

100
29j



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

**"ESTUDIO Y PROYECTO DEL
SUMINISTRO DE AGUA POTABLE,
PARA EL SISTEMA MULTIPLE
EL ORO, MEXICO"**

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

JOSE GUSTAVO MONTEERRUBIO BARRAGAN

MEXICO, D. F.

1987



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 está 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.

C O N T E N I D O

I.	INTRODUCCION	1
	I.1. Antecedentes	1
	I.2. Objetivo	2
	I.3. Area de Estudio	3
	I.4. Alcances	4
II.	DATOS DE PROYECTO	6
	II.1. Población de Proyecto	6
	II.2. Dotación	7
	II.3. Coeficiente de Variación	7
	II.4. Gasto de Diseño	7
	II.5. Capacidad de Regularización	8
	II.6. Fuente de Abastecimiento	9
III.	ESTUDIO DE ALTERNATIVAS	11
	III.1. Trabajo de Campo	11
	III.2. Trabajo de Gabinete	13
IV.	PROYECTO EJECUTIVO DE LA LINEA DE CONDUCCION	24

IV.1.	Datos de Proyecto	24
IV.2.	Proyecto Geométrico e Hidráulico de la Línea de Conducción.	29
V.	PLANTAS DE BOMBEO Y REBOMBEO	34
V.1.	Cárcamo de Rebombao	34
V.2.	Selección del Equipo de Bombeo	35
V.3.	Cálculo Eléctrico	70
VI.	CATALOGO DE CONCEPTOS Y PRESUPUESTO	80
VII.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	90
VIII.	BIBLIOGRAFIA	92

I. INTRODUCCION.

I.1. Antecedentes.

El Estado de México cuenta con una extensión de 22,485-km² y una población de 7'564,335 habitantes, censo de 1980, es uno de los estados de la República Mexicana con mayor densidad de población; los centros de población existentes son en su mayoría precoloniales aunque existen localidades producto del reparto de tierras agrícolas, existiendo además las de reciente creación, esto como resultado de polos de desarrollo y la explosión demográfica principalmente de la Ciudad de México.

La entidad cuenta con una red de carretera y ferroviaria muy amplia, cuyas principales vialidades convergen en la Ciudad de México, la mayor parte de las localidades cuentan con los servicios de energía -- eléctrica, agua potable, alcantarillado, correo, telégrafo, centros educativos, médicos, bancarios, etc.

Los centros de población en forma general, con excepción de los de reciente creación, cuentan con sistemas de abastecimiento de agua potable con una antigüedad de 15 a 20 años como mínimo, sistemas que fueron proyectados para un número de habitantes que ya fué rebasado -- por la población actual.

Por otro lado existen poblaciones cuyo abastecimiento de agua fue ideado por los habitantes del lugar empujados por la necesidad por lo que carecen de bases técnicas.

I.2. Objetivo.

Las autoridades estatales, preocupadas por la situación existente en todos los centros de población, ha enfocado un porcentaje de sus recursos económicos a crear y en algunos casos fortalecer la infraestructura hidráulica de la entidad.

El objetivo del presente trabajo es la realización de los estudios y proyectos necesarios para satisfacer el déficit de la demanda de agua potable, mediante la conducción del agua extraída en el pozo -- profundo "Estación Tultenango" al tanque de regularización El Atorón ubicado en la colonia Francisco I. Madero, para el Sistema Múltiple El Oro, cumpliendo con las especificaciones vigentes en la materia.

El sistema Múltiple El Oro lo componen las siguientes localidades: El Oro (Cabecera Municipal) y las colonias, Francisco I. Madero, Benito Juárez, Aquiles Serdán, Cuauhtémoc, El Tejocote, La Cima, Presa-Boockman, Loma del Capulín, Arbol de la Corona, Ejido de Santiago Oxtempan, San Nicolás del Oro y Estación Tultenango.

I.3. Area de Estudio.

El municipio de El Oro de Hidalgo Estado de México, se localiza al noroeste de la Ciudad de Toluca, colindando al oeste con el Estado de Michoacan, al norte con el municipio de Temascalcingo, al sur con el Municipio de Jocotitlán, figura I.1.

La topografía predominante en la zona es accidentada y una porción de zona semiplana. El clima de la región, de acuerdo a la clasificación de Köppen, es del tipo C (W2) (W) bi nomenclatura que corresponde a templado, subhúmedo con lluvias en verano e invierno seco, presentando una temperatura media de 12.4°C y una precipitación media anual de -- 744.4 mm.

Los asentamientos humanos más importantes del municipio son: El Oro (6,257 hab.), Santa Rosa de Lima (3,300 hab.) y Santiago Oxtémpan (2,781 hab). (1)

La actividad principal de los habitantes de la región - es la agricultura, en donde la mayor parte es de temporal y menor grado de riego. Además existe en la cabecera municipal una nascente zona industrial la que se verá favorecida con el incremento de la oferta de agua potable.

(1) Fuente de información, Plan Municipal de Desarrollo Urbano (1981 - 1987)

I.4. Alcances.

Los alcances del presente estudio es el de desarrollar a nivel ejecutivo el proyecto de las obras e instalaciones que implementen la línea de conducción que conducirá el agua del pozo profundo "Tultenango" y llegará hasta el tanque de regularización "El Atorón" situado en la colonia Francisco I. Madero perteneciente a la ciudad de El Oro de Hidalgo, para ello se efectuaron las actividades necesarias las cuales constituyen los capítulos de este estudio; en el primero se tiene una introducción mencionando antecedentes, objetivos y descripción de la zona de estudio, señalado con anterioridad.

El segundo describe la metodología seguida para la obtención de los datos de proyecto, en base a la información recabada en el campo y en las oficinas correspondientes.

En el tercero se muestran las alternativas efectuadas de los conceptos siguientes; trazo de la línea, diámetro y material de la tubería y tipo de equipo de bombeo. Presentándose los trabajos de campo y gabinete.

En el cuarto capítulo se desarrolla el proyecto ejecutivo, primeramente presentando el resumen de los datos de proyecto, y el pro -

yecto geométrico e hidráulico de la línea de conducción.

El quinto capítulo nos presenta el diseño de las plantas de bombeo en cuanto a la capacidad de los cárcamos de rebombeo, selección de equipo de bombeo y cálculo eléctrico de sus instalaciones.

En términos generales el proyecto de la línea de conducción se desarrolló tomando en cuenta las normas de proyecto de la extinta -- S.A.H.O.P., así mismo estuvo apoyado técnicamente en manuales y textos ampliamente calificados en sus respectivas especialidades.

El capítulo sexto nos muestra el catálogo de conceptos a realizar así como el presupuesto de las obras a efectuarse.

En el capítulo séptimo se dan las conclusiones y recomendaciones al presente trabajo, por otro lado, a los trabajos de esta índole.

II. DATOS DE PROYECTO.

Para poder determinar la magnitud del proyecto es necesario definir los datos básicos, a continuación se muestra el desarrollo seguido para la obtención de dichos datos, aplicándosele a cada una de las localidades que forman el sistema múltiple El Oro resumiéndose en la tabla 2.1

II.1 Población de Proyecto.

De acuerdo a los datos de población obtenidos del plan Municipal de Desarrollo Urbano (1981-1987) de El Oro de Hidalgo se obtuvieron las poblaciones futuras, utilizando el método del incremento constante considerando una tasa de crecimiento anual de 4% y un período de 18 años - de vida útil, para lo cual se aplicó la siguiente expresión:

$$P_f = P_a (1 + i)^n \dots\dots\dots 2.1$$

Donde:

P_f - Población Futura

P_a - Población Actual

i - Tasa de Crecimiento Anual

n - Número de Años del Análisis

II.2. Dotación.

Debido a que no existen estudios de consumo, ni se tienen mediciones en tomas domiciliarias de la zona, se estableció una dotación de proyecto de 150 lts/hab/día, de acuerdo a las normas de referencia considerando factores tales como tamaño de la población y el clima.

II.3. Coeficiente de Variación.

Para considerar las variaciones de consumo de agua potable que pudieran presentarse debido a los cambios climáticos de las diferentes épocas del año. es necesario realizar un estudio específico de cada localidad, por carecer de datos estadísticos necesarios se optó por considerar los coeficientes propuestos por las "Normas de Proyectos para Obras de Aprovechamiento de Agua Potable en Localidades Urbanas de la República Mexicana de la Extinta S.A.R.H.

Coeficiente de variación diaria 1.2

Coeficiente de variación horaria 1.5

II.4 Gastos de Diseño.

En base a las poblaciones futuras (año 2000), dotación-

propuesta para la zona de estudio y los coeficientes de variación se obtuvieron los gastos de diseño, utilizando las siguientes expresiones

Gasto Medio (Q_m) 2.2

$$Q_m = \frac{P_f \times \text{dotación}}{86400}$$

Gasto Máximo Diario 2.3

$$Q_{\text{max.d.}} = 1.2 Q_m$$

Gasto Máximo Horario 2.4

$$Q_{\text{max.h.}} = 1.5 Q_{\text{max.d.}}$$

Capacidad de regularización.

La capacidad de regularización por el sistema múltiple-El Oro, se calculó en base al gasto máximo diario y un período de 24 horas encontrándose que es cubierta en su totalidad y rebasada a la vez por la capacidad instalada, aunque en algunas localidades carecen de un sistema de abastecimiento de agua potable a los que habrá de efectuar su proyecto integral.

La capacidad necesaria en los tanques de regularización está en función de las horas de bombeo (24 hrs.) y la demanda por lo que se obtiene mediante la siguiente expresión.

$$C = Q_{\max} \cdot d \times 14.58 \dots\dots\dots 2.5$$

II.6 Fuente de Abastecimiento.

Las principales fuentes de abastecimiento de agua potable lo constituyen los manantiales que afloran en la zona, además de algunos embalses como la presa Brockman y la Victoria. Estas comienzan a ser insuficientes por lo que se han construido tres pozos profundos para incrementar el caudal a las localidades que lo requieren.

TABLA 2.1

LOCALIDAD	Población Actual *	Población de Proyecto (hab)	C A S T C S Medio	C S máximo diario	(l.p.s.) máximo horario	Capacidad de Regulación (m3)
Oro de Hidalgo	6 556	12 770	22.17	26.60	39.91	387.06
Col. Aquiles Serdan	1 311	2 553	4.43	5.32	7.96	77.56
Col. Fco. I. Madero	2 185	4 256	7.39	8.67	13.30	129.27
Loma del Capulfn	72	140	0.24	0.29	0.44	4.26
Arbol de la Corona	180	351	0.61	0.73	1.10	10.65
Santa Cruz el Tejocote	967	1 922	3.34	4.01	6.01	58.39
La Cima	164	319	0.55	0.67	1.00	9.70
Col. Cuauhtémoc	568	1 106	1.92	2.30	3.46	33.60
Presa Brockman	1 748	3 404	5.91	7.09	10.64	103.42
Ejido de Santiago Oxtempan	730	1 422	2.47	2.96	4.44	43.19
San Nicolas del Oro	655	1 276	2.21	2.66	3.97	36.75
Estación Tultenango	100	194	0.34	0.40	0.61	5.92
S U M A	15 256	29 713	51.58	61.90	92.66	902.59

* Población para 1983, se obtuvo del Plan Municipal de Desarrollo Urbano para 1980 y una tasa de crecimiento del 3 por ciento anual. Los gastos son para una dotación de 150 lts/hab/día y coeficientes de variación diaria y horaria de 1.2 , 1.5 respectivamente.

III. ESTUDIOS DE ALTERNATIVAS.

Para la realización del proyecto definitivo de la línea de conducción Tultenango-El Oro, se realizaron alternativas en los conceptos siguientes: El trazo que recorrería la conducción, el número de rebombos sobre la línea y la selección del diámetro más económico así como del material de la tubería. Las cuales se analizaron aceptándose la mejor de ellas considerando factores como la economía y operación del sistema.

III.1. Trabajos de Campo.

Para determinar el trazo que seguiría la línea se efectuaron recorridos de campo en los cuales participaron autoridades municipales y estatales ya que la línea corre, en su primera parte, paralela a los caminos vecinales a continuación atraviesa campos de cultivo y por último utiliza calles y veredas evitando los obstáculos urbanos, a continuación de la determinación del desarrollo de la línea se realizaron los trabajos de topografía.

El levantamiento topográfico consistió en efectuar una poligonal abierta, mediante el método de deflexiones y ángulos horizontales; llevándose a cabo con un tránsito marca ROSSBACH 532, equipado con un distancímetro electrónico.

El trazo definitivo de la línea tiene como origen el punto 0+000 en el pozo profundo localizado en la estación del ferrocarril "Tultenango". continuando con estaciones a cada 20 metros colocándose trompos y estacas indicando el cadenamiento correspondiente, además señalando los puntos de inflexión (PI) con pintura de aceite en sitio visibles como postes, rocas, paredes etc. con sus puntos de referencia respectivos.

Levantándose también todos los detalles encontrados en el recorrido de la poligonal como veredas, caminos, carreteras, cruce de ríos, arroyo, puentes, alcantarillas, etc. en una franja de 50 metros.

La nivelación se realizó, tomando como banco de nivel, el localizado en el riel aislado de la estación del ferrocarril con cota de 2548.500 m.s.n.m., por doble control a cada estación de 20 metros a lo largo de la poligonal y los detalles con distancias menores; lo anterior se desarrolló con un nivel fijo autobasculante marca WILD modelo X-IA-2.

El sistema de coordenadas utilizado es arbitrario cuyo origen es el punto 0+000 sus coordenadas son $x = 3000$, $y = 5000$, procediendo a calcular las coordenadas de todos los puntos de inflexión.

III.2 Trabajo de Gabinete.

Con el trazo definitivo se llevó a cabo el análisis de la tubería por medio del Cálculo del Diámetro más Económico en Líneas de -- Conducción, planteándose las alternativas de una, dos y tres plantas de -- bombeo.

El método del diámetro más económico en líneas de con - ducción, consiste en una primera parte, en el cálculo de la potencia requere - rida en las bombas para tres diámetros distintos de tubería, teniendo como datos el gasto a conducir, longitud de la línea, coeficiente de rugosidad - de Manning para cada uno de los diámetros y material del tubo y el desn - vel topográfico. Con los cuales se obtiene la carga dinámica total y con - ésta los caballos de vapor necesarios en los equipos de bombeo

En una segunda parte se revisa la tubería mediante el - concepto del Golpe de Ariete, en donde se considera que la sobrepresión -- producida por éste es absorbida en un 80% por la válvula aliviadora de pre - sión y el 20% por la tubería. Se observa si la tubería la resiste ó no, de - pendiendo de sus características.

El siguiente paso consiste en la cuantificación del costo de la línea de conducción en los tres diámetros analizados, en base a los costos de excavación, plantilla, relleno de zanjas, la tubería y su instalación.

Por último se presenta el resumen de los costos de operación, conducción y de amortización con lo que obtendremos el costo anual de bombeo ; en este paso se selecciona la alternativa cuyo costo sea el menor.

Para efectuar el análisis de las alternativas por el método mencionado se implementó un programa de computadora en lenguaje BASIC procesándose en una máquina APPLE II, cuyos resultados de las tres alternativas se muestra en las tablas 3.1, 3.2., 3.3.

