

869T

1698

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE INGENIEROS

**ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA
LA FABRICA DE CELULOSA
DE CHIHUAHUA.**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL**

PRESENTA EL PASANTE

ANGEL DIAZ ZUBIETA



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas

Tesis Digitales

Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

A M I

M A D R E.



ESCUELA NACIONAL DE INGENIERIA
Dirección
Núm. 731-2600 T
Exp. Núm. 731/214.2/-2129

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

Al Pasante señor Angel DIAZ ZUBIETA
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud relativa me es grato transcribir a usted a continuación el tema que aprobado por esta Dirección, propuso el señor profesor ingeniero Leopoldo Lieberman L., para que lo desarrolle como tesis en su examen profesional de Ingeniero CIVIL.

ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA LA FABRICA DE
CELULOSA DE CHIHUAHUA

- 1.- Captación
- 2.- Conducción
- 3.- Bombeo
- 4.- Almacenamiento y Regularización
- 5.- Distribución
- 6.- Estudio Económico.

1.- CAPTACION

- a) Localización de pozos
Zona Acuífera
Estudio Geológico
- b) Procedimiento de perforación
- c) Aforos de los pozos
- d) Equipo de bombas más adecuado
- e) Diseño de la Caseta de Bombas

2.- CONDUCCION

- a) Trazo de Tubería
- b) Determinación de diámetros y tipo de tubería
- c) Ventajas de la tubería escogida
- d) Problemas de Colocación; estudios del subsuelo.

3.- BOMBEO

- a) Selección de Equipo; tipo de bombas escogido



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE INGENIERIA
Dirección
Núm. 731-2600 T
Exp. Núm. 731/214.2/-2129

b) Central de Bombeo, localización adecuada y diseño.

4.- ALMACENAMIENTO Y REGULARIZACION

a) Determinación de capacidad en función de las necesidades de la Planta

b) Funcionamiento como regularizador

5.- DISTRIBUCION

a) Estudio de las demandas en los diferentes Departamentos y diámetros requeridos.

6.- ESTUDIO ECONOMICO

a) Costos

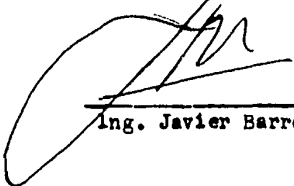
b) Presupuestos

c) Estudio comparativo entre diferentes tipos de tubería y entre tanques de acero y concreto."

Ruego a usted tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar su examen profesional.

Muy atentamente.

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
México, D.F. 17 de Octubre de 1955
EL DIRECTOR


Ing. Javier Barros Sierra
JES' RFV' meug.

ANTECEDENTES.

Colonia Anáhuac, Mpio. de Cuauhtémoc, fué el sitio elegido para la erección de la fábrica de Celulosa de Chihuahua.

Col. Anáhuac es un pequeño poblado constituido por ejidatarios y colonos, en terrenos que fueron de la antigua hacienda de Bustillos.

Se encuentra situada al S.O. de la Cd. de Chihuahua, a los $28^{\circ} 29'$ latitud Norte y a los $106^{\circ} 42''$ de longitud Oeste.

Su clima es el característico de los estados del norte de nuestra república, es decir, semiárido y extremo; la vegetación predominante son huizaches y pastos raquíticos; durante el verano se alcanzan temperaturas hasta de 40°C y en el invierno desciende la temperatura hasta -15°C . Durante todo el año soplan vientos bastante fuertes, que en los meses de febrero y marzo alcanzan velocidades de 80 Km/h. , el viento dominante viene del N.O.

Las precipitaciones pluviales, se reducen a dos o tres aguaceros torrenciales y a unos cuantos inapreciables lo que trae como consecuencia la carencia de corrientes superficiales, la única fuente de abasto de agua consiste en norias; aunque Col. Anáhuac se encuentra situada a la orilla de la laguna de Bustillos, resulta inaprovechable debido al alto contenido de sales y a que se encuentra en período de extinción.

La topografía es accidentada, ya que se encuentra -

en las estribaciones de la zona montañosa de Chihuahua.

Las vías de comunicación son: la carretera Chihuahua-Cauhtémoc con la cual entronca a la altura del Km. 89, por medio de un camino también pavimentado de 11 Km. transitable durante todo el año. La otra vía de comunicación la constituye el Ferrocarril Chihuahua al Pacífico, cuyo Km. 645 se encuentra a la altura de Col. Anáhuac; este Ferrocarril es el que transporta los troncos de pino, desde Madera en plena sierra Tarahumara, hasta la fábrica de celulosa.

Antiguamente, la más importante fuente de riqueza de esta zona fué la ganadería, pero al fraccionarse la hacienda de Bustillos, la agricultura vino a ser la única fuente de ingresos de colonos y ejidatarios; como se comprende, debido a las características climatológicas de la zona, la agricultura no es una fuente muy segura de ingresos, lo que obliga a muchos de sus hombres a trabajar de braceros en los campos menonitas o en los E.E.U.U. de Norteamérica.

Así pues, resulta obvio señalar la importancia en el aspecto económico-social del establecimiento de esta industria de la Celulosa.

A continuación, veremos algo acerca de lo que es la celulosa, de sus aplicaciones y de su obtención.

CELULOSA.- Se encuentra en gran abundancia en el reino vegetal como sustancia de sostén formando la parte principal de la membrana celular. Su fórmula condensada es $(C_5H_{10}O_5)_n$. La celulosa pura es una masa blanca amorfa, de densidad 1.4; insoluble en los disolventes ordinarios, soluble en una solución amoniacal de óxido de cobre. Se presente relativamente pura en el algodón y en la médula de Saúco. En la madera y en la corteza de los árboles, se presenta asociada principalmente a Pentosanas.

Entre las principales aplicaciones de la Celulosa, tenemos la fabricación del papel; con el ácido nítrico en presencia de ácido sulfúrico se obtienen las nitrocelulo-

sas de composición variable, entre ellas la nitrocelulosa o algodón pólvora que es una mezcla de dinitrato y trinitrato de celulosa, que se emplea en la fabricación de pólvora y de explosivos. La solución de nitrato de celulosa en una mezcla de alcohol y éter recibe el nombre de colodión; el mismo nitrato plastificado con alcanfor, constituye el celuloide. Con el ácido acético, se obtienen acetatos de celulosa, siendo el más importante el triacetato de celulosa que se emplea en la fabricación de ciertas variedades de seda artificial; para la preparación de barnices impermeables; plastificado con alcanfor se emplea para la fabricación de películas cinematográficas llamadas ininflamables.

La celulosa con sosa cáustica y sulfuro de carbono nos da un éter llamado xantato de sodio y celulosa o ditio carbonato de sodio celulosa; este éter se emplea para la variedad de seda artificial llamada seda viscosa al xantato y también en la fabricación de celofán.

Finalmente, en la actualidad se preparan por la industria dos éteres de la celulosa; la metil-celulosa y la etil-celulosa, que tienen grandes aplicaciones en la fabricación de barnices, lacas, resinas sintéticas, tintas de imprenta, aislantes eléctricos, etc.

Descripción del proceso que se sigue para la elaboración de la celulosa.- Este proceso consiste en eliminarle a la madera lignina, resinas y azúcares, esto es sintetizando:

Madera + licor blanco + agua + calor = celulosa + licor negro.

Ahora bien, la obtención en escala industrial de la celulosa, es un poco más complicada de lo que a la simple vista parece, pues hay que separarla del licor negro, que no es otra cosa que el licor blanco más lignina, resinas, y azúcares.

El licor blanco es una solución en agua, por litro, de 70 a 84 grs. de hidróxido de sodio (N OH) y de 30 a 36

grs. de sulfuro de sodio (Na_2S).

La separación de la celulosa y del licor negro, se obtiene por medio de lavados a presión y temperatura de terminadas por la experiencia; entonces se hace una primera selección.

A continuación se le da un tratamiento de blanqueo, para pasar a una segunda selección, donde se obtiene un producto de mejor calidad. Después de esta segunda selección, se pasa a la fase final de el proceso, que consiste en la laminación, prensado y secado de las fibras obtenidas. En algunos casos, por ejemplo cuando se emplea la celulosa en la fabricación de papel, cartón, etc., se pasa la fibra obtenida en la primera selección directamente a la fase final.

Para hacer más accesible el procedimiento para obtener la celulosa a partir de la madera, podemos valernos del esquema anexo.

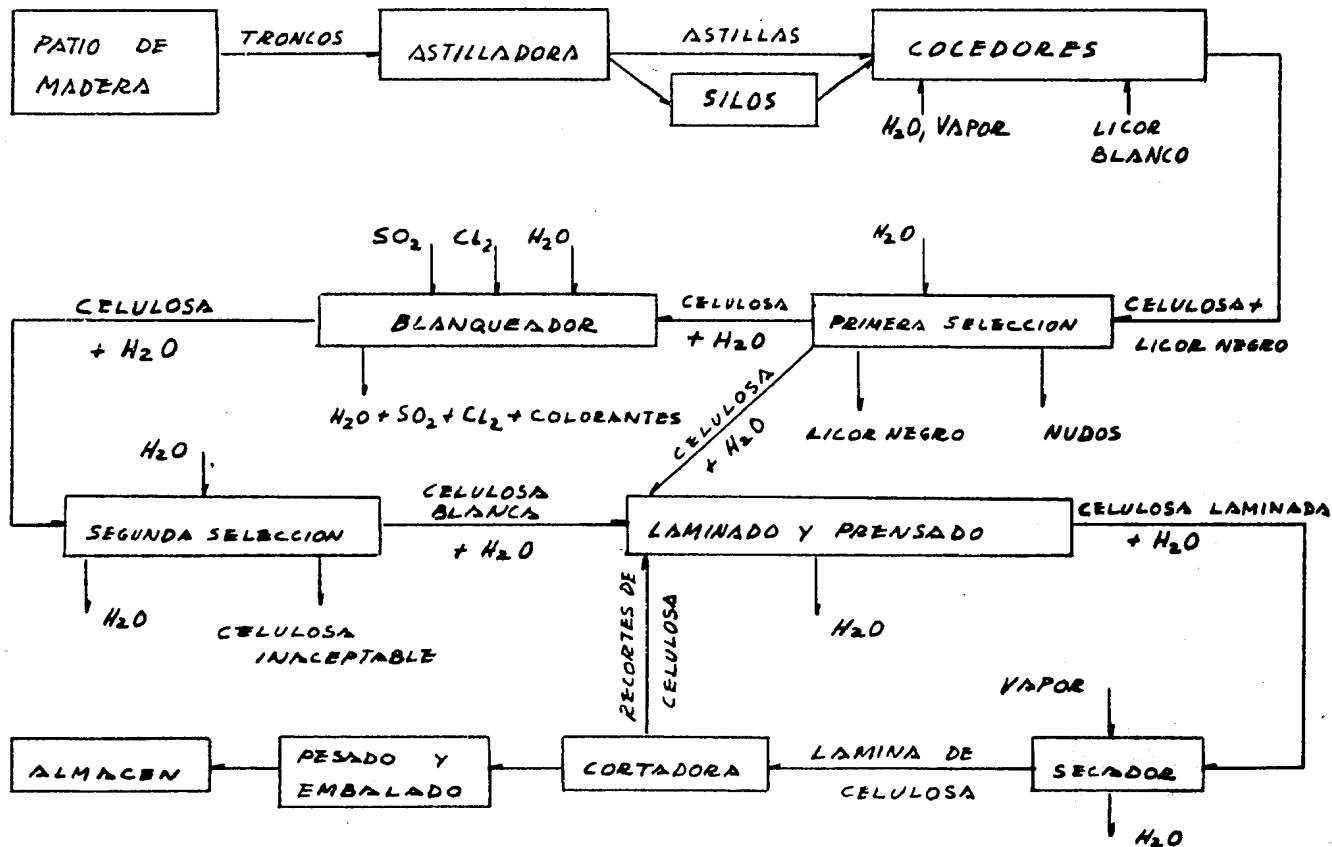
Esquema en el que notamos que a excepción del descortezado y del astillado, el agua interviene invariablemente en todas las fases de la elaboración de la celulosa.

Ahora bien, la fábrica para la cual se hizo este proyecto de abastecimiento de agua, tiene una producción diaria de 100 ton. de celulosa, y el caudal de agua que necesita es de 705 lts./seg.

A partir de este dato; daremos comienzo a la solución de este problema de abastecimiento de agua.

Para irnos iniciando en el tema de esta tesis, primeramente vamos a recordar algunos conceptos relativos a un abastecimiento de aguas, tomados de las clases de Ingeniería Sanitaria del Ing. Anastasio Guzmán.

Esencialmente, podemos decir que la solución de este problema consiste en proporcionar agua con las características siguientes: cantidad suficiente, calidad adecuada.



da y presión necesaria. Hablemos un poco acerca de ellas, usando las definiciones que da la Ingeniería Sanitaria.

Cantidad suficiente.- Es la requerida en todo abastecimiento de agua, para satisfacer las necesidades fisiológicas, de higiene y de confort de una población, esto es el consumo doméstico, además de satisfacer las demandas para el uso industrial y público, así como las pérdidas y desperdicios, que inevitablemente, se presentan en todo sistema de abastecimiento.

La unidad para medir la cantidad de agua para una población, se llama dotación específica, y está dada en lts/hab.x día. En ella están comprendidas las cantidades para satisfacer las necesidades domésticas, industriales y públicas, además las pérdidas y desperdicios.

Al abastecer una población, es muy importante saber con qué cantidad de agua se cuenta, para fijar la dotación.

Ahora bien, en el caso que nos ocupa, la cantidad de agua es determinada por las demandas de la fábrica, y como es una industria que necesita una cantidad considerable de agua, se buscó, para establecerla, la región donde pudiera satisfacer esa demanda.

Como se trata únicamente de agua para uso industrial, no expresaremos la cantidad de agua en función de la dotación específica, sino únicamente en lts/seg.

Calidad adecuada.- Este requisito se satisface proporcionando agua potable, es decir agua que se pueda tomar sin hacer ningún daño al organismo, teniendo además sabor agradable. Esta agua, por lo general, satisface cualquiera de los consumos, mientras que un agua no potable, solo los podrá satisfacer parcialmente.

Para que un agua pueda llamarse potable, tiene que satisfacer un análisis físico, químico y biológico.

Análisis Físico.- Consiste en determinar: turbiedad, coloración, olor, sabor, temperatura y estabilidad.

La turbiedad es producida por partículas en suspensión, y coloides. Se mide en P.P.M. y en agua potable, no debe ser mayor de 5 P.P.M.

El color del agua es producido por cuerpos en estado coloidal o en solución. La medida del color se hace -- por comparación con patrones, un agua potable debe ser incolorada.

El olor proviene de gases producidos por microorganismos, o por las reacciones de materias orgánica o mineral. El agua potable, debe ser inodora.

El sabor del agua potable es "sui generis", y es -- debido a una determinada proporción de sales, principalmente carbonatos y fosfatos, oxígeno y bióxido de carbono. Se establece que el sabor debe ser agradable.

La temperatura debe estar comprendida entre 7° y -- 18°C, ya que más frías causan trastornos digestivos, y -- más calientes producen repugnancia. Las aguas potables -- deben ser frescas.

La estabilidad de las aguas potables, es la propiedad que consiste en conservar inalteradas sus características durante un tiempo.

Análisis Químico.- Consiste en la determinación de la dureza, salinidad, alcalinidad, acidez, y corrosividad de las aguas.

La dureza, es producida por un contenido excesivo de sales minerales en el agua, principalmente carbonatos y sulfatos de calcio y magnesio. La dureza se mide en -- P.P.M. o en grados hidrométricos; en un agua potable, no debe ser mayor de 200 P.P.M. o 30 grados hidrométricos. -- Los mayores inconvenientes de la dureza son la dificultad en el lavado, la formación de incrustaciones y la dificultad en la cocción de verduras.

La dureza se disminuye tratando las aguas con algunos compuestos químicos como la cal apagada, las permu-

titas, etc.- También en algunos casos es posible eliminar la dureza a las aguas calentándolas.

La salinidad es producida principalmente por el -- Na Cl (sal común) y por los cloruros de calcio y de potasio. Tiene el inconveniente de producir trastornos orgánicos y dar mal sabor al agua.

La alcalinidad, conocida también como basicidad, - indica la presencia de iones OH, contenidos en hidratos, carbonatos y bicarbonatos. Se mide por el ph o en parte - por millón; el ph del agua potable debe estar comprendido entre 7 y 8.

La basicidad es más bien un indicador de ciertas - sales principalmente de Na y K.

La acidez es debida a la presencia de iones H procedentes de ácidos, sales de reacción ácida, y bióxido de carbono. El principal inconveniente es el daño que ocasiona en las tuberías. Se mide por el ph o en P.P.M.

La corrosividad es causada por los ácidos, así como por el oxígeno disuelto en el agua, se manifiesta principalmente en las tuberías.

El análisis bacteriológico sirve para determinar - si el agua está contaminada o no, esto es, si contiene -- gérmenes productores de enfermedades hídricas, como son - la tifoidea, el cólera, etc., no se buscan los bacilos -- productores de la enfermedad, si el llamado escherichia - coli, característicos de las deyecciones humanas; si el número de estos es mayor de 50 en 1000c.c., el agua se considera contaminada y por consecuencia inaprovechable para un abastecimiento.

Presión Necesaria.- Es la cualidad que le da manejabilidad al agua, y por decirlo así, es el vehículo de - transmisión, que por medio de la red de distribución e -- instalaciones domiciliarias pone al alcance del consumi- - dor el líquido, facilitando su uso.

Cuando se hace un proyecto de abastecimiento, debe determinarse la máxima presión que se le va a dar al agua, pues una presión excesiva causa trastornos en la red de distribución, principalmente al aumentar las fugas; una baja presión, no sería suficiente para elevar el agua a los sitios elevados. La altura predominante de las construcciones es la guía para determinar la presión que se debe dar al agua.

"Enumeración de las Obras que Forman un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable".

El primer paso que se da para un abastecimiento de agua, es la localización de la fuente de abastecimiento, ya sea en la forma de manantial, río, arroyo, lago, corriente subterránea, agua pluvial, etc. etc.

Una vez localizada dicha fuente se procede a construir la primera de las obras del sistema de abastecimiento de agua; esta es la de captación, cuya finalidad, como su nombre lo indica es la de captar el agua de la fuente de abastecimiento.

Habiéndose captado el agua, habrá que conducirla al lugar en que va a ser usada, entonces es necesaria una segunda obra, la de conducción.

Es también necesario, contar con alguna reserva de agua, para que en caso de falla o reparación del sistema, no se interrumpa el abastecimiento, entonces, se construye una tercera obra, la de almacenamiento.

Dado que el agua no se consume con el mismo ritmo con que se capta, es también necesario una obra de regularización. En muchas ocasiones, la obra de almacenamiento, funciona también como de regularización.

A fin de que el agua llegue a cada uno de los sitios en que va a ser usada, es necesaria una última obra, la de distribución.

Existen otras dos obras, bombeo y potabilización, -

que pueden considerarse complementarias, ya que siempre -
procuran evitarse, dado que además de costo inicial, re--
quieren gastos de operación y conservación; costo y gas--
tos que vienen a elevar el costo unitario del agua.

C A P T A C I O N .

Debido a la ausencia de ríos, manantiales, lagos o cualquier otro volumen de agua superficial que satisficiera las demandas de la industria que tratamos de abastecer, se optó por abastecerla de la única manera viable, es decir, aprovechando algún manto de agua subterráneo; los estudios geológicos llevados a cabo, determinaron que la zona acuífera más favorable se encontraba en el valle de Cuauhtémoc, y finalmente, dichos estudios después de algunos sondeos, situaron la zona de captación en el lado sureste del antiguo lecho de la laguna de Bustillos, en Col. Anáhuac, Mpio. de Cuauhtémoc.

En general, los estudios geológicos para la determinación de un manto acuífero, consisten en primer término en el estudio superficial de la zona elegida, no solamente en su aspecto topográfico que desde luego puede servir de indicio, sino también en el aspecto geológico propiamente dicho, es decir se procede a estudiar las características de los materiales que componen las capas superficiales, -- que son muy importantes para normar el criterio del geólogo.

Todas las características exteriores del valle de Cuauhtémoc, indicaban la posibilidad de encontrar mantos de agua subterránea; entonces, se efectuaron sondeos para determinar la columna geológica y a continuación, por medio del método sísmico, se levantó el perfil geofísico del subsuelo de la zona.

El método sísmico consiste esencialmente en regis--

trar las ondas sísmicas producidas por una explosión de dinamita, en un aparato llamado sismómetro. (Fig. 1).

Este método está basado en la refracción y en la reflexión de las ondas sísmicas al atravesar los diversos mantos o formaciones del subsuelo.

Por medio de los sismómetros se determina la velocidad de las ondas sísmicas a través de los diferentes materiales que forman el subsuelo, el geólogo al interpretar estos informes, puede determinar la naturaleza, espesor y distribución aproximados de los materiales que componen el subsuelo.

Son dos los tipos de ondas principales, las longitudinales y las transversales, estas últimas más lentas que las primeras; unas y otras al cruzar los diferentes estratos son refractadas al pasar de uno a otro, siendo esta propiedad la que sirve de fundamento a los métodos sísmicos de exploración.

El sismómetro consiste esquemáticamente en un amplificador de las oscilaciones, cuyas señales se transmiten eléctricamente y son registradas en una película fotográfica móvil. La señal que produce la detonación, también pone en marcha un mecanismo que se mueve a gran velocidad y con movimiento uniforme, que sirve para mover la película fotográfica con rayas transversales equidistantes que permiten hacer lecturas hasta de 3 diezmilésimos de seg., dependiendo claro está, de la distancia entre dichas rayas y de la velocidad con que se mueve la película.

Las oscilaciones que recibe cada sismómetro son transformadas en oscilaciones de una laminilla metálica con un pequeño orificio en un extremo que permite el paso de un rayo de luz que impresiona la película sensible, que dando registradas dichas oscilaciones como líneas sinusoidales.

Determinada la velocidad de propagación de la onda sísmica, es posible conocer la profundidad a la que se encuentra el estrato reflector, por medio de este sistema, se levantan los perfiles geofísicos, y se puede determinar

la topografía subterránea del estrato reflector; una vez determinada esta, y apoyados en los muestreos de la misma, los geólogos afirmaron la bondad de la zona para extracción del agua.

El registro eléctrico es uno de los últimos métodos de exploración geofísica, que determina fundamentalmente dos gráficas correspondientes a los parámetros medidos. - La curva de resistividad aparente y la de potencial natu
ral.

