.3.-DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO, INCLUYENDO BASE Y SUB-BASE POR MEDIOS MECÁNICOS, CON ACARREO HASTA EL ALCANCE DE LA MAQUINA.



Ilustración 3 DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO EN HIDALGO.

4.2.6.4.-EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS PARA FORMACIÓN DE ZANJAS EN TERRENO SECO CON ANCHO DE ZANJA MENORES O IGUALES A 1.20 M, ZONA "C", CLASE II, MEDIDO EN BANCO, CON ACARREO HASTA EL ALCANCE DE LA MAQUINA.



Ilustración 4 EXCAVACIÓN EN AV. TLÁHUAC.

4.2.6.5.-CARGA MECÁNICA Y ACARREO EN CAMIÓN, DE MATERIAL FINO O GRANULAR, AL PRIMER KILÓMETRO, VOLUMEN MEDIDO EN BANCO.



Ilustración 5 ACARREO DE MATERIAL EN NICOLÁS BRAVO.

4.2.6.6.-RELLENO DE ZANJAS CON MATERIAL PROVENIENTE DE BANCO (TEPETATE), COMPACTADO AL 95% PROCTOR CON RODILLO VIBRATORIO, INCLUYE: EL TEPETATE PUESTO EN OBRA, ACARREO LIBRE HASTA 20 M, INCORPORACIÓN DE AGUA, MEDIDO COMPACTO.



Ilustración 6 RELLENO DE ZANJA EN TLÁHUAC-TULYEHUALCO.

4.2.6.7.-SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE POLIETILENO RD-17 DE 101 MM DE DIÁMETRO.



Ilustración 7 TENDIDO DE TUBERÍA EN IGNACIO ALLENDE.

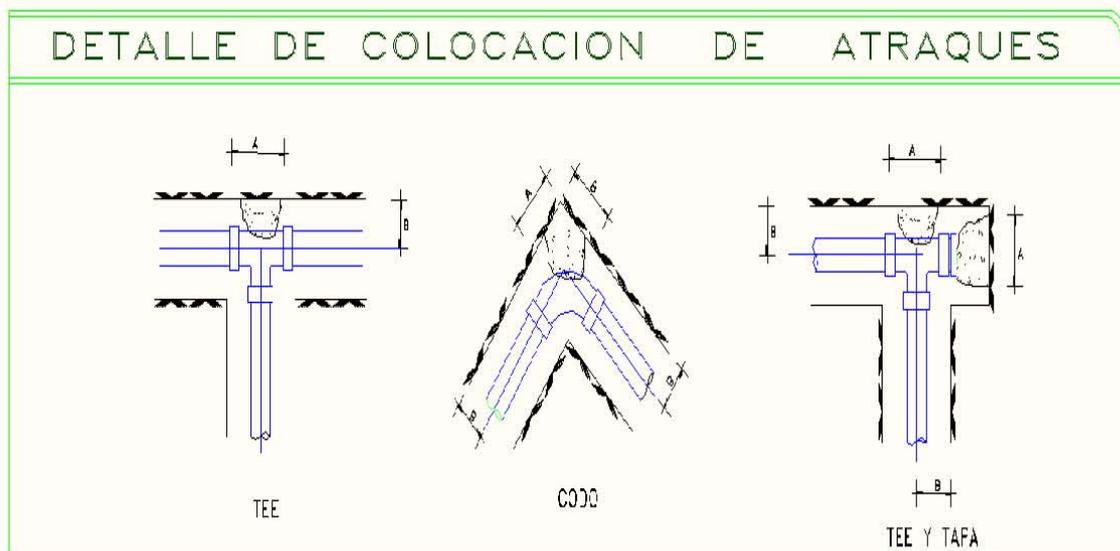
4.2.6.8.-PRUEBA HIDROSTÁTICA PARA TUBO DE 101 MM (4") DIÁMETRO.



Ilustración 8 PRUEBA QUE SE REALIZA EN TODOS LOS FRENTES.

4.2.6.9.-ATRAQUE DE CONCRETO RESISTENCIA NORMAL F'C= 150 KG/CM2, DE 0.50 X 0.20 X 0.20 M, PARA TUBO DE 102 MM DE DIÁMETRO.

Ø NOMINAL DE LA PIEZA		ALTURA CM	LADO "A" CM	LADO "B" CM	VOL. POR ATRAQUE M3
MILIMETROS	PULGADAS				
152	6	40	30	30	0.036
305	12	55	45	35	0.087
508	20	75	65	45	0.219



4.2.6.10.-SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PIEZAS ESPECIALES DE FIERRO FUNDIDO EN CUALQUIER ZONA, EL PRECIO UNITARIO INCLUYE: SUMINISTRO DE LAS PIEZAS ESPECIALES DE FIERRO FUNDIDO NECESARIAS EN LA INSTALACIÓN CORRESPONDIENTE; LA MANO DE OBRA PARA EL ACARREO LIBRE HORIZONTAL Y VERTICAL, PRESENTACIÓN, INSTALACIÓN, ATORNILLADO, PRUEBAS, LIMPIEZA, LA HERRAMIENTA NECESARIA Y EL EQUIPO NECESARIO PARA LA CORRECTA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.

TABLA DE PZAS. ESPECIALES									
SIMB.	CONCEPTO	U	CANT.	DIM.	SIMB.	CONCEPTO	U	CANT.	DIM.
	CRUZ F _o F _o .	PZA				CRUZ DE P.E.	PZA		
	TEE DE F _o F _o .	PZA				TEE DE P.E.	PZA		
	CODO DE F _o F _o , DE 90	PZA				CODO DE P.E. 90	PZA		
	CODO DE F _o F _o , DE 45	PZA				CODO DE P.E. DE 45	PZA		
	EXTREMIDAD DE F _o F _o	PZA				BRIDA DE P.E.	PZA		
	CARRETE DE DE F _o F _o .	PZA				CONTRABRIDA DE P.E.	PZA		
	TAPA CIEGA	PZA				TAPON DE P.E.	PZA		
	VALVULA TIPO COMPUERTA	PZA				EMPAQUE DE PLOMO	PZA		
	VALVULA DE ADMISIÓN Y EXPULSIÓN DE AIRE	PZA				TORNILLO DE 5/8" x 3"	PZA		
	REDUCCIÓN DE F _o F _o .	PZA				REDUCCIÓN DE P.A.D.	PZA		
	JUNTA GIBALTH	PZA							

4.2.6.11.-CONSTRUCCIÓN DE CAJA TIPO 1-1A DE 1.56X1.56 PARA OPERACIÓN DE VALVULAS.



Ilustración 9 CONSTRUCCIÓN DE CAJA DE VÁLVULAS EN IGNACIO ALLENDE.

4.2.6.12.-REPARACIÓN DE RAMALES A BASE DE 2 COPLES TIPO POLIMEX DE 19 MM Y TUBERÍA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD, EN LOS TRABAJOS DE LA LÍNEA DE REFORZAMIENTO DE AGUA POTABLE INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.



Ilustración 10 TRABAJOS REALIZADOS EN TODOS LOS FRENTES.

4.2.6.13.-SUMINISTRO, COLOCACIÓN Y PRUEBAS DE ALBAÑALES DE CONCRETO SIMPLE; INCLUYE: PREPARACIÓN DE FONDO PARA QUE EL TUBO APOYE EN SU CUADRANTE INFERIOR, TENDIDO Y JUNTEO CON MORTERO CEMENTO-ARENA 1:4



Ilustración 11 REPARACIÓN DE ALBAÑALES EN DIFERENTES FRENTES.

4.2.6.14.-BACHEO DE 7.5 CM DE ESPESOR CON CONCRETO ASFÁLTICO COMPACTADO AL 90% DE SU D.T.M. INCLUYE: LA EXCAVACIÓN, LA EMULSIÓN ASFÁLTICA, EL CONCRETO ASFÁLTICO Y EL SELLO CON CEMENTO.



Ilustración 12 BACHEO EN SEVERINO CENICEROS.

4.2.6.15.-UTILIZACIÓN DE CINTA PREVENTIVA DE 15 CM DE ANCHO, EN LOS TRABAJOS DE LA LÍNEA DE REHABILITACIÓN DE LA RED SECUNDARIA DE AGUA POTABLE INCLUYE: INSTALACIÓN SIN RECUPERACIÓN, MANTENIMIENTO, CUIDADOS, CARGA Y RETIRO DE LA MISMA FUERA DE LA OBRA, MATERIALES, MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.



Ilustración 13 CINTA PREVENTIVA EN EL COLADO DE LA LOSA TAPA.

PARTIDA 2. TOMAS DE AGUA

4.2.6.16.-CORTE CON SIERRA EN PAVIMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO, CON PROFUNDIDAD MAYOR A 5 CM.



Ilustración 14 CORTE CON SIERRA DE VENTANAS.

4.2.6.17.-DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO, INCLUYENDO BASE Y SUB-BASE POR MEDIOS MECÁNICOS, CON ACARREO HASTA EL ALCANCE DE LA MAQUINA.



Ilustración 15 ZANJAS PARA REHABILITAR LOS RAMALES.

4.2.6.18.-EXCAVACIÓN A MANO, CLASE II-A, DE 0.00 A 2.00 M DE PROFUNDIDAD.



Ilustración 16 EXCAVACIONES PARA UBICAR LAS TOMAS.

4.2.6.19.-RELLENO DE ZANJAS CON MATERIAL PROVENIENTE DE BANCO (TEPETATE), COMPACTADO AL 95% PROCTOR CON RODILLO VIBRATORIO, INCLUYE: EL TEPETATE PUESTO EN OBRA, ACARREO LIBRE HASTA 20 M, INCORPORACIÓN DE AGUA, MEDIDO COMPACTO.



Ilustración 17 RELLENO DE ZANJAS EN HIDALGO.

4.2.6.20.-BACHEO DE 7.5 CM DE ESPESOR CON CONCRETO ASFÁLTICO COMPACTADO AL 90% DE SU D.T.M. INCLUYE: LA EXCAVACIÓN, LA EMULSIÓN ASFÁLTICA, EL CONCRETO ASFÁLTICO Y EL SELLO EN CEMENTO.



Ilustración 18 BACHEO DE ZANJAS EN GALEANA.

4.2.6.21.-ACARREO EN CAMIÓN, DE CONCRETO ASFÁLTICO PARA BACHEO (MÁXIMO 20 M3), KM. SUBSECUENTES.



Ilustración 19 ACARREO DE CONCRETO ASFÁLTICO EN DIFERENTES FRENTER.

4.2.6.22.-BANQUETA DE CONCRETO SIMPLE R. N. $F'_c = 150$ KG/CM² SUMINISTRADO POR PROVEEDOR, DE 10 CM DE ESPESOR.



Ilustración 20 REPOSICIÓN DE BANQUETA EN ALLENDE.

4.2.6.23.-REHABILITACIÓN DE TOMA DOMICILIARIA INCLUYENDO: SUMINISTRO Y TERMOFUSIÓN DE SILLETA DE POLIETILENO ALTA DENSIDAD RD-9 DE 3/4", LA TERMOFUSIÓN SERÁ TANTO EN LA RED SECUNDARIA COMO AL RAMAL DE POLIETILENO DE 3/4", RECONEXIÓN DE RAMAL DE POLIETILENO DE 3/4" RD 9 CON RAMAL EXISTENTE CON LLAVE DE BANQUETA, CONECTOR PARA ACOPLAR RAMALES Y UN METRO DE TUBERÍA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD RD 9 DE 3/4" DE DIÁMETRO.



Ilustración 21 REHABILITACIÓN DE TOMAS EN AV. TLÁHUAC.

4.2.6.24.-SUSTITUCIÓN DE RAMAL METRO ADICIONAL DE LANZADO, POR EL MÉTODO TRADICIONAL DE 19 MM DE DIÁMETRO.



Ilustración 22 SUSTITUCIÓN DE RAMALES EN DIFERENTES FRENTES.

4.2.7.-COMENTARIOS GENERALES

Observaciones y soluciones.

4.3.-ESTIMACIONES QUINCENALES (EMPRESA CONTRATADA).

4.3.1.- La Estimación, consiste en investigar todos los elementos que vas a necesitar y crear precios unitarios, eso quiere decir cuánto de material, equipo y mano de obra vas a necesitar para llevar a cabo una actividad, por ejemplo: ¿cuánto te cuesta poner un metro de tubería o cuánto te cuesta excavar un metro cúbico?

4.3.2.-Los generadores vienen siendo las cuantificaciones, esto se hace con el plano de la obra, por ejemplo: ¿cuántos metros adicionales voy a necesitar en la sustitución de ramales?

Se muestran los Generadores de la estimación 3 que reporta la Empresa ICI Construcciones, S.A de C.V. A la Delegación. (VER **REFERENCIAS**).

PERÍODO: Del 9 de Agosto al 31 de Agosto.

TRAMO: CANAL SECO (se muestra croquis).

Se muestran algunos conceptos.

CONCEPTO 1.-TRAZO DE EJES PARA EL TENDIDO DE LA RED DE TUBERÍA.

CONCEPTO 3.-CORTE CON SIERRA EN PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO, CON PROFUNDIDAD MAYOR DE 5 CM.

CONCEPTO 4.-DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO, INCLUYENDO BASE Y SUB-BASE POR MEDIOS MECÁNICOS, CON ACARREO HASTA EL ALCANCE DE LA MAQUINA.

CONCEPTO 6.-EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS, ZONA "C", CLASE II, DE 0.00 A 2.00 M DE PROFUNDIDAD.

CONCEPTO 7.-CARGA MECÁNICA Y ACARREO EN CAMIÓN, DE MATERIAL FINO O GRANULAR, AL PRIMER KILÓMETRO, VOLUMEN MEDIDO EN BANCO.

CONCEPTO 8.-ACARREO EN CAMIÓN, DE MATERIAL FINO O GRANULAR, KILÓMETROS SUBSECUENTES, ZONA URBANA.

CONCEPTO 9.-CARGA MECÁNICA Y ACARREO EN CAMIÓN, DE MATERIAL DE DEMOLICIÓN DE CARPETA ASFÁLTICA, AL PRIMER KILÓMETRO, VOLUMEN MEDIDO COLOCADO.

CONCEPTO 10.-ACARREO EN CAMIÓN, DE MATERIAL DE DEMOLICION DE CARPETA ASFALTICA, KILÓMETROS SUBSECUENTES, ZONA URBANA.

CONCEPTO 11.-RELLENO DE ZANJAS CON MATERIAL PROVENIENTE DE BANCO (TEPETATE), COMPACTADO AL 95% PROCTOR CON RODILLO VIBRATORIO, INCLUYE: EL TEPETATE PUESTO EN OBRA, ACARREO LIBRE HASTA 20 M, INCORPORACIÓN DE AGUA, MEDIDO COMPACTO.

CONCEPTO 12.-SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE POLIETILENO RD-17 DE 101 MM DE DIÁMETRO.

CONCEPTO 13.-PRUEBA HIDROSTÁTICA PARA TUBO DE 101 MM (4") DIÁMETRO.

CONCEPTO 14.-BOMBEO PARA DESAGÜE EN ZANJAS O CAJONES, CON BOMBA DE 102 MM. (4") DE DIÁMETRO.

CONCEPTO 25.-BACHEO DE 7.5 CM DE ESPESOR CON CONCRETO ASFÁLTICO COMPACTADO AL 90% DE SU D.T.M. INCLUYE: LA EXCAVACIÓN, LA EMULSIÓN ASFÁLTICA, EL CONCRETO ASFÁLTICO Y EL SELLO CON CEMENTO.

En la siguiente tabla se muestran los datos que la Empresa generó en ese período y se comparan con los datos que se tienen registrados en los reportes quincenales. Cabe aclarar que en cada estimación, la Supervisión Interna revisa los datos presentados y los firma en el caso de que sean congruentes.

CONCEPTOS	DATOS GENERADOS POR LA EMPRESA CONTRATADA	DATOS GENERADOS POR SUPERVISIÓN INTERNA	DIFERENCIA
1	341.20 m	341.20 m	0 m
3	341.20 m	349.68 m	8.48 m
4	6.06 m ³	6.65 m ³	0.59 m ³
6	34.29 m ³	34.30 m ³	0.01 m ³
7	34.29 m ³	41.50 m ³	7.21 m ³
8	253.75 m ³ •Km	307.10 m ³ •Km	53.35 m ³ •Km
9	6.06 m ³	6.65 m ³	0.59 m ³
10	36.36 m ³ •Km	49.21 m ³ •Km	12.85 m ³ •Km
11	32.55 m ³	35.83 m ³	3.28 m ³
12	170.60 m	173.60 m	3 m
13	170.60 m	170.60 m	0
14	170.60 Hora	4 Hora	-166.60 Hora
25	51.18 m ²	51.18 m ²	0 m

Por supuesto que los datos de Supervisión Interna no se comparten con los de la Empresa contratada.

En el concepto 14, la Empresa reporta un concepto erróneo en el cual se dirime en una junta programada. Donde se encuentra el Supervisor Interno (**ING. ALEJANDRO NARVÁEZ HERNÁNDEZ**) y el Residente de Obra (**ING. MIGUEL ÁNGEL CABRAL RIVAS**).

Después de aclarar los puntos, se programa la entrega de un oficio junto con los Generadores del período correspondiente; el Supervisor Interno los revisa y los firma, para que la Empresa pueda cobrar los conceptos trabajados.

A continuación se muestra el Oficio que entrega la Empresa al Supervisor Interno.

MEXICO, D.F. A 04 DE SEPTIEMBRE DE 2008

ASUNTO: ENTREGA DE GENERADORES EST.3

ING. ALEJANDRO NARVAEZ HERNANDEZ
JEFE DE UNIDAD DEPARTAMENTAL DE AGUA POTABLE
SUPERVISION INTERNA
DE LA DELEGACION TLAHUAC.
P R E S E N T E

CON RELACION AL CONTRATO No. **DGODU/AD/16/OB-021-08** RELATIVO A LA LOS TRABAJOS DE **REHABILITACION DE LINEAS DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE EN DIFERENTES BARRIOS DE LA COORDINACION TERRITORIAL DE SAN PEDRO TLAHUAC.**

POR ESTE MEDIO SE LE HACE ENTREGA DE NUMEROS GENERADORES PARA LA ESTIMACION No 03 (TRES), PARA SU REVISION Y AUTORIZACION CORRESPONDIENTE DE LOS SIGUIENTES FRENTE:

- TLAHUAC-TULYEHUALCO
- SAN JUAN
- GALEANA
- HIDALGO ENTRE SN RAFAEL ATLIXCO HASTA FIN DE CALLE
- SEVERINO CENICEROS
- CANAL SECO

.SIN OTRO PARTICULAR RECIBA UN CORDIAL SALUDO.