TABLA 3.1

PRIMERA ALTERNATIVA UN BOMBEO
 *** CALCULO DEL DIAMETRO MAS ECONOMICO EN LINEAS DE CONDUCCION ***

DIAMETRO PULG IN	AREA M ² (A)	GASTO M ³ /S (B)	VELOCIDAD M/S (V)	LONG.LINEA EN METROS (L)	Q ²	COEF. DE MANNING N	CONSTANTE MANNING K	PERDIDA FRICCION (F)	DESNIVEL TOPOGRAFIA (BT)	(H) TOTAL =H+BT+ZHF H	76M M ³ /S	HP Q=H/76M
6	.032	.051	1.57	9211	2.6E-03	.012	8.542	204.45	413	638.11	57	570.94
10	.05	.051	1	9211	2.6E-03	.012	2.598	62.25	413	481.48	57	430.8
12	.072	.051	.69	9211	2.6E-03	.012	.982	23.54	413	438.9	57	392.7

GOLPE DE ARRIETE

PRECION DE TRAB JO KG/CM ²	DIAMETRO (D) CM	ESPESOR PARED TUBO(E) CM	VELOCIDAD M/S	145V	EA=D	ET=E	(1+EA*D/ ET=E)*.5	SOBRE- R	PRECION 145V/R	SOBRE-PRE VALVULA FP-80ZH	SOBRE-PRE 20ZH-T	CARGA NORMAL CIOM=N	PRECION TOTAL =T+N
100	8	.6	1.57	228	420014	1333500	1.146722	198.85	159.08	39.77	638.11	677.88	
100	10	.6	1	145	525018	1333500	1.180567	123.62	98.89	24.72	481.48	506.2	
100	12	.6	.69	101	630021	1333500	1.213464	83.52	66.81	16.7	438.9	435.6	

VELOCIDAD INICIAL DEL AGUA (M/S) --EA=MODULO DE ELASTICIDAD DEL AGUA (20670 KG/CM²)
 ET=MODULO DE ELASTICIDAD DE LAS PAREDES DEL TUBO (PARA A-C=328000, ACERO=2100000, PVC=)

CONCEPTO	DIAMETRO=8 MM=.2032			CLASE=100 DIAMETRO=10 MM=.254			CLASE=100 DIAMETRO=12 MM=.3048			CLASE=100		
	CANTIDAD	UNID.	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNID.	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNID.	P.U.	IMPORTE
EXCAVACION	7921.46	M ³	406	3216112.76	8842.56	M ³	406	3590079.36	9763.65	M ³	406	3964045.95
PLANTILLA	690.82	M ³	560	386862	736.88	M ³	560	412652.8	782.93	M ³	560	438443.6
RELLENO	6010.17	M ³	340	2043460.35	6736.92	M ³	340	2290354.63	7454.46	M ³	340	2534517.18
INST. TUBERIA	9211	M	1562	14387582	9211	M	2213	20383943	9211	M	2865	26389515
COSTO TUBERIA	9211	M	5910	54437010	9211	M	7722	71127342	9211	M	9515	87642665
COSTO TOTAL				74471027.1				97804571.8				120969187

RESUMEN

DIAMETRO	HP	K.W.H	\$/HORA	\$ ANUAL	\$ CONDUCC	\$ AMORT	\$ TOTAL
8	570.946022	425.754449	2980.28114	26107262.8	74471027.1	14119706.7	40226969.5
10	430.800949	321.248282	2248.73798	19698944.7	97804571.8	18543746.8	38242691.5
12	392.70065	292.836875	2049.05812	17956757.2	120969187	22935757.8	40892515
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

COSTO DEL AMP=87.00 (2)=(1)*0.7457 (3)=(2)*7.00 (4)=(3)*8760 (6)=(5)*ANUALIDAD(19%) (7)=(4)+(6)

NOTA : EL DIAMETRO MAS ECONOMICO ESTA DADO POR EL MENOR COSTO DETERMINADO EN LA COLUMNA (7)

EL COSTO ANUAL DE AMORTIZACION=i/((1+i)ⁿ-1) DONDE i=TASA DE INTERES EN DECIMALES. n=NO. DE AÑOS

TABLA 3.2

SEGUNDA ALTERNATIVA BOM BOMBEO
 *** CALCULO DEL DIAMETRO MAS ECONOMICO EN LINEAS DE CONDUCCION ***

DIAMETRO PULG IN	AREA M ² (A)	GASTO M ³ /S (B)	VELOCIDAD M/S (V)	LONG.LINEA EN METROS (L)	Q ²	COEF.DE MANNING N	CONSTANTE MANNING K	PERDIDA FRICCION (F)	DESNIVEL TOPOGRAF. (BT)	(H)TOTAL =HF+DT+Hf M	GM M=752	HP 0.41/76N
8	.032	.051	1.57	5365	2.4E-03	.012	8.542	119.2	252	383.12	57	342.79
10	.05	.051	1	5365	2.4E-03	.012	2.998	36.26	252	291.88	57	261.16
12	.072	.051	.69	5365	2.4E-03	.012	.982	13.71	252	267.08	57	238.97

** GOLPE DE ARIETE **

PRESION DE TR-8 JO KG/CM ²	DIAMETRO (B) CM	ESPESOR PARED TUBO(E) CM	VELOCIDAD M/S V/S	145V	EA=0	ET=E	(1+EA*E/ ET*E)*.5 =R	SOBRE- PRESION 145V/R	SOBRE-PRE ABSORVIDA VALVULA RP=602H	SOBRE-PRE ABSORVIDA POR TUBO 202H=T	CARGA NORMAL CICLO=N	PRESION TOTAL OPERA- CION=N =T+N
100	8	.6	1.57	228	420014	1333500	1.146722	198.85	159.08	39.77	383.12	422.89
100	10	.6	1	145	525018	1333500	1.1802567	123.62	98.89	24.72	291.88	316.61
100	12	.6	.69	101	630021	1333500	1.2134484	83.52	64.61	16.7	267.08	283.79

VELOCIDAD INICIAL DEL AGUA (M/S)—EA=MODULO DE ELASTICIDAD DEL AGUA (20670 KG/CM)
 ET=MODULO DE ELASTICIDAD DE LAS PAREDES DEL TUBO(PARA A-C=328000,ACERO=2100000,PVC=

CONCEPTO	DIAMETRO=8 CANTIDAD UNID.	MM=.2032 P.U.	CLASE=100 IMPORTE	DIAMETRO=10 CANTIDAD UNID.	MM=.254 P.U.	CLASE=100 IMPORTE	DIAMETRO=12 CANTIDAD UNID.	MM=.3048 P.U.	CLASE=100 IMPORTE
ERIANACION	4613.89	M ³ 406	1873243.39	5150.4	M ³ 406	2091062.4	5686.89	M ³ 406	230881.39
PLANTILLA	402.37	M ³ 560	225330	429.2	M ³ 560	240352	456.02	M ³ 560	285374
RELLENO	3500.66	M ³ 340	1190225.25	3923.96	M ³ 340	1338146.74	4341.89	M ³ 340	1474244.13
INST. TUBERIA	5365	M 1195	6411175	5365	M 1676	8991740	5365	M 2176	11674240
COSTO TUBERIA	5365	M 4824	25880760	5365	M 4322	33917330	5365	M 7831	42013315
COSTO TOTAL			35580733.7			46574831.1			57728054.5

*** RESUMEN ***

DIAMETRO	HP	K.W.H	\$/HORA	\$ ANUAL	\$ CONDIC	\$ AMORT	\$ TOTAL
8	342.791752	253.61981	1789.33867	15674606.7	35580733.7	6746107.1	22420713.8
10	261.163459	194.749591	1343.24714	11942044.9	46574831.1	8830587.98	20772632.9
12	238.971709	178.201203	1247.40842	10927297.8	57728054.5	10945239.1	21872536.9
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

COSTO DEL KWH=67.00 (2)=(1)*67.457 (3)=(2)*7.00 (4)=(3)*8760 (5)=(4)*ANUAL(180/192) (7)=(4)+(6)

NOTA : EL DIAMETRO MAS ECONOMICO ESTA DADO POR EL MENOR COSTO DETERMINADO EN LA COLUMNA (7)

EL COSTO ANUAL DE AMORTIZACION=1/(1-(1+i)⁻ⁿ) DONDE I=TASA DE INTERES EN DECIMALES, n=NO. DE AÑOS

TABLA 3.2

SEGUNDA ALTERNATIVA DOS BOMBEO

*** CALCULO DEL DIAMETRO MAS ECONOMICO EN LINEAS DE CONDUCCION ***

DIAMETRO PULG IN	AREA M ² (A)	GASTO M ³ /S (Q)	VELOCIDAD M/S (V)	LONG.LINEA EN METROS (L)	Q ²	COEF.DE MANNING N	CONSTANTE MANNING K	PERDIDA FRICCION (HF)	DESNIVEL TOPOGRAFI (DT)	(H)TOTAL =HF+DT+2HF H	76M N=75%	HP Q=1/76M
8	.032	.643	1.35	3846	1.9E-03	.012	8.542	63.6	169	238.96	57	184.46
10	.05	.643	.86	3846	1.7E-03	.012	2.598	19.34	169	190.28	57	146.88
12	.072	.643	.6	3846	1.9E-03	.012	.982	7.31	169	177.04	57	136.66

*** GOLPE DE ARIETE ***

PRESION DE TRAB JO KG/CM ²	DIAMETRO (D) CM	ESPEJOR PARED TUBO(E) CM	VELOCIDAD M/S	145V	EA=D	ET=E	(1+EA*D/ ET*E)*.5 =R	SOBRE- PRESION 145V/R	SOBRE-PRE ABSORVIDA VALVULA R ² -30ZH	SOBRE-PRE ABSORVIDA POR TUBO 20ZH=T	CARGA NORMAL OPERA- CION=N	PRESION TOTAL =T+N
100	8	.6	1.35	196	420014	1333500	1.146722	171.56	137.25	34.31	238.96	273.27
100	10	.6	.86	125	525018	1333500	1.1805567	106.65	85.32	21.33	190.28	211.61
100	12	.6	.6	87	636021	1333500	1.2134484	72.05	57.64	14.41	177.04	191.46

VELOCIDAD INICIAL DEL AGUA (M/S)—EA=MODULO DE ELASTICIDAD DEL AGUA (20670 KG/CM)
ET=MODULO DE ELASTICIDAD DE LAS PAREDES DEL TUBO(PARA A-C=228000,ACERO=2100000,PVC=

C O N C E P T O	DIAMETRO=8 MM=.2032		CLASE=100 DIAMETRO=10 MM=.254		CLASE=100 DIAMETRO=12 MM=.3048		CLASE=100					
	CANTIDAD	UNID. P.U.	IMPORTE	CANTIDAD UNID. P.U.	IMPORTE	CANTIDAD UNID. P.U.	IMPORTE	IMPORTE				
EXCAVACION	3307.56	M ³	406	1342869.36	3692.16	M ³	406	1499016.96	4076.76	M ³	406	1655164.56
PLANTILLA	283.45	M ³	560	161532	307.68	M ³	560	172300.8	326.91	M ³	560	183069.6
RELLENO	2509.51	M ³	340	853235.1	2812.96	M ³	340	956407.89	3112.56	M ³	340	1059273.05
INST. TUBERIA	3846	M	700	2692260	3846	M	1200	4615200	3846	M	1600	6153600
COSTO TUBERIA	3846	M	4523	17595498	3846	M	5900	22691400	3846	M	7500	28845000
COSTO TOTAL				22445294.5				27934325.7				37895107.2

*** R E S U M E N ***

DIAMETRO	HP	K.W.H	\$/HORA	\$ ANUAL	\$ CONDOC	\$ AMORT	\$ TOTAL
8	184.463377	137.55434	962.880382	8434832.14	22445294.5	4255627.83	12690460
10	146.885887	109.532806	766.72964	6716351.64	29934325.7	5675548.15	12392099.8
12	136.66994	101.914775	713.403422	6249413.97	37895107.2	7184912.33	13434326.3
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

COSTO DEL KWH=47.00 (2)=(1)*0.7457 (3)=(2)*7.00 (4)=(3)*8760 (5)=(4)*ANUALIDAD(19%) (7)=(4)+(6)

NOTA : EL DIAMETRO MAS ECONOMICO ESTA DADO POR EL MENOR COSTO DE ENTERRADO EN LA COLUMNA (7)

EL COSTO ANUAL DE AMORTIZACION=i/(1-(1+i)⁻ⁿ) DONDE i=TASA DE INTERES EN DECIMALES, n=NO. DE AÑOS

TABLA 3.3

TERCERA ALTERNATIVA TRES BOMBEO
 *** CALCULO DEL DIAMETRO MAS ECONOMICO EN LINEAS DE CONDUCCION ***

DIAMETRO PULG IN	AREA M ² (A)	GASTO M ³ /S (Q)	VELOCIDAD M/S (V)	LONG. LINEA EN METROS (L)	Q ²	COEF. DE MANNING N	CONSTANTE MANNING K	PERDIDA FRICCION (HF)	DESNIVEL TOPOGRAFIA (DT)	(H) TOTAL =H+DT+2HF/H	7dN N=75Z	HP 0=H/7.61
8	.032	.051	1.57	2065	2.6E-03	.01	5.054	27.14	127	156.86	57	140.35
10	.05	.051	1	2065	2.6E-03	.01	1.537	8.25	127	136.09	57	121.76
12	.072	.051	.69	2065	2.6E-03	.01	.581	3.12	127	130.43	57	116.7

⇒ GOLPE DE ARIETE ⇒

FRESION DE TRAB JO KG/CM ²	DIAMETRO (D) CM	ESPESOR PARED TUBO(E) CM	VELOCIDAD M/S	145V	EA=D	ET=E	(1+EA/D) ET=E) *5 =R	SOBRE- PRESION 145V/R	SOBRE-PRE ABSORVIDA VALVULA RP=90CM	SOBRE-PRE ABSORVIDA POR TUBO 20CM=T	CARGA NORMAL OPERA CION=N	PRESION TOTAL =T+N
14	8	2.2	1.57	228	420014	426399	1.4069089	161.85	129.48	32.37	156.86	189.23
14	10	2.2	1	145	525018	524800	1.4143604	103.18	82.54	20.63	136.08	156.72
14	12	2.2	.69	101	630021	492300	1.5101429	67.11	53.68	13.42	130.43	143.85

VELOCIDAD INICIAL DEL AGUA (M/S)—EA=MODULO DE ELASTICIDAD DEL AGUA (20670 KG/CM)
 ET=MODULO DE ELASTICIDAD DE LAS PAREDES DEL TUBO(PARA A-C=328000, ACERO=21000000,PVC=

CONCEPTO	DIAMETRO=8 MM=.2032	CLASE=14	DIAMETRO=10 MM=.254	CLASE=14	DIAMETRO=12 MM=.3048	CLASE=14
	CANTIDAD UNID. P.U.	IMPORTE	CANTIDAD UNID. P.U.	IMPORTE	CANTIDAD UNID. P.U.	IMPORTE
EXCAVACION	1775.9 M ³ 406	721015.4	1982.4 M ³ 406	804824.4	2188.9 M ³ 406	888693.4
PLANTILLA	154.87 M ³ 560	86730	165.2 M ³ 560	92512	175.52 M ³ 560	98294
RELLENO	1347.41 M ³ 340	458120.25	1510.34 M ³ 340	513515.94	1671.2 M ³ 340	568209.53
INST. TUBERIA	2065 M 350	722750	2065 M 350	722750	2065 M 350	722750
COSTO TUBERIA	2065 M 1821	3760365	2065 M 2450	5059250	2065 M 3200	6680000
COSTO TOTAL		5748980.65		7192882.34		8085946.92

*** RESUMEN ***

DIAMETRO	HP	K.W.H	\$/HORA	\$ ANUAL	\$ CONDUCC	\$ AMORT	\$ TOTAL
8	140.351091	104.659809	732.619662	6417739.48	5748980.65	1090006.73	7507746.21
10	121.760023	90.7964493	635.575145	5567638.27	7192882.34	1363770.49	6931406.76
12	116.705791	87.0275065	609.192559	5336526.82	8885946.93	1684775.54	7021302.36
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

COSTO DEL KWH=97.00 (2)=(1)*0.7457 (3)=(2)*7.00 (4)=(3)*8760 (6)=(5)*ANUALIDAD(1%) (7)=(4)+(6)

NOTA : EL DIAMETRO MAS ECONOMICO ESTA DADO POR EL MEJOR COSTO DETERMINADO EN LA COLUMNA (7)

EL COSTO ANUAL DE AMORTIZACION=i/(1-(1+i)⁻ⁿ) DONDE i=TASA DE INTERES EN DECIMALES, n=NO. DE AÑOS

TABLA 3.3

TERCERA ALTERNATIVA TRES BOMBEO
 *** CALCULO DEL DIAMETRO MAS ECONOMICO EN LINEAS DE CONDUCCION ***

DIAMETRO PULO IN	AREA M ² (A)	GASTO M ³ /S (B)	VELOCIDAD M/S (C)	LONG-LINEA EN METROS (D)	Q ² (E)	COEF. DE MANNING N	CONSTANTE MANNING K	PERDIDA FRICCION (HF)	DESNIVEL TOPOGRAFI (BT)	HD TOTAL =HF+BT+ZDF H	700 M ³ /DIA	HP 0=0.7700
8	.032	.047	1.44	3300	2.2E-03	.012	8.542	62.26	144	212.49	57	175.21
10	.05	.047	.92	3300	2.2E-03	.012	2.598	18.94	144	164.83	57	125.91
12	.072	.047	.64	3300	2.2E-03	.012	.982	7.16	144	151.88	57	125.23