La mayoría de las rocas son malos conductores de la electricidad; sin embargo, las rocas sedimentarias contienen fluidos entre sus espacios porosos, lo que determina una mayor o menor conductibilidad eléctrica, que va en razón directa de la cantidad de electrólitos disueltos en el agua.

La comparación de las propiedades eléctricas de los estratos rocosos expuestos en la pared de un pozo, se efectúa mediante un sistema de electrodos que se bajan dentro del pozo, valiéndose de un cable multiconductor que llega a la superficie, y que sirve de medio para establecer un flujo de electricidad entre los estratos, mientras que las conductividades relativas se determinan midiendo los valores de sus resistividades aparentes; este cable está formado por varios conductores debidamente aislados, pudiendo ser uno, tres cuatro y seis.

Podemos ver en el esquema No. 2, donde el pozo está lleno de fluido de circulación (lodo) y además sin tubería de ademe en el tramo en que se van a efectuar las medidas.

La corriente es mandada entre el electrodo (M) dentro del pozo y el (N) localizado en la presa de lodos o en cualquier charco cercano a través del terreno; tenemos además en el circuito de corriente la fuente de energía (G), que usualmente son baterías de corriente directa, un amperímetro (A) y un reóstato para controlar la corriente. De esta manera queda establecido un campo eléctrico con el electrodo (M) como centro, el cual en un material homogéneo debería desarrollar esferas equipotenciales de radio

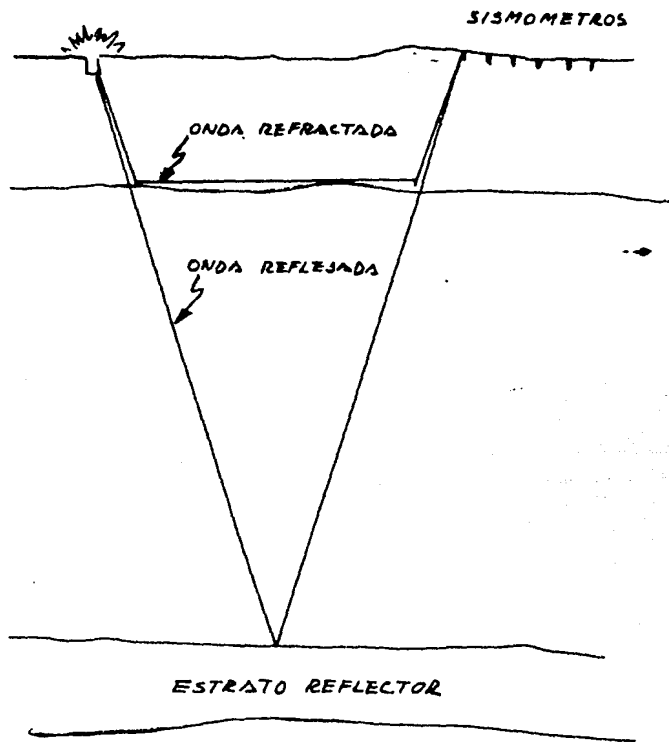


fig. 1

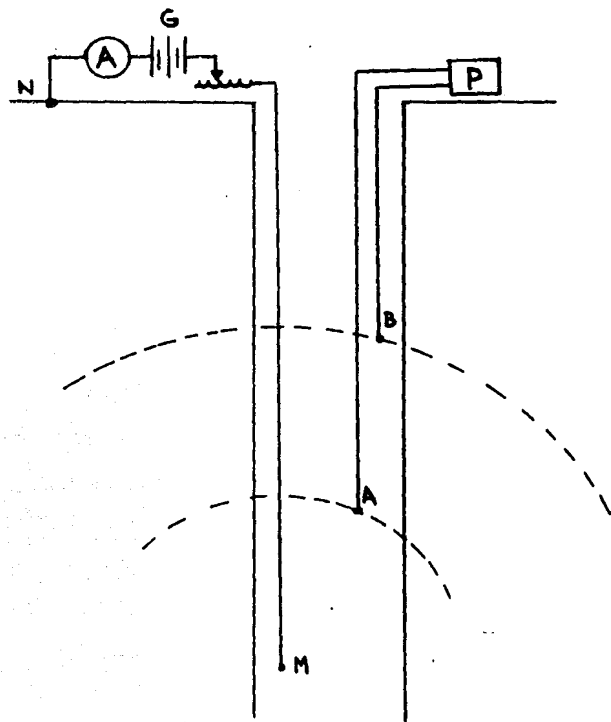


fig. 2

$r_1 = MA$ y $r_2 = MB$, distancias mayores en 10 a 20 veces el diámetro del pozo. Los conductores que llevan los electrodos A y B, se conectan a través de un potenciómetro (P), que permite medir la diferencia de potencial entre A y B, y como consecuencia la resistividad de las rocas que rodean al dispositivo.

Medida del potencial natural. Los valores que representa una curva de potencial natural en un punto dado, son el resultado de dos fuerzas de diferente origen; una causada por acción electroquímica o electroosmótica y la otra por electrofiltración.

Electroósmosis.- Esta fuerza electromotriz, se genera cuando 2 electrólitos se ponen en contacto; en la figura 3 se tiene una celda voltáica donde la medida de la diferencia de potencial entre 2 electrodos p y p' se hace -- con un voltímetro. En la figura 4 la cadena electroquímica está formada por arena, lutita y lodo, midiendo la diferencia de potencial entre p y p' de la misma manera.

En la práctica, el potencial espontáneo, se mide -- por medio de 2 electrodos y un potenciómetro. Un electrodo M se introduce en el pozo con un cable conductor aislado, el otro N, se conecta a tierra en la superficie y cuyo potencial se supone constante y arbitrariamente igual con cero, de modo que para cada posición de M el potenciómetro P, registra la diferencia de potencia entre ese punto y tierra.

Electrofiltración.- Al mismo tiempo que se tiene -- un potencial por electroósmosis en un punto dado de un pozo, es generado otro potencial por electrofiltración. En otras palabras, cuando un electrólito pasa a través de -- una pared dieléctrica permeable, una diferencia de potencial aparece en los lados de la pared. (Fig. 5).

Tratándose de un pozo, parte del agua del lodo de perforación puede filtrarse a través de los diferentes estratos porosos expuestos; de esta manera, la amplitud de los valores de una gráfica de potencial natural puede variar cambiando el nivel del lodo en el pozo.

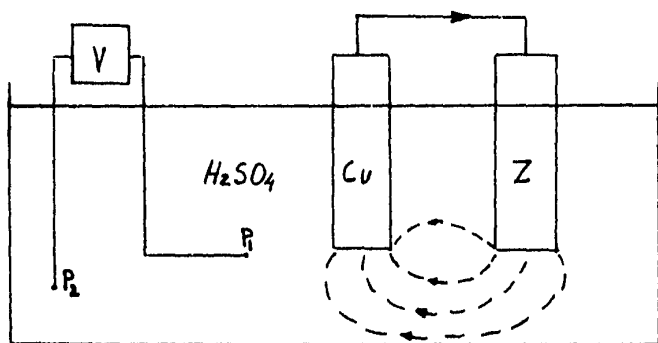


fig. 3

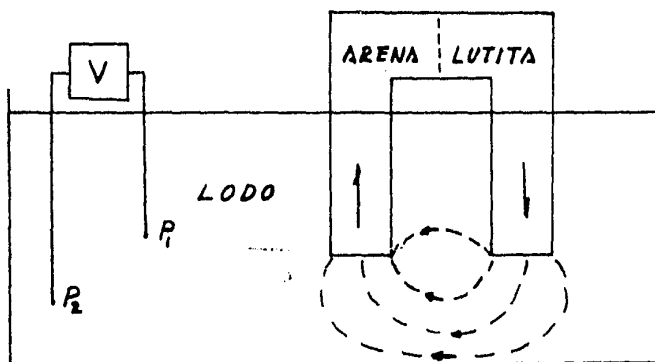


fig. 4

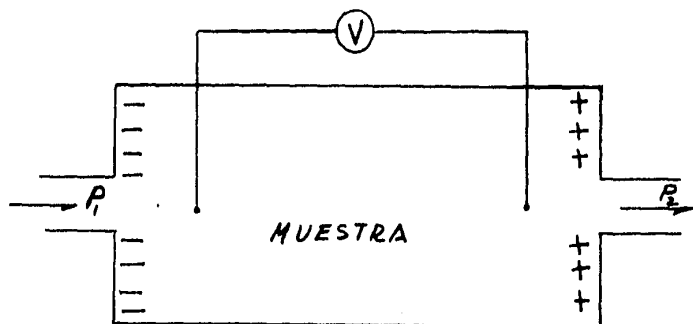


fig. 5

Por otra parte, las fuerzas electromotrices así generadas son directamente proporcionales a la resistividad y a la presión que le hace fluir, e inversamente a su viscosidad.

La dirección de la corriente originada por electrofiltración es la misma que la de la propia filtración.

Curva total de potencial natural.- De lo anterior deducimos que en la práctica dicha curva es el resultado de la suma algebraica de los potenciales por electroósmosis y por electrofiltración. Por esta razón, algunos registros de potencial natural no muestran variaciones amplias frente a estratos porosos, esto sucede cuando se perfora con lodo hecho con agua dulce y en los que la salinidad es igual a la del agua de formación y donde además la presión de ésta es igual a la de la columna del lodo. En campos de formaciones arenosas, esto sucede con frecuencia.

Las resistividades varían entre límites muy amplios. A continuación tenemos algunos valores para rocas y fluidos que generalmente ocupan sus intersticios:

arcilla	.2, .5, 15 Ohms/m ² /m	
arenas	1, 4, 9	"
caliza seca	700	"
" húmeda	400	"
granito	10 ⁷ , 10 ⁹	"
sal de roca.	10 ⁴ , 10 ⁵	"
arena acuífera (agua dulce)	20-200	"
lignitas	2-4	"
lutitas	2-8	"

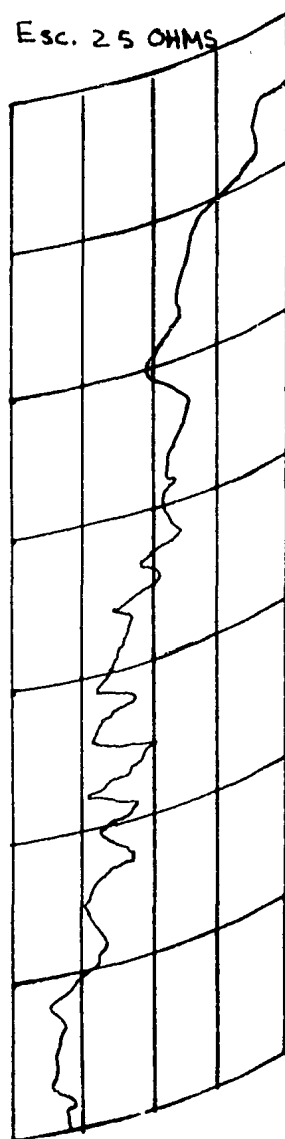
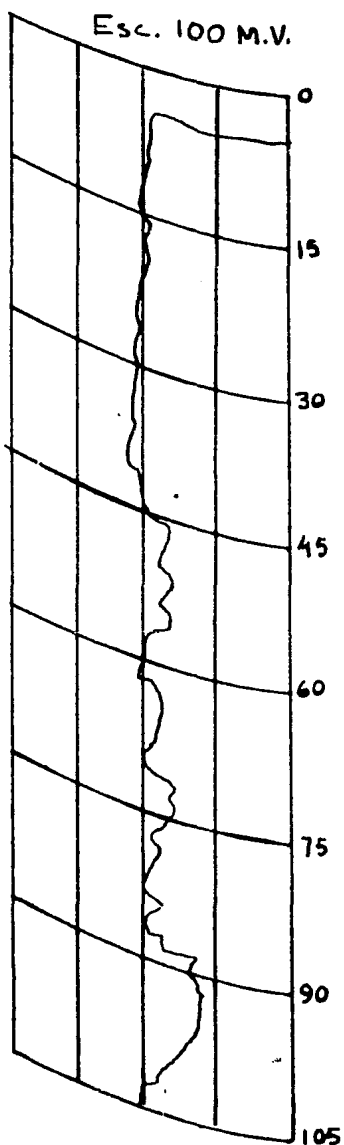
agua de deslave de montaña	200	Ohms/m ² /m
agua ordinaria de extracción	20	"
agua común de perforación	2	"
agua de mar	0.2	"
solución saturada de NaCl	0.02	"

Considerando simultánea la medida del potencial natural y de la resistividad, los valores relativos de estos parámetros se pueden agrupar como se ve en la figura

Basados en los estudios sísmicos, y en los registros eléctricos, los geólogos, conociendo los horizontes geológicos en todos sus aspectos, composición, extensión, espesor, determinaron que la capacidad de explotación del manto estaba de acuerdo con las necesidades de la fábrica por un período no menor de treinta años.

El procedimiento de perforación que se eligió, como más conveniente por tratarse de pozos profundos, fué el método rotatorio, que esencialmente consiste en acompañar el descenso de un tubo especial de un movimiento de rotación. El equipo consiste en una torre colocada sobre una plataforma en el centro de la cual se localiza la perforación, los malacates que sirven para subir y bajar la tubería de perforación, y un motor de vapor, Diesel o gasolina que suministra la energía o la fuerza para llevar a cabo la perforación.

Una vez montado el equipo de perforación en el sitio escogido para perforar, lo primero que se hace es la preparación de un lodo a base de bentonita, que es usado para desalojar el corte, y que forma una especie de enjambre que evita los derrumbes; la preparación de este lodo se hace en "presas" de unos 25 a 30 M³ cada una, conectados entre sí, uno de los cuales alimenta una bomba recíproca de alta compresión, que inyecta el lodo a una pieza que sostiene toda la tubería de perforación, llamada swivel o destorcedor, cuya función es permitir que gire la tubería



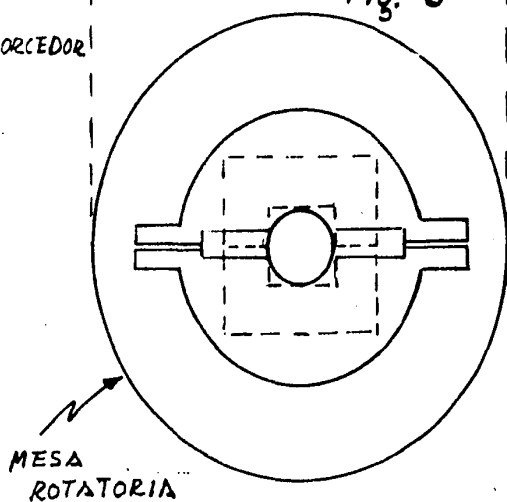
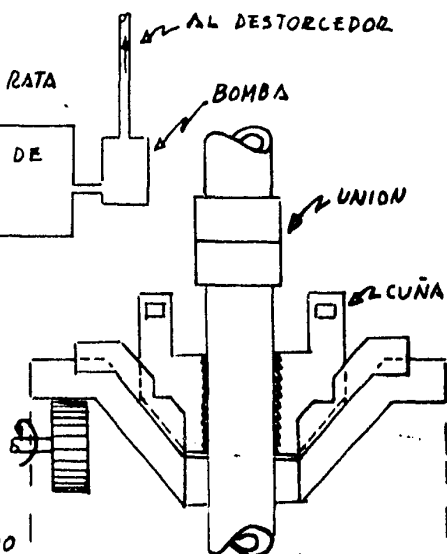
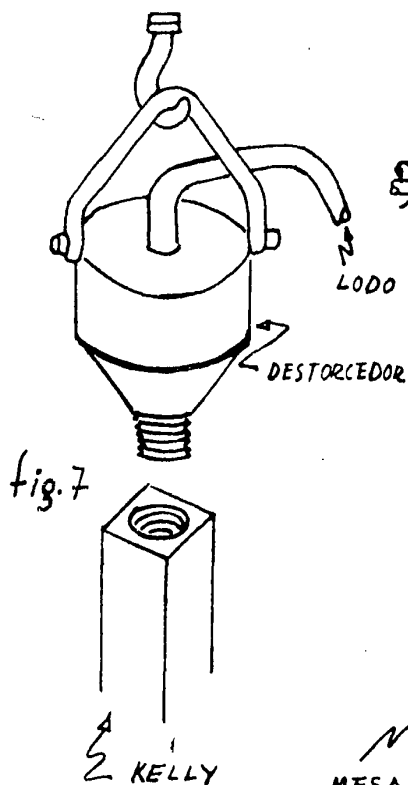
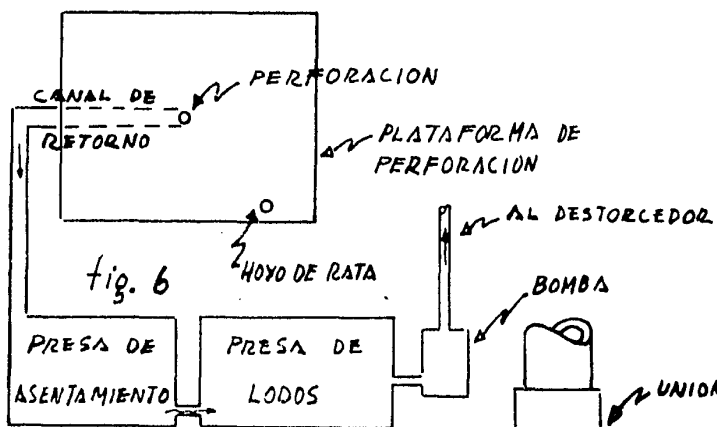
EJEMPLO DE
UN
REGISTRO ELECTRICO

de perforación, sin que se tuerza el cable que la sostiene. (Fig. 6 y 7).

La perforación se inicia conectando la barrena al "Kelly", mismo que permanece durante todo el proceso conectado al "swivel", el kelly es también un tubo, sólo que su sección transversal es rectangular, para poder ajustar en la mesa rotatoria y transmitir la rotación a la barrena; de 12" $1/4$ que es el diámetro inicial, la longitud del kelly es igual a la de un tramo de tubería de perforación (T.P.) o drill pipe, una vez perforado el primer tramo, se saca el kelly junto con la barrena y se coloca entre esta y el kelly un Drill Kollar, que es un tubo bastante pesado y que se coloca con el fin de que la tubería no se flambee pueden conectarse hasta 10 o 12 Drill Kollars, dependiendo de la profundidad, pero en el caso que nos ocupa, únicamente se uso un Drill Kollar a continuación de o de los drill collar; se conectan los T.P., para cada conexión, se repite el proceso de izar la T.P. toda la longitud de un tramo, acuar la tubería como se ve el esquema No. 8, desconectar el kelly, descansarlo en el hoyo de rata, que es una perforación auxiliar exclusiva para recibir el kelly, y bajar la T.P. para continuar con la perforación. Una vez concluida la perforación de 12" $1/4$ que es el diámetro inicial, se saca toda la T.P. y se cambia la barrena por la de 16", concluida la rima a 16", se cambia la barrena de 16", y se coloca la de 20", concluida la perforación de 20", se hace ampliación de 24" hasta la profundidad que va a alcanzar el ademe de 20".

El ademe consiste en una tubería delgada, que junto con la excavación, sirve de forma a un concreto, que se hace inyectando una mezcla de agua y cemento, y echando por la holgura que hay entre la tubería de 20" y la excavación grava y arena, que con la lechada de cemento, forman el concreto; se vuelve a inyectar la lechada, y se vuelve a echar grava y arena, se repite el proceso hasta llegar a la superficie del terreno.

Durante todo el proceso de perforación el pozo permanece lleno del lodo de perforación, cuya viscosidad es descontrolada según vayan variando las necesidades de la perforación, generalmente, se aumenta la viscosidad cuando



se tropieza con capas de grava, material que, como no es triturado por el taladro, se va al fondo, y la única forma de hacerlo ascender, es aumentado la viscosidad del lodo; también se aumenta dicha viscosidad, cuando se tropieza -- con capas de arena, a fin de que el lodo con la presión -- que ejerce debido a su peso, impida los derrumbes y pueda proseguirse perforando sin más contratiempo. Generalmente el aumento de viscosidad se logra agregando bentonita al lodo de perforación, aunque en algunos casos se agrega cemento para lograr dicho aumento. Normalmente la viscosidad es de 40", misma que siempre es confrontada por un viscosímetro que forma parte del equipo indispensable para perforar.

Los pozos son 16 en total, verticales en toda su longitud, y con diámetro suficiente para introducir las tuberías de ademe y de explotación. El aforo se hizo durante 72 horas continuas variando las revoluciones del motor cada ocho horas para establecer el régimen por cada número de revoluciones así como la determinación de los diferentes niveles del espejo dinámico del agua.

