

4538

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**ALTERNATIVAS PARA ABASTECER DE AGUA
POTABLE EL POBLADO DE YAVAROS, SON.**

U N I C O

T E S I S

Que para obtener el título de :

I N G E N I E R O C I V I L

p r e s e n t a :

RICARDO MARIN VILLAR

MEXICO, D. F.

1970



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.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

**ALTERNATIVAS PARA ABASTECER DE AGUA
POTABLE EL POBLADO DE YAVAROS, SON.**



TESIS PROFESIONAL

RICARDO MARIN VILLAR

MEXICO, D. F.

1970.



Universidad Nacional
Autónoma de
México

FACULTAD DE INGENIERIA
Depto. de Exams. Profs.
Núm. 40-
Exp. Núm. 40/214.2/1.-

Al Pasante señor Ricardo MARIN VILLAR
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 Ernesto Murguía V., para que lo desarrolle como tesis en su examen profesional de Ingeniero CIVIL.

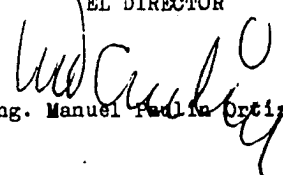
ALTERNATIVAS PARA ABASTECER DE AGUA POTABLE EL
POBLADO DE YAVAROS, SON.

"Se desarrollará el tema bajo los siguientes capítulos principales:

1. Generalidades. Ubicación. Descripción de la población.
2. Descripciones previas.-Necesidades de agua, dotación necesaria. Datos para proyecto.
3. Fuentes de abastecimiento.- Pozo profundo. Planta desalinizadora. Usando línea de abas - tecimiento a Huatabampo.
4. Comentarios y recomendaciones."

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 examen profesional; así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares, en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Muy atentamente,
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
México, D.F. 27 de Abril de 1970
EL DIRECTOR


Ing. Manuel Padilla Ortiz


MPO' MJO' ebg

A MIS PADRES

CON MI CARINO Y GRATITUD

A MI ESPOSA Y A MIS HIJOS

CON MI AMOR

AGRADEZCO AL ING. ERNESTO MURGUA -
VACA SU VALIOSA DIRECCION EN LA ELA
BORACION DE ESTE TRABAJO.

ESTUDIO DE LAS FUENTES DE AGUA POTABLE PARA ABASTECER

AL POBLADO DE YAVAROS, EDO. DE SONORA

1.-	GENERALIDADES	1
1.1.-	UBICACION	1
1.2.-	DATOS CLIMATOLOGICOS	1
1.3.-	DATOS GEOLOGICOS	1
1.4.-	GEOHIDROLOGIA Y FISIOGRAFIA	2
1.5.-	VIAS DE COMUNICACION	2
1.6.-	CONDICIONES ACTUALES DE LA POBLACION	2
1.6.1.-	ASPECTOS GENERALES	3
1.6.2.-	DATOS CENSALES	3
1.6.3.-	SERVICIOS PUBLICOS EXISTENTES	3
1.6.4.-	MATERIALES DE CONSTRUCCION DISPONIBLES	4
1.6.5.-	FUENTES DE VIDA	4
2.-	INVESTIGACIONES PREVIAS	
2.1.-	NECESIDADES DE AGUA	4
2.2.-	DOTACION NECESARIA	4
2.3.-	DATOS DEFINITIVOS PARA PROYECTO	6
3.-	FUENTES DE ABASTECIMIENTO	8
3.1.-	PERFORACION DE UN POZO PROFUNDO	8
3.1.1.-	ESTUDIOS HASTA AHORA REALIZADOS	8

3.2.-	INSTALACION DE UNA PLANTA DESALINIZADORA	9
3.2.1.-	EQUIPO BASICO QUE SE PROPONE	9
3.2.2.-	PRINCIPIOS DE OPERACION	10
3.2.3.-	COSTO ESTIMADO DEL AGUA DESALINIZADA	16
3.3.-	CAPTACION DE LA LINEA QUE ABASTECE A LA CIUDAD DE HUATABAMPO	19
3.4.-	ELECCION DE LA FUENTE	20
4.-	PROYECTO ELEGIDO	20
4.1.-	CONDUCCION.- SISTEMA GRAVEDAD-BOMBEO	20
4.2.-	DESINFECCION	25
4.3.-	REGULARIZACION.- REGIMEN DE BOMBEO	29
4.4.-	PRESUPUESTO	34
5.-	COMENTARIOS Y RECOMENDACIONES	42
	ANEXO 1	45
	ANEXO 2	53
	ANEXO 3	57
	BIBLIOGRAFIA	58

1.- GENERALIDADES

1.1.- UBICACION

Yavaros es un pequeño poblado perteneciente al municipio de Huatabampo en el estado de Sonora. Su localización geográfica aproximada es a -- los 26°42' Latitud Norte y a los 109°48' Longitud Oeste con una altura de 1.0 mt. s.n.m.

1.2.- DATOS CLIMATOLOGICOS

La región tiene un clima subtropical tipo mediterráneo con escasas lluvias en Otoño y algunas en Invierno.

La precipitación pluvial media anual alcanza una altura de 50 a 100 mm.

1.3.- DATOS GEOLOGICOS

En la región superficialmente predominan los depósitos de origen marino. En las partes erosionadas afloran rocas calcáreas marinas constituidas por arenas, gravas y cantos rodados a veces cementados con arcilla y arena fina. Los depósitos recientes consisten de aluvión en los cauces de los arroyos o en los planos de inundación, que provienen de la desintegración de las rocas que constituyen los estratos erosionados.

1.4.- GEOHIDROLOGIA Y FISIOGRAFIA

Geohidrología.- Los depósitos recientes que se encuentran en la zona de los arroyos, son de permeabilidad alta y permiten la infiltración en escala favorable para la acumulación de agua, en las zonas de depósito de grano fino y en las rocas sedimentarias arcillosas, la permeabilidad es baja o sea en los lomeríos la infiltración es mínima y no permite la formación de -- acuíferos en escala aprovechable.

Fisiografía.- El lugar de referencia se encuentra localizado en la parte sur del estado, hidrográficamente se encuentra comprendido en la cuenca del río Mayo cerca de su desembocadura, perteneciente a la vertiente del - Pacífico; Gromorfológicamente la zona es de edad joven; superficialmente el - terreno está surcado por pequeños arroyos con cauces en V, con pendiente suave en la población y sus alrededores, observándose lomas de escasa elevación surcados por cauces de corrientes de poca profundidad.

1.5.- VIAS DE COMUNICACION

Para llegar a la población antes mencionada, parte una carretera vecinal de terracería de Huatabampo, Son., teniendo una longitud de 21 Kms. o bien por la vía marítima en los barcos que recorren el litoral del Pacífico.

1.6.- CONDICIONES ACTUALES DE LA POBLACION

1.6.1.- ASPECTOS GENERALES

La gran mayoría de sus calles son sin traza alguna y de terracería. El 50 por ciento de las construcciones son de tabique y techos de teja, - el 40 por ciento de madera y el 10 por ciento de mampostería. El terreno en general se puede decir que es semiplano, teniendo como elevación más próxima -- una loma de 10 mts. de altura.

1.6.2.- DATOS CENSALES

En los últimos censos efectuados en esta localidad, han arrojado las siguientes cifras:

En el año de 1950 se registraron 720 habitantes

En el año de 1960 se registraron 1092 habitantes

En el año de 1969 se registraron 2000 habitantes (estimado)

1.6.3.- SERVICIOS PUBLICOS EXISTENTES

Actualmente el poblado se abastece de agua para su uso doméstico e industrial, por medio de pipas que acarrean el agua desde la ciudad de Huatabampo y la vacían en un depósito metálico con capacidad de 30,000 lts. y de ahí es distribuida para los consumos domésticos del poblado en tanques de 200 lts. Ultimamente se iniciaron los trabajos de electrificación del poblado. -- Tienen una escuela primaria rural hasta 6o. grado. No cuentan con servicio de alcantarillado. Existe teléfono y telégrafo.

1.6.4.- MATERIALES DE CONSTRUCCION DISPONIBLES

Existen piedra, grava y arena a 30 Kms. de distancia de la población en bancos naturales.

1.6.5.- FUENTES DE VIDA

La principal ocupación del poblado es la pesca de camarón y ésta se realiza de los meses de Septiembre a Noviembre.

Existen dos cooperativas pesqueras las cuales se encargan de traer el agua de Huatabampo por medio de las pipas ya mencionadas.

2.- INVESTIGACIONES PREVIAS.

2.1.- NECESIDADES DE AGUA

Al iniciar el proyecto de abastecimiento de agua potable para una determinada población, es necesario hacer un estudio de los diferentes tipos de consumo que se tienen y que se tendrán.

2.2.- DOTACION NECESARIA

El promedio de consumo de agua por habitante varía ampliamente en las ciudades de América; una estadística reciente da cifras variables en—

tre 150 y 200 Litros 1/hab. 1 día.

Tales variaciones dependen de ciertos factores importantes, entre ellos magnitud de la población, clima, costumbres de la localidad, así como medios, caracteres de la población, características e importancia de los establecimientos industriales, calidad del agua, costo del agua, existencia de red de alcantarillado, posibilidad de tener o no tener medidores las tomas domiciliarias.

Tomando en cuenta los puntos explicados anteriormente y además la altitud sobre el nivel del mar de la localidad, así como las fugas y desperdicios, se ha elegido para este proyecto una dotación de 200 Lts/hab/día.

Se tiene una clasificación hecha por el Ing. Lauro Reynoso T. de dotaciones para proyectos de agua potable, de las localidades urbanas de la República Mexicana, las cuales están basadas en los estudios hechos por dicho ingeniero y están dadas en forma de la magnitud de la población y del clima, así como de tablas hechas por autores de otros países, con las cuales se puede tener idea de la dotación por asignar a una determinada población, las que aparecen en el Anexo No. 1.

Consumo Medio Diario. - Es el gasto de litros por segundo que demanda una población en función del número de habitantes y la dotación asignada a cada uno.

$$Q_{m.d.} = Q_{\text{medio diario}} = Q_{\text{medio anual}} = \frac{\text{Dotación} \times \text{Población Proyecto}}{\text{Número de segundos del día}}$$

Variaciones del Consumo de Agua. - El consumo de agua durante el año no es constante, varía principalmente en función de las condiciones del -

clima, magnitud de la población, costumbres de los usuarios, etc. En un cierto día del año (en Verano) se presenta el máximo consumo diario o sea el gasto máximo diario y en ese día se presenta el máximo consumo horario o sea el gasto máximo horario.

Para obtener el Q máximo diario = Q máx.d. se tiene un coeficiente de variación diaria que de estudios realizados anteriormente varía del 1.2 al 1.8 del Q m.d.

Igualmente existe un coeficiente de variación para el consumo o Gasto máximo horario = Q máx.h. el cual varía de 1.5 a 2.0 del Q m.d.

Con el gasto máximo diario se hace el diseño de la obra de captación, de la línea de conducción y la determinación de la capacidad del tanque de regulación o de almacenamiento.

Para el proyecto de localidades urbanas se recomienda usar como coeficiente de variación diaria el valor de 1.2.

Con el gasto máximo horario se hace el cálculo hidráulico de la red de distribución y se recomienda usar el valor de 1.5 como coeficiente de variación horario en el proyecto de localidades urbanas.

2.3.- DATOS DEFINITIVOS PARA PROYECTO.

Dotación de: 200 Lts/hab/día.

Población Proyecto.- (Para futuros 10 años)

Método Aritmético	2737 habitantes
Método Geométrico	3560 habitantes
Método Gráfico	3800 habitantes
	<u>10097 habitantes</u>

$$\text{Prom.} = \frac{10,097}{3} = \underline{3,365}$$

Población Proyecto = 3500 habitantes.

Para conocer las cifras obtenidas mediante los tres métodos antes citados ver el Anexo No. 2.

Consumo Medio diario.-

$$Q \text{ m.d.} = \frac{200 \text{ Lts} \times 3500 \text{ habitantes}}{86,400 \text{ seg.}} = \frac{700,000}{86,400} =$$

$$Q \text{ m.d.} = 8.1 \text{ Lts/seg.}$$

Consumo Máximo diario.-

$$Q \text{ máx.d.} = 8.1 (1.2) = 9.72 \text{ Lts/seg.}$$

Consumo Máximo horario.-

$$Q \text{ máx.h.} = 9.72 (1.5) = 14.58 \text{ Lts/seg.}$$

Coefficiente de Variación diaria = 1.2

Coefficiente de Variación horaria = 1.5

A continuación se presenta un estudio de tres posibles soluciones para el abastecimiento de agua potable del poblado de Yavaros.

3.- FUENTES DE ABASTECIMIENTO.

3.1.- PERFORACION DE UN POZO PROFUNDO.

3.1.1.- ESTUDIOS HASTA AHORA REALIZADOS

En relación a esta primera solución para abastecer de agua potable al poblado de Yavaros, se recurrió a los estudios realizados por dos dependencias del gobierno que se encargan en nuestro país de proyectar y construir abastecimientos de agua potable para los diferentes estados de la República, y que son la Comisión Constructora e Ingeniería Sanitaria de la S.S.A. y la Secretaría de Recursos Hidráulicos, las cuales obtuvieron los siguientes resultados:

La primera dependencia estudió conscientemente la zona y procedió a realizar cinco sondeos con métodos geofísicos y de estos obtuvo que en el sitio del sondeo número 4 localizado al noroeste del poblado y a una distancia de 8 Km. aproximadamente del mismo, sería el punto más indicado en el cual se podría perforar el pozo con una profundidad por el orden de los 180.0 mts., observando además medianas posibilidades de éxito debido a la proximidad del agua de mar.

La segunda dependencia después de haber estudiado cuidadosamente la zona, informa que en este lugar por el hecho de encontrarse sobre la -- costa, la influencia de las aguas saladas del mar hacia el subsuelo es muy -- fuerte, lo que trae como consecuencia que existan acuíferos de aguas salobres no aceptables para el consumo de los moradores.

Por lo mismo las condiciones geohidrológicas son desfavorables para emprender obras de tipo de pozos profundos.

3.2.- INSTALACION DE UNA PLANTA DESALINIZADORA

Para el desarrollo de este punto, se tomó como ayuda el proyecto de una planta desalinizadora hecho para un poblado del Territorio de Baja California por la compañía Stearns-Roger Corporation de Denver, Colorado, --- E.U.A., por el hecho de existir gran similitud en las necesidades de ambos poblados.

Dicha planta está compuesta del siguiente equipo:

3.2.1.- EQUIPO BASICO QUE SE PROPONE:

Un sistema de evaporación de agua de mar de múltiple efecto --- (seis pasos) de 105,000 Lbs/hr. de capacidad (13.3 Lts/seg. netos de agua destilada).

El tren de evaporación para el desalado del agua de mar, deberá tener su equipo auxiliar adicional que consta de un deaerador, un sistema de eliminación de carbonato, un sistema de adición de reactivos químicos, un condensador barométrico, una bomba de vacío, instrumentos, controles, tubería, - válvulas, sistema de carga que incluye dos bombas de carga, una bomba de alimentación al deaerador, una bomba para agua aereada, una bomba de producto, - seis bombas para agua de mar y agua de mar concentrada.

Además una caldera de 25,000 Lbs/hr. de vapor de 30 psig. que -

utilice combustóleo (diesel) como combustible. Este equipo deberá tener su --
tanque de almacenamiento para el combustible, una bomba para el manejo del --
combustible y otra para alimentación de éste a la caldera.

3.2.2.- PRINCIPIOS DE OPERACION

El tren de evaporadores de múltiple efecto de película deslizante consta de seis efectos, todos los cuales recuperan calor y un condensador final de productos que elimina el valor. El evaporador de película obtiene el vapor de calentamiento de una fuente externa. Esta fuente pueden ser calderas que utilicen aceite como combustible, calor de turbinas de extracción o vapor obtenido de un sistema de recuperación de calor de los gases de turbinas de gas o máquinas diesel.

El evaporador requiere vapor saturado de 250°F a 29.8 Psig.

El condensador final se alimenta con agua de mar a una presión de 15 psig. La alimentación al evaporador puede tomarse del flujo frío o caliente del condensador o de una mezcla de ambos, según sea esto más efectivo o conveniente. El flujo a la planta se fija a un valor apropiado para poder obtener la producción deseada sin tener problemas de sobreconcentración en los últimos efectos. El vapor de calentamiento se alimenta para alcanzar la concentración de diseño en el evaporador de 3.0 veces el volumen normal de agua de mar. Por lo tanto, por cada lb. de agua de mar alimentada, se extraen aproximadamente 0.65 lbs. de agua y 0.35 de concentrado se desechan. Una operación dentro de las concentraciones de diseño asegurará una operación sin --
formación de incrustaciones y con un mínimo de energía de bombeo.

Asegurará también una cantidad mínima de reactivos químicos en relación con el producto obtenido. El agua de mar se dearea para evitar la -- corrosión que resulta del oxígeno disuelto y se descarbonata para evitar la -- formación de incrustaciones de carbonato de calcio o hidróxido de magnesio a altas temperaturas. Esto se logra bajando el PH de la alimentación (inyección de ácido), que libera el bióxido de carbono del ión bicarbonato. El bióxido -- de carbono liberado se elimina por la acción conjunta del vapor de agotamiento y de mantener una baja presión en el deareador-descarbonatador. La eliminación del bióxido de carbono reduce también la tendencia de formación de gases no condensables en los calentadores de los efectos de alta temperatura, la -- que normalmente se debe a la presencia de bióxido de carbono en la corriente de producto. Si el bióxido de carbono no fuese eliminado en el deareador-descarbonatador podría disolverse en el producto, obteniéndose entonces un pro-- ducto corrosivo. El agua de mar se precalienta en intercambiadores de calor -- que calientan la salmuera en los tubos y condensan el producto en la coraza.- El precalentamiento del agua de mar se logra en etapas progresivas a medida -- que el agua de mar fluye hacia el primer efecto. El calentamiento progresivo que así se logra es mucho más efectivo que un solo calentamiento en un amplio rango de diferencias de temperatura.

El vapor de calentamiento es admitido a la coraza del calenta-- dor del primer efecto. El vapor rodea los tubos cediendo calor para la evapo-- ración del agua de mar precalentada y deareada que gravita como una película en la superficie interior de los tubos.

Este calor de vaporación hace hervir al agua de mar, lo que ge-- nera una cantidad de vapor de agua de mar que es aproximadamente igual en pe--

so a la del vapor condensado. La mezcla de la salmuera y vapor pasa del fondo de la calandria al cuerpo del evaporador. Aquí tiene lugar la separación del vapor y del agua de mar concentrada. El tamaño del volumen libre y de las --- áreas de flujo en el cuerpo del evaporador, son de suma importancia para asegurar que la separación se lleve a cabo completamente, obteniéndose así una - agua destilada de alta calidad.

Los efectos están dotados con separadores de malla de alambre - monel para asegurar esta calidad, aún cuando los volúmenes específicos son ex tremadamente grandes a estas bajas presiones. El agua de mar concentrada cae al colector y se bombea a la parte superior del siguiente efecto. El vapor se descarga al cabezal de vapor, en donde una porción del vapor es enviada al ca lentador del siguiente efecto y al precalentador. Aquí, el vapor tiene la mis ma función que la del vapor de calentamiento en el primer efecto.

El condensado de ambos calentadores se colecta y se envía al -- tanque de vaporización, asociado con el efecto. Al entrar al tanque de vapori zación, el condensado es expuesto a la presión más baja del siguiente efecto. Consecuentemente, una porción de líquido (condensado) se vaporiza y se trans forma en vapor; esta vaporización continúa hasta que la temperatura del líqui do baja hasta alcanzar la temperatura de saturación a esa presión, por la eli minación del calor latente de vaporización.

El vapor así producido se agrega al vapor que fluye de ese efec to y se transforma en vapor de calentamiento para el siguiente efecto. El con centrado de agua de mar, alimentado del primer efecto a la parte superior del segundo efecto, es más caliente que la temperatura del punto de ebullición co rrespondiente a la presión del segundo efecto.

Por lo tanto, el agua de mar vaporiza al entrar a la caja de -- agua del segundo efecto y continúa vaporizando hasta que alcanza la temperatura de equilibrio. La mezcla de vapor y salmuera entra a la parte superior de los tubos y forma una película líquida que hierve y gravita como en el primer efecto. Estos procesos esenciales se repiten hasta el sexto efecto, con cada efecto operando a presiones y temperaturas más reducidas.

El vapor que se forma en el sexto efecto se convierte en condensado en el condensador final de superficie a una temperatura de 125°F.

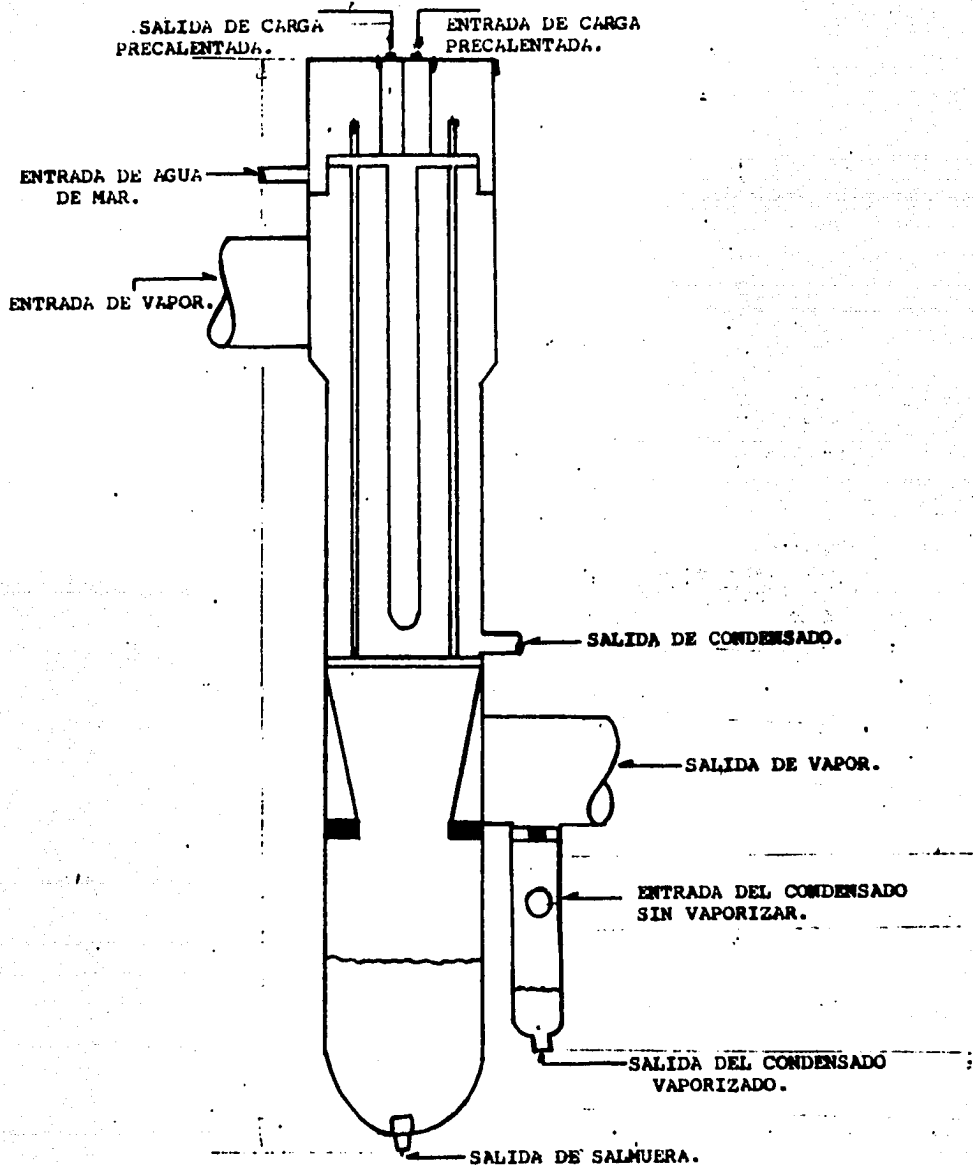
El agua de mar que circula en los tubos, elimina el calor latente que así es eliminado. El resto del agua de mar concentrada y acumulada en el cono del último efecto se bombea al drenaje.

La descripción de la carga vaporizada para todos los evaporadores previamente presentada, es un importante concepto del diseño. Al permitir la vaporización y el enfriamiento del líquido en la parte superior de la caja de agua, se alcanza un máximo en la diferencia de temperatura disponible para la transferencia de calor. En igual forma, la película deslizante permite --- esencialmente una ebullición sin restricciones, ya que la altura hidrostática en el líquido en ebullición es despreciable. La transferencia de calor y masa pueden llevarse a cabo con un mínimo de interferencia debido a la alta transferencia de calor que se logra en este proceso de película deslizante.

La transferencia de calor se debe a la diferencia de temperatura entre el vapor de calentamiento que va en el exterior de los tubos y la -- salmuera líquida que fluye en el interior. La salmuera que vaporiza dentro de los tubos es necesariamente más caliente que el vapor que está siendo producido (de acuerdo con el principio de aumento del punto de ebullición).

Estos factores, junto con aquellos que introducen la irreversibilidad (tales como la falta de alcanzar un equilibrio completo), han sido tomados en consideración en el diseño del evaporador.

A continuación se ilustra con un croquis funcional, los diferentes pasos del tratamiento del agua de mar en el evaporador.



3.2.3.- COSTO ESTIMADO DEL AGUA DESALINIZADA

Los siguientes datos fueron usados para estimar el costo del -- agua destilada obtenida en el tren propuesto de evaporadores de múltiple efecto de película deslizante:

Unidad de capacidad de trescientos mil galones por día

* Producción anual con una capacidad de 300,000 gal/día y un -- factor de servicio de 90 porciento . . 99×10^6 U.S. gal/año.

Demanda de servicios auxiliares

Vapor	16.1×10^7 lb/año
Energía eléctrica	8.1×10^5 KW/año
Acido	14.3×10^4 lb/año
Sosa cáustica	11.9×10^3 lb/año
Polifosfato	4.8×10^3 lb/año

<u>Personal de Operación</u>	<u>No.</u>	<u>Percepción</u> <u>Anual/Operador</u>	<u>Total</u>
Operadores de turno	4	\$ 30,000.00 M.N.	\$120,000.00 M.N.
Mantenimiento	2	30,000.00	60,000.00
			<u>\$180,000.00 M.N.</u>

* El factor de servicio del 90 porciento está basado en los tubos de aleación, las cajas de agua y las bombas.

<u>Personal Administrativo</u>	<u>No.</u>	<u>Percepción</u> <u>Anual/Persona</u>	<u>Total</u>
--------------------------------	------------	---	--------------

Superintendente de la

Planta	1	\$ 90,000.00 M.N.	\$90,000.00 M.N.
--------	---	-------------------	------------------

Precios Unitarios de los Servicios Auxiliares

Vapor	\$5.00 M.N./10 ⁶ BTU
Energía Eléctrica	\$0.3125 M.N./KW
Acido Sulfúrico	\$0.25 M.N./Lb.
Sosa Cáustica	\$0.50 M.N./Lb.
Polifosfato	\$2.50 M.N./Lb.

El costo de mantenimiento 1.5 por ciento de la inversión inicial, permite un cambio completo de los haces de tubería en treinta - años.

Gastos generales de nómina	15 por ciento de supervi sión y mano de obra.
----------------------------	--

COSTO ESTIMADO DEL AGUA DESALINIZADA

90 por ciento de Factor de Servicio

300,000 Gal/Día

6 Efectos

Inversión Inicial	\$7,500,000.00 M.N.
Cargos Fijos Anuales (12 porciento)	880,000.00
Vapor	775,000.00
Energía Eléctrica	255,000.00
Reactivos Químicos	
Acido Sulfúrico	
Sosa Cáustica	55,000.00 *
Polifosfato	
Mano de Obra	180,000.00
Supervisión	90,000.00
Gastos Generales de Nómina (15 porciento)	40,000.00
Materiales de Mantenimiento	75,000.00
Gastos Generales y Administrativos	45,000.00
COSTOS TOTALES ANUALES	\$2,395,000.00 M.N.
PRODUCCION ANUAL TOTAL	99,000,000 Gals/año
Costo Estimado del Agua Desalinizada	\$23.85 M.N./1000 Gal.

* Incluye el tratamiento del agua desalinizada así como una cloración periódica del agua de mar.

3.3.-CAPTACION DE LA LINEA QUE ABASTECE A LA CIUDAD DE HUATABAMPO

Para el abastecimiento de agua potable al poblado se propone -- aprovechar una línea de conducción de tubería de AC, clase A-5 de 250 mm (10") de diámetro que abastece en parte a la ciudad de Huatabampo.

Por lo que respecta a esta línea, antiguamente conducía agua para el municipio de unas galerías filtrantes las que actualmente ya no producen suficiente agua, por lo que para solucionar esto se construyó un depósito de 1,000,000 Lts. que está conectado a esta línea y el cual es llenado por medio de dos pozos profundos conduciéndose el agua a Huatabampo por gravedad.

En el entronque de la carretera a Huatabampo con la de Yavaros, existe un registro sobre la línea de conducción, en el cual se propone la conexión de la línea teniendo una cota de terreno de 19.72 mt.

Se fijó un banco de nivel en este punto para correr una nivelación hasta la zona localizada en Yavaros la que se escogió para instalar en ella el tanque superficial y que la red de distribución al poblado trabaje -- por gravedad.

En el registro ya mencionado, se instaló un manómetro para leer las variaciones de presión durante el día, teniéndose una lectura constante -- de 26 lb/in².

La longitud total de la conducción es de 20 + 248 Km. al tanque.

Esta línea quedará alojada paralela al camino y a la carretera que conduce a Yavaros siguiendo la misma dirección de la línea eléctrica.

Por lo que respecta a la cantidad de agua necesaria para la dotación del poblado, se puede aprovechar si es necesario, todo el caudal ya --

que el abastecimiento actual para Huatabampo es por medio de un pozo que se localiza al norte del poblado que les produce 90 Lts/seg., con el cual se satisfacen ampliamente sus necesidades.

3.4.- ELECCION DE LA FUENTE

Habiendo planteado las tres posibles soluciones que se tienen para abastecer de agua potable al poblado de Yavaros, se concluye lo siguiente:

Que por no tener un buen porcentaje en las posibilidades de éxito para encontrar agua potable mediante la perforación de un pozo profundo, - así como por el alto costo para la instalación de una planta desalinizadora, - se opta por la solución de la captación de la línea que abastece en parte a la población de Huatabampo.

4.- PROYECTO ELEGIDO

4.1.- CONDUCCION.- SISTEMA GRAVEDAD-BOMBEO.

Estudios realizados.- Para el proyecto de la línea de conducción que se propone, se realizaron los siguientes estudios:

a) Topográfico.- Se trazó una poligonal paralela al camino con cadenamientos a cada 200.00 mts., llevando a cabo su nivelación según se muestra en el plano de construcción No. 1.

b) Clase de material por excavar.- Se realizaron sondeos a cada 500.00 mts., los cuales nos dieron como resultado que el terreno por

excavar corresponde al clasificado como tipo II.

Para conocer los diferentes tipos de material por excavar, ver la clasificación que se muestra en el Anexo No. 3.

Diseño de la tubería.-

Considerando la carga disponible en el punto de conexión a la línea de Huatabampo así como la topografía existente para nuestra línea, se propone construir una red de conducción por el sistema de gravedad-bombeo, para lo cual se realizó el siguiente proceso.

Gravedad.- Tomando como gasto de conducción el máximo diario, - se diseñó el diámetro de tubería empleando la fórmula de Manning ($H_f = K L Q^2$) para conocer las pérdidas de carga y así abatir la disponible habiéndose obtenido una longitud de 9,000.00 mts. con tubería de AC, clase A-5 de 150 mm - - (6") de acuerdo con el siguiente cálculo:

Carga disponible = 22.30 mts.

Q máx. diario = 9.72 L.p.s. = $0.00972 \text{ m}^3/\text{seg}$

$\therefore Q^2 = 0.0000944$

Longitud = 9,000.00 mts.

Diámetro = 150 mm. (6")

hf = 21.69 mts.

$$H_f = K L Q^2$$

$$H_f = 25.51 \times 9000 \times 0.0000944 = 21.69 \text{ m} < 22.30$$

Se construirá una estación de bombeo en el Km. 9.0+00 consistente de cárcamo de bombeo de 2.00 mts. de diámetro y 5.00 mts. de profundidad, instalándose un equipo de bombeo consistente en una motobomba centrífuga horizontal de 10 H.P., caseta para alojar los controles y el equipo de cloración el cual se muestra en el plano No.

Bombeo.- De acuerdo con los siguientes datos de proyecto:

Q máx.d. = 9.72 L.p.s.

Long. 11,248.00 mts.

Desnivel del terreno = 7.77 mts.

Altura del tanque = 2.00 mts.

Tiempo de bombeo = 24 hrs.

Se calculó el diámetro más económico, habiéndose propuesto 100 mm (4"), 150 mm (6") y 200 mm (8"), según se muestra en la tabla anexa, obteniéndose el segundo como el más conveniente para nuestra línea.

Para conocer las pérdidas de carga (H_f) se utilizó la fórmula de Manning, obteniéndose los valores de K de la Tabla No. 2 que también se anexa.

Diseño de la clase de tubería.- Conocida la carga estática y -- las pérdidas de carga, se obtiene la línea piezométrica (la cual se muestra en el plano No. 1) y una vez calculada la sobrepresión (golpe de ariete) se obtuvo la siguiente tubería.

Tubería de AC clase A-7 de 150 mm (6") Long = 7600.00 mts.

Tubería de AC clase A-5 de 150 mm (6") Long = 3648.00 mts.

FORMULA UTILIZADA : MANNING

DIAMETRO	n=0.009	n=0.010	n=0.011	n=0.012	n=0.013	n=0.014	n=0.015	n=0.016
Pulg	m.	K	K	K	K	K	K	K
1/2"	0.013	9.542 491 13	11 780 833 20	14 254 832 40	16 864 428 60	19 509 641 90	22 309 472 30	26 506 919 80
3/4"	0.019	1 261 033 86	1 536 831 32	1 883 766 62	2 241 837 56	2 631 045 94	3 051 290 56	3 502 871 82
1"	0.025	291 815 32	360 263 83	435 921 63	518 782 79	608 849 25	706 121 02	810 498 11
1 1/4"	0.032	781 91 19	96 532 33	116 804 12	139 006 56	163 139 64	189 203 37	217 197 75
1 1/2"	0.038	31 282 34	38 620 17	46 730 41	55 613 03	65 268 09	75 695 54	86 895 39
2"	0.050	723 3 91	8 935 22	10 809 19	12 863 83	15 097 14	17 509 11	20 099 74
2 1/2"	0.060	2 736 10	3 380 37	4 090 25	4 867 74	5 712 83	6 625 53	7 605 84
3"	0.075	832 64	1 027 94	1 243 81	1 480 24	1 737 23	2 014 77	2 312 87
4"	0.100	179 73	221 89	268 48	319 52	374 99	434 90	499 25
5"	0.125	54 64	67 45	81 62	97 13	113 99	132 21	151 77
6"	0.150	20 67	25 51	30 87	36 74	43 12	50 01	57 41
8"	0.200	4 46	5 50	6 66	7 92	9 30	10 78	12 38
10"	0.250	1 36	1 67	2 03	2 41	2 83	3 29	3 77
12"	0.300	0 31 247	0 63 268	0 76 534	0 91 106	1 07	1 24	1 42
14"	0.350	0 22 530	0 27 813	0 33 636	0 400 54	0 47 008	0 545 18	0 62 584
16"	0.400	0 11 053	0 13 646	0 165 12	0 196 50	0 230 62	0 267 46	0 307 03
18"	0.450	0 05 900	0 07 284	0 08 814	0 10 489	0 123 10	0 142 77	0 163 90
20"	0.500	0 03 363	0 04 152	0 05 023	0 05 978	0 07 016	0 08 137	0 09 341
24"	0.600	0 01 272	0 01 570	0 01 900	0 02 261	0 02 654	0 03 077	0 03 533
30"	0.750	0 00 387	0 00 478	0 00 578	0 00 688	0 00 807	0 00 936	0 01 075
36"	0.900	0 00 148	0 00 181	0 00 219	0 00 260	0 00 305	0 00 354	0 00 407
42"	1.050	0 00 064	0 00 079	0 00 096	0 00 114	0 00 134	0 00 156	0 00 178
48"	1.200	0 00 032	0 00 039	0 00 047	0 00 056	0 00 066	0 00 076	0 00 086
54"	1.350	0 00 017	0 00 021	0 00 025	0 00 030	0 00 035	0 00 041	0 00 047

FORMULAS

$$Q = \frac{A}{n} \cdot \frac{2}{3} S^{1/2} \cdot S = 10.3 n \left(\frac{Q}{D^{5/3}} \right)^{2/3} \cdot S = K Q^2 \cdot K = \frac{10.3 n^2}{D^{5/3}}$$

Pérdida por fricción en metros

Constante

Longitud en metros

Gasto en m³/seg

$$n_1 = K L O^2$$

n₁

K

L

O

Los valores de K corresponden a los valores de n dados en la Tabla de Manning.

UNAM FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

RICARDO MARIN VILLAR

Bas

Julio de 1970

PLANO N°

Sobre toda la longitud de la línea de conducción, se instalarán 6 válvulas eliminadoras de aire y 5 desagües para el mejor funcionamiento de la misma, habiéndose localizado en los puntos más altos y más bajos respectivamente.

Para la instalación de la tubería se utilizará la tabla de zanjas anexa, en la cual se demuestra el ancho y la profundidad necesaria, colocando atraques de concreto en las piezas especiales, según se muestra en la - tabla de atraques.

Cálculo del equipo de bombeo propuesto.-

Datos de proyecto

Fuente : Cárcamo de bombeo	Tipo de tubería = Asbesto Cemento (AC)
Profundidad: 5.00 mts.	Diámetro : 150 mm (6")
Nivel estático: 4.00 mts.	Altura sobre el nivel del mar = 15.00 mts.
Gasto por bombear: 9.72 L.p.s.	
Desnivel del terreno: 7.97 mts.	Energía eléctrica: si
Altura del tanque: 2.00 mts.	Baja tensión: 220 volts.
Long.total de conducción: 11,248 mts.	Frecuencia: 60 c.p.s.
Pérdida por fricción (hf) = 27.08 mts. en la tubería.	

Tomando como base las especificaciones hechas por los fabricantes de las bombas marca PEERLESS, se recurrió a la tabla correspondiente encontrando con los datos antes mencionados, se