

22

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ACATLÁN

ANALISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA DE
ABASTECIMIENTO DE AGUA A LA CIUDAD DE
PACHUCA, HIDALGO (SISTEMA DE BOMBEO DE
TEZONTLE A NOPANCALCO).

TESIS

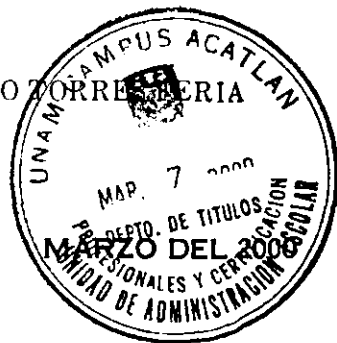
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL

PRESENTA

JUAN CARLOS ROCHA ESPINOZA

276327

ASESOR: M.I. JESUS HUMBERTO TORRES RIVERA





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.

AL RECUERDO DE MI PADRE

JUAN ROCHA ESTRADA

TRATANDO DE SEGUIR SU EJEMPLO

A MI MADRE

MARIA DE JESUS ESPINOZA LIRA

A MIS HERMANOS

A ERIKA A. JIMENEZ ABUNDEZ

AL M. I. JESUS HUMBERTO TORRES FERIA
POR LAS FACILIDADES QUE ME DIO
PARA LA REALIZACIÓN DE ESTE TRABAJO

A LOS SINODALES

ING. SALVADOR ACEVEDO MARQUEZ

ING. HERMENEGILDO ARCOS SERRANO

ING. JULIAN ALFREDO BUENO CONTRERAS

ING. ALEJANDRO PEÑA BONILLA

A TODOS LOS PROFESORES DE INGENIERIA CIVIL DE LA
E.N.E.P. ACATLAN

A:

COMISION DE AGUA Y ALCANTARILLADO DE SISTEMAS
INTERMUNICIPALES DEL ESTADO DE HIDALGO

CONSORCIO DE EMPRESAS DE INGENIERIA

COMISION DE AGUAS DEL DISTRITO FEDERAL

INDICE

Introducción

1 Conducciones a Presión.

Objetivo: Definir los principales conceptos que se aplican para el Análisis y Diseño de un Acueducto.

1.1 Generalidades.

1.2 Teoría de Funcionamiento.

1.3 Condiciones de Operación de una Conducción a Presión

2 Datos básicos.

Objetivo: Definir el tipo de condiciones con los que se elaborará el análisis y diseño del acueducto.

2.1 Recopilación de información.

2.2 Trabajos básicos de campo.

2.3 Determinación de datos básicos

3 Análisis de Diámetro económico para el acueducto.

Objetivo: Determinar el diámetro y tubería a analizar hidráulicamente.

3.1 Descripción de memoria de calculo.

3.2 Memoria de calculo para diferentes materiales y diámetros.

4 Proyecto Ejecutivo de la Línea de Conducción.

Objetivo: Analizar Hidráulicamente la Línea de Conducción.

4.1 Análisis Hidráulico en Operación Normal

4.2 Descripción de Memoria de Calculo

4.3 Memoria de calculo de .Análisis Hidráulico en Operación Normal

4.4 Descripción de Análisis ante la posible presencia de Fenómenos Transitorios

4.5 Salida de la Planta de Bombeo el Tezontle.

4.6 Llegada al Tanque Nopancalco

4.7 Cambios de Dirección.

4.8 Cruce Especial con Caminos

5 Selección de válvulas

Objetivo: Diseñar accesorios para el correcto funcionamiento del Acueducto.

5.1 Válvulas de Admisión y Expulsión de Aire

5.2 Calculo de diámetro de drenajes en líneas de conducción.

6 Representación gráfica del sistema de conducción

Objetivo: Presentar el proyecto mediante planos digitalizados incluyendo catalogo de conceptos.

6.1 Plano de Línea de Conducción, Plano de Cruce Especial y Plano de Detalles

Conclusiones y recomendaciones.

Introducción

La Ciudad de Pachuca en los últimos años ha experimentado un importante crecimiento poblacional, el cual demanda los servicios de infraestructura urbana acordes con la época actual, entre los que destaca el abasto de agua potable.

Actualmente la escasez del vital líquido obliga a que el servicio que se presta a los usuarios sea tandeado, para casi toda la Ciudad de Pachuca y área conurbada.

Por esta razón, este trabajo tendrá la finalidad de obtener la mejor alternativa tanto técnica como económica, del proyecto acueducto de la planta de bombeo Tezontle al tanque Nopancaico, el cual conducirá un gasto de 250 l/s a lo largo de más de 3 kilómetros, se consideran además válvulas para el correcto funcionamiento de la línea de conducción.

Este trabajo consta de seis capítulos, de los cuales los dos primeros se pueden considerar de introducción y problemática a resolver, los capítulos tres a seis contemplarán los aspectos técnicos y en su mayoría hidráulicos, que sirven para obtener las conclusiones y recomendaciones que he obtenido en el desarrollo de esta carrera.

1 Conducciones a Presión

1.1 GENERALIDADES

1.1.1 Obras de Captación.

La fuente de abastecimiento debe de proporcionar el gasto máximo diario requerido para las necesidades futuras, tomando en cuenta el periodo de diseño o en su defecto debe de satisfacer las necesidades actuales, mientras se contempla la posibilidad de reforzar a la zona mediante otras fuentes.

Las fuentes de abastecimiento comprenden aguas superficiales y subterráneas, siendo necesario para ambas casos, la elaboración de un diagnóstico de la calidad del agua a utilizarse. Dichas aguas deben de satisfacer las normas de calidad vigentes.

Para diseñar un buen sistema de abastecimiento de agua se requieren establecer las necesidades inmediatas y futuras de la localidad, siendo necesario prever que la fuente de abastecimiento proporcione el gasto máximo diario, sin que haya peligro de reducción por sequía u otra causa. Esto implica la determinación de las características generales y sanitarias de la localidad por servir, las condiciones climatológicas, la obtención de información necesaria para la planificación de acuerdo con

los planes de desarrollo urbano.

1.1.2 Línea de Conducción

La línea de conducción es la parte del sistema que transporta el agua desde el sitio de la captación, hasta un tanque de regularización o una planta potabilizadora.

Su capacidad se calcula con el gasto máximo diario de la fuente de abastecimiento.

Las líneas de conducción deben ser de fácil inspección, preferentemente paralelas a algún camino, en caso contrario se debe de analizar la conveniencia de construir un camino de acceso, de acuerdo con el establecimiento del derecho de vía correspondiente a la línea de conducción, considerando que el incremento en costo de éste se verá compensado con el ahorro que se tendrá en los gastos de conservación de la conducción, y sobre todo podrán detectarse y corregirse de inmediato las fugas o desperfectos que sufran las tuberías.

Llamaremos línea de conducción al conjunto de conductos, estructuras de operación, de protección y especiales, destinado a conducir el agua desde la fuente de abastecimiento hasta el sitio de entrega.

1.1.3 Definición de Conducción trabajando a presión.

Son tuberías que trabajan sometidas a una presión manométrica mayor a la atmosférica por la acción del flujo de agua y por lo mismo presentan una sección transversal completamente llena de fluido.

1.1.4 Clasificación de conducciones por gravedad

Se pueden clasificar

a) Conducciones operando a gravedad

Esta conducción se aplica a los trazos verticales de tipo descendente.

En este trazo debido a que el punto de entrega se encuentra en una cota menor que la toma, el flujo se logra, por la diferencia de niveles (figura 1).

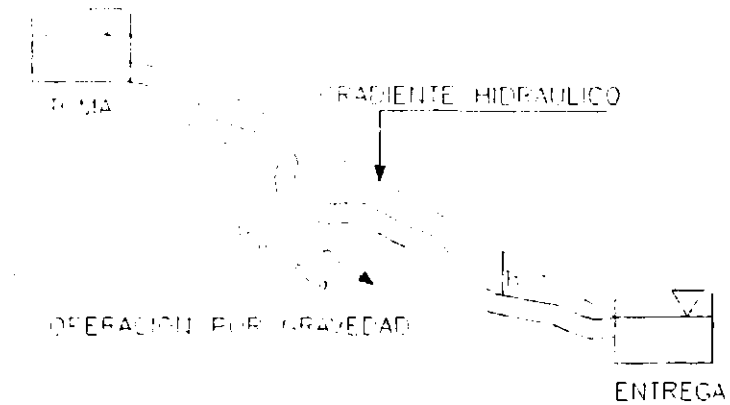


FIGURA 1

b) Conducciones operando a bombeo

Esta condición de operación se aplica a los trazos verticales de tipo ascendente.

En este trazo debido a que el punto de entrega se encuentra en una cota mayor que la toma, el flujo se logra por la acción de una bomba que transforma la energía mecánica en energía hidráulica (figura 2)

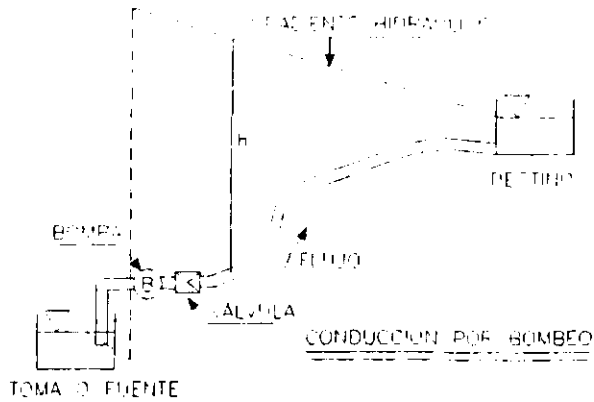


FIGURA 2

1.2 TEORIA DE FUNCIONAMIENTO

1.2.1 Gradiente Hidráulico

El gradiente Hidráulico o Línea de Energía es una línea que representa gráficamente el comportamiento de un flujo de agua en una conducción a presión (figura 3).

"Si no se presentará fricción en la tubería, el diámetro fuera constante, la velocidad sería constante, el gradiente hidráulico sería una línea horizontal, es decir la carga total en cualquier punto sería constante."

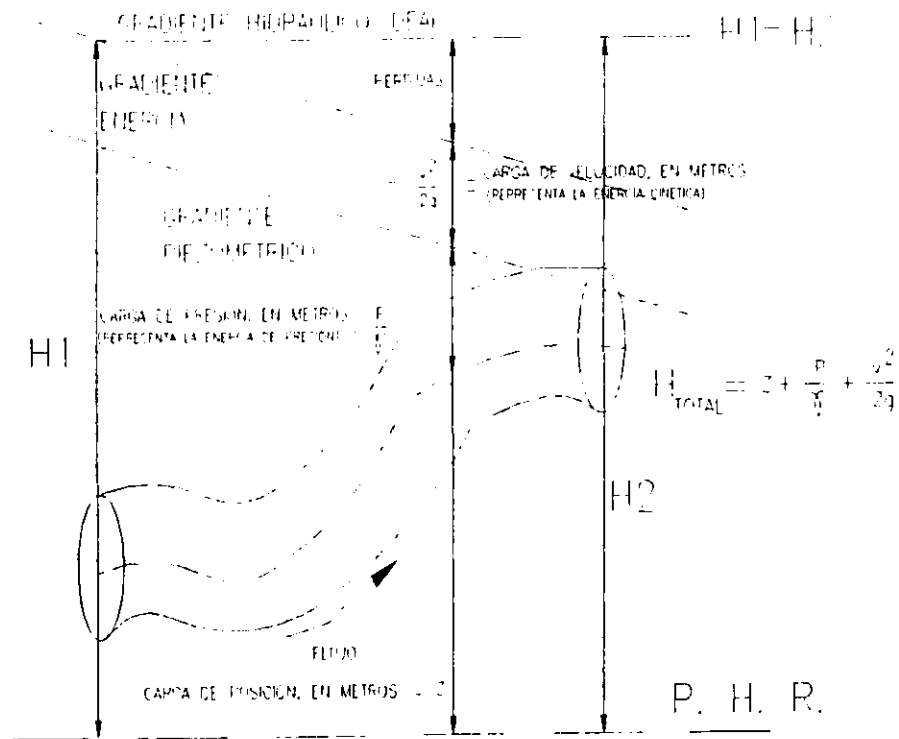


FIGURA 3

1.2.2 Gradiente Piezométrico.

En el análisis de una conducción a bombeo es de gran utilidad la representación gráfica del gradiente piezométrico, que es una línea recta definida por la carga piezométrica (h) medida en cada sección del tubo si sabemos que:

$$h = z + \frac{P}{\gamma}$$

En un conducto de diámetro constante ($v_1=v_2$) con fricción mayor a cero el gradiente piezométrico será una línea descendente en el sentido del flujo y paralela al gradiente de energía.

1.2.3 Gradiente Piezométrico abajo de la tubería

En el funcionamiento de una tubería a presión se recomendará siempre que el gradiente piezométrico este arriba de la conducción esto quiere decir que la tubería estará trabajando con presiones positivas.

1.3 CONDICIONES DE OPERACIÓN

1.3.1 Operación en flujo estacionario

Esta es la que tendrá la tubería la mayor parte de su vida, en esta operación las condiciones de presión, velocidad y gasto no cambian

con el tiempo. Por esto generalmente se diseña para las condiciones mas desfavorables (gasto máximo). Para el gasto antes mencionado el gradiente siempre deberá estar arriba de el eje del tubo para proporcionar trabajo con presiones positivas.

1.3.2 Operación en flujo transitorio

Esta es una condición de corta duración pero de consecuencias graves si no se toma en cuenta en el diseño, esta se presenta cuando se modifica el gasto en la tubería y este fenómeno se conoce como golpe de ariete. Aquí se producen sobrepresiones y depresiones, por lo que la tubería debe estar diseñada para resistir.

1.3.3 Operaciones de Llenado y Vaciado de tubería.

El vaciado y el llenado de una tubería son dos operaciones frecuentes sobre todo durante una etapa de mantenimiento, estas actividades que se presentan en forma alternada pueden hacer fallar a la tubería si no se realiza con el auxilio de válvulas.

Las válvulas de desfogue o desagüe permiten el vaciado del agua estas deben estar ubicadas en los puntos bajos de la tubería para que el desalojo sea por gravedad.

Las válvulas de admisión o expulsión de aire estarán siempre ubicadas

en los puntos altos de la línea.

El efecto a cuidar es la falla por aplastamiento (se "chupe"), esta falla la produce la presión negativa al actuar sobre una tubería vacía

2 Datos Básicos

2.1- RECOPIACION DE INFORMACION.

Se realizó una visita de reconocimiento por el trazo del acueducto con el fin de identificar todas las características más importantes de la conducción para tomarlas en cuenta en el diseño.

En la visita al lugar de proyecto, se comprobó que no hay impedimentos en el trazo, el cual saldrá de la Planta de Bombeo El Tezontle y su punto de descarga es el Tanque de regularización de Nopancalco, se identificaron todos los cruces con la infraestructura existente, se definieron los pozos a cielo abierto (PCA'S) para realizar el estudio de geotécnia, así como los puntos de interés para realizar los levantamientos topográficos de detalle (cruce con carretera).

También se recopiló la información relativa a este proyecto, la cual consistió en anteproyectos someros.

Los trabajos topográficos del anteproyecto serán aprovechados totalmente

para la elaboración del presente trabajo, y solo se realizarán las modificaciones que se tienen identificadas del trazo, así como los levantamientos de detalle en los tanques y cruce especial.

2.2- TRABAJOS BASICOS DE CAMPO.

2.2.1. Trazo de la Poligonal de Apoyo

Se aprovechan los trabajos de topografía realizados para la elaboración del anteproyecto, la longitud del acueducto es de 3,908.80 m, desde la planta de bombeo El Tezontle hasta el tanque de entrega Nopancalco.

2.2.2. Nivelación de la Poligonal.

Se realizó la nivelación de la poligonal de apoyo, tomando como referencia el banco de nivel sobre la losa del tanque El Tezontle con una elevación de 2,368.85 m.s.n.m., llegando al tanque de Nopancalco a la cota 2,400.28 m.s.n.m. en la losa de cubierta, mientras que la plantilla tiene una elevación de 2,392.18 m.s.n.m.

El desnivel máximo de este trazo es de 25.35 m., teniendo una pendiente

muy suave y constante.

2.2.3. Levantamientos de Detalle.

Se realizaron los levantamientos topográficos de detalle en los sitios donde se proyectará algún cruce especial, con el fin de tener todos los puntos de interés y elaborar un trabajo preciso.

Por este concepto se hizo el levantamiento de detalle en una área de 40 x 40 m para el cruce con la carretera que va a Actopan, Hgo., así como un levantamientos de detalle, en el tanque Nopancalco.

2.2.4. GEOTECNIA.

Se realizaron tres PCA's (pozos a cielo abierto) a cada $\pm 1,000.00$ m. a lo largo del trazo, con el fin de obtener las características del terreno, para considerarlas en las terracerías del proyecto de la línea de conducción, la longitud total del trazo considerada para la geotécnia fue de 4.0 Km (3908.80 m); teniendo su inicio en el tanque El Tezontle y su punto final en el tanque de entrega Nopancalco.

2.3.- DETERMINACIÓN DE DATOS BÁSICOS DE PROYECTO.

2.3.1. Gasto de Diseño.

Sistema de alimentación Macrocírcuito Oriente y Poniente.

De acuerdo con el plan de ordenamiento urbano de Pachuca - Mineral de la Reforma realizado por la SEDESOL en 1992, para el pronóstico de crecimiento en etapas de desarrollo, el área conurbada tendrá la expectativa de crecimiento y sus demandas para las dos zonas principales de abasto, oriente y poniente, las cuales se muestran en las siguientes tablas:

PACHUCA Y ZONA CONURBADA

PERIODO	AREA	POBLACION	Q med
	TOTAL Has.	TOTAL Hab.	l.p.s.
1,995-2,000	4,981	290,650	1,034
2,000-2,010	5,666	404,201	1,377
2,010-2,017	6,163	496,392	1,642
2,017-2,020	6,376	542,082	1,794

ZONA ORIENTE DE PACHUCA

PERIODO	AREA	POBLACION	Q med
	TOTAL Has.	TOTAL Hab.	l.p.s.
1,995-2,000	4,214	245,890	875
2,000-2,010	4,214	300,604	994
2,010-2,017	4,583	369,167	1,221
2,017-2,020	4,742	403,146	1,334

ZONA PONIENTE DE PACHUCA

PERIODO	AREA	POBLACION	Q med
	TOTAL Has.	TOTAL Hab.	
1,995-2,000	767	44,760	159
2,000-2,010	1,452	103,597	343
2,010-2,017	1,580	127,225	421
2,017-2,020	1,634	138,936	460

La zona oriente estará alimentada por la planta de bombeo La Paz y su ampliación La paz II, conduciendo el gasto hacia el tanque de regularización Abundio Martínez, del cual se distribuye por gravedad hacia varios tanques, plantas de bombeo y a la red de agua potable.

La zona poniente será alimentada por la planta de bombeo El Tezontle, hacia el tanque Nopancalco, del cual se distribuye por gravedad hacia la red de agua potable y a la planta de bombeo de Trigueros.

De acuerdo a la planeación del microcircuito (plan de ordenamiento urbano

SEDESOL) de agua potable para la Ciudad de Pachuca, Hgo., el gasto que se requiere para la zona poniente es de 644 l.p.s. medidos como Qmd (gasto máximo diario), $(Qmd=1.4 \cdot 460)$, donde $Cv=1.4$ (coeficiente propuesto por CNA), (Cv =coeficiente de variación) y $Qmed=460$ l.p.s., ($Qmed$ =gasto medio diario) de los cuales 394 l.p.s. están siendo enviados actualmente por un acueducto existente de 20" de diámetro a base de tubería de asbesto-cemento y diferentes clases, por lo que los restantes 250 l.p.s. serán enviados por la línea de conducción de proyecto de Tezontle a Nopancalco.

Para el cálculo del diámetro preliminar se utiliza la fórmula de Marquardt

$$D = \sqrt[4]{\beta K Q}$$

Donde:

D= diámetro económico preliminar en m

K= Coeficiente de Bresse=1.20

Q=Gasto de Diseño 0.25 m³/seg

β Numero de horas diarias / 24 (se considera el valor de 0.5 para 12 horas de bombeo al día)

se obtuvo un diámetro de 0.5045 m (20"), se analizará para los diámetros 20", 18", y 24"

3 Análisis de Diámetro más económico.

3.1 DESCRIPCIÓN DE MEMORIA DE CALCULO

PROCEDIMIENTO

Se realizó el análisis del diámetro económico de la línea de conducción a presión para diferentes tipos y clases de material, para un gasto de 250 l.p.s. y una longitud de conducción de 3,908.80 m., encontrándose que el diámetro más económico es de 20" con tubería de polietileno de alta densidad.

Se diseñó una hoja de cálculo en excel (ver subcapítulo 3.2) la cual a continuación se muestra su funcionamiento:

CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

En esta columna se introducirán datos básicos siendo:

Obra, localización, gasto en l.p.s., tipo de tubería a analizar, observaciones y quien calcula.

DIÁMETRO DE CONDUCTO

Aquí se teclea el diámetro en pulgadas la conversión a milímetros se realiza automáticamente, para este caso se analizarán los diámetros de 18, 20 y 24 pulgadas.

LONGITUD DE TUBERÍA

Se introducirá la longitud del acueducto en m., en este caso L=3908.80 m

COEFICIENTE n DE MANNING

Se teclea los coeficientes de fricción teniendo los siguientes valores:

Para polietileno n=0.009

Para acero n=0.014 (por si se suministra corrugado)

Para asbesto-cemento n=0.009

CARGA DE VELOCIDAD O ENERGÍA CINÉTICA

Las velocidad se calculará con la siguiente expresión

$$v = \frac{4Q}{\pi d^2}$$

Donde:

Q=Gasto en m³/seg

d= Diámetro interior, en metros

En el polietileno se pueden variar las velocidades ya que varia el diámetro interior por los espesores (RD'S)

PÉRDIDAS POR FRICCIÓN (hf)

Se utiliza la siguiente expresión:

$$hf = \frac{10.293 n^2 L Q^2}{d^5}$$

Donde:

n= Coeficiente de manning

L= Longitud en m

Q= Gasto en m³/seg

d= Diámetro interior, en m

HDT (ALTURA PIEZOMETRICA)

Se efectúa la siguiente expresión

HDT=DESNIVEL TOPOGRÁFICO+hf+DESNIVEL DEL TANQUE CON TERRENO TOPOGRÁFICO

HDT= Altura piezométrica

Desnivel Topográfico= Altura Llegada – Altura salida

hf= Pérdida acumulada en el trayecto de el acueducto.(observar capítulo de análisis hidráulico)

Desnivel de tanque con terreno en este caso será de 7.9 m esto es para

llegar al tanque de entrega con caída, "ya que si no , puede ser que nunca llegue el agua al tanque"

POTENCIA DE LA BOMBA O POTENCIA HIDRÁULICA (H. P.)

Resulta de:

$$H.P. : \frac{1000 Q * HDT}{76 \eta}$$

Donde:

Q=Gasto en m³/seg

HDT= Altura Piezométrica

η =75% (eficiencia)

La segunda parte de la hoja de cálculo se describirán por filas

EXCAVACIÓN MATERIAL CLASE (I), (II) y(III)

Se calcula:

$$ANCHO * PROFUNDIDAD * LONGITUD * PORCENTAJEMATERIAL$$

A continuación se presentan las dimensiones de zanja obtenidas de las especificaciones de CNA y U.N. A.M.