A continuación se determinó que la extracción más conveniente para cada pozo es la siguiente:

POZO No. 1	75 lts./seg.	1,168.8	g.p.m.
" " 2	85 "	1,324.6	"
" " 3	50 "	779.2	"
" " 4	80 "	1,267.8	"
" " 5	60 "	935.0	"
" " 6	50 "	779.2	"
" " 7	75 "	1,168.8	"
" " 8	60 "	935.0	"
" " 9	75 "	1,168.8	"

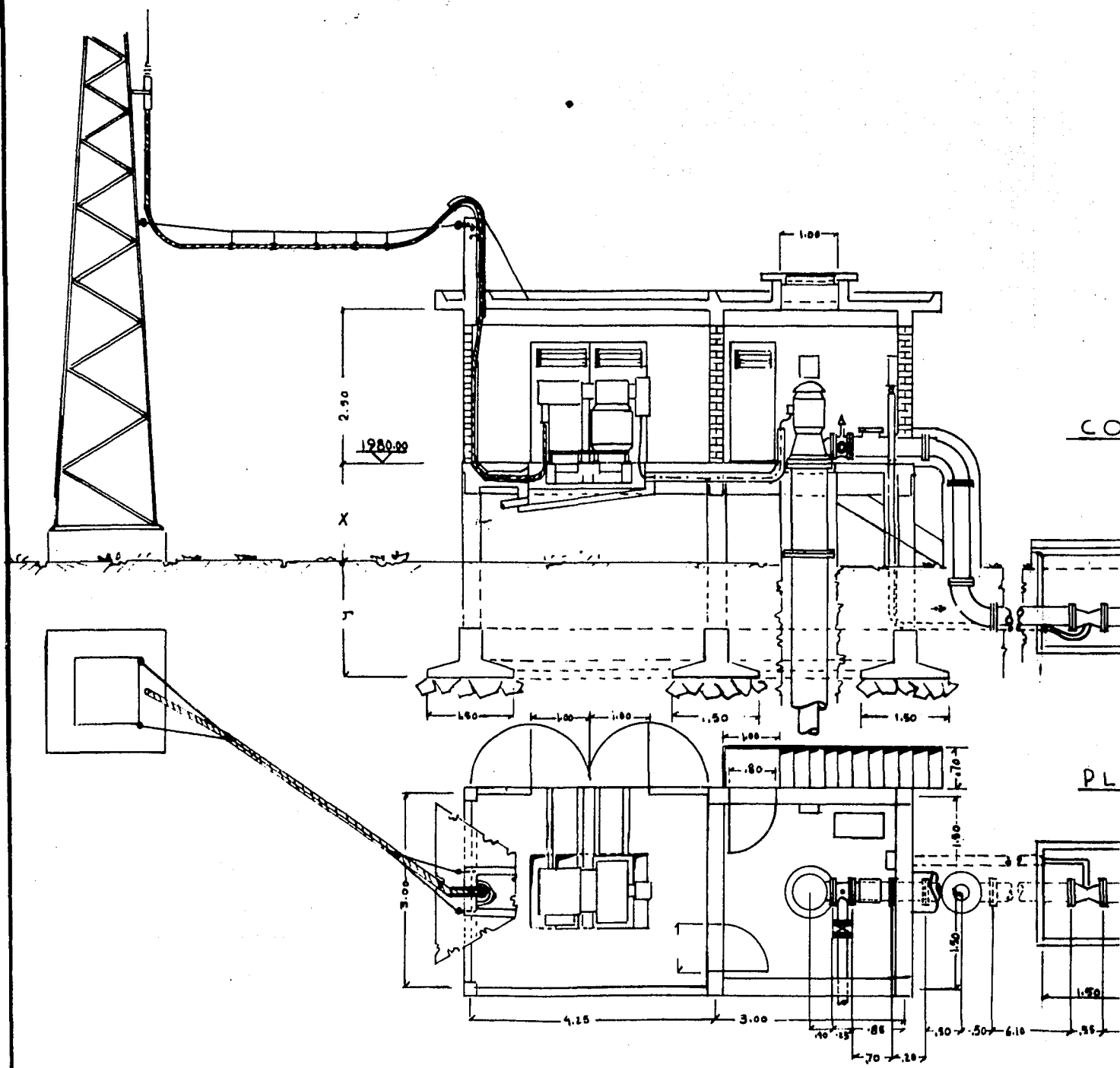
POZO No. 10	50 lts./seg.	779.2 g.p.m.
" " 11	50 "	779.2 "
" " 12	75 "	1,168.8 "
" " 13	50 "	779.2 "
" " 14	45 "	701.3 "
" " 15	55 "	857.1 "
" " 16	40 "	623.4 "

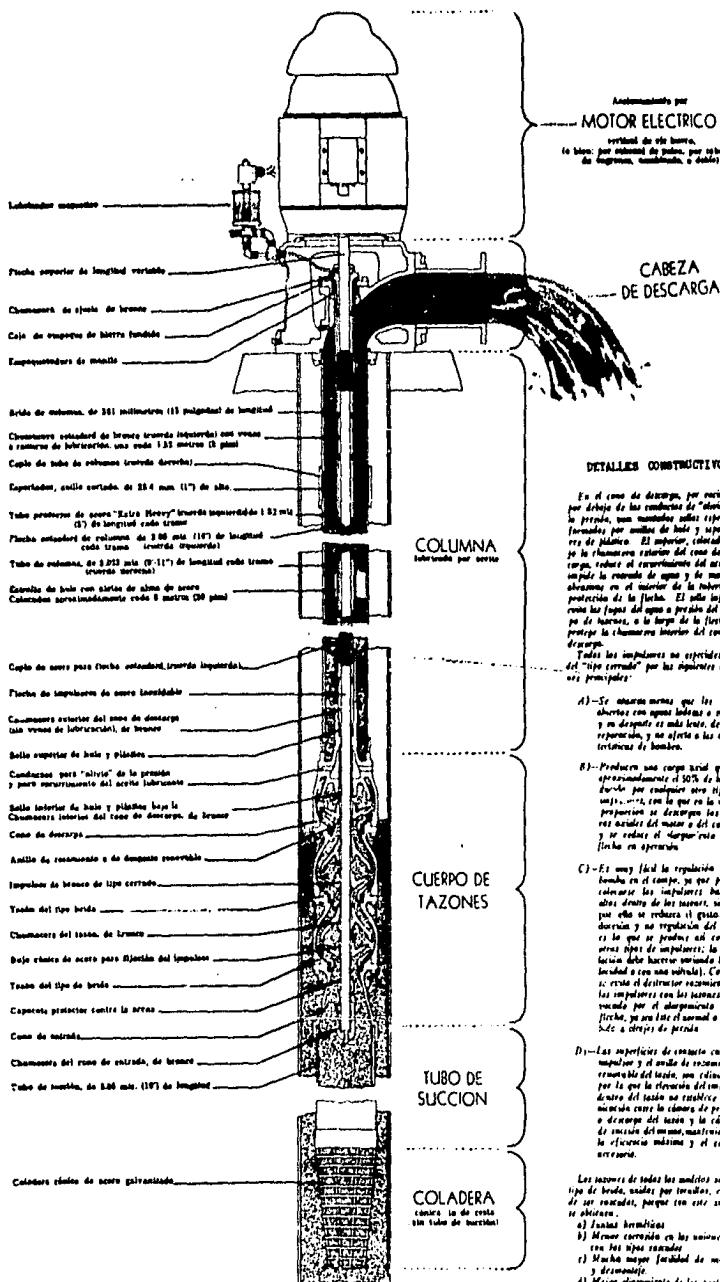
Todos los pozos tienen 406 mm. de diámetro (16") - y longitud comprendida entre 52 y 90 m.

La ranuración de la tubería está hecha con troquel son ranuras horizontales, de 2.5 cm. de largo con una abertura de 0.5 cm., separadas entre sí por 1 cm.- Forman anillos horizontales que distan entre sí 4 cm. los extremos de cada tubo están libres en un tramo igual 1.5 el diámetro del tubo, el espesor de esta tubería es de 6.35 mm. - (1/4"). El fondo quedará sellado con un tapón de cemento - a fin de evitar la entrada de materias extrañas.

Las casetas de bombas deben tener capacidad para - alojar el motor eléctrico y por lo tanto un transformador, que reduzca los 13800 volts. que traen las líneas que vienen de la central termo-eléctrica en la fábrica, a 440 que son los necesarios para estos motores, además está alojado en la misma caseta un pequeño compresor de aire que se utiliza para la determinación de los niveles del manto de -- agua.

La caseta es esencialmente una estructura de concreto sustentada sobre seis columnas, también de concreto. El objeto de estas últimas es darle al piso de la caseta - la cota 1980.00 que es 1 m. más alta que la máxima alcanza da por las aguas de la laguna en cuyo lecho se encuentran localizadas dichas casetas.





BOMBA PARA POZO PROFUNDO

DIAGRAMA

El equipo de bombeo que se usará en los pozos consiste en motobomba vertical eléctrica con las siguientes características.

El cabezal consiste en una base de la cual están suspendidas la tubería de descarga, la flecha y los tazones.

El cabezal debe ser para descarga superficial y motor eléctrico.

La columna de descarga será de tramos de 3.05 m. -- (10') de longitud y de diámetro de .305 m. (12") o menos -- según sea el caso.

La flecha es de acero o acero inoxidable, según sea lubricada por aceite o por agua.

Los tazones, uno o varios son de fierro fundido de grano cerrado, con cojinetes de bronce removibles.

La flecha de los impulsores es de acero inoxidable soportada por cojinetes de bronce abajo y arriba de cada impulsor. Los impulsores son del tipo cerrado y pueden ser de fierro fundido o de alguna aleación especial.

Los coladores son de los tipo standard, ya sean cónicos o de canasta, son de lámina galvanizada.

Los motores son eléctricos trifásicos, para corriente de 60 ciclos y 440 voltios y 1760 R.P.M. de velocidad.

CONDUCCION.- La conducción es la etapa del abastecimiento de agua en que se resuelve el problema de llevar el líquido de las fuentes de captación a los centros de consumo, la conducción se lleva a cabo por medio de un acueducto, que bien puede ser a cielo abierto o cerrado, por gravedad o por presión, siendo las necesidades particulares de cada caso, las que determinan la elección del tipo de acueducto.

En el caso particular que nos ocupa, la conducción es efectuada por medio de una tubería y a presión.

El trazo y localización de la tubería los podemos ver en el plano anexo, así como en las hojas que sirvieron de guía para la colocación de la tubería prefabricada Lock Joint usada entre la central de bombeo y el interior de la fábrica inclusive; la tubería de concreto armado "Locla", - también se colocó guiándose por una forma similar.

A fin de determinar el diámetro más económico de - las líneas de conducción, seguimos el siguiente proceso:

a) Obtención del costo de la tubería que aumenta - en proporción al diámetro -(Costo inicial y costo de funcionamiento anual, que en este caso llega al 8.3% del costo inicial).

b) Se varía el diámetro de la tubería y consecuentemente, la pérdida de carga por fricción, que afecta, -- desde luego, el No. de H.P. del motor de la bomba y el consumo de energía.

Empleamos tubo de fo.fo. de los pozos a las líneas troncales de la conducción que para este propósito resultan económicos.

El cálculo de pérdida de carga, lo hacemos valiéndonos del monograma de la fórmula de Manning, que se inserta a continuación:

El cálculo de el consumo de energía eléctrica para cada No. de H.P. necesarios en cada diámetro se hace con - la fórmula:

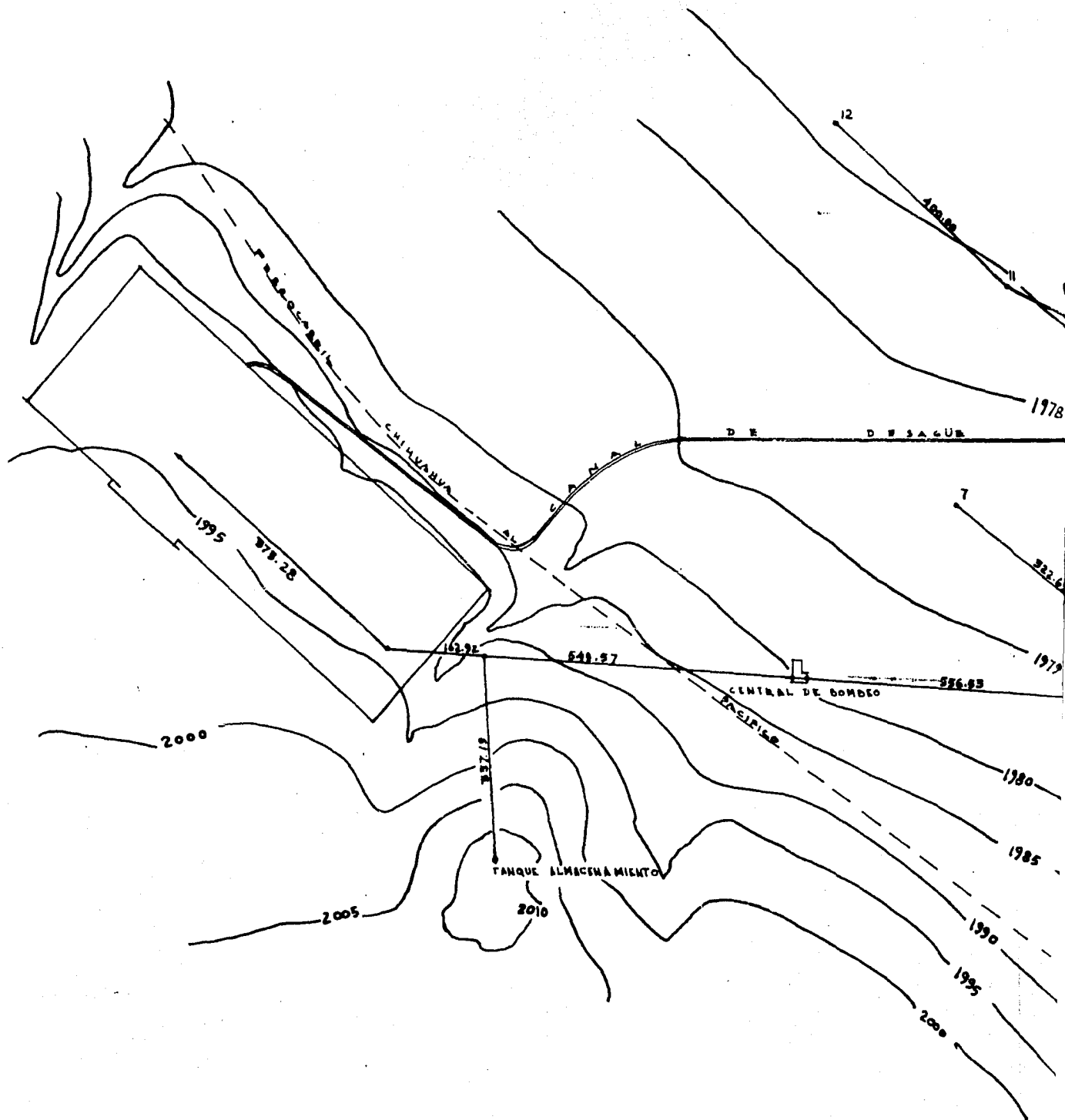
$$N.H.P. = \omega QH/75\eta \quad ;$$

$$xKW/h = N.H.P. \times .746$$

N.H.P. = potencia de la bomba en H.P.

ω = peso volumétrico del agua.

Q = gasto en lts./seg.



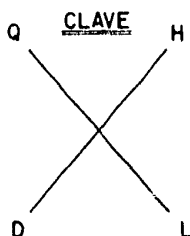
NOMOGRAMA DE LA FORMULA DE MANNING

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

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

$$H = 10.3 n^2 \frac{L Q^2}{D^{16/3}}$$

CONDICION: $n = 0.010$

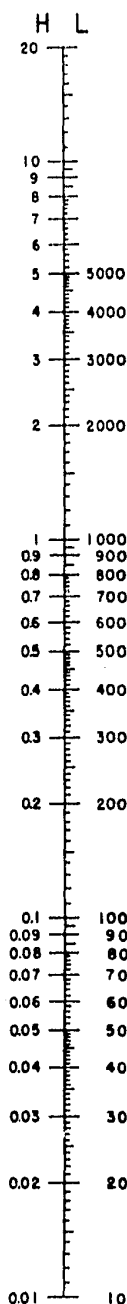
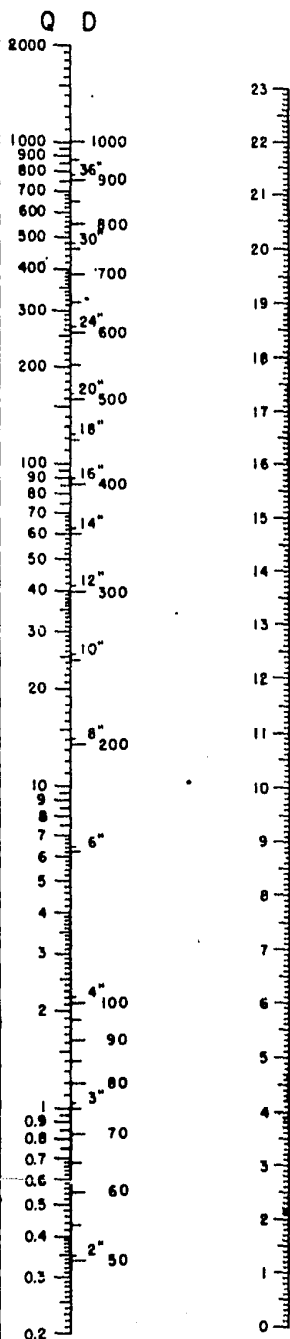


Q = Gasto en lts. /seg.

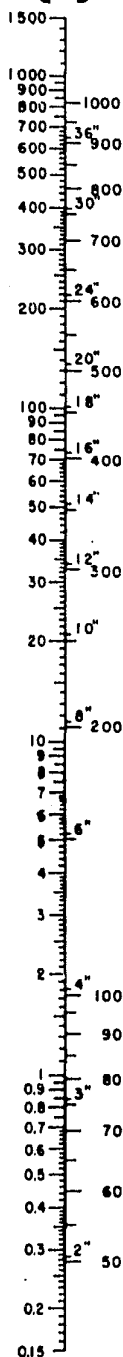
D = Diámetro en m.m.

H = Pérdida de carga en m.

L = Longitud en m.



Q D



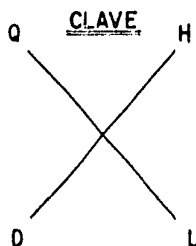
NOMOGRAMA DE LA FORMULA DE MANNING

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

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

$$H = 10.3 n^2 \frac{L Q^2}{D^{16/3}}$$

CONDICION: $n = 0.012$



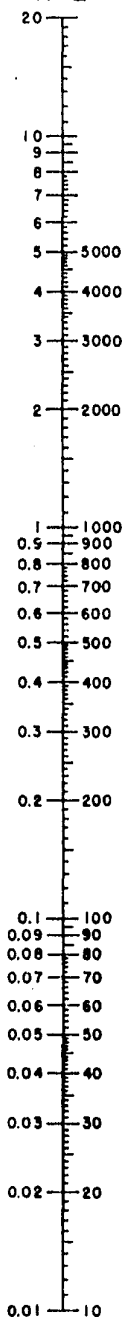
Q = Gasto en lts. /seg.

D = Diámetro en mm.

H = Pérdida de carga en m.

L = Longitud en m.

H L



H = pérdida de carga en m.

η = eficiencia de la bomba y motor eléctrico.

Como el rendimiento de los pozos así lo requiere, - el bombeo es continuo durante las 24 horas del día.

Suponiendo un precio de \$0.80 el KW/h se tiene:

Costo anual de energía = X KW/h x 24 hs x 365 días x \$0.80

Escogemos el diámetro de tubería que de el costo de operación menor. Teniendo también en cuenta los siguientes costos por M. y colocación de la tubería de fo.fo.:

Diámetro	Costo
10"	\$ 137.25
12"	\$ 171.10
14"	\$ 209.50
16"	\$ 242.20

POZO No. 1.

L 35 m.

Q 75 lts./seg.

Diam. en Mm.	hf. en m.	KW/h	\$ anual energía	\$ Tubo	\$ Func. anual	\$ Total ÷ año.
254	.61	.65	4550	4800	398	4948
305	.24	.256	1579	5990	496	2075
356	.10	.106	744	7350	610	1354
406	.06	.064	447	8480	703	1150

Se elige D = 406 mm. = 16"

POZO No. 2

L 205 m.

Q 85 lts./seg.

Diam. en Mm.	hf. en m.	KW/h	\$ anual energía	\$ Tubo	\$ Func. anual	\$ Total ÷ año.
254	4.50	5.42	38010	28100	2330	40340
305	1.80	2.17	15240	35050	2910	18150
356	.75	.91	6370	43000	3560	9930
406	.37	.45	3150	49600	4120	7270

Se elige D = 406 mm. = 16"

POZO No. 3

L 185 m.

Q 140 lts./seg.

Diam. en M.	hf. en M.	KW/h	\$ anual energía	\$ Tubo	\$ Func. anual	\$ Total ÷ año.
254	1.40	1.0	5990	25400	2110	8100
305	.52	.37	2585	31600	2620	5205
356	.22	.156	1090	38800	3220	4310
406	.12	.085	593	44900	3730	4323

Se elige D = 356 mm. = 14"

POZO No. 4 Crucero pozos 2 y 3

L 245.20

Q 140 lts./seg.

Diam. en M.	hf. en M.	KW/h	\$ anual energía	\$ Tubo	\$ Func. anual	\$ Total ÷ año
254	16.0	31.8	223000	33600	2970	225790
305	5.5	10.9	76400	41900	3470	79870
356	2.45	4.87	34100	51300	4260	38360
406	1.15	2.28	15960	59300	4920	20880

Se elige D = 406 mm. = 16"

POZO No. 5

L 312.50

Q 60 lts./seg.

Diam. en Mm.	hf. en M.	KW/h	\$ anual energía	\$ Tubo	\$ Func. anual	\$ Total ÷ año
254	3.20	2.73	19100	42800	3550	22650
305	1.25	1.06	7420	53400	4440	11860
356	.54	.46	3220	65500	5420	8640
406	.27	.23	1610	75800	6280	7890

Se elige D = 406 mm. = 16"

POZO No. 6 - Troncal.

L 50.76

Q 125 lts./seg.

Diam. en M.	hf. en M.	KW/h	\$ anual energia	\$ Tubo	\$ Func. anual	\$ Total ÷ año
254	2.35	4.17	29200	6960	578	29778
305	.90	1.6	11200	8680	719	11919
356	.39	.69	4835	10650	883	5718
406	.19	.34	2380	12300	1020	3400

Se elige D = 406 mm. = 16"

POZO No. 7

L 322.65 m.

Q 75 lts./seg.

Diam. en Mm.	hf. en M.	KW/h	\$ anual energia	\$ Tubo	\$ Func. anual	\$ Total ÷ año
254	5.60	5.97	41650	44200	3660	45310
305	2.15	2.29	20900	55100	4570	25470
356	.91	.97	6790	67800	5610	12400
406	.45	.48	3360	78200	6490	9850

Se elige D = 406 mm. = 16"

POZO No. 8

L 79.85

Q 60 lts./seg.

Diam. en Mm.	hf. en M.	KW/h	\$ anual energía	\$ Tubo	\$ Func. anual	\$ Total ÷ año
254	.87	.74	5180	10950	910	6090
305	.33	.28	1960	13700	1135	3095
356	.15	.128	897	16800	1395	2292
406	.07	.06	420	19400	1610	2030

Se elige D = 406 mm. = 16"

POZO No. 9 - Troncal

L 475.08

Q 125 lts./seg.

Diam en Mm.	hf. en M.	KW/h	\$ anual energía	\$ Tubo	\$ Func. anual	\$ Total ÷ año
254	24.0	42.6	229000	65200	5410	304410
305	9.0	16.0	111080	81300	6740	117820
356	3.9	6.92	48400	99900	8295	56695
406	1.9	3.37	23590	115400	9580	33170

Se elige D = 406 mm. = 16"

POZO No. 10

L 350

Q 50 lts./seg.