*** GOLPE DE ARIETE ***

PRECISION DE TRAB JO KG/CM ²	DIAMETRO (D) CM	ESPESOR PARED TURBOE) CM	VELOCIDAD M/S	IASV	EA=B	ET=E	(1+EA)/ET)*.5 =R	SOBRE-PRESION 145V/R	SOBRE-PRE ABSORVIDA VALVULA RP=60/DI	SOBRE-PRE ABSORVIDA POR TUBO 200M-T	CARGA MEXICAL. TOTAL OPERACION =T+H	PRECISION
20	8	.6	1.44	210	420014	1333500	1.146722	183.26	146.6	34.65	212.49 249.14	
20	10	.6	.92	124	525018	1333500	1.1805567	113.92	91.14	22.78	164.83 187.62	
20	12	.6	.64	93	630021	1333500	1.2134484	76.97	61.57	15.39	151.88 167.27	

VELOCIDAD INICIAL DEL AGUA (M/S)--EA=MODULO DE ELASTICIDAD DEL AGUA (20670 KG/CM)
 ET=MODULO DE ELASTICIDAD DE LAS PAREDES DEL TUBO(PARA A-C=328500,ACERO=2100000,PVC=

CONCEPTO	DIAMETRO=8 MM=2032			CLASE=20 DIAMETRO=10 MM=254			CLASE=20 DIAMETRO=12 MM=3048			CLASE=20		
	CANTIDAD	UNID.	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNID.	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNID.	P.U.	IMPORTE
EXCAVACION	2838	M ³	406	1152228	3168	M ³	406	1286208	3498	M ³	406	1420188
PLANTILLA	247.5	M ³	560	138400	264	M ³	560	147840	280.5	M ³	560	157080
RELLENO	2153.25	M ³	340	732105	2413.62	M ³	340	820630.8	2670.69	M ³	340	968834.6
INST. TUBERIA	3300	M	400	1320000	3300	M	540	1782000	3300	M	760	2508000
COSTO TUBERIA	3300	M	3100	10230000	3300	M	4260	14058000	3300	M	5500	18150000
COSTO TOTAL				13572933				18094678.8				22945302.6

*** RESUMEN ***

DIAMETRO	HP	K.W.H	\$/HORA	\$ ANUAL	\$ CONDUCC	\$ AHORT	\$ TOTAL
8	175.216514	130.638954	914.612678	8012007.07	13572933	2573428.1	1085435.2
10	135.918737	101.354602	709.482217	6215064.22	18094678.8	3430751.1	9645815.32
12	125.235108	93.38782	653.71474	5726541.12	22945302.6	4350429.37	10076970.5
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

COSTO DEL MM=97.00 (2)=(1)*0.7457 (3)=(2)*7.00 (4)=(3)*8760 (6)=(5)*ANUALIDAD(19%) (7)=(4)+(6)

NOTA : EL DIAMETRO MAS ECONOMICO ESTA DADO POR EL MENOR COSTO DETERMINADO EN LA COLUMNA (7)

EL COSTO ANUAL DE AMORTIZACION=I/(1-(1+i)⁻ⁿ) BOMBE I=TASA DE INTERES EN DECIMALES, n=NO. DE AÑOS

TABLA 3.3
TERCERA ALTERNATIVA TRES BOMBEO
***** CALCULO DEL DIAMETRO MAS ECONOMICO EN LINEAS DE CONDUCCION *****

DIAMETRO PULG IN	AREA M ² (A)	GASTO M ³ /S (B)	VELOCIDAD M/S (V)	LONG.LINEA EN METROS (L)	Q ²	COEF.DE MANNING N	CONSTANTE MANNING K	PERDIDA FRICCION (HF)	DESNIVEL TOPOGRAFIA (DT)	(H)TOTAL =HF+DT+DFF M	76M M ² %	HP Q=H/76M
8	.032	.043	1.34	3846	1.8E-03	.012	8.542	62.16	169	237.38	57	181.16
10	.05	.043	.85	3846	1.8E-03	.012	2.598	18.91	169	189.8	57	144.84
12	.072	.043	.59	3846	1.8E-03	.012	.982	7.15	169	176.86	57	134.97

*** GOLPE DE ARIETE ***

PRESION DE TRAB JO KG/CM ²	DIAMETRO (D) CM	ESPESOR PARED TUBO(E) CM	VELOCIDAD M/S	145V	EA= D	ET= E	(1+EA+D) ET=E)*.5 =R	SOBRE- PRESION 145V/R	SOBRE-PRE SOBRE-PRE VALVULA RP=360M	SOBRE-PRE ABSORVIDA POR TUBO 202M-T	CARGA NORMAL OPERA- CION=M	PRESION TOTAL =T+H
100	8	.6	1.34	194	420014	1333500	1.146722	169.61	135.69	33.92	237.38	271.3
100	10	.6	.85	124	325018	1333500	1.180567	105.44	84.35	21.08	189.8	210.89
100	12	.6	.59	86	630021	1333500	1.213484	71.23	56.99	14.24	176.86	191.11

VELOCIDAD INICIAL DEL AGUA (M/S)--EA=MODULO DE ELASTICIDAD DEL AGUA (20670 KG/CM)
 ET=MODULO DE ELASTICIDAD DE LAS PAREDES DEL TUBO(PARA A-C=328000,ACERO=2100000, PVC=

CONCEPTO	DIAMETRO=8 MM=2032		CLASE=100 DIAMETRO=10 MM=254		CLASE=100 DIAMETRO=12 MM=3048		CLASE=100					
	CANTIDAD	UNID. P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNID. P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNID. P.U.	IMPORTE			
EXCAVACION	3307.56	M ³	406	1342869.36	3692.16	M ³	406	1499016.96	4076.76	M ³	406	1635164.56
PLANTILLA	288.45	M ³	560	161932	307.68	M ³	560	172200.8	326.91	M ³	560	189069.6
RELLENO	2509.51	M ³	340	853235.1	2812.96	M ³	340	956407.89	3112.56	M ³	340	1058273.05
INST. TUBERIA	3846	M	700	2692200	3846	M	1200	4615200	3846	M	1600	6153600
COSTO TUBERIA	3846	M	4523	1739389	3846	M	5900	2269160	3846	M	7500	28245000
COSTO TOTAL				22445294.5				29934325.7				37895107.2

*** RESUMEN ***

DIAMETRO	HP	K.W.H	\$/HORA	\$ ANUAL	\$ CONDU	\$ AMORT	\$ TOTAL
8	181.160608	135.091465	945.640258	8283808.66	22445294.5	4253627.83	12539436.5
10	144.849666	108.618396	756.100773	6623442.77	29934325.7	5675548.15	12298996.9
12	134.978048	100.453131	704.571914	6172049.97	37895107.2	7184912.33	13356962.3
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

COSTO DEL KM=97.00 (2)=(1)*0.7457 (3)=(2)*7.00 (4)=(3)*8760 (6)=(5)*ANUALIDAD(19%) (7)=(4)+(6)

NOTA : EL DIAMETRO MAS ECONOMICO ESTA DADO POR EL PEOR COSTO DETERMINADO EN LA COLUMNA (7)

EL COSTO ANUAL DE AMORTIZACION=i/(1-(1+i)⁻ⁿ) DONDE i=TASA DE INTERES EN DECIMALES, n=NO. DE AÑOS

Primera alternativa.- Esta consta de una sola estación de bombeo, localizado en el pozo profundo, de la tabla 3.1 podemos observar que para el diámetro más económico es necesario un equipo de 430.3 H.P. de potencia. Consultando los catálogos de equipos verticales en el mercado se tiene que el de mayor potencia es de 300 H.P. así como del cabezal del motor esta diseñado para una carga de 150 m.c.a. lo que significa que si queremos instalar una sola estación de bombeo, ésta tendría un equipo de diseño especial con el consecuente acarreo de problemas innecesarios como el tiempo de surtido, refacciones, diseño de válvulas adecuadas y toda la fontanería de la planta.

La línea, en su mayor parte será de tubería de acero con una inversión inicial de \$ 97'804,571.30 la cual es la más alta de las tres alternativas así como el costo anual de operación que resultó de ---
\$ 38'242,691.50

En base a estos resultados la alternativa es desechada sin ninguna otra observación.

Segunda alternativa.- La línea de conducción tendría dos plantas de bombeo, la primera en el pozo profundo y el segundo en el tanque existente "Zona Industrial", del análisis efectuado mediante el método del -- diámetro más económico en líneas de conducción, tablas 3.2, se observa que -

para el primer bombeo se requiere un equipo de 261.16 H.P. de capacidad, una inversión en la tubería de \$ 46'574,831.10 y un costo anual de operación de \$ 20'772,632.90. En el segundo bombeo el equipo necesario es de 146.88 H.P.- de capacidad con un costo inicial en la línea de \$ 29'934,325.70 y un costo anual de operación de \$ 12'392,099.80, ésto para el diámetro seleccionado.

Por lo que respecta al equipo, es factible la obtención y el aprovisionamiento de refacciones, el costo total de la línea es de --- \$ 76'509,156.80 y el costo anual de operación de los dos equipos será de --- \$ 33'164,732.70 estos valores son mayores que los que resultan de la tercera alternativa. Además habrá que considerar el stock de refacciones ya que el equipo del primer bombeo es aproximadamente el doble del segundo.

Tercera alternativa.- En esta alternativa se estudió la línea de conducción con tres plantas de bombeo, una en el pozo profundo, un rebombeo entre éste y el tanque existente "Zona Industrial" y un segundo rebombeo en este último. Del análisis efectuado a través del método mencionado se tiene que el equipo necesario en las plantas de bombeo son de 121.76 H.P. 135.91 H.P. y 150.99 H.P. respectivamente, los cuales se consideran del mismo orden.

El costo inicial de la línea en sus tres partes tendría un valor de \$ 55'221,886.84 y el costo por operación en los 365 días de ---

\$ 28'876,214.98

De las tres alternativas, la tercera resulta la más económica en el costo inicial de la línea, consistiendo en una tubería de acero en algunos tramos y el resto de asbesto-cemento en sus diferentes clases y - el costo anual de operación en conjunto resulto más bajo que las otras dos,- por otro lado, existe semejanza en capacidad en los equipos por lo que se fa cilitaría el suministro de refacciones.

En resumen, esta alternativa es aceptada ya que resulta la más ventajosa de las tres.

Por otro lado, del análisis efectuado en las tres alternativas, resultó el diámetro de 254 mm (10") como el más adecuado, por lo -- que éste será el diámetro de diseño.

IV. PROYECTO EJECUTIVO DE LA LINEA DE CONDUCCION.

En base a lo planteado en el capítulo I, en el sistema Múltiple El Oro es necesario incrementar el caudal de agua potable para cada una de las localidades que lo forman.

Para este fin se ha construido el pozo profundo "Estación Tultenango", de donde se mandará el líquido hasta el tanque El Atorón con capacidad de 1000 m^3 , localizado en la Colonia Francisco I Madero, ya que éste cuenta con una posición topográfica favorable a la mayor parte del sistema.

En el recorrido de la línea de conducción se entregarán gases necesarios a la población de la Estación Tultenango (1 l.p.s.), San Nicolás del Oro (1 l.p.s.), Ejido de Santiago Oxtempan, (1 l.p.s.) y a la zona industrial (2.5 l.p.s.) de la ciudad El Oro de Hidalgo y por último al tanque El Atorón (45.00 lps.).

IV.1. Datos de Proyecto.

Los datos necesarios para el diseño de la línea -- fueron obtenidos de los aforos efectuados en el pozo profundo "Estación Tultenango" los cuales se muestran en la tabla 4.1 y de donde se obtu-

T A B L A 4.1

I N F O R M E D E A F O R O

DIA	HORA	RPM	PIEZOM. (Pulg)	GASTO (lps)	Niv. Din. (- m)	Abatim. (m)	OBSERVACIONES
7	12	1220	-	1.7	46.30		Agua turbia
"	13	1220	-	1.3	46.55		" "
"	14	1220	-	1.3	46.38		" "
"	15	1220	-	1.3	46.47		" "
"	16	1220	-	1.3	46.24		" "
"	17	1220	-	1.3	46.40		" "
"	18	1300	-	2.0	53.30		" "
"	19	1300	-	2.0	53.36		" "
"	20	1300	-	2.0	53.28		" "
"	21	1300	-	1.9	53.40		" "
"	22	1300	-	1.8	53.20		" "
"	23	1300	-	1.8	53.10		" "
"	24	1400	-	6.0	58.20		" "
8	1	1400	-	6.0	58.33		" "
"	2	1400	-	6.0	58.40		" "
"	3	1400	-	6.0	58.49		" "
"	4	1400	-	6.0	58.60		" "
"	5	1400	-	6.0	58.50		" "
"	6	1500	1.5		63.40		Agua p/turbia
"	7	1500	1.5		63.32		" "
"	8	1500	1.5		63.10		" "
"	9	1500	1.5		63.08		" "
"	10	1600	2.5		67.84		" "
"	11	1600	2.5		68.08		" "
"	12	1600	2.5		58.75		" "
"	13	1600	2.5		68.90		" "
"	14	1700	3.8		73.05		" "
"	15	1700	3.8		73.44		" "
8	16	1700	3.8		72.25		Agua turbia

DIA	HORA	RPM	PIEZOM. (pulg)	GASTO (lps)	Niv. Din. (- m)	Abatim. (m)	OBSERVACIONES
"	17	1700	3.8		72.20		
"	18	1800	5.5		78.65		Agua p/turbia
"	19	1800	5.5		78.85		" "
"	20	1800	5.5		79.00		" "
"	21	1900	7.5		80.97		" "
"	22	1900	7.5		81.02		" "
"	23	1900	7.5		81.13		" "
"	24	2000	9.0		83.56		Agua turbia
9	1	2000	9.0		83.60		Agua p/turbia
"	2	2000	9.0		83.72		" "
"	3	2100	11.0		88.26		Agua turbia
"	4	2100	11.0		88.30		" "
"	5	2100	11.0		88.39		Agua p/turbia
"	6	2200	13.5		92.75		Agua turbia
"	7	2200	13.5		92.88		" "
"	8	2200	15.5		93.00		" "
"	9	2300	16.5		98.90		" "
"	10	2300	16.5		98.60		" "
"	11	2400	19.0		103.10		" "
"	12	2500	22.0		108.00		" "
"	13	-	-		56.00		Pozo recuperado
"	14	1800	6.5		70.85		Agua p/turbia
"	15	1800	6.5		66.34		Agua limpia
"	17	1800	6.5		66.00		" "
"	18	1900	8.5		66.85		" "
"	19	1900	8.5		67.25		" "
"	20	1900	8.5		67.50		" "
"	21	2000	10.5		69.43		" "
"	22	2000	10.5		69.60		" "
"	23	2000	10.5		69.72		" "
"	24	1600	7.0		62.00		Ajuste bomba
10	1	1600	7.0		62.12		Agua limpia

DIA	HORA	RPM	PIEZOM. (pulg)	GASTO (lps)	Niv. Din. (- m)	Abatim. (m)	OBSERVACIONES
"	2	1600	7.0	21.40	62.20	6.20	" "
"	3	1700	11.0		67.75		" "
"	4	1700	11.0		68.25		" "
"	5	1700	11.0	26.8	68.36	12.36	" "
"	6	1800	13.0		69.88		" "
"	7	1800	13.0		70.50		" "
"	8	1800	13.0	29.2	70.92	14.92	" "
"	9	1900	18.0		78.40		" "
"	10	1900	18.0	34.3	78.72	22.72	" "
"	11	1200	21.0		82.20		" "
"	12	1200	21.0	37.0	82.39	26.39	" "
10	13	2100	27.0		84.00		Agua p/turbia
"	14	2100	27.0		84.19		" "
"	15	2100	27.0	42.0	84.32	28.32	Agua limpia
"	16	2200	33.0		89.57		Agua p/turbia
"	17	2200	33.0		69.78		" "
"	18	2200	33.0	46.5	90.00	34.00	" "
"	19	2300	40.0		94.85		" "
"	20	2300	40.0		95.02		" "
"	21	2300	40.0	51.1	95.20	39.20	" "
"	22	2400	47.0		98.37		" "
"	23	2400	47.0	55.4	98.60	42.60	" "
"	24	-	-		56.90		Pozo recuperado

vo el gasto máximo diario que se deberá conducir, la localización fue proporcionada por el levantamiento topográfico realizado.

A continuación se presentan los datos de proyecto utilizados en el diseño de cada uno de los tramos en los que se dividió la línea con un período de bombeo de 24 horas.