Atentamente
CONSTRUCCIONES ICI, S.A. DE C.V.

ING. MIGUEL ANGEL CABRAL RIVAS
Residente de Obra

c.c.p... ARCHIVO

4.4.- BITÁCORA DE OBRA

4.4.1.-Bitácora: el instrumento técnico que, por medios remotos de comunicación electrónica u otros autorizados en los términos de este Reglamento, constituye el medio de comunicación entre las partes que formalizan los contratos, donde se registran los asuntos y eventos importantes que se presentan durante la ejecución de los trabajos. (**Artículo 93**)

El residente de obra y la Supervisión Interna, deben llevar un control diario, con sus respectivas anotaciones en bitácora, de los siguientes conceptos:

- Consumo de material, de acuerdo a lo requerido por los trabajos a ejecutar;
- Cantidad de maquinaria o equipo de construcción utilizado en horas efectivas, los que deben ser proporcionados en forma eficiente y con rendimientos de máquinas y equipos nuevos y
- Cantidad o volumen de obra realizado durante la jornada.

4.4.1.1.-CARACTERÍSTICAS DE LA BITÁCORA

Artículo 94.- La bitácora se ajustará por las dependencias y entidades atendiendo al medio de comunicación a través del cual se opere, y deberá considerar en lo aplicable, como mínimo lo siguiente:

- I. Las hojas originales y sus copias deben estar siempre foliadas y estar referidas al contrato de que se trate;
- II. Se debe contar con un original para la dependencia o entidad y al menos dos copias, una para el contratista y otra para la residencia de obra o la supervisión;
- III. Las copias deberán ser desprendibles no así las originales, y
- IV. El contenido de cada nota deberá precisar, según las circunstancias de cada caso: número, clasificación, fecha, descripción del asunto, y en forma adicional ubicación, causa, solución, prevención, consecuencia económica, responsabilidad si la hubiere, y fecha de atención, así como la referencia, en su caso, a la nota que se contesta.

4.4.1.2.-REGLAS PARA USO DE BITÁCORA

Artículo 95.- Para el uso de la bitácora, las dependencias y entidades así como el contratista deberán observar, atendiendo al medio de comunicación a través del cual se opere, las siguientes reglas generales:

- I. Se deberá iniciar con una nota especial relacionando como mínimo la fecha de apertura, datos generales de las partes involucradas, nombre y firma del personal autorizado, domicilios y teléfonos, datos particulares del contrato y alcances descriptivos de los trabajos y de las características del sitio donde se desarrollarán; la inscripción de los documentos que identifiquen oficialmente al residente de obra y en su caso al supervisor, así como al superintendente por parte de la contratista, quienes serán los responsables para realizar registros en la bitácora, indicando, en su caso, a quién o a quiénes se autoriza para llevar a cabo dichos registros;
- II. Todas las notas deberán numerarse en forma seriada y fecharse consecutivamente respetando, sin excepción, el orden establecido;
- III. Las notas o asientos deberán efectuarse claramente, con tinta indeleble y letra legible;
- IV. Cuando se cometa algún error de escritura, de intención o redacción, la nota deberá anularse por quien la emita, abriendo de inmediato otra nota con el número consecutivo que le corresponda y con la descripción correcta;
- V. La nota cuyo original y copias aparezcan con tachaduras y enmendaduras, será nula;
- VI. No se deberá sobreponer ni añadir texto alguno a las notas de bitácora, ni entre renglones, márgenes o cualquier otro sitio, de requerirse, se deberá abrir otra nota haciendo referencia a la de origen;
- VII. Se deberán cancelar los espacios sobrantes de una hoja al completarse el llenado de las mismas;
- VIII. Una vez firmadas las notas de la bitácora, los interesados podrán retirar sus respectivas copias;

- IX. Cuando se requiera, se podrán validar oficios, minutas, memoranda y circulares, refiriéndose al contenido de los mismos, o bien, anexando copias;
- X. Deberá utilizarse la bitácora para asuntos trascendentes que deriven de la ejecución de los trabajos en cuestión;
- XI. Todas las notas deberán quedar cerradas y resueltas, o especificarse que su solución será posterior, debiendo en este último caso, relacionar la nota de resolución con la que le dé origen, y
- XII. El cierre de la bitácora, se consignará en una nota que dé por terminados los trabajos.

4.5.-RESIDENTE DE OBRA

Artículo 84.- Las funciones de la residencia de obra serán las siguientes:

- 1.- Supervisión, vigilancia, control y revisión de los trabajos;
- 2.- Toma de las decisiones técnicas correspondientes y necesarias para la correcta ejecución de los trabajos, debiendo resolver oportunamente las consultas, aclaraciones, dudas o autorizaciones que presente el supervisor o el contratista, con relación al cumplimiento de los derechos y obligaciones derivadas del contrato;
- 3.- Dar apertura a la bitácora, la cual quedará bajo su resguardo, y por medio de ella dar las instrucciones pertinentes, y recibir las solicitudes que le formule el contratista;
- 4.- Vigilar y controlar el desarrollo de los trabajos, en sus aspectos de calidad, costo, tiempo y apego a los programas de ejecución de los trabajos de acuerdo con los avances, recursos asignados, y rendimientos pactados en el contrato.
- 5.- Cuando el proyecto requiera de cambios estructurales, arquitectónicos, funcionales, de proceso, entre otros, deberá recabar por escrito las instrucciones o autorizaciones de los responsables de las áreas correspondientes;
- 6.- Revisar, controlar y comprobar que los materiales, la mano de obra, la maquinaria y equipos sean de la calidad y características pactadas en el contrato;

- 7.- Autorizar las estimaciones, verificando que cuenten con los números generadores que las respalden;
- 8.- Rendir informes periódicos, así como un informe final sobre el cumplimiento del contratista en los aspectos legales, técnicos, económicos, financieros y administrativos;
- 9.- Autorizar y firmar el finiquito del contrato;

4.6.- ASPECTOS CONSTRUCTIVOS QUE TUVIERON QUE MODIFICARSE.

Nota: Se asentó en Bitácora de Obra

EL 30 DE JUNIO LA EMPRESA ICI, S.A. DE C.V. CON NÚMERO DE CONTRATO: DGODU/AD/16/OB-0121-08. SE PRESENTÓ A HACER EL RECONOCIMIENTO CORRESPONDIENTE DE LOS DOCE FRENTES.

DEL 1 AL 15 DE JULIO SE DECIDIÓ CAMBIAR EL TRAZO EN EL PRIMER TRAMO DEL CALLEJÓN DE SAN JUAN (**ENTRE EL SEGUNDO CALLEJÓN Y LA CALLE SAN RAFAEL ATLIXCO**). Y EN TODA LA CALLE DE GALEANA. SE MUESTRAN FOTOS DE LOS TRAZOS CORRESPONDIENTES.

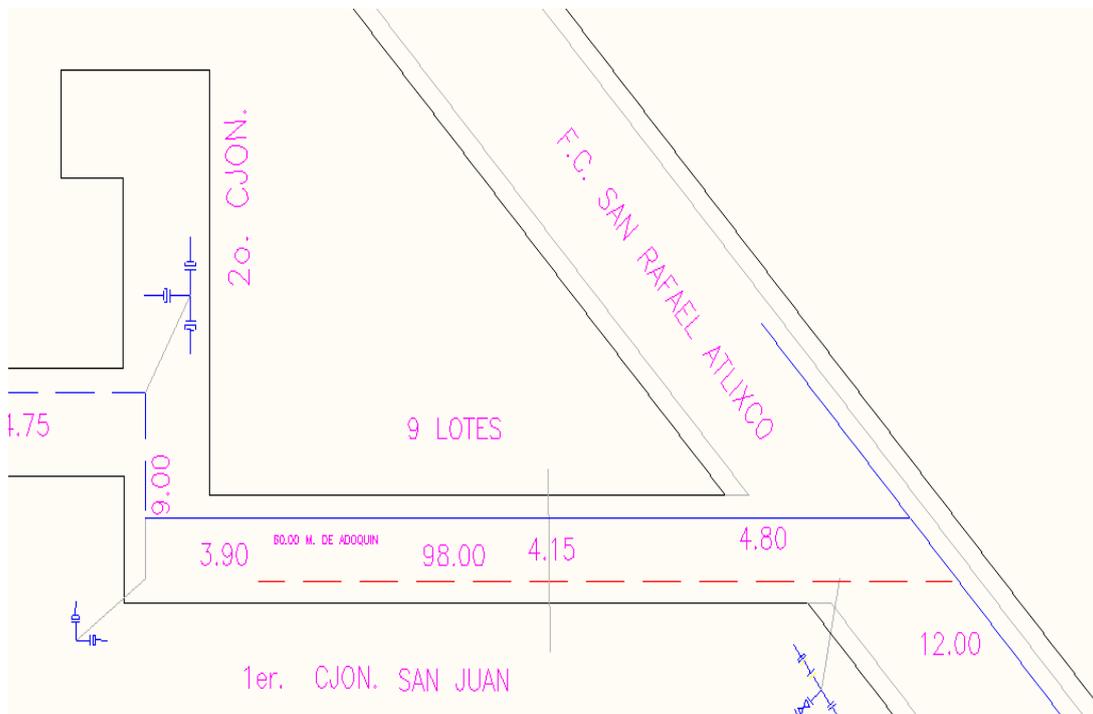


Ilustración 23 EN LÍNEA AZUL CONTÍNUA, SE MUESTRA EL NUEVO TRAZO EN SAN JUAN.



Ilustración 24 EN LÍNEA AZUL CONTÍNUA, SE MUESTRA EL NUEVO TRAZO EN GALEANA.



Ilustración 25 NUEVO TRAZO EN SAN JUAN.



Ilustración 26 NUEVO TRAZO EN GALEANA.

EN EL TRAMO DE LA CALLE DE SAN JUAN SE DECIDIÓ USAR LA CORTADORA YA QUE EL ADOQUÍN ESTABA CEMENTADO Y NO SE PODÍA QUITAR A MANO.POR LO TANTO EL CONCEPTO DE CORTE SE CONSIDERÓ TODO.



Ilustración 27 TRAZO Y TRAMO DE ADOQUÍN EN SAN JUAN.

EL RELLENO DE LA ZANJA CON TEPETATE SE SATURÓ DE AGUA DEBIDO A LAS LLUVIAS; POR LO QUE TUVIERON QUE SACAR Y VOLVER A COMPACTAR.FUE UNO DE LOS PROBLEMAS QUE TUVO LA EMPRESA CONTRATISTA YA QUE NO BACHEARON EN LOS TIEMPOS ESTABLECIDOS.



Ilustración 28 ZANJAS SATURADAS DE AGUA DE LLUVIA.

EL USO DE LA CINTA ES OTRO DE LOS ASPECTOS QUE SE LE PEDÍA A LA CONSTRUCTORA, YA QUE HABÍA TRAMOS DONDE SÓLO PONÍAN CAMELOS Y NO ERA SUFICIENTE.



Ilustración 29 FALTABA CINTA PREVENTIVA, EN ZONA DE TRABAJO EN LA AV. TLÁHUAC-TULYEHUALCO.

EN EL CALLEJÓN DE SAN JUAN SE EXCAVÓ Y SE ENCONTRÓ TUBERÍA A 45 CM UN POCO ANTES DEL QUIEBRE DE 90°.SE DECIDIÓ TENDER LA TUBERÍA A ESA PROFUNDIDAD YA QUE SÓLO ERA UN TRAMO DE 4 METROS APROXIMADAMENTE.



Ilustración 30 TRAMO DONDE SE ENCUENTRA TUBERÍA DE 45 CM, 4 METROS ANTES DEL QUIEBRE EN SAN JUAN.

SE ACORDÓ COLOCAR CEMENTO CON DIBUJO TIPO ADOQUÍN EN EL TRAMO DE SAN JUAN.



Ilustración 31 SE ACORDÓ MEZCLA DE CEMENTO EN EL TRAMO DE ADOQUÍN EN SAN JUAN.

SE LE ORDENA A LA EMPRESA LA CORRECTA COMPACTACIÓN DE ASFALTO Y RELLENO.



Ilustración 32 SE MUESTRAN AGRIETAMIENTOS EN LA ZONA DE HIDALGO, POR MALA COMPACTACIÓN.

LA CAJA DE VÁLVULAS DEL TRAMO TLÁHUAC – TULYEHUALCO CAMBIÓ DE DIMENSIONES: 1.56X1.56 (1-1-A) POR 1.86X1.56 (2-2-A). SE ASIENTA LA MODIFICACIÓN EN BITÁCORA.



Ilustración 33 SE CONSTRUYE CAJA TIPO 2-2-A EN TLÁHUAC-TULYEHUALCO.

SE LE RECUERDA A LA EMPRESA QUE DEBE HACER LOS TRAZOS PARA LAS VENTANAS Y LOS CORTES CON CORTADORA.



Ilustración 34 TRABAJOS DE VENTANAS SIN LAS ESPECIFICACIONES INDICADAS.

EL ANCHO DE ZANJA DEL BACHEO EN SEVERINO CENICEROS FUE DE 45 CM, ENTRE EL ADOQUÍN Y GALEANA TENIENDO UNA LONGITUD DE 148.60 M.



Ilustración 35 LAS DIMENSIONES DE LA ZANJA AUMENTARON POR LO FRÁGIL DEL SUELO EN SEVERINO CENICEROS.

SE TERMOFUSIONÓ EL TUBO EN EL TRAMO HIDALGO Y TLÁHUAC.NO SE UTILIZÓ EL CODO DE 90° DE FOFO.



Ilustración 36 TERMOFUSIÓN DE TUBO PEAD EN HIDALGO Y AV. TLÁHUAC.

SE DETERMINA EL CENTRO GEOMÉTRICO DE LOS SIGUIENTES FRENTES: ALLENDE, SERDÁN, CUITLÁHUAC, HIDALGO Y NICOLÁS BRAVO. PARA EL ACARREO DE MATERIAL, PRODUCTO DE LA EXCAVACIÓN Y DEMOLICIÓN BACHEO (6.7+1); ASÍ COMO EL TRANSPORTE DE ASFALTO PARA BACHEO (17.4+1).

LA CAJA DE VÁLVULAS EN TLÁHUAC, SE CONSTRUYE CERCA DE SEVERINO CENICEROS EN LUGAR DE GABRIEL HERNÁNDEZ.



Ilustración 37 LIGUE EN AV. TLÁHUAC Y SEVERINO CENICEROS Y SE DECIDE CONSTRUIR AHÍ LA CAJA DE VÁLVULAS EN LUGAR DE GABRIEL HERNÁNDEZ.

SE CONSTRUYE CAJA DE VÁLVULAS EN GALEANA.



Ilustración 38 CAJA DE VÁLVULAS EN GALEANA.

LOS ESPEORES EN DEMOLICIÓN DE ASFALTO EN TLÁHUAC Y ALLENDE SON: 28 CM Y 15 CM RESPECTIVAMENTE.



Ilustración 39 CORTE DE ASFALTO EN IGNACIO ALLENDE.

4.7.-NÚMERO DE FUGAS Y DE DRENAJE REPARADAS

FRENTES	FUGAS	ALBAÑALES REPARADOS
1.-TLÁHUAC-TULYEHUALCO	5	18
2.-CALLEJÓN SAN JUAN	2	3
3.-GALEANA	3	5
4.-HIDALGO LAGO	3	5
5.-CANAL SECO	2	3
6.-SEVERINO CENICEROS	5	9
7.-AV. TLÁHUAC	2	4
8.-IGNACIO ALLENDE	7	26
9.-NICOLÁS BRAVO	10	34
10.-CUITLÁHUAC	1	4
11.-HIDALGO PANTEÓN	5	8
12.-AQUÍLES SERDÁN	1	2
TOTAL	46	121

Se muestran fotografías:



Ilustración 40 DAVID REPARANDO TUBO EN ALLENDE.



Ilustración 41 FUGA EN HIDALGO.



Ilustración 42 FUGA EN SEVERINO CENICEROS.



Ilustración 43 REPARACIÓN DE ALBAÑAL EN AV.TLÁHUAC.

V.- CONCLUSIONES

5.1.- ASPECTOS RELEVANTES

- Los cambios que se realizaron en los frentes: San Juan y Galeana. (Nuevos trazos de tubería)
- El tramo de adoquín en San Juan (La Empresa decide poner mezcla de cemento, en lugar de adoquín)
- Construcción de caja en Av. Tláhuac y Severino Ceniceros en lugar de Gabriel Hernández.
- Ajustar los costos en cuanto a los espesores de concreto asfáltico en los diferentes frentes.
- Se construye caja de válvulas en Galeana y Gabriel Hernández.
- Constante comunicación del Residente de obra (Empresa) y la Supervisión Interna (Delegación)
- Que la Empresa cumpla con las especificaciones de proyecto.
- Uso de la Bitácora de Obra, para reportar los cambios de proyecto y las variantes que hubo en el desarrollo de los trabajos.
- Hacer reportes quincenales de las erogaciones (control del desarrollo de la Obra)
- Reportar a la Empresa contratada de los trabajos atrasados
- Finalización de los trabajos y el recorrido de los frentes para corroborar el desalojo de cascajo y la limpieza de las calles aledañas.
- Término de los trabajos en tiempo y forma.

5.2.-LA IMPORTANCIA DE LA SUPERVISIÓN DE OBRA

Previamente al inicio de los trabajos, debe revisar detalladamente la información que le proporcione la residencia de obra con relación al contrato, con el objeto de enterarse con detalle de las condiciones del sitio de la obra y de las diversas partes y características del proyecto, debiendo recabar la información necesaria que le permita iniciar los trabajos de supervisión según lo programado y ejecutarlos ininterrumpidamente hasta su conclusión;

Integra y mantiene al corriente el archivo derivado de la realización de los trabajos, el que contendrá, entre otros:

1. Copia de planos;
2. Matrices de precios unitarios o cédula de avances y pagos programados, según corresponda;
3. Modificaciones a los planos;
4. Registro y control de la bitácora, y las minutas de las juntas de obra;
5. Permisos, licencias y autorizaciones;
6. Contratos, convenios, programas de obra y suministros, números generadores, cantidades de obra realizadas y faltantes de ejecutar y presupuesto;
7. Reportes de laboratorio y resultado de las pruebas, y
8. Manuales y garantía de la maquinaria y equipo;

Vigila la buena ejecución de la obra y transmite al contratista en forma adecuada y oportuna las órdenes provenientes de la residencia de obra; Registra en la bitácora de los avances y aspectos relevantes durante la ejecución de la obra con la periodicidad que se establezca en el contrato;

Celebra juntas de trabajo con el contratista o la residencia de obra para analizar el estado, avance, problemas y alternativas de solución, consignando en las minutas los acuerdos tomados;

Analiza con la residencia de obra los problemas técnicos que se susciten y presente alternativas de solución;

Vigila que el superintendente de construcción cumpla con las condiciones de seguridad, higiene y limpieza de los trabajos;

Revisa las estimaciones de trabajos ejecutados para efectos de que la residencia de obra las apruebe; conjuntamente con la superintendencia de construcción del contratista deberán firmarlas oportunamente para su trámite de pago;

Vigila que los planos se mantengan debidamente actualizados, por conducto de las personas que tengan asignada dicha tarea;

Analiza detalladamente el programa de ejecución de los trabajos considerando e incorporando, según el caso, los programas de suministros que la dependencia o entidad haya entregado al contratista, referentes a materiales, maquinaria, equipos, instrumentos y accesorios de instalación permanente;

Coadyuva con la residencia de obra para vigilar que los materiales, la mano de obra, la maquinaria y equipos sean de la calidad y características pactadas en el contrato;

Verifica la debida terminación de los trabajos dentro del plazo convenido;

Coadyuva en la elaboración del finiquito de los trabajos.