Diam. en Mm.	hf. en M.	KW/h	\$ anual energía	\$ Tubo	\$ Func. anual	\$ Total ÷ año
254	2.8	1.99	13950	48000	3980	17930
305	1.05	.75	5250	59900	4960	10210
356	.44	.312	2190	72400	6050	8240
406	.21	.15	1050	84900	7030	8080

Se elige D = 356 mm. = 14"

POZO No. 11 - Troncal.

L 310 m.

Q 125 lts./seg.

Diam. en Mm.	hf. en M.	KW/h	\$ anual energía	\$ Tubo	\$ Func. anual	\$ Total ÷ año
254	15.5	27.6	192500	42500	3530	196030
305	5.6	9.95	69600	53050	4400	74000
356	2.5	4.45	31050	65000	5390	36440
406	1.2	2.14	14990	75200	6230	21220

Se elige D = 406 mm. = 16"

POZO No. 12

L 400 m.

Q 75 lts./seg.

Diam.en Mm.	hf. en M.	KW/h	\$ anual energía	\$ Tubo	\$ Func. anual	\$ Total ÷ año
254	7.0	7.45	52100	54800	4540	56640
305	2.7	2.88	20200	68400	5780	25980
356	1.15	1.23	8620	83900	6980	15600
406	.56	.60	4200	97200	8060	12260

Se elige D = 406 mm. = 16"

POZO No. 13 Crucero Pozos 9 y 10

L 117.50

Q 190 lts./seg.

Diam. en Mm.	hf. en M.	KW/h	\$ anual energía	\$ Tubo	\$ Func. anual	\$ Total ÷ año
508	.19	.515	3605	32400	2690	6295
615	.075	.203	1421	38400	3190	5611
762	.02	.054	378	44200	3660	4038
914	.01	.027	189	49900	4140	4329

Se elige D = 762 mm. = 30"

POZO No. 14 - Troncal.

L 325.36 m.

Q 100 lts./seg.

Diam. en Mm.	hf. en M.	KW/h	\$ anual energía	\$ Tubo	\$ Func. anual	\$ Total ÷ año
254	9.7	13.8	96800	44500	3690	100490
305	3.7	5.25	36750	55700	4610	41360
356	1.6	2.27	15920	68100	5650	21570
406	.78	1.11	7700	78900	6540	14240

Se elige D = 406 mm. = 16"

POZO No. 15

L 297.95 mm.

Q 55 lts./seg.

Diam. en Mm.	hf. en m.	KW/h	\$ anual energía	\$ Tubo	\$ Func. anual	\$ Total ÷ año
254	3.0	2.54	16450	40700	3380	19830
305	1.1	.86	6200	50900	4220	10420
356	.45	.35	2460	62300	5180	7640
406	.24	.19	1315	72200	5990	7305

Se elige D = 356 mm. = 14"

POZO No. 16

L 353.78 m.

Q 40 lts./seg.

Diam. en Mm.	hf. en M.	KW/h	\$ anual energía	\$ Tubo	\$ Func. anual	\$ Total ÷ año
254	1.8	1.02	7140	48400	4020	11160
305	.65	.37	2590	60300	5010	7600
356	.29	.165	1160	74100	6140	7300
406	.14	.08	560	85800	7120	7680

Se elige D = 356 mm. = 14"

CRUCERO POZOS 9 y 11 Crucero Pozo No. 8

L 148.50 m.

Q 440 lts./seg.

Diam. en Mm.	hf. en M.	KW/h	\$ anual energía	\$ Tubo	\$ Func. anual	\$ Total ÷ año
508	1.33	8.30	58100	40100	3330	61430
615	.50	3.12	21840	48200	4000	25840
762	.15	.94	6580	59300	4930	11510
914	.06	.375	2625	63200	5240	7865

Se elige D = 914 mm. = 36"

CRUCERO POZO No. 8

Crucero Pozo No. 6.

L 273.31

Q 500 lts./seg.

Diam. en Mm.	hf. en M.	KW/h	\$ anual energía	\$ Tubo	\$ Func. anual	\$ Total ÷ año
508	3.20	22.70	158900	73700	6090	164990
615	1.22	8.70	60900	88800	7370	68270
762	.36	2.55	178.50	102500	8510	26360
914	.14	.995	6965	116500	9670	16635

Se elige D = 914 mm. = 36"

CRUCERO POZO No. 6 - Crucero No. I

L 117.10 m.

Q 625 lts./seg.

Diam. en Mm.	hf. en M.	KW/h	\$ anual energía	\$ Tubo	\$ Func. anual.	\$ Total ÷ año
508	2.05	18.2	127400	31600	2630	130030
615	.78	6.9	48300	38100	3160	51460
762	.24	2.14	14980	43900	3640	18620
914	.09	.80	5600	48900	4060	9660

Se elige D = 914 mm. = 36"

CRUCERO POZOS 2 y 3 - Crucero Pozo No. I

L 198.15 m.

Q 275 lts./seg.

Diam. en Mm.	hf. en M.	KW/h	\$ anual energía	\$ Tubo	\$ Func. anual	\$ Total ÷ año
508	.68	2.65	18550	54000	4380	22930
615	.27	1.06	7420	64300	5240	12660
762	.08	.312	2184	74200	6170	8354
914	.045	.178	1246	84200	6990	8236

Se elige D = 762 mm. = 30"

CRUCERO POZO No. I Crucero No. I

L 194.81 m.

Q 350 lts./seg.

Diam. en Mm.	hf. en M.	KW/h	\$ anual energía	\$ Tubo	\$ Func. anual	\$ Total ÷ año
508	1.10	5.90	41300	53800	4460	45760
615	.41	2.04	14280	63400	5270	19550
762	.13	.65	4550	73200	6080	10630
914	.05	.25	1750	82900	6880	8630

Se elige D = 914 mm. = 36"

CRUCERO I -CENTRAL BOMBEO

$$L = 539.68$$

$$Q = 885 \text{ lts./seg.}$$

Diam. en Mm.	hf. en M.	KW/h	\$ anual energía	\$ Tubo	\$ Func. anual	\$ Total ÷ año
762	1.85	22.5	159800	202000	16800	176600
914	.70	8.52	60300	229500	19100	79400
1095	.26	3.16	22450	269400	22400	44850
1218	.15	1.82	12950	296500	24600	37550

Se elige D = 1218 mm. = 48"

CENTRAL BOMBEO-FABRICA

$$L = 1086.20$$

$$Q = 885 \text{ lts./seg.}$$

Diam. en Mm.	hf. en M.	KW/h	\$ anual energía	\$ Tubo	\$ Func. anual	\$ Total ÷ año
762	2.90	35.7	249800	709000	58800	308600
914	1.10	13.5	94900	845000	70200	165100
1095	.42	5.2	36200	1039000	86300	122500
1218	.25	3.1	21600	1147000	94800	116400

Se elige D = 1218 mm. = 48"

LINEA AL TANQUE DE ALMACENAMIENTO

$$L = 333.38$$

$$Q = 350 \text{ lts./seg.}$$

Diam. en Mm.	hf. en M.	KW/h	\$ anual energía	\$ Tubo	\$ Func. anual	\$ Total año
610	.68	3.31	23200.00	166500	13800.00	37000.00
762	.20	.98	6830.00	268000.00	22300.00	33130.00
914	.07	.34	2390.00	316000.00	26200.00	28590.00

Se elige D = 762 mm. = 30"

Las líneas troncales del acueducto, se calcularon para el gasto horario máximo, para que en caso de que se presentara algún desperfecto en la línea que va al tanque o en el tanque mismo, la regularización se efectúe desde la central de bombeo, el ramal al tanque se calculó con la suma de los gastos de regularización y de incendio máximos.

Para las líneas de los pozos a las troncales del acueducto, se usarán tubos de fierro fundido unidos con junta Gibault. Las ventajas que ofrece este tipo de tubo son su gran duración, la ejecución del junteo con mano de obra mas barata que tratándose de tubería de acero; su alta resistencia a la corrosión, a los deterioros que pudieran presentarse durante su manejo, a las cargas de terraplenes, y al vacío que suele presentarse al vaciar las tuberías.

Para las líneas troncales del acueducto en la zona de captación, se usarán tubos de concreto reforzados "lock" de la casa Lock Joint que son los más adecuados para trabajar a una presión baja como es la que se requiere en la zona de captación, de sus ventajas, que son las mismas que las de toda la tubería de la marca Lock Joint, hablaremos más adelante.

48"PSB

DETALLE DE CONSTRUCCION
ACUEDUCTO DE TUBERIA PREFATIGADA
Celulosa de Chihuahua

Hoja 1 de 4

No. Pzas.	Clase	Descripción	Longitud Prom.	Corr.	Long. Hor.	Estación	Pendiente Ang.	Tg.	Des.	Elev. Plantilla
1	50 M.	Cruz 48" LJBx 36"FLx16FLs2"SPT RAMA de 48"LJB	1.04	-	1.04	1+086.20		0.0%	-	91.96
14		Tubos rectos	68.46	-	68.46	1+085.16		0.0%	-	91.96
1		Tubo Corto de 2.55 Long.Prom. con salida 4" Flange Standard ASA 125 PSI-O.I. Hacia la derecha a 60 cms. de la campana.	8=1.95	-	1.95	1+016.70		0.0%	-	91.96
			B=0.60	-	0.60	1+014.75	P.I.		-	91.96
5		Tubos Rectos	24.45	-	24.45	1+014.15		0.0%	-	91.96
1		Tubo Corto de 1.55 Long.Prom. con salida 6" Flange Standard ASA 125 PSI-O.I. hacia la izquierda a 60 cms. de la campana.	8=0.95	-	0.95	0+989.70		0.0%	-	91.96
			B=0.60	-	0.60	0+988.75	P.I.		-	91.96
3		Tubos Rectos.	14.67	-	14.67	0+988.15		0.0%	-	91.96
1		Tubo Corto de 2.33 Long.Prom. con salida 6" Flange Standard ASA 125 PSI- O.I. hacia la derecha a 60 cms. de la campana.	8=1.73	-	1.73	0+973.48		0.0%	-	91.96
			B=0.60	-	0.60	0+971.75	P.I.		-	91.96
19		Tubos Rectos.	92.91	-	92.91	0+971.15		0.0%	-	91.96
1		Tubo Corto de 1.35 Long.Prom. con 2 salidas 6" Flange Standard ASA 125 PSI-O.I. a 1.05 Mts. de la campana.	8=0.30	-	0.30	0+878.24		0.0%	-	91.96
			B=1.05		1.05	0+877.94				
22		Tubos Rectos.	107.58	-	107.58	0+976.89		0.0%	-	91.96
1		Tubo Corto de 1.11 Long.Prom. con salida 6" Flange Standard ASA 125 PSI-O.I. hacia la izquierda a 0.56 Mts. de la campana.	8=0.55	-	0.55	0+769.31		0.0%	-	91.96
			B=0.56	-	0.56	0+768.76				91.96
11		Tubos Rectos.	53.79	-	53.79	0+768.20		0.0%	-	91.96
1		Tubo Corto de 104 Long.Prom. con registro de 14" x 16" al centro con tapa barrenada de 2" para valvu la de aire.	1.04	-	1.04	0+714.41		0.0%	-	91.96
						0+713.37				91.96

No. Pzas.	Clase	Descripción	Longitud Prom.	Long. Corr.	Long. Hor.	Estación	Pendiente Ang.	Tg.	Des.	Elev. Plantilla
1	50 mts.	Codo LJSxLJB de 37°-30' hacia la izquierda	S=0.45	-	0.45	0+712.92		0.0%	-	
4		Tubos Rectos	B=0.54 19.56	-	0.54 19.56	0+712.33		0.0%	-	91.96
1		Bisel 3" (3°-12') Bajando 1/2" J.A. Arriba	S=0.04	-	0.04	0+692.82	0°-34'	1.0%	0.00	91.96
			B=0.12		0.12	0+692.78	3°-47'	6.6%	0.01	91.96
3		Tubos Rectos; el primero 1/2" J.A. Arriba	19.57	0.06	19.51	0+692.66	4°-21'	7.6%	1.48	91.95
1		Tubo Recto 1/2" J.A. Arriba	4.89	0.02	4.87	0+673.15	4°-55'	8.6%	0.42	90.47
1		Bisel 3" (3°-12') subiendo	S=0.04	-	0.04	0+668.28	4°-55'	8.6%	0.00	90.05
			B=0.12	-	0.12	0+668.24	1°-43'	3.0	0.00	90.05
			4.90	0.00	4.90	0+668.12	1°-43'	3.0	0.15	90.05
1		Tubo Recto	19.57	0.00	19.57	0+663.22	1°-09'	2.0	0.40	89.90
4		Tubos Rectos 1/2" J.A. Abajo el primero	4.84	0.02	4.82	0+643.65	5°-24'	9.5	0.46	89.50
1		Tubo Bisel 4" hacia abajo	4.84	0.06	4.78	0+638.83	9°-39'	17.0	0.82	89.04
1		Tubo Bisel 4" hacia abajo	S=0.55	0.00	0.55	0+634.05	9°-39'	17.0	0.09	88.22
1		Tubo corto 1.11 mts. Logn.Prom. con salida Flage 16" Standard ASA 125 PSI-C.I. Hacia la izquierda a 0.56 mts. de la campana	B=0.56	0.01	0.55	0+633.50			0.09	
			4.84	0.13	4.71	0+632.95	13°-54'	24.8	1.18	88.04
1		Tubo Bisel 4" hacia abajo	4.89	0.13	4.76	0+628.24	13°-54'	24.8	1.18	86.86
1		Tubo Recto	S=0.18	0.00	0.18	0+623.48	13°-54'	24.8	0.04	85.68
1		Codo L.J.S.xL.J.B. de 14° hacia abajo	B=0.27	0.00	0.27	0+623.30	0°-06'	0.2	0.00	85.64
			9.78	0.00	9.78	0+623.03	0°-06'	0.2		85.64
2		Tubos Rectos				0+613.25				85.66

No.	Pzas.	Clase	Descripción	Longitud Prom.	Corr.	Long. Hor.	Estación	Pendiente Ang.	Tg.	Des.	Elev. Plantilla
1		50 M.	Codo L.J.B. x L.J.B. de 12"-30" hacia arriba.	B=0.17	0.00	0.17	04613.25	0°-05'		0.00	85.66
				B=0.25	0.01	0.24	04613.08	12°-34'	22.3	0.06	85.66
1			Tubo Recto 1/2" J.A. arriba.	4.90	0.11	4.79	04612.84	12°-01'	21.3	1.02	85.72
1			Tubo Bisel 4" hacia abajo 1/2" J.A. arriba.	4.84	0.04	4.80	04608.05	7°-11'	12.6	0.61	86.74
1			Tubo Recto 1/2" J.A. Arriba.	4.89	0.03	4.86	04603.25	6°-37'	11.6	0.56	87.35
2			Tubo Recto 1/2" J.A. arriba.	9.79	0.04	9.76	04598.39	6°-03'	10.60	1.02	87.91
1			Tubo Bisel 4" hacia abajo 1/2" J.A. arriba.	4.84	0.00	4.84	04588.63	1°-29'	2.6	0.13	88.03
7			Tubos Rectos.	34.22	0.01	34.21	04583.79	1°-29'	2.6	1.04	89.06
1			Tee de 48" L.J.B. x L.J.B. x 30" Flange Standard Asa 125 PSI-C.I. hacia la derecha (línea P.I. + 0.550.00) J.A. 1/2" arriba.	B=0.95	0.00	0.95	04549.57	0°-55'	1.6	0.01	89.99
				B=1.04	0.00	1.04	04548.62	0°-55'	1.6	0.02	
1			Reducción 48" L.J.B. x 36" Flange Standard Asa 125 PSI-C.I. J.A. 1/2" arriba.	1.64	0.00	1.64	04547.58				90.03
1			Valvula de 36" Doble Flange Standard ASA 125-PSI-C.I.	0.71	0.00	0.71	04545.94	0°-20'	0.6	0.01	90.04
				1.72		1.72	04545.23	0°-20'	0.6	0.01	89.63
1			Reducción L.J.B. x 36" de Flange Standard ASA 125 PSI -C.I.	1.11		1.11	04543.51	0°-0'	0.0	0.00	90.05
1			Tubo corto de 1.11 mts. Long.Prom. con registro de 14" x 16" al centro con tapa barrenada de 2" para valvula de aire J.A. 1/4" arriba.	127.14		127.14	04542.40	0°-18'	0.5	0.67	90.05
26			Tubos Rectos.	4.90		4.90	04415.26	0°-52'	1.5	0.07	89.38
1			Tubo Recto 1/2" J.A. arriba	4.90		4.90	04410.36	1°-23'	2.4	0.12	89.31
1			Tubo Recto 1/2" J.A. arriba.	83.13	0.02	83.11	04405.46	1°-23'	2.4	2.36	89.19
17			Tubos Rectos 1" J.A. arriba 1/4"	4.90		4.90	04322.35	1°-57'	3.4	0.17	86.83
1			Tubo Recto J.A. 1/2" arriba.				04317.45				86.66

No. Pres.	Clase	Descripción.	Longitud Prom.	Corr.	Long. Hor.	Estación	Pendiente Ang.	Tg.	Des.	Elev Plantilla
1	50 M.	Tubo Recto J.A. $\frac{1}{2}$ " arriba	4.90		4.90	0+317.45	2°-31'	4.4	0.21	86.45
1		Tubo Recto J.A. $\frac{1}{2}$ " arriba	4.90	0.01	4.89	0+312.55	3°-05'	5.1	0.25	86.20
1		Tubo Recto J.A. $\frac{1}{2}$ " arriba	4.90	0.01	4.89	0+307.66	3°-39'	5.1	0.25	85.95
8		Tubos Rectos	39.12	0.08	39.04	0+302.77	3°-43'	5.1	2.02	83.93
1		Codo Bisel 3" (3°-12') subiendo JA $\frac{3}{8}$ " abajo	S=0.04	P.I.	0.04	0+263.73	3°-20'	4.8		83.93
			B=0.12		0.12	0+263.69	0°-08'	0.2		83.93
13		Tubos Rectos	63.57		63.57	0+263.57	0°-08'	0.2	0.15	83.93
1		Tubo Recto J.A. $\frac{1}{2}$ " arriba	4.90		4.90	0+200.00	0°-42'	1.2	0.06	83.22
1		Tubo Recto J.A. $\frac{1}{2}$ " arriba	4.90		4.90	0+195.10	1°-16'	2.2	0.11	83.16
24		Tubos Rectos; el primero J.A. $\frac{1}{4}$ " arriba	117.36	0.03	117.33	0+190.20	1°-26'	2.5	2.91	83.05
1		Tubo Recto J.A. $\frac{1}{2}$ " abajo	4.89		4.89	0+ 72.87	0°-52'	1.5	0.07	80.14
3		Tubos Rectos	14.67		14.67	0+ 67.98	0°-20'	0.6	0.21	80.07
1		Tubo Recto $\frac{1}{4}$ " J.A. abajo	4.89		4.89	0+ 53.31	0°-14'	0.4	0.02	79.86
3 Tubos		Tubos Rectos	14.67		19.56	0+ 48.42	0°-0'	0.0		79.84
1		Tubo Corto con registro de 14 x 16	1.11		1.22	0+ 33.75	0°-0'	0.0		79.84
1		Reducción 48" LWS x 36 FL.	1.66		1.66	0+ 32.64	0°-0'	0.0		79.84
						0+ 30.98				79.84

CELULOSA DE CHIHUAHUA
DETALLES DE CONSTRUCCION
ACUEDUCTO TUBERIA PREFABRICADA - LINEA HACIA EL TANQUE.

No. Pras.	Clase	Descripción	Longitud promedio	Corr.	Longitud Hor.	Estación	Pendiente		Desnivel	Elev. Plantilla
							Ang.	Tg.		
						0+000.00				90.29
1		Rama o/brida de la tes de 48" x 30"	1.18	0	1.18	0+001.18	2°10'	0.038	0.04	90.33
1		Valvula de compuerta de 30"	0.59	0	0.59	0+001.77	2°45'	0.038	0.02	90.38
1		Adaptador o/brida y C.L.J. de 30"	0.45	0	0.45	0+002.22	2°45'	0.038	0.02	90.37
1		Tubo recto hacia la izquierda, deflectado 6° 5'	4.88	0	4.88	0+007.10	2°45'	0.038	0.19	90.56
2		Tubo recto ,	9.76	0	9.76	0+016.92	2°45'	0.038	0.38	90.94
1		Tubo bisel 2-1/2" abierto derecha deflectado 4°40'	4.85	0	4.85	0+021.77	2°45'	0.038	0.19	91.13
33		Tubo recto	161.04	0.09	160.95	0+182.72	2°10'	0.038	6.11	97.24
1		Tubo recto hacia arriba J.A. 1/2" abajo	4.88	0.01	4.87	0+187.72	2°48'	0.049	0.24	97.48
15		Tubo recto el lo. J.A. 1/4" abajo	73.20	0.15	73.05	0+260.64	3°00'	0.053	3.87	2001.35
9		Tubo recto hacia arriba J.A. 1/2" abajo el lo. ..	43.92	0.19	43.83	0+304.47	3°55'	0.069	3.00	04.35
1		Bisel 2 1/2" subiendo J.A. 1/4" arriba	9.73	0.10	9.63	0+314.10	7°58'	0.014	1.35	06.70
1		Tubo recto								
1		Bisel 2 1/2" subiendo J.A. 1/4" arriba	4.85	0.11	4.74	0+318.84	12°00'	0.213	1.02	06.72
3		Tubo recto	14.64	0.33	14.31	0+333.15	12°00'	0.213	3.08	09.80
1		Adaptador L.J.S. x FL	0.23	0.	0.23	0+333.38	12°00'	0.213	0.05	09.85

CELULOSA DE CHIHUAHUA, S. A.
DETALLE DE CONSTRUCCION
TUBERIA PREFATIGADA LINEA ALIMENTADORA DENTRO DE LA FABRICA

No.	Clase	Descripción	Longitud Prom.	Corr.	Longitud Hor.	Estación	Pendiente Ang.	Tg.	Des.	Elev. Plantilla
						04000.00	14086.20			Linea 1219 (48") 91.96
		Cruz con M.L.J. 1219 mm x 914 mm. con Brida Str406n con brida ST. con reducción a 762 mm con brida ST. Rama 914 mm(36") con valvula aire 51 mm (2").	1.30	0	1.30		0	0	0	
1		Valvula con Brida ST 914 mm (36")	0.85	0	0.85	04001.30	0	0	0	
1		Reducción Brida ST 914 mm x 1219 mm (48") C.L.J.	1.70	0	1.70	04002.15	0	0	0	
1		Tubo Recto	4.89	0	4.89	04002.85	0	0	0	91.96
1		Tubo Recto Corto	4.04	0	4.04	04005.74	0	0	0	91.96
1		Codo 90° M.	1.25	0	1.25	04012.78	0	0	0	91.96
1		Codo 90° C.	1.34	0	1.34	04014.03	0	0	0	91.96
1		Tubo corto doble con salida de 203 mm (8") a 2.22 m.(en Km. 04016.53) a 1.06 de campana	2.22	0	2.22	04015.37	0	0	0	91.96
4		Tubos Rectos	19.56	0	19.56	04017.59	0	0	0	91.96
1		Tubo corto con salida 305 mm. (12") x 2.64 m. Long. al Centro 1/4" PL en 04039.23 a 0.56 m. campana	2.64	0	2.64	04037.15	0	0	0	91.96
9		Tubos Rectos	44.01	0	44.01	04039.79	0	0	0	91.96
1		Tubo corto (recto)	2.48	0	2.48	04083.80	0	0	0	91.96
1		Tubo corto con salida 406 mm(16") al centro a 0.56m de campana (04086.83 P.I.)	1.11	0	1.11	04086.28	0	0	0	91.96
1		Tubo corto con salida 406 mm. (16") a 0.44 m en Km. 04087.83	1.11	0	1.11	04087.39	0	0	0	91.96
1		Tubo corto de 4.26	4.26	0	4.26	04088.50	0	0	0	91.96
1		Tubo corto con salida 610 mm (24") al centro con valvula aire 51 mm (2") (0.093.56 P.I.)	S 0.80 B 0.88	0	0.80 0.88	04092.76	0	0	0	91.96
1		Reducción 1219 x 762 mm (48"x30") LJB xFL	2.16	0	2.16	04093.56 04094.44	0	0	0	91.96
						04096.60				91.96

CELULOSA DE CHIHUAHUA.
DETALLES DE CONSTRUCCIÓN
TUBERIA PREFABRICADA LINEA ALIMENTADORA DENTRO DE LA FABRICA.