Tramo:	Pozo Est. Tultenango - Est. Rebombeo No. 1		
	Gasto de conducción	51	l.p.s.
	Longitud	3300	mts.
	Desnivel topográfico	127.29	mts.
Tramo:	Est. Rebombeo No. 1 - Est. Rebombeo "Zona Industrial"		
	Gasto de Conducción	47.5	l.p.s.
	Longitud	2065.5	mts.
	Desnivel topográfico	143.76	mts.
Tramo:	Est. Rebombeo "Zona Industrial" - Tanque El Atorón		
	Gasto de Conducción	45	l.p.s.
	Longitud	3846	mts.
	Desnivel topográfico	166.83	mts.

IV.2 Proyecto Geométrico ó Hidráulico de la Línea de Conducción

En cada uno de los tramos en que fué dividida la línea de conducción se realizó el proyecto geométrico y el análisis hidráulico, el primer caso consistió en diseñar la línea en el perfil del terreno, considerando una profundidad de excavación de 1.20 m y pendiente mínima de 0.002 (2 milésimas) resultando las deflexiones en el sentido vertical, tratando que la tubería fuera paralela a la superficie de lo cual resultaría excavaciones mínimas.

Del trazo de la línea de conducción como el diseño geométrico se obtuvieron los cambios de dirección en los planos horizontal como vertical, a continuación se procede a realizar el análisis hidráulico, calculándose la línea piezométrica dinámica, lo cual consiste en encontrar su cota inicial y final en cada uno de los tramos de la línea de conducción y además en los subtramos donde cambia el material y diámetro de la tubería.

La cota final de la línea piezométrica, es la cota de terreno en la descarga mas la altura de la estructura receptora, la cota inicial es la cota en la planta de bombeo mas el desnivel topográfico y las pérdidas de energía por fricción en la tubería y piezas especiales -

en los cambios de dirección, para la cual se utilizan las siguientes expresiones :

$$h_f = L Q^2 K \dots\dots\dots 4.1$$

$$K = \frac{10.293 \times n^2}{D^{16/3}} \dots\dots\dots 4.2$$

Donde :

h_f = Pérdida por fricción en metros

L = Longitud de la tubería en metros

Q = Gasto en m^3/seg

K = Constante de fricción

n = Coeficiente de fricción de manning

D = Diámetro interior del tubo en metros

Como parte del análisis hidráulico se estudia los efectos de la sobre-presión causada por el fenómeno llamado " Golpe de Ariete ", efecto que resulta por un cierre o abertura en la línea en forma brusca y en este caso puede suceder por el paro de las bombas. Se considera -- que la sobre-presión es absorbida por la válvula de alivio en un 80 % y el 20 % por la línea de presión, ésta es obtenida mediante las siguientes expresiones :

$$h = \frac{145 V}{\sqrt{1 + \frac{E a d}{E c e}}} \dots\dots\dots 4.3$$

$$V = \frac{1}{n} r^{2/3} S^{1/2} \dots\dots\dots 4.4$$

$$S = \frac{hf}{L} \dots\dots\dots 4.5$$

Donde :

- h - Sobre - presión en m.
- V - Velocidad del fluido en m/seg
- Q - Gasto de proyecto en m³/seg
- A - Area transversal del tubo en m²
- Ea - Módulo de elasticidad del agua, 20670 kg/cm²
- Ec - Módulo de elasticidad de las paredes del tubo,
A - C = 328000, Acero = 2100000 kg/cm²
- d - Diámetro del tubo en cm.
- e - Espesor de la pared del tubo en cm.
- n - Coeficiente de fricción de Manning
- r - Radio hidráulico
- S - Gradiente hidráulico

El resumen de los resultados de cada uno de los tramos se muestran en la tabla 4.2.

T A B L A 4.2.

DIAM. PULG.	GASTO LPS.	MAT.	LONG. M	K	HF M	DT M	INICIAL M.S.N.M.	FINAL M.S.N.M.	G.A. M 20%	INICIAL M	FINAL M	S	V _{m/s}
TRAMO : POZO ESTACION TULTENANGO - ESTACION REBOMBEO No. 1													
10	51	AC-A-7	3300	1.67	14.36	127.29	2689.16	2580.00	22.36	170.89	20.00	0.0044	1.06
TRAMO : ESTACION REBOMBEO No. 1 - ESTACION REBOMBEO " ZONA INDUSTRIAL "													
10	47.5	Acero	608	2.02	2.77				16.45			0.0046	1.08
10	47.5	AC-A-14	360	1.67	1.36				23.54			0.0038	0.98
10	47.5	AC-A-10	182	1.67	0.69				22.19			0.0038	0.98
10	47.5	AC-A-7	705	1.67	2.65				20.68			0.0038	0.98
		TOTAL	1855		7.48	143.76	2713.16	2705.68	20.71	151.24	17.00	0.0040	1.01
TRAMO : ESTACION REBOMBEO " ZONA INDUSTRIAL " - TANQUE " EL ATORON "													
10	45	Acero	2521	2.02	10.31				16.45			0.0041	1.02
10	45	AC-A-14	302	1.67	1.02				22.34			0.0034	0.93
10	45	AC-A-10	203	1.67	0.69				21.06			0.0034	0.93
10	45	AC-A-7	801	1.67	2.71				19.62			0.0034	0.93
		TOTAL	3827		14.73	169.22	2881.62	2867.00	19.87	183.95	22.00	0.0038	0.98

La línea piezométrica dinámica es ajustada mediante los nuevos datos de las pérdidas de carga debido al efecto de la fricción, calculados en el capítulo V. en donde se desglosa detenidamente las piezas especiales en la planta de bombeo, sobre la línea de conducción y en la -- descarga, con estos resultados y el diseño de las piezas especiales (cruce-ros) se procede a realizar los planos del proyecto de la línea de conduc---ción, plano 1

V. PLANTAS DE BOMBEO Y REBOMBEO.

Con el fin de realizar el diseño óptimo de los componentes de la línea de conducción Estación Tultenango-El Oro, se evaluó la capacidad y estado físico de las instalaciones actuales de tal forma de aprovechar las obras existentes, proyectándose únicamente los elementos adicionales que se requieran.

De los dos cárcamos de rebombeo que son necesarios en la línea de conducción, se tiene uno de proyecto (Estación de Rebombeo No. 1)- y otro existente (Estación de Rebombeo Zona Industrial) con sus adecuaciones.

V.I Cárcamo de Rebombeo.

Para el cálculo de la capacidad del tanque que servirá de cárcamo es necesario definir el tiempo de arranque y paro de los equipos, para este caso será de 30 minutos por lo que utilizaremos la siguiente expresión.

$$C = \frac{Q \times T}{4} \dots\dots\dots 5.1$$

donde.

C - Capacidad del tanque, mínima en m³

Q - Gasto de llegada en m³/min.

T - Tiempo de arranque y paro en minutos.

Para la estación de bombeo No. 1 se tiene que

$$Q = 51.1 \text{ l.p.s.} = 3.06 \text{ m}^3/\text{min.}$$

$$C = \frac{3.06 \times 30}{4}$$

$$C = 22.95 \text{ m}^3$$

Esta capacidad se ajusta a un tanque de 25 m^3

Para la estación de Bombeo Zona Industrial se -
tiene que:

$$Q = 47.5 \text{ l.p.s.} = 2.35 \text{ m}^3/\text{min.}$$

$$C = \frac{2.35 \times 30}{4}$$

$$C = 21.33 \text{ m}^3$$

La capacidad requerida está completamente cubierta con el tanque existente que cuenta con un volumen útil de 500 m^3

V.2 Selección del Equipo de Bombeo.

En este sub capítulo se muestra el desarrollo del cálculo necesario para poder seleccionar el equipo de bombeo en cada una-

de las estaciones. Por lo que se presentará en forma desglosada.

Planta de bombeo "Estación Tultenango"

Se presenta el proyecto electromecánico del equipo de bombeo en el pozo, el cual servirá para enviar el agua hasta el cárcamo de rebombeo No. 1 figura 5.1.

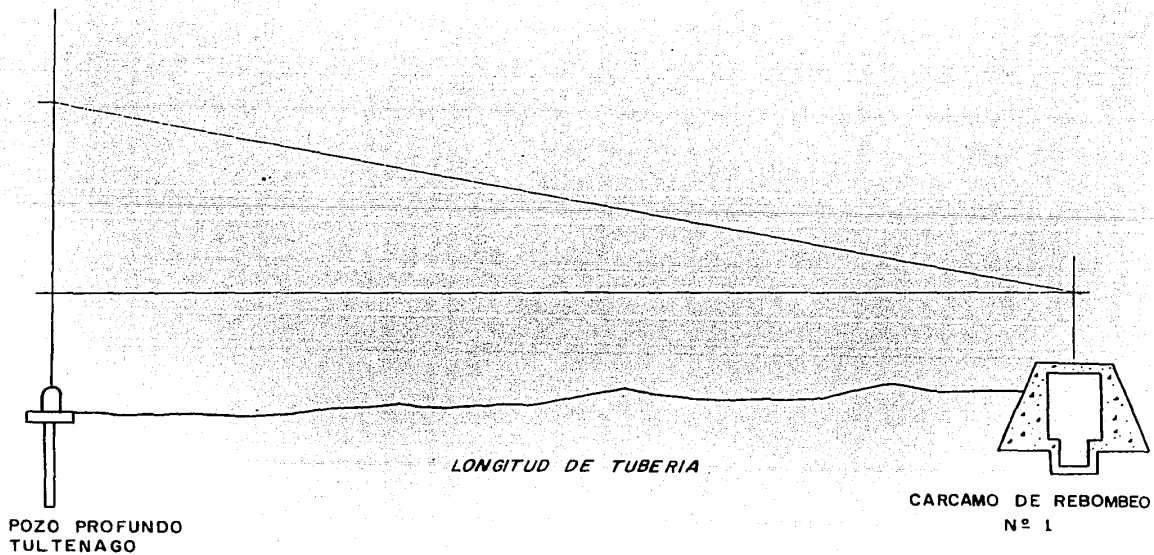
Para la realización de este diseño se presenta primeramente los datos de proyecto, cálculo de pérdidas, cálculo de la carga dinámica total, selección del equipo, selección del motor eléctrico, finalmente las especificaciones del material y equipo utilizado.

Datos de Proyecto.

Los datos se obtuvieron de la construcción del pozo profundo y sus aforos, cuyo equipo tendrá un período de 24 horas de -- bombeo.

Gasto de diseño	51.00 l.p.s.
Cota de terreno en el pozo	2547.51 m.s.n.m.
Nivel estático en el pozo	2507.91 m.s.n.m.

FIGURA 5.



Nivel dinámico en el pozo	2452.71 m.s.n.m.
Cota piezométrica en el cárcamo	2580.00 m.s.n.m.
Longitud de la línea de presión	3189 m
Diámetro de la tubería de presión	250 mm (10")
Material de la tubería de presión	A - C
Clase	A - 7

Cálculo de la Carga Dinámica Total

La carga dinámica total es la suma de energía contra la que debe operar una bomba para mover determinada cantidad de agua de un punto a otro, por lo que usaremos la siguiente expresión :

$$C.D.T. = \Delta Z + h_{fed} + h_{fe} + h_{pe} + h_v + h_s + 0.25$$

$$(h_{fed} + h_{fe} + h_{pe} + h_v + h_s) \dots\dots\dots 5.2$$

Donde :

Carga estática (ΔZ)

En general, la carga estática es la diferencia de la elevación en la descarga y la elevación del nivel mínimo en la succión.

$$\Delta Z = 2452.71 - 2580.00$$

$$\therefore \Delta Z = 127.29 \text{ m}$$

Pérdidas por Fricción en Piezas Especiales en la Descarga (h_{fed})

C O N C E P T O	LONGITUD EQUIVALENTE (m)
1 Codo de fo.fo. de 90°, 200 mm (8") de \emptyset	5.50
2 Extremidades de fo.fo de 200 mm (8") de \emptyset	0.80
1 Válvula check de 200 mm (8") de \emptyset	17.00
1 Válvula de compuerta de 200 mm (8") de \emptyset	1.40
1 Codo de fo.fo. de 45°, 200 mm (8") de \emptyset	3.00
1 Carrete de fo.fo. L=500 m y 200 mm (8") de \emptyset	0.50
1 Ampliación de 200 a 250 mm (8" a 10") de \emptyset	1.40
	<u>29.60</u>
1 Tubo de acero L=6.00 m y 250 mm (10") de \emptyset	6.00
	<u>6.00</u>
2 Codos de fo.fo. de 45°, 250 mm (10") de \emptyset	8.00
	<u>8.00</u>

Utilizando nuevamente las expresiones 4.1 y 4.2 -

tendremos :

$$h_f = 29.60 \times (0.051)^2 \times 8.581 = 0.66$$

$$h_f = 6.00 \times (0.051)^2 \times 1.859 = 0.03$$

$$h_f = 8.00 \times (0.051)^2 \times 2.597 = 0.05$$

$$\therefore h_{fed} = 0.74 \text{ m.}$$

El cálculo de las pérdidas por fricción en la línea de presión (h_{fe}) se hará utilizando las ecuaciones 4.1 , 4.2 y tomando el resultado de la tabla 4.2 tenemos

$$h_{fe} = 14.36 \text{ m}$$

Las pérdidas por fricción en piezas especiales en la línea de presión (h_{pe}) se obtendrán utilizando el concepto de longitud-equivalente en piezas especiales y conexiones así con las ecuaciones 4.1 y 4.2 tenemos

C O N C E P T O	LONGITUD EQUIVALENTE (m)
2 . Codos de fo.fo. de 90°, 254 mm (10") de \emptyset	35.00 m
2 Codos de fo.fo. de 45°, 254 mm (10") de \emptyset	8.00 m
1 Codo de fo.fo. de 22.5°, 254 mm (10") de \emptyset	2.00 m
1 Codo de fo.fo. de 11°15', 254 mm (10") de \emptyset	<u>1.00 m</u>
	46.00
1 Extremidad de acero de 254 mm (10") \emptyset y L=200 mm	0.20
2 Codos de 45° de acero, 254 mm (10") de \emptyset	8.00
1 Tubo de acero 1254 mm (10") \emptyset , L = 66.1 m	66.10
1 Tee de acero 1254 x 150 mm (10" x 6") de \emptyset	<u>17.00</u>
	19.30
Válvula de retención de 254 mm (10") de \emptyset	<u>21.00</u>
	21.00

$$h_f = 67.00 \times (0.051)^2 \times 2.5969 = 0.45$$

$$h_f = 91.30 \times (0.051)^2 \times 1.8593 = 0.44$$

$$\therefore h_{pe} = 0.89 \text{ m.}$$

Pérdida por carga de velocidad (h_v)

Para el cálculo de las pérdidas de energía producida por la velocidad del fluido, utilizaremos las siguientes expresiones :

$$h_v = \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots 5.3$$

Donde :

h_v - Pérdida por carga de velocidad en m

v - Velocidad del fluido en m/seg (ec. 4.4 y 4.5)

g - Aceleración de la gravedad m/seg^2

Sustituyendo valores tenemos :

$$v = \frac{1}{0.01} (0.0635)^{0.6667} (0.0040)^{1/2} = 1.01 \text{ m/seg}$$

$$h_v = \frac{(0.01)^2}{2(9.81)}$$

$$\therefore h_v = 0.05 \text{ m}$$

El cálculo de las pérdidas en la succión (h_s) se efectuará utilizando el concepto de longitud equivalente y las expresiones 4.1. y 4.2

C O N C E P T O	LONGITUD EQUIVALENTE (m)
Tubo de acero de 165.1 mm (6 1/2") de ϕ y L=104.30 m	104.30
Cambio de dirección de acero de 90° de 200 mm (8")	17.00

$$h_f = 104.30 (0.051)^2 \times 18.556 = 5.034$$

$$h_f = 17.00 (0.051)^2 \times 6.144 = 0.2717$$

$$\therefore h_f = 5.30$$

Pérdidas no consideradas (h_{nc})

$$h_{nc} = 0.25 (h_{fed} + h_{fe} + h_{pe} + h_v + h_s)$$

$$\therefore h_{nc} = 5.33 \text{ m}$$

La Carga Dinámica Total (C.D.T.) se obtendrá sustituyendo valores en la expresión 5.2

$$C.D.T. = 127.29 + 0.74 + 14.36 + 0.89 + 0.05 + 5.30 + 5.33$$

$$\therefore C.D.T. = 153.96 \text{ m}$$

Selección de Bomba.