Buscando cumplir con los lineamientos que tiene a su digno cargo; implica en el buen funcionamiento y desempeño de las otras partes para llegar al objetivo. Que es la terminación de una Obra con las condiciones de servicio y calidad esperada.

5.3.-BENEFICIOS A LA POBLACIÓN DE TLÁHUAC

Las obras de reforma de la red de distribución del agua reportan notables beneficios finales a la población. Cuando existen importantes deficiencias hidráulicas o estructurales en las redes de distribución de agua potable, que pueden implicar también problemas en la calidad del agua, generalmente se considera su rehabilitación como una opción para mejorar el servicio que presta la entidad suministradora. La decisión de rehabilitar se puede fundamentar demostrando los importantes beneficios económicos que puede reportar, pero que frecuentemente se consideran de una forma parcial e insuficiente. Esto ha implicado que las decisiones hayan tenido que ser complementadas con criterios de beneficio de tipo social.

Entre otros beneficios que supone también la realización de estas obras está también el conseguir una mayor presión, para un mejor abastecimiento a las viviendas.

Sabemos que estas obras incomodan mucho a la gente porque es común oír que rompen las calles para instalar nuevas redes, el tráfico que se genera por los trabajos que se realizan, sin considerar los beneficios que esta obra trae consigo.

Tubería nueva de polietileno con superficie lisa en su interior, previamente desinfectada que sustituye a la ya saturada tubería de asbesto cemento.

Ramales nuevos y todo lo que implica rehabilitar tomas nuevas.

Para la Delegación, también tiene su beneficio oculto, ya que contabiliza de manera real el número de tomas y elimina una gran cantidad de tomas clandestinas, y con esto se ajustan las boletas del agua que se cobrarán por el servicio prestado.

Los habitantes de Tláhuac en términos generales se beneficiarán con una nueva red, el cual llevará agua hasta sus hogares con calidad y presión suficientes.

5.4.-PÉRDIDAS DE CARGA

Cuando el agua circula por dentro de las tuberías, debido al rozamiento de las paredes, se produce una pérdida de energía o de presión, conocida con el nombre de “PÉRDIDAS DE CARGA”. Igual efecto tiene con las piezas especiales (codos, válvulas, etc.) y por las diferencias de nivel en el terreno recorrido por la tubería conductora del agua. (Al presentarse una pendiente positiva, el agua pierde presión; al presentarse una pendiente negativa, el agua gana presión).

La fórmula básica para el cálculo de las pérdidas de carga en tuberías, se encuentra dada por la expresión:

$$PC = \frac{L \times J}{100}$$

PC= Pérdidas de carga en (m.c.a.)

L= Longitud de la tubería (m)

J= Pérdidas de carga por cada 100 m lineales (dato sacado en tablas)

Medición de la presión.-Usualmente la presión puede ser medida, como se señaló antes, en metros de columna de agua en un centímetro cuadrado (m.c.a.), lo que está dado por las pérdidas de carga obtenidas.

5.4.1.-Ecuación de Hazen-Williams

La **fórmula de Hazen-Williams**, también denominada **ecuación de Hazen-Williams**, se utiliza particularmente para determinar la velocidad del [agua](#) en [tuberías](#) circulares llenas, o conductos cerrados es decir, que trabajan a [presión](#).

Su formulación es: en función del radio hidráulico

$$V = 0,8494 * C * \left(\frac{D_i}{4}\right)^{0,63} * S^{0,54}$$

En función del diámetro

$$Q = 0,2785 * C * D_i^{2,63} * S^{0,54}$$

Donde:

- Rh = Radio hidráulico = Área de flujo / Perímetro húmedo = $D_i / 4$
- V = Velocidad media del agua en el tubo en [m/s].
- Q = Caudal ó flujo volumétrico en [m³/s].
- C = Coeficiente que depende de la [rugosidad](#) del [tubo](#).
 - 90 para tubos de [acero](#) soldado.
 - 100 para tubos de [hierro fundido](#).
 - 128 para tubos de [fibrocemento](#).
 - **150 para tubos de [polietileno de alta densidad](#).**
- Di = Diámetro interior en [m]. (*Nota: Di/4 = Radio hidráulico de una tubería trabajando a sección llena*)
- S = [[Pendiente - Pérdida de carga por unidad de longitud del conducto] [m/m].

Esta ecuación se limita por usarse solamente para agua como fluido de estudio, mientras que encuentra ventaja por solo asociar su coeficiente a la rugosidad relativa de la tubería que lo conduce, o lo

que es lo mismo al material de la misma y el tiempo que este lleva de uso.

5.4.2.-Velocidades permisibles

Para evitar que se sedimenten partículas que arrastre el agua, el flujo tendrá una velocidad mínima de 0.30 m/s.

La velocidad máxima permisible para evitar la erosión de la tubería será la que se indica a continuación (se considera que el agua es limpia o poco turbia):

Velocidades máximas permisibles	
MATERIAL DE LA TUBERÍA	VELOCIDAD MÁXIMA (m/s)
Concreto simple hasta 0.45 m de diámetro	3.0
Concreto reforzado de 0.60 m de diámetro o mayores	3.5
Asbesto-cemento	5.0
Acero galvanizado	5.0
Acero sin revestimiento	5.0
Acero con revestimientos	5.0
Polietileno de alta densidad	5.0
Plástico PVC	5.0

Debido a su naturaleza no metálica, el material usado es totalmente resistente a todas las formas de corrosión metálica. Como están hechas de un material inodoro e insípido, las tuberías de PEAD son neutras para todos los líquidos transportados. El PEAD es completamente inerte y se usa ampliamente para transportar líquidos hechos para consumo humano. Debido a la superficie interior ultra lisa, las tuberías de PEAD tienen una pérdida de carga de flujo mínima.

5.4.3.-PÉRDIDAS DE ENERGÍA POR FRICCIÓN

El agua fluyendo dentro de una tubería pierde Energía por fricción con las paredes.

Las pérdidas por fricción se clasifican en 2 tipos:

5.4.3.1.-Pérdidas de fricción longitudinal (h_f)

Se debe al roce del agua con las paredes de la tubería y las pérdidas se acumulan a lo largo de la tubería.

5.4.3.2.-Pérdidas locales (h_t)

Se crean por las turbulencias que ocurren en el flujo por cambios abruptos en el diámetro de la tubería, el paso del agua por una válvula, torceduras y cambios de dirección.

5.5.-El cálculo de las pérdidas longitudinales en tuberías.

1. El coeficiente de fricción **C**, que es un valor constante para cada material y está relacionado con su rugosidad interna.
2. El diámetro interno de la tubería **D** (a mayor diámetro; menor pérdida de carga para un mismo caudal).
3. El caudal **Q** (a mayor caudal, mayor es la pérdida de carga para un mismo diámetro).
4. El largo de la tubería **L** (a mayor longitud, mayor es la pérdida de carga para un mismo diámetro y/o caudal).

La pérdida de carga se puede expresar por medio de la pendiente de la línea piezométrica a lo largo de la dirección del flujo.

Un cambio abrupto en la línea piezométrica, representa una pérdida local.

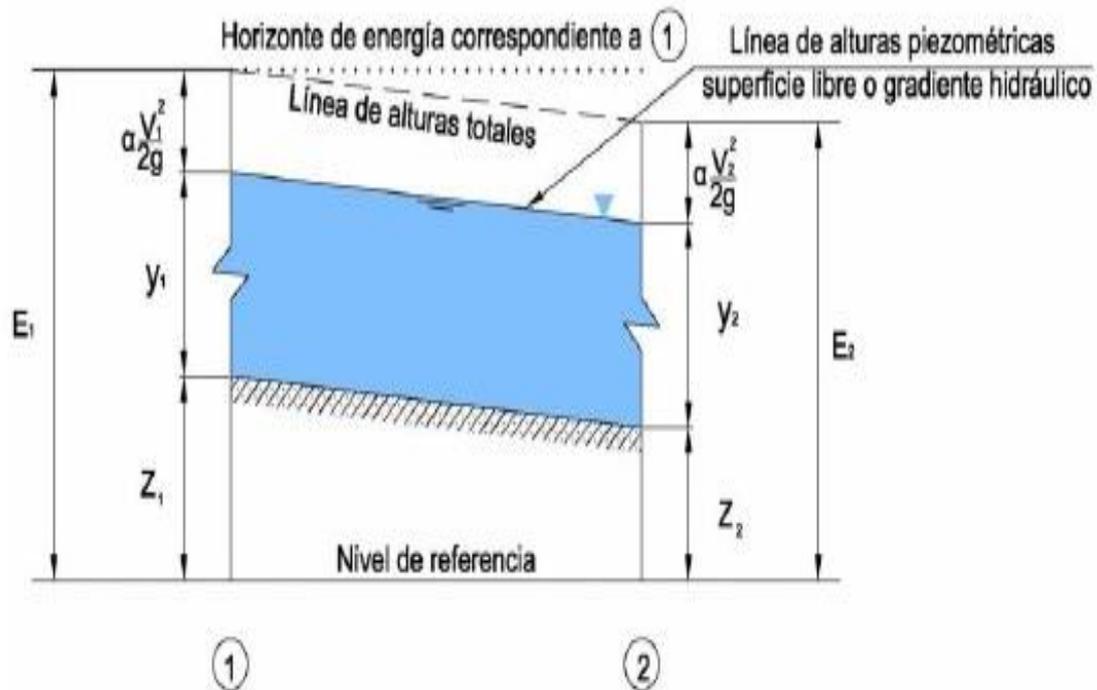
Si no hay cambios en **C**, **D**, o **Q**, **H_f** por unidad de **L** es constante.

H_f crece uniformemente en la dirección del flujo.

La pérdida de carga por unidad de longitud de la tubería se representa por **J**.

El valor de **J** se calcula así:

$$J = \frac{h_f}{L} = \frac{E_1 - E_2}{L}$$



5.5.1.-CÁLCULO DE “J” (PÉRDIDA DE CARGA POR UNIDAD DE LONGITUD)

HAZEN-WILLIAMS

- $J = 1.131 * 10^{12} (Q/C)^{1.852} * D^{-4.87}$
- Donde:
- J = La gradiente hidráulica (0/00) (metros de carga perdidos por cada 100 m de tubería)
- Q = Caudal expresado en $m^3/hora$.
- C = Coeficiente de fricción en el rango de 80 a 150). A menor valor = mayor fricción
- D = diámetro interno de la tubería expresado en mm

5.5.1.1.-El coeficiente de fricción “C”

En PVC y PE: C=140-150

En tubos de asbesto-cemento: C=130-140

En tubos de acero nuevos: C=110-120

En tubos de acero de 5 años: C=80-90

En tubos de acero con recubierta interna de concreto: C=110-120

En tubos de concreto: C=90-100

5.6.-TABLA RÁPIDA DE CONSULTA DE PÉRDIDAS DE CARGA EN TUBERÍAS DE POLIETILENO.

En función del caudal que conduce la tubería, la tabla nos define el diámetro nominal de la tubería que debemos utilizar y las pérdidas de carga que se van a producir (en m.c.a por 100 metros de tubería).

Las estimaciones están hechas para mantener una velocidad constante de 1.2 m/s en PE de alta densidad y 1m/s.

P.E. 100 m.c.a. ALTA DENSIDAD				
V (m/s)	J (m/m)	Dnominal (mm)	PÉRDIDAS DE CARGA	Q (l/s)
1.2	0.099	25	20.4	0.40
1.2	0.072	32	26.2	0.66
1.2	0.058	40	32.6	1.05
1.2	0.042	50	40.8	1.60
1.2	0.032	63	51.4	2.75
1.2	0.025	75	61.4	3.60
1.2	0.020	90	73.6	5.25
1.2	0.016	110	90.0	8.00
1.2	0.014	125	102.2	10.2
1.2	0.012	140	114.6	12.6
P.E. 60 m.c.a. ALTA DENSIDAD				
1	0.090	18-20	16	0.2
1	0.067	25	21	0.35
1	0.048	32	28	0.62
1	0.035	40	35.2	0.98
1	0.027	50	44	1.55
1	0.020	63	55.4	2.45

REFERENCIAS Y ANEXOS

Especificaciones generales para construcción de caja

TIPO 1-1-A

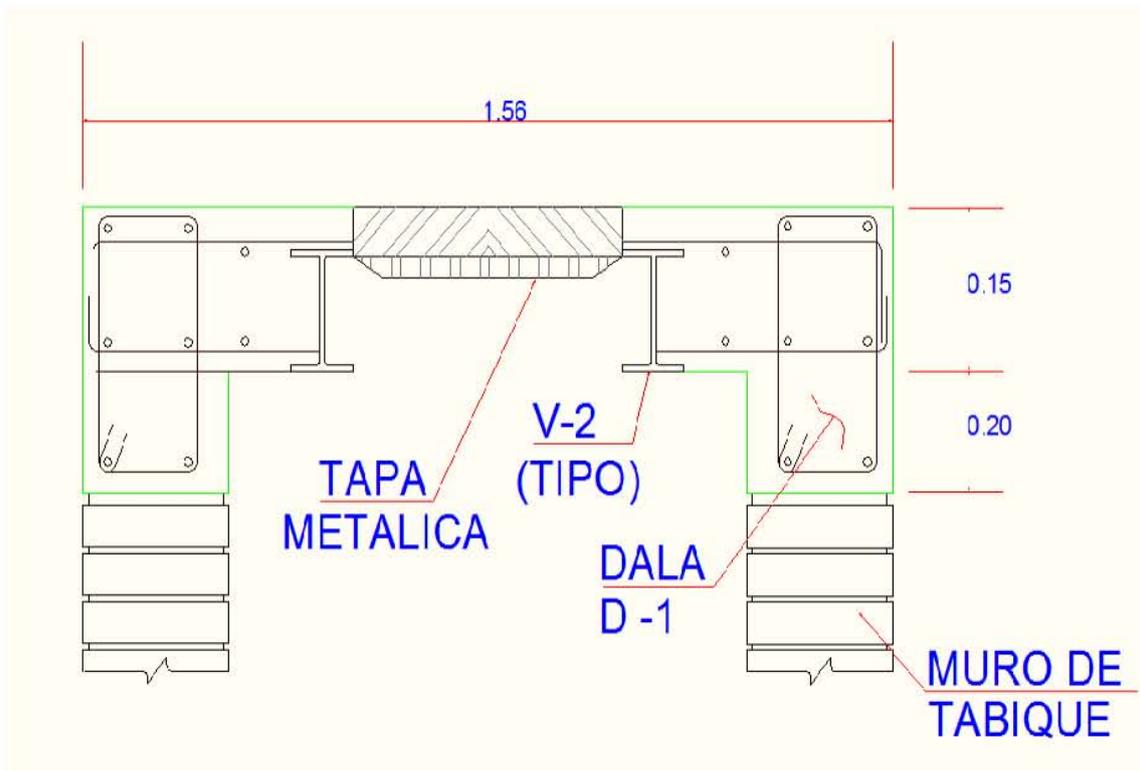
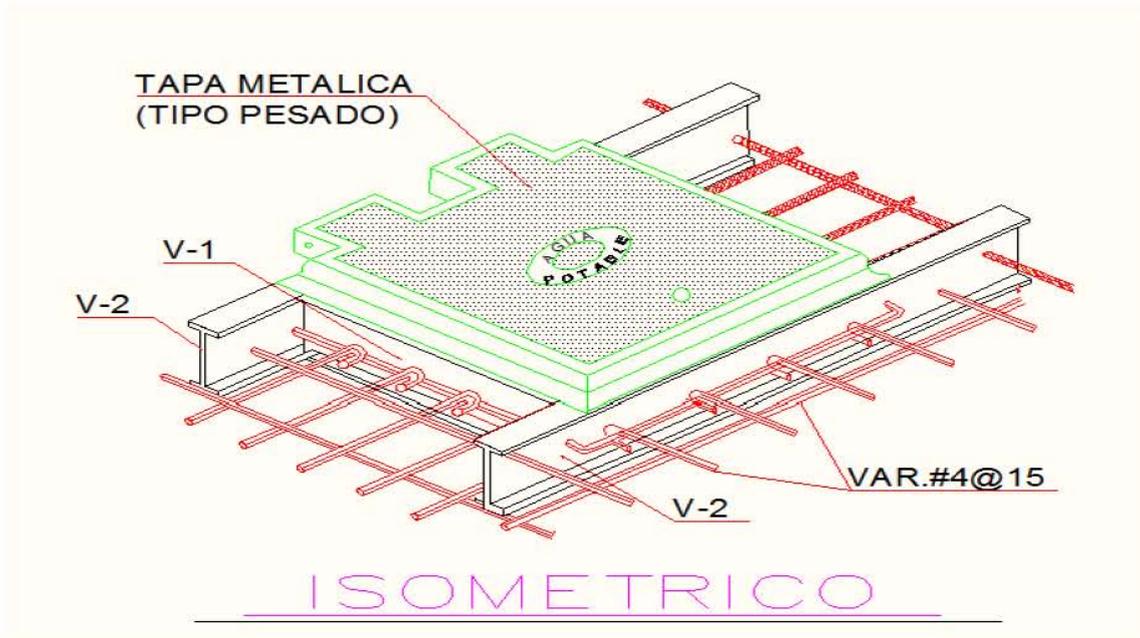