HOJA 1 de 1

No. Pres.	Clase	Descripción	Longitud Promedio	Corr.	Longitud Hor.	Estación	Pendiente Ang. Tg.	Desnivel	Elev. Plantilla
		Rama Izquierda de 30" Dentro de la Fábrica.				0+000.00	1+086.20 Línea mm. (4g")	1219	92.17
		Rama o reducción de la cruz de 1219 x9914 x 406 mm. (4g" x36" x 16")	2.63	0	2.63	0+002.63	0 0 0		92.17
1		Válvula 30"	0.76	0	0.76	0+003.39	0 0 0		92.17
1		Adaptador L.J.B. x Fl 30"	0.45	0	0.45	0+003.84	0 0 0		92.17
1		Tubo recto de fierro	4.8	0	4.88	0+008.72	0 0 0		92.17
1		Tubo corto de 2.97 M	2.97	0	2.97	0+011.79	0 0 0		92.17
1		Tubo corto de .09 m con salida 16" en Em 0+012.23 (a 0.55, de la campana) a la izquierda.	1.09	0	1.09	0+012.78	0 0 0		92.17
11		Tubos rectos	53.68	0	53.68	0+066.46	0 0 0		92.34
1		Tubo corto con salida 6" al centro en Ext. 0+068.51 a 0.55p de campana a la derecha.	2.60	0	2.60	0+069.06	0 0 0		92.17
7		Tubos rectos	34.16	0	34.16	0+103.22	0 0 0		92.17
1		Tubo corto doble con salida 16" a 2.16 (En Km. 0+104.49) a 0.97 M. de la campana a la izquierda.	2.16	0	2.16	0+105.40	0 0 0		92.17
1		Tubo recto	4.88	0	4.88	0+110.28	0 0 0		92.17
1		Reducción 30" LJS x 12" FL.	2.16	0	2.16	0+112.44	0 0 0		92.17
							Tubo BS. EJM		92.74
							Tubo fierro eje		93.30

CENTRAL DE BOMBEO

1990				
79				
78				
77				
76				
75				

COTA TERMINO	COTA PLANILLA	DISTANCIA
1980.00	φ 48" CONCRETO	556.53 m.
1979.00	φ 36" CONC.	194.81 m.
1978.70	φ 30" CONC.	198.15 m.
1978.55	φ 16" fo.fo.	245.20 m.

1979.00

78

77

76

COTA
TERRENO

1978.70

COTA
PLANTILLA

1977.50

DISTANCIA

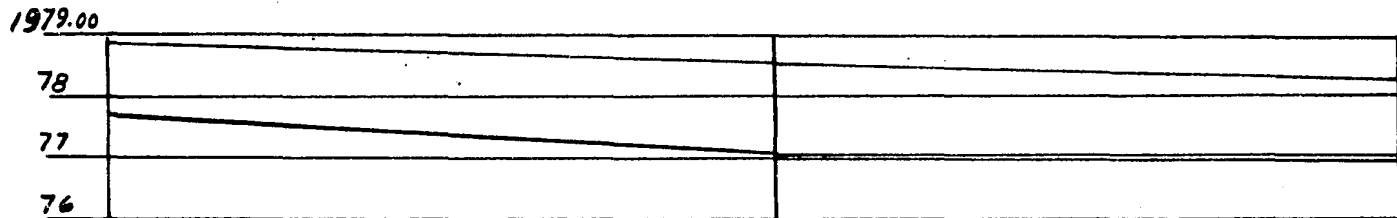
TRONCAL
I-4

35 m. ϕ 16" to. to.

1978.80

1977.60

POZO I



COTA TERRENO	1978.90	1978.55	1978.25
COTA PLANTILLA	1977.70	1977.05	1977.05
DISTANCIA	POZO 2 205.00 m. $\phi 16''$ fo.fo.		TRONCAL I-4 185.00 m. $\phi 16''$ fo.fo. POZO 3

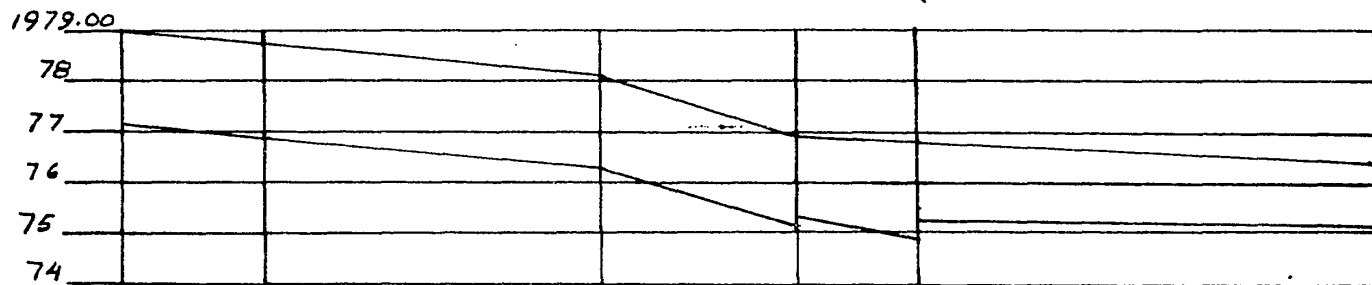
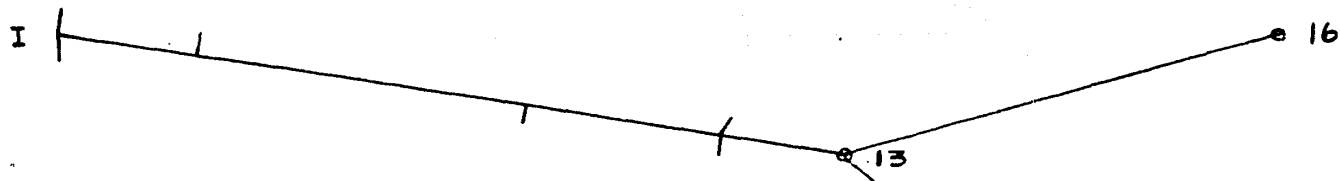
1979.00

78

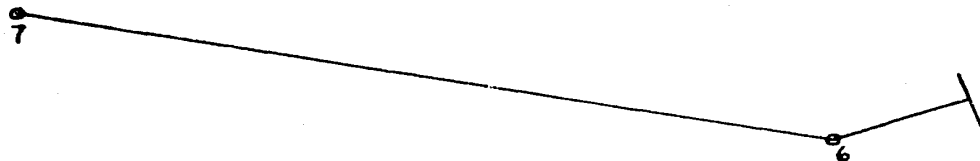
77

76

COTA TERRENO	1978.50		1978.20
COTA PLANTILLA	1977.30		1976.00
DISTANCIA	TRONCAL I-4	312.50 m. ϕ 16" fo. fo.	POZO 5



COTA TERRENO	1979.00	1978.75	1978.10	1976.95	1976.80	1976.40
COTA PLANTILLA	1977.17	1976.92	1976.27	1975.12	1974.85	1975.05
DISTANCIA	CRUCERO H 117.10	AL POZO 273.31 m.	AL POZO 148.50	AL LOS POZOS 9 y 11 117.50	POZO 13 Y AL POZO 14	POZO 16
	Ø 36" CONC.	Ø 36" CONCRETO	Ø 36" CONC.	Ø 30" CONC.	Ø 14" fo. fo.	
					353.78	



1979.00

78		
77		
76		

COTA TERRENO	1978.60	1978.80	1978.75
COTA PLANTILLA	1977.40	1977.60	1977.27
DISTANCIA	POZO 7	POZO 6	TRONCAL I-13
	322.65 m. $\phi 16"$ fo. fo.		50.76

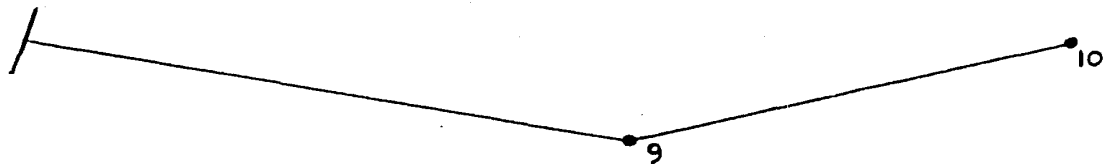
1979.00

78

77

76

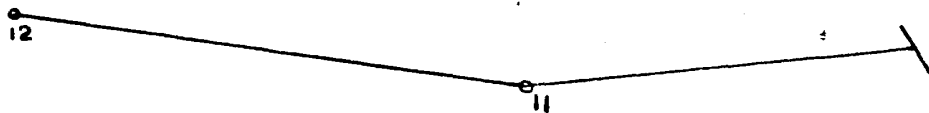
COTA TERRENO	1978.10		1978.05
COTA PLANTILLA	1976.62		1976.85
DISTANCIA	TRONCAL I-13	79.85 m. ϕ 16" to. fo.	POZO 8



1977.00

76		
75		
74		

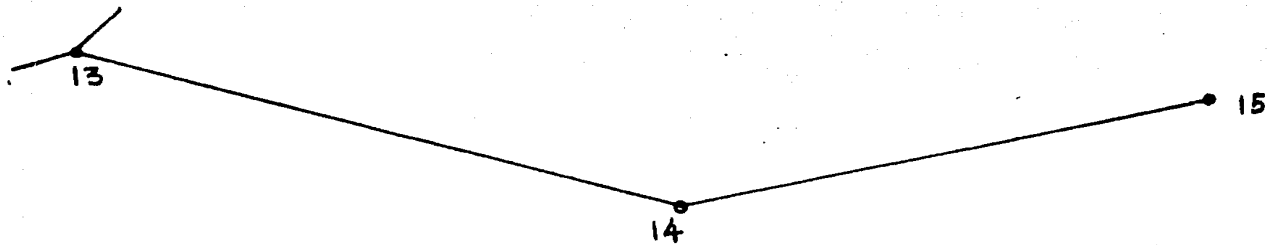
COTA TERRENO	1976.95	1976.95	1976.90
COTA PLANTILLA	1975.70	1975.70	1975.70
DISTANCIA	TRONCAL I-13 475.08 m. $\phi 16''$ fo.fo.	POZO 9 350.00 m. $\phi 14''$ fo.to	POZO 10



1978.00

77		
76		
75		

COTA TERRENO	1976.90		1977.10		1976.95
COTA PLANTILLA	1975.70		1975.90		1975.70
DISTANCIA	POZO 12	400.00 m. ϕ 16" tab.	POZO 11	310.00 m. ϕ 16" to. b.	TRONCAL I-13

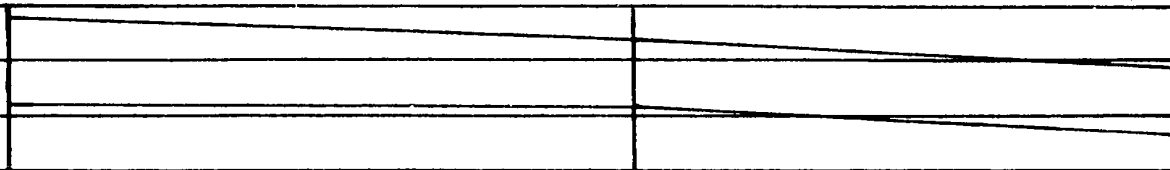


1977.00

76

75

74



COTA TERRENO	1976.80	1976.35	1975.85
COTA PLANTILLA	1975.20	1975.15	1974.65
DISTANCIA	POZO 13 325.36 m. $\phi 16''$ fo.fo.	POZO 14 279.95 m. $\phi 14''$ fo.fo.	POZO 15



VERT. 1.50

COTA DE
PLANTILLAS

COTA DE
TRABAJOS

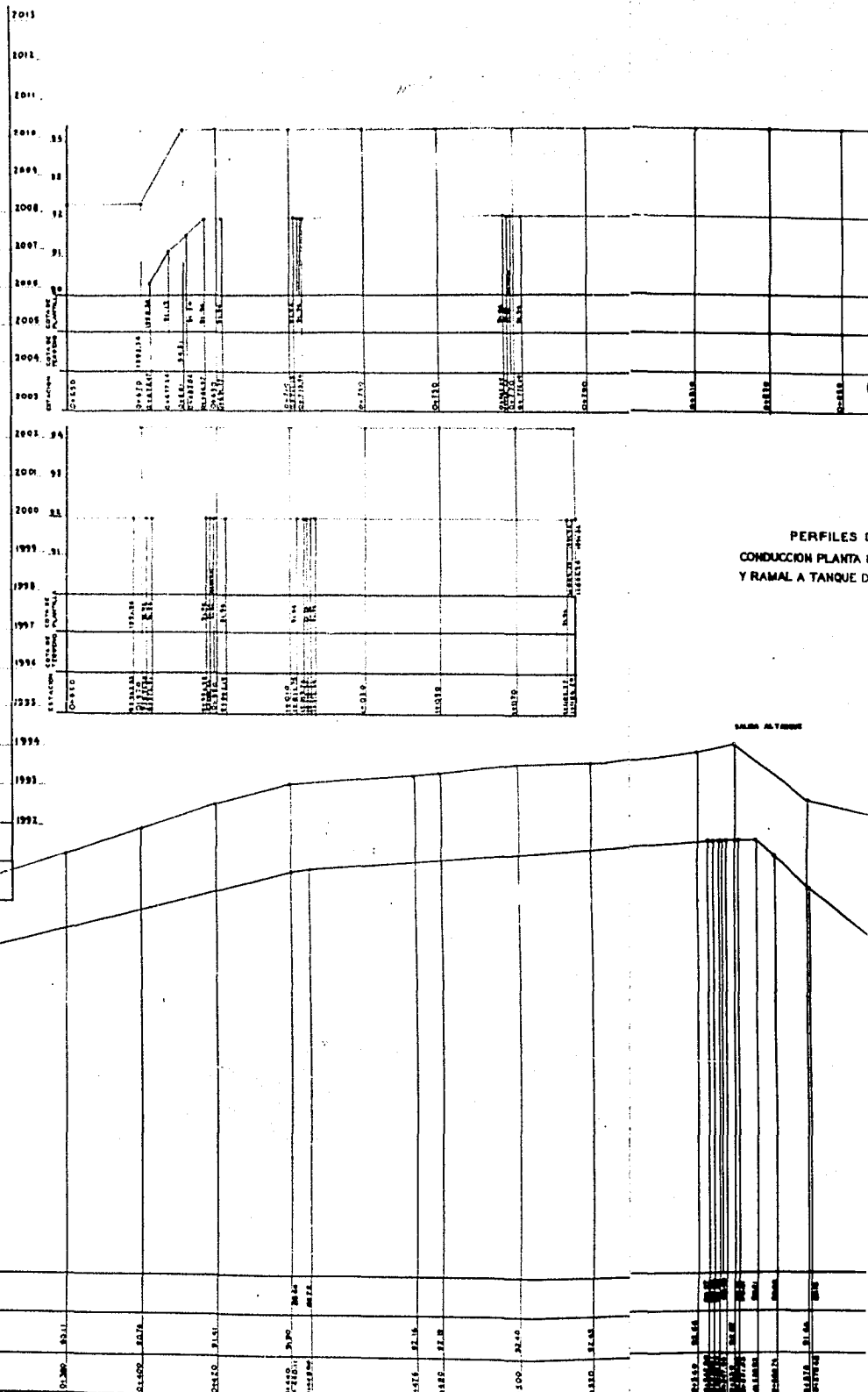
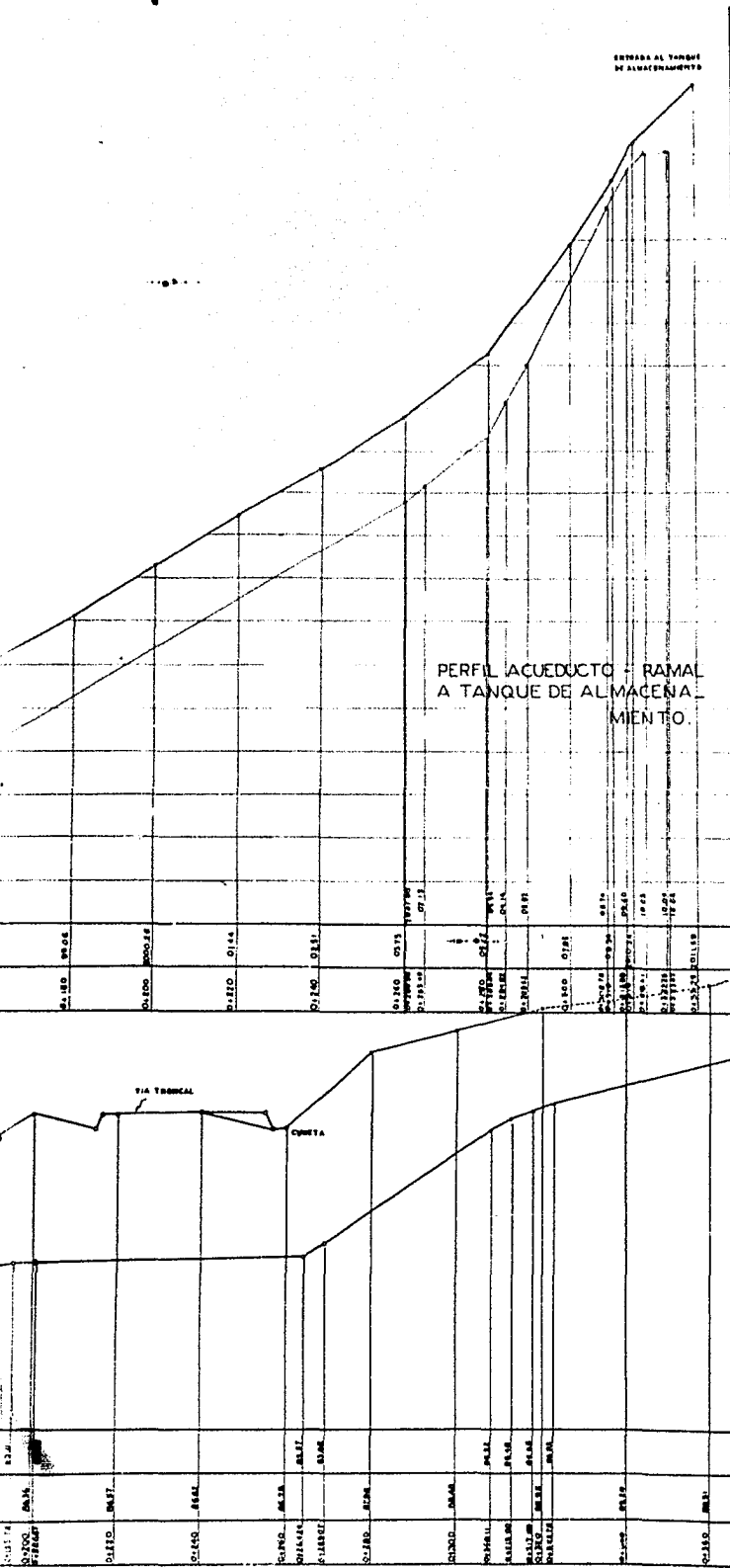
ESTADO



EDITA DE PLANTILLA

COTA DE TERRENO

ESTACION



PERFILES DE
CONDUCCION PLANTA
Y RAMAL A TANQUE D

Para las líneas del acueducto comprendidas entre la central de bombeo y la fábrica se usarán tubos de concreto prefatigado marca Lock Joint que son los más convenientes para trabajar a la presión alta requerida en esa zona.

En las hojas anexas A y B, se muestran respectivamente las características de los tubos de concreto reforzado y de los tubos de concreto prefatigado.