La selección de la bomba se hará en base al gasto de diseño igual a 51.00 l.p.s. (808.35 G.P.M.) la carga dinámica total de 153.96 m (505.11') la estación tendrá un equipo de bombeo de pozo profundo tipo turbina.

De los catálogos de equipo de bombeo que se pueden obtener en el mercado, se localiza el que llene los requerimientos por lo que de las curvas características figura 5.2 se selecciona el equipo con los siguientes datos.

Marca	OCELCO
Tipo	Turbina
Modelo	10 DS/12
Diámetro de Succión	200 mm (8")
Diámetro de Descarga	200 mm (8")
Velocidad	1760 r.p.m.
Eficiencia	83.4 %
Lubricación	Agua
Líquido a Manejar	Agua Potable

PSI RECARGO EN PIES
PULSOS

40
30
20
10
0

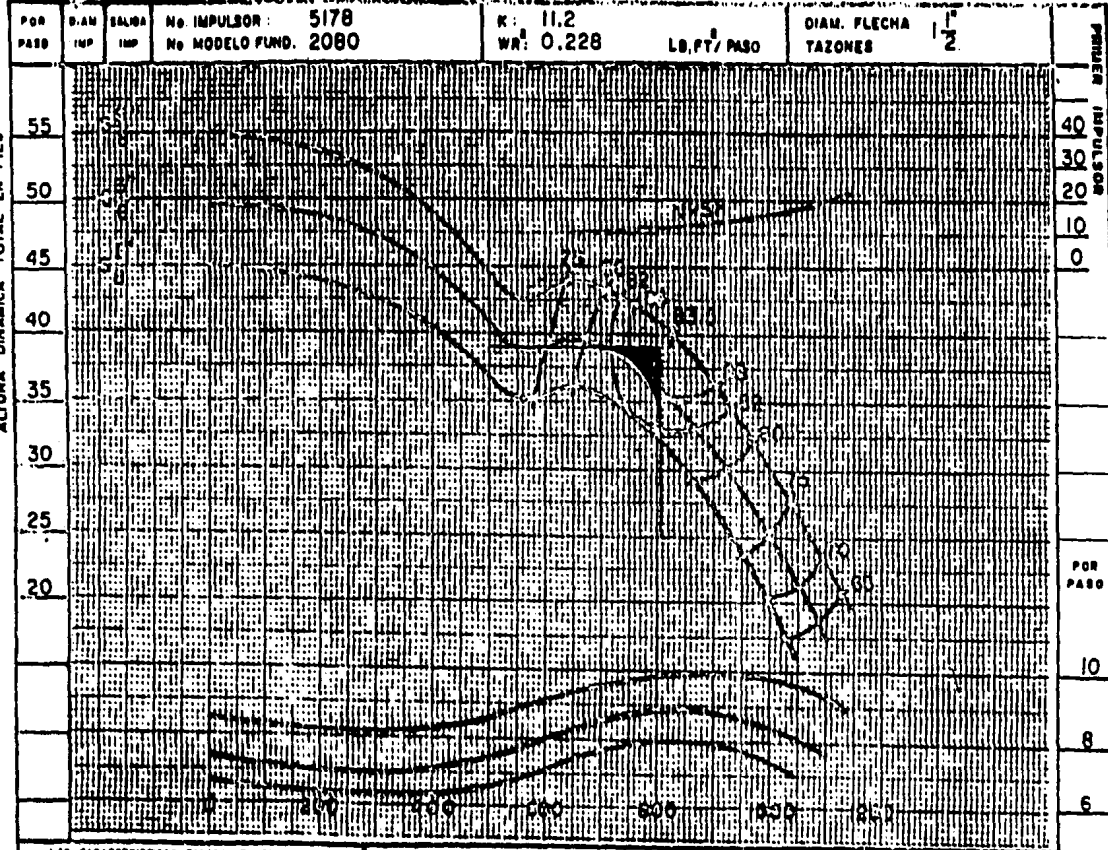
DEMANDA EN M³
POR PASO

10
8
6

FIG. 5.2

SECCION 5B

PAG. 37



LAS CARACTERISTICAS BASADAS EN PASOS
MÚLTIPLES Y AGUA LIMPIA CON PESO ESPECIFICO
IGUAL A 1.00
PARA 1 PASO MULTIPLICAR ALTURA Y
EFICIENCIA POR **0.95**
PARA **2** PASOS POR **0.90**
FECHA: 15-12-78

GALONES POR MINUTO

Sistemas de Bombeo S.A. de C.V.
Noucalpán de Juárez, Edo. de Méx. :
Magín Noche No. 80

10 DS MODELO TAZON **1760** R.P. II.
IMPULSOR - SERVICE TAZON - NIELDO
COLARCO
GRAFICA No. **180-0000-1-71**

POR PASO

DIAM. SALIDA IMP.

No. IMPULSOR : 5178
No. MODELO FUND. 2080

K: 11.2
WR: 0.228
LB. FT²/PASO

DIAM. FLECHA TAZONES 1 1/2

Selección del Motor

La potencia requerida , en caballos de fuerza (H.P.), en el motor para las condiciones de la bomba se obtiene mediante la siguiente expresión :

$$\text{Pot} = \frac{Q \times H}{76 \times \eta} \dots\dots\dots 5.4$$

Donde :

- Pot - Potencia requerida
- Q - Gasto a manejar en l.p.s.
- H - Carga dinámica total en m.
- η - Eficiencia de la bomba

Sustituyendo valores tenemos :

$$\text{Pot} = \frac{51 \times 153.38}{76 \times 0.834}$$

$$\therefore \text{Pot} = 123.41 \text{ H.P.}$$

Por lo anterior se recomienda un motor eléctrico de -

125 H.P.

Especificaciones del Equipo.

A continuación, de una manera general, se presentan las especificaciones del equipo, que se ha considerado dentro del proyecto definitivo.

Bomba vertical tipo turbina para pozo profundo marca OCELCO modelo 10 DS/12 lubricada por agua, compuesto por un cabezal de descarga modelo 20 x 8 con conexiones bridadas en la columna y la descarga de 200 mm (8") de diámetro, base para soporte del motor de 508 mm. --- (20") de diámetro completo con todo sus accesorios.

La columna lubricada por agua cuenta con una longitud de 97.56 m (320'), modelo 8 x 1 - $\frac{1}{2}$, compuesta por tubería de acero - cédula 40 de 200 mm (8") de diámetro y flecha de acero rolado en frío de 38 mm (1 $\frac{1}{2}$ ") de diámetro en tramos de 3.05 m (10') de longitud

Un cuerpo de tazones modelo 10 DS compuesta por 12 pasos conteniendo impulsores del tipo semi-abierto fabricados en bronce y dinámicamente balanceados.

Un tubo de succión modelo 8 x 5 fr 200 mm (8") de diámetro y 1.52 m (5') de longitud, con su cople respectivo

Un colador cónico galvanizado de 20 mm (8") de diámetro.
metro.

Condiciones de Servicio.

Gasto	51.00 l.p.s. (808.35 G.P.M.)
Carga dinámica total	153.96 m (505.11')
Nivel dinámico	95.20 m.
Líquido a manejar	Agua potable
Temperatura del bombeo	Ambiente
Eficiencia	83.4%
Potencia requerida	125 H.P.
Velocidad de operación	1760 r.p.m.
N.P.S.H. mínimo requerido	3.66 m (12")
Empujo axial	3287.16 Kg(7240.45 Lbs)

Motor eléctrico vertical de inducción, jaula de ardilla, flecha hueca, marca U.S. de 125 H.P., 4 polos, 1800 r.p.m., 3 fases, 220/440 volts, 60 Hz, armazón 40 5 TP, tipo RU abierto a prueba de goteo, base estilo "P" de 508 mm (20") de diámetro, 1.15 de factor de servicio, aislamiento clase B extra alto, empujo axial, trinquete de no retroceso.

Planta de Rebombear No. 1

Se presenta el proyecto mecánico del equipo de bombeo en el cárcamo de bombeo No. 1 el cual servirá para enviar el agua - hasta el cárcamo de bombeo "Zona Industrial, Figura 5.3

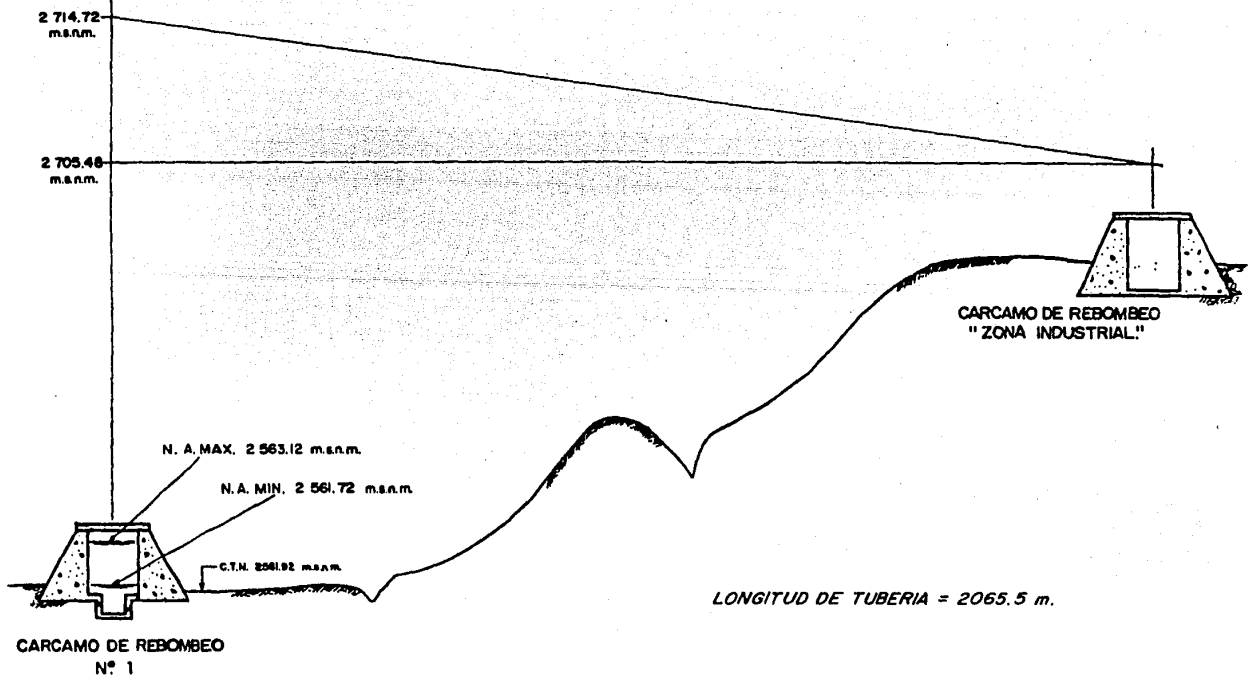
Para el cálculo del proyecto mecánico se presentan los datos de proyecto, obtención de las pérdidas de energía, cálculo de la carga dinámica total, selección del equipo, revisión del lado de la succión.

Datos de Proyecto.

Los datos se obtuvieron de la construcción del pozo y sus aforos, además de cuantificar las entregas en las localidades -- por donde circulará la conducción, estas son: estación Tuitenango, El Mogote, Ejido de Santiago Oxtempan, San Nicolás El Oro y Agua Escondida, la planta de bombeo No. 1 tendrá un equipo cuyo período de operación será de 24 horas de bombeo.

Gasto de Diseño	47.5 l.p.s.
Nivel de Terreno en el Cárcamo	2561.92 m.s.n.m.
Nivel máximo de Aguas en el Cárcamo	2563.12 m.s.n.m.

FIGURA 5.3.



Nivel mínimo de Aguas en el Cárcamo	2561.72 m.s.n.m.
Diámetro de la tubería	254 mm (10")
Cota piezométrica en el Cárcamo "Z.I".	2705.48 m.s.n.m.
Longitud de la Línea de Presión	2065.5 m.
Material de la Tubería de Presión	Acero, A-C

Cálculo de la Carga Dinámica Total.

La carga dinámica total será obtenida utilizando la - expresión 5.2 y siguiendo el procedimiento de la estación de bombeo " Tultenango ", por lo que tendremos :

Carga Estática (AZ)

$$AZ = 2705.475 - 2561.71$$

$$\therefore AZ = 143.755 \text{ m.}$$

Pérdida por Fricción en la Línea de Conducción (h_{f1})

$$\therefore h_{f1} = 7.48 \text{ m.}$$

Pérdida por Fricción en Piezas Especiales (h_{fpe})

$$\therefore h_{fpe} = 2.12 \text{ m}$$

Pérdidas por Fricción en la Descarga de la Bomba
(h_{fed})

$$\therefore h_{fed} = 0.64 \text{ m}$$

Pérdidas por Carga de Velocidad (h_v)

$$\therefore h_v = 0.048 \text{ m}$$

Pérdidas por Fricción en la Columna de Succión (h_{fs})

$$\therefore h_{fs} = 0.08 \text{ m}$$

Sustituyendo los resultados anteriores en la expresión 5.2 tendremos :

$$\therefore \text{C.D.T.} = 154.12 \text{ m}$$

Por lo tanto, la selección del equipo de bombeo se hará en base al gasto de diseño igual a 47.5 l.p.s. (752.87 g.p.m.) y la carga dinámica total de 154.12 m (505.65'), la estación contará con dos equipos a instalar uno en operación y otro en reserva en forma alternada.

De los diferentes equipos existentes en el mercado se han seleccionado como recomendables las bombas del tipo turbina de pozo profundo, las cuales son las que más se ajustan a los datos de proyecto.

Selección de la Bomba.

De la curva característica de la bomba modelo 12 m 75 marca Worthington, figura 5.4, para un gasto de 47.5 l.p.s. (752.87 g.p.m.), la curva del impulsor de 89/16" de diámetro proporciona una carga total unitario de 77', entonces el número de pasos será

$$\text{No. de pasos} = \frac{505.65'}{77'} = 6.57$$

$$\therefore \text{No. de pasos} = 7 \text{ pasos.}$$

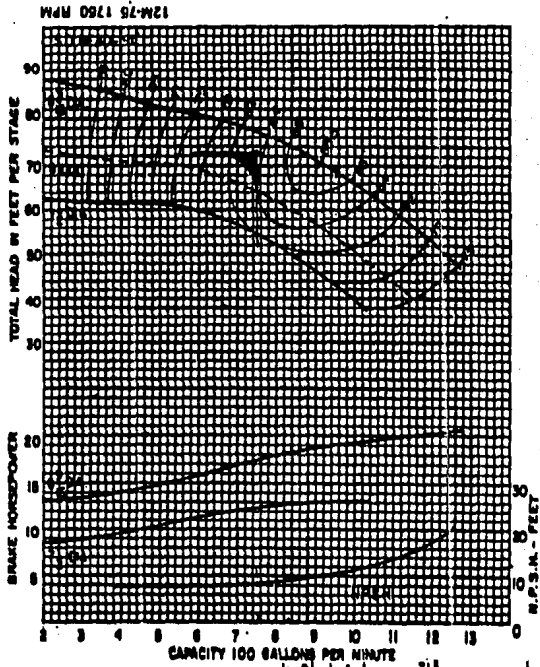
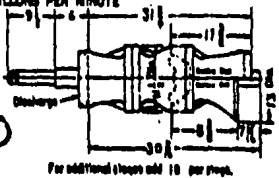


FIGURA 5.4

Material shown is for 4 stages or more, with standard materials. For fewer stages or other materials change dimensions as shown.