DIMENSIONES DE ZANJA

DIAM. NOMINAL		ANCHO	PROF.	VOLUMEN
mm.	Pulg.	Cm.	cm.	m3 por ml
406.4	16	100	140	1.40
457.2	18	115	145	1.67
508.0	20	120	150	1.80
609.6	24	130	165	2.15

PLANTILLA APISONADA

Se calcula:

$$\text{ANCHO} * \text{LONGITUD} * \text{GROSOR PLANTILLA}$$

INSTALACIÓN Y JUNTEO

Se teclaa la longitud, L=3908.80

PROTECCIÓN ANTICORROSIVA SUPERFICIE INTERIOR Y EXTERIOR (PARA ACERO)

Calculándose como:

*PERIMETRO * LONGITUD*

Donde:

Perímetro = $\pi * d$ en metros

Longitud= L=3908.80 m

INSPECCIÓN RADIOGRAFICA (PARA ACERO)

Se obtiene de:

*NUMERODETRAMOS * PERIMETRODELA TUBERIA * PORCENTAJESOLDADURA*

Número de Tramos=3908.80/6

Perímetro de la tubería= $P = \pi * d$

Porcentaje de soldadura=30%

RELLENO COMPACTADO AL 90% PROCTOR

Resultando de:

RELLENO= L(((d + 0.3) ANCHO)-(ÁREA TUBERÍA))

Donde:

L= Longitud acueducto

d= Diámetro en m.

Ancho=ancho de zanja

RELLENO A VOLTEO

Se definió como:

RELLENO VOLTEO = L(EXCAVACION (RELLENO PROCTOR PLANTILLA))*

ANUALIDAD POR CONDUCCIÓN

Se calcula como:

$$\text{ANUALIDAD POR CONDUCCIÓN} = \frac{P_i}{1 + (1 + i)^n}$$

Donde:

P= Costo total de la línea

i= Tasa de interés (10%)

n= plazo (20 años)

ANUALIDAD POR ENERGÍA

Aplicandose:

$$\text{ANUALIDAD POR ENERGÍA} = \text{H.P.} \cdot 0.7457 \cdot 24 \text{ HR} \cdot 365 \text{ DÍAS}$$

Donde:

H.P. =Potencia

3.2 MEMORIA DE CALCULO PARA DIFERENTES MATERIALES Y DIÁMETRO

PROCEDIMIENTO

En las siguientes hojas se presentan las tablas de cálculo del diámetro más económico para diferentes materiales y diámetros, en las cuales se puede observar que la tubería de 20" de polietileno de alta densidad es la más económica para conducir un gasto de 250 l.p.s.

Para el cálculo del diámetro más económico se considera una tasa de interés del 10% anual y un periodo de rescate de 20 años.

Los precios utilizados en el análisis del diámetro más económico se obtuvieron directamente de los distribuidores de los diferentes materiales.

Los precios unitarios de los demás conceptos que intervienen en el análisis fueron tomados del catálogo de precios unitarios de la Comisión Nacional del

Agua.

A continuación se muestra el resumen del diámetro más económico para los diferentes materiales analizados:

DIAMETRO ECONOMICO

MATERIAL	COSTO ANUAL TOTAL (\$)		
	Ø = 18"	Ø = 20"	Ø = 24"
ACERO	926,870.61	874,090.11	888,758.04
ASBESTO-CEMENTO	713,895.23	691,961.56	764,859.97
POLIETILENO	719,482.17	657,917.50	670,126.12

Según se puede apreciar el diámetro más económico es de 20" con tubería de polietileno de alta densidad, por lo que es el material que se recomienda para este trabajo.

Cabe mencionar que el polietileno de alta densidad, según pruebas del

laboratorio del **Plastic Pipe Institute**, tiene una duración mínima de 50 años, que es mayor que la de cualquier otro material, además de su flexibilidad y su bajo coeficiente de rugosidad, que la hacen aún mas ventajosa y atractiva.

CALCULO DEL DIAMETRO MAS ECONOMICO EN LINEAS DE CONDUCCION

OPERACION NORMAL

OBRA:	TEZONTLE - NOPANCALCO	DIAMETRO		GASTO m ³ /seg	LONGITUD m	n Manning	VEL. m/s	hf m	HDT m	5% HDT m	POTENCIA H.P.
		pulg	mm								
LOCALIZACION:	PACHUCA, HGO.										
GASTO:	250 l.p.s	18.000	457.2	0.250	3.908.80	0.009	1.52	13.23	46.66	2.33	214.88
TIPO DE TUBERIA:	ASBESTO-CEMENTO	20.000	508.0	0.250	3.908.80	0.009	1.23	7.55	40.98	2.05	188.72
OBSERVACIONES:		24.000	609.6	0.250	3.908.80	0.009	0.86	2.85	36.28	1.81	167.08
CALCULO:	JCRE										

CONCEPTO	UNIDAD	18.000			20.000			24.000		
		DIAMETRO (PULG.) CANT.	P.U. (\$)	IMPORTE (\$)	DIAMETRO (PULG.) CANT.	P.U. (\$)	IMPORTE (\$)	DIAMETRO (PULG.) CANT.	P.U. (\$)	IMPORTE (\$)
Excavacion material clase I (0%)	m ³									
Excavacion material clase II (90%)	m ³	5.866.13	7.11	41.708.20	6.332.26	7.11	45.022.34	7.545.94	7.11	53.651.62
Excavacion material clase III (10%)	m ³	651.79	43.50	28.352.97	703.58	43.50	30.605.80	838.44	43.50	36.472.04
Plantilla sponada	m ³	449.51	24.73	11.116.43	469.06	24.73	11.599.75	508.14	24.73	12.566.40
Inst. junteo y prueba de tuberia de										
18" de diam. A-5	m	1.108.80	17.00	18.849.60						
18" de diam. A-7	m	1.600.00	19.95	31.920.00						
18" de diam. A-10	m	1.200.00	25.09	30.108.00						
20" de diam. A-5	m				1.608.80	21.40	34.428.32			
20" de diam. A-7	m				2.300.00	24.28	55.844.00			
24" de diam. A-5	m							2.808.80	23.50	66.006.80
24" de diam. A-7	m							1.100.00	25.95	28.545.00
Relleno compactado al 90% Proctor	m ³	2.761.98	38.01	104.983.03	2.997.73	38.01	113.943.53	3.481.24	38.01	132.322.00
Relleno a volteo	m ³	2.664.71	3.73	9.939.36	2.776.81	3.73	10.357.51	3.254.15	3.73	12.138.00
Atragues de concreto Fc = 100 Kg/cm ²	m ³	1.68	522.67	878.09	2.19	522.67	1.144.65	3.19	522.67	1.667.32
Suministro de tuberia de										
18" de diam. A-5	m	1.108.80	422.80	468.800.64						
18" de diam. A-7	m	1.600.00	585.60	936.960.00						
18" de diam. A-10	m	1.200.00	803.70	964.440.00						
20" de diam. A-5	m				1.608.80	610.24	981.754.11			
20" de diam. A-7	m				2.300.00	693.10	1.594.130.00			
24" de diam. A-5	m							2.808.80	862.61	2.422.898.97
24" de diam. A-7	m							1.100.00	980.60	1.078.660.00
COSTO TOTAL DE CONDUCCION				2.648.056.31			2.878.830.12			3.844.928.14
ANUALIDAD POR CONDUCCION				311.039.70			338.146.31			451.623.82
ANUALIDAD POR ENERGIA	Kwh	1.403.677.81	0.29	402.855.53	1.232.805.76	0.29	353.815.25	1.091.415.15	0.29	313.236.15
COSTO ANUAL TOTAL				713.895.23			691.961.56			764.859.97

NOTA:

SE ANALIZA LA ANUALIDAD POR INTERESES MAS LA AMORTIZACION A UN PLAZO DE 20 ANOS. CON UNA TASA DE INTERES DEL 10%

LA FORMULA A UTILIZAR ES:

$$A = [P \cdot i / (1 - (1 + i)^{-n})] + C.A.E.$$

DONDE

P = COSTO TOTAL DE LA LINEA

i = TASA DE INTERES

n = PLAZO

C.A.E. = COSTO ANUAL DE ENERGIA

CALCULO DEL DIAMETRO MAS ECONOMICO EN LINEAS DE CONDUCCION

OPERACION NORMAL

OBRA: TEZONTLE - NOPANCAL	DIAMETRO		GASTO m3/seg	LONGITUD m	n Manning	VEL. m/s	hf m	HDT m	5% HDT m	POTENCIA H.P.
	pulg	mm								
LOCALIZACION: PACHUCA, HGO.										
GASTO: 250 l.p.s.	18 000	457.2	0.250	3,908.80	0.014	1.52	32.02	65.45	3.27	301.41
TIPO DE TUBERIA: ACERO	20 000	508.0	0.250	3,908.80	0.014	1.23	18.26	51.69	2.56	239.05
OBSERVACIONES:	24 000	609.6	0.250	3,908.80	0.014	0.86	6.90	40.33	2.02	185.73
CALCULO: JCRE										

CONCEPTO	UNIDAD	DIAMETRO (PULG.) 18.000			DIAMETRO (PULG.) 20.000			DIAMETRO (PULG.) 24.000		
		CANT.	P.U. (\$)	IMPORTE (\$)	CANT.	P.U. (\$)	IMPORTE (\$)	CANT.	P.U. (\$)	IMPORTE (\$)
Excavacion material clase I (0%)	m3									
Excavacion material clase II (90%)	m3	5,966.13	7.11	41,708.20	6,332.26	7.11	45,022.34	7,545.94	7.11	53,651.62
Excavacion material clase III (10%)	m3	651.79	43.50	28,352.97	703.58	43.50	30,605.90	838.44	43.50	36,472.04
Plantilla apzonada	m3	449.51	24.73	11,116.43	469.06	24.73	11,599.75	508.14	24.73	12,566.40
Inst. juntas y prueba de tuberia de:										
18" de diam., 3/16" de esp	m	3,908.80	91.37	357,147.06						
20" de diam., 7/32" de esp	m				3,908.80	107.27	419,296.98			
24" de diam., 1/4" de esp	m							3,908.80	115.63	451,974.54
Proteccion anticorrosiva superficie exteri	m2	5,614.35	120.29	675,350.26	6,238.17	120.29	750,309.17	7,485.80	120.29	900,467.01
Proteccion anticorrosiva superficie interi	m2	5,614.35	86.03	483,002.60	6,238.17	86.03	536,669.55	7,485.80	86.03	644,803.46
Inspeccion radiografica al 30% de la sola	m	280.72	238.95	67,077.46	155.95	238.95	37,265.25	187.15	238.95	44,718.30
Relleno compactado al 90% Proctor	m3	2,761.98	38.01	104,983.03	2,997.73	38.01	113,943.53	3,481.24	38.01	132,322.00
Relleno a volteo	m3	2,664.71	3.73	9,939.36	2,776.81	3.73	10,357.53	3,254.15	3.73	12,138.00
Atraveses de concreto F'c = 100 Kg/cm2	m3	1.68	522.67	878.09	2.19	522.67	1,144.65	3.19	522.67	1,667.32
Suministro de tuberia de:										
18" de diam., 3/16" de esp.	m	3,908.80	332.72	1,300,524.21						
20" de diam., 7/32" de esp.	m				3,908.80	431.30	1,685,861.53			
24" de diam., 1/4" de esp.	m							3,908.80	591.50	2,312,066.93
COSTO TOTAL DE CONDUCCION				3,080,079.65			3,642,156.18			4,662,047.82
ANUALIDAD POR CONDUCCION				361,785.00			427,806.30			540,554.79
ANUALIDAD POR ENERGIA	KwHr	1,968,939.41	0.287	565,085.61	1,594,935.85	0.287	446,283.81	1,213,251.74	0.287	348,203.25
COSTO ANUAL TOTAL				926,870.61			874,090.11			888,758.04
NOTA:										
SE ANALIZA LA ANUALIDAD POR INTERESES MAS LA AMORTIZACION A UN PLAZO DE 20 ANOS, CON UNA TASA DE INTERES DEL 10%										
LA FORMULA A UTILIZAR ES:										
$A = [P \cdot i] / [(1 + i)^n - 1] + C.A.E.$										
DONDE:										
P = COSTO TOTAL DE LA LINEA										
i = TASA DE INTERES	10	%								
n = PLAZO	20	ANOS								
C.A.E. = COSTO ANUAL DE ENERGIA										

CALCULO DEL DIAMETRO MAS ECONOMICO EN LINEAS DE CONDUCCION

O P E R A C I O N N O R M A L

OBRA:	DIAMETRO		GASTO m3/seg	LONGITUD m	n	VEL. m/s	hf m	HDT m	5% HDT m	POTENCIA H.P.	
	pulg	mm									
LOCALIZACION:	PACHUCA, HGO.										
GASTO:	250 l.p.s.	18 000	457.2	0 250	3 908.80	0.009	1 79 A 2 01	23.11	56.54	2.83	260.38
TIPO DE TUBERIA:	POLIETILENO		20 000	0 250	3 908.80	0.009	1 45 A 1 58	1 2 50	45.93	2.30	211.52
OBSERVACIONES:			24 000	0 250	3 908.80	0.009	1 01 A 1 05	4 51	37.94	1 90	174.72
CALCULO:	JCRC										

CONCEPTO	UNIDAD	DIAMETRO (PULG.)			20.000			DIAMETRO (PULG.)			24.000		
		CANT.	P.U. (\$)	IMPORTE (\$)	CANT.	P.U. (\$)	IMPORTE (\$)	CANT.	P.U. (\$)	IMPORTE (\$)	CANT.	P.U. (\$)	IMPORTE (\$)
Excavacion material clase II (10%)	m3												
Excavacion material clase II (190%)	m3	5 866.13	7.11	41 706.20	6 332.26	7.11	45 022.34	7 545.94	7.11	53 651.62			
Excavacion material clase III (10%)	m3	651.79	43.50	28 351.97	703.58	43.50	30 605.90	838.44	43.50	36 472.04			
Plantilla apoyada	m3	449.51	24.73	11 116.43	469.06	24.73	11 599.75	508.14	24.73	12 566.40			
Inst. lumico v prueba de tuberia de:													
18" de diam.	m	3 908.80	21.62	84 508.26									
20" de diam.	m				3 908.80	24.43	95 491.98						
24" de diam.	m							3 908.80	31.49	123 088.11			
Relleno compactado al 90% Proctor	m3	2 761.98	38.01	104 983.03	2 997.73	38.01	113 943.53	3 481.24	38.01	132 322.00			
Relleno a volteo	m3	2 664.71	3.73	9 939.36	2 776.81	3.73	10 357.51	3 254.15	3.73	12 138.00			
Afraidos de concreto F'c = 100 Kg/cm2	m3	1.68	522.67	878.09	2.19	522.67	1 144.65	3.19	522.67	1 667.32			
Suministro de tuberia de:													
18" de diam. RD-15.5	m	700.00	561.80	393 260.00									
18" de diam. RD-17	m	700.00	515.29	360 703.00									
18" de diam. RD-21	m	900.00	422.26	380 034.00									
18" de diam. RD-26	m	1 608.80	344.30	553 909.84									
20" de diam. RD-17	m				800.00	636.36	509 088.00						
20" de diam. RD-21	m				900.00	521.23	469 107.00						
20" de diam. RD-26	m				2 209.80	429.02	938 784.18						
24" de diam. RD-21	m							1 100.00	750.63	825 693.00			
24" de diam. RD-26	m							2 808.80	611.93	1 718 788.98			

COSTO TOTAL DE CONDUCCION 1,969,393.17 2,225,144.85 2,916,387.47

ANUALIDAD POR CONDUCCION 231,324.18 261,364.68 342,557.78
 ANUALIDAD POR ENERGIA Kw/Hr 1 700 898 92 0.287 488 357 99 1 381 717 15 0.287 396 552 82 1 141 353 11 0.287 327 568 34

COSTO ANUAL TOTAL 719,482.17 657,917.50 670,126.77

NOTA:
 SE ANALIZA LA ANUALIDAD POR INTERESES MAS LA AMORTIZACION A UN PLAZO DE 20 ANOS, CON UNA TASA DE INTERES DEL 10%
 LA FORMULA A UTILIZAR ES:

$$A = \frac{P \cdot i \cdot (1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1} + C.A.E.$$

DONDE

P = COSTO TOTAL DE LA LINEA

i = TASA DE INTERES

n = PLAZO

C.A.E = COSTO ANUAL DE ENERGIA

10 %
20 AÑOS

4 Proyecto Ejecutivo de la Línea de Conducción.

4.1 ANALISIS HIDRAULICO EN OPERACIÓN NORMAL. (O DE FLUJO ESTABLECIDO)

Se realizó el análisis hidráulico de la línea de conducción en operación normal para los diferentes tipos y clases de materiales, de los cuales se selecciona el polietileno de alta densidad con tubería de 20" de diámetro.

Las clases de tubería de acuerdo con el análisis hidráulico son RD-17, RD-21 y RD-26 con longitudes de 800, 900 y 2,208.80 m respectivamente.(ver subcapítulo 4.3)

Las velocidades que se presentan en la tubería van de 1.45 a 1.58 m/s (por diferentes RD'S) y las pérdidas por fricción acumuladas son de 12.50 m, que sumadas al desnivel topográfico dan una carga de bombeo de 45.93 m, para poder descargar al tanque de Nopancaico por la losa superior, cuya elevación es de 2,400.28 m.s.n.m.

4.2 DESCRIPCIÓN DE MEMORIA DE CALCULO.

4.2.1 DESCRIPCIÓN DE ANÁLISIS HIDRÁULICO

Se realizó el análisis hidráulico (subcapítulo 4.3) de la línea de conducción a presión para diferentes tipos y clases de material, tomado como base los resultados de los análisis hidráulicos para un gasto de 250 l.p.s. y una longitud de conducción de 3908.80 m.

Para el calculo se diseño una hoja en Excell 97.

A continuación se presentan el funcionamiento de la hoja:

S (PENDIENTE)

Se cálculo como:

$$S = \frac{h_f}{L}$$

Donde:

h_f = Pérdidas por fricción en el tramo analizado

L= Longitud por tramo(L=100 m)

GOLPE DE ARIETE

Se calculo como:

$$hga = \frac{145v * 0.20}{\sqrt{1 + \frac{Ea * d}{Ec * e}}}$$

donde:

v= Velocidad por tramo en m/s

d= diámetro interior, cm

Ea= módulo de elasticidad del agua, (20670 Kg/cm²)

Ec= módulo de elasticidad de tubería, (para acero=2100000 kg/cm², para asbesto-cemento=328000 kg/cm², para polietileno=7910 kg/cm²)

0.20=porcentaje por ser tubería

Nota: para las demás columnas se observan en la hoja de cálculo y capítulo de Diámetro Económico.

4.3 MEMORIA DE CALCULO DE ANÁLISIS HIDRÁULICO EN OPERACIÓN NORMAL.

A continuación se presentan las hojas de calculo del análisis hidráulico así como la representación gráfica

ANÁLISIS HIDRÁULICO
LÍNEA DE CONDUCCION A PRESION.
TRAMO P.B. TEZONTLE- TANQUE NOPANCALCO
TUBERIA DE ACERO, Q = 250 l.p.s., L = 3,908.80 m., DIAM = 18"

TRAMO No	PUNTO	ESTACION Km	ELEV msnm	n	L m	Q m ³ /s	CLASE DE TUBERIA		D NOM PULG	D EXT. PULG	ESP PULG	D INT m	n _f m	n _f ACUM m	V m/s	S	GOLPE DE ARIETE	ALTURA PIEZOM	ELEV PIEZOM	H TOTAL m	PRESION DE TRABAJO	
							TIPO	PSI													Kg/cm ²	PSI
	PBT	0 00	2366.85				ACERO	218									31.67	65.45	2432.30	97.12	9.71	139
1		100.00	2366.09	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	18	18.000	0.188	0.457	0.82	0.82	1.52	0.00819	31.67	65.40	2431.49	97.06	9.71	139
2		200.00	2366.44	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	18	18.000	0.188	0.457	0.82	1.64	1.52	0.00819	31.67	64.23	2430.67	95.89	9.59	137
3		300.00	2365.65	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	18	18.000	0.188	0.457	0.82	2.46	1.52	0.00819	31.67	64.20	2429.85	95.86	9.59	137
4		400.00	2365.78	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	18	18.000	0.188	0.457	0.82	3.28	1.52	0.00819	31.67	63.27	2429.03	94.93	9.49	136
5		500.00	2365.48	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	18	18.000	0.188	0.457	0.82	4.10	1.52	0.00819	31.67	62.73	2428.21	94.39	9.44	135
6		600.00	2365.98	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	18	18.000	0.188	0.457	0.82	4.92	1.52	0.00819	31.67	61.41	2427.39	93.07	9.31	133
7		700.00	2366.33	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	18	18.000	0.188	0.457	0.82	5.74	1.52	0.00819	31.67	60.24	2426.57	91.91	9.19	131
8		800.00	2366.42	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	18	18.000	0.188	0.457	0.82	6.55	1.52	0.00819	31.67	59.33	2425.75	91.00	9.10	130
9		900.00	2367.20	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	18	18.000	0.188	0.457	0.82	7.37	1.52	0.00819	31.67	57.73	2424.93	89.40	8.94	128
10		1.000.00	2367.91	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	18	18.000	0.188	0.457	0.82	8.19	1.52	0.00819	31.67	56.20	2424.11	87.87	8.79	126
11		1.100.00	2368.91	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	18	18.000	0.188	0.457	0.82	9.01	1.52	0.00819	31.67	54.38	2423.29	86.05	8.60	123
12		1.200.00	2369.81	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	18	18.000	0.188	0.457	0.82	9.83	1.52	0.00819	31.67	52.66	2422.47	84.33	8.43	120
13		1.300.00	2370.02	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	18	18.000	0.188	0.457	0.82	10.65	1.52	0.00819	31.67	51.63	2421.65	83.30	8.33	119
14		1.400.00	2371.56	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	18	18.000	0.188	0.457	0.82	11.47	1.52	0.00819	31.67	49.27	2420.83	80.94	8.09	116
15		1.500.00	2371.55	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	18	18.000	0.188	0.457	0.82	12.29	1.52	0.00819	31.67	48.47	2420.02	80.13	8.01	114
16		1.600.00	2372.09	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	18	18.000	0.188	0.457	0.82	13.11	1.52	0.00819	31.67	47.11	2419.20	78.77	7.88	113
17		1.700.00	2372.25	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	18	18.000	0.188	0.457	0.82	13.93	1.52	0.00819	31.67	46.13	2418.38	77.79	7.78	111
18		1.800.00	2372.69	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	18	18.000	0.188	0.457	0.82	14.75	1.52	0.00819	31.67	44.87	2417.56	76.53	7.65	109
19		1.900.00	2373.21	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	18	18.000	0.188	0.457	0.82	15.57	1.52	0.00819	31.67	43.53	2416.74	75.19	7.52	107
20		2.000.00	2373.16	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	18	18.000	0.188	0.457	0.82	16.39	1.52	0.00819	31.67	42.76	2415.92	74.42	7.44	106
21		2.100.00	2373.84	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	18	18.000	0.188	0.457	0.82	17.21	1.52	0.00819	31.67	41.26	2415.10	72.92	7.29	104
22		2.200.00	2375.56	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	18	18.000	0.188	0.457	0.82	18.02	1.52	0.00819	31.67	39.72	2414.28	70.39	7.04	101
23		2.300.00	2376.74	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	18	18.000	0.188	0.457	0.82	18.84	1.52	0.00819	31.67	36.72	2413.46	68.39	6.84	98
24		2.400.00	2377.92	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	18	18.000	0.188	0.457	0.82	19.66	1.52	0.00819	31.67	34.72	2412.64	66.39	6.64	95
25		2.500.00	2380.07	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	18	18.000	0.188	0.457	0.82	20.48	1.52	0.00819	31.67	31.75	2411.82	63.42	6.34	91
26		2.600.00	2382.00	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	18	18.000	0.188	0.457	0.82	21.30	1.52	0.00819	31.67	29.00	2411.00	60.67	6.07	87
27		2.700.00	2382.97	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	18	18.000	0.188	0.457	0.82	22.12	1.52	0.00819	31.67	27.21	2410.18	58.88	5.89	84
28		2.800.00	2384.38	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	18	18.000	0.188	0.457	0.82	22.94	1.52	0.00819	31.67	24.98	2409.36	56.65	5.66	81
29		2.900.00	2386.12	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	18	18.000	0.188	0.457	0.82	23.76	1.52	0.00819	31.67	22.43	2408.55	54.09	5.41	77
30		3.000.00	2387.44	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	18	18.000	0.188	0.457	0.82	24.58	1.52	0.00819	31.67	20.29	2407.73	51.95	5.20	74
31		3.100.00	2389.47	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	18	18.000	0.188	0.457	0.82	25.40	1.52	0.00819	31.67	17.44	2406.91	49.10	4.91	70
32		3.200.00	2390.47	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	18	18.000	0.188	0.457	0.82	26.22	1.52	0.00819	31.67	15.62	2406.09	47.28	4.73	68
33		3.300.00	2391.53	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	18	18.000	0.188	0.457	0.82	27.04	1.52	0.00819	31.67	13.74	2405.27	45.40	4.54	65
34		3.400.00	2392.78	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	18	18.000	0.188	0.457	0.82	27.86	1.52	0.00819	31.67	11.67	2404.45	43.33	4.33	62
35		3.500.00	2394.32	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	18	18.000	0.188	0.457	0.82	28.68	1.52	0.00819	31.67	9.31	2403.63	40.97	4.10	59
36		3.600.00	2396.75	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	18	18.000	0.188	0.457	0.82	29.49	1.52	0.00819	31.67	8.06	2402.81	37.73	3.77	54
37		3.700.00	2396.80	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	18	18.000	0.188	0.457	0.82	30.31	1.52	0.00819	31.67	5.19	2401.99	36.86	3.69	53
38		3.800.00	2394.92	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	18	18.000	0.188	0.457	0.82	31.13	1.52	0.00819	31.67	6.25	2401.17	37.92	3.79	54
39		3.900.00	2392.38	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	18	18.000	0.188	0.457	0.82	31.95	1.52	0.00819	31.67	7.97	2400.35	39.64	3.96	57
40	TN	3.908.80	2392.38	0.014	8.80	0.2500	ACERO	218	18	18.000	0.188	0.457	0.07	32.02	1.52	0.00819	0.00	7.90	2400.28	7.90	0.79	11