Ilustración 1 DETALLE DE ARMADO DE LA CAJA TIPO 1-1-A

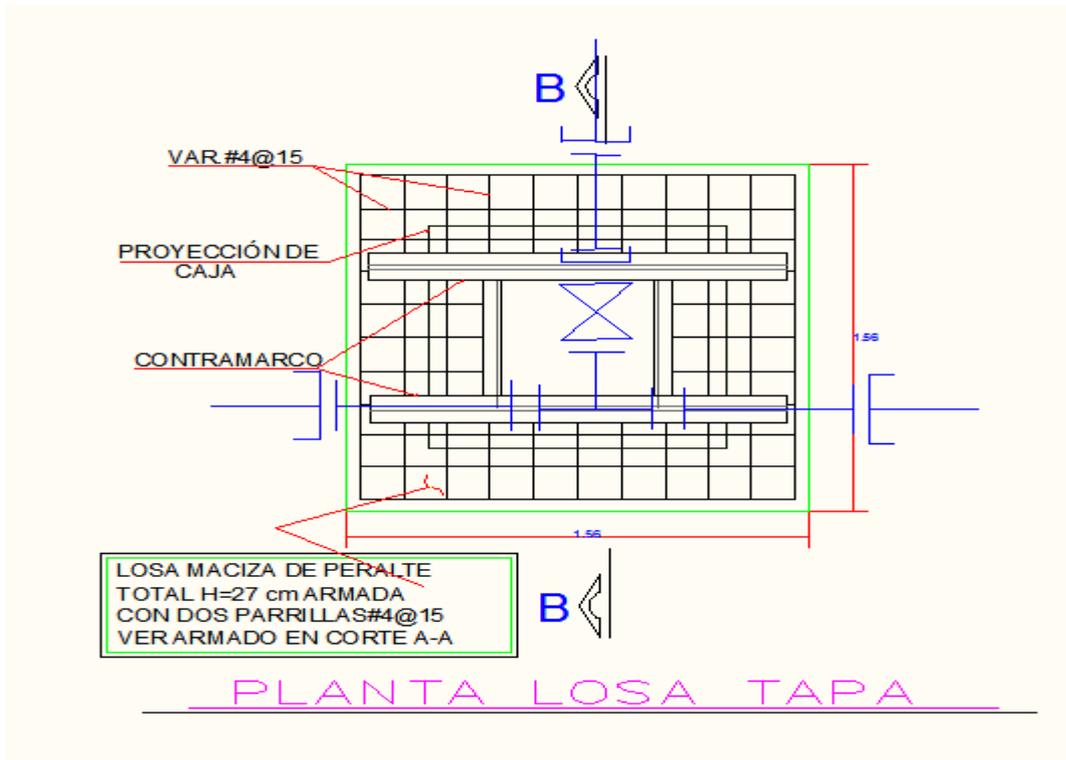


Ilustración 2 PLANTA DE LA LOSA TAPA DE LA CAJA TIPO 1-1-A

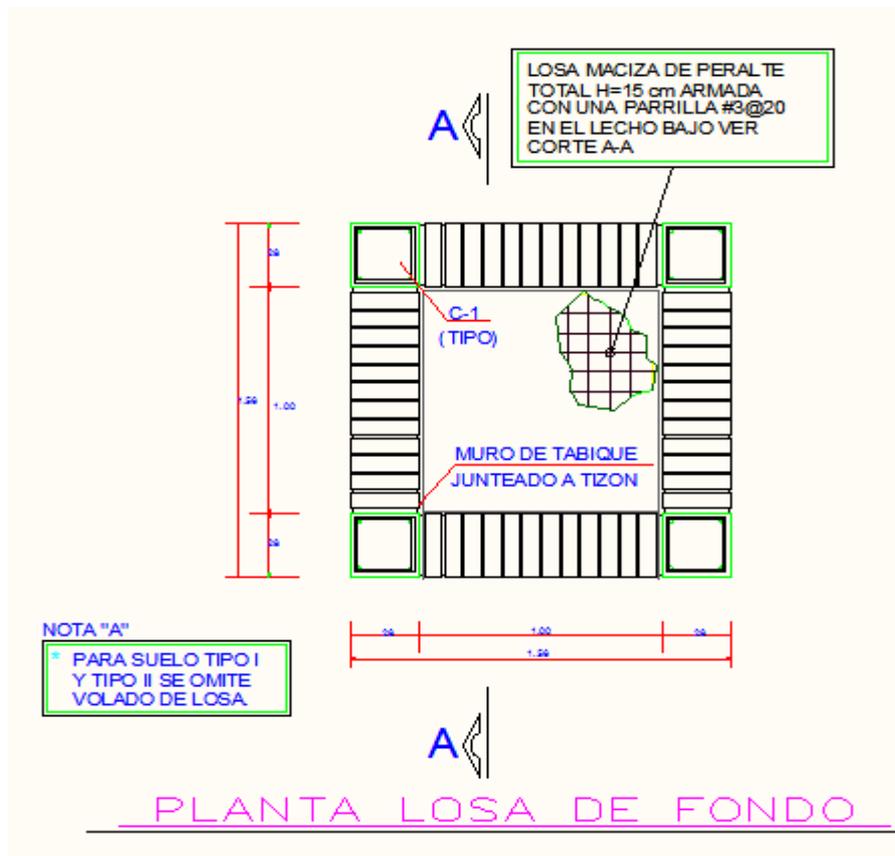
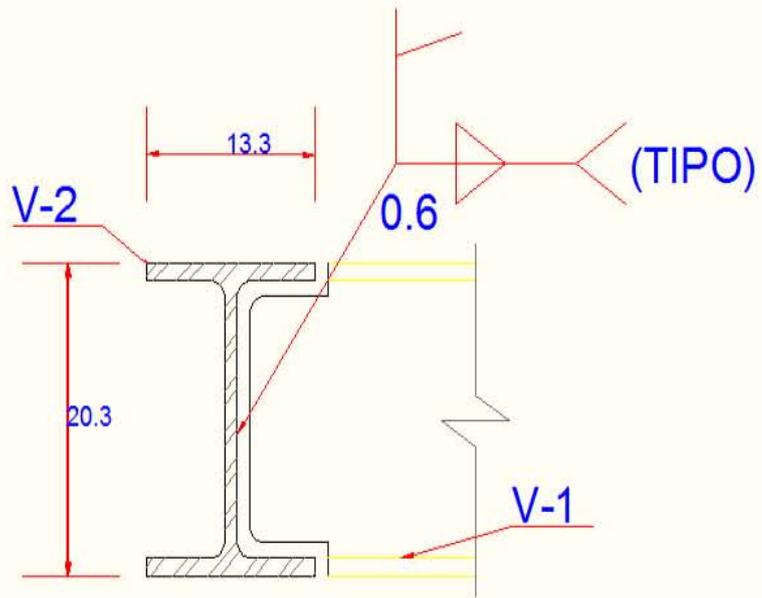
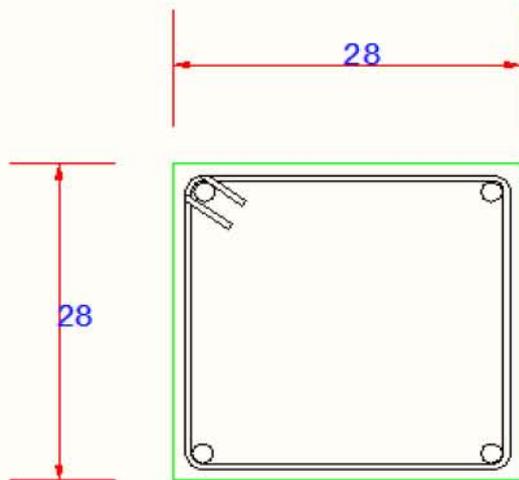


Ilustración 3 PLANTA DE LA LOSA DE FONDO DE LA CAJA TIPO 1-1-A



CORTE C — C

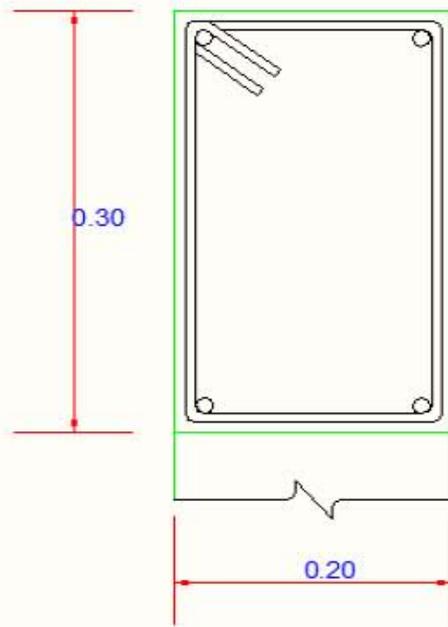


REFUERZO:

(○) 4#4

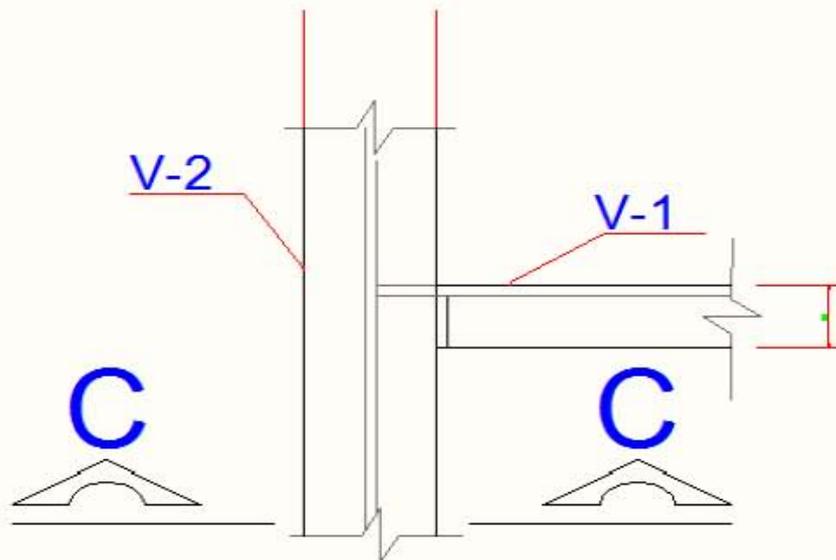
E#3@20

C — 1

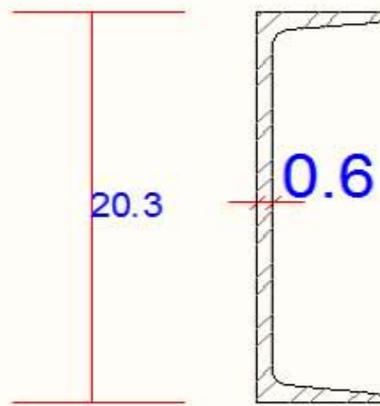


REFUERZO:
 () 4#4
 E#3@20

DALA D-1

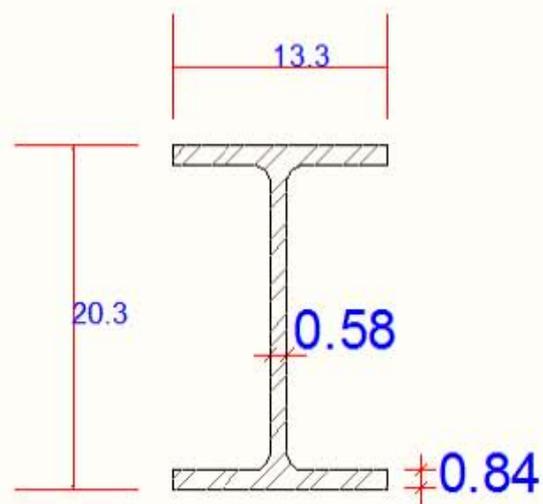


CONEXION



(CPS 8" x 27.9 Kg/m)

VIGA V-1



(IR 8" x 26.6 Kg/m)

VIGA V-2

 Ciudad de México <i>Capital en Movimiento</i>	 GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL Delegación Tláhuac Dirección General de Obras y Desarrollo Urbano Dirección de Proyectos	EMPRESA:	 DELEGACIÓN Tláhuac	FECHA:	
		CONTRATO:			
		DESCRIPCIÓN:	REHABILITAR LINEAS DE CONDUCCION Y RED DE AGUA POTABLE		
		UBICACIÓN:	ALLENDE ENTRE MINA Y CALZ. TLAHUAC-CHALCO, BARRIO SAN MATEO, COORDINACION TLAHUAC		

PRESUPUESTO DE REFERENCIA

No.	CLAVE	DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO CON LETRA	P. U. NUMERO	IMPORTE	%
		PARTIDA 1. RED DE AGUA POTABLE						
1	SACM RED 01-E-06	TRAZO DE EJES PARA EL TENDIDO DE LA RED DE TUBERÍA.	M	972.00		\$ 2.44	\$ 2,371.68	0.96%
	AF13D	TRAZO Y NIVELACIÓN PARA DESPLANTE DE ESTRUCTURAS.						

2	AF13DD	TRAZO Y NIVELACIÓN PARA OBRAS HIDRÁULICAS, CON EQUIPO DE TOPOGRAFÍA, INCLUYE: MATERIALES PARA SEÑALAMIENTO.	M2	11.25		\$ 3.45	\$ 38.81	0.02%
	BI12B	CORTES CON SIERRA EN PAVIMENTOS DE CONCRETO, EL PRECIO UNITARIO INCLUYE: EL SUMINISTRO DEL AGUA PUESTO EN EL SITIO DE LOS TRABAJOS, DISCO DE CORTE EN LA PARTE PROPORCIONAL QUE LE CORRESPONDA; LA MANO DE OBRA, EL EQUIPO Y LA HERRAMIENTA NECESARIOS PARA LA CORRECTA EJECUCIÓN DEL TRABAJO.						
No.	CLAVE	DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO CON LETRA	P. U. NUMERO	IMPORTE	%
3	BI12BF	CORTE CON SIERRA EN PAVIMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO, CON PROFUNDIDAD MAYOR A 5 CM.	M	999.00		\$ 10.09	\$10,079.91	4.10%
	BL13	DEMOLICIONES DE CONCRETO, POR MEDIOS MECÁNICOS, EL PRECIO UNITARIO INCLUYE: LA MANO DE OBRA, LA MAQUINARIA, EL EQUIPO Y HERRAMIENTA NECESARIA PARA LA CORRECTA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.						

4	BL13KC	DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO, INCLUYENDO BASE Y SUB-BASE POR MEDIOS MECÁNICOS, CON ACARREO HASTA EL ALCANCE DE LA MAQUINA.	M3	48.20		\$ 56.44	\$2,720.41	1.11%
	BF16D	EXCAVACIÓN A MANO PARA FORMACIÓN DE ZANJAS, TODAS LAS ZONAS, CLASE II-A, EN SECO, MEDIDO EN BANCO. INCLUYE: AFINE, TRASPALEOS Y EXTRACCIÓN A BORDE DE ZANJA.						
5	BF16DB	EXCAVACIÓN A MANO, CLASE II-A, DE 0.00 A 2.00 M DE PROFUNDIDAD.	M3	25.20		\$156.39	\$ 3,941.03	1.60%
	BG14C	EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS PARA FORMACIÓN DE ZANJAS EN TERRENO SECO CON ANCHO DE ZANJA MENORES O IGUALES A 1.20 M, ZONA "C", CLASE II, MEDIDO EN BANCO, CON ACARREO HASTA EL ALCANCE DE LA MAQUINA.						
6	BG14CB	EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS, ZONA "C", CLASE II, DE 0.00 A 2.00 M DE PROFUNDIDAD.	M3	71.33		\$39,33	\$ 2,805.41	1.14%

FORMULÓ:					REPRESENTANTE LEGAL					
J.U.D. PROYECTOS Y PRESUPUESTOS					TOTAL HASTA N.- 6			\$21,957.25	8.922%	
ARQ. MITZI FERNANDA MARTÍNEZ ACOSTA					NOMBRE Y FIRMA			TOTAL ACUMULADO	\$21,957.25	8.922%
No.	CLAVE	DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P. U. NUMERO	IMPORTE	%			
7	BN16BB	CARGA MECÁNICA Y ACARREO EN CAMIÓN, DE MATERIAL FINO O GRANULAR, AL PRIMER KILÓMETRO, VOLUMEN MEDIDO EN BANCO.	M3	96,53	\$19,43	\$ 1.875,58	0,76%			
8	BN16BC	ACARREO EN CAMIÓN, DE MATERIAL FINO O GRANULAR, KILÓMETROS SUBSECUENTES, ZONA URBANA.	M3-KM	579,18	\$4,63	\$ 2.681,60	1,09%			
9	BN16EB	CARGA MECÁNICA Y ACARREO EN CAMIÓN, DE MATERIAL DE DEMOLICIÓN DE CARPETA ASFÁLTICA, AL PRIMER KILÓMETRO, VOLUMEN MEDIDO COLOCADO.	M3	48,20	\$20,90	\$ 1.007,38	0,41%			

10	BN16EC	ACARREO EN CAMIÓN, DE MATERIAL DE DEMOLICIÓN DE CARPETA ASFÁLTICA, KILÓMETROS SUBSECUENTES ZONA URBANA.	M3-KM	289,20	\$4,98	\$ 1.440,22	0,59%
No.	CLAVE	DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P. U. NUMERO	IMPORTE	%
	BO14B	RELLENO DE ZANJAS CON MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACIÓN DE LA ZANJA O CON MATERIAL PROVENIENTE DE BANCO (TEPETATE), COMPACTADO POR MEDIOS MECÁNICOS, CON PISÓN DE MANO O NEUMÁTICO, EN DIFERENTES GRADOS DE COMPACTACIÓN, EL PRECIO UNITARIO INCLUYE: EL SUMINISTRO DEL MAGUA PARA LA HUMEDAD OPTIMA DEL MATERIAL, MLA MANO DE OBRA PARA LA CARGA, ACARREO LIBRE COLOCACIÓN EN LA ZANJA EN CAPAS, EXTENDIDO, NIVELACIÓN, INCORPORACIÓN DE AGUA, COMPACTACIÓN, RETIRO DEL MATERIAL, LIMPIEZA, LA MAQUINARIA, EL EQUIPO Y LA HERRAMIENTA NECESARIOS PARA LA CORRECTA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.					