MATERIAL	Standard materials
1	Cast iron - gray
2	Cast iron - gray
3	Cast iron - gray
4	Cast iron - gray
5	Cast iron - gray
6	Cast iron - gray
7	Cast iron - gray
8	Cast iron - gray
9	Cast iron - gray
10	Cast iron - gray
11	Cast iron - gray
12	Cast iron - gray
13	Cast iron - gray
14	Cast iron - gray
15	Cast iron - gray
16	Cast iron - gray
17	Cast iron - gray
18	Cast iron - gray
19	Cast iron - gray
20	Cast iron - gray
21	Cast iron - gray
22	Cast iron - gray
23	Cast iron - gray
24	Cast iron - gray
25	Cast iron - gray
26	Cast iron - gray
27	Cast iron - gray
28	Cast iron - gray
29	Cast iron - gray
30	Cast iron - gray
31	Cast iron - gray
32	Cast iron - gray
33	Cast iron - gray
34	Cast iron - gray
35	Cast iron - gray
36	Cast iron - gray
37	Cast iron - gray
38	Cast iron - gray
39	Cast iron - gray
40	Cast iron - gray
41	Cast iron - gray
42	Cast iron - gray
43	Cast iron - gray
44	Cast iron - gray
45	Cast iron - gray
46	Cast iron - gray
47	Cast iron - gray
48	Cast iron - gray
49	Cast iron - gray
50	Cast iron - gray
51	Cast iron - gray
52	Cast iron - gray
53	Cast iron - gray
54	Cast iron - gray
55	Cast iron - gray
56	Cast iron - gray
57	Cast iron - gray
58	Cast iron - gray
59	Cast iron - gray
60	Cast iron - gray
61	Cast iron - gray
62	Cast iron - gray
63	Cast iron - gray
64	Cast iron - gray
65	Cast iron - gray
66	Cast iron - gray
67	Cast iron - gray
68	Cast iron - gray
69	Cast iron - gray
70	Cast iron - gray
71	Cast iron - gray
72	Cast iron - gray
73	Cast iron - gray
74	Cast iron - gray
75	Cast iron - gray
76	Cast iron - gray
77	Cast iron - gray
78	Cast iron - gray
79	Cast iron - gray
80	Cast iron - gray
81	Cast iron - gray
82	Cast iron - gray
83	Cast iron - gray
84	Cast iron - gray
85	Cast iron - gray
86	Cast iron - gray
87	Cast iron - gray
88	Cast iron - gray
89	Cast iron - gray
90	Cast iron - gray
91	Cast iron - gray
92	Cast iron - gray
93	Cast iron - gray
94	Cast iron - gray
95	Cast iron - gray
96	Cast iron - gray
97	Cast iron - gray
98	Cast iron - gray
99	Cast iron - gray
100	Cast iron - gray



Copyright 1964 by Dresser Industries, Inc., Houston, Texas

Selección del Motor.

El cuerpo de tazones tendrá una eficiencia del 83 %.
 Por otro lado, para el cálculo de la potencia requerida se utiliza la expresión 5.4, al que sustituyendo valores tenemos :

$$\text{H.P.} = \frac{47.5 \times 154.12}{76 \times 0.83}$$

$$\therefore \text{Potencia} = 116.05 \text{ H.P.}$$

De las gráficas en los catálogos de los equipos seleccionados, encontraremos que para una velocidad de 1760 r.p.m. tendremos una flecha de 38 mm (1 1/2") de diámetro que transmite un máximo de 150 H.P., y una columna de descarga de 200 mm (8") de diámetro.

Se selecciona un motor de 125 H.P. para la bomba -

tipo turbina modelo 12 M - 75 con las siguientes características

Potencia	125 H.P.
Marca	Fairbanks Morse ó similar
No. de Fases	3
Voltaje	220/440 volts
No. de Polos	4
Frecuencia	60 HZ
Velocidad	1500/1800
Armazón	445
Tipo	KZKV 3
Peso	770 kg
Base	508 mm (20")

El cabezal de descarga será ; Modelo N2008 de Worthington ó similar.

Cálculo de la Carga Axial Total (CAT)

La carga axial de una bomba vertical es la fuerza vertical hacia abajo, que soporta el balero de carga axial que se encuentra en la parte superior del motor y se compone de los siguientes elementos :

- Peso de la reacción hidráulica (P H)
- Peso de la flecha de transmisión (P F)
- Peso del elemento rotatorio (P i)

Tendremos que la carga axial se obtiene mediante -
la siguiente expresión :

$$CAT = PH + PF + P_i \dots\dots\dots 5.5$$

Donde :

$$PH = CDT \times K_t$$

$$PF = \text{No. de pasos} \times K_a$$

$$P_i = \text{Longitud de la flecha} \times K_s$$

$$K_t = \text{Factor de carga en lb/ft}$$

$$K_a = \text{Factor de peso en lb/ft}$$

$$K_s = \text{Factor de peso de la flecha de transmisión en lb/ft}$$

Peso de la reacción hidráulica

$$PH = CDT \times K_t = CAH = \text{Carga hidráulica axial}$$

$$CAH = 506.04 \times 7.9 = 3997.72 \text{ lb}$$

Peso del elemento rotatorio

$$\text{Número de pasos} = 7$$

$$K_a = 26 \text{ lb}$$

$$P_i = 7 \times 26 = 182 \text{ lb}$$

Peso de la flecha de transmisión

LC - Longitud de la flecha de transmisión	5.25'
T - Altura del Cabezal	1.37'
AC - Altura del motor	4.07'
	<u>10.69'</u>

$$Ks = 6.0 \text{ lb/ft}$$

$$PF = 10.69 \times 6.0 = 64.14 \text{ lb}$$

Por lo tanto la carga axial total es:

$$CAT = 3997.72 + 182 + 64.14$$

$$\therefore CAT = 4243.86 \text{ lb}$$

De acuerdo con el fabricante, la flecha de 1½" soporta un máximo de CAT = 7900 lb, por lo que esta flecha se encuentra dentro del límite de resistencia a la CAT.

Cálculo del Alargamiento de la flecha de transmisión

Por efecto de la CAH la flecha de transmisión está sometida a un esfuerzo de tensión que origina un alargamiento de ésta, el alargamiento se calcula por la relación llamada "Luz de Hook"

$$\text{Alargamiento} = \frac{\text{long. de flecha} \times \text{CAH}}{E \times \text{Arco transversal flecha}} \dots\dots 5.6$$

Donde:

CAH - carga axial hidráulica

E - módulo de elasticidad de young = 36×10^6 PSI
(para acero C - 1045)

El valor obtenido del alargamiento, no debe ser superior al juego vertical permisible en cada modelo de impulsor.

La bomba que fue seleccionada en el modelo 12 N-75 de Worthington, que tiene una flecha de diámetro de 38 mm (1½"), una CAH= 154.24 m (506.04') y una longitud total de la flecha de 3.26 m (10.69').

En base a los datos de los límites mecánicos, permitidos de CAT y alargamiento, nos indica que la flecha de transmisión está correctamente seleccionada.

Cálculo de la Sumergencia Mínima de la Bomba.

Las bombas trabajarán a una altura de 2562 m.s.n.m

con un líquido que tiene una temperatura de 20°C (68°F) por lo tanto la presión atmosférica del lugar es de 24.88 pies de columna de agua (10.76 psia) y la gravedad específica es de 0.998 entonces la carga de presión atmosférica es:

$$h_A = \frac{P_a}{SG} = \frac{24.88'}{0.998} = 24.93 \text{ pies de columna de agua}$$

La presión de vapor de agua absoluta (PV) correspondiente es de 0.89 pies de columna de agua.

$$PV = 0.89'$$

Las pérdidas por fricción en la succión, calculada con anterioridad es:

$$h_{fs} = 0.26'$$

De acuerdo a las especificaciones del fabricante - esta bomba tiene un NPSHR de 8.5' obtenido de la curva de operación correspondiente.

La condición necesaria para que la bomba no cavite
es:

$$\text{NPSHD} > \text{NPSHR}$$

La carga neta de succión positiva disponible (NPSHD)
es:

$$\text{NPSHD} = h_a - (PV + h_{fs}) = 24.93 - (0.89 + 0.26)$$

$$\therefore \text{NPSHD} = 23.91'$$

Por otro lado se tiene que:

$$h_a + K - (PV + h_{fs} + \text{NPSHR}) = 0$$

Donde la sumergencia mínima es:

$$K = PV + h_{fs} + \text{NPSHR} - h_a = 0.89 + 0.26 + 8.5 - 24.93$$

$$\therefore K = -15.28 \text{ pies de columna de agua.}$$

El resultado negativo nos indica que cualquier valor del nivel dinámico abajo del ojo al primer impulsor debe estar hasta una distancia no mayor de 15.28'

En este caso, en que las bombas llevarán campanas de succión se protegerá en un tirante mínimo de sumergencia de 0.66 m -- (26") según datos de Worthington.

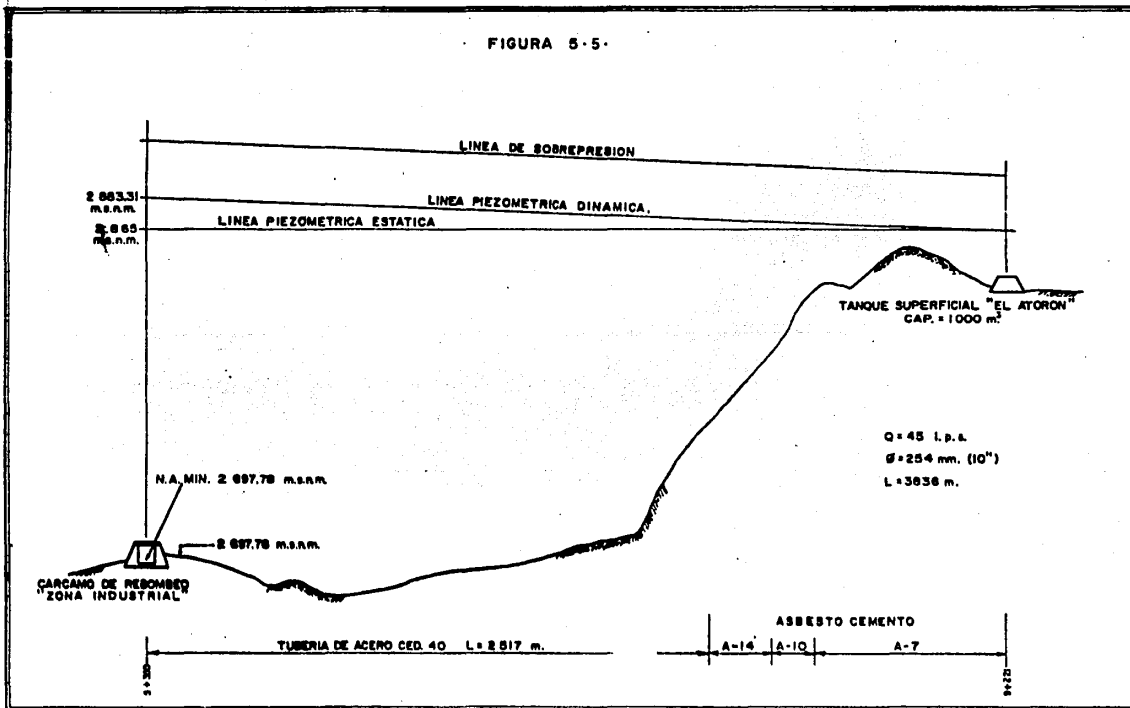
Planta de Rebombeo " Zona Industrial "

La presente planta enviará el agua hasta el tanque de regularización " El Atorón ", figura 5.5 el proyecto mecánico de la estación será efectuado utilizando la metodología de las plantas anteriores.

Datos de Proyecto

Gasto de diseño	45.00	l.p.s.
Nivel de terreno en el cárcamo	2697.67	m.s.n.m.
Nivel máximo de aguas en el cárcamo	2700.08	m.s.n.m.
Nivel mínimo de aguas en el cárcamo	2697.78	m.s.n.m.
Nivel Piezométrico en el tanque El Atorón	2687.00	m.s.n.m.
Longitud de la línea de presión	3836.00	m.
Diámetro de la tubería	254 mm	(10")

FIGURA 5-5.



Material de la tuberfa

Acero, A-C

Clase

C-40,A-14-A-10,A-7

Cálculo de la Carga Dinámica Total.

Donde :

Carga estática (AZ)

$$\therefore AZ = 169.22 \text{ m.}$$

Pérdidas por Fricción en la Línea (h_{fL})

$$\therefore h_{fL} = 14.73 \text{ m.}$$

Pérdidas por Fricción en Piezas Especiales en la Línea
de Conducción (h_{fpe})

$$\therefore h_{fpe} = 2.58 \text{ m.}$$

Pérdidas por Fricción en la Descarga de la Bomba (h_{fd})

$$\therefore h_{fd} = 0.57 \text{ m}$$

Pérdidas por Fricción en la Columna de Succión (h_{fs})

$$h_{fs} = 1.60 \times 0.05 = 0.08 \text{ m.}$$

Pérdidas por Carga de Velocidad (h_v)

$$h_v = 0.04 \text{ m.}$$

Carga Dinámica Total (C.D.T.)

$$C.D.T. = 187.22 \text{ m (614.23')}$$

Por lo tanto, la selección de la bomba se hará en base al gasto de diseño igual a 45 l.p.s. (713.25 g.p.m.) y la carga dinámica -- total de 187.22 m (614.23').

La estación de bombeo contará con dos equipos a instalar, uno en operación y otro en reserva, trabajando en forma alternada. De -- los diferentes equipos existentes en el mercado, se han seleccionado como -- recomendables las bombas verticales del tipo turbina de pozo profundo, las -- cuales son las que más se ajustan a los datos de diseño.

Selección de la Bomba.

De la curva característica de la bomba modelo 12 M-75 marca Worthington, figura 5.6, para un gasto de 45 l.p.s. (713.25 g.p.m.), - la curva del impulsor de 8 9/16" de diámetro proporciona una carga total unitaria de 78.5', entonces el número de pasos será :

$$\text{Número de pasos} = \frac{614.23'}{78.5} = 7.83$$

Por lo tanto se utilizará una bomba con 8 pasos con - una eficiencia del 82 %.

Selección del Motor

Por otro lado se tiene que la potencia requerida --- aproximada se obtiene en base a la expresión 5.4, a la que sustituyendo valores tendremos :

$$\text{Pot} = \frac{45 \times 187.22}{76 \times 0.82} = 135.19 \text{ H.P.}$$

Una vez seleccionando el tamaño de la columna de descarga de 8" x 1 11/16" y con el gasto a manejar se tiene una pérdida de fric

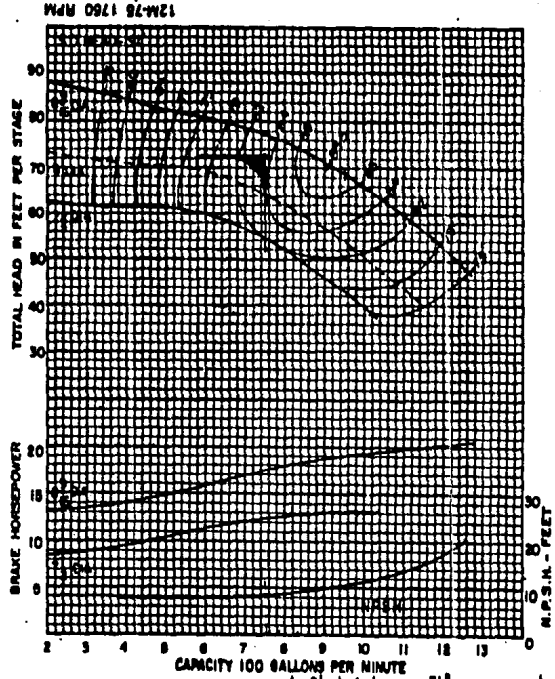
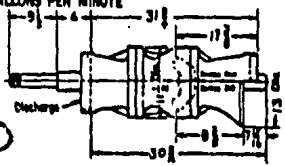


FIGURA 5.6

Efficiency shown is for 4 stages or more, with standard materials. For fewer stages or other materials change efficiency as shown.

STAGE	MATERIAL	Standard Efficiency
1	Cast Iron	85%
2	Cast Steel	85%
3	Cast Steel	85%
4	Cast Steel	85%
5	Cast Steel	85%
6	Cast Steel	85%
7	Cast Steel	85%
8	Cast Steel	85%
9	Cast Steel	85%
10	Cast Steel	85%
11	Cast Steel	85%
12	Cast Steel	85%
13	Cast Steel	85%



For additional stages add 10% per stage.

STAGE	MATERIAL	Standard Efficiency	Standard Efficiency	Standard Efficiency
1	Cast Iron	85%	85%	85%
2	Cast Steel	85%	85%	85%
3	Cast Steel	85%	85%	85%
4	Cast Steel	85%	85%	85%
5	Cast Steel	85%	85%	85%
6	Cast Steel	85%	85%	85%
7	Cast Steel	85%	85%	85%
8	Cast Steel	85%	85%	85%
9	Cast Steel	85%	85%	85%
10	Cast Steel	85%	85%	85%
11	Cast Steel	85%	85%	85%
12	Cast Steel	85%	85%	85%
13	Cast Steel	85%	85%	85%

ción del 2.05 % con el cual se corrige el valor de la carga dinámica total - aproximada tenemos :

$$\therefore h_{fs} = 0.03 \text{ m.}$$

La Carga Dinámica Total Exacta es :

$$\therefore \text{C.D.T.} = 187.17 \text{ m (614.07')}$$

De acuerdo a la potencia requerida, se recomienda la- instalación de un motor vertical de 150 H.P. para la bomba tipo turbina 12' - M-75 con las siguientes características :

Potencia	150 H.P.
Marca	Fairbanks-Morse ó similar
No. de Fases	3
Voltaje	220/440 volts
No. de Polos	4
Frecuencia	60 ciclos
Velocidad	1800 r.p.m.
Armazón	445
Tipo	KZ KV 3
Peso	935 kg
Base	508 mm (20")

El cabezal de descargas será del modelo No. 2008 de - Worthington ó similar.