PBT = PLANTA DE BOMBEO TEZONTLE

TN = TANQUE NOPANCALCO

ANÁLISIS HIDRAULICO
LÍNEA DE CONDUCCION A PRESION.
TRAMO P.B. TEZONTLE - TANQUE NOPANCALCO
TUBERIA DE POLIETILENO, Q = 250 l.p.s., L = 3,908.80 m., DIAM = 18"

TRAMO No	PUNTO PBT	ESTACION Km	ELEV. msnm	n	L m	Q m ³ /s	CLASE DE TUBERIA		D NOM PULG	D EXT PULG	ESP PULG	D INT m	Hf m	hf ACUM m	V m/s	S	GOLPE DE ARRIETE	ALTURA PIEZOM	ELEV PIEZOM	H TOTAL m	PRESION DE TRABAJO	
							RD	PSI													Kg/cm ²	PSI
		0.00	2366.85				15.5	110									9.66	56.54	2423.39	66.21	6.62	95
1		100.00	2366.09	0.009	100.00	0.2500	15.5	110	18	18.000	1.161	0.398	0.71	0.71	2.01	0.00707	9.66	56.60	2422.69	66.26	6.63	95
2		200.00	2366.44	0.009	100.00	0.2500	15.5	110	18	18.000	1.161	0.398	0.71	1.41	2.01	0.00707	9.66	55.54	2421.98	65.20	6.52	93
3		300.00	2365.85	0.009	100.00	0.2500	15.5	110	18	18.000	1.161	0.398	0.71	2.12	2.01	0.00707	9.66	55.62	2421.27	65.29	6.53	93
4		400.00	2365.76	0.009	100.00	0.2500	15.5	110	18	18.000	1.161	0.398	0.71	2.83	2.01	0.00707	9.66	54.81	2420.57	64.47	6.45	92
5		500.00	2365.48	0.009	100.00	0.2500	15.5	110	18	18.000	1.161	0.398	0.71	3.54	2.01	0.00707	9.66	54.37	2419.86	64.04	6.40	91
6		600.00	2365.98	0.009	100.00	0.2500	15.5	110	18	18.000	1.161	0.398	0.71	4.24	2.01	0.00707	9.66	53.17	2419.15	62.83	6.28	90
7		700.00	2366.33	0.009	100.00	0.2500	15.5	110	18	18.000	1.161	0.398	0.71	4.95	2.01	0.00707	8.95	52.11	2418.44	61.06	6.11	87
8		800.00	2366.42	0.009	100.00	0.2500	17.0	100	18	18.000	1.059	0.403	0.66	5.61	1.96	0.00660	8.95	51.36	2417.78	60.31	6.03	86
9		900.00	2367.20	0.009	100.00	0.2500	17.0	100	18	18.000	1.059	0.403	0.66	6.27	1.96	0.00660	8.95	49.92	2417.12	58.87	5.89	84
10		1,000.00	2367.81	0.009	100.00	0.2500	17.0	100	18	18.000	1.059	0.403	0.66	6.93	1.96	0.00660	8.95	48.55	2416.46	57.50	5.75	82
11		1,100.00	2368.91	0.009	100.00	0.2500	17.0	100	18	18.000	1.059	0.403	0.66	7.59	1.96	0.00660	8.95	46.89	2415.80	55.84	5.58	80
12		1,200.00	2369.81	0.009	100.00	0.2500	17.0	100	18	18.000	1.059	0.403	0.66	8.25	1.96	0.00660	8.95	45.33	2415.14	54.28	5.43	78
13		1,300.00	2370.02	0.009	100.00	0.2500	17.0	100	18	18.000	1.059	0.403	0.66	8.91	1.96	0.00660	8.95	44.26	2414.48	53.41	5.34	76
14		1,400.00	2371.56	0.009	100.00	0.2500	17.0	100	18	18.000	1.059	0.403	0.66	9.57	1.96	0.00660	7.58	42.26	2413.82	49.84	4.98	71
15		1,500.00	2371.55	0.009	100.00	0.2500	21.0	80	18	18.000	0.857	0.414	0.58	10.15	1.86	0.00577	7.58	41.70	2413.25	48.27	4.93	70
16		1,600.00	2372.09	0.009	100.00	0.2500	21.0	80	18	18.000	0.857	0.414	0.58	10.73	1.86	0.00577	7.58	40.58	2412.67	48.16	4.82	69
17		1,700.00	2372.25	0.009	100.00	0.2500	21.0	80	18	18.000	0.857	0.414	0.58	11.30	1.86	0.00577	7.58	39.84	2412.09	47.42	4.74	68
18		1,800.00	2372.89	0.009	100.00	0.2500	21.0	80	18	18.000	0.857	0.414	0.58	11.88	1.86	0.00577	7.58	38.82	2411.51	46.40	4.64	66
19		1,900.00	2373.21	0.009	100.00	0.2500	21.0	80	18	18.000	0.857	0.414	0.58	12.46	1.86	0.00577	7.58	37.73	2410.94	45.30	4.53	65
20		2,000.00	2373.16	0.009	100.00	0.2500	21.0	80	18	18.000	0.857	0.414	0.58	13.04	1.86	0.00577	7.58	37.20	2410.36	44.78	4.48	64
21		2,100.00	2373.84	0.009	100.00	0.2500	21.0	80	18	18.000	0.857	0.414	0.58	13.61	1.86	0.00577	7.58	35.94	2409.78	43.52	4.35	62
22		2,200.00	2375.56	0.009	100.00	0.2500	21.0	80	18	18.000	0.857	0.414	0.58	14.19	1.86	0.00577	7.58	33.64	2409.20	41.22	4.12	59
23		2,300.00	2376.74	0.009	100.00	0.2500	21.0	80	18	18.000	0.857	0.414	0.58	14.77	1.86	0.00577	6.49	31.89	2408.63	38.38	3.84	55
24		2,400.00	2377.92	0.009	100.00	0.2500	26.0	65	18	18.000	0.692	0.422	0.52	15.29	1.79	0.00519	6.49	30.18	2408.11	36.68	3.67	52
25		2,500.00	2380.07	0.009	100.00	0.2500	26.0	65	18	18.000	0.692	0.422	0.52	15.81	1.79	0.00519	6.49	27.52	2407.59	34.01	3.40	49
26		2,600.00	2382.00	0.009	100.00	0.2500	26.0	65	18	18.000	0.692	0.422	0.52	16.32	1.79	0.00519	6.49	25.07	2407.07	31.56	3.16	45
27		2,700.00	2382.97	0.009	100.00	0.2500	26.0	65	18	18.000	0.692	0.422	0.52	16.84	1.79	0.00519	6.49	23.58	2406.55	30.07	3.01	43
28		2,800.00	2384.38	0.009	100.00	0.2500	26.0	65	18	18.000	0.692	0.422	0.52	17.36	1.79	0.00519	6.49	21.65	2406.03	28.14	2.81	40
29		2,900.00	2386.12	0.009	100.00	0.2500	26.0	65	18	18.000	0.692	0.422	0.52	17.88	1.79	0.00519	6.49	19.38	2405.51	25.88	2.59	37
30		3,000.00	2387.44	0.009	100.00	0.2500	26.0	65	18	18.000	0.692	0.422	0.52	18.40	1.79	0.00519	6.49	17.55	2404.99	24.05	2.40	34
31		3,100.00	2389.47	0.009	100.00	0.2500	26.0	65	18	18.000	0.692	0.422	0.52	18.92	1.79	0.00519	6.49	15.01	2404.48	21.50	2.15	31
32		3,200.00	2390.47	0.009	100.00	0.2500	26.0	65	18	18.000	0.692	0.422	0.52	19.44	1.79	0.00519	6.49	13.49	2403.96	19.96	2.00	29
33		3,300.00	2391.53	0.009	100.00	0.2500	26.0	65	18	18.000	0.692	0.422	0.52	19.96	1.79	0.00519	6.49	11.91	2403.44	18.40	1.84	26
34		3,400.00	2392.78	0.009	100.00	0.2500	26.0	65	18	18.000	0.692	0.422	0.52	20.47	1.79	0.00519	6.49	10.14	2402.92	16.83	1.66	24
35		3,500.00	2394.32	0.009	100.00	0.2500	26.0	65	18	18.000	0.692	0.422	0.52	20.99	1.79	0.00519	6.49	8.08	2402.40	14.57	1.46	21
36		3,600.00	2396.75	0.009	100.00	0.2500	26.0	65	18	18.000	0.692	0.422	0.52	21.51	1.79	0.00519	6.49	5.13	2401.88	11.62	1.18	17
37		3,700.00	2396.80	0.009	100.00	0.2500	26.0	65	18	18.000	0.692	0.422	0.52	22.03	1.79	0.00519	6.49	4.56	2401.36	11.05	1.11	16
38		3,800.00	2394.92	0.009	100.00	0.2500	26.0	65	18	18.000	0.692	0.422	0.52	22.55	1.79	0.00519	6.49	5.92	2400.84	12.42	1.24	18
39		3,900.00	2392.38	0.009	100.00	0.2500	26.0	65	18	18.000	0.692	0.422	0.52	23.07	1.79	0.00519	6.49	7.95	2400.33	14.44	1.44	21
40	TN	3,908.80	2392.38	0.009	8.80	0.2500	26.0	65	18	18.000	0.692	0.422	0.05	23.11	1.79	0.00519	0.00	7.90	2400.28	7.90	0.79	11

PBT = PLANTA DE BOMBEO TEZONTLE
 TN = TANQUE NOPANCALCO

ANÁLISIS HIDRAULICO
LÍNEA DE CONDUCCION A PRESION.
TRAMO P.B. TEZONTLE- TANQUE NOPANCALCO
TUBERIA DE ASBESTO-CEMENTO, Q = 250 l.p.s., L = 3,908.80 m., DIAM = 18"

TRAMO No	PUNTO PBT	ESTACION Km	ELEV msnm	n	L m	Q m ³ /s	CLASE DE TUBERIA		D NOM Pulg	D EXT Pulg	ESP cm	D INT cm	H m	H ACUM m	V m/s	S	GOLPE DE ARIETE	ALTURA PIEZOM	ELEV. PIEZOM	H TOTAL m	PRESION DE TRABAJO	
							A-C Kg/cm ²	A-10													Kg/cm ²	PSI
		0.00	2366.85														33.30	46.56	2413.51	79.97	8.00	114
1		100.00	2366.09	0.009	100.00	0.2500	A-10	10	18	18.000	380	45.72	0.34	0.34	1.52	0.00339	33.30	47.09	2413.18	80.39	8.04	115
2		200.00	2366.44	0.009	100.00	0.2500	A-10	10	18	18.000	380	45.72	0.34	0.68	1.52	0.00339	33.30	46.40	2412.84	79.70	7.97	114
3		300.00	2365.65	0.009	100.00	0.2500	A-10	10	18	18.000	380	45.72	0.34	1.02	1.52	0.00339	33.30	46.85	2412.50	80.15	8.02	115
4		400.00	2365.76	0.009	100.00	0.2500	A-10	10	18	18.000	380	45.72	0.34	1.35	1.52	0.00339	33.30	46.40	2412.16	79.70	7.97	114
5		500.00	2365.48	0.009	100.00	0.2500	A-10	10	18	18.000	380	45.72	0.34	1.69	1.52	0.00339	33.30	46.34	2411.82	79.64	7.96	114
6		600.00	2365.98	0.009	100.00	0.2500	A-10	10	18	18.000	380	45.72	0.34	2.03	1.52	0.00339	33.30	45.50	2411.48	78.81	7.89	113
7		700.00	2366.33	0.009	100.00	0.2500	A-10	10	18	18.000	380	45.72	0.34	2.37	1.52	0.00339	33.30	44.81	2411.14	78.12	7.81	112
8		800.00	2366.42	0.009	100.00	0.2500	A-10	10	18	18.000	380	45.72	0.34	2.71	1.52	0.00339	33.30	44.39	2410.81	77.69	7.77	111
9		900.00	2367.20	0.009	100.00	0.2500	A-10	10	18	18.000	380	45.72	0.34	3.05	1.52	0.00339	33.30	43.27	2410.47	78.57	7.66	109
10		1,000.00	2367.91	0.009	100.00	0.2500	A-10	10	18	18.000	380	45.72	0.34	3.39	1.52	0.00339	33.30	42.22	2410.13	75.52	7.55	108
11		1,100.00	2368.91	0.009	100.00	0.2500	A-10	10	18	18.000	380	45.72	0.34	3.72	1.52	0.00339	30.86	40.88	2409.79	71.74	7.17	102
12		1,200.00	2369.81	0.009	100.00	0.2500	A-10	10	18	18.000	275	45.72	0.34	4.06	1.52	0.00339	30.86	39.64	2409.45	70.50	7.05	101
13		1,300.00	2370.02	0.009	100.00	0.2500	A-7	7	18	18.000	275	45.72	0.34	4.40	1.52	0.00339	30.86	39.09	2409.11	69.95	7.00	100
14		1,400.00	2371.56	0.009	100.00	0.2500	A-7	7	18	18.000	275	45.72	0.34	4.74	1.52	0.00339	30.86	37.21	2408.77	68.07	6.81	97
15		1,500.00	2371.56	0.009	100.00	0.2500	A-7	7	18	18.000	275	45.72	0.34	5.08	1.52	0.00339	30.86	36.89	2408.44	67.75	6.77	97
16		1,600.00	2372.09	0.009	100.00	0.2500	A-7	7	18	18.000	275	45.72	0.34	5.42	1.52	0.00339	30.86	36.01	2408.10	66.87	6.69	96
17		1,700.00	2372.25	0.009	100.00	0.2500	A-7	7	18	18.000	275	45.72	0.34	5.76	1.52	0.00339	30.86	35.51	2407.76	66.37	6.64	95
18		1,800.00	2372.69	0.009	100.00	0.2500	A-7	7	18	18.000	275	45.72	0.34	6.09	1.52	0.00339	30.86	34.73	2407.42	65.59	6.56	94
19		1,900.00	2373.21	0.009	100.00	0.2500	A-7	7	18	18.000	275	45.72	0.34	6.43	1.52	0.00339	30.86	33.87	2407.08	64.73	6.47	92
20		2,000.00	2373.16	0.009	100.00	0.2500	A-7	7	18	18.000	275	45.72	0.34	6.77	1.52	0.00339	30.86	33.58	2406.74	64.44	6.44	92
21		2,100.00	2373.64	0.009	100.00	0.2500	A-7	7	18	18.000	275	45.72	0.34	7.11	1.52	0.00339	30.86	32.56	2406.40	63.42	6.34	91
22		2,200.00	2375.56	0.009	100.00	0.2500	A-7	7	18	18.000	275	45.72	0.34	7.45	1.52	0.00339	30.86	30.51	2406.07	61.37	6.14	88
23		2,300.00	2376.74	0.009	100.00	0.2500	A-7	7	18	18.000	275	45.72	0.34	7.79	1.52	0.00339	30.86	28.99	2405.73	59.85	5.98	85
24		2,400.00	2377.92	0.009	100.00	0.2500	A-7	7	18	18.000	275	45.72	0.34	8.13	1.52	0.00339	30.86	27.47	2405.39	58.33	5.83	83
25		2,500.00	2380.07	0.009	100.00	0.2500	A-7	7	18	18.000	275	45.72	0.34	8.46	1.52	0.00339	30.86	24.98	2405.05	55.84	5.59	80
26		2,600.00	2382.00	0.009	100.00	0.2500	A-7	7	18	18.000	275	45.72	0.34	8.80	1.52	0.00339	30.86	22.71	2404.71	53.57	5.36	77
27		2,700.00	2382.97	0.009	100.00	0.2500	A-7	7	18	18.000	275	45.72	0.34	9.14	1.52	0.00339	30.86	21.40	2404.37	52.26	5.23	75
28		2,800.00	2384.38	0.009	100.00	0.2500	A-7	7	18	18.000	275	45.72	0.34	9.48	1.52	0.00339	30.86	19.65	2404.03	50.51	5.05	72
29		2,900.00	2386.12	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	18	18.000	275	45.72	0.34	9.82	1.52	0.00339	30.86	17.59	2403.70	48.44	4.84	69
30		3,000.00	2387.44	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	18	18.000	275	45.72	0.34	10.16	1.52	0.00339	30.86	15.92	2403.36	46.78	4.68	67
31		3,100.00	2389.47	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	18	18.000	275	45.72	0.34	10.50	1.52	0.00339	30.86	13.55	2403.02	44.41	4.44	63
32		3,200.00	2390.47	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	18	18.000	275	45.72	0.34	10.83	1.52	0.00339	30.86	12.21	2402.68	43.07	4.31	62
33		3,300.00	2391.53	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	18	18.000	275	45.72	0.34	11.17	1.52	0.00339	30.86	10.81	2402.34	41.67	4.17	60
34		3,400.00	2392.78	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	18	18.000	275	45.72	0.34	11.51	1.52	0.00339	30.86	9.22	2402.00	40.08	4.01	57
35		3,500.00	2394.32	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	18	18.000	275	45.72	0.34	11.85	1.52	0.00339	30.86	7.34	2401.66	38.20	3.82	55
36		3,600.00	2396.75	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	18	18.000	275	45.72	0.34	12.19	1.52	0.00339	30.86	4.58	2401.33	35.44	3.54	51
37		3,700.00	2396.80	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	18	18.000	275	45.72	0.34	12.53	1.52	0.00339	30.86	4.19	2400.99	35.05	3.50	50
38		3,800.00	2394.92	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	18	18.000	275	45.72	0.34	12.87	1.52	0.00339	30.86	5.73	2400.65	36.59	3.66	52
39		3,900.00	2392.38	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	18	18.000	275	45.72	0.34	13.21	1.52	0.00339	30.86	7.93	2400.31	38.79	3.88	55
40	TN	3,908.80	2392.38	0.009	8.80	0.2500	A-5	5	18	18.000	275	45.72	0.03	13.23	1.52	0.00339	0.00	7.90	2400.28	7.90	0.79	11

PBT = PLANTA DE BOMBEO TEZONTLE
 TN = TANQUE NOPANCALCO

ANALISIS HIDRAULICO
LINEA DE CONDUCCION A PRESION.
TRAMO P.B. TEZONTLE-TANQUE NOPANCALCO
TUBERIA DE ASBESTO-CEMENTO, Q = 250 l.p.s., L = 3,908.80 m., DIAM = 20"

TRAMO No	PUNTO PBT	ESTACION Km	ELEV msnm	n	L m	Q m3/s	CLASE DE TUBERIA		D NOM Pulg	D EXT Pulg	ESP cm	D INT cm	f/m	fACUM m	V m/s	S	GOLPE DE ARIETE	ALTURA PIEZOM	ELEV PIEZOM	H TOTAL		PRESION DE TRABAJO	
							A-C	Kg/cm2												m	Kg/cm2	PSI	
		0.00	2366.85				A-7	7									24.43	40.98	2407.83	65.41	6.54	93	
1		100.00	2366.09	0.009	100.00	0.2500	A-7	7	20	20.000	2.80	50.80	0.19	0.19	1.23	0.00193	24.43	41.54	2407.63	65.98	6.60	94	
2		200.00	2366.44	0.009	100.00	0.2500	A-7	7	20	20.000	2.80	50.80	0.19	0.39	1.23	0.00193	24.43	41.00	2407.44	65.43	6.54	93	
3		300.00	2365.65	0.009	100.00	0.2500	A-7	7	20	20.000	2.80	50.80	0.19	0.58	1.23	0.00193	24.43	41.60	2407.25	66.03	6.60	94	
4		400.00	2365.76	0.009	100.00	0.2500	A-7	7	20	20.000	2.80	50.80	0.19	0.77	1.23	0.00193	24.43	41.29	2407.05	65.73	6.57	94	
5		500.00	2365.48	0.009	100.00	0.2500	A-7	7	20	20.000	2.80	50.80	0.19	0.97	1.23	0.00193	24.43	41.38	2406.86	65.81	6.58	94	
6		600.00	2365.98	0.009	100.00	0.2500	A-7	7	20	20.000	2.90	50.80	0.19	1.16	1.23	0.00193	24.43	40.69	2406.67	65.12	6.51	93	
7		700.00	2368.33	0.009	100.00	0.2500	A-7	7	20	20.000	2.80	50.80	0.19	1.35	1.23	0.00193	24.43	40.14	2406.47	64.58	6.48	92	
8		800.00	2366.42	0.009	100.00	0.2500	A-7	7	20	20.000	2.80	50.80	0.19	1.54	1.23	0.00193	24.43	39.86	2406.28	64.29	6.43	92	
9		900.00	2367.20	0.009	100.00	0.2500	A-7	7	20	20.000	2.80	50.80	0.19	1.74	1.23	0.00193	24.43	38.89	2406.09	63.32	6.33	90	
10		1,000.00	2367.91	0.009	100.00	0.2500	A-7	7	20	20.000	2.80	50.80	0.19	1.93	1.23	0.00193	24.43	37.98	2405.89	62.42	6.24	89	
11		1,100.00	2368.91	0.009	100.00	0.2500	A-7	7	20	20.000	2.80	50.80	0.19	2.12	1.23	0.00193	24.43	36.79	2405.70	61.22	6.12	87	
12		1,200.00	2369.81	0.009	100.00	0.2500	A-7	7	20	20.000	2.80	50.80	0.19	2.32	1.23	0.00193	24.43	35.70	2405.51	60.13	6.01	86	
13		1,300.00	2370.02	0.009	100.00	0.2500	A-7	7	20	20.000	2.80	50.80	0.19	2.51	1.23	0.00193	24.43	35.30	2405.32	59.73	5.97	85	
14		1,400.00	2371.56	0.009	100.00	0.2500	A-7	7	20	20.000	2.80	50.80	0.19	2.70	1.23	0.00193	24.43	33.56	2405.12	58.00	5.80	83	
15		1,500.00	2371.55	0.009	100.00	0.2500	A-7	7	20	20.000	2.80	50.80	0.19	2.90	1.23	0.00193	24.43	33.38	2404.93	57.81	5.78	83	
16		1,600.00	2372.09	0.009	190.00	0.2500	A-7	7	20	20.000	2.80	50.80	0.19	3.09	1.23	0.00193	24.43	32.65	2404.74	57.08	5.71	82	
17		1,700.00	2372.25	0.009	100.00	0.2500	A-7	7	20	20.000	2.80	50.80	0.19	3.28	1.23	0.00193	24.43	32.29	2404.54	56.73	5.67	81	
18		1,800.00	2372.69	0.009	100.00	0.2500	A-7	7	20	20.000	2.80	50.80	0.19	3.47	1.23	0.00193	24.43	31.66	2404.35	56.09	5.61	80	
19		1,900.00	2373.21	0.009	100.00	0.2500	A-7	7	20	20.000	2.80	50.80	0.19	3.67	1.23	0.00193	24.43	30.95	2404.16	55.38	5.54	79	
20		2,000.00	2373.16	0.009	100.00	0.2500	A-7	7	20	20.000	2.80	50.80	0.19	3.86	1.23	0.00193	24.43	30.80	2403.96	55.24	5.52	79	
21		2,100.00	2373.64	0.009	100.00	0.2500	A-7	7	20	20.000	2.80	50.80	0.19	4.05	1.23	0.00193	24.43	29.93	2403.77	54.36	5.44	78	
22		2,200.00	2375.56	0.009	100.00	0.2500	A-7	7	20	20.000	2.80	50.80	0.19	4.25	1.23	0.00193	24.43	28.02	2403.58	52.45	5.25	75	
23		2,300.00	2376.74	0.009	100.00	0.2500	A-7	7	20	20.000	2.80	50.80	0.19	4.44	1.23	0.00193	24.43	26.65	2403.39	51.08	5.11	73	
24		2,400.00	2377.92	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	20	20.000	2.80	50.80	0.19	4.63	1.23	0.00193	24.43	25.27	2403.19	49.71	4.97	71	
25		2,500.00	2380.07	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	20	20.000	2.80	50.80	0.19	4.83	1.23	0.00193	24.43	22.93	2403.00	47.36	4.74	68	
26		2,600.00	2382.00	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	20	20.000	2.80	50.80	0.19	5.02	1.23	0.00193	24.43	20.81	2402.81	45.24	4.52	65	
27		2,700.00	2382.97	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	20	20.000	2.80	50.80	0.19	5.21	1.23	0.00193	24.43	19.64	2402.61	44.08	4.41	63	
28		2,800.00	2384.38	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	20	20.000	2.80	50.80	0.19	5.40	1.23	0.00193	24.43	18.04	2402.42	42.47	4.25	61	
29		2,900.00	2386.12	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	20	20.000	2.80	50.80	0.19	5.60	1.23	0.00193	24.43	16.11	2402.23	40.54	4.05	58	
30		3,000.00	2387.44	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	20	20.000	2.80	50.80	0.19	5.79	1.23	0.00193	24.43	14.59	2402.03	39.03	3.90	56	
31		3,100.00	2389.47	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	20	20.000	2.80	50.80	0.19	5.98	1.23	0.00193	24.43	12.37	2401.84	36.80	3.68	53	
32		3,200.00	2390.47	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	20	20.000	2.80	50.80	0.19	6.18	1.23	0.00193	24.43	11.18	2401.65	35.61	3.56	51	
33		3,300.00	2391.53	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	20	20.000	2.80	50.80	0.19	6.37	1.23	0.00193	24.43	9.93	2401.46	34.36	3.44	49	
34		3,400.00	2392.78	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	20	20.000	2.80	50.80	0.19	6.56	1.23	0.00193	24.43	8.48	2401.26	32.92	3.29	47	
35		3,500.00	2394.32	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	20	20.000	2.80	50.80	0.19	6.76	1.23	0.00193	24.43	6.75	2401.07	31.18	3.12	45	
36		3,600.00	2396.75	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	20	20.000	2.80	50.80	0.19	6.95	1.23	0.00193	24.43	4.13	2400.88	28.56	2.86	41	
37		3,700.00	2396.80	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	20	20.000	2.80	50.80	0.19	7.14	1.23	0.00193	24.43	3.88	2400.69	28.32	2.83	40	
38		3,800.00	2394.92	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	20	20.000	2.80	50.80	0.19	7.34	1.23	0.00193	24.43	5.57	2400.49	30.00	3.00	43	
39		3,900.00	2392.38	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	20	20.000	2.80	50.80	0.19	7.53	1.23	0.00193	24.43	7.92	2400.30	32.35	3.23	46	
40	TN	3,908.80	2392.38	0.009	8.80	0.2500	A-5	5	20	20.000	2.80	50.80	0.02	7.55	1.23	0.00193	0.00	7.90	2400.28	7.90	0.79	11	

PBT = PLANTA DE BOMBEO TEZONTLE
 TN = TANQUE NOPANCALCO

ANÁLISIS HIDRAULICO
LINEA DE CONDUCCION A PRESION.
TRAMO P.B. TEZONTLE - TANQUE NOPANCALCO
TUBERIA DE ACERO, Q = 250 l.p.s., L = 3,908.80 m., DIAM = 20"

TRAMO No	PUNTO PBT	ESTACION Km	ELEV msnm	n	L m	Q m ³ /s	CLASE DE TUBERIA		D NOM PULG	D EXT PULG	ESP PULG	D INT m	hf m	hf ACUM m	v m/s	S	GOLPE DE ARIETE	ALTURA PIEZOM	ELEV PIEZOM	H TOTAL m	PRESION DE TRABAJO	
							TIPO	PSI													Kg/cm ²	PSI
		0.00	2366.85				ACERO	230									25.95	51.89	2418.54	77.84	7.76	111
1		100.00	2366.09	0.014	100.00	0.2500	ACERO	230	20	20.000	0.219	0.508	0.47	0.47	1.23	0.00467	25.95	51.98	2418.07	77.93	7.79	111
2		200.00	2366.44	0.014	100.00	0.2500	ACERO	230	20	20.000	0.219	0.508	0.47	0.93	1.23	0.00467	25.95	51.16	2417.60	77.11	7.71	110
3		300.00	2365.65	0.014	100.00	0.2500	ACERO	230	20	20.000	0.219	0.508	0.47	1.40	1.23	0.00467	25.95	51.16	2417.14	77.44	7.74	111
4		400.00	2365.76	0.014	100.00	0.2500	ACERO	230	20	20.000	0.219	0.508	0.47	1.87	1.23	0.00467	25.95	50.91	2416.67	76.86	7.69	110
5		500.00	2365.48	0.014	100.00	0.2500	ACERO	230	20	20.000	0.219	0.508	0.47	2.34	1.23	0.00467	25.95	50.72	2416.20	76.67	7.67	110
6		600.00	2365.98	0.014	100.00	0.2500	ACERO	230	20	20.000	0.219	0.508	0.47	2.80	1.23	0.00467	25.95	49.76	2415.74	75.71	7.57	108
7		700.00	2366.33	0.014	100.00	0.2500	ACERO	230	20	20.000	0.219	0.508	0.47	3.27	1.23	0.00467	25.95	48.94	2415.27	74.89	7.49	107
8		800.00	2366.42	0.014	100.00	0.2500	ACERO	230	20	20.000	0.219	0.508	0.47	3.74	1.23	0.00467	25.95	48.38	2414.80	74.33	7.43	106
9		900.00	2367.20	0.014	100.00	0.2500	ACERO	230	20	20.000	0.219	0.508	0.47	4.20	1.23	0.00467	25.95	47.13	2414.33	73.08	7.31	104
10		1,000.00	2367.91	0.014	100.00	0.2500	ACERO	230	20	20.000	0.219	0.508	0.47	4.67	1.23	0.00467	25.95	45.96	2413.87	71.91	7.19	103
11		1,100.00	2368.91	0.014	100.00	0.2500	ACERO	230	20	20.000	0.219	0.508	0.47	5.14	1.23	0.00467	25.95	44.49	2413.40	70.44	7.04	101
12		1,200.00	2369.81	0.014	100.00	0.2500	ACERO	230	20	20.000	0.219	0.508	0.47	5.61	1.23	0.00467	25.95	43.12	2412.93	69.07	6.91	99
13		1,300.00	2370.02	0.014	100.00	0.2500	ACERO	230	20	20.000	0.219	0.508	0.47	6.07	1.23	0.00467	25.95	42.45	2412.47	68.40	6.84	98
14		1,400.00	2371.56	0.014	100.00	0.2500	ACERO	230	20	20.000	0.219	0.508	0.47	6.54	1.23	0.00467	25.95	40.44	2412.00	66.39	6.64	95
15		1,500.00	2371.55	0.014	100.00	0.2500	ACERO	230	20	20.000	0.219	0.508	0.47	7.01	1.23	0.00467	25.95	39.98	2411.53	65.93	6.59	94
16		1,600.00	2372.09	0.014	100.00	0.2500	ACERO	230	20	20.000	0.219	0.508	0.47	7.47	1.23	0.00467	25.95	38.97	2411.06	64.93	6.49	93
17		1,700.00	2372.25	0.014	100.00	0.2500	ACERO	230	20	20.000	0.219	0.508	0.47	7.94	1.23	0.00467	25.95	38.35	2410.60	64.30	6.43	92
18		1,800.00	2372.69	0.014	100.00	0.2500	ACERO	230	20	20.000	0.219	0.508	0.47	8.41	1.23	0.00467	25.95	37.44	2410.13	63.39	6.34	91
19		1,900.00	2373.21	0.014	100.00	0.2500	ACERO	230	20	20.000	0.219	0.508	0.47	8.87	1.23	0.00467	25.95	36.45	2409.66	62.40	6.24	89
20		2,000.00	2373.16	0.014	100.00	0.2500	ACERO	230	20	20.000	0.219	0.508	0.47	9.34	1.23	0.00467	25.95	36.04	2409.20	61.99	6.20	89
21		2,100.00	2373.84	0.014	100.00	0.2500	ACERO	230	20	20.000	0.219	0.508	0.47	9.81	1.23	0.00467	25.95	34.89	2408.73	60.84	6.08	87
22		2,200.00	2375.56	0.014	100.00	0.2500	ACERO	230	20	20.000	0.219	0.508	0.47	10.28	1.23	0.00467	25.95	32.70	2408.26	58.65	5.87	84
23		2,300.00	2376.74	0.014	100.00	0.2500	ACERO	230	20	20.000	0.219	0.508	0.47	10.74	1.23	0.00467	25.95	31.05	2407.79	57.01	5.70	81
24		2,400.00	2377.92	0.014	100.00	0.2500	ACERO	230	20	20.000	0.219	0.508	0.47	11.21	1.23	0.00467	25.95	29.41	2407.33	55.36	5.54	79
25		2,500.00	2380.07	0.014	100.00	0.2500	ACERO	230	20	20.000	0.219	0.508	0.47	11.68	1.23	0.00467	25.95	26.79	2406.86	52.74	5.27	75
26		2,600.00	2382.00	0.014	100.00	0.2500	ACERO	230	20	20.000	0.219	0.508	0.47	12.14	1.23	0.00467	25.95	24.39	2406.39	50.34	5.03	72
27		2,700.00	2382.97	0.014	100.00	0.2500	ACERO	230	20	20.000	0.219	0.508	0.47	12.61	1.23	0.00467	25.95	22.96	2405.93	48.91	4.89	70
28		2,800.00	2384.38	0.014	100.00	0.2500	ACERO	230	20	20.000	0.219	0.508	0.47	13.08	1.23	0.00467	25.95	21.08	2405.46	47.03	4.70	67
29		2,900.00	2386.12	0.014	100.00	0.2500	ACERO	230	20	20.000	0.219	0.508	0.47	13.55	1.23	0.00467	25.95	18.87	2404.99	44.82	4.48	64
30		3,000.00	2387.44	0.014	100.00	0.2500	ACERO	230	20	20.000	0.219	0.508	0.47	14.01	1.23	0.00467	25.95	17.08	2404.52	43.04	4.30	61
31		3,100.00	2388.47	0.014	100.00	0.2500	ACERO	230	20	20.000	0.219	0.508	0.47	14.48	1.23	0.00467	25.95	14.59	2404.06	40.54	4.05	58
32		3,200.00	2390.47	0.014	100.00	0.2500	ACERO	230	20	20.000	0.219	0.508	0.47	14.95	1.23	0.00467	25.95	13.12	2403.59	39.07	3.91	56
33		3,300.00	2391.53	0.014	100.00	0.2500	ACERO	230	20	20.000	0.219	0.508	0.47	15.41	1.23	0.00467	25.95	11.59	2403.12	37.54	3.75	54
34		3,400.00	2392.78	0.014	100.00	0.2500	ACERO	230	20	20.000	0.219	0.508	0.47	15.88	1.23	0.00467	25.95	9.88	2402.66	35.83	3.58	51
35		3,500.00	2394.32	0.014	100.00	0.2500	ACERO	230	20	20.000	0.219	0.508	0.47	16.35	1.23	0.00467	25.95	7.87	2402.19	33.82	3.38	48
36		3,600.00	2396.75	0.014	100.00	0.2500	ACERO	230	20	20.000	0.219	0.508	0.47	16.82	1.23	0.00467	25.95	4.97	2401.72	30.92	3.09	44
37		3,700.00	2396.80	0.014	100.00	0.2500	ACERO	230	20	20.000	0.219	0.508	0.47	17.28	1.23	0.00467	25.95	4.46	2401.26	30.41	3.04	43
38		3,800.00	2394.92	0.014	100.00	0.2500	ACERO	230	20	20.000	0.219	0.508	0.47	17.75	1.23	0.00467	25.95	5.87	2400.79	31.82	3.18	45
39		3,900.00	2392.38	0.014	100.00	0.2500	ACERO	230	20	20.000	0.219	0.508	0.47	18.22	1.23	0.00467	25.95	7.94	2400.32	33.89	3.39	48
40	TN	3,908.80	2392.38	0.014	8.80	0.2500	ACERO	230	20	20.000	0.219	0.508	0.04	18.26	1.23	0.00467	0.00	7.90	2400.26	7.90	0.79	11

PBT = PLANTA DE BOMBEO TEZONTLE
 TN = TANQUE NOPANCALCO

ANÁLISIS HIDRAULICO
LINEA DE CONDUCCION A PRESION.
TRAMO P.B. TEZONTLE- TANQUE NOPANCALCO
TUBERIA DE POLIETILENO, Q = 250 Lp.s., L = 3,908.80 m., DIAM = 20"

TRAMO No	PUNTO PBT	ESTACION Km	ELEV msnm	n	L m	Q m³/s	CLASE DE TUBERIA		D NOM PULG	D EXT PULG	ESP PULG	D INT m	hf m	hIACUM m	V m/s	S	GOLPE DE ARIETE	ALTURA PIEZOM	ELEV PIEZOM	H TOTAL m	PRESION DE TRABAJO	
							RD	PSI													Kg/cm2	PSI
1		0 00	2366.85				17 0	100	20	20 000	1 176	0 448	0 38	0 38	1 58	0 00376	7 24	45 93	2412 78	53 18	5 32	76
2		100 00	2366.09	0 009	100 00	0 2500	17 0	100	20	20 000	1 176	0 448	0 38	0 75	1 58	0 00376	7 24	46 32	2412 41	53 56	5 36	77
3		200 00	2366.44	0 009	100 00	0 2500	17 0	100	20	20 000	1 176	0 448	0 38	1 13	1 58	0 00376	7 24	45 59	2412 03	52 84	5 28	75
4		300 00	2365.65	0 009	100 00	0 2500	17 0	100	20	20 000	1 176	0 448	0 38	1 50	1 58	0 00376	7 24	46 01	2411 66	53 25	5 33	76
5		400 00	2365.76	0 009	100 00	0 2500	17 0	100	20	20 000	1 176	0 448	0 38	1 50	1 58	0 00376	7 24	45 52	2411 28	52 76	5 28	75
6		500 00	2365.48	0 009	100 00	0 2500	17 0	100	20	20 000	1 176	0 448	0 38	1 88	1 58	0 00376	7 24	45 42	2410 90	52 67	5 27	75
7		600 00	2365.98	0 009	100 00	0 2500	17 0	100	20	20 000	1 176	0 448	0 38	2 26	1 58	0 00376	7 24	44 55	2410 53	51 79	5 18	74
8		700 00	2366.33	0 009	100 00	0 2500	17 0	100	20	20 000	1 176	0 448	0 38	2 63	1 58	0 00376	7 24	43 82	2410 15	51 07	5 11	73
9		800 00	2366.42	0 009	100 00	0 2500	17 0	100	20	20 000	1 176	0 448	0 38	3 01	1 58	0 00376	6 14	43 36	2409 78	49 49	4 95	71
10		900 00	2367.20	0 009	100 00	0 2500	21 0	80	20	20 000	0 952	0 460	0 33	3 34	1 51	0 00329	6 14	42 25	2409 45	48 38	4 84	69
11		1 000 00	2367.91	0 009	100 00	0 2500	21 0	80	20	20 000	0 952	0 460	0 33	3 67	1 51	0 00329	6 14	41 21	2409 12	47 35	4 73	68
12		1 100 00	2368.91	0 009	100 00	0 2500	21 0	80	20	20 000	0 952	0 460	0 33	4 00	1 51	0 00329	6 14	39 88	2408 79	46 02	4 60	66
13		1 200 00	2369.81	0 009	100 00	0 2500	21 0	80	20	20 000	0 952	0 460	0 33	4 33	1 51	0 00329	6 14	38 65	2408 46	44 79	4 48	64
14		1 300 00	2370.02	0 009	100 00	0 2500	21 0	80	20	20 000	0 952	0 460	0 33	4 66	1 51	0 00329	6 14	38 11	2408 13	44 25	4 42	63
15		1 400 00	2371.56	0 009	100 00	0 2500	21 0	80	20	20 000	0 952	0 460	0 33	4 98	1 51	0 00329	6 14	36 24	2407 80	42 38	4 24	61
16		1 500 00	2371.55	0 009	100 00	0 2500	21 0	80	20	20 000	0 952	0 460	0 33	5 31	1 51	0 00329	6 14	35 92	2407 47	42 08	4 21	60
17		1 600 00	2372.09	0 009	100 00	0 2500	21 0	80	20	20 000	0 952	0 460	0 33	5 64	1 51	0 00329	6 14	35 05	2407 14	41 19	4 12	59
18		1 700 00	2372.25	0 009	100 00	0 2500	21 0	80	20	20 000	0 952	0 460	0 33	5 97	1 51	0 00329	5 26	34 56	2406 81	39 82	3 98	57
19		1 800 00	2372.69	0 009	100 00	0 2500	26 0	65	20	20 000	0 769	0 469	0 30	6 27	1 45	0 00296	5 26	33 83	2406 52	39 09	3 91	56
20		1 900 00	2373.21	0 009	100 00	0 2500	26 0	65	20	20 000	0 769	0 469	0 30	6 56	1 45	0 00296	5 26	33 01	2406 22	38 27	3 83	55
21		2 000 00	2373.16	0 009	100 00	0 2500	26 0	65	20	20 000	0 769	0 469	0 30	6 86	1 45	0 00296	5 26	32 77	2405 93	38 02	3 80	54
22		2 100 00	2373.84	0 009	100 00	0 2500	26 0	65	20	20 000	0 769	0 469	0 30	7 15	1 45	0 00296	5 26	31 79	2405 63	37 05	3 70	53
23		2 200 00	2375.56	0 009	100 00	0 2500	26 0	65	20	20 000	0 769	0 469	0 30	7 45	1 45	0 00296	5 26	29 77	2405 33	35 03	3 50	50
24		2 300 00	2376.74	0 009	100 00	0 2500	26 0	65	20	20 000	0 769	0 469	0 30	7 75	1 45	0 00296	5 26	28 30	2405 04	33 56	3 36	48
25		2 400 00	2377.92	0 009	100 00	0 2500	26 0	65	20	20 000	0 769	0 469	0 30	8 04	1 45	0 00296	5 26	26 82	2404 74	32 08	3 21	46
26		2 500 00	2380.07	0 009	100 00	0 2500	26 0	65	20	20 000	0 769	0 469	0 30	8 34	1 45	0 00296	5 26	24 38	2404 45	29 64	2 96	42
27		2 600 00	2382.00	0 009	100 00	0 2500	26 0	65	20	20 000	0 769	0 469	0 30	8 63	1 45	0 00296	5 26	22 15	2404 15	27 41	2 74	39
28		2 700 00	2382.97	0 009	100 00	0 2500	26 0	65	20	20 000	0 769	0 469	0 30	8 93	1 45	0 00296	5 26	20 89	2403 86	26 14	2 61	37
29		2 800 00	2384.38	0 008	100 00	0 2500	26 0	65	20	20 000	0 769	0 469	0 30	9 23	1 45	0 00296	5 26	19 18	2403 56	24 44	2 44	35
30		2 900 00	2386.12	0 009	100 00	0 2500	26 0	65	20	20 000	0 769	0 469	0 30	9 52	1 45	0 00296	5 26	17 14	2403 26	22 40	2 24	32
31		3 000 00	2387.44	0 009	100 00	0 2500	26 0	65	20	20 000	0 769	0 469	0 30	9 82	1 45	0 00296	5 26	15 53	2402 97	20 79	2 08	30
32		3 100 00	2389.47	0 009	100 00	0 2500	26 0	65	20	20 000	0 769	0 469	0 30	10 11	1 45	0 00296	5 26	13 20	2402 67	18 48	1 85	26
33		3 200 00	2390.47	0 009	100 00	0 2500	26 0	65	20	20 000	0 769	0 469	0 30	10 41	1 45	0 00296	5 26	11 91	2402 38	17 16	1 72	25
34		3 300 00	2391.53	0 009	100 00	0 2500	26 0	65	20	20 000	0 769	0 469	0 30	10 70	1 45	0 00296	5 26	10 55	2402 08	15 61	1 58	23
35		3 400 00	2392.78	0 009	100 00	0 2500	26 0	65	20	20 000	0 769	0 469	0 30	11 00	1 45	0 00296	5 26	9 00	2401 78	14 26	1 43	20
36		3 500 00	2394.32	0 009	100 00	0 2500	26 0	65	20	20 000	0 769	0 469	0 30	11 30	1 45	0 00296	5 26	7 17	2401 49	12 43	1 24	18
37		3 600 00	2396.75	0 009	100 00	0 2500	26 0	65	20	20 000	0 769	0 469	0 30	11 59	1 45	0 00296	5 26	4 44	2401 19	9 70	0 97	14
38		3 700 00	2396.80	0 009	100 00	0 2500	26 0	65	20	20 000	0 769	0 469	0 30	11 89	1 45	0 00296	5 26	4 10	2400 90	9 36	0 94	13
39		3 800 00	2394.92	0 009	100 00	0 2500	26 0	65	20	20 000	0 769	0 469	0 30	12 18	1 45	0 00296	5 26	5 68	2400 60	10 94	1 09	16
40	TN	3 908 80	2392.38	0 009	8 80	0 2500	26 0	65	20	20 000	0 769	0 469	0 03	12 50	1 45	0 00296	0 00	7 93	2400 31	13 16	1 32	19
																		7 90	2400 28	7 90	0 79	11

PBT = PLANTA DE BOMBEO TEZONTLE
 TN = TANQUE NOPANCALCO

ANÁLISIS HIDRAULICO
LÍNEA DE CONDUCCION A PRESION.
TRAMO P.B. TEZONTLE - TANQUE NOPANCALCO
TUBERIA DE ACERO, Q = 250 l.p.s., L = 3,908.80 m., DIAM = 24"

TRAMO No	PUNTO	ESTACION Km	ELEV msnm	n	L m	Q m³/s	CLASE DE TUBERIA			D EXT. PULG.	ESP PULG.	D INT. m	hf m	f ACUM m	V m/s	S	GOLPE DE ARRIETE	ALTURA PIEZOM	ELEV. PIEZOM	H TOTAL m	PRESIÓN DE TRABAJO	
							TIPO	PSI	PULG.												Kg/cm²	PSI
	PBT	0.00	2366.85				ACERO	218									17.81	40.33	2407.18	58.15	5.81	83
1		100.00	2366.09	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	24	24.000	0.250	0.610	0.18	0.18	0.86	0.00177	17.81	40.92	2407.01	58.73	5.87	84
2		200.00	2366.44	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	24	24.000	0.250	0.610	0.18	0.35	0.86	0.00177	17.81	40.39	2406.83	58.20	5.82	83
3		300.00	2365.65	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	24	24.000	0.250	0.610	0.18	0.53	0.86	0.00177	17.81	41.00	2406.65	58.82	5.88	84
4		400.00	2365.76	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	24	24.000	0.250	0.610	0.18	0.71	0.86	0.00177	17.81	40.72	2406.48	58.53	5.85	84
5		500.00	2365.48	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	24	24.000	0.250	0.610	0.18	0.88	0.86	0.00177	17.81	40.82	2406.30	58.63	5.86	84
6		600.00	2365.98	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	24	24.000	0.250	0.610	0.18	1.06	0.86	0.00177	17.81	40.14	2406.12	57.96	5.80	83
7		700.00	2366.33	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	24	24.000	0.250	0.610	0.18	1.24	0.86	0.00177	17.81	39.62	2405.95	57.43	5.74	82
8		800.00	2366.42	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	24	24.000	0.250	0.610	0.18	1.41	0.86	0.00177	17.81	39.35	2405.77	57.16	5.72	82
9		900.00	2367.20	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	24	24.000	0.250	0.610	0.18	1.59	0.86	0.00177	17.81	38.39	2405.59	56.21	5.62	80
10		1,000.00	2367.91	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	24	24.000	0.250	0.610	0.18	1.77	0.86	0.00177	17.81	37.51	2405.42	55.32	5.53	79
11		1,100.00	2368.91	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	24	24.000	0.250	0.610	0.18	1.94	0.86	0.00177	17.81	36.33	2405.24	54.14	5.41	77
12		1,200.00	2369.81	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	24	24.000	0.250	0.610	0.18	2.12	0.86	0.00177	17.81	35.25	2405.06	53.07	5.31	76
13		1,300.00	2370.02	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	24	24.000	0.250	0.610	0.18	2.30	0.86	0.00177	17.81	34.87	2404.89	52.68	5.27	75
14		1,400.00	2371.56	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	24	24.000	0.250	0.610	0.18	2.47	0.86	0.00177	17.81	33.15	2404.71	50.96	5.10	73
15		1,500.00	2371.55	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	24	24.000	0.250	0.610	0.18	2.65	0.86	0.00177	17.81	32.99	2404.54	50.80	5.08	73
16		1,600.00	2372.09	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	24	24.000	0.250	0.610	0.18	2.83	0.86	0.00177	17.81	32.27	2404.36	50.08	5.01	72
17		1,700.00	2372.25	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	24	24.000	0.250	0.610	0.18	3.00	0.86	0.00177	17.81	31.93	2404.18	49.74	4.97	71
18		1,800.00	2372.69	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	24	24.000	0.250	0.610	0.18	3.18	0.86	0.00177	17.81	31.32	2404.01	49.13	4.91	70
19		1,900.00	2373.21	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	24	24.000	0.250	0.610	0.18	3.36	0.86	0.00177	17.81	30.62	2403.83	48.43	4.84	69
20		2,000.00	2373.16	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	24	24.000	0.250	0.610	0.18	3.53	0.86	0.00177	17.81	30.49	2403.65	48.30	4.83	69
21		2,100.00	2373.84	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	24	24.000	0.250	0.610	0.18	3.71	0.86	0.00177	17.81	29.64	2403.48	47.45	4.74	68
22		2,200.00	2375.56	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	24	24.000	0.250	0.610	0.18	3.89	0.86	0.00177	17.81	27.74	2403.30	45.55	4.56	65
23		2,300.00	2376.74	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	24	24.000	0.250	0.610	0.18	4.06	0.86	0.00177	17.81	26.38	2403.12	44.19	4.42	63
24		2,400.00	2377.92	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	24	24.000	0.250	0.610	0.18	4.24	0.86	0.00177	17.81	25.03	2402.95	42.84	4.28	61
25		2,500.00	2380.07	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	24	24.000	0.250	0.610	0.18	4.42	0.86	0.00177	17.81	22.70	2402.77	40.51	4.05	58
26		2,600.00	2382.00	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	24	24.000	0.250	0.610	0.18	4.59	0.86	0.00177	17.81	20.59	2402.59	38.40	3.84	55
27		2,700.00	2382.97	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	24	24.000	0.250	0.610	0.18	4.77	0.86	0.00177	17.81	19.45	2402.42	37.26	3.73	53
28		2,800.00	2384.38	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	24	24.000	0.250	0.610	0.18	4.95	0.86	0.00177	17.81	17.86	2402.24	35.67	3.57	51
29		2,900.00	2386.12	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	24	24.000	0.250	0.610	0.18	5.12	0.86	0.00177	17.81	15.94	2402.06	33.75	3.38	48
30		3,000.00	2387.44	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	24	24.000	0.250	0.610	0.18	5.30	0.86	0.00177	17.81	14.45	2401.89	32.26	3.23	46
31		3,100.00	2389.47	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	24	24.000	0.250	0.610	0.18	5.48	0.86	0.00177	17.81	12.24	2401.71	30.05	3.01	43
32		3,200.00	2390.47	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	24	24.000	0.250	0.610	0.18	5.65	0.86	0.00177	17.81	11.06	2401.53	28.87	2.89	41
33		3,300.00	2391.53	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	24	24.000	0.250	0.610	0.18	5.83	0.86	0.00177	17.81	9.83	2401.36	27.84	2.76	39
34		3,400.00	2392.78	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	24	24.000	0.250	0.610	0.18	6.01	0.86	0.00177	17.81	8.40	2401.18	26.21	2.62	37
35		3,500.00	2394.32	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	24	24.000	0.250	0.610	0.18	6.18	0.86	0.00177	17.81	6.68	2401.00	24.49	2.45	35
36		3,600.00	2396.75	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	24	24.000	0.250	0.610	0.18	6.36	0.86	0.00177	17.81	4.08	2400.83	21.89	2.19	31
37		3,700.00	2396.80	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	24	24.000	0.250	0.610	0.18	6.54	0.86	0.00177	17.81	3.85	2400.65	21.66	2.17	31
38		3,800.00	2394.92	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	24	24.000	0.250	0.610	0.18	6.71	0.86	0.00177	17.81	5.55	2400.47	23.38	2.34	33
39		3,900.00	2392.38	0.014	100.00	0.2500	ACERO	218	24	24.000	0.250	0.610	0.18	6.89	0.86	0.00177	17.81	7.92	2400.30	25.73	2.57	37
40	TN	3,908.80	2392.38	0.014	8.80	0.2500	ACERO	218	24	24.000	0.250	0.610	0.02	6.90	0.86	0.00177	0.00	7.90	2400.28	7.90	0.79	11

PBT = PLANTA DE BOMBEO TEZONTLE

TN = TANQUE NOPANCALCO

ANÁLISIS HIDRAULICO
LÍNEA DE CONDUCCION A PRESION.
TRAMO P.B. TEZONTLE-TANQUE NOPANCALCO
TUBERIA DE ASBESTO-CEMENTO, Q = 250 l.p.s., L = 3.908.80 m., DIAM = 24"

TRAMO No	PUNTO	ESTACION Km	ELEV msnm	n	L m	Q m³/s	CLASE DE TUBERIA D NOM			D EXT Pulg	ESP cm	D INT cm	Hf m	H ACUM m	V m/s	S	GOLPE DE ARIETE	ALTURA PIEZOM	ELEV PIEZOM	H TOTAL m	PRESION DE TRABAJO	
							A-C	Kg/cm²	Pulg												Kg/cm²	PSi
	PBT	0.00	2366.85				A-7	7									16.95	36.28	2403.13	53.24	5.32	76
1		100.00	2366.09	0.009	100.00	0.2500	A-7	7	24	24.000	3.35	60.96	0.07	0.07	0.86	0.00073	16.95	36.97	2403.06	53.92	5.39	77
2		200.00	2365.44	0.009	100.00	0.2500	A-7	7	24	24.000	3.35	60.96	0.07	0.15	0.86	0.00073	16.95	36.55	2402.99	53.50	5.35	76
3		300.00	2365.65	0.009	100.00	0.2500	A-7	7	24	24.000	3.35	60.96	0.07	0.22	0.86	0.00073	16.95	37.26	2402.91	54.22	5.42	77
4		400.00	2365.78	0.009	100.00	0.2500	A-7	7	24	24.000	3.35	60.96	0.07	0.29	0.86	0.00073	16.95	37.08	2402.84	54.04	5.40	77
5		500.00	2365.48	0.009	100.00	0.2500	A-7	7	24	24.000	3.35	60.96	0.07	0.37	0.86	0.00073	16.95	37.29	2402.77	54.24	5.42	77
6		600.00	2365.98	0.009	100.00	0.2500	A-7	7	24	24.000	3.35	60.96	0.07	0.44	0.86	0.00073	16.95	36.72	2402.70	53.67	5.37	77
7		700.00	2366.33	0.009	100.00	0.2500	A-7	7	24	24.000	3.35	60.96	0.07	0.51	0.86	0.00073	16.95	36.29	2402.62	53.25	5.32	76
8		800.00	2366.42	0.009	100.00	0.2500	A-7	7	24	24.000	3.35	60.96	0.07	0.58	0.86	0.00073	16.95	36.13	2402.55	53.08	5.31	76
9		900.00	2367.20	0.009	100.00	0.2500	A-7	7	24	24.000	3.35	60.96	0.07	0.66	0.86	0.00073	16.95	35.28	2402.48	52.23	5.22	75
10		1,000.00	2367.91	0.009	100.00	0.2500	A-7	7	24	24.000	3.35	60.96	0.07	0.73	0.86	0.00073	16.95	34.49	2402.40	51.45	5.14	73
11		1,100.00	2368.91	0.009	100.00	0.2500	A-7	7	24	24.000	3.35	60.96	0.07	0.80	0.86	0.00073	16.95	33.42	2402.33	50.37	5.04	72
12		1,200.00	2369.81	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	24	24.000	3.35	60.96	0.07	0.88	0.86	0.00073	16.95	32.45	2402.26	49.40	4.94	71
13		1,300.00	2370.02	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	24	24.000	3.35	60.96	0.07	0.95	0.86	0.00073	16.95	32.16	2402.18	49.12	4.91	70
14		1,400.00	2371.56	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	24	24.000	3.35	60.96	0.07	1.02	0.86	0.00073	16.95	30.55	2402.11	47.51	4.75	68
15		1,500.00	2371.55	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	24	24.000	3.35	60.96	0.07	1.10	0.86	0.00073	16.95	30.49	2402.04	47.44	4.74	68
16		1,600.00	2372.09	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	24	24.000	3.35	60.96	0.07	1.17	0.86	0.00073	16.95	29.88	2401.97	46.83	4.68	67
17		1,700.00	2372.25	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	24	24.000	3.35	60.96	0.07	1.24	0.86	0.00073	16.95	29.64	2401.89	46.60	4.66	67
18		1,800.00	2372.69	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	24	24.000	3.35	60.96	0.07	1.31	0.86	0.00073	16.95	29.13	2401.82	46.08	4.61	66
19		1,900.00	2373.21	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	24	24.000	3.35	60.96	0.07	1.39	0.86	0.00073	16.95	28.54	2401.75	45.49	4.55	65
20		2,000.00	2373.16	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	24	24.000	3.35	60.96	0.07	1.46	0.86	0.00073	16.95	28.51	2401.67	45.47	4.55	65
21		2,100.00	2373.84	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	24	24.000	3.35	60.96	0.07	1.53	0.86	0.00073	16.95	27.76	2401.60	44.71	4.47	64
22		2,200.00	2375.56	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	24	24.000	3.35	60.96	0.07	1.61	0.86	0.00073	16.95	25.97	2401.53	42.92	4.29	61
23		2,300.00	2376.74	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	24	24.000	3.35	60.96	0.07	1.68	0.86	0.00073	16.95	24.71	2401.45	41.67	4.17	60
24		2,400.00	2377.92	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	24	24.000	3.35	60.96	0.07	1.75	0.86	0.00073	16.95	23.46	2401.38	40.42	4.04	58
25		2,500.00	2380.07	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	24	24.000	3.35	60.96	0.07	1.83	0.86	0.00073	16.95	21.24	2401.31	38.19	3.82	55
26		2,600.00	2382.00	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	24	24.000	3.35	60.96	0.07	1.90	0.86	0.00073	16.95	19.24	2401.24	36.19	3.62	52
27		2,700.00	2382.97	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	24	24.000	3.35	60.96	0.07	1.97	0.86	0.00073	16.95	18.19	2401.16	35.15	3.51	50
28		2,800.00	2384.38	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	24	24.000	3.35	60.96	0.07	2.04	0.86	0.00073	16.95	16.71	2401.09	33.66	3.37	48
29		2,900.00	2386.12	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	24	24.000	3.35	60.96	0.07	2.12	0.86	0.00073	16.95	14.90	2401.02	31.85	3.19	46
30		3,000.00	2387.44	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	24	24.000	3.35	60.96	0.07	2.19	0.86	0.00073	16.95	13.50	2400.94	30.46	3.05	44
31		3,100.00	2389.47	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	24	24.000	3.35	60.96	0.07	2.26	0.86	0.00073	16.95	11.40	2400.87	28.35	2.84	41
32		3,200.00	2390.47	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	24	24.000	3.35	60.96	0.07	2.34	0.86	0.00073	16.95	10.33	2400.80	27.28	2.73	39
33		3,300.00	2391.53	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	24	24.000	3.35	60.96	0.07	2.41	0.86	0.00073	16.95	9.19	2400.72	26.15	2.61	37
34		3,400.00	2392.78	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	24	24.000	3.35	60.96	0.07	2.48	0.86	0.00073	16.95	7.87	2400.65	24.83	2.48	35
35		3,500.00	2394.32	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	24	24.000	3.35	60.96	0.07	2.56	0.86	0.00073	16.95	6.26	2400.58	23.21	2.32	33
36		3,600.00	2396.75	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	24	24.000	3.35	60.96	0.07	2.63	0.86	0.00073	16.95	3.76	2400.51	20.71	2.07	30
37		3,700.00	2396.80	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	24	24.000	3.35	60.96	0.07	2.70	0.86	0.00073	16.95	3.63	2400.43	20.59	2.06	29
38		3,800.00	2394.92	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	24	24.000	3.35	60.96	0.07	2.77	0.86	0.00073	16.95	5.44	2400.36	22.39	2.24	32
39		3,900.00	2392.38	0.009	100.00	0.2500	A-5	5	24	24.000	3.35	60.96	0.07	2.85	0.86	0.00073	16.95	7.91	2400.29	24.86	2.49	36
40	TN	3,908.80	2392.38	0.009	8.80	0.2500	A-5	5	24	24.000	3.35	60.96	0.01	2.85	0.86	0.00073	0.00	7.90	2400.28	7.90	0.79	11

PBT = PLANTA DE BOMBEO TEZONTLE

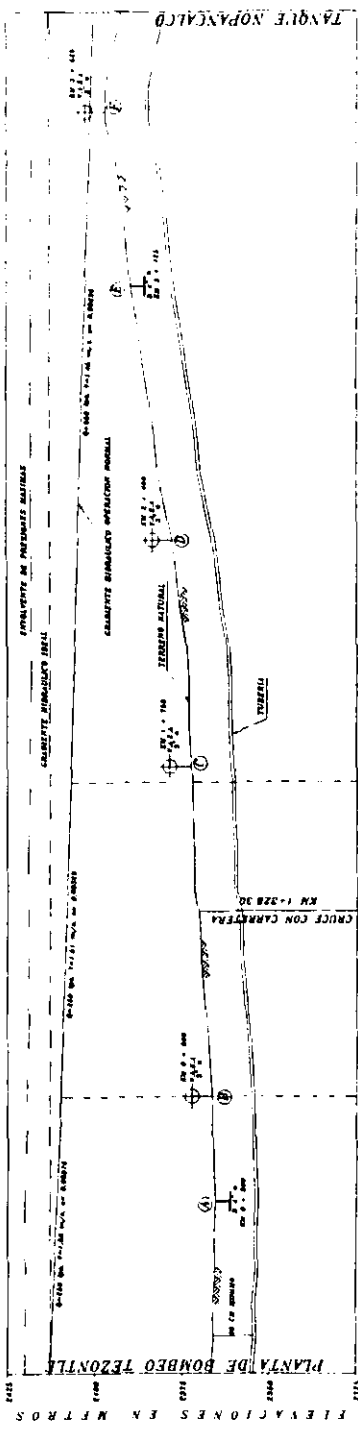
TN = TANQUE NOPANCALCO

ANÁLISIS HIDRAULICO
LINEA DE CONDUCCION A PRESION.
TRAMO P.B. TEZONTLE-TANQUE NOPANCALCO
TUBERIA DE POLIETILENO, Q = 250 l.p.s., L = 3,908.80 m., DIAM = 24"

TRAMO No	PUNTO	ESTACION Km	ELEV msnm	n	L m	Q m ³ /s	CLASE DE TUBERIA			D NOM	D EXT	ESP PULG	D INT m	h m	h' ACUM m	V m/s	S	GOLPE DE ARIETE	ALTURA PIEZOM	ELEV PIEZOM	H TOTAL m	PRESION DE TRABAJO	
							RD	PSI	PULG													Kg/cm ²	PSI
	PBT	0.00	2366.85				21.0	80										4.26	37.94	2404.79	42.21	4.22	60
1		100.00	2366.09	0.009	100.00	0.2500	21.0	80	24	24.000	1.143	0.552	0.12	0.12	1.05	0.00125	4.26	38.58	2404.67	42.84	4.28	61	
2		200.00	2366.44	0.009	100.00	0.2500	21.0	80	24	24.000	1.143	0.552	0.12	0.25	1.05	0.00125	4.26	38.10	2404.54	42.37	4.24	61	
3		300.00	2365.65	0.009	100.00	0.2500	21.0	80	24	24.000	1.143	0.552	0.12	0.37	1.05	0.00125	4.26	36.77	2404.42	43.03	4.30	61	
4		400.00	2365.76	0.009	100.00	0.2500	21.0	80	24	24.000	1.143	0.552	0.12	0.50	1.05	0.00125	4.26	38.53	2404.29	42.80	4.28	61	
5		500.00	2365.48	0.009	100.00	0.2500	21.0	80	24	24.000	1.143	0.552	0.12	0.62	1.05	0.00125	4.26	38.69	2404.17	42.95	4.30	61	
6		600.00	2365.98	0.009	100.00	0.2500	21.0	80	24	24.000	1.143	0.552	0.12	0.75	1.05	0.00125	4.26	38.06	2404.04	42.33	4.23	60	
7		700.00	2366.33	0.009	100.00	0.2500	21.0	80	24	24.000	1.143	0.552	0.12	0.87	1.05	0.00125	4.26	37.59	2403.92	41.85	4.19	60	
8		800.00	2366.42	0.009	100.00	0.2500	21.0	80	24	24.000	1.143	0.552	0.12	1.00	1.05	0.00125	4.26	37.38	2403.80	41.64	4.16	59	
9		900.00	2367.20	0.009	100.00	0.2500	21.0	80	24	24.000	1.143	0.552	0.12	1.12	1.05	0.00125	4.26	38.47	2403.67	40.74	4.07	58	
10		1,000.00	2367.91	0.009	100.00	0.2500	21.0	80	24	24.000	1.143	0.552	0.12	1.25	1.05	0.00125	4.26	35.84	2403.55	39.90	3.99	57	
11		1,100.00	2368.91	0.009	100.00	0.2500	21.0	80	24	24.000	1.143	0.552	0.12	1.37	1.05	0.00125	3.65	34.51	2403.42	38.16	3.82	55	
12		1,200.00	2369.81	0.009	100.00	0.2500	26.0	65	24	24.000	0.923	0.563	0.11	1.48	1.01	0.00112	3.65	33.50	2403.31	37.15	3.72	53	
13		1,300.00	2370.02	0.009	100.00	0.2500	26.0	65	24	24.000	0.923	0.563	0.11	1.59	1.01	0.00112	3.65	33.18	2403.20	36.83	3.68	53	
14		1,400.00	2371.56	0.009	100.00	0.2500	26.0	65	24	24.000	0.923	0.563	0.11	1.71	1.01	0.00112	3.65	31.53	2403.09	35.18	3.52	50	
15		1,500.00	2371.55	0.009	100.00	0.2500	26.0	65	24	24.000	0.923	0.563	0.11	1.82	1.01	0.00112	3.65	31.42	2402.97	35.08	3.51	50	
16		1,600.00	2372.09	0.009	100.00	0.2500	26.0	65	24	24.000	0.923	0.563	0.11	1.93	1.01	0.00112	3.65	30.77	2402.86	34.42	3.44	49	
17		1,700.00	2372.25	0.009	100.00	0.2500	26.0	65	24	24.000	0.923	0.563	0.11	2.04	1.01	0.00112	3.65	30.50	2402.75	34.15	3.42	49	
18		1,800.00	2372.69	0.009	100.00	0.2500	26.0	65	24	24.000	0.923	0.563	0.11	2.15	1.01	0.00112	3.65	29.95	2402.64	33.60	3.36	48	
19		1,900.00	2373.21	0.009	100.00	0.2500	26.0	65	24	24.000	0.923	0.563	0.11	2.26	1.01	0.00112	3.65	29.32	2402.53	32.97	3.30	47	
20		2,000.00	2373.16	0.009	100.00	0.2500	26.0	65	24	24.000	0.923	0.563	0.11	2.38	1.01	0.00112	3.65	29.26	2402.42	32.91	3.29	47	
21		2,100.00	2373.84	0.009	100.00	0.2500	26.0	65	24	24.000	0.923	0.563	0.11	2.49	1.01	0.00112	3.65	28.46	2402.30	32.12	3.21	46	
22		2,200.00	2375.56	0.009	100.00	0.2500	26.0	65	24	24.000	0.923	0.563	0.11	2.60	1.01	0.00112	3.65	28.63	2402.19	30.28	3.03	43	
23		2,300.00	2376.74	0.009	100.00	0.2500	26.0	65	24	24.000	0.923	0.563	0.11	2.71	1.01	0.00112	3.65	25.34	2402.06	28.99	2.90	41	
24		2,400.00	2377.92	0.009	100.00	0.2500	26.0	65	24	24.000	0.923	0.563	0.11	2.82	1.01	0.00112	3.65	24.05	2401.97	27.70	2.77	40	
25		2,500.00	2380.07	0.009	100.00	0.2500	26.0	65	24	24.000	0.923	0.563	0.11	2.94	1.01	0.00112	3.65	21.79	2401.86	25.44	2.54	36	
26		2,600.00	2382.00	0.009	100.00	0.2500	26.0	65	24	24.000	0.923	0.563	0.11	3.05	1.01	0.00112	3.65	19.74	2401.74	23.40	2.34	33	
27		2,700.00	2382.97	0.009	100.00	0.2500	26.0	65	24	24.000	0.923	0.563	0.11	3.18	1.01	0.00112	3.65	18.66	2401.63	22.31	2.23	32	
28		2,800.00	2384.38	0.009	100.00	0.2500	26.0	65	24	24.000	0.923	0.563	0.11	3.27	1.01	0.00112	3.65	17.14	2401.52	20.79	2.08	30	
29		2,900.00	2386.12	0.009	100.00	0.2500	26.0	65	24	24.000	0.923	0.563	0.11	3.38	1.01	0.00112	3.65	15.29	2401.41	18.94	1.89	27	
30		3,000.00	2387.44	0.009	100.00	0.2500	26.0	65	24	24.000	0.923	0.563	0.11	3.50	1.01	0.00112	3.65	13.86	2401.30	17.51	1.75	25	
31		3,100.00	2389.47	0.009	100.00	0.2500	26.0	65	24	24.000	0.923	0.563	0.11	3.61	1.01	0.00112	3.65	11.71	2401.18	15.37	1.54	22	
32		3,200.00	2390.47	0.009	100.00	0.2500	26.0	65	24	24.000	0.923	0.563	0.11	3.72	1.01	0.00112	3.65	10.60	2401.07	14.25	1.43	20	
33		3,300.00	2391.53	0.009	100.00	0.2500	26.0	65	24	24.000	0.923	0.563	0.11	3.83	1.01	0.00112	3.65	9.43	2400.96	13.08	1.31	19	
34		3,400.00	2392.78	0.009	100.00	0.2500	26.0	65	24	24.000	0.923	0.563	0.11	3.94	1.01	0.00112	3.65	8.07	2400.85	11.72	1.17	17	
35		3,500.00	2394.32	0.009	100.00	0.2500	26.0	65	24	24.000	0.923	0.563	0.11	4.05	1.01	0.00112	3.65	6.42	2400.74	10.07	1.01	14	
36		3,600.00	2396.75	0.009	100.00	0.2500	26.0	65	24	24.000	0.923	0.563	0.11	4.17	1.01	0.00112	3.65	3.88	2400.63	7.53	0.75	11	
37		3,700.00	2396.80	0.009	100.00	0.2500	26.0	65	24	24.000	0.923	0.563	0.11	4.28	1.01	0.00112	3.65	3.71	2400.51	7.37	0.74	11	
38		3,800.00	2394.92	0.009	100.00	0.2500	26.0	65	24	24.000	0.923	0.563	0.11	4.39	1.01	0.00112	3.65	5.48	2400.40	9.13	0.91	13	
39		3,900.00	2392.38	0.009	100.00	0.2500	26.0	65	24	24.000	0.923	0.563	0.11	4.50	1.01	0.00112	3.65	7.91	2400.29	11.56	1.16	17	
40	TN	3,908.80	2392.38	0.009	8.80	0.2500	26.0	65	24	24.000	0.923	0.563	0.01	4.51	1.01	0.00112	0.00	7.90	2400.26	7.90	0.79	11	

PBT = PLANTA DE BOMBEO TEZONTLE

TN = TANQUE NOPANCALCO



LONGITUD Y CLASE DE TUBERÍA	PROYECTO DE PREVENCIÓN NATURAL DE ALI METRADO 70-200		PROYECTO DE PREVENCIÓN NATURAL DE ALI METRADO 70-200		PROYECTO DE PREVENCIÓN NATURAL DE ALI METRADO 70-200	
	DE 1.50 A 2.00 M DE DIAM.	DE 2.00 A 3.00 M DE DIAM.	DE 1.50 A 2.00 M DE DIAM.	DE 2.00 A 3.00 M DE DIAM.	DE 1.50 A 2.00 M DE DIAM.	DE 2.00 A 3.00 M DE DIAM.
EVOLUCIÓN DE MATERIAS	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24
ELEVACION PIZOMETRICA	1966.4	1971.2	1976.0	1980.8	1985.4	1990.2
ELEVACION DEL TERRENO	1966.4	1971.2	1976.0	1980.8	1985.4	1990.2
DISTANCIA AL ORIGEN	0	100	200	300	400	500

P E R F I L

FIGURA 5

4.4 DESCRIPCIÓN DE ANÁLISIS HIDRÁULICO ANTE LA POSIBLE PRESENCIA DE FENOMENOS TRANSITORIOS.

Se realizó el análisis de la línea de conducción ante la presencia de fenómenos transitorios hidráulicos con los resultados obtenidos, diseñar la tubería apropiada para una buena operación.

La línea considerada va de la planta de bombeo hasta el tanque de entrega en Nopancalco, la condición de análisis fue para el paro de los equipos de bombeo, donde el cálculo fue realizado con un programa particular .

El material considerado en el análisis fue el polietileno de alta densidad y alto peso molecular, en 20" de diámetro y diferentes RD's, de acuerdo a las presiones que se presentan en función del gradiente y del perfil (figura 5) del terreno natural.

En dicho análisis, se pudo apreciar que la tubería propuesta es capaz de soportar las presiones máximas y mínimas que se pudieran presentar ante un evento transitorio ocasionado por el paro de los equipos.

Como conclusión se puede decir que no se requiere de ningún dispositivo de control de transitorios y la tubería será capaz de resistir las presiones que se presenten.

4.5 DISEÑO DE LA LINEA DE CONDUCCION.

En el perfil del plano de la línea de conducción se indican las características del acueducto, clases, longitudes y tipo de tubería, en el mismo plano se incluyen las cantidades de obra y la lista de piezas especiales considerando las presiones necesarias(figura 4 y 5).

4.6 SALIDA DE LA PLANTA DE BOMBEO EL TEZONTLE.

La línea de conducción inicia después del múltiple de descarga de la planta de bombeo, el cual termina con un codo de acero de 45° x 20" de diámetro con brida en un extremo, al cual se conectará el acueducto.

A 10 m del último codo del múltiple, se deberá instalar un medidor de gasto tipo propela de 20" de diámetro, dentro de una caja tipo de válvulas.

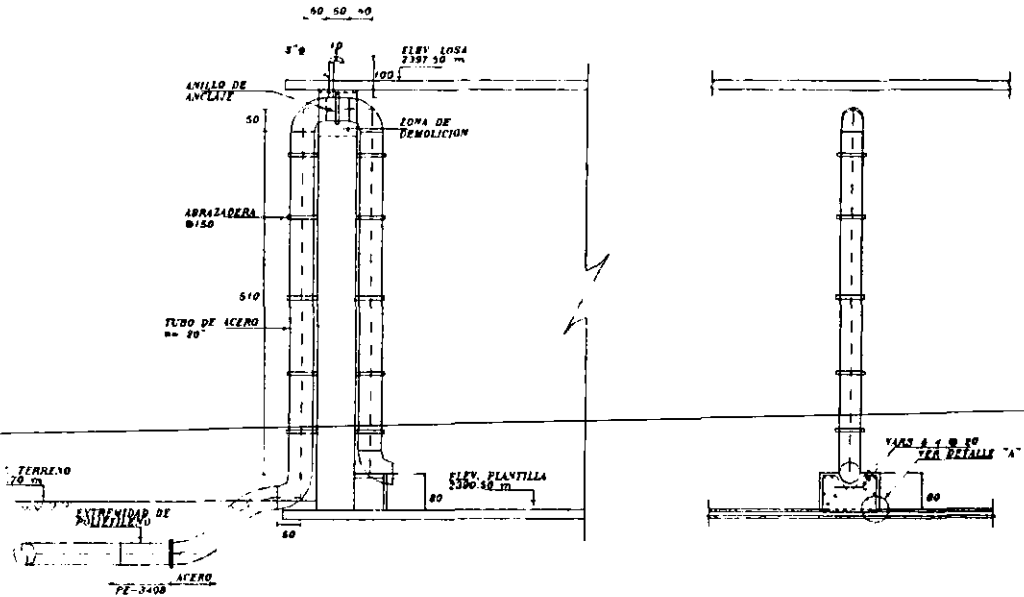
4.7 LLEGADA AL TANQUE NOPANCALCO.

La llegada al tanque Nopancalco será con tubería de acero de 20" (ver figura 6) de diámetro, la altura de este tanque es de 7.00 m, para no debilitar los muros de este tanque se propone que la descarga a él sea por la losa superior, y ya adentro del tanque bajar la tubería casi hasta el nivel de piso y terminar con un codo de 90°, para evitar que el agua golpee la losa de fondo.

La tubería de llegada deberá quedar atracada por fuera y por dentro del

tanque y anclada al muro mediante abrazaderas de solera.

En el plano de la línea de conducción se muestra el arreglo de la llegada con sus dimensiones así como el diseño de codos y piezas especiales.



DETALLE TUBO DE LLEGADA TANQUE NOPANCALCO

FIGURA 6

4.8 CAMBIOS DE DIRECCION.

En el desarrollo del acueducto no se tienen deflexiones verticales, solo horizontales, las cuales se darán con piezas especiales de polietileno de alta

densidad.(figura 7).

DIAGRAMA DE CRUCEROS

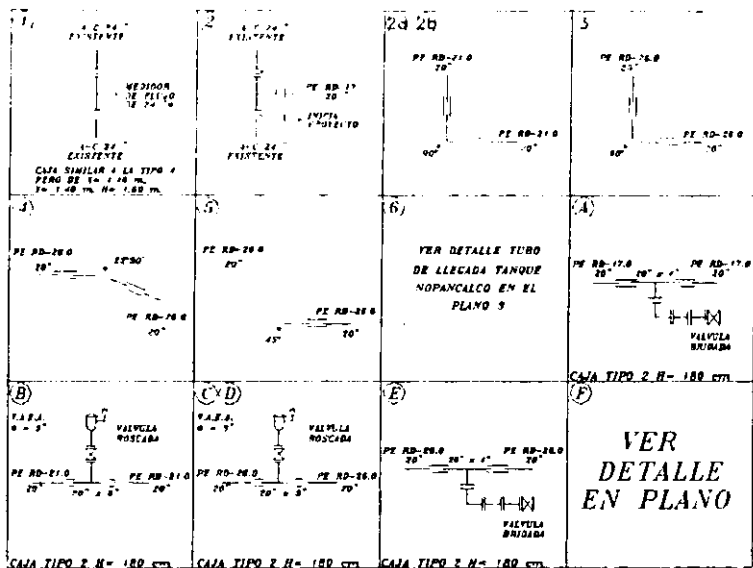


FIGURA 7

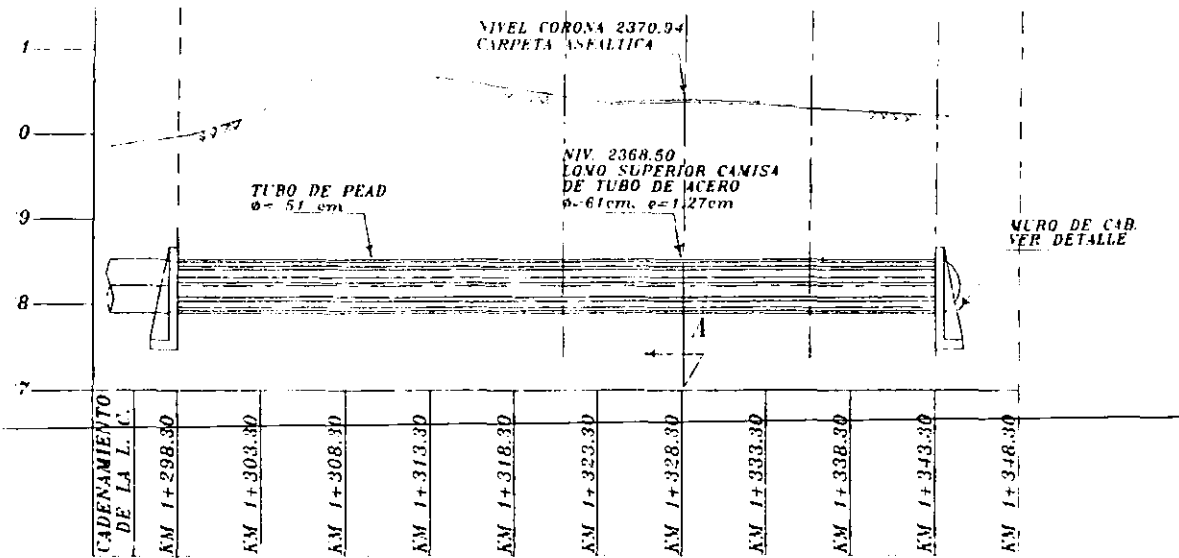
Las deflexiones en la línea de conducción se darán con la propia tubería hasta donde esta lo permita, en caso contrario se utilizarán piezas especiales del mismo material.

4.9.- CRUCE ESPECIAL CON CAMINOS.

En el trayecto del acueducto se tiene un cruce especial con la carretera que va a Actopan, Hgo., el cual se realizará mediante encamisado a base de tubería de acero de 24" de diámetro con un espesor de 3/8". El encamisado

se propone mediante el procedimiento de hincado (figura 8).

Para acostillar la tubería dentro de la camisa, se propone el uso de grava fina de $\frac{1}{4}$ " de diámetro, la cual se colocará una vez instalada la tubería de conducción



PERFIL DEL CRUCE CON LA CARRETERA EN EL KM 0+944.55

FIGURA 8

5 Selección de Válvulas

5.1 VÁLVULAS DE ADMISIÓN Y EXPULSIÓN DE AIRE

La selección de la válvula se hace para la condición más crítica, ya sea de llenado o de vaciado de la tubería.

5.1.1 LLENADO DE LA TUBERIA.

Para determinar el gasto máximo de llenado en función de la resistencia de la tubería de un tramo determinado se tendrá la siguiente expresión:

$$Q \text{ máx} = \frac{\Delta h g A}{a}$$

Donde:

Δh = Resistencia de la tubería (la menor del tramo analizado).

g = Aceleración de la gravedad.

A = Area de la sección de tubería en m^2 .

a 1000 m/s = velocidad de propagación de las ondas.

Es claro que si bien la expulsión de aire ocurrirá principalmente a través de las válvulas de expulsión de aire, no debe olvidarse que también saldrá aire por las conexiones permanentes que el acueducto tiene con la atmósfera.

En un acueducto puede ocurrir, en la etapa de llenado, que por la conexión de la tubería con una estructura (tanque de oscilación, tanque de entrega, etc.), fluya primero el aire que está siendo expulsado y luego cuando finaliza la expulsión de éste, fluya agua. Esta conexión implica una pérdida de carga concentrada del tipo de un orificio, la cual puede escribirse como:

$$h_1 - h_2 = \frac{v^2}{2g}$$

El llenado de la tubería se realiza con un gasto Q de agua, lo cual significa que el aire fluirá hacia el exterior de la tubería con el mismo gasto Q. Para expulsar el gasto Q por el orificio de área A se requiere la siguiente diferencia de presiones, antes y después del orificio:

$$Q_{\text{aire}} = C_q * A * (2g * \frac{P_1^{\text{aire}} - P_2}{\gamma_{\text{aire}}})^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

P_1 aire = La presión en 1 cuando fluye aire

P_2 = La presión en 2

Para el agua resulta:

$$Q_{\text{aire}} = C_q * A * (2g * \frac{P_1^{\text{agua}} - P_2}{\gamma_{\text{agua}}})^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

P_1 agua = La presión en 1 cuando fluye agua

En ambos casos P_2 se considera constante e igual a la presión atmosférica si el tanque estuviese vacío.

Si sabemos que

$$\gamma_{\text{aire}} = 1.2 \text{ Kg/m}^3 \text{ a } 20 \text{ }^\circ\text{C y } 1 \text{ atm.}$$

$$\gamma_{\text{agua}} = 1000 \text{ Kg/m}^3$$

Se deduce que para igual diferencia de presión los gastos de aire y agua por el orificio están en la siguiente relación:

$$\frac{Q_{\text{aire}}}{Q_{\text{agua}}} = \left(\frac{\gamma_{\text{agua}}}{\gamma_{\text{aire}}} \right)^{\frac{1}{2}} = 28.87$$

Por consiguiente al llegar el agua al orificio se produce una brusca caída de presión de el gasto de aire a un gasto de agua con la siguiente relación:

$$Q_{\text{agua}} = \frac{Q_{\text{aire}}}{28.87}$$

Esto quiere decir que se tienen aproximadamente 29 veces de capacidad de evacuación de aire por las estructuras, llámense tanques de oscilación, tanques unidireccionales, tanques de sumergencia, tanques de entrega, etc.

Puede concluirse que si el gasto máximo de llenado se calcula de acuerdo a la expresión $Q_{\text{máx}} = \frac{\sqrt{hg.l}}{\alpha}$, y se considera la resistencia Δh del tramo de tubería menos resistente de todo el acueducto, se estará del lado de la seguridad.

Entonces a partir de ese gasto máximo de llenado se determina la capacidad mínima de expulsión de aire de cada válvula del tramo considerado.

Cabe aclarar que si en el llenado del tramo actúa simultáneamente más de una válvula de expulsión, el gasto de expulsión debe dividirse entre el número de válvulas que actúan.

5.1.2. VACIADO DE LA TUBERIA.

Como parte de la operación normal de los acueductos el vaciado es una operación que merece la atención, ya que si no se diseñan adecuadamente

los desfogues, se pueden producir depresiones que ponen en riesgo algún punto del acueducto.

Los drenajes normalmente son válvulas de compuerta que deben abrir a la presión hidrostática que resulta sobre ellas, al abrir la válvula de vaciado se tiene la presión atmosférica aguas abajo de dicha válvula, y si en la tubería no se admite aire atmosférico, se puede generar una depresión en la tubería que vale Δz por debajo de la presión atmosférica.

Por tal razón la operación del vaciado requiere de la colocación de válvulas de admisión de aire, como mínimo en los puntos más altos de la tubería.

Una vez abiertas las válvulas de vaciado, el gasto que salga por ellas estará fijado por el gasto de aire que pueda entrar al acueducto por las válvulas de admisión de aire.

Para dimensionar las válvulas de admisión de aire, se requiere conocer las depresiones máximas que puede soportar la tubería afectada por el vaciado en cada tramo y a partir de ellas, calcular el gasto máximo que por gravedad puede fluir hacia la correspondiente válvula de vaciado completamente

abierta. Este gasto máximo de agua deberá ser igualado por el gasto de aire que penetre por todas las válvulas de admisión que trabajen simultáneamente en el tramo en estudio.

En general y por seguridad se trata de que en la tubería no se presenten depresiones mayores a 3 m.c.a. (5 PSI) por debajo de la presión atmosférica, de manera que es con esta diferencia de presión que deben dimensionarse las válvulas de admisión de aire para suplir el gasto que sale por la válvula de vaciado, y la válvula de vaciado se dimensionará de acuerdo al Δz que actúa sobre ella para no descargar gastos tales que obliguen a disponer de válvulas de admisión de gran capacidad.

Los tramos con mayor Δz requerirán válvulas de vaciado más pequeñas que los tramos con menor Δz .

Las dimensiones de la válvula de vaciado se definen de acuerdo al tiempo de vaciado del acueducto que se estime conveniente desde el punto de vista de la operación del mismo. Como se trata de una operación eventual, cuyo periodo de realización para un acueducto común no debe ser inferior al año, todo indica que un criterio razonable es que el vaciado del sistema se realice

dentro de un turno de ocho horas.

SELECCIÓN DE VALVULAS.

Para el caso que nos ocupa a continuación se hace la selección de las válvulas de admisión y expulsión de aire.

De acuerdo a lo descrito en párrafos anteriores, se procede a aplicar dichos lineamientos para el presente acueducto

Para el diseño de las válvulas de admisión y expulsión de aire, se aplicará la siguiente fórmula:

$$Q_{\text{máx}} = \frac{\Delta h g A}{a}$$

Donde:

Δh = Resistencia de la tubería (la menor del tramo analizado).

g = Aceleración de la gravedad.

A = Area de la tubería en m^2 .

a 1000 m/s = velocidad de propagación de las ondas.

La resistencia de la tubería en el tramo menos resistente de acuerdo con el diseño de la misma es de:

$$\mathbf{p = 65 \text{ PSI}}$$

$$\mathbf{p = 4.55 \text{ Kg/cm}^2}$$

$$\mathbf{p = 45.5 \text{ m.c.a.}}$$

Sustituyendo valores en 1 se tiene

$$\mathbf{Q \text{ max} = 45.5 \times 9.81 \times 0.173 / 1000}$$

$$\mathbf{Q \text{ max} = 0.077 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Esto quiere decir que la tubería es capaz de resistir el llenado a un gasto de 77 l.p.s., que es menor que el gasto de diseño ($Q_d = 250$ l.p.s.) del acueducto, por lo que el gasto que deberá evacuarse por cada válvula será de 250 l.p.s. entre el número de válvulas que se tengan y con una sobrepresión no mayor de 3 m.c.a. (5 PSI).

Para calcular la admisión de aire durante el vaciado se observa que por la válvula de vaciado de la condición más crítica hay que evacuar un gasto de 92.16 l.p.s. en el desagüe del Km. 3+125 (ver cálculo de drenajes al final del capítulo).

El gasto de vaciado supone que por cada punto del tramo donde se localiza una válvula de admisión, se admita ese gasto de aire, pues la operación de la válvula de vaciado del tramo hará actuar a la válvula de admisión, ello implica que en cada punto donde se produce admisión de aire, se debe tener una capacidad de admisión de 92.16 l.p.s. con una depresión máxima de 3 m.c.a.

Comparando este gasto con el Q max de expulsión de 77 l.p.s., es claro que en este caso lo que definirá la válvula será el gasto de admisión.

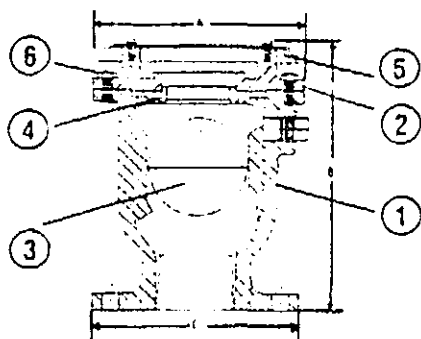
Con el uso de la figura de presiones contra gasto proporcionada por un fabricante de las válvulas de admisión y expulsión de aire (se anexa copia), se selecciona la válvula de 3" de diámetro, la cual tiene una capacidad de flujo de aire libre de 25 c.f.s. que equivalen a 707.9 l.p.s., con una diferencia de presión con la atmósfera de 5 PSI, que es mayor que el gasto de expulsión de 250 l.p.s.

Por lo anterior se concluye que la selección de dicha válvula es correcta, y la condición más crítica para la tubería será el vaciado, pero la capacidad de admisión es mayor que el gasto de drenaje, por lo tanto la tubería no tendrá problemas de vacío en ningún tramo a la hora del vaciado del acueducto.

Con el fin de asegurar un buen funcionamiento del acueducto, se propone la instalación de válvulas de admisión y expulsión de aire como se indica en el plano del acueducto.

En el plano de la línea de conducción se presentan los diagramas de cruceros para las válvulas de admisión y expulsión de aire y en el perfil su ubicación.

VALVULAS DE ADMISION Y EXPULSION DE AIRE



- 1.- CUERPO, 2.TAPA 3. FLOTADOR,
4. ASIENTO, 5.CUBIERTA, 6.TORNILLOS.

Las válvulas de Admisión y Expulsión de aire están provistas de un flotador interno, y un orificio de venteo del mismo diámetro que el de su entrada, para expulsar y admitir las cantidades suficientes de aire, al llenar o vaciar un sistema.

Cuando un sistema de bombeo está por ser llenado, el aire que está dentro, será sustituido por el líquido a bombear. Al irse llenando el sistema, las válvulas colocadas en los puntos altos cerrarán.

Las válvulas de Admisión y Expulsión de Aire abrirán sólo cuando la presión interna se reduzca a un valor negativo.

NOTA:

Las válvulas de Admisión y Expulsión de Aire podrán llenarse parcial o totalmente de aire, y no expulsarán dicho volumen mientras el sistema se encuentre en operación y bajo presión. Para tal fin fueron diseñadas las Válvulas Eliminadoras de Aire.

TABLA PARA SELECCIONAR LAS VALVULAS DE ADMISION Y EXPULSION DE AIRE PARA LA DESCARGA DE LAS BOMBAS DE POZO PROFUNDO

GASTO EN LPS DE LA BOMBA SIN CARGA	13	20	30	75	125	310	500	1260	2250	3150
DIAMETRO DE LA VALVULA	1/2	3/4	1	2	3	4	6	8	10	12

TABLA PARA SELECCIONAR LAS VALVULAS DE ADMISION, EXPULSION Y COMBINADAS PARA LA LINEA DE CONDUCCION

GASTO EN LPS DE LA LINEA	25	45	90	245	450	690	1450	3150	4500	7000
DIAMETRO DE LA VALVULA	1/2	3/4	1	2	3	4	6	8	10	12

MATERIALES:

- Cuerpo y tapa: Hierro Gris ASTM A48 C 30
- Flotador: Acero Inoxidable ASTM A240
- Asiento: Buna-N (Acrilonitrilo)
- Tornillos: Acero SAE grado 2 (Cap.)
- Tornillos Allen: Acero aleado RC3B grado 9
- Cubierta: Cold Rolled
- Pintura: Recubrimiento epóxico (interior y exterior)

Válvulas de admisión y expulsión de aire

MODELO		A	B	C
A1	1"	5"	5 15/16"	Roscada
A2	2"	5 1/8"	8 15/16"	Roscada
A3	3"	8"	10 3/16"	Roscada
A4 (125 lbs)	4"	9 1/2"	12 3/4"	9"
A4 (250 lbs)	4"	9 1/2"	13 3/4"	10"
A6 (125 lbs)	6"	12 3/4"	17 1/4"	11"
A6 (250 lbs)	6"	12 3/4"	17 11/16"	12 1/2"
A8 (125 lbs)	8"	15 7/8"	21"	13 1/2"
A8 (250 lbs)	8"	15 7/8"	21 1/2"	15"
A10 (125 lbs)	10"	19 1/2"	23"	15"
A10 (250 lbs)	10"	19 1/2"	23 5/8"	17 1/2"

VALVULAS DE ADMISION, EXPULSION Y ELIMINACION DE AIRE "COMBINADAS"

El diseño de esta válvula es el resultado de la combinación de la válvula de admisión y expulsión de aire con la válvula eliminadora de aire, en dos cuerpos ensamblados por medio de conexiones de hierro galvanizado.

Su función es, como se describe en párrafos anteriores, admitir y expulsar grandes volúmenes de aire cuando la línea de conducción es llenada o vaciada a través de la válvula principal y purgar o eliminar el aire que se acumule con la válvula eliminadora de aire, garantizando con esta doble función un considerable ahorro de energía.

selección de diámetros

El diámetro de las válvulas de admisión y expulsión de aire debe ser elegido para admitir y expulsar el máximo potencial de flujo de aire en una tubería sin exceder de una presión diferencial tolerable a través de su orificio de salida.

NOTA.—Cada punto alto o cambio de pendiente de la tubería deberá ser examinado independientemente para determinar el diámetro de la válvula.

Determino con los gráficos de flujo y con las indicaciones siguientes el diámetro de la válvula adecuada a cada caso:

1.—Para determinar el diámetro mínimo permisible de la válvula de admisión de expulsión en pies cúbicos por segundo (PCG), sin exceder una presión diferencial de 1.4 kg/cm² (2 lb/pulg²) aplíquese la fórmula para convertir de pies cúbicos por segundo (pcg):

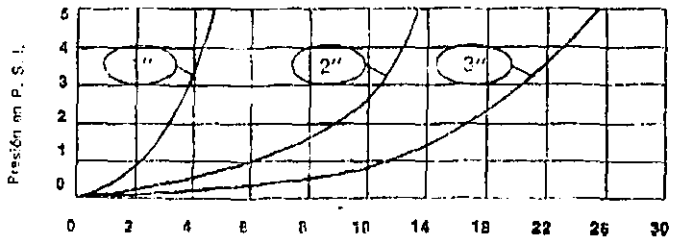
lbs

Flujo en psc = $\frac{26.32}{\text{lbs}}$

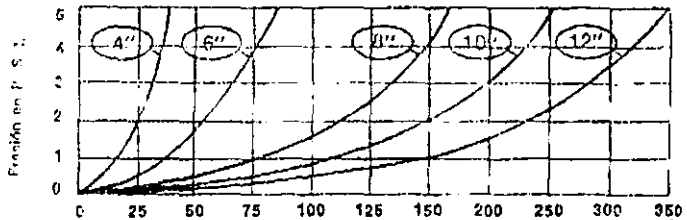
pcg = pies cúbicos de aire por segundo
 psc = litros de agua por segundo

—Para determinar el diámetro mínimo permisible de la válvula de admisión de expulsión de aire en pies cúbicos por segundo (pcg), sin exceder una presión diferencial de 0.33 kg/cm² (0.5 lb/pulg²) a través del orificio de la válvula, aplíquese la fórmula siguiente para calcular el flujo en psc que se presenta en la tubería

Gráfica para calcular las Válvulas de Admisión y Expulsión de Aire marca "REIVAL" modelos RAV1, RAV2 y RAV3 de 1", 2" y 3" pulgades respectivamente.



Gráfica para calcular las Válvulas de Admisión y Expulsión de Aire marca "REIVAL" modelos RAV4, RAV6, RAV8, RAV10 y RAV12, de 4", 6", 8" y 12" pulgades respectivamente.



cuando opera por gravedad:

Flujo en psc = $0.086592 \sqrt{PD}$

Donde:

pcg = pies cúbicos de aire por segundo

P = Pendiente en metros de altura por metros de longitud,

D = Diámetro de la tubería (en pulgadas).

NOTA: Considerando que un punto alto de la tubería puede tener dos pen-

dientes diferentes a ambos lados, tome el flujo calculado por el lado de mayor pendiente.

2.—Después de comparar los diámetros de las válvulas combinadas de admisión y expulsión de aire calculadas por los dos métodos anteriores, instale en el punto alto referido de la tubería, la de mayor diámetro.

Capacidad de flujo de aire libre en pies cúbicos por segundo

En existen fórmulas para determinar la cantidad exacta de aire que se acumula en un sistema y así calcular el tamaño de válvula adecuada para expulsarlo. Todas las recomendaciones

para seleccionar la válvula necesaria están basadas en la experiencia. Sin embargo conociendo el diámetro de la tubería, la capacidad de la bomba, la potencia y potencial de aire mezclada con el agua, se puede determinar el tamaño de la válvula.

Este equipo es un indicador para seleccionar la válvula eliminadora de aire necesaria, basándose en el flujo en pies cúbicos por minuto (pcm). Para mayor eficiencia de la válvula seleccione la que tenga mayor eficiencia de entrada de cada modelo. Con ello se logrará una mejor separación de aire del agua.

SELECCIÓN DE LA VÁLVULA ELIMINADORA

Diámetro máximo de la tubería	Gasto máximo en LPS	Presión en LB/Pulg ²					
		1 a 50'		1 a 150'		1 a 300'	
		Diám. del orificio en PCM	Capacidad en PCM	Diám. del orificio	Capacidad en PCM	Diám. del orificio	Capacidad en PCM
6"	50	3/32"	5	1/16"	6	1/16"	12
10"	140	1/8"	9	3/32"	14	1/16"	12
16"	330	1/8"	9	1/8"	24	5/64"	18
48"	3,160	5/16"	58	3/16"	54	3/32"	26
PC	9,500	1/2"	140	3/8"	276	7/32"	143

* La capacidad de venteo en PCM es a la presión máxima.

Existen cuatro (4) formas posibles de acumulación de bolsas de aire en la tubería descendente de un punto alto de la línea, y estas son:

- Velocidad del flujo.
- Pendiente pronunciada adecuada a un punto alto o cambio de pen-

- diente.
 - Rugosidad de la tubería.
 - Viscosidad del fluido.
- En estos casos se recomienda instalar válvulas eliminadoras de aire adicionales en los puntos de posible formación de bolsas de aire para obtener la máxima capacidad de flujo de la tubería.

5.2- CALCULO DEL DIAMETRO DE DRENAJES EN LINEAS DE CONDUCCION.

Para el cálculo se analizaron varios diámetros, desde 2 a 6 pulgadas, encontrándose que el desagüe de 4" es el más adecuado para el vaciado de la tubería, ya que por el más crítico de ellos se podrá evacuar un gasto de 92.16 l.p.s. y la válvula de admisión de aire asociada a éste, tiene una capacidad mayor, con lo cual se garantiza que no habrá presiones negativas a la hora de la operación de los mismos.

Los drenajes se diseñaron con base en el gasto y la presión sobre ellos, su localización se realizó en los puntos bajos del acueducto o en aquellos sitios que permitan su evacuación cuando se tengan que realizar labores de reparación y mantenimiento del acueducto.

5.2.1 METODOLOGIA PARA DETERMINAR EL DIAMETRO DEL DRENAJE.

Ver subcapítulo 5.1("Vaciado de la tubería").

- 1.- Se calcula el volumen a evacuar.
- 2.- Se determina la carga sobre el drenaje.
- 3.- Se calcula el gasto con la siguiente expresión:

$$Q = C_v * V * A$$

$$V = (2gh)^{\frac{1}{2}}$$

$$A = \frac{\pi * d^2}{4}$$

Donde:

Q = Gasto a desaguar en m³/s.

C_v = Coeficiente de pérdidas por orificio.

V = Velocidad por el desagüe en m/s.

g = Aceleración de la gravedad en m/seg².

h = Carga sobre el desagüe en m.

A = Area del tubo del desagüe en m².

d = Diámetro del desagüe en m.

Se propone cualquier diámetro y

4. Se calcula el tiempo de vaciado con la siguiente expresión:

$$t = \frac{Vol}{Q}$$

Donde:

t = Tiempo de desfogue en horas, minutos y segundos.

Vol. = Volumen a evacuar en m³.

Q = Gasto a desaguar en m^3/s .

Como ya se mencionó en el capítulo 5, se trata de realizar el vaciado de la tubería en un turno de 8 horas, por lo tanto el tiempo de vaciado deberá ser tal que con la suma de todas las actividades que ello implica no se rebase un turno de 8 horas.

A continuación se presenta el cálculo del drenaje de la línea de conducción de la P. B. Tezontle al tanque de regulación Nopancalco y representación constructiva.(figuras 9, 10 y 11)

CALCULO DEL DIAMETRO DE DRENAJES EN LINEAS DE CONDUCCION.

PROYECTO: LINEA DE CONDUCCION DE LA P.B. TEZONTLE A LA P.B. NOPANCALCO, EN LA CIUDAD DE PACHUCA, HGO.

UBICACIÓN DEL DRENAJE Km. **0+500**

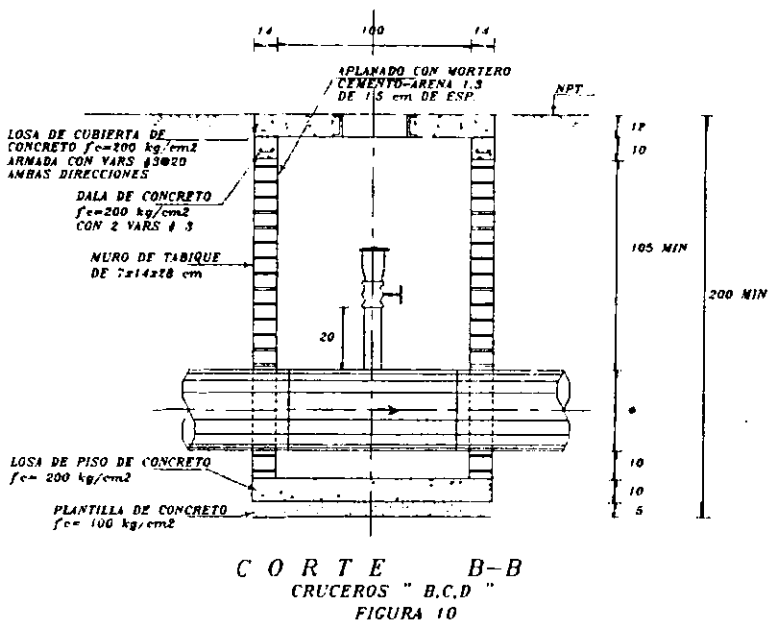
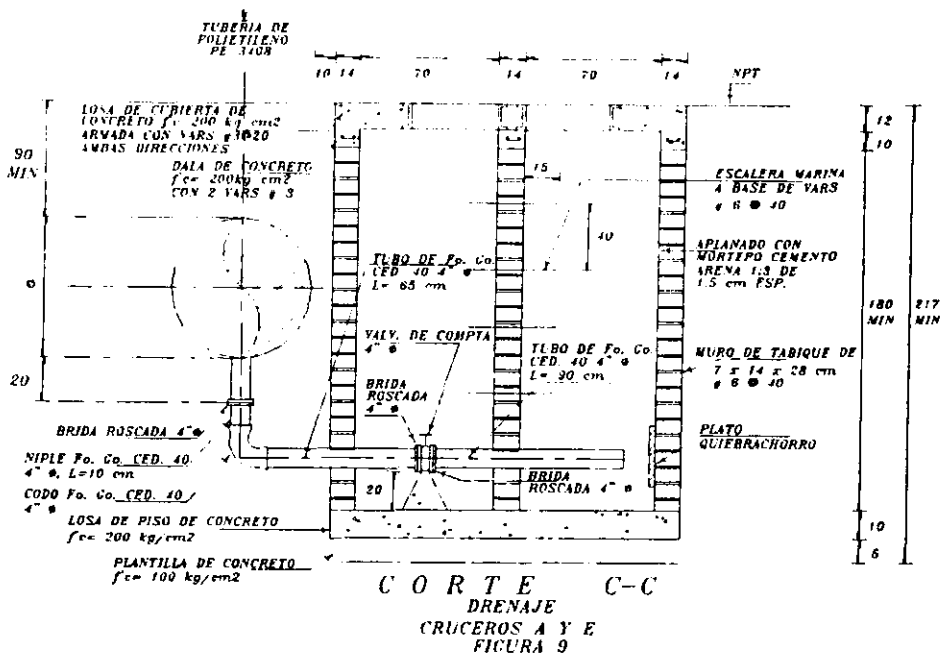
DIAMETRO DE LA LINEA DE CONDUCCION 20 PULG
 LONGITUD A DRENAR 2.140.00 M
 CARGA H SOBRE EL DRENAJE 12.44 M
 VOLUMEN A EVACUAR 433.74 M3

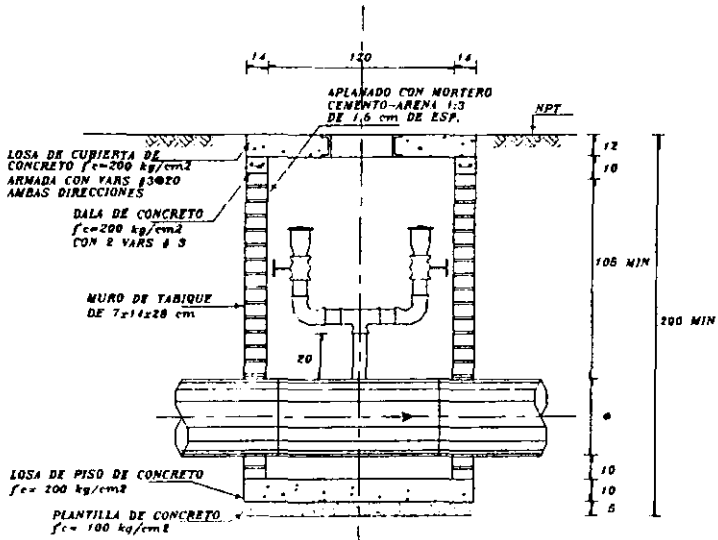
DIAM DRENAJE PULG.	GASTO POR EL DRENAJE M3	TIEMPO DE VACIADO			DIAM SELECCIONADO
		HORAS	MINUTOS	SEGUNDOS	
2	0.01932	6	14	15	
3	0.04346	2	46	20	
4	0.07726	1	33	33	ESTE
6	0.17384	0	41	35	

UBICACIÓN DEL DRENAJE Km. **3+125**

DIAMETRO DE LA LINEA DE CONDUCCION 20 PULG.
 LONGITUD A DRENAR 1.508.80 M
 CARGA H SOBRE EL DRENAJE 17.70 M
 VOLUMEN A EVACUAR 305.81 M3

DIAM DRENAJE PULG.	GASTO POR EL DRENAJE M3	TIEMPO DE VACIADO			DIAM SELECCIONADO
		HORAS	MINUTOS	SEGUNDOS	
2	0.02304	3	41	12	
3	0.05184	1	38	19	
4	0.09216	0	55	18	ESTE
6	0.20736	0	24	34	





C O R T E A-A
CRUCERO " F "
FIGURA 11

6 Representación gráfica del Sistema de Conducción.

6.1 PLANO DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN, CRUCE CON CAMINOS Y DETALLES (LLEGADA A TANQUE).

Con el fin de mostrar gráficamente la obra de la línea de conducción, se elaboró el plano de detalle respectivo, cuyo título se presenta en la relación de planos que se da al final de este trabajo, en él se indica el proyecto geométrico en planta y perfil de la línea de conducción, con base en los trabajos topográficos y en el análisis hidráulico, el gradiente hidráulico en operación normal, los datos del perfil del acueducto, diagrama de cruces, lista de piezas especiales, cantidades de obra, válvulas de admisión y expulsión de aire, drenajes, croquis de localización, simbología, cantidades de obra y notas generales para una correcta interpretación y ejecución de la obra.

A lo largo del acueducto se tiene un cruce especial con carretera, el cual se realizará mediante un encamisado hincado, presentándose su arreglo en el plano de detalles.

Las cantidades de obra indicadas en los planos así como la lista de piezas especiales son las más representativas del proyecto, de cada concepto se presenta su respectiva especificación para que se ejecute y se cumpla. (tablas 12 y 13)

<i>CANTIDADES DE OBRA</i>		
<i>C O N C E P T O</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>
<i>LIMPIEZA Y TRAZO</i>	<i>m²</i>	<i>4,800.00</i>
<i>EXCAVACION EN MATERIAL COMUN</i>	<i>m³</i>	<i>7,200.00</i>
<i>PLANTILLA APISONADA AL 85% PROCTOR CON MATERIAL DE BANCO</i>	<i>m³</i>	<i>180.00</i>
<i>RELLENO A VOLTFO CON MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION</i>	<i>m³</i>	<i>1,800.00</i>
<i>RELLENO COMPACTADO AL 90% PROCTOR CON MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION</i>	<i>m³</i>	<i>1,109.27</i>
<i>SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD, PE-3408 DE:</i>		
<i>20" DE DIAMETRO, RD-17.0</i>	<i>m</i>	<i>800.00</i>
<i>20" DE DIAMETRO, RD-21.0</i>	<i>m</i>	<i>700.00</i>
<i>20" DE DIAMETRO, RD-26.0</i>	<i>m</i>	<i>2,208.80</i>
<i>HINCADO DE TUBERIA DE ACERO ASTM A 53 Gr B DE 24" o. con ESPESOR DE 3/8", PARA CRUCES ESPECIALES CON CARRETERA, FERROARRIL, CANAL, RIO, ETC., INCLUYE SUMINISTRO DE LA TUBERIA DE ACERO Y TODAS LAS MANIOBRAS NECESARIAS HASTA DEJAR LA OBRA TOTALMENTE TERMINADA</i>	<i>m</i>	<i>20.00</i>
<i>CONCRETO F'c= 150 kg/cm² PARA ATRAQUES</i>	<i>m³</i>	<i>1.31</i>

FIGURA 12

LISTA DE PIEZAS ESPECIALES

SIMBOLO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
	VALVULA DE SECCIONAMIENTO TIPO COMPLETIA VASTAGO LLD, CLASE 125, DE: 76 mm (3") Ø ROSCADA 102 mm (4") Ø BRIDADA	PIEZA PIEZA	6.00 2.00
	VALVULA DE ADMISION Y EXPLUSION DE AIRE CON ELIMINADORA COMBINADA, MANTA DE 150 P.S.I. ROSCADA, DE: 76 mm (3") Ø CON ELIMINADORA DE 1" Ø ORIFICIO DE 1/8" Ø	PIEZA	5.00
	JUNTA DE ACOPLAMIENTO O ENVINAL GPR COMPLETA DE 24", INCLUYE TORNILLOS Y EMPAQUES	PIEZA	1.00
	TEE DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD PE-3408, CON BRIDA Y CONTRABRIDA EN EL PATRÓN DE DIÁMETRO MENOR Y UNA LONGITUD DE 20 CM. DE LAS SIGUIENTES DIMENSIONES Y CLASES: 20" x 4" DE DIAM. RD-17.0 20" x 4" DE DIAM. RD-26.0	PIEZA PIEZA	1.00 1.00
	TEE DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD PE-3408 CON CUERDA EN EL PATRÓN DE DIÁMETRO MENOR Y UNA LONGITUD DE 20 CM. DE LAS SIGUIENTES DIMENSIONES Y CLASES: 20" x 3" DE DIAM. RD-21.0 20" x 3" DE DIAM. RD-26.0	PIEZA PIEZA	1.00 1.00
	EXTREMIDAD DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD PE-3408, INCLUYE BRIDA DE POLIETILENO Y CONTRABRIDA DE ACERO, DE LAS SIGUIENTES DIMENSIONES Y CLASES: 20" DE DIAM. RD-17.0 20" DE DIAM. RD-26.0	PIEZA PIEZA	1.00 1.00
	CODO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD PE-3408, DE LAS SIGUIENTES DIMENSIONES Y CLASES: 22.5" x 20" DE DIAM. RD-26.0 45" x 20" DE DIAM. RD-26.0 90" x 20" DE DIAM. RD-21.0 90" x 20" DE DIAM. RD-26.0	PIEZA PIEZA PIEZA PIEZA	1.00 1.00 2.00 1.00
	TEE DE Fo. Co. DE 24" x 20" Ø	PIEZA	1.00
	BRIDA ROSCADA DE Fo. Co. DE 4" Ø	PIEZA	6.00
	MEDIDOR DE FLUJO TIPO PROPRIA, CLASE 125 P.S.I. EXTREMOS BRIDADOS, DE: 610 mm (24") Ø	PIEZA	1.00
	CODO DE ACERO ASTM A-53 Gr. B DE 9.32" DE ESPESOR DE: 45" x 20" 90" x 20"	PIEZA PIEZA	2.00 4.00
	TUBERÍA DE ACERO ASTM A-53 Gr. B DE 20" DE Ø POR 9.32" DE ESPESOR	M	10.20
	TEE DE Fo.Co. CED. 40 DE 1" Ø	PIEZA	2.00
	CODO DE Fo.Co. CED. 40 DE 90" x 3" Ø	PIEZA	6.00
	CODO DE Fo.Co. CED. 40 DE 90" x 4" Ø	PIEZA	2.00
	NIPLE DE Fo.Co. CED. 40 DE 3" Ø	PIEZA	15.00
	NIPLE DE Fo.Co. CED. 40 DE 4" Ø	PIEZA	2.00
	TUBO DE Fo.Co. CED. 40 DE 3" Ø, L=100 cm	PIEZA	1.00
	TUBO DE Fo.Co. CED. 40 DE 4" Ø, CON CUERDA EN AMBOS PATRONES DE LAS SIGUIENTES LONGITUDES: 65 cm 90 cm	PIEZA PIEZA	2.00 2.00
	CAJA PARA OPERACION DE VALVULA TIPO: 2	CAJA	6.00
	SIMILAR A LA TIPO 2, PERO DE Y=1.28, Y=1.28, H=1.80 m	CAJA	1.00
	SIMILAR A LA TIPO 4, PERO DE Y=1.40, Y=1.40, H=1.60 m	CAJA	1.00
	CONTRAMARCO SENCILLO DE: 110 cm x 4"	PIEZA	7.00
	MARCO CON TAPA TIPO LIGERO DE 50 x 50cm, DE 55 Kg	PIEZA	7.00
	EMPAQUE DE PLOMO DE: 102 mm (4") Ø 508 mm (20") Ø	PIEZA PIEZA	8.00 2.00
	TORNILLO DE ACERO DE CABEZA Y TUERCA HEXAGONAL DE: 16 x 76 mm (5/8" x 3") 29 x 127 mm (1 1/8" x 5")	PIEZA PIEZA	64.00 40.00

FIGURA 1.1

Conclusiones y Recomendaciones

Las bases de diseño empleadas para el análisis y elaboración del presente trabajo fueron las siguientes.

El diseño del proyecto está basado en forma general en lo especificado en los **“Lineamientos Técnicos para la Elaboración de Estudios y Proyectos de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario”**, editados por la Comisión Nacional del Agua (CNA), así como en las Normas de Agua Potable para Localidades Urbanas de la República Mexicana de la extinta SAHOP.

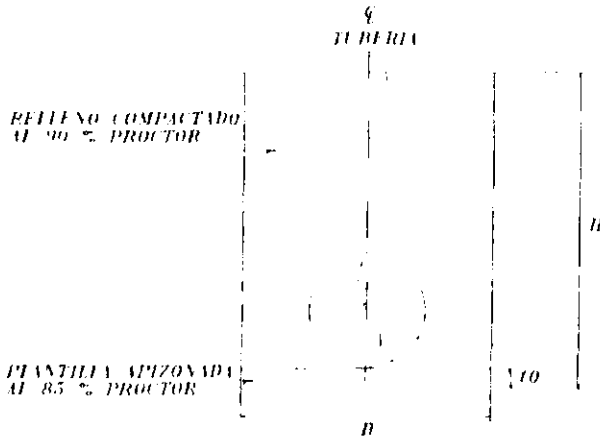
ZANJAS PARA LA INSTALACION DE TUBERIAS.

Las características de la zanja para la instalación de la tubería en función del diámetro son las siguientes (figura 14):

DIMENSIONES DE ZANJA

DIAM. NOMINAL		ANCHO cm.	PROF. cm.	VOLUMEN m3 por ml
mm.	Pulg.			
406.4	16	100	140	1.40
457.2	18	115	145	1.67
508.0	20	120	150	1.80
609.6	24	130	165	2.15

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**



DATOS DE LA ZANJA

ϕ PUC	B CM	H CM
20	120	150

SECCION CONSTRUCTIVA TIPO

FIGURA 14

Es importante considerar pruebas de compactación proctor para determinar si se cumple con relleno al 90% proctor, ya que se pueden presentar hundimientos de terreno a lo largo de la línea, en campo se recomienda compactar a cada 20 cm de espesor con tepetate de excelente calidad y así será seguro que las pruebas de compactación sean favorables, y no se tenga que levantar el relleno y asfaltado, lo cual implicaría gastos para quien construya el acueducto.

TIPO DE TUBERIA.

Se empleará tubería de polietileno de alta densidad clasificación PE-3408 de acuerdo con el INSTITUTO DE TUBERIAS PLASTICAS (PLASTIC PIPE

INSTITUTE), se recomienda tener especial cuidado en las termofusiones, las cuales se deben de llevar acabo por personal altamente calificado, ya que se han tenido experiencias de malas termofusiones que han obligado a invertir más dinero de el proyectado, esto en muchos casos es debido a que no se efectúa la prueba hidrostática, la cual deberá ser supervisada a detalle.

El diámetro del acueducto es de 20", con una longitud de 3,908.80 m de los cuales 800 m son RD-17, 900 son RD-21 y 2,208 de RD-26.

Para el cruce con caminos se propone un encamisado con tubería de acero de 24" de diámetro por 3/8" de espesor y 20 m de longitud, a la cual se le deberá aplicar protección anticorrosiva interior una vez instalada en el cruce, al ser un cruce con caminos y presentar alta circulación vial, se recomienda utilizar el método de perforación direccional llamado comúnmente "topo" ó "hincado" lo cual disminuye el costo de obra civil y las molestias con los usuarios de el camino.

La llegada al tanque Nopancalco es con tubería de acero de 20" de diámetro por 7/32" de espesor, con protección anticorrosiva interior y exterior, la longitud de esta se deberá ajustar directamente en el sitio de la obra, por lo

que su longitud mostrada en plano es aproximada.

La ubicación de los diferentes tipos y clases de tubería se muestra en el plano "Acueducto P.B. Tezontle - Nopancalco", (plano 1) junto con sus piezas especiales.

Los precios utilizados corresponden al Catálogo de Precios Unitarios editado por la Comisión Nacional del Agua, en 1998.

Los precios unitarios que no vienen en ese catálogo se investigaron vía telefónica con los diferentes distribuidores de materiales, tal es el caso de la tubería de polietileno de alta densidad, entre otros.

ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION.

Es recomendable seguir las **Especificaciones Generales para la Construcción de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado**, editadas por la Comisión Nacional del Agua.

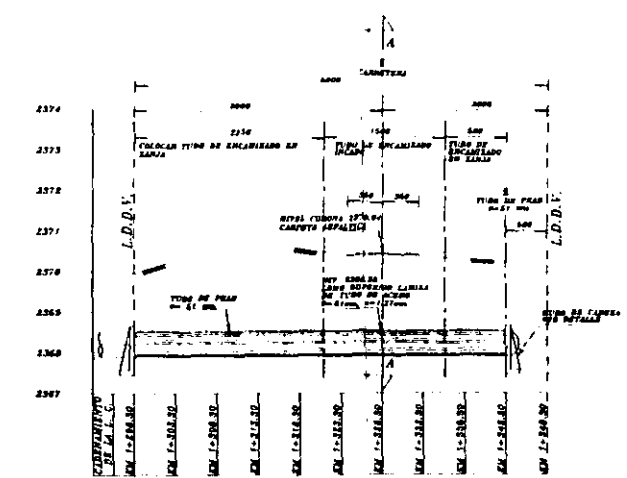
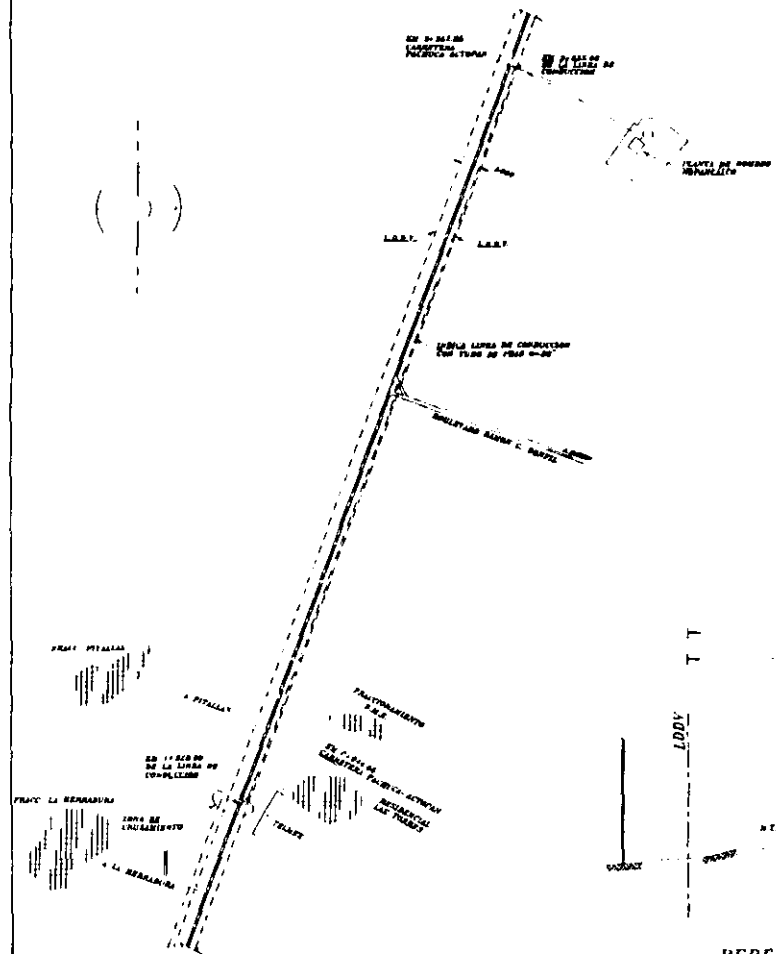
Si alguna especificación no estuviera incluida en el informe o en el documento de concurso(si se llegará a concursar), el Contratista tendrá la

obligación de conseguirla y presentarla al responsable para su aprobación, sin que esto sea motivo de una reclamación por un concepto adicional o fuera de catálogo, por lo que al preparar su propuesta económica deberá tener especial cuidado en la descripción y alcance de cada concepto, y si surgiera alguna duda esta deberá quedar resuelta en la junta de aclaraciones.

BIBLIOGRAFÍA.

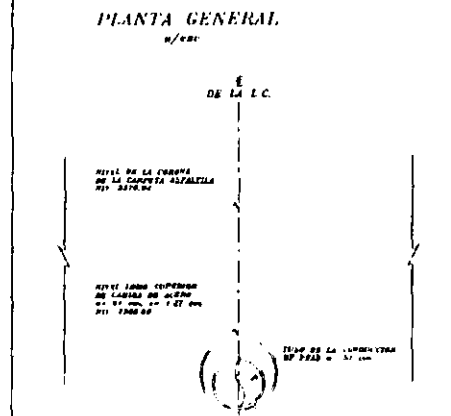
1. Autores varios. Manual de diseño de obras civiles, Hidráulica, A.2.6. Golpe de ariete, C.F.E., México, 1982.
2. Catalogo de Precios Unitarios. Comisión de Nacional del Agua
3. Domínguez Mora , R. Manual de hidráulica urbana , Tomo 1 ,D.D.F. , México ,1982
4. Gardea Villegas Humberto. Aprovechamientos Hidroelectricos y de Bombeo. México. 1992
5. Lineamientos Técnicos para la Elaboración de Estudios y Proyectos de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario. Comisión Nacional del Agua 1994,
6. Manual de Normas de Proyecto Para Obras de Aprovechamiento de Agua Potable en Localidades Urbanas de La República Mexicana. Facultad de Ingeniería, U. N. A. M. , México, 1979.
7. Sánchez , B.J. L. , Carmona R. Diseño y Operación Hidráulica de conducciones de agua a presión .Instituto de Ingeniería ,U.N.A.M. , México , 1986.
8. Schlag , Albert . Hidráulica . Limusa , México ,1996.
9. Sotelo Ávila, G. Hidráulica General, Tomo 1 , Limusa , México ,1982.
10. Valdés Enrique César. Abastecimiento de Agua Potable U. N.A. M. México, 1991.

ANEXO DE PLANOS

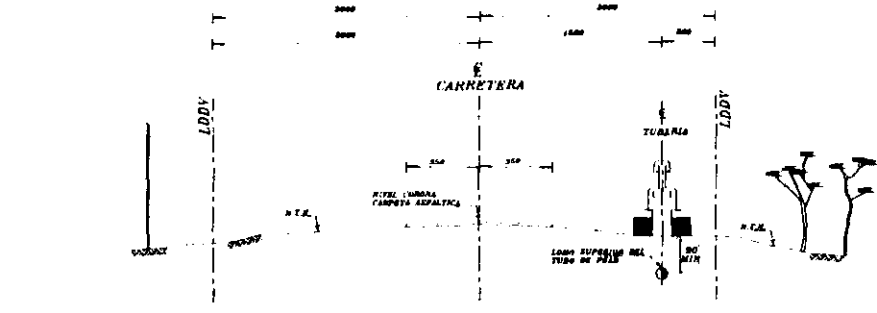


PERFIL DEL CRUCE CON LA CARRERA EN EL KM 0+944.55
S/ENC

DATOS DE PROYECTO		
LONGITUD DEL CRUZAMIENTO	=	45.00
USO DEL DERECHO MARGINAL DE VIA	=	2307.00



PLANTA GENERAL
S/ENC

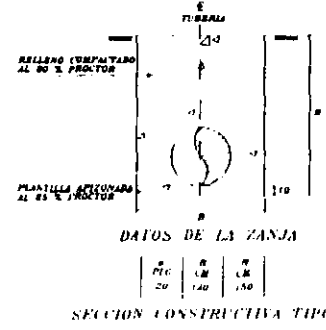


PERFIL TIPO DE KM 0+944.55 A KM 3+252.05
(USO MARGINAL DEL DERECHO DE VIA)
S/ENC

CANTIDADES DE OBRA		
CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
ESTRUCTURA	m ²	72.00
RELLENO	m ³	60.00
CONCRETO	m ³	1.00
f = 200 kg/m ³		
ACERO DE REFUERZO f _y = 2700 kg/cm ²	kg	100.00
TIPO DE ACERO ASTM A601 #3 - 101.51 cm	m	45.00
#3 - 1.27 cm	m	12.00
TIPO DE ACERO ASTM A601 #3 - 101.51 cm	m	12.00

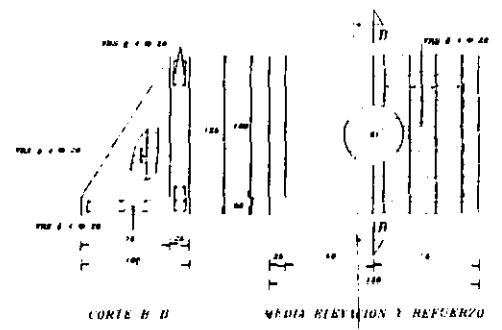
- NOTAS:
1. CANTIDADES EN CUBIEMETROS, DIVIDA EN SU CASO RECEPTO LAS INDICADAS EN OTRO UNIDAD
 2. EL CONCRETO DE LAS OBRAS DE CARRETERA DEBE f=200 kg/cm³
 3. EL ACERO DE REFUERZO DEBE f_y = 2700 kg/cm²
 4. LAS RECOMENDACIONES LÍNEAS DEBEN DE 3 mm
 5. EL ACERO DE LA TUBERÍA DE ENCLAVAMIENTO DEBE ASTM A601 #3
 6. PARTICIPAR LA PARTICIPACIÓN DE LA CARTELA DE ACERO
 7. SE DEBE LIMPIAR LAS SUPERFICIES DEFORMADAS Y REFORZAR
- RECOMENDACIONES ADICIONALES:
- * APLICACIÓN DE DOS CAPAS DE PRIMERAS SUPERFICIES CATALIZADAS RP 2
 - * APLICACIÓN DE DOS CAPAS DE ACERADO SINTÉTICO CATALIZADO
- RECOMENDACIONES ADICIONALES:
- * INDICACION DE DOS CAPAS DE PRIMERAS SUPERFICIES
 - * APLICACIÓN DE DOS CAPAS DE ACERADO SINTÉTICO
- RECOMENDACIONES ADICIONALES:
- * DEL CENTRO DE LÍNEA DE LA CARRETERA Y A 700 mm A CADA LADO, SE DEBE HACER LA TUBERÍA DE ENCLAVAMIENTO POR EL PROCEDIMIENTO DE BARRERA YA SEA MEDIANTE CABLE O BARRILLA REFORZADA (TUBO).
 - * EL DISEÑO DE LA TUBERÍA DE ENCLAVAMIENTO SE DEBE HACER MEDIANTE EL PROCEDIMIENTO DE ESTACACIÓN

CORTE A A
EN KM 0+944.55
S/ENC



DATOS DE LA ZANJA

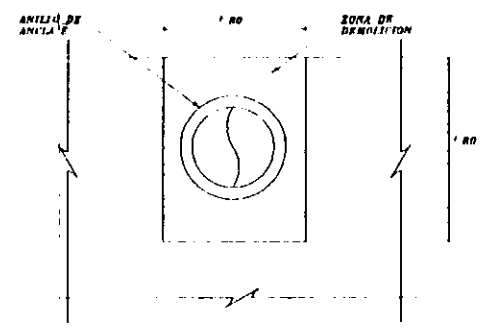
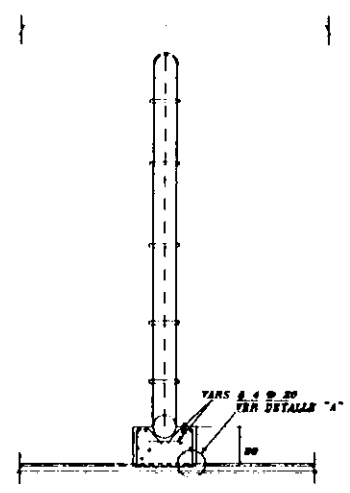
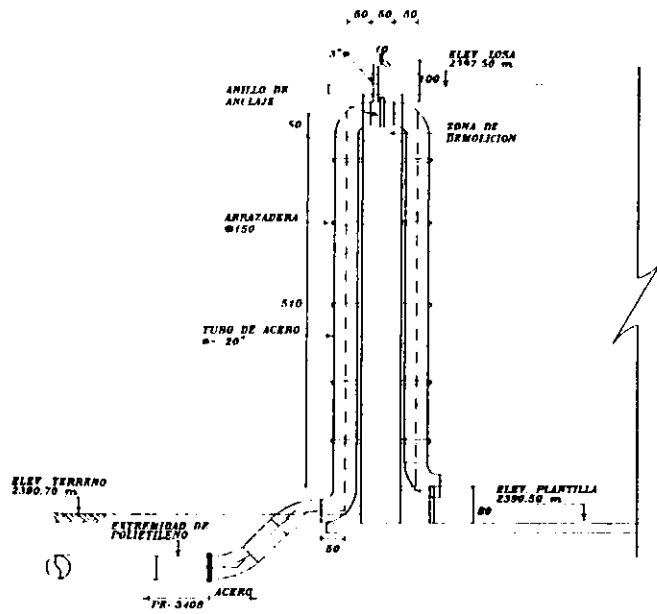
H	B	N
170	140	150



MURO DE CERRA
S/ENC

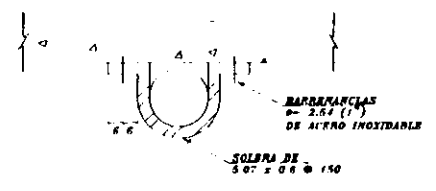
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL DE INGENIEROS CIVILES
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO	FECHA	PLANO 2
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA	1970	
PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE DE LA CARRETERA FEDERAL EN EL KM 0+944.55		
PROYECTO	FECHA	PLANO 2
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA	1970	
PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE DE LA CARRETERA FEDERAL EN EL KM 0+944.55		

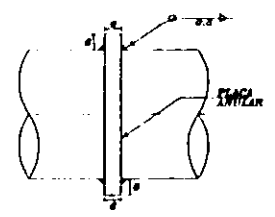


VISTA FRONTAL ANCLAJE s/esc

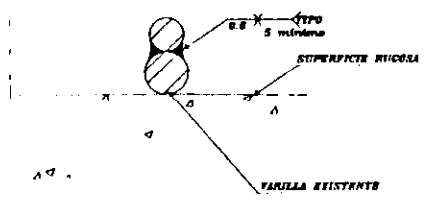
DETALLE TUBO DE LLEGADA TANQUE NOPANCALCO ESC.: 1:500



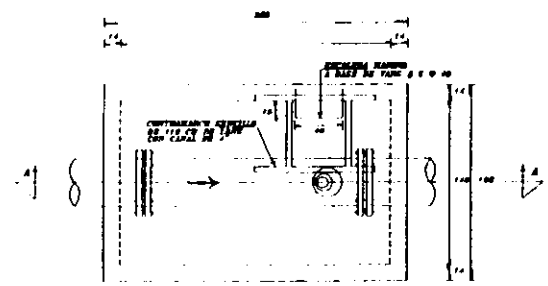
DETALLE ABRAZADERA PLANTA



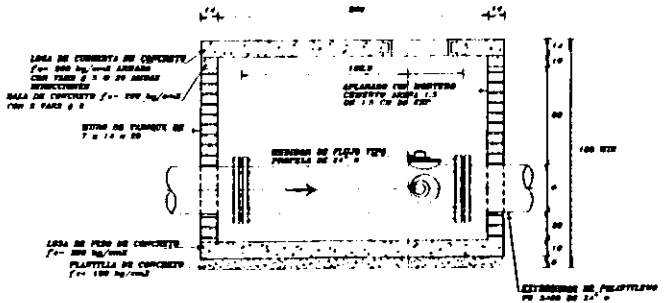
DETALLE DE ANILLO DE ANCLAJE s/esc



DETALLE "A" ELEVACION



PLANTA MEDIDOR DE GASTO s/esc



CORTE A-A s/esc

- NOTAS:
1. VERIFICAR SI EXISTEN OBRAS ANTERIORES EN EL LUGAR.
 2. SI SE ENCUENTRA ALGO EN EL SUBSTRATO DE LA OBRA.
 3. PARA OBRAS DE GRAN ENvergadura SE DEBE DE CONSULTAR A LOS INGENIEROS DE ESTRUCTURAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.
 4. LA CANTIDAD DE MATERIAL DE LA OBRA SE DEBE DE ESTIMAR EN UN 10% DE SOBRESALIDA.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN		PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL	
INGENIERIA PROFESIONAL		TITULO: INGENIERO EN OBRAS DE CONCRETO		PLAN 3	
NOMBRE DEL ALUMNO:		MATERIA:		FECHA:	
CARRERA:		GRUPO:		PROFESOR:	