11	BO14BK	RELLENO DE ZANJAS CON MATERIAL PROVENIENTE DE BANCO (TEPETATE), COMPACTADO AL 95% PROCTOR CON RODILLO VIBRATORIO, INCLUYE: EL TEPETATE PUESTO EN OBRA, ACARREO LIBRE HASTA 20 M, INCORPORACIÓN DE AGUA, MEDIDO COMPACTO.	M3	127,80	\$228,75	\$ 29.234,25	11,88%
					TOTAL HASTA N.- 11	\$ 36.239,03	14,725%
					TOTAL ACUMULADO	\$ 58.196,28	23,647%
No.	CLAVE	DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P. U. NUMERO	IMPORTE	%
	OE14C	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBOS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD RD-17 INCLUYE: ALINEACIÓN, CORTE, ESMERILADO, UNIÓN A TOPE POR TERMOFUSIÓN, ACARREO LIBRE HASTA 20M BAJADA AL FONDO DE LA ZANJA, ACOMODO Y COLOCACIÓN.					
12	OE14CE	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE POLIETILENO RD-17 DE 101 MM DE DIÁMETRO	M	500,40	\$119,54	\$59.817,82	24,31%

	OP12B	PRUEBA HIDROSTÁTICA					
13	OP12BH	PRUEBA HIDROSTÁTICA PARA TUBO DE 101 MM (4") DIÁMETRO	M	486,00	\$46,31	\$3.066,66	1,25%
	NC12	BOMBEO PARA DESAGÜE EN ZANJAS O CAJONES INCLUYE: LA BOMBA Y SU OPERACIÓN. NORMA DE CONSTRUCCIÓN G. D. F.3.01.01.009.					
No.	CLAVE	DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P. U. NUMERO	IMPORTE	%
14	NC12BG	BOMBEO PARA DESAGÜE EN ZANJAS O CAJONES, CON BOMBA DE 102 MM. (4") DE DIÁMETRO.	HORA	12,00	\$33,33	\$399,96	0,16%
	OH15B	ATRAQUES DE CONCRETO INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA					
15	OH15BB	ATRAQUE DE CONCRETO RESISTENCIA NORMAL F'C= 150 KG/CM2, DE 0.50 X 0.20 X 0.20 M, PARA TUBO DE 102 MM DE DIÁMETRO	PIEZA	8,00	\$ 60,09	\$ 480,72	0,20%

	OJ	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PIEZAS ESPECIALES DE FIERRO FUNDIDO EN CUALQUIER ZONA, EL PRECIO UNITARIO INCLUYE: SUMINISTRO DE LAS PIEZAS ESPECIALES DE FIERRO FUNDIDO NECESARIAS EN LA INSTALACIÓN CORRESPONDIENTE; LA MANO DE OBRA PARA EL ACARREO LIBRE HORIZONTAL Y VERTICAL, PRESENTACIÓN, INSTALACIÓN, ATORNILLADO, PRUEBAS, LIMPIEZA, LA HERRAMIENTA NECESARIA Y EL EQUIPO NECESARIO PARA LA CORRECTA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS NORMA DE CONSTRUCCIÓN G. D. F. 3,01,01,025					
No.	CLAVE	DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P. U. NUMERO	IMPORTE	%
16	OJ13CE	CARRETE LARGO DE FIERRO FUNDIDO DE 101MM (4") DE DIÁMETRO	PIEZA	3,00	\$1.058,30	\$3.174,90	1,29%
17	OJ14BE	TAPA CIEGA DE FIERRO FUNDIDO DE 101 MM (4") DE DIÁMETRO	PIEZA	1,00	317,53	\$317,53	0,13%
18	OJ16EE	CODO DE 90° DE FIERRO FUNDIDO DE 101 MM. (4") DE DIAMETRO	PIEZA	2,00	\$814,61	\$1.629,22	0,66%

19	OJ17BE	EXTREMIDAD DE FO. FO. PARA ACOPLAMIENTO, DE 101 mm (4") DE DIÁMETRO.	PIEZA	6,00	\$655,88	\$3.935,28	1,60%	
20	OJ19BE	JUNTA GIBAULT COMPLETA DE 101 MM (4") DE DIÁMETRO	PIEZA	6,00	\$268,87	\$1.613,22	0,66%	
21	OJ20EE	CRUZ DE FIERRO FUNDIDO DE 101X101 MM (4"X4") DE DIÁMETRO	PIEZA	1,00	\$1.407,37	\$1.407,37	0,57%	
22	OJ21EE	TE DE FIERRO FUNDIDO DE 101 X 101 MM (4" X 4") DE DIÁMETRO	PIEZA	3,00	\$960,80	\$2.882,40	1,17%	
23	OJ22FE	REDUCCION DE FIERRO FUNDIDO, DE 152 A 101 MM. (6" A 4") DE DIÁMETRO	PIEZA	2,00	\$848,34	\$1.696,68	0,69%	
						ANTERIOR	\$ 58.196,28	23,647%
						TOTAL HASTA N.- 23	\$ 80.421,76	32,678%
						TOTAL ACUMULADO	\$ 138.618,04	56,325%

No.	CLAVE	DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P. U. NUMERO	IMPORTE	%
24	OK12BE	VÁLVULA DE COMPUERTA VASTAJO FIJO DE 102 MM (4") DE DIÁMETRO	PIEZA	3,00	\$ 2.682,81	\$ 8.048,43	3,27%
25	T-5-098-E-06	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EMPAQUE DE NEOPRENO DE 4" DE DIÁMETRO, PARA PIEZAS ESPECIALES DE FIERRO FUNDIDO.	PIEZA	35,00	\$ 27,93	\$ 977,55	0,40%
26	T-5-099-E-06	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EMPAQUE DE NEOPRENO DE 6" DE DIÁMETRO, PARA PIEZAS ESPECIALES DE FIERRO FUNDIDO.	PIEZA	2,00	\$ 32,26	\$ 64,52	0,03%
27	T-5-104-E-06	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TORNILLO DE CABEZA HEXAGONAL DE 5/8" x 3 1/2" CON TUERCA	PIEZA	296,00	\$25,80	\$7.636,80	3,10%
28	SACM RED 32-E-06	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BRIDA Y CONTRABRIDA DE PEAD RD-11 DE 101 MM. (4") DE DIÁMETRO	PIEZA	31,00	\$775,19	\$24.030,89	9,76%
29	S/C1	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO PEAD RD-11 DE 90°x 4" DE DIÁM.	PIEZA	18,00	\$ 267,34	\$ 4.812,12	1,96%

No.	CLAVE	DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P. U. NUMERO	IMPORTE	%
30	SACM EXT181- E-06	REPARACIÓN DE RAMALES A BASE DE 2 COPLES TIPO POLIMEX DE 19 MM Y TUBERÍA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD, EN LOS TRABAJOS DE LA LÍNEA DE REFORZAMIENTO DE AGUA POTABLE INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	PIEZA	24,00	\$123,56	\$ 2.965,44	1,20%
	HH12B	SUMINISTRO, COLOCACIÓN Y PRUEBAS DE ALBAÑALES DE CONCRETO SIMPLE; INCLUYE: PREPARACIÓN DE FONDO PARA QUE EL TUBO APOYE EN SU CUADRANTE INFERIOR, TENDIDO Y JUNTEO CON MORTERO CEMENTO-ARENA 1:4					
31	HH12BC	ALBAÑAL CON TUBO DE CONCRETO DE 15 CM DE DIÁMETRO	METRO	19,00	\$ 69,44	\$ 1.319,36	0,54%

32	QL12BC	BACHEO DE 7.5 CM DE ESPESOR CON CONCRETO ASFÁLTICO COMPACTADO AL 90% DE SU D.T.M. INCLUYE: LA EXCAVACIÓN, LA EMULSIÓN ASFÁLTICA, EL CONCRETO ASFÁLTICO Y EL SELLO CON CEMENTO.	M2	160,65	\$ 171,50	\$ 27.551,48	11,20%
No.	CLAVE	DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P. U. NUMERO	IMPORTE	%
33	QH15BB	ACARREO EN CAMIÓN, DE CONCRETO ASFÁLTICO PARA BACHEO (MÁXIMO 20 M3), KM. SUBSECUENTES.	M3/KM	192,78	\$ 9,34	\$ 1.800,57	0,73%
34	SACM EXT179- E-06	UTILIZACIÓN DE CINTA PREVENTIVA DE 15 CM DE ANCHO, EN LOS TRABAJOS DE LA LÍNEA DE REHABILITACIÓN DE LA RED SECUNDARIA DE AGUA POTABLE INCLUYE: INSTALACIÓN SIN RECUPERACIÓN, MANTENIMIENTO, CUIDADOS, CARGA Y RETIRO DE LA MISMA FUERA DE LA OBRA, MATERIALES, MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	METRO	555,50	\$ 2,03	\$ 1.127,67	0,46%

TOTAL HASTA N.- 34	\$ 80.334,83	32,643%
TOTAL ACUMULADO	\$ 218.952,87	88,968%

PARTIDA 2. TOMAS DE AGUA

No.	CLAVE	DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P. U. NUMERO	IMPORTE	%
	AF13D	TRAZO Y NIVELACIÓN PARA DESPLANTE DE ESTRUCTURAS					
35	AF13DD	TRAZO Y NIVELACIÓN PARA OBRAS HIDRÁULICAS, CON EQUIPO DE TOPOGRAFÍA, INCLUYE: MATERIALES PARA SEÑALAMIENTO.	M2	23,04	\$ 3,45	\$ 79,49	0,03%

36	BI12BC	CORTE CON SIERRA EN PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO, CON PROFUNDIDAD MAYOR A 5CM.	M	96,00	\$ 12,47	\$ 1.197,12	0,49%
37	BL12CD	DEMOLICIÓN MANUAL DE GUARNICIONES, BANQUETAS DE CONCRETO SIMPLE O REFORZADO.	M3	2,30	\$ 215,84	\$ 496,43	0,20%
	BF16D	EXCAVACIÓN A MANO PARA FORMACIÓN DE ZANJAS, TODAS LAS ZONAS, CLASE II-A, EN SECO, MEDIDO EN BANCO. INCLUYE: AFINE, TRASPALEOS Y EXTRACCIÓN A BORDE DE ZANJA.					
38	BF16DB	EXCAVACIÓN A MANO, CLASE II-A, DE 0.00 A 2.00 M DE PROFUNDIDAD	M3	20,74	\$156,39	\$3.243,53	1,32%

No.	CLAVE	DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P. U. NUMERO	IMPORTE	%
	BN16	CARGA POR MEDIOS MECÁNICOS Y ACARREO EN CAMIÓN VOLTEO DE MATERIALES PRODUCTO DE EXTRACCIÓN DE BANCOS, CORTES, EXCAVACIONES, DEMOLICIONES, PIEDRA, TALA DE ÁRBOLES, MATERIALES PROCESADOS U OTROS, A PRIMERA ESTACIÓN DE UN KILÓMETRO Y ESTACIONES SUBSECUENTES A AL PRIMERA, EN ZONAS URBANA SUBURBANA Y CARRETERA, EL PRECIO UNITARIO INCLUYE: LOS SEÑALAMIENTOS Y PROTECCIÓN DE SEGURIDAD, LA MANO DE OBRA DE APOYO, CARGA POR MEDIOS MECÁNICOS, EL VEHICULO PARA EL ACARREO, DESCARGA, RETORNO , INCLUIDOS LOS TIEMPOS INACTIVOS Y ACTIVOS EN EL CICLO, LA HERRAMIENTA Y EL EQUIPO NECESARIO PARA LA CORRECTA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.					
39	BN16BB	CARGA MECÁNICA Y ACARREO EN CAMIÓN, DE MATERIAL FINO O GRANULAR, AL PRIMER KILÓMETRO, VOLUMEN MEDIDO EN BANCO.	M3	1,61	\$19,43	\$ 31,28	0,01%

40	BN16BC	ACARREO EN CAMIÓN, DE MATERIAL FINO O GRANULAR, KILÓMETROS SUBSECUENTES, ZONA URBANA.	M3-KM	9,66	\$4,63	\$44,73	0,02%
					ANTERIOR	\$ 218.952,87	88,968%
					TOTAL HASTA N.- 40	\$ 5.092,58	2,069%
					TOTAL ACUMULADO	\$ 224.045,45	91,037%
No.	CLAVE	DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P. U. NUMERO	IMPORTE	%
41	BN16DB	CARGA MECÁNICA Y ACARREO EN CAMIÓN, DE MATERIAL DE DEMOLICIÓN DE CONCRETO, AL PRIMER KILÓMETRO VOLUMEN MEDIDO COLOCADO	M3	2,30	\$ 22,39	\$ 51,50	0,02%
42	BN16DC	ACARREO EN CAMIÓN, DE MATERIAL DE DEMOLICIÓN DE CONCRETO, KILÓMETROS SUBSECUENTES, ZONA URBANA	M3-KM	13,80	\$ 5,34	\$ 73,69	0,03%

	BP12	<p>RELLENO DE EXCAVACIONES PARA ESTRUCTURAS CON MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACIÓN O CON MATERIAL PROVENIENTE DE BANCO (TEPETATE), COMPACTADOS POR MEDIOS MECÁNICOS, PISÓN DE MANO, O NEUMÁTICO CON DIFERENTES GRADOS DE COMPACTACIÓN, EL PRECIO UNITARIO INCLUYE: EL SUMINISTRO DEL AGUA PARA LA HUMEDAD OPTIMA DEL MATERIAL, LA MANO DE OBRA PARA LA CARGA, ACARREO LIBRE, COLOCACIÓN EN LA COMPACTACIÓN EN CAPAS DE 20 CM DE ESPESOR, EXTENDIDO, NIVELACIÓN INCORPORADO DE AGUA, RETIRO DEL MATERIAL SOBRANTE, LIMPIEZA, LA MAQUINARIA, EL EQUIPO Y LA HERRAMIENTA NECESARIOS PARA LA CORRECTA EJECUCIÓN.</p>					
--	------	---	--	--	--	--	--

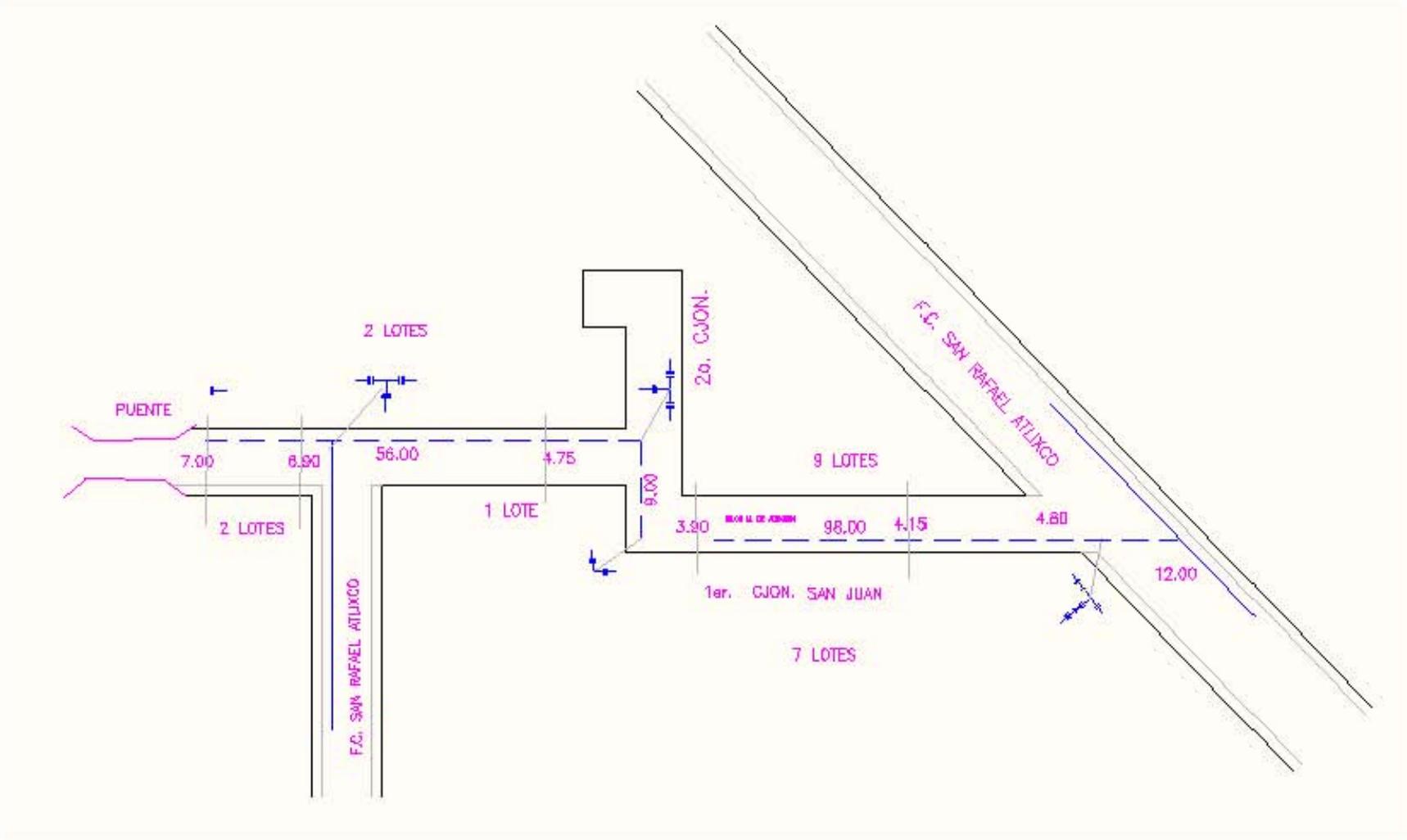
No.	CLAVE	DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P. U. NUMERO	IMPORTE	%
43	BP12CB	RELLENO DE EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS, CON MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACIÓN COMPACTADO AL 90% PROCTOR CON PISÓN.	M3	26,09	\$ 54,78	\$ 1.429,21	0,58%
	QL12B	BACHEO DE 7.5 CM DE ESPESOR, CON MEZCLA ASFÁLTICA DE 19MM (3/4"), CON ASFALTO PA-5 Y BASE DE GRAVA CEMENTADA CONTROLADA, COMPACTADA AL 90% P.V.S.M. INCLUYE: EXCAVACIÓN RIEGOS DE LIGA E IMPREGNACIÓN, CONCRETO ASFÁLTICO SELLO CON CEMENTO.					
44	QL12BC	BACHEO DE 7.5 CM DE ESPESOR CON CONCRETO ASFÁLTICO COMPACTADO AL 90% DE SU D.T.M. INCLUYE: LA EXCAVACIÓN, LA EMULSIÓN ASFÁLTICA, EL CONCRETO ASFÁLTICO Y EL SELLO EN CEMENTO.	M2	13,14	\$ 171,50	\$ 2.253,51	0,92%

45	QH15BB	ACARREO EN CAMIÓN, DE CONCRETO ASFÁLTICO PARA BACHEO (MÁXIMO 20 M3), KM. SUBSECUENTES.	M3/KM	15,77	\$ 9,34	\$ 147,29	0,06%	
No.	CLAVE	DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P. U. NUMERO	IMPORTE	%	
	SB14B	BANQUETAS DE CONCRETO RESISTENCIA NORMAL F'C = 150 KG/CM2, CON AGREGADO MÁXIMO DE 20 MM, CLASE 2, GRADO DE CALIDAD "B" SUMINISTRADO POR PROVEEDOR, INCLUYE: MADERA PARA CERCHAS, ACABADO, ESCOBILLADO, RAYADO.						
46	SB14BF	BANQUETA DE CONCRETO SIMPLE R. N. F'c= 150 KG/CM2 SUMINISTRADO POR PROVEEDOR, DE 10 CM DE ESPESOR	M2	26,64	\$ 158,70	\$ 4.227,77	1,72%	
						ANTERIOR	\$ 224.045,45	91,037%
						TOTAL HASTA N.- 46	\$ 8.182,97	3,325%
						TOTAL ACUMULADO	\$ 232.228,42	94,362%

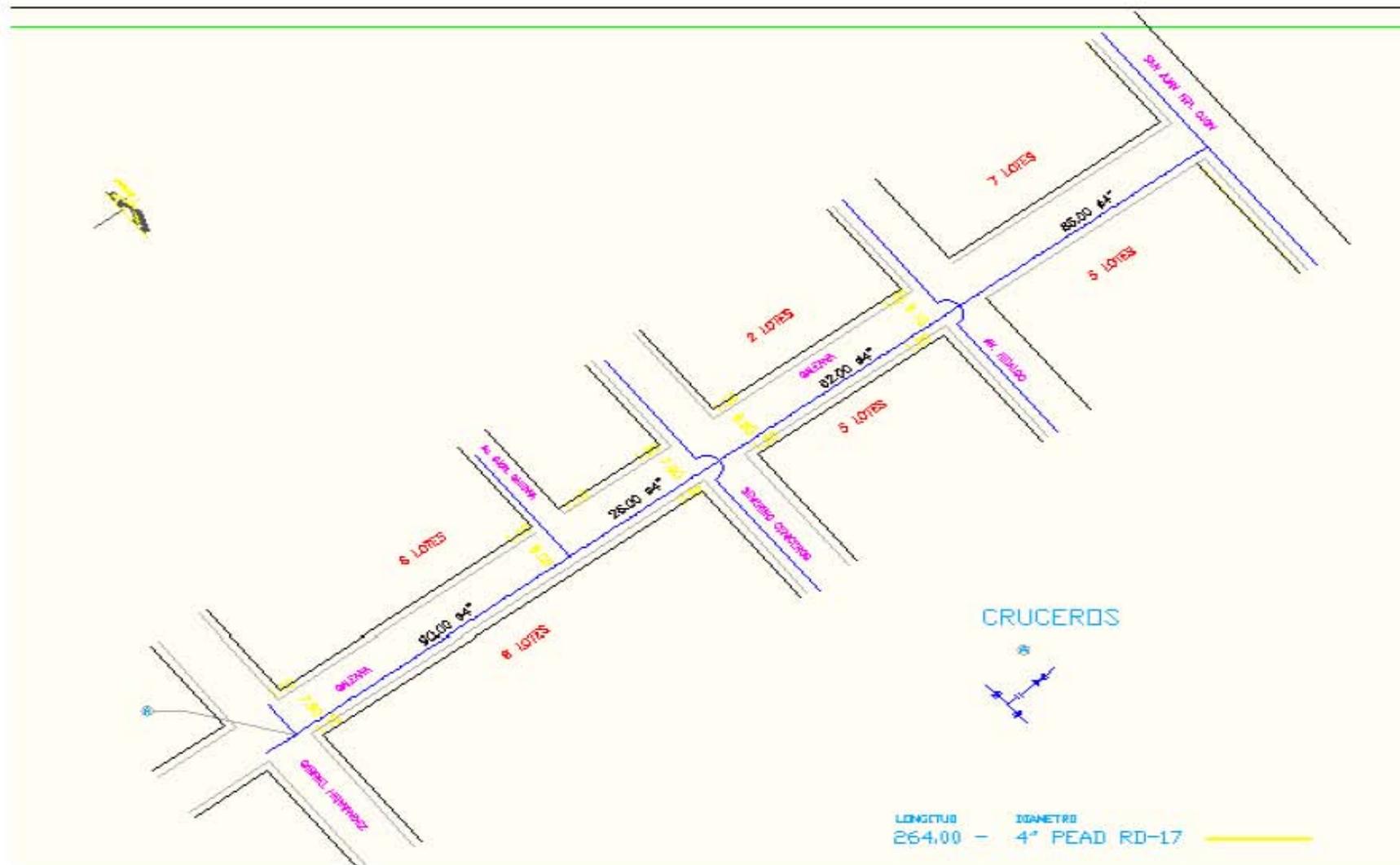
	SC12D	GUARNICIONES DE CONCRETO RESISTENCIA NORMAL F'C = 150 KG/CM2 CON AGREGADO MÁXIMO DE 20 MM, CLASE 2, GRADO DE CALIDAD "B" FABRICADO EN OBRA, DE SECCIÓN TRAPEZOIDAL, INCLUYE: PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE, CIMBRA Y DESCIMBRA.					
No.	CLAVE	DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P. U. NUMERO	IMPORTE	%
47	SC12DB	GUARNICIÓN DE CONCRETO SIMPLE R. N F'C=150KG/CM2. SECCIÓN TRAPEZOIDAL DE 15X20X30CM	M	4,80	\$ 105,01	\$ 504,05	0,20%
48	SACM RAM03-E-06	REHABILITACIÓN DE TOMA DOMICILIARIA INCLUYENDO: SUMINISTRO Y TERMOFUSIÓN DE SILLETA DE POLIETILENO ALTA DENSIDAD RD-9 DE 3/4", LA TERMOFUSIÓN SERÁ TANTO EN LA RED SECUNDARIA COMO AL RAMAL DE POLIETILENO DE 3/4", RECONEXIÓN DE RAMAL DE POLIETILENO DE 3/4" RD 9 CON RAMAL EXISTENTE CON LLAVE DE BANQUETA, CONECTOR PARA ACOPLAR RAMALES Y UN METRO DE TUBERÍA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD RD 9 DE 3/4" DE DIÁMETRO	RAMAL	48,00	\$ 220,58	\$ 10.587,84	4,30%

49	SACM RAM05- E-06	SUSTITUCIÓN DE RAMAL METRO ADICIONAL DE LANZADO, POR EL MÉTODO TRADICIONAL DE 19 MM DE DIÁMETRO.	M	189,00	\$14,73	\$ 2.783,97	1,13%
					ANTERIOR	\$ 232.228,42	94,362%
					TOTAL HASTA N.- 49	\$ 13.875,86	5,638%
					TOTAL ACUMULADO	\$ 246.104,28	100%
					IVA	\$ 36,915.64	
					SUMA	\$ 283,019.92	

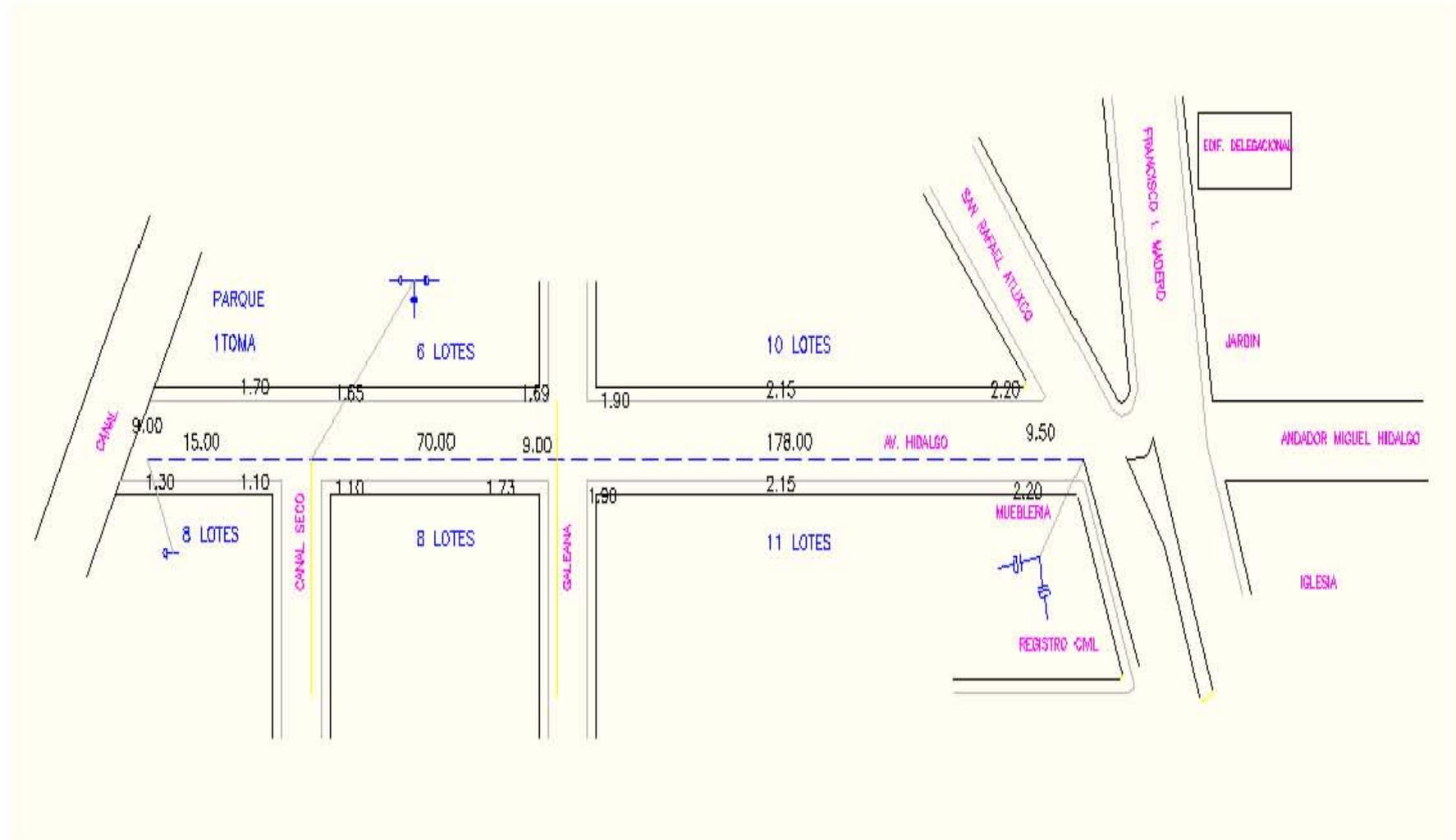
SAN JUAN (ENTRE SAN RAFAEL ATLIXCO Y CANAL SAN JUAN) ▲



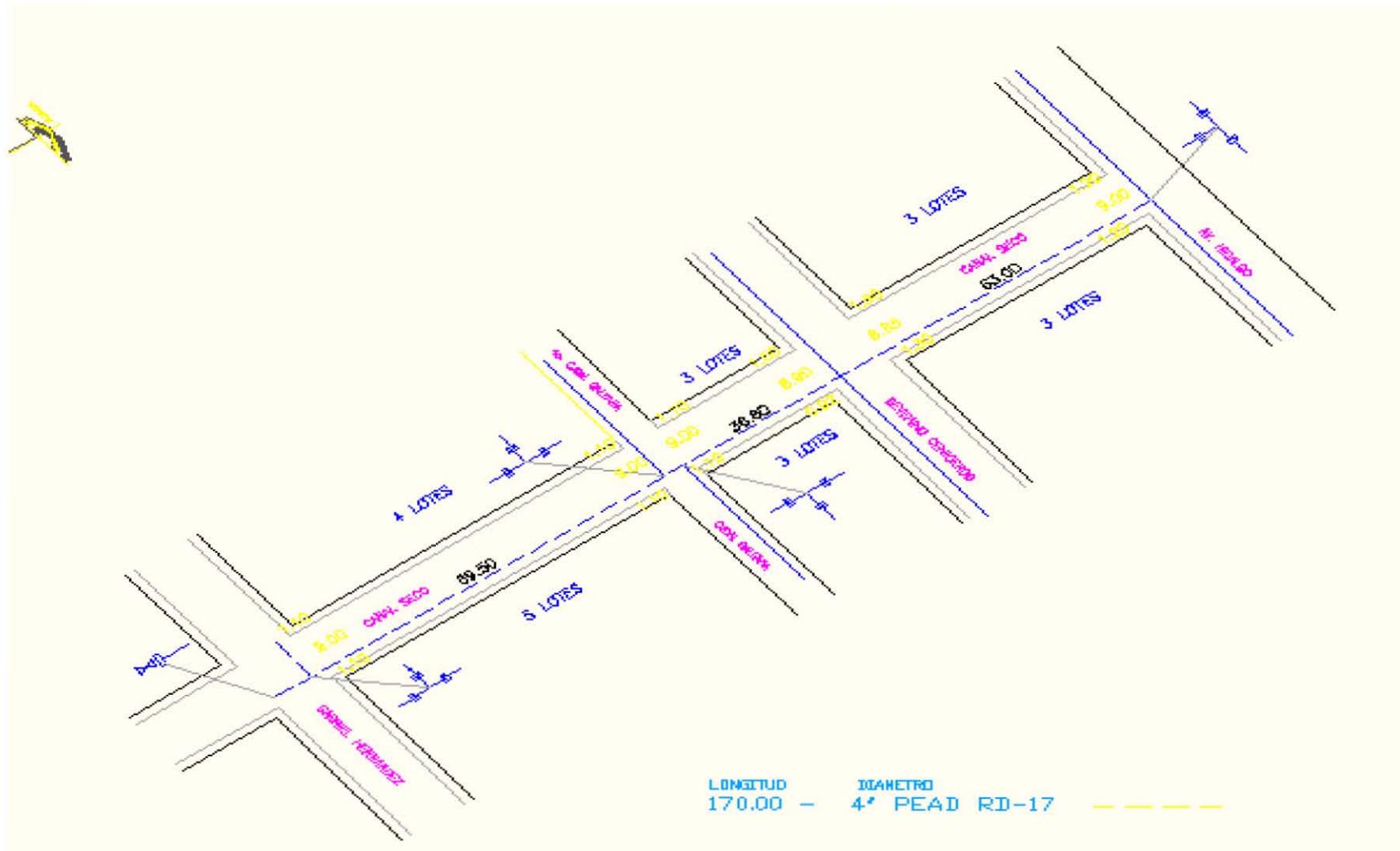
GALEANA (ENTRE CANAL SECO Y GABRIEL HERNÁNDEZ)



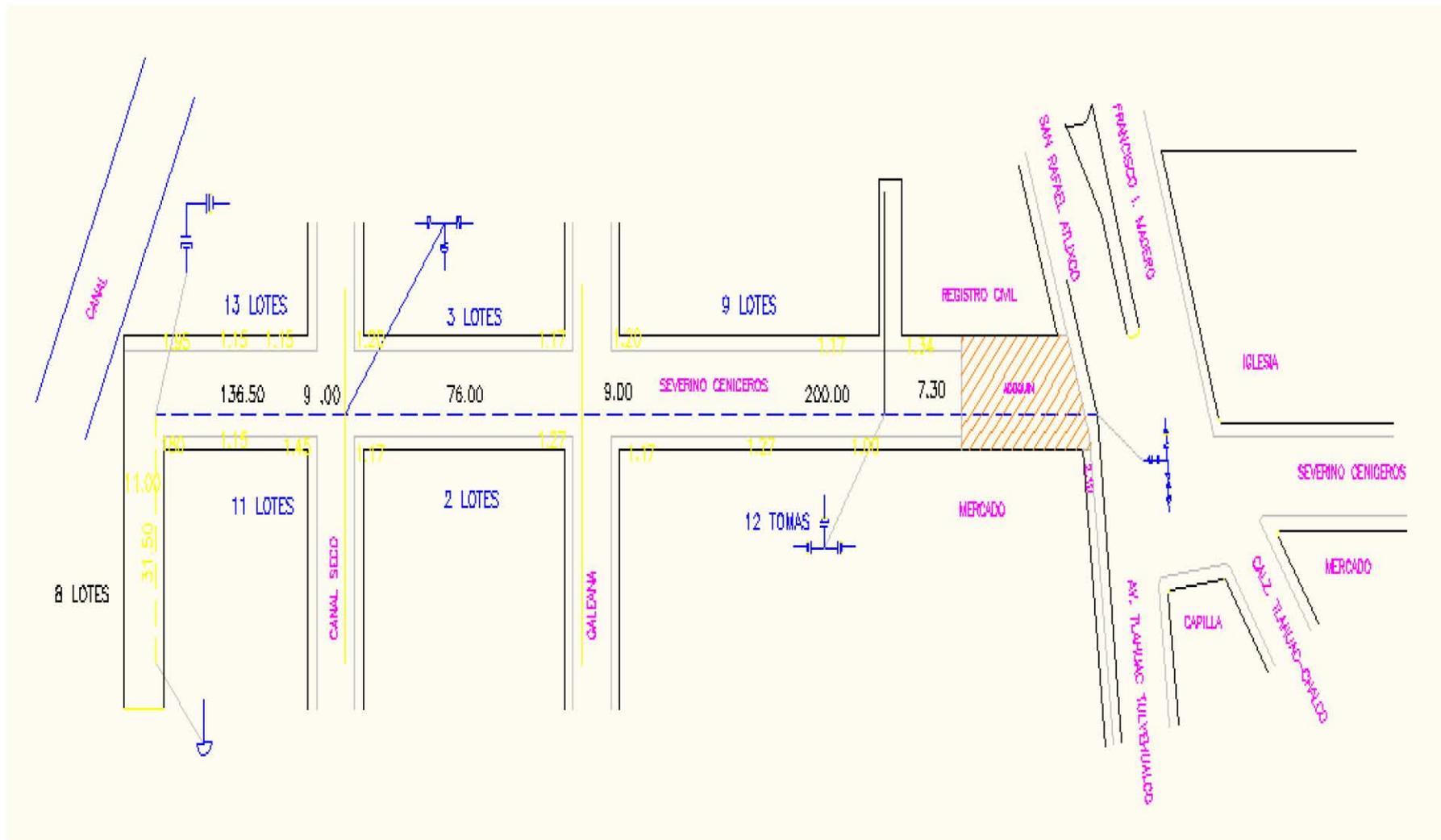
HIDALGO 1 (ENTRE AV. TLÁHUAC Y FIN DE CALLE) ▲



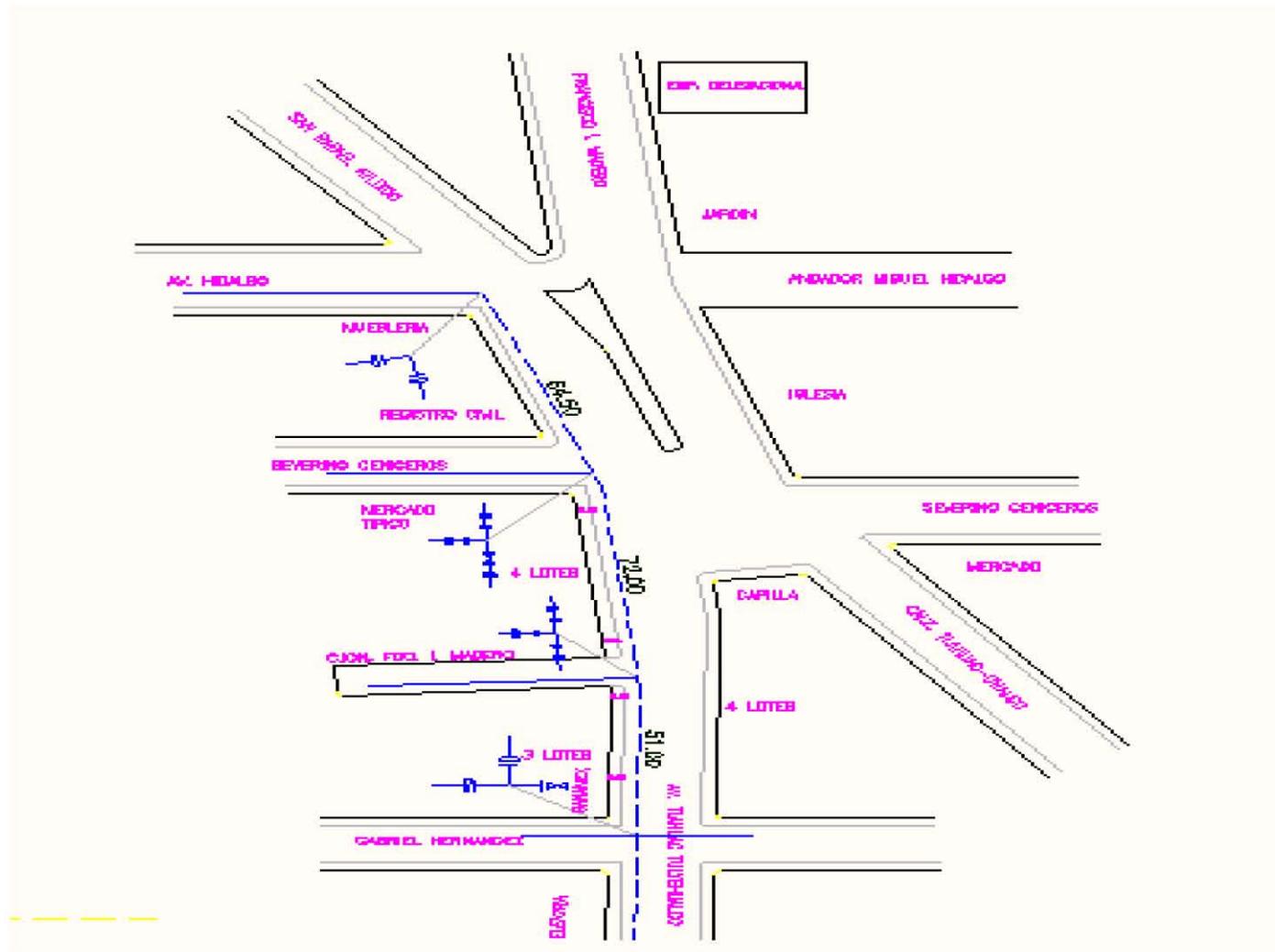
CANAL SECO (ENTRE AV. HIDALGO Y GABRIEL HERNÁNDEZ)



SEVERINO CENICEROS (ENTRE AV. TLÁHUAC Y FIN DE CALLE) ▲



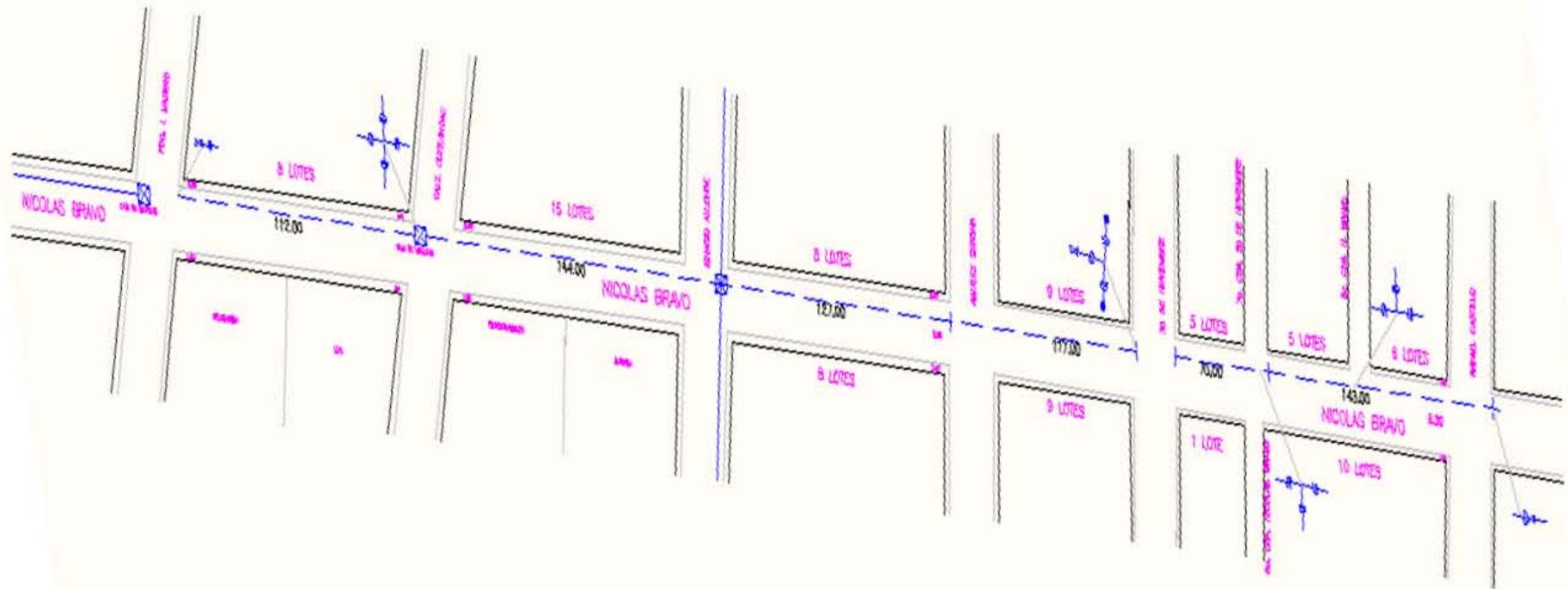
TLÁHUAC (ENTRE AV. HIDALGO Y GABRIEL HERNÁNDEZ) ▲



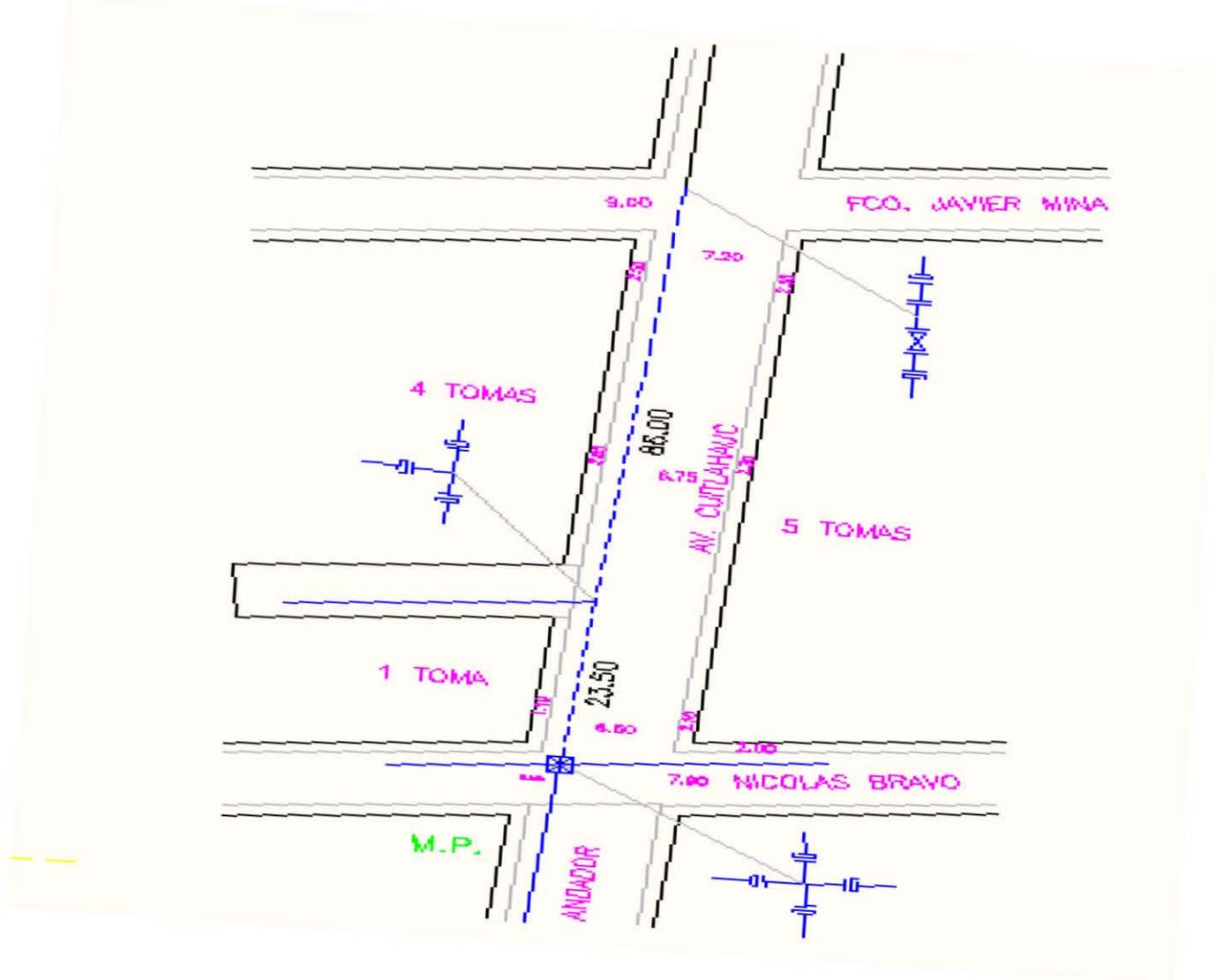
IGNACIO ALLENDE (ENTRE FRANCISCO JAVIER MINA Y GABRIEL HERNÁNDEZ)



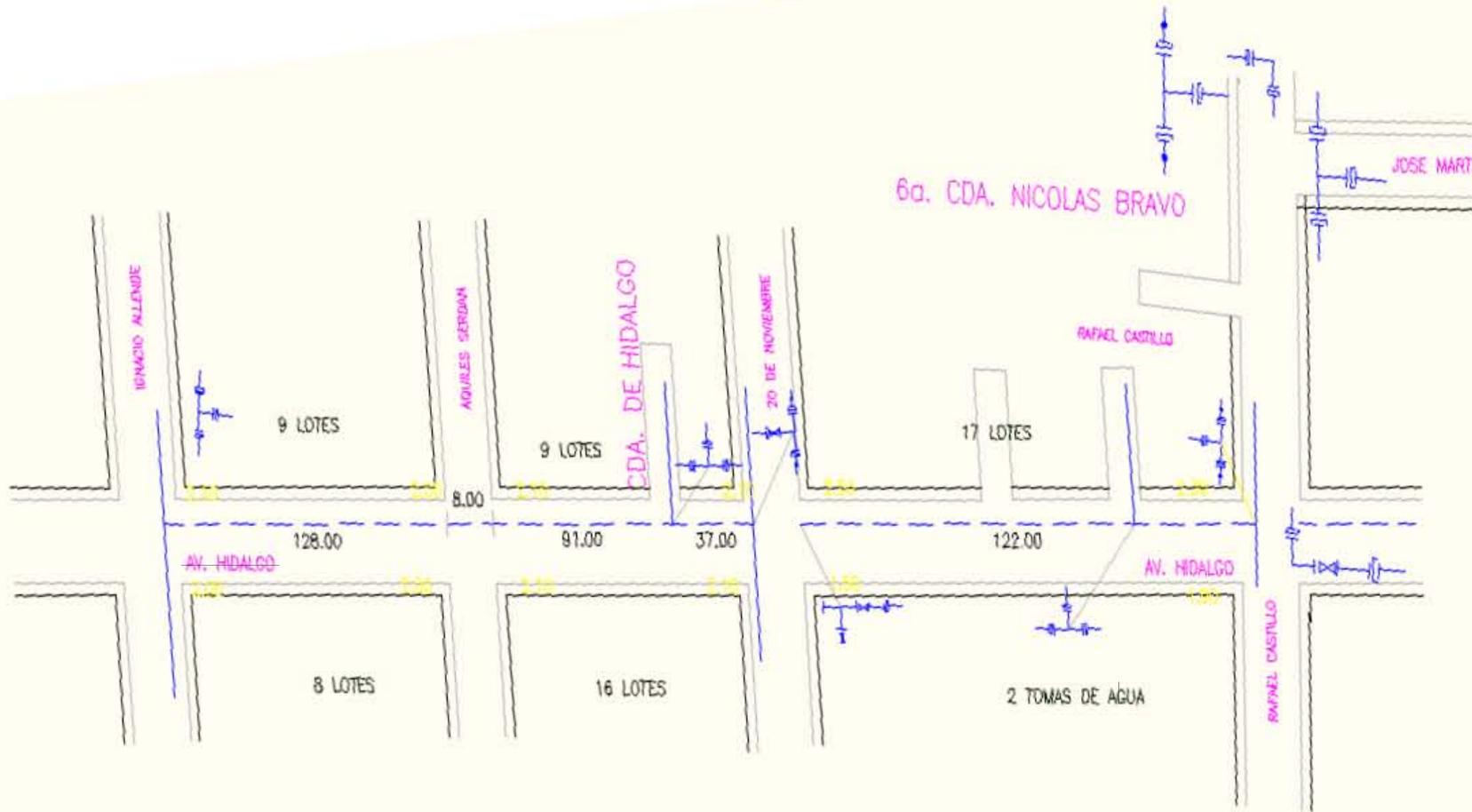
NICOLÁS BRAVO (ENTRE RAFAEL CASTILLO Y AV. TLÁHUAC) ▲



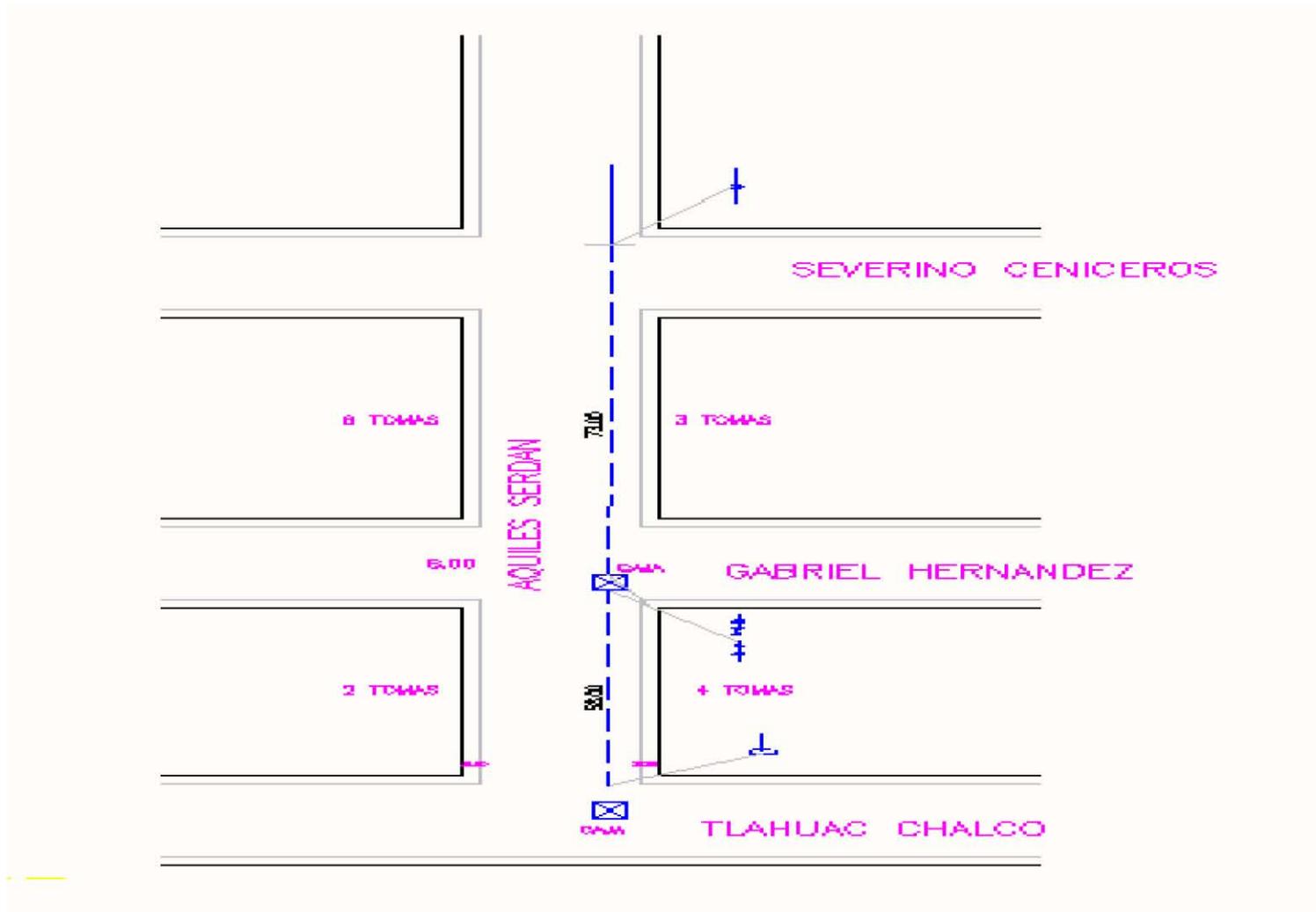
CUITLÁHUAC (ENTRE FRANCISCO JAVIER MINA Y NICOLÁS BRAVO) ▲



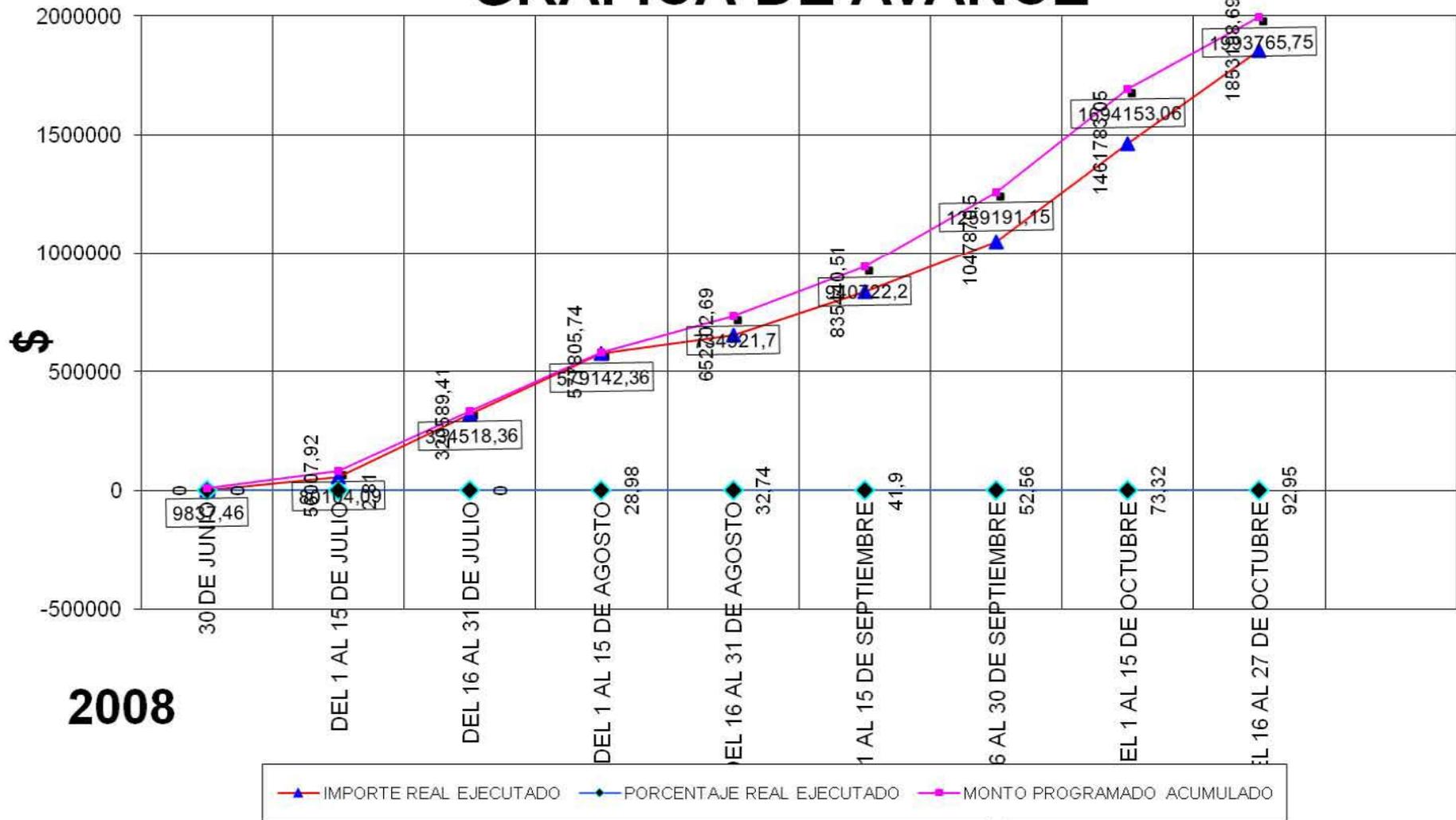
HIDALGO 2 (ENTRE RAFAEL CASTILLO E IGNACIO ALLENDE) ▲



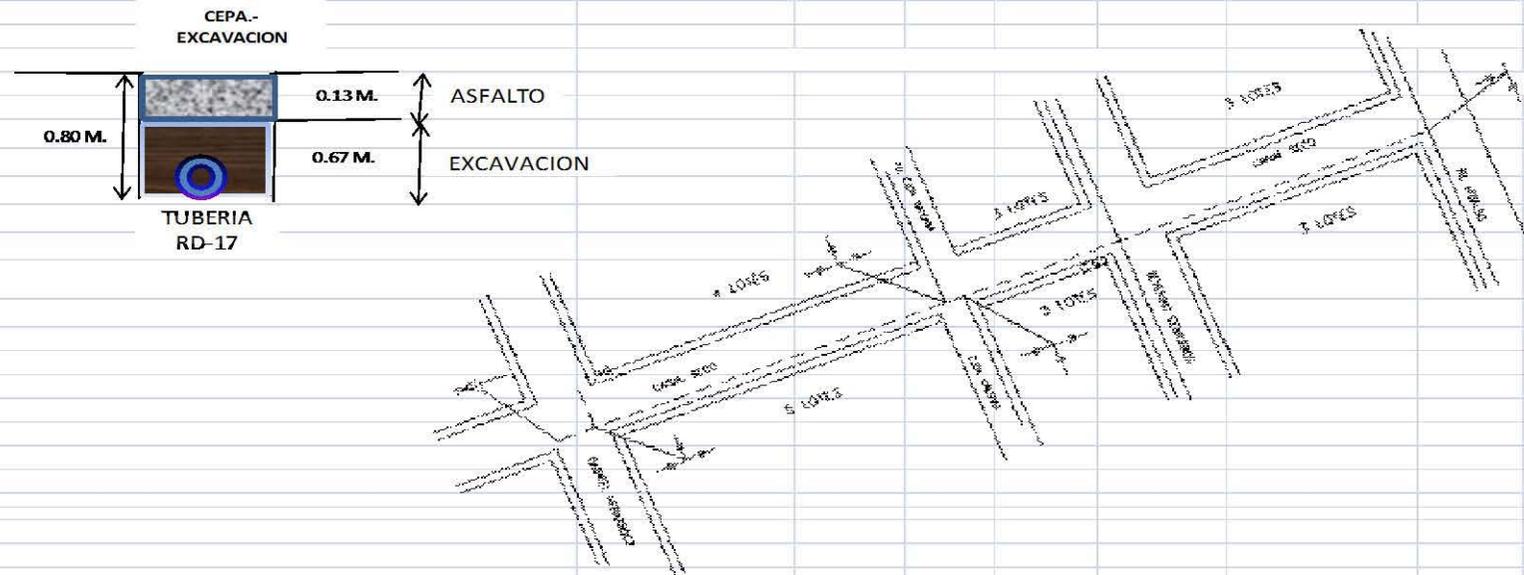
AQUÍLES SERDÁN (ENTRE AV.TLÁHUAC CHALCO Y SEVERINO CENICEROS) ▲



GRAFICA DE AVANCE



Estimación No. 3 (TRES) DEL 09 AL 31 AGTO. 2008	MAPA CANAL SECO	U.	ML
OBRA : MANTENIMIENTO A RED DE AGUA POTABLE EN LOS BARRIOS DE LA ASUNCION, SAN MATEO MAGDALENA Y LOS REYES DE SAN PEDRO TLAHUAC		CONTRA TO: DG00U/AD/16/OB-021-08	PLANO:
UBICACION : PERÍMETRO DELEGACIONAL		CONTRATISTA : CONSTRUCCIONES ICI, S.A. DE C.V.	CUERPO:



CONSTRUCCIONES ICI, S.A. DE C.V.

ING. MIGUEL ANGEL CABRAL RIVAS
RESIDENTE DE OBRA

AUTORIZO
JEFE DE LA U.D. AGUA POTABLE
ING. ALEJANDRO NARVAEZ HERNANDEZ
SUPERVISION INTERNA





Delegación Tláhuac
Dirección General de Obras y Desarrollo Urbano



H.G. N°

ESTIMACION N° : 3 (TRES)	DEL: 09 AGTO.	AL: 31 DE AGTO. 08	CONCEPTO: 1,-	TRAZO DE EJES PARA EL TENDIDO DE LA RED DE TUBERÍA	U.	ML
OBRA :	REHABILITACION DE LINEAS DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE EN DIFERENTES BARRIOS DE LA COORDINACION TERRITORIAL DE SAN PEDRO TLAHUAC.			CONTRATO: DGODU/AD/16/OB-021-08	PLANO:	
UBICACION :	DENTRO DEL PERIMETRO DELEGACIONAL			CONTRATISTA: CONSTRUCCIONES ICI, S.A. DE C.V.	CUERPO:	

No.	CONCEPTO	LOCALIZACION			DIMENSIONES			CANTIDAD			
		EJE	TRAMO	TIPO	BASE	ALTURA	LONG.	PARCIAL	PZA.	TOTAL	U.
	CANAL SECO ENTRE GABRIEL HERNÁNDEZ E HIDALGO BARRIO SANTA ANA, COORDINACION SAN PEDRO		1				61,50	61,50	2,00	123,00	
1	TRAZO DE EJES PARA EL TENDIDO DE LA RED DE TUBERIA		2				39,30	39,30	2,00	78,60	
			3				69,80	69,80	2,00	139,60	
TOTAL =										341,20	ML

CONSTRUCCIONES ICI, S.A. DE C.V.

ING. MIGUEL ANGEL CABRAL RIVAS
RESIDENTE DE OBRA

AUTORIZO
JEFE DE LA U.D. AGUA POTABLE

ING. ALEJANDRO NARVAEZ HERNANDEZ
SUPERVISION INTERNA



ESTIMACION N° : 3 (TRES)	DEL : 09 AGTO.	AL : 31 DE AGTO. 08	CONCEPTO : 4,-	DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO, INCLUYENDO BASE Y SUB-BASE POR MEDIOS MECÁNICOS, CON ACARREO HASTA EL ALCANCE DE LA MAQUINA.	U.	M3
OBRA :	REHABILITACION DE LINEAS DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE EN DIFERENTES BARRIOS DE LA COORDINACION TERRITORIAL DE SAN PEDRO TLAHUAC.			CONTRATO : DGODU/AD/16/OB-021-08	PLANO :	
UBICACION :	DENTRO DEL PERÍMETRO DELEGACIONAL			CONTRATISTA : CONSTRUCCIONES ICI, S.A. DE C.V.	CUERPO :	

No.	CONCEPTO	LOCALIZACION			DIMENSIONES			CANTIDAD			U.	
		EJE	TRAMO	TIPO	BASE	ALTURA	LONG.	PARCIAL	PZA.	TOTAL		
CANAL SECO ENTRE GABRIEL HERNÁNDEZ E HIDALGO												
4	DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO,		1		0,30	0,13	61,50	2,40	1,00	2,40		
	INCLUYENDO BASE Y SUB-BASE POR MEDIOS MECÁNICOS,		2		0,30	0,13	39,30	1,53	1,00	1,53		
			3		0,30	0,13	69,80	2,72	1,00	2,72		
	CON ACARREO HASTA EL ALCANCE DE LA MAQUINA.									SUMA TOTAL	6,65	M3
	PARA ESTA EST. 3 SE COBRA COMO VOL. DE CATALOGO									6,06	M3	
										TOTAL =	6,06	M3

CONSTRUCCIONES ICI, S.A. DE C.V.

ING. MIGUEL ANGEL CABRAL RIVAS
RESIDENTE DE OBRA

AUTORIZO
JEFE DE LA U.D. AGUA POTABLE

ING. ALEJANDRO NARVAEZ HERNANDEZ
SUPERVISION INTERNA



ESTIMACION Nº : 3 (TRES)	DEL: 09 AGTO.	AL: 31 DE AGTO. 08	CONCEPTO: 8.- ACARREO EN CAMIÓN, DE MATERIAL FINO O GRANULAR, KILÓMETROS SUBSECUENTES, ZONA URBANA.	U.	M3-Km
OBRA :	REHABILITACION DE LINEAS DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE EN DIFERENTES BARRIOS DE LA COORDINACION TERRITORIAL DE SAN PEDRO TLAHUAC.	CONTRATO: DGODU/AD/16/OB-021-08		PLANO:	
UBICACION :	DENTRO DEL PERÍMETRO DELEGACIONAL	CONTRATISTA: CONSTRUCCIONES ICI, S.A. DE C.V.			CUERPO:

No.	CONCEPTO	LOCALIZACION			DIMENSIONES			CANTIDAD				
		EJE	TRAMO	TIPO	BASE	ALTURA	LONG.	PARCIAL	PZA.	TOTAL	U.	
	CANAL SECO ENTRE GABRIEL HERNÁNDEZ E HIDALGO BARRIO SANTA ANA, COORDINACION SAN PEDRO											
8	ACARREO EN CAMIÓN, DE MATERIAL FINO O GRANULAR, KILÓMETROS SUBSECUENTES, ZONA URBANA.		1		0,30	0,67	61,50	12,36	1,00	12,36		
			2		0,30	0,67	39,30	7,90	1,00	7,90		
			3		0,30	0,67	69,80	14,03	1,00	14,03		
										TOTAL	34,29	M3
										Por Km.Subsecuentes	7,40	
										Total m3/kM	253,746	
										TOTAL =	253,75	M3-Km

CONSTRUCCIONES ICI, S.A. DE C.V.

ING. MIGUEL ANGEL CABRAL RIVAS
RESIDENTE DE OBRA

AUTORIZO
JEFE DE LA U.D. AGUA POTABLE

ING. ALEJANDRO NARVAEZ HERNANDEZ
SUPERVISION INTERNA



ESTIMACION Nº : 3 (TRES)	DEL: 09 AGTO.	AL: 31 DE AGTO. 08	CONCEPTO: 10,- ACARREO EN CAMIÓN, DE MATERIAL DE DEMOLICION DE CARPETA ASFALTICA, KILÓMETROS SUBSECUENTES , ZONA URBANA.	U.	M3-Km
OBRA :	REHABILITACION DE LINEAS DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE EN DIFERENTES BARRIOS DE LA COORDINACION TERRITORIAL DE SAN PEDRO TLAHUAC.	CONTRATO: DGODU/AD/16/OB-021-08			PLANO:
UBICACION :	DENTRO DEL PERÍMETRO DELEGACIONAL	CONTRATISTA: CONSTRUCCIONES ICI, S.A. DE C.V.			CUERPO:

No.	CONCEPTO	LOCALIZACION			DIMENSIONES			CANTIDAD			U.
		EJE	TRAMO	TIPO	BASE	ALTURA	LONG.	PARCIAL	PZA.	TOTAL	
	CANAL SECO ENTRE GABRIEL HERNÁNDEZ E HIDALGO BARRIO SANTA ANA, COORDINACION SAN PEDRO										
10	ACARREO EN CAMIÓN, DE MATERIAL DE DEMOLICION DE CARPETA ASFALTICA, KILÓMETROS SUBSECUENTES , ZONA URBANA.		1		0,30	0,13	61,50	2,40	1,00	2,40	
			2		0,30	0,13	39,30	1,53	1,00	1,53	
			3		0,30	0,13	69,80	2,72	1,00	2,72	
										TOTAL	6,65
										Por Km.Subsecuentes	7,40
										Total m3/km	49,21
										PARA ESTA EST. 3 SE COBRA COMO VOL. DE CATALOGO	36,36
										TOTAL =	36,36
											M3-Km

CONSTRUCCIONES ICI, S.A. DE C.V. ING. MIGUEL ANGEL CABRAL RIVAS RESIDENTE DE OBRA	AUTORIZO JEFE DE LA U.D. AGUA POTABLE ING. ALEJANDRO NARVAEZ HERNANDEZ SUPERVISION INTERNA
---	---




ESTIMACION Nº : 3 (TRES)		DEL: 09 AGTO.	AL: 31 DE AGTO. 08	CONCEPTO: 11,-	RELLENO DE ZANJAS CON MATERIAL PROVENIENTE DE BANCO (TEPETATE), COMPACTADO AL 95% PROCTOR CON RODILLO VIBRATORIO, INCLUYE: EL TEPETATE PUESTO EN OBRA, ACARREO LIBRE HASTA 20 M, INCORPORACIÓN DE AGUA, MEDIDO COMPACTO	U.	M3
OBRA :	REHABILITACION DE LINEAS DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE EN DIFERENTES BARRIOS DE LA COORDINACION TERRITORIAL DE SAN PEDRO TLAHUAC.			CONTRATO: DGODU/AD/16/OB-021-08	PLANO:		
UBICACION :	DENTRO DEL PERIMETRO DELEGACIONAL			CONTRATISTA: CONSTRUCCIONES ICI, S.A. DE C.V.	CUERPO:		

No.	CONCEPTO	LOCALIZACION			DIMENSIONES			CANTIDAD			U.
		EJE	TRAMO	TIPO	BASE	ALTURA	LONG.	PARCIAL	PZA.	TOTAL	
	CANAL SECO ENTRE GABRIEL HERNÁNDEZ E HIDALGO BARRIO SANTA ANA, COORDINACION SAN PEDRO		1		0,30	0,67	61,50	12,36	1,00	12,36	
			2		0,30	0,67	39,30	7,90	1,00	7,90	
11	RELLENO DE ZANJAS CON MATERIAL PROVENIENTE DE BANCO (TEPETATE), COMPACTADO AL 95% PROCTOR CON RODILLO VIBRATORIO, INCLUYE: EL TEPETATE PUESTO EN OBRA, ACARREO LIBRE HASTA 20 M, INCORPORACIÓN DE		3		0,30	0,67	69,80	14,03	1,00	14,03	
				- AREA DE TUBO LONGITUDINAL TOTAL			170,60		SUMA	34,29	M3
				V= 0,7854 x D2 x LONGITUD							
				SUSTITUYENDO V= 0,7854 x (0,1143)2 x (170.60)							
				V= 0,7854 x 0,013 x 170.60							
				VOLUMEN A DESCONTAR x TUBERIA DE 4"	V= 1,74					-1,74	M3
								TOTAL ESTE GENERADOR		32,55	M3
								TOTAL =		32,55	M3

CONSTRUCCIONES ICI, S.A. DE C.V.

ING. MIGUEL ANGEL CABRAL RIVAS
RESIDENTE DE OBRA

AUTORIZO
JEFE DE LA U.D. AGUA POTABLE
ING. ALEJANDRO NARVAEZ HERNANDEZ
SUPERVISION INTERNA



BIBLIOGRAFÍA

- 1.-www.adtechnologies.com.mx
- 2.-www.arqueomex.com
- 3.-www.cna.gob.mx
- 4.-www.conagua.gob.mx
- 5.-www.elriego.com
- 6.-www.fagro.edu.uy
- 7.-www.google.com.mx
- 8.-www.inegi.gob.mx
- 9.-www.ingenierosciviles.org
- 10.-www.jjes20m.com
- 11.-www.mapas-de-mexico.com
- 12.-www.monografias.com
- 13.-www.obras.df.gob.mx

14.-www.ordenjuridico.gob.mx

15.-www.quiminet.com

16.-www.revinca.com

17.-www.sacm.df.gob.mx

18.-www.sadmex.com

19.-www.tlahuac.com.mx

20.-www.tlahuac.df.gob.mx

21.-catarina.udlap.mx

22.-bombas-para-agua.net

23.-cursos.puc.cl

24.-elblogverde.com

25.-es.wikipedia.org

26.-mapserver.inegi.org.mx

27.-tuberiasyconexiones.com