Cálculo de la carga axial total (CAT)

La carga axial total de una bomba vertical es la fuerza vertical hacia abajo, que soporta el balero de carga axial que se encuentra en la parte superior del motor, y se compone de los elementos mencionados -- con anterioridad y utilizando la expresión 5.5 resulta :

$$\text{CAT} = 4816.95 + 81.24 + 208 = 5106.19 \text{ lb/ft}$$

De acuerdo con el fabricante, la flecha de 1 11/16" soporta un máximo CAT = 11700 lb/ft por lo que esta flecha se encuentra dentro del límite de resistencia a la CAT.

Cálculo del Alargamiento de la Flecha de Transmisión.

Por efecto de la CAH, la flecha de transmisión está sometida a un esfuerzo de tensión que origina un alargamiento de ésta, este alargamiento se calcula por la conocida relación llamada " Ley de HOOK " expresión 5.6

La bomba que fue seleccionada en el modelo de Worthington que tiene una flecha con un diámetro de 42.9 mm (1 11/16"), un CDT = 186.02 m (61 a 30') y una longitud total de la flecha de 3.26 m (10.69').

Con los datos anteriores se obtiene que el alargamiento es -- despreciable, y de acuerdo a las especificaciones del fabricante para el tazón 12 M - 75 al máximo alargamiento permitido es 0.81" es decir que la flecha seleccionada está dentro del límite permitido.

El hecho de estar dentro de los límites mecánicos permitidos de CAT. y de alargamiento, nos indican que la flecha de transmisión está correctamente seleccionado.

Cálculo de la sumergencia mínima de la bomba.

Siguiendo el mismo procedimiento que en el caso anterior se tiene que la sumergencia mínima es :

$$K = PU + h_{fs} + NPSHR - h_A = 0.89 + 0.03 + 8 - 24.45$$

$$K = - 15.53 \text{ pies de columna de agua}$$

El resultado negativo indica que cualquier valor del nivel dinámico abajo del ojo del primer impulsor debe estar hasta una distancia - no mayor de 15.53'

En este caso en que las bombas llevaran campana de succión se protegerá en un tirante mínimo de sumergencia de 0.66 m (26") según datos de Worthington.

V.3 Cálculo Eléctrico.

En el presente inciso se efectúa la memoria de -- cálculo de los elementos eléctricos necesarios en las estaciones de bombeo, a fin de lograr su correcta construcción y operación, así como cumplir los requisitos que las Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas (N.T.I.E.) establecen y el organismo suministrador de energía eléctrica, Comisión Federal de Electricidad, requiere.

El servicio de energía eléctrica deberá solicitarse en alta tensión (23000 volts) y el motor conectarse en su arreglo de alto voltaje (440 volts).

Estación Tultenango

En dicha estación de bombeo estará un motor de - 120 H.P. en operación trabajando a una tensión de 440 volts, 60 c.p.s. y 1800 r.p.m.

Cálculo de Cargas

La corriente a plena carga del motor de 120 H.P. - se calcula mediante la siguiente expresión

$$I_{pc} = \frac{800 \times \text{H.P.}}{\sqrt{3} \times E \times \text{F.P.} \times \text{E.T.}} \quad \dots\dots\dots 5.7$$

Donde :

I_{pc} - Corriente a plena carga

E - Tensión de alimentación

F.P. - Factor de potencia a plena carga

E.T. - Eficiencia del motor

Sustituyendo Valores en la Expresión

$$I_{pc} = \frac{800 \times 120}{\sqrt{3} \times 440 \times .89 \times .915}$$

$$\therefore I_{pc} = 154.68 \text{ Amp.}$$

Protección del motor

Para conocer la capacidad necesaria del interruptor

que protegerá al motor se utilizará la expresión :

$$I_{sc} = I_{pc} \times F_{sc} \dots\dots\dots 5.8$$

Donde :

F_{sc} - Factor de sobrecarga

Tendremos :

$$I_{sc} = 154.68 \times 1.5$$

$$\therefore I_{sc} = 232 \text{ Amp.}$$

El interruptor será del tipo termomagnético con capacidad conductiva normal de 3P x 250 é interruptiva normal, simétricos en marco de 400 Amp.

Arrancador

Para controlar y proteger el motor, se utilizará un arrancador a tensión reducida del tipo auto-transformador. Este arrancador será del tamaño NEMA 5 para controlar un motor de 120 H.P. a 440 volts y --- 60 c.p.s.

Selección del Transformador

La carga normal de operación será para un motor de 120 H.P. en operación por lo que transformando los H.P. a K.V.A. mediante la expresión :

$$KVA = \frac{0.8 \times H.P.}{F.P.} \dots\dots\dots 5.9$$

Sustituyendo Valores Tendremos :

$$KVA = \frac{0.8 \times 120}{0.89}$$

$$\therefore KVA = 107.87$$

De acuerdo a lo anterior se selecciona un transformador de 150 K.V.A. con relación de transformación de 23000 - 440 volts.

Protección en el Primario del transformador

Habiendo resultado un transformador de 150 K.V.A. - (capacidad comercial inmediata superior a la carga instalada) y ya que el voltaje de la zona es de 23 KV tendremos que :

$$I_{\text{prim}} = \frac{KVA \times 1000}{\sqrt{3} V} \dots\dots\dots 5.10$$

Donde :

V - Voltaje de la oferta

Sustituyendo Valores Tenemos :

$$I_{\text{prim}} = \frac{150 \times 100}{1.73 \times 23\ 000}$$

$$\therefore I_{\text{prim}} = 3.77 \text{ Amp.}$$

Protegiendo para un 125 % de sobre carga máxima

$$I = I_{\text{prim}} \times 1.25 = 4.71 \text{ Amp.}$$

Por lo que se seleccionan fusibles de 7 amp. del lado de alta tensión

Protección en el Secundario del Transformador
(Interruptor General)

La capacidad del interruptor general será el 150 %

de la corriente a plena carga del motor de mayor capacidad en operación mas las corrientes a carga plena del resto de motores en operación y centro de carga, por lo que utilizaremos la siguiente expresión :

$$I_G = 1.50 \times I_{pc} + I_{serv} \dots\dots\dots 5.11$$

Donde :

I_{serv} - Corriente utilizado en los servicios

$$I_G = 1.50 \times 154.68 + 5.2$$

$$\therefore I_G = 237.22 \text{ Amp.}$$

Por lo anterior se selecciona un interruptor del tipo termomagnético con capacidad conductiva normal de 3P x 250 A e interruptiva normal simétricos en marco de 400 Amp.

Cálculo de Alimentadores

Para el cálculo de los conductores debemos considerar un motor de 120 H.P. para 440 volts y 60 c.p.s. con una distancia del interruptor principal al arrancador de 1.5 m. y de 14 m. de este últi

mo al motor, teniendo 680 W. instalados en el centro de carga y estando - ocupado en un 100 % del tablero, se usará un transformador de 1 K.V.A. y - como carga para el cálculo del alimentador principal, la carga del trans-- formador de servicios.

Se considera la caída del interruptor principal - al motor un 3 % , que es menor al 5 % que permiten las normas. El conduc-- tor será THW, 600 volts para 1 a 3 conductores en tubo conduit.

Alimentador al motor

Para la alimentación a motores la Norma establece que se debe considerar la corriente en 125 %, por lo que tenemos :

$$I_{sc} = I_{pc} \times 1.25$$

$$I_{sc} = 154.68 \times 1.25$$

$$\therefore I_{sc} = 193.35 \text{ Amp.}$$

De los catálogos comerciales de conductores se selec-- ciona el calibre 000 AWG, el cual admite 200 Amp, en tubo conduit de 51 mm de diámetro

Alimentador del Centro de Carga en Baja Tensión y en Alta Tensión.

Para el cálculo de estos conductores utilizaremos - la expresión siguiente, que sustituyendo valores tenemos :

$$I = \frac{KVA \times 1000}{V \times F.P.} \dots\dots\dots 5.12$$

$$I_{cc} = \frac{1 \times 1000}{440 \times 0.89} = 2.55 \text{ Amp.}$$

$$I_{cc} = \frac{1 \times 1000}{127 \times 0.89} = 8.84 \text{ Amp.}$$

En los casos se pueden utilizar cable del calibre - 14, pero por tratarse de alimentadores las normas indican que deben ser del calibre 10 AWG por lo que se usará 3-10 en tubo conduit de 19 mm de diámetro.

Alimentador Principal

Para el cálculo del alimentador principal se deberá tomar en cuenta las cargas que actúan mas la carga del motor considerando - un máximo de sobre corriente del 125 %, por lo que utilizaremos la expresión :

$$I_A = I_{sc} + I_{cc}$$

$$I_A = 232.02 + 8.84$$

$$\therefore I_A = 240.86 \text{ amp.}$$

Por lo tanto, se emplearán cables calibre No. 250-AWG, en tubo conduit de 63 mm. de diámetro

Revisión por Caída

En este punto, se trata de encontrar la sección -- del cable que se requiere en el alimentador principal, dado el voltaje en-baja tensión, la carga máxima a los motores y la distancia de los contro--les a éstos últimos, utilizando la expresión siguiente

$$S = \frac{2\sqrt{3} L i}{V e \%} \dots\dots\dots 5.13$$

Donde :

S - Sección del conductor en mm²

L - Distancia en m.

i - Corriente en Amp.

- V - Voltaje en volts.
e - Porcentaje de caída

Por lo que, substituyendo valores tenemos :

$$S_m = \frac{2 \times 1.73 \times 14 \times 232.02}{440 \times 3}$$

$$\therefore S_m = 8.514 \text{ mm}^2$$

Esta área es menor a 85 mm^2 que tiene el calibre-
No. 000 AWG, calculado por corriente

El cálculo eléctrico de las dos plantas de bombeo se efectuó siguiendo los mismos pasos que el de la estación Tuitenango, por lo que se presenta a continuación el resumen de éste.

CONCEPTO	BOMBEO No. 1	BOMBEO ZONA INDUSTRIAL
Cargas = . Ipc	158.25 A	190 A
Protección del motor	3P x 250 A	3P x 300 A
Transformador	150 KVA	150 KVA
Protección en el Primario	5 Amp.	5 Amp
Protección en el Secundario	3P x 250 A	3P x 300 A
Alimentadores		
Motor	6 No. 2 AWG	6 No. 1 AWG
Centro de carga en alta tensión	2 No. 10 AWG	2 No. 10 AWG
Centro de carga en baja tensión	2 No. 10 AWG	2 No. 10 AWG
Principal	6 No. 2 AWG	6 No. 1 AWG

VI. CATALOGO DE CONCEPTOS Y PRESUPUESTO

En este capítulo se presentan el catálogo de conceptos y presu-puestos a realizar en las obras que constituyen el proyecto definitivo de la línea de conducción Estación Tultenango - El Oro para el abastecimiento de agua potable del Sistema Múltiple El Oro.

Para la elaboración del catálogo de conceptos se consideraron las cantidades de obra y lista de materiales que se señalan en los planos del proyecto, los cuales se presentan anexos a este trabajo.

El catálogo de conceptos se desglosa en la línea de conducción y plantas de bombeo con los elementos que la forman

A continuación se presentan los montos de las obras a efectu-arse en el proyecto de abastecimiento de agua potable, para el sistema mencionado, precios obtenidos en Febrero de 1986, en base al catálogo de Precios Unitarios de la C.E.A.S., y casas comerciales dedicadas al ramo

C O N C E P T O	I M P O R T E (\$)
Línea de Conducción	72'609,196.00
Planta de Rebomero No. 1	
Cárcamo	1'834,374.00
Caseta de Control	150,279.00
Equipamiento	9'233,254.00
Sistema Eléctrico	4'242,480.00
Planta de Rebomero " Zona Industrial "	
Cárcamo	1'983,530.00
Caseta de Control	150,279.00
Equipamiento	9'639,977.00
Sistema Eléctrico	4'484,860.00
Planta de Bombeo Tultenango	
Caseta de Control	150,279.00
Equipamiento	9'626,973.00
Sistema Eléctrico	2'723,000.00
T O T A L	\$ 116'828,481.00

LINEA DE CONDUCCION

C O N C E P T O	I M P O R T E
MANO DE OBRA	
Excavación a mano para zanja, colocación de plantilla y relleno de zanja apisonado y compactado con agua en capas de 0.20 m. de espesor, al 85 % prueba proctor	9'236,702.00
Instalación, junteo y prueba de tubería de asbesto- cemento de 254 mm (10") de diámetro en sus diferentes clases.	1'856,484.00
Instalación, junteo y prueba de tubería lisa de acero soldado tipo A, PI, grado "B" C-40, de 254 mm (10") - de diámetro	6'371,392.00
Instalación de piezas especiales de fo.fo	433,796.00
Instalación de válvulas de seccionamiento	29,721.00
Instalación de válvulas de admisión y expulsión de -- aire y válvulas de globo de 50 mm (2") de diámetro	20,000.00
Construcción de cajas para operación de válvulas tipo "1" incluyendo contramarcos y marcos	1'119,356.00

C O N C E P T O	I M P O R T E
SUMINISTRO	
Suministro de tuberfa de asbesto-cemento de 250 mm - (10") de diámetro en sus diferentes clases	18'011,830.00
Suministro de tuberfa lisa de acero tipo A, PI, grado "B" C-40 de 250 mm (10") de diámetro	24'850,940.00
Suministro de piezas especiales de fierro fundido, -- puestas en el almacen de la obra, incluyendo tornille ría, empaques de plomo y juntas gibault, de 250 mm -- (10") de diámetro	4'842,205.00
Suministro de juntas DRESSER completas, puestas en el almacen de la obra de 250 mm (10") de diámetro	3'553,784.00
Suministro de válvulas tipo :	
Admisión y expulsión de aire marca APCO, modelo 144 - W D/TD de 52 mm (2") de diámetro	1'052,740.00
Compuerta, de 76 y 152 mm (3" y 6") de diámetro	1'019,218.00
Globo de 50 mm (2") de diámetro	150,000.00
Fabricación y colado de concreto simple de F'c = 100 kg/cm ² , para atraques	61,028.00
T O T A L	72'609,196.00

CONSTRUCCION DE CARCAMOS

PLANTA DE BOMBEO
No. 1 ZONA INDUSTRIAL

C O N C E P T O

IMPORTE

IMPORTE

MANO DE OBRA

Limpieza, trazo en terreno y excavación a mano para desplante de estructuras	14,758.00	9,430.00
Construcción de muros de mampostería de piedra de banco, junteado con mortero cemento-arena	264,759.00	
Suministro y colocación de cimbra de madera para acabado no aparentes en losa y muros	73,570.00	157,188.00
Fabricación y colado de concreto simple vibrado y curado con membrana, $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$.	81,846.00	141,041.00
Suministro y colocación de ventilas hechas con marco de ángulos y escalera marina	19,906.00	23,557.00
Suministro y colocación de fierro de refuerzo - $f_y = 4000 \text{ kg/cm}^2$.	90,001.00	193,477.00
Impermeabilización superficial de tanque con mortero cemento-arena y aditivo integral y --- colocación de banda de PVC en las juntas	56,224.00	3,445.00

C O N C E P T O	IMPORTE	IMPORTE
FONTANERIA		
Instalación, junteo y prueba de tuberfa de acero soldado tipo A,PI, C - 40	66,503.00	45,000.00
Suministro y colocación de piezas especiales de fierro fundido incluyendo, tornilleria y empaques de plomo	47,141.00	34,400.00
suministro e Instalación de válvulas tipo :		
Válvula de seccionamiento de 150 mm (6") de diámetro	340,161.00	340,161.00
Válvula de flotador marca ROSS mod 21 F de 150 mm (6")	1'086,144.00	1'002,309.00
Construcción de caja para operación de válvulas	33,522.00	33,522.00
<hr/>		
T O T A L	1'834,374.00	1'983,530.00