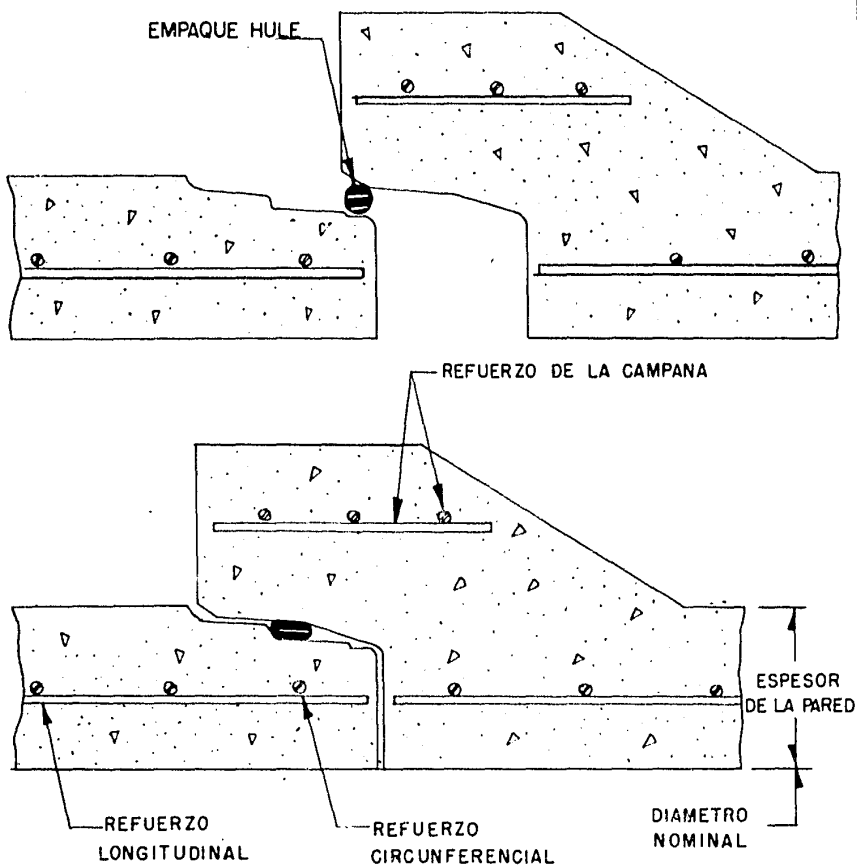
Entre las principales ventajas que tiene la tubería Lock Joint seleccionada, tenemos: la resistencia a la corrosividad, la rapidez en la colocación, la flexibilidad en las juntas, todo esto aunado a las ventajas que pudiera tener cualquier tipo de tubería, incluyendo la economía, como veremos en el último capítulo.

A continuación, por considerarlo conveniente, tratare de explicar brevemente la manera de colocar la tubería Lock Joint.

El tendido de la tubería se inició simultáneamente con la tubería local usada en la zona de captación, y con la Lock Joint usada desde la central de bombeo hasta el interior de la fábrica. El método de colocación de una y otra, en esencia es el mismo y no representa ningún problema, por lo que en unos cuantos días los trabajadores adquieren la destreza necesaria para el trabajo.

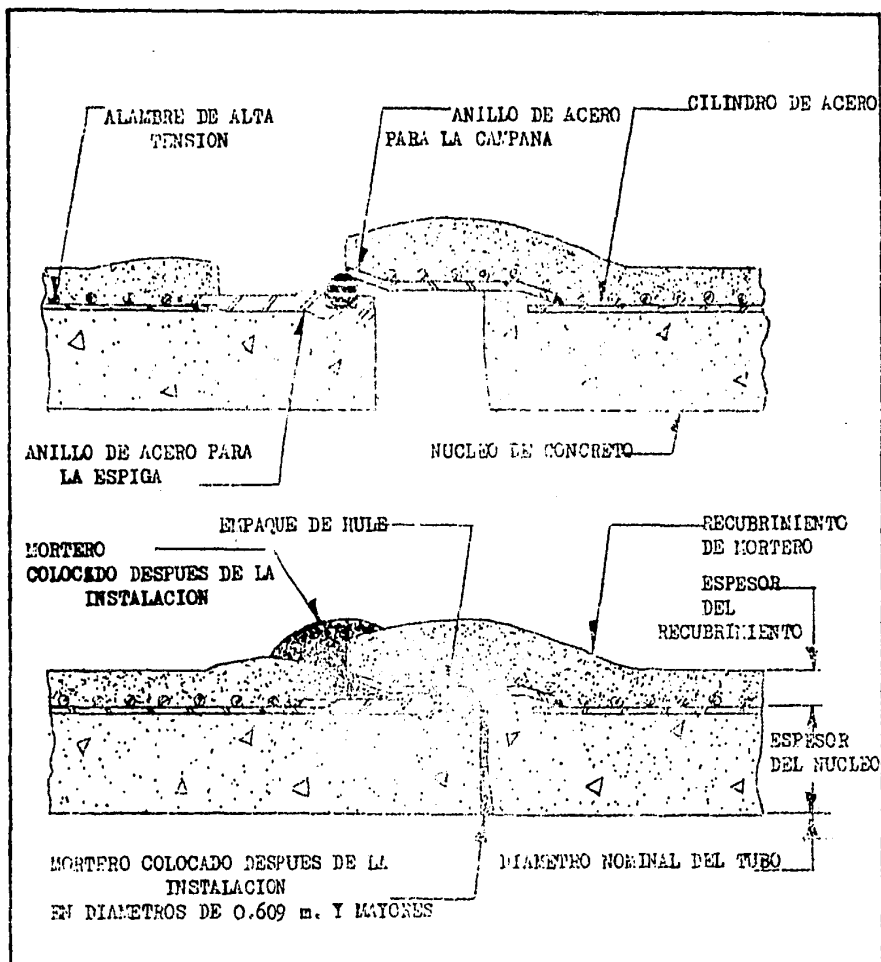
La colocación de el tubo, se empieza a partir de alguna pieza que haya sido previamente asegurada al terreno, a continuación, se toma el tubo siguiente, se le coloca en la espiga el anillo de goma que sirve para sellar la junta, después se presenta la espiga con la campana del tubo anterior, acto seguido se coloca una viga en la campana del tubo que se está instalando, a esta viga va arrollado un cable de acero en el cual se engancha un extremo de un gato de cadena que tiene el otro extremo sujeto a un cable también de acero, mismo que se asegura a una viga colocada en el interior del primer tubo de modo que al atirantarse el cable le presente la resistencia necesaria para que el gato de cadena ejerza la tracción requerida para que deslice la espiga del tubo por colocar dentro de la --

A

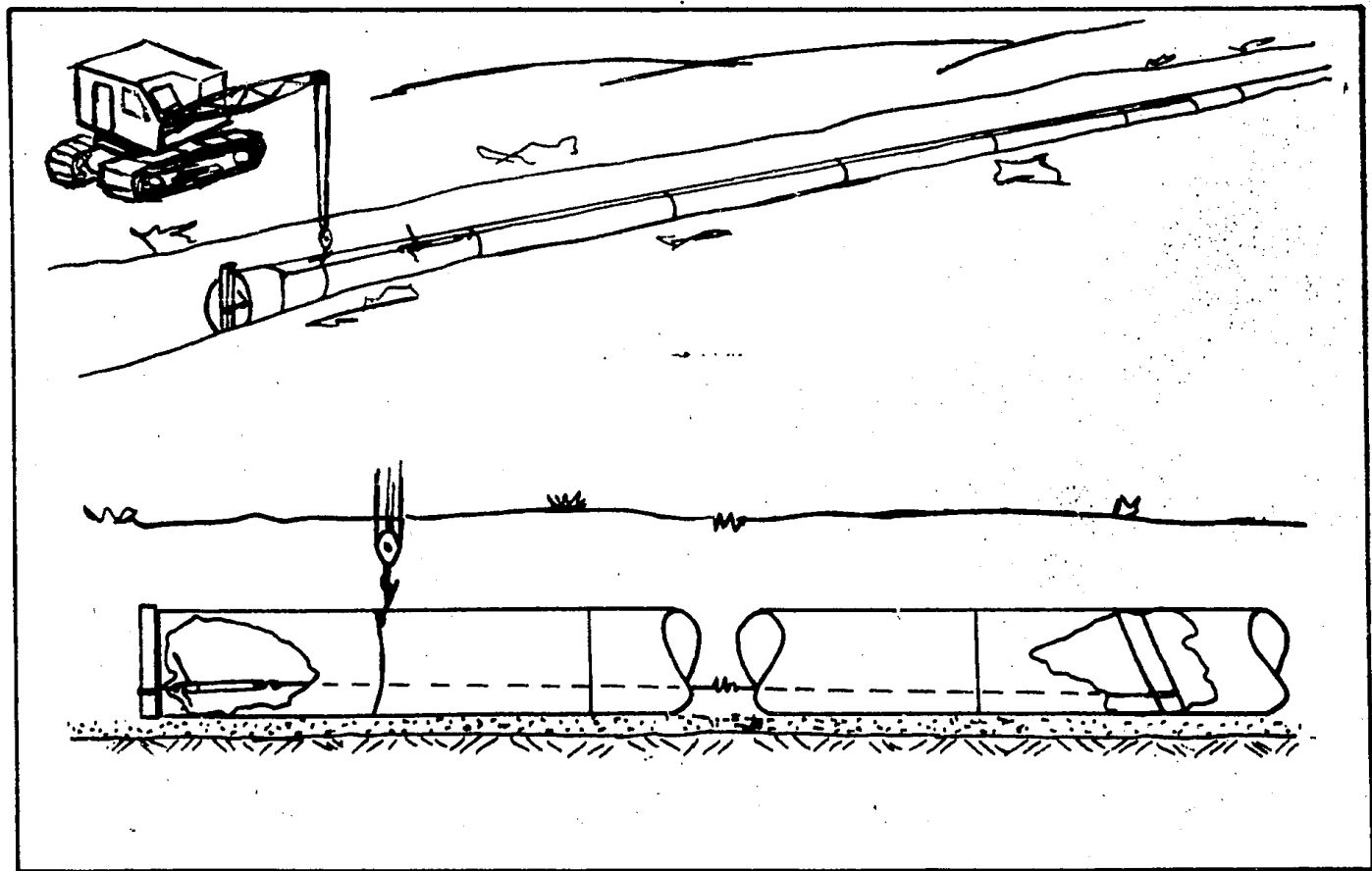


Diámetro interior Nominal pulg. cm.		Espesor de la pared cm.	Largo Normal en m.	Carga de Trabajo Normal Máxima en m.	Peso del Tubo por m. por kg.
16	40	5.0	2.40	52 1/2	195
18	45	5.0	2.40	52 1/2	223
20	50	5.7	2.40	52 1/2	277
24	60	6.3	2.40, 3.60	52 1/2	366
27	68	7.0	2.40, 3.60	52 1/2	454
30	76	7.6	2.40, 3.60	52 1/2	548
33	84	8.2	2.40, 3.60	45	647
36	91	8.9	2.40, 3.60, 4.87	45	758
39	100	8.9	2.40, 3.60, 4.87	45	819
42	107	9.5	2.40, 3.60, 4.87	45	947
48	122	10.8	2.40, 3.60, 4.87	45	1221
54	137	12.0	2.40, 3.60, 4.87	45	1510

B



DIA. NOMINAL INTERIOR	ESPEJOR DEL NUCLEO INCL. CILINDRO	ESPEJOR NOM. RECUBRIMIENTO DE MORTERO	LONG. NOMINAL STANDARD	PESO	
				KG/MT.	LB/FIE
MTS. PULG.	MTS. PULG.	MTS. PULG.	MTS. PIES		
0.406m (16")	0.0254m (1")	0.0222m (7/8")	4.876m (16')	185.7	125#
0.457m (18")	0.0285m (1 1/8")	0.0222m (7/8")	4.876m (16')	223.8	150#
0.508m (20")	0.0317m (1 1/4")	0.0222m (7/8")	4.876m (16')	260.0	175#
0.609m (24")	0.0381m (1 1/2")	0.0222m (7/8")	4.876m (16')	341.7	240#
0.762m (30")	0.0476m (1 7/8")	0.0222m (7/8")	4.876m (16')	482.9	325#
0.914m (36")	0.0571m (2 1/4")	0.0222m (7/8")	4.876m (16')	646.3	435#
1.067m (42")	0.0666m (2 5/8")	0.0222m (7/8")	4.876m (16')	839.5	565#
1.219m (48")	0.0762m (3")	0.0222m (7/8")	4.876m (16')	1054.9	710#



campana del tubo anterior. Este último cable, tiene una longitud aproximada de 10 a 12 tramos de tubería, para que una vez colocado este número de tramos, pueda recorrerse la viga interior unos cinco o seis tramos, pues los tubos restantes por su solo peso sirven de ancla y se mantienen unidos. Conforme avanza el tendido, se emboquilla con cemento la ranura que queda en la junta.

En algunos casos, como al bajar una cuesta, los tubos tienden a separarse; entonces se hace uso de un cable auxiliar que pasa por encima de los tubos y que se une también al cable que se usó para bajar el tubo por medio de otro gato de cadena con el cual se le da la tensión suficiente al cable para que no deslizen los tubos, una vez hecho esto, puede aflojarse el dispositivo interior que se usó para colocar el tubo y procederse a la instalación del siguiente, una vez efectuada se repite el proceso hasta bajar la cuesta.

Aunque en realidad la colocación en sí no representa ningún problema, resulta obvio hacer notar que la colocación debe hacerse estrictamente como se planeó, pues cualquier descuido, sobre todo en la colocación de piezas especiales (codos, salidas, reducciones, válvulas, etc.), puede dificultar sobremanera la colocación de los siguientes tramos.

Debe procurarse ir tapando la tubería conforme avanza el tendido, pues se corre el riesgo de que debido a algún aguacero torrencial, flote parte de la tubería y como consecuencia se disloque, teniendo por consiguiente que levantarla para reiniciar el tendido a partir de la zona donde no sufrió ninguna alteración la tubería.

La modificación del nivel relativo de algunos tramos de tubería en la zona de captación, puede haber sido ocasionada por los siguientes factores.

En primer lugar, vamos a considerar, por ser lo más probable, debido a la renuencia de los técnicos supervisores a tapar las líneas conforme se iba avanzando el tendido de la tubería, que hayan flotado algunos tramos de la -

tubería debido principalmente a algunos aguaceros torrenciales que cayeron durante el tiempo del tendido de ésta, como el lógico, el agua que afluyó de los torrentes a la laguna, al encontrar la cepa de la tubería, allí se iba acumulando, y en algunos tramos llegó a cubrir la tubería. Ahora bien, veamos que áreas nos da la sección de los diferentes tubos empleados:

TUBERIA DE CONCRETO REFORZADO.

Diam. interior cm.	Diam. exterior cm.	Area del círculo exterior m2.	Peso del tubo Kg./m.
76	91.2	0.654	548
91	109.0	0.933	758
107	126.0	1.248	947
122	143.6	1.620	1221

El tubo de concreto prefatigado no lo analizo por tener las mismas dimensiones y porque además, tiene menos peso/m. como se vió en las tablas de especificaciones.

Se deduce de lo anterior, que si el peso por m. de tubo es menor que el peso del volumen de agua también por m. desalojado por el tubo, éste, inevitablemente flotará. Este caso de flotación, se presentó palpablemente en el tramo del acueducto comprendido entre la central de bombeo y la fábrica, exactamente en el cruce del acueducto con el arroyo que está cerca de los linderos de la fábrica, afortunadamente la punta de la tubería quedaba al cruzar el arroyo (rumbo a la central de bombeo), digo afortunadamente porque, en primer lugar de haber estado colocada una mayor longitud de tubería, el tramo de tubería que quedaba en el lecho del arroyo, al tender a flotar, hubiera sufrido, aparte de el disloque de las juntas, destrozos en la espiga

y la campana de dichos tubos, que los hubieran dejado inaprovechables. En segundo lugar, fueron menos tubos los -- que hubo que desenchufar (5 ó 6) y por lo tanto, menos -- tiempo empleado y menos riesgo de dañar la tubería al desenchufarla.

El paso del arroyo se solucionó ahogando todo ese -- tramo en concreto, y haciendo un zampeo de 10 metros aguas arriba y 10 metros aguas abajo.

En el caso también comprobado de flotación que se -- presentó en la línea del acueducto comprendida entre el crucero #1 y la central de bombeo en la zona de los pozos, en vista de que había que levantar cerca de 300 m. de tubería y que debido a las dificultades que esto representaba, así como a la premura del tiempo, ya que habría necesidad de limpiar nuevamente la excavación, y que el tendido del tubo en esta zona fué en extremo lento, pues para que avanzara la grua era necesario que una cuadrilla de peones fuera siempre delante de esta colocando una cama de durmientes para que no se atascara lo que determinaba avances de 8 a 12 tubos de 2.40 m. en jornadas de 12 hs., eso por otro lado, si al levantar la tubería ésta sufría daños, como inevitablemente sucedería habría que esperar cuando menos 10 días para que llegaran los de repuesto desde México. Considerando lo anterior, se decidió, efectuar las pruebas de la línea para ver si no había fugas mismas que no se reportaron, y para ver si con el peso del agua, la tubería recuperaba su posición anterior, cosa que no sucedió, y que atribuyó a que al deslavarse los bordes de la excavación, -- este material no permitió que la línea recuperara su posición original.

Otro factor puede haber sido que al hacerse la excavación de las cepas, el agua de lluvias o la que casi siempre aparecía, se haya desplazado hacia algún tramo de cepa que estuviera excavado en un terreno arcilloso no saturado, que al saturarse haya experimentado un aumento de volumen y en consecuencia, haya elevado el nivel del acueducto en ese tramo.

Finalmente, dicha modificación de nivel puede haberse

debido a que en esa zona el terreno hubiera estado más consolidada que las zonas circundantes, y que al hacerse la excavación de las cepas éstas hayan hecho el papel de drenes y como consecuencia las partes menos consolidadas hayan experimentado descensos, o bien, que al iniciarse la explotación de los pozos al abatirse el nivel freático haya traído como consecuencia el hundimiento de las zonas menos consolidadas.

Estos tres factores, actuando aisladamente o en conjunto, fueron los que determinaron las modificaciones del nivel de las líneas en la zona de captación, modificaciones que gracias a la flexibilidad en las juntas del tubo empleado, no afectaron el funcionamiento de éstos.

A lo largo de las líneas de captación y conducción encontramos diferentes tipos de subsuelo.

En toda la zona de captación hasta la central de bombeo, se encontró -por ser éste el lecho de la laguna de Bustillos- con que el terreno era limoso, con gran proporción de materia vegetal, y en varias zonas un material parecido a la turba, que algunas ocasiones cuando se elevó demasiado la temperatura ambiente llegó a ponerse en ignición.

También, en toda esta zona de captación, se encontró el nivel frático muy alto, (en algunos sitios a menos de 1 m.), lo que dificultó bastante el tendido de la tubería, sobre todo en la rama que va del crucero I al Pozo -- No. 13 en el sitio donde cruza con el canal de desagüe de la fábrica.

En el tramo de la conducción comprendido entre la central de bombeo y el límite del derecho de vía, se encontró principalmente tierra y tepetate, aumentando la proporción de este último, a medida que se iba ascendiendo, hasta que al irse aproximando al lindero de la fábrica se empezó a encontrar roca caliza, la cual fué aumentando en proporción, sobre todo cuando se llegó a las líneas de distribución.

En el ramal al tanque de almacenamiento, la roca - caliza predominó, a excepción de los primeros tramos de la ascensión donde predominaba el tepetate.

B O M B E O

Selección de Equipo.

El equipo de bombas para los pozos, se seleccionó basándose en el catálogo de la Western Land Roller, que es fabricante de bombas para pozo profundo. El equipo de bombas de la central de bombeo, se seleccionó de acuerdo con el catálogo de la casa Fairbanks Morse. Los motores transformadores y demás equipo eléctrico, se seleccionaron según catálogo de Industria Eléctrica de México.

Pozo No. 1

Diámetro interior 16"

Gasto 75 Ls/seg. = 1168.8 g.p.m.

Nivel dinámico 30.02

Hf. en la línea de conducción .26 m.

Altura de bombeo 3.00 m.

S U M A 33.28 m. = 109.2 ft.

Considerando 1.08 ft. de pérdida en la columna de la -- bomba, tenemos:

Bomba No. 1 diámetro del impulsor 14"

Modelo	efc.	h	#	pasos	H	Hp/p	Hp
14c	.80	66		2	132	25	50

$$HP = \frac{Q \times H}{3960 \times \text{efc}} + \text{pérdidas en la flecha.}$$

$$HP = \frac{1168.8 \times 132}{3960 \times .80} + 1.3 = 50 \text{ H.P.}$$

El motor será vertical tipo C. S. p. motien de flecha hueca y alto empuje axial, jaula de ardilla de diseño nema B. con las siguientes características:

Trifásico, 220/440 volt, 50/60 ciclos y chumaceras de balas.

Este equipo se complementa con un interruptor de cu chillas y con un aparato de arranque a voltaje reducido I. E. M. de operación manual, con las siguientes características:

Referencia	H.P.	volts.	tamaño	ciclos
362-110	50	440	3	60

Como habíamos indicado con anterioridad se necesita un transformador, que tiene las siguientes características:

Transformador I.E.M. de distribución en aceite y de enfriamiento propio de 13860-13200 volts. de alta en alta, trifásico, ref. No. 211-894, 45kva.

Pozo No. 2

Diámetro interior 16"

Gasto 85 1/seg. 1326.4 g.p.m.

Nivel dinámico 22.03

hf en la conducción .65

Altura de bombeo 3.00

Suma 25.68 m 84.8 pies

Pérdida en la tubería de la columna 0.86 pies

H total 85.66 pies

Bomba No. 1 diámetro del impulsor 14"

Modelo	efc.	h	# pasos	H	Hp/p	HP.
14-c	.78		1	90	40	40

El motor será Notiem con las mismas características que las del usado para el pozo #1, pero de 40 H.P.

Un interruptor de cuchillas.

Un aparato de arranque a voltaje reducido a I. E. M. de operación manual:

Ref.	Hp	Volts.	Tamaño	ciclos
362-108	40	440	3	60

Un transformador ref. No. 211-894.

Pozo No. 3.

Diámetro interior 16"

Gasto 50 lts/seg. 779.29 p.m.

Nivel dinámico 31.54 m.

hf. en la conducción .65 m.

Altura de bombeo 3.00 m.

Suma 35.14 m. 115.5 pies

Pérdida en la tubería de la columna 0.52 pies

H Total 116.02 pies

Bomba No. 2 diámetro del impulsor 12"

Modelo	Efc.	h	# pasos	H	Hp/p	HP.
14-c	.77	65	2	130	17.5	40

El motor, interruptor de cuchillas, aparato de arranque y transformador, serán idénticos a los usados en el pozo No. 2.

Pozo No. 4.

Diámetro 16"

Gasto 80 lts/seg. 1267.8 g.p.m.

Nivel dinámico 26.00

hf. en la conducción 1.43

Altura de bombeo 3.00

Suma 30.43 m. 99.9 pies

Pérdidas en la tubería de la columna 1.08 pies

H Total 100.98 pies

Bomba #1 diámetro del impulsor 14"

Modelo	efc.	h	# pasos	H	Hp/p	HP.
14-c	.79	60	2	120	25	50

El motor, interruptor de cuchillas, aparato de arranque y transformador, serán idénticos a los usados en el pozo No. 1.

Pozo No. 5.

Diámetro 16"

Gasto 60 lts/seg. 935.0 g.p.m.

Nivel dinámico 23.40

hf. en la conducción 1.71

Altura de bombeo 3.00

Suma 28.11 m. 92.3 pies

Pérdidas en la tubería de la columna .60 pies

H. Total 92.93 pies

Bomba #2 diámetro del impulsor 12"

Modelo	efc.	h	# pasos	H	Hp/p	HP.
12-c	.80	60	2	120	17	40

El motor, interruptor de cuchillas, aparato de arranque y transformador, serán idénticos a los usados en el pozo No. 2.

Pozo No. 6.

Diámetro 16"

Gasto 50 lts/seg. 779.2 g.p.m.

Nivel dinámico 34.26

hf. en la conducción .43

Altura de bombeo 3.00

Suma 37.69 124.1 pies

Pérdida en la tubería de la columna .56 pies

H Total 124.66 pies

Bomba #2 diámetro del impulsor 12"

Modelo	efc.	h	# pasos	H	Hp/p	HP.
12-c	78	65	2	130	17.5	40

El motor, interruptor de cuchillas, aparato de arranque y transformador, serán idénticos a los usados en el pozo #2.

Pozo No. 7.

Diámetro 16"

Gasto 75 lts/seg. 1168.8 g.p.m.

Nivel dinámico 26.85

hf. en la conducción .88

Altura de bombeo	<u>3.00</u>	
Suma	30.73	109.0 pies

H. Total 106.03 pies

Bomba #1 diámetro del impulsor 14"

Modelo	efc.	h	# pasos	H	Hp/p	HP.
14-c	.81	65	2	130	25	50

El motor, interruptor de cuchillas, aparato de arranque y transformador, serán idénticos a los usados en el pozo #1.

Pozo No. 8.

Diámetro 16"

Gastos 60 lts./seg. 935.09 g.p.m.

Nivel dinámico	24.20	
hf. en la conducción	.45	
Altura de bombeo	<u>3.00</u>	
Suma	27.65	91.1 pies

Pérdida en la columna de la bomba .54

H. Total 91.64 pies

Bomba #2 diámetro del impulsor 12"

Modelo	efc.	h	# pasos	H	Hp/p	HP.
12-c	.80	60	2	120	17	40

El motor, interruptor de cuchillas, aparato de arranque y transformador, serán idénticos a los usados en el pozo #2.

Pozo No. 9.

Diámetro 16"

Gasto 75 lts/seg. 1158. g.p.m.

Nivel dinámico	27.57	
hf. en la conducción	2.34	
Altura de bombeo	<u>3.00</u>	
Suma	32.91 m.	108.0 pies

Pérdidas en la columna de la bomba 1.08 pies.

H Total 109.08 pies

Bomba #1 diámetro del impulsor 14"

Modelo	efc.	h	# pasos	H	Hp/p	HP.
14-c	.81	66	2	132	25	50

El motor, interruptor de cuchillas, aparato de arranque y transformador, serán idénticos a los usados en el pozo #1.

Pozo No. 10.

Diámetro 16"

Gasto 50 lts/seg. 779.2 g.p.m.

Nivel dinámico 19.59

hf. en la conducción 2.78

Altura de bombeo 3.00

Suma 25.37 m. 83.2 pies

Pérdidas en la columna de la bomba .38 pies

H. Total 83.58 pies

Bomba #2 diámetro del impulsor 12"

Modelo	efc.	h	# pasos	H	Hp/p	HP.
12-c	.80	50	2	100	13	30

El motor será MOTIEM, de 30 H.P. con las mismas características de los usados en los otros pozos. El interruptor de cuchillas y el transformador serán iguales a los usados en los demás pozos.

El aparato de arranque, a voltaje reducido I.E.M. de operación manual, trifásico tiene las siguientes características:

Ref.	H.P.	Volts.	Tamaño	Ciclos
362-106	30	440	2	60

Pozo No. 11.

Diámetro 16"

Gasto 50 lts./seg. 779.2 g.p.m.

Nivel dinámico 22.27

hf. en la conducción 1.64

Altura de bombeo 3.00

Suma 26.91 m. 88.3 pies

Pérdidas en la columna de la bomba .42 pies

H. Total 88.72 pies

Bomba #2 diámetro del impulsor 12"

Modelo	efc.	h	# pasos	H	Hp/p	HP.
12-c	.80	50	2	100	13	30

El motor, interruptor de cuchillas, aparato de arranque y transformador, serán idénticos a los usados en el pozo #10.

Pozo No. 12.

Diámetro 16"

Gasto 75 lts./seg. 1168.8 g.p.m.

Nivel dinámico	20.01	
hf. en la conducción	2.20	
Altura de bombeo	<u>3.00</u>	
Suma	25.21 m.	82.9 pies

Pérdidas en la columna de la bomba .87 pies

H. Total 83.77 pies

Bomba #2 diámetro del impulsor 12"

Modelo	efc.	h	# pasos	H	Hp/p	HP.
12-c	.76	47	2	94	18	40

El motor, interruptor de cuchillas, aparato de arranque y transformador, serán idénticos a los usados en el pozo #2.

Pozo No. 13.

Diámetro 16"

Gasto 50 lts./seg. 779.2 g.p.m.

Nivel dinámico	20.86	
hf. en la conducción	.46	
Altura de bombeo	<u>3.00</u>	
Suma	24.32 m.	79.7 pies

Pérdidas en la columna de la bomba .35 pies.

H Total 80.05 pies

Bomba #2 diámetro del impulsor 12"

Modelo	efc.	h	# pasos	H	Hp/p	HP.
12-c	.80	50	2	100	13	30

El motor, interruptor de cuchillas, aparato de arranque y transformador, serán idénticos a los usados en el pozo #10.

Pozo No. 14.

Diámetro 16"

Gasto 45 lts./seg. 701.3 g.p.m.

Nivel dinámico 29.14

hf. en la conducción 1.24

Altura de bombeo 3.00

Suma 33.38 m. 110.2 pies

Pérdidas en la columna de la bomba .39 pies

Bomba #2 diámetro del impulsor 12"

Modelo	efc.	h	# pasos	H	Hp/p	HP.
12-c	.75	68	2	136	17	40

El motor, el interruptor de cuchillas, el aparato de arranque y el transformador, serán idénticos a los usados en el pozo #2.

Pozo No. 15.

Diámetro 16"

Gasto 55 lts./seg. 857.1 g.p.m.

Nivel dinámico	28.58	
hf. en la conducción	1.69	
Altura de bombeo	<u>3.00</u>	
Suma	33.27 m.	110.1 pies

Pérdidas en la columna de la bomba .54 pies

H. Total de 110.64 pies

Bomba #1 diámetro del impulsor 12"

Modelo	efc.	h	# pasos	H	Hp/p	HP.
12-c	.79	62	2	124	18	40

El motor, interruptor de cuchillas, aparato de arranque y transformador, serán idénticos a los usados en el pozo #2.

Pozo No. 16

Diámetro 16"

Gasto 401 lts./seg. 623.4 g.p.m.

Nivel dinámico	28.49	
hf. en la conducción	.75	
Altura de bombeo	<u>3.00</u>	
Suma	32.24 m.	105.8 pies

Pérdidas en la columna de la bomba .28 pies

Bomba #2 diámetro del impulsor 12"

Modelo	efc.	h	# pasos	H	Hp/p	HP.
12-c	76.5	59	2	118	13	30

El motor, interruptor de cuchillas, aparato de arranque y transformador serán idénticos a los usados en el pozo #10.

CENTRAL DE BOMBEO.

Para la central de bombeo, se usará un equipo consistente en 4 bombas centrífugas, acoplables a motor eléctrico, dando cada una de ellas un gasto igual a $1/3$ del -- gasto horario promedio, a fin de que siempre haya una bomba de repuesto. Esto es, se necesitan cuatro bombas para elevar 235 lts./seg. contra una altura total de 37 m.

Se eligen cuatro moto-bombas eléctricas de la marca Fairbanks Morse, con las siguientes características:

Bomba de un paso, de impulsor abierto mod. 5813, - de 10", con motor horizontal tipo C.S.P. Motiem a prueba - de goteo, jaula de ardilla de diseño nema B., con chumace- ras de balas prelubricadas de 150 H.P. a 1750 R.P.M., co- rriente alterna de 440 volts. y 60 ciclos.

Son necesarios también, cuatro aparatos de arran-- que a voltaje reducido de operación manual con las siguien- tes características:

Ref.	HP	Volts.	Tamaño	Ciclos
362-120	150	440	5	60

Cuatro interruptores de cuchillas, y finalmente -- tres transformadores -de modo que siempre haya uno de re- puesto- con las siguientes características:

Transformador de distribución en aceite y de enfria- miento propio de 13860-13200 Volts delta en alta, trifá- sico, con aisladores de alta montados en la tapa, para 500 KVa. con ref. No. 211-329.

La localización de la central de bombeo, se lleva a cabo haciendo un estudio del plano topográfico donde a- parecen la zona de captación, el tanque de almacenamiento y finalmente la fábrica. En este caso, se tuvo en consi-

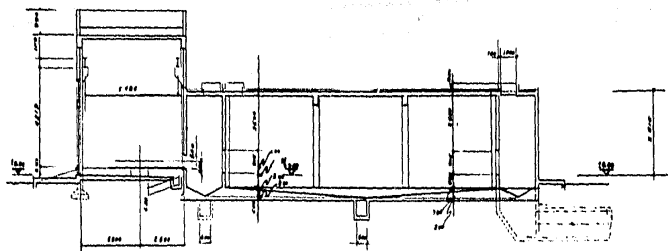
deración el costo del bombeo, entonces, se localizó la central de bombeo de tal modo que la cota 0.000 del piso de ésta, fuera la 1880.00 de las casetas de bombeo de los pozos.

La central de bombeo consiste en una cámara de llegada del agua, donde ésta pierde velocidad, de aquí pasa a dos tanques gemelos con capacidad c/y de 432 M3.- En estos dos tanques, se dejará una altura de unos 60 cm. de agua que servirá como desarenador. Los dos tanques así como la cámara de llegada, serán de concreto armado.

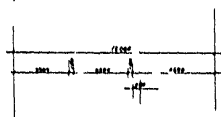
Tanto a la entrada como a la salida de ambas cámaras, habrá dos válvulas de compuerta rectangulares de 914 x 914 mm. (36" x 36") accionadas desde el techo.

A la salida de estos tanques, habrá una segunda cámara que servirá para distribuir el agua a la succión del equipo de bombeo; esta cámara también será de concreto armado.

A continuación, estará el cuarto de máquinas donde se alejarán las bombas, motores eléctricos, tableros de control, transformadores eléctricos, así como una grúa viajera.



CORTE



PLANTA

ACOTACIONES EN MM.



U.N.A.M.
 ESCUELA NAL. DE INGENIEROS
 CENTRAL DE
 BOMBEO
 TESIS PROFESIONAL
 ANGEL DIAZ ZUBIETA MEXICO 1957

ALMACENAMIENTO

El tanque de almacenamiento que satisficiera tal función, es decir, que tuviera un volumen mínimo igual al necesario para satisfacer las demandas durante 24 horas, sería una obra totalmente antieconómica. En vista de esto, se buscará la capacidad mínima necesaria.

Debido al tipo de industria, se nota la necesidad de tener almacenado un cierto volumen de agua a fin de combatir cualquier conflagración, ahora bien, ya que la magnitud de un incendio así como su duración, son muy difíciles de prever en este caso particular, supongámosle una duración de 8 horas, trabajando 8 mangueras standard con gasto de 16 lts./seg. cada una.

Se tiene:

$$16 \times 8 \times 3600 = 460800 \text{ lts./hora.}$$

$$460800 \times 8 = 3686400$$

La capacidad del tanque, será de 3686 M3.

Debido a causas de índole topográfica y económica, esta última sobre todo, se decidió ligar al tanque de almacenamiento con el acueducto troncal, por medio de una línea de 762 mm. 30", en lugar de hacer pasar la línea troncal hasta él.

Teniendo en cuenta lo anterior, el tanque no sería propiamente un regulador, sino más bien, un tanque de excedentes, ahora bien, considerando su posición relativa respecto a los otros elementos del abastecimiento, concedamos con las debidas reservas, que este tanque, hace las funciones de regularizador, y procedamos a analizar su funcionamiento como tal.

Como se notará en la tabla anexa, el % horario de demandas es más o menos cercano al 100% y se repite con cierta periodicidad; entonces, a fin de tener un volumen mínimo, se estudiará el caso con bombeo durante las 24 ho-

ras del día.

Tenemos, que el coeficiente de regularización será $47.2 + 17.6 = 64.8\%$ de donde tenemos que la capacidad mínima necesaria de regularización será de 64.8% de la demanda media horaria, esto es: $.648 \times 705 \times 3600 = 1644624$ litros = 1645 M^3 .

Entonces la capacidad total del tanque será de:

$$3686 + 1645 = 5331 \text{ M}^3.$$

Al ejecutarse la construcción del tanque, será conveniente considerar un 10% más de la capacidad por la que se calculó, a fin de que por medio de un sistema de flotador y alarma se enteren en la central de bombeo y se tomen las medidas pertinentes; también, es necesario que tenga un vertidor capaz de desalojar un gasto igual al de entrada, para prevenir el caso en que se excediera la capacidad extra del tanque.

Horas	Demanda en %	BOMBEO en %	Diferencia %	Diferencias a- cumulativas en	
				+	-
0-1	78.7	100	+ 21.3	21.3	
1-2	78.7	"	+ 21.3	42.3	
2-3	116	"	- 16	26.6	
3-4	122	"	- 22	4.6	
4-5	78.7	"	+ 21.3	25.9	
5-6	78.7	"	+ 21.3	47.2	
6-7	116	"	- 16	31.2	
7-8	122	"	- 22	9.2	
8-9	80.4	"	+ 19.6	28.8	
9-10	101	"	- 1	27.8	
10-11	116	"	- 16	11.8	
11-12	124	"	- 24		- 12.2
12-13	78.7	"	+ 21.3	9.1	
13-14	78.7	"	+ 21.3	20.4	
14-15	116	"	- 16	4.4	
15-16	122	"	- 22		- 17.6
16-17	80.8	"	+ 19.2	1.6	
17-18	78.7	"	+ 21.3	22.9	
18-19	116	"	- 16	6.9	
19-20	122	"	- 22		- 15.1
20-21	78.7	"	+ 21.3	6.2	
21-22	78.7	"	+ 21.3	27.5	
22-23	116	"	- 16	11.5	
23-24	122	"	- 22		- 10.5

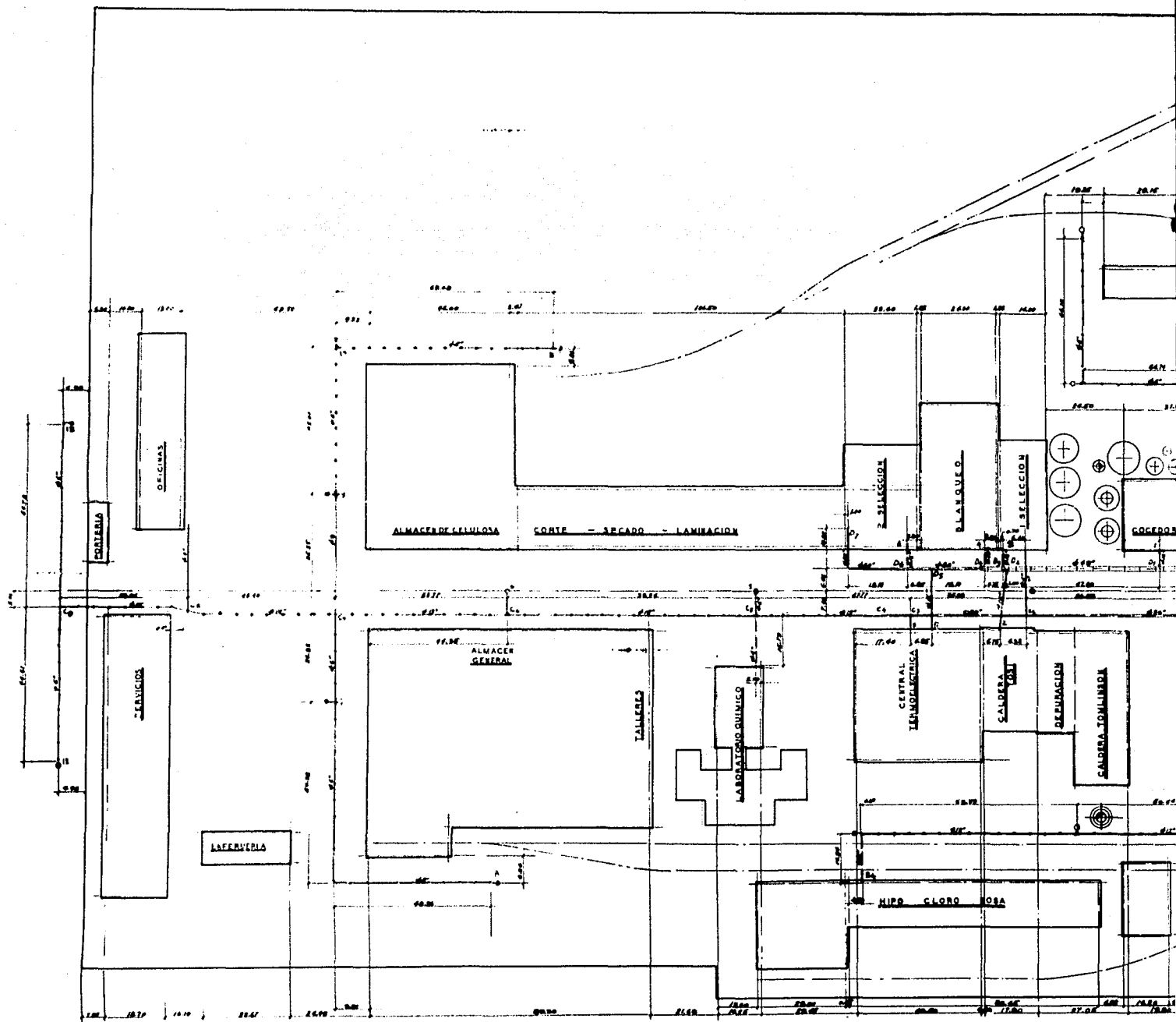
CALCULO DE LA RED DE DISTRIBUCION.

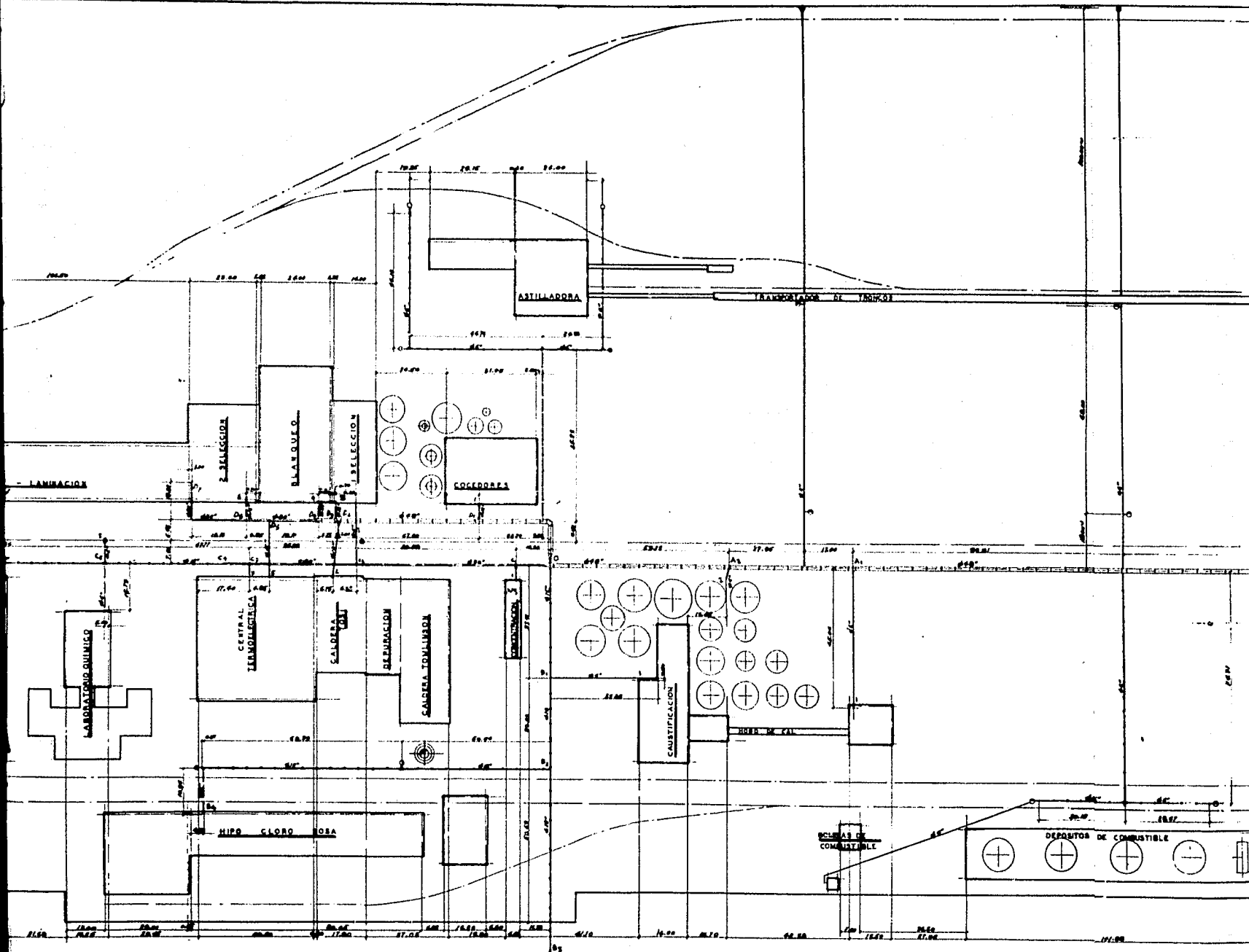
Ramal	Tramo	Longitud	Diam.	Gasto	Meta	Cota Piezom.	Cota del Terreno	Carga Disponible
D	D7-D6	31.94	20"	120	.03	2016.71	1994.26	22.45
	D6-6	8.20	16"	70	.01	2016.73	"	22.47
	D5-D6	6.85	30"	190	Desp.	2016.74	"	22.48
	D5- 5	24.00	16"	65	.025	2016.72	"	22.46
	D4-D5	18.10	30"	255	.012	2016.73	"	22.47
	D4- 4	7.50	24"	185	Desp.	2016.74	"	22.48
	D3-D4	5.73	48"	440	Desp.	2016.74	"	22.48
	D3- 3	12.20	16"	60	Desp.	2016.74	"	22.48
	D2-D3	1.00	48"	500	Desp.	2016.74	"	22.48
	D2- 2	25.30	16"	68	.025	2016.71	"	22.45
	D1-D2	47.60	48"	568	Desp.	2016.74	"	22.48
	D1- 1	11.60	12"	50	.032	2016.71	"	22.45
	O-D1	39.23	48"	618	Desp.	2016.74	"	22.48
G	G3-G4	9.05	30"	20	Desp.	2016.74	1994.26	22.48
	G3- 3	15.25	16"	60	.013	2016.73	"	22.47
	G2-G3	35.98	30"	80	Desp.	2016.74	"	22.48
	G2- 2	25.76	6"	12	.15	2016.59	"	22.33
	G1-G2	56.28	30"	92	Desp.	2016.74	"	22.48
	G1- 1	13.20	16"	57	.01	2016.73	"	22.47
	O -C1	12.23	30"	149	Desp.	2016.74	"	22.48
B	B2-B4	65.50	12"	40	0.11	2016.55	1994.26	22.19
	B2-B3	134.57	12"	30	0.12	2016.54	"	22.18
	B1-B2	30.23	16"	70	0.03	2016.66	"	22.40
	B1- 1	35.35	4"	8	0.85	2015.84	"	21.58
	O -B1	37.41	16"	78	0.05	2016.69	"	22.43
A	O -A2	59.72	48"	845	Desp.	2016.74	1994.26	22.48
	A2- 2	7.0	4"	10	0.25	2016.49	"	22.23
	A2-A1	44.95	48"	855	Desp.	2016.74	"	22.48
	A1- 1	45.05	6"	18	0.650	2016.09	"	21.83

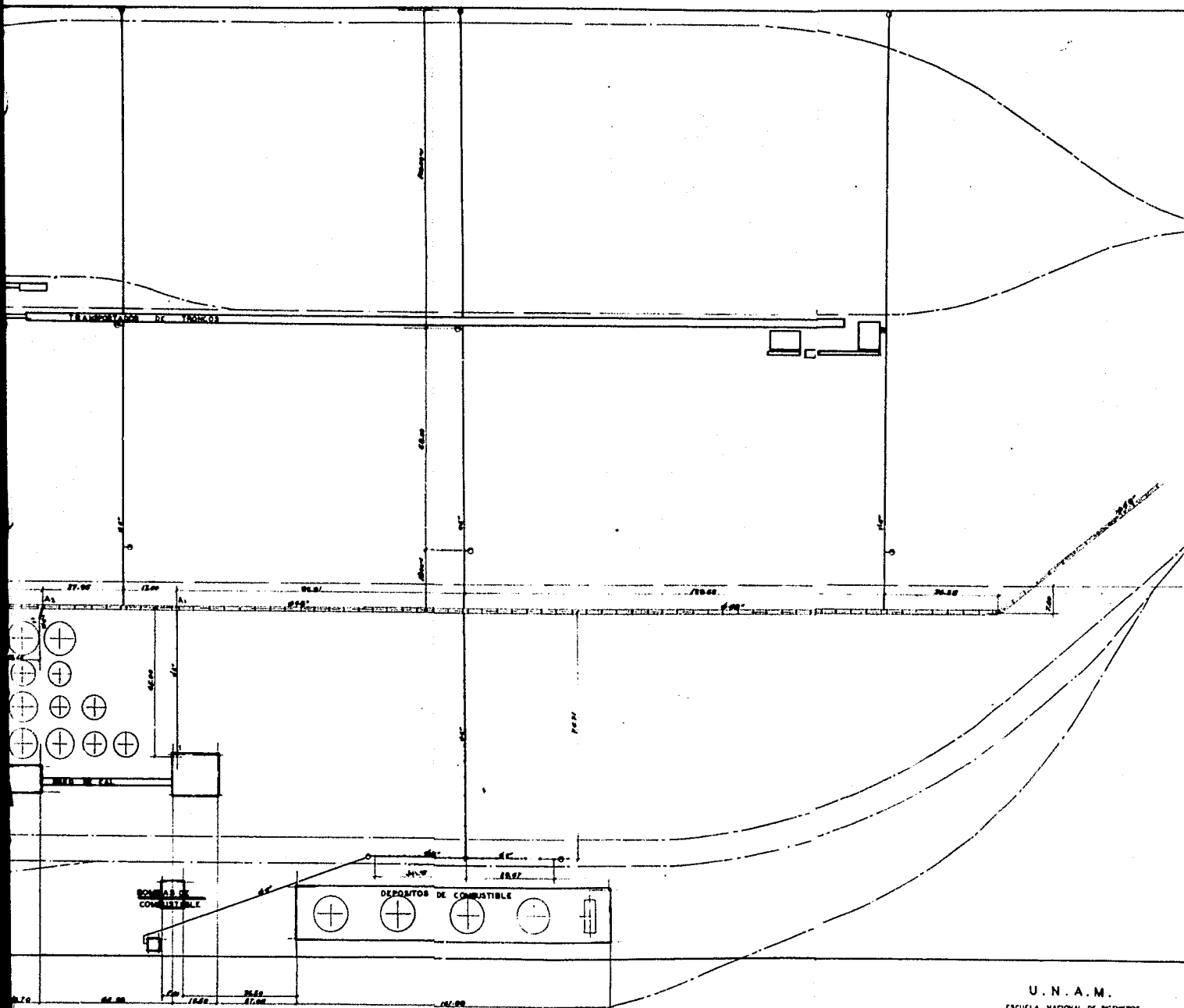
REVISION de la Líneas de Hidrantes que parten de la rama C en

el interior de la Fábrica. (Suponiendose el caso más desfavorable, es decir, trabajando todos.)

Ramal	Tramo	Longitud	Diam.	Gasto	Hneta.	Carga.
						Disponible.
C	C9-13	54.78	6"	32	2.40	7.79
	C9-12	44.61	6"	32	1.95	8.24
	C9-C8	39.86	10"	64	.49	10.19
	C8-C7	45.40	10"	64	.50	10.68
	11-10	68.48	6"	32	3.40	3.12
	10- 9	45.01	6"	64	8.00	0.28
	9-C7	35.35	8"	96	2.90	8.28
	8-7	103.24	6"	32	4.20	2.28
	7-C7	25.82	6"	64	4.70	6.48
	C7-C6	53.77	12"	224	2.7	11.18
	C6- 6	7.00	6"	32	0.20	13.68
	C6-C5	79.74	12"	256	4.8	13.88
	C5- 5	7.00	6"	32	0.20	18.48
	C5-C4	40.88	12"	288	3.80	18.68
	C4	-	-	-	-	22.48







U.N.A.M.
 ESCUELA NACIONAL DE INGENIEROS
 PLANO DE
 DISTRIBUCION
 TESIS PROFESIONAL
 Angel Luis Zabala MEXICO 1957.

COSTOS Y PRESUPUESTO PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA DE LA FABRICA DE CELULOSA DE CHIHUAHUA.

Concepto.	Cantidad.	Unidad	Precio unitario	Importa
Perforación pozo	1085	m.	\$ 250.00	\$271,250.00
Ademe y M/de obra	1085	m.	240.00	172,515.00
Casetas de bombas	16	pza.	6,725.00	107,600.00
Transformadores eléctricos 45 Kva.	16	pza.	14,711.00	235,376.00
Venturímetros	16	pza.	630.00	10,080.00
Medidores de nivel	16	pza.	1,125.00	18,000.00
Cabezal de descarga 24" x 10"	16	pza.	8,235.00	131,760.00
Columna	145	tramo	2,780.00	403,100.00
Primer Tazón de 14"	5	pza.	5,175.00	25,875.00
Tazón adicional 14"	4	pza.	1,947.00	7,788.00
Primer Tazón de 12"	11	pza.	4,760.00	52,360.00
Tazón adicional 12"	11	pza.	1,685.00	18,535.00
Tubería de succión de 10"	16	pza.	1,160.00	18,560.00
Colador de 10"	16	pza.	835.00	13,360.00
Válvulo de desfogue 8"	16	pza.	849.00	13,584.00
Válvula de "check" 10"	16	pza.	1,274.00	29,384.00
Válvula de salida 10"	16	pza.	1,463.00	23,408.00
Motor I.E.M. 50 H.P.	4	pza.	16,377.00	65,508.00
Motor I.E.M. 40 H.P.	8	pza.	14,747.00	117,976.00
Motor I.E.M. 30 H.P.	4	pza.	11,527.00	46,108.00

Concepto.	Cantidad.	Unidad.	precio unitario	Importa.
Interruptor de cuchillas.	16	pza.	\$ 1,580.00	\$ 25,280.00
Aparato de arranque I. E.M. ref. 362-106 tama ño 2.	4	pza.	3,543.00	14,172.00
Aparato de arranque I. E.M. ref. 362-110 tama ño 3.	12	pza.	3,759.00	45,108.00
Excavación cepas líneas 14" (1.04 m ³ /m).	1233.20	m3.	3.60	4,439.52
Excavación cepas líneas 16" (1.10 m ³ /m).	3055.15	m3.	3.60	10,998.54
Tubería extremos lisos fo.fo. de 14"	1186.73	m.	157.85	187,424.33
Juntas Gibault 14" com pletas.	250	pza.	170.75	42,687.50
Tubería extremos lisos fo.fo. de 16"	2761.40	m.	179.95	469,913.93
Juntas Gibault 16" com pletas.	575	pza.	204.95	117,846.25
Tendido junteo y prue- ba tubería fo.fo. 14"	310.43	m.	17.50	5,432.53
Tendido junteo y prue- ba tubería fo.fo. 16"	1879.61	m.	21.25	38,029.21
Excavación cepas tubo concreto 30"	581.02	m3.	3.65	2,120.72
Excavación cepas tubo concreto 36"	1584.8	m3.	3.65	5,784.52
Excavación cepas tubo concreto 48"	1640.6	m3.	3.65	5,331.19

Concepto	Cantidad	Unidad	precio unitario	importa
Tubería de concreto reforzado de (30") 762 mm.	315.65	m.	\$ 375.00	\$118,368.75
Tubería de concreto reforzado de (36") 914 mm.	460.41	m.	425.00	195,674.25
Tubería de concreto reforzado de (48") 1218 mm.	539.68	m.	550.00	296,824.00
Válvula con brida - de 30"	3	pza.	16,050.00	48,150.00
Tendido junteo y -- prueba de tubería - de 30"	315.65	m.	35.15	11,095.10
Tendido junteo y -- prueba de tubería de 36"	460.61	m.	40.60	18,700.76
Tendido junteo y - prueba de tubería de 48"	539.68	m.	51.25	27,658.60
Relleno y apisonado de cepas de toda la zona de captación	7205.3	m3.	1.20	8,646.36
CENTRAL DE BOMBEO.				
Super estructura de concreto armado cos to total	307	m3.	350.00	107,450.00
Muros de block de - concreto .40 x .20	374.4	m2.	26.80	10,033.92

Concepto	Cantidad	Unidad	precio unitario	importa
Herrería y ventanería	67.8	m2.	\$ 100.00	\$ 6,780.00
Pisos de mosaico	324	m2.	12.00	3,888.00
Drenajes	54.28	m.	30.60	1,660.96
Compuertas (36"x36")	8	pza.	17,230.00	137,840.00
Válvulas para desa- güar de 6"	3	pza.	590.20	1,770.60
Válvulas a la llega- da de las bombas de 10"	4	pza.	1,463.00	5,852.00
Bomba Mod. 5813 de 10" Fairbanks Morse	4	pza.	18,175.00	72,700.00
Motor I.E.M. 150 H.P.	4	pza.	37,738.00	150,952.00
Válvula Check 10"	4	pza.	1,274.00	9,096.00
Válvula de compuerta a la salida de la bomba 10"	4	pza.	1,463.00	5,852.00
Transformador de 500 Kva ref. 211-329	3	pza.	78,915.00	236,745.00
Interruptor de cuchil- las.	4	pza.	1,580.00	6,320.00
Aparato de arranque I. E.M. ref. 362-120 tama- ño 5.	4	pza.	7,445.00	29,780.00
Tubo colector del gasto de las bombas (Lámina de 1/4")	1	pza.	7,120.00	7,120.00
Venturímetro lámina de 1/4"	1	pza.	6,125.00	6,125.00

Concepto.	Cantidad	Unidad	precio unitario	importa
-----------	----------	--------	--------------------	---------

LINEA DE LA CENTRAL DE
BOMBEO A LA FABRICA.

Excavación:

En tierra	995.80	m3.	\$ 3.65	\$ 3,634.67
En tepetate	2365.3	m3.	9.35	22,115.55
En roca suelta	416.0	m3.	7.70	3,203.20
En roca	1224.7	m3.	16.25	19,901.37

Tubo Lock Joint pre-
fatigado de 1218 mm.
(48")

1086.20	m.	1,050.00	114,051.00
---------	----	----------	------------

Colocación y prueba
del mismo.

1086.20	m.	51.25	55,667.75
---------	----	-------	-----------

Relleno y apisonado

3561.10	m3.	1.20	4,381.32
---------	-----	------	----------

Válvula de 36"

2	pza.	19,865.00	39,730.00
---	------	-----------	-----------

Válvula de 30"

2	pza.	16,050.00	32,100.00
---	------	-----------	-----------

RAMAL AL TANQUE DE
ALMACENAMIENTO.

Excavación:

En tierra	64.8	m3.	3.65	235.52
En tepetate	120.7	m3.	9.35	1,128.54
En roca suelta	73.0	m3.	7.70	562.10
En roca	162.3	m3.	16.25	2,637.37

Tubería Lock Joint
prefatigada de 30"

333.4	m.	650.00	216,710.00
-------	----	--------	------------

Colocación y prue-
ba de la misma

333.4	m.	35.15	11,719.00
-------	----	-------	-----------

Relleno y apisonado

270.5	m3.	1.20	324.60
-------	-----	------	--------

Válvula de 30"

1	pza.	16,050.00	16,050.00
---	------	-----------	-----------

Concepto	Cantidad	Unidad	precio unitario	importa
Tanque de concreto armado	433.84	m3.	\$ 350.00	\$151,844.00
LINEAS INTERIORES DE LA FABRICA.				
Excavación en roca	646.15	m3.	16.25	10,499.94
Tubería Lock Joint prefatigada de 48"	96.60	m.	1,050.00	101,430.00
Colocación y prueba de la misma	96.60	m.	51.25	4,950.75
Tubería Lock Joint prefatigada de 30"	93.0	m.	375.00	34,875.00
Colocación y prueba de la misma	93.0	m.	35.15	3,268.95
Tubo lámina de -- 30" x 1/4"	24.95	m.	393.50	9,817.82
Tubo lámina de -- 24" x 1/4"	7.50	m.	315.00	2,362.50
Tubo lámina de -- 20" x 1/4"	31.94	m.	261.50	8,352.31
Tubo fo.fo. 16"	165.79	m.	179.95	29,833.91
Tubo fo.fo. 12"	386.98	m.	125.80	48,628.08
Tubo fo.fo. 10"	85.26	m.	110.05	9,382.86
Tubo fo.fo. 6"	70.80	m.	53.75	3,805.50
Tubo fo.fo. 4"	42.35	m.	41.80	1,770.23
Junta Gibault completa 16"	36	pza.	204.95	7,378.20

Concepto.	Cantidad	Unidad	precio unitario	Importa
Junta Gibault completa 12"	84	pza.	\$ 170.75	\$ 14,343.00
Junta Gibault completa 10"	21	pza.	123.70	2,597.70
Junta Gibault completa 6"	18	pza.	65.30	1,175.40
Junta Gibault completa 4"	10	pza.	49.95	499.50
Colocación y prueba.				
Tubería de 16"	165.79	m.	21.25	3,523.04
Tubería de 12"	386.98	m.	14.50	5,611.21
Tubería de 10"	85.26	m.	12.25	1,044.43
Tubería de 6"	70.80	m.	8.30	587.64
Tubería de 4"	42.35	m.	5.65	239.28
Líneas interiores.				
Válvulas 16"	1	pza.	4,963.00	4,963.00
Válvulas 12"	2	pza.	2,150.00	4,301.70
Válvulas 8"	2	pza.	849.00	1,698.00
Válvulas 6"	9	pza.	590.20	5,311.80
Válvulas 4"	1	pza.	405.15	405.15
Líneas de Hidrantes.				
Excavación en tierra	351.60	m3.	3.65	1,283.34
Excavación en tepetate	98.36	m3.	9.35	919.67

Tubo fo.fo. 8"	90.58	m.	\$ 76.85	\$ 6,961.07
Tubo fo.fo. 6"	1148.55	m.	53.75	61,734.56
Juntas Gibault completas 8"	22	pza.	89.75	1,974.50
Juntas Gibault completas 6"	248	pza.	65.30	16,194.40
Colocación y prueba.				
Tubería fo.fo. 8"	90.58	m.	9.90	896.74
Tubería fo.fo. 6"	1148.55	m.	8.30	9,532.96
Relleno de cepas	360	m3.	1.20	432.00
Hidrantes	27	pza.	2,135.50	57,658.50
S U M A				\$ 6'483,080.17
Imprevistos 5%				324,154.01
Utilidad 10%				648,308.02
Gastos de Administración 6%.				388,984.81
T O T A L.....				\$ 7'844,527.01

Para la elección del tipo de tubo que se va a usar en una conducción de importancia, deben tenerse en cuenta los siguientes factores: El costo inicial, la duración del período de amortización, la capacidad de la conducción, la clase de agua que deberá conducirse, así como la posible acción de ésta sobre el material del tubo. Concretando, la solución de este problema consiste en elegir un tubo cuyo material y tamaño, determinen el menor costo anual.

Ahora bien, analicemos algunos tipos de tubos:

Tubo de fierro fundido.

Ventajas.- Debido a su espesor, ofrece bastante resistencia a la corrosión, a los deterioros que pudiera ocasionar su manejo, a las cargas de terraplenes, al vacío -- que suele presentarse al vaciar la tubería; otras ventajas son, su gran duración, buenas condiciones de escurrimiento si se protegen debidamente, así como la ejecución del junteo con mano de obra más barata que tratándose de tuberías de acero.

Desventajas.- La principal es su precio, le sigue su peso, y lógicamente las tarifas de transporte que son altas; además cuando conducen agua blanda, se forman tubérculos que llegan a reducir hasta en un 70% su capacidad de escurrimiento; son también susceptibles a la corrosión externa cuando se colocan en terreno ácido, es también atacada por la electrólisis; fallan generalmente por punto débil.

Tubería de Lámina Metálica (hierro y acero).

Ventajas.- Las tuberías de este tipo resultan más económicas para secciones grandes que las de fierro fundido. Ofrecen más seguridad que las de fierro fundido, y -- que fallan generalmente por corrosión, en cambio las de fierro fundido, falla por punto débil, ocasionando daños mayores. Además, las tuberías de acero pueden probarse en frío, cosa que no puede hacerse con las de fierro fundido porque se romperían.

Inconvenientes.- Ofrece menor resistencia a la corrosión y a la electrólisis que las tuberías de fierro fundido, tienen poca capacidad para soportar cargas exteriores, además el vacío parcial que suele presentarse al vaciar rápidamente la tubería, suele ocasionar aplastamientos.

Tuberías de asbesto cemento.

Ventajas.- Por no tener elementos metálicos, no los afecta ni la corrosión ni la electrólisis. No se les forman tubérculos y, por lo tanto, no se reduce su capacidad de conducción. Además, permanecen inalterables en los suelos ordinarios y aún en los ácidos. Se pueden cortar con facilidad.

Desventajas.- Podemos decir que no las tienen, pero presentan el inconveniente de su alto costo y que no se fabrican en diámetros grandes.

Tuberías de concreto armado.

Ventajas.- Resistencia a la corrosividad y a la electrólisis, conservan inalterable su capacidad de escurremiento, rapidez en la colocación, flexibilidad en las juntas, resistencia a las cargas exteriores, juntas herméticas, se fabrican en cualquier diámetro, bajo precio.

Desventajas.- Su peso elevado, aumentando desde luego el precio unitario de transporte y colocación, fragilidad en la espiga y en la campana, al presentarse grietas por diferentes causas -defectos de fabricación, manejo inadecuado, presiones excesivas, etc.- el armado puede ser afectado por corrosión, y por electrólisis.

Tuberías de concreto prefatigado.

Ventajas.- Resistencia a la corrosividad y a la electrólisis, conservan inalterable su capacidad de escurremiento, posibilidad de adaptarse a las diferentes presiones de trabajo debidas a las variaciones en el perfil

longitudinal de la línea, flexibilidad en las juntas, rapidez en la colocación, resistencia a las cargas exteriores, juntas herméticas; económicamente compiten en igualdad de circunstancias con las metálicas.

Desventajas.- Al presentarse grietas, ya sea debidas a defecto de fabricación, manejo inadecuado, etc., el cilindro de acero y el armado son afectados por corrosión y por electrólisis, su peso que es superior al de tubos - de lámina de acero.

Tanques de acero.

Ventajas.- Garantizan una impermeabilidad perfecta, su construcción es rápida, se pueden hacer en secciones prefabricadas, menor peso que los de concreto, facilidad de aumentar su capacidad, son desmontables y, por lo tanto, pueden transportarse a otra parte.

Desventajas.- Son afectados por la corrosividad y por la electrólisis, mantenimiento costoso, en su construcción requieren mano de obra especializada, susceptibles de deformarse, desperdicio de material por no encontrarse en el mercado todos los perfiles y secciones de proyecto, ofrece menos protección contra los agentes del intemperismo su costo resulta excesivo tratándose de grandes volúmenes.

Tanques de Concreto.

Ventajas.- Fundamentalmente su costo que compite ventajosamente en igualdad de condiciones con el de tanques de acero, sobre todo tratándose de volúmenes grandes, mano de obra más fácil y más barata que para tanques de acero, - costo de mantenimiento mucho menor, ofrecen mayor protección contra los agentes del intemperismo.

Desventajas.- No son totalmente impermeables; al aparecer grietas el armado es afectado por la corrosividad y por la electrólisis; la congelación puede afectarlos seriamente, pueden presentarse fallas por defectos de colado o de armado, representan una inversión irre recuperable.