EQUIPAMIENTO EN PLANTAS DE BOMBEO

C O N C E P T O	E S T A C I O N TULTENAGO IMPORTE	T A C I O N No. 1 IMPORTE	I O N ZONA INDUSTRIAL IMPORTE
MANO DE OBRA			
Instalacion de equipo de bombeo, colador tipo canasta para tazón roscaado, incluye base de concreto simple	1'305,222.00	990,000.00	990,000.00
Instalación, junteo y prueba de tubería de acero cédula 40	9,250.00	14,644.00	14,644.00
Instalación de piezas especiales, -- manómetro y diferentes tipos de válvulas (compuerta Check, globo, admisión y expulsión de aire y aliviadora de presión)	75,200.00	80,540.00	75,485.00
SUMINISTROS			
Bomba vertical tipo turbina para pozo profundo motor eléctrico vertical de inducción, jaula de ardilla, cabezal de descarga	6'526,112.00	6'319,000.00	6'719,000.00
Tubería de acero C - 40 de 10", 8" y 3" de diámetro	102,689.00	128,362.00	128,363.00

C O N C E P T O	IMPORTE	IMPORTE	IMPORTE
Piezas especiales de acero, incluye tornillería y empaques de plomo piezas especiales de fo.go., manómetro para agua	90,208.00	182,416.00	194,193.00
Válvulas Tipos :			
Admisión y expulsión de aire	325,704.00	325,704.00	325,704.00
Compuerta	293,120.00	293,120.00	293,120.00
Check	329,632.00	329,632.00	329,632.00
Globo	15,400.00	15,400.00	15,400.00
Aliviadora de presión	554,436.00	554,436.00	554,436.00
T O T A L	9'626,973.00	9'233,254.00	9'639,977.00

INSTALACIONES ELECTRICAS EN PLANTAS DE BOMBEO

C O N C E P T O	E S T A C I O N T U L T E N A N G O I M P O R T E	A C N O. 1 I M P O R T E	I O N Z O N A I N D U S T R I A L I M P O R T E
Suministro e instalación de :			
Subestación tipo rural en dos postes de 150 KVA, incluyendo accesorios, - postes, pararrayos, transformador, - etc.	1'400,000.00	1'400,000.00	1'400,000.00
Suministro e Instalación de :			
Interruptor termomagnético		150,000.00	150,000.00
Combinación Arrancador - Interruptor tipo autotransformador	1'950,000.00	1'950,000.00	1'950,000.00
Luminario tipo arbotante	24,000.00	24,000.00	48,000.00
Centro de Carga 3 hilos	11,200.00	11,200.00	11,200.00
Transformador tipo seco de 1 KVA - 440/110 v en caja NEMA 1	20,000.00	20,000.00	20,000.00
Interruptor de balancin y contacto - de 10 A, 127 V	2,400.00	2,400.00	2,400.00
Conduit galvanizado pared gruesa de- 3 m y accesorios, cable de cobre 600- v, THW en sus diferentes calibres	100,000.00	210,480.00	330,060.00
Varilla cooperweld, conector soldable tipo TA, cable desnudo semiduro calibre 4 AWG	30,000.00	49,800.00	46,800.00
Luminario bantam prismático y lumina- rio fluorescente	90,400.00	90,400.00	90,400.00
Electronivel para 110 V.C.A. y manó- metro de 0-20 kg/cm	80,000.00	160,000.00	160,000.00
Material misceláneo		200,000.00	200,000.00
T O T A L	2'723,000.00	4'242,480.00	4'484,860.00

CASETA DE CONTROL

C O N C E P T O	I M P O R T E
Limpieza y trazo en terreno para desplante de estructuras	500.00
Excavación a mano para estructuras y relleno	4,611.00
Mampostería, junteado con mortero	9,982.00
Fabricación y colado de concreto simple $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$	30,982.00
Suministro y colocación de fierro de refuerzo $f'c = 4000 \text{ kg/cm}^2$	26,783.00
Plantilla con pedacería de tabique	2,070.00
Muro de tabique rojo, teja de barro y acabados	39,748.00
Impermeabilización con fieltro	11,718.00
Cancelería de fierro estructural	23,885.00
	<hr/>
T O T A L	150,279.00

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

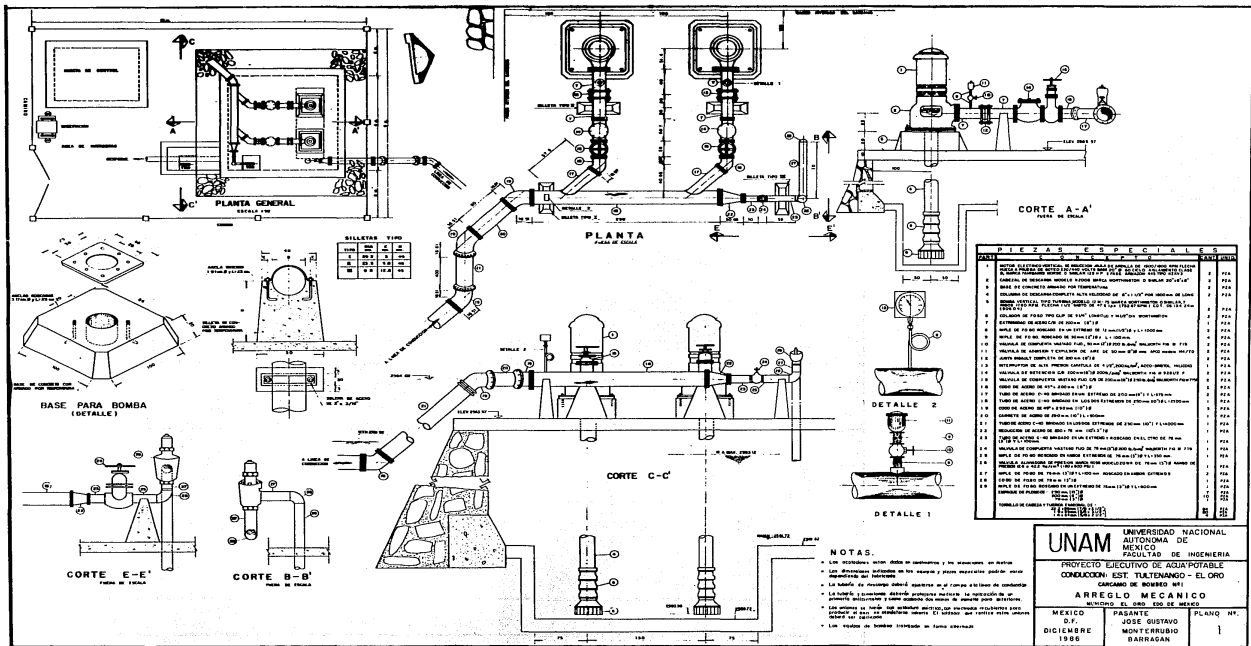
- En las entidades de la República Mexicana, el desarrollo urbano y la explosión demográfica, entre otros factores -- han ocasionado una cada vez mayor demanda de los servicios públicos, entre los que destacan el abastecimiento de agua potable y por consecuencia el desalojo de las aguas servidas.
- Los servicios mencionados no han podido resolver satisfactoriamente la demanda que presenta la población creciente, siendo siempre deficiente. Esto como resultado principalmente a la falta de una continuidad en los planes y programas que en algún período político se implementaron
- En las localidades pequeñas se observa, que las condiciones sanitarias son deplorables, ésto debido a la falta de infraestructura hidráulica adecuada, estas poblaciones tratan de resolver estos problemas en forma comunal y sin ninguna planeación.
- Deberá incrementarse la calidad de vida en los asentamientos humanos mediante el uso adecuado y racional de los --

recursos naturales, lo que daría como resultado un mayor arraigo de la población.

- Para evitar la incongruencia e improvisación es imprescindible crear conciencia en la población acerca de los problemas y compromisos que implica un servicio público
- La planeación deberá contemplar una localidad y la influencia con sus vecinos en forma integral. Por otro lado, los resultados de la planeación deberá llevarse hasta sus últimas consecuencias, evitando hasta donde sea posible las interrupciones.
- Es recomendable, construir sistemas de abastecimiento de agua potable, utilizando los materiales propios de cada región ; la mano de obra será por el sistema de faenas, -- procurando siempre reducir al mínimo los costos, esto se puede aplicar en el renglón de alcantarillado sanitario.

VIII. B I B L I O G R A F I A

- Normas de Abastecimiento de Agua Potable en Localidades Urbanas de la República Mexicana, Extinta S.A.H.O.P.
- Catálogo de Bombas Worthington "P S I, Pum Selector For Industry "
- HYDRAULICS HANDBOOK, 1974, Fairbanks - Morse Pump División.

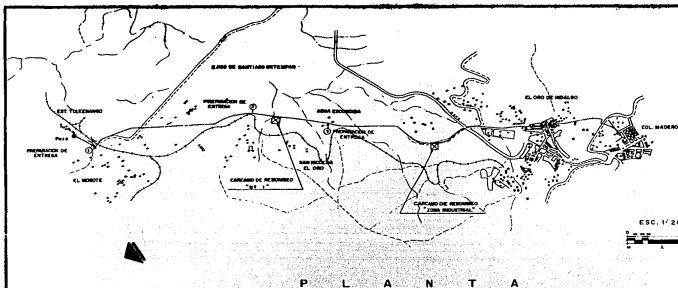


PIEZAS ESPECIALES			
NO.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REF. DIB.
1	VALVULA DE REGULACION DE LA PRESION EN LA LINEA DE SUCCION DE LA BOMBA	1	PLA
2	VALVULA DE REGULACION DE LA PRESION EN LA LINEA DE DESCARGA DE LA BOMBA	1	PLA
3	VALVULA DE REGULACION DE LA PRESION EN LA LINEA DE SUCCION DE LA BOMBA	1	PLA
4	VALVULA DE REGULACION DE LA PRESION EN LA LINEA DE DESCARGA DE LA BOMBA	1	PLA
5	VALVULA DE REGULACION DE LA PRESION EN LA LINEA DE SUCCION DE LA BOMBA	1	PLA
6	VALVULA DE REGULACION DE LA PRESION EN LA LINEA DE DESCARGA DE LA BOMBA	1	PLA
7	VALVULA DE REGULACION DE LA PRESION EN LA LINEA DE SUCCION DE LA BOMBA	1	PLA
8	VALVULA DE REGULACION DE LA PRESION EN LA LINEA DE DESCARGA DE LA BOMBA	1	PLA
9	VALVULA DE REGULACION DE LA PRESION EN LA LINEA DE SUCCION DE LA BOMBA	1	PLA
10	VALVULA DE REGULACION DE LA PRESION EN LA LINEA DE DESCARGA DE LA BOMBA	1	PLA
11	VALVULA DE REGULACION DE LA PRESION EN LA LINEA DE SUCCION DE LA BOMBA	1	PLA
12	VALVULA DE REGULACION DE LA PRESION EN LA LINEA DE DESCARGA DE LA BOMBA	1	PLA
13	VALVULA DE REGULACION DE LA PRESION EN LA LINEA DE SUCCION DE LA BOMBA	1	PLA
14	VALVULA DE REGULACION DE LA PRESION EN LA LINEA DE DESCARGA DE LA BOMBA	1	PLA
15	VALVULA DE REGULACION DE LA PRESION EN LA LINEA DE SUCCION DE LA BOMBA	1	PLA
16	VALVULA DE REGULACION DE LA PRESION EN LA LINEA DE DESCARGA DE LA BOMBA	1	PLA
17	VALVULA DE REGULACION DE LA PRESION EN LA LINEA DE SUCCION DE LA BOMBA	1	PLA
18	VALVULA DE REGULACION DE LA PRESION EN LA LINEA DE DESCARGA DE LA BOMBA	1	PLA
19	VALVULA DE REGULACION DE LA PRESION EN LA LINEA DE SUCCION DE LA BOMBA	1	PLA
20	VALVULA DE REGULACION DE LA PRESION EN LA LINEA DE DESCARGA DE LA BOMBA	1	PLA
21	VALVULA DE REGULACION DE LA PRESION EN LA LINEA DE SUCCION DE LA BOMBA	1	PLA
22	VALVULA DE REGULACION DE LA PRESION EN LA LINEA DE DESCARGA DE LA BOMBA	1	PLA
23	VALVULA DE REGULACION DE LA PRESION EN LA LINEA DE SUCCION DE LA BOMBA	1	PLA
24	VALVULA DE REGULACION DE LA PRESION EN LA LINEA DE DESCARGA DE LA BOMBA	1	PLA

NOTAS.

- 1. Las dimensiones están dadas en milímetros y en pulgadas en su caso.
- 2. Las tolerancias aplicables en los acabados de estos materiales serán las especificadas en el estándar.
- 3. La calidad de montaje deberá obedecer al plan de trabajo de montaje.
- 4. La bomba y su accesorio serán producidos en México, la excepción de los accesorios eléctricos serán importados del extranjero de acuerdo con el estándar.
- 5. Las partes de la bomba serán producidas en México.
- 6. Las partes de la bomba serán producidas en México.

UNAM UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 PROYECTO EJECUTIVO DE AGUA POTABLE
 CONDUCION EST. TULTEPECANCO - EL ORD
 CARRANZO DE BARRAGAN
 ARREGLO MECÁNICO
 MEXICO, D.F. PASANTE: JOSE GUSTAVO MONTERRUBIO BARRAGAN
 DICIEMBRE 1986 MES: DICIEMBRE AÑO: 1986



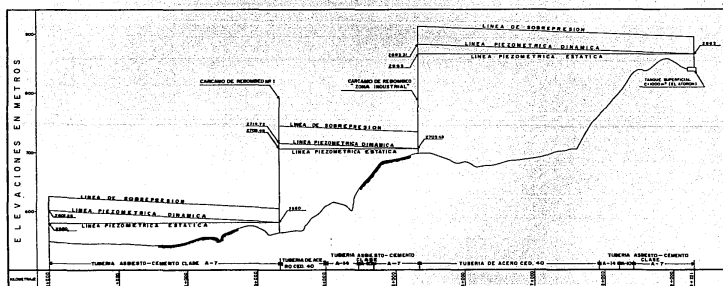
DATOS DE PROYECTO	
POBLACION ACTUAL	4,100 HAB.
POBLACION DE PROYECTO	4,575 HAB.
DOMINIO	150 M. H. S. A. S.
COEFICIENTE DE VARIACION DEMAN.	1.5
COEFICIENTE DE VARIACION HUMANA	1.5
CAUDAL	1.5 M ³ /S.
ALZADO	6.100 M. P.
ALZADO HORARIO	52.161 M. P.
CAUDAL DE REGULACION	100.53 M ³ /S.
CONDICION	Normal
DISTRIBUCION	Central
FUENTE DE ABASTECIMIENTO	Subterránea
CAPITACION	Para probarla



SIMBOLOGIA

ESPECIFICACIONES	—
PROYECTO	—
CANAL DE RESERVA	—
FERROCARRIL	—
CANAL PASADIZADO	—
CANAL DE TERCERERIA	—
ALICATA	—
PROYECTO DE ACANTARILLAS	—
POZ. ABASTO	—
LINEA DE CONDUCCION POR TUBO 10" x 12"	—
PREPARACION DE ENTRADA	—

P L A N T A



PERFIL GENERAL

NOTAS

- El sistema de abastecimiento de agua potable que se proyecta en este estudio, tiene como fin principal el de abastecer a la población de El Oro de Hidalgo, con un caudal de 1.5 m³/s. y un alza de 6.10 m.
- La planta del sistema de abastecimiento de agua potable que se proyecta en este estudio, tiene como fin principal el de abastecer a la población de El Oro de Hidalgo, con un caudal de 1.5 m³/s. y un alza de 6.10 m.
- El sistema de abastecimiento de agua potable que se proyecta en este estudio, tiene como fin principal el de abastecer a la población de El Oro de Hidalgo, con un caudal de 1.5 m³/s. y un alza de 6.10 m.
- El sistema de abastecimiento de agua potable que se proyecta en este estudio, tiene como fin principal el de abastecer a la población de El Oro de Hidalgo, con un caudal de 1.5 m³/s. y un alza de 6.10 m.
- El sistema de abastecimiento de agua potable que se proyecta en este estudio, tiene como fin principal el de abastecer a la población de El Oro de Hidalgo, con un caudal de 1.5 m³/s. y un alza de 6.10 m.

UNAM	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
	FACULTAD DE INGENIERIA
PROYECTO DEFINITIVO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	
LINEA DE CONDUCCION PLANTA Y PERFIL GENERAL	
ESTADO DE MEXICO	
MEXICO D.F.	MEXICO PRESENTE JOSE GUSTAVO MONTESOLANO SERRASCAN
PLANO N ^o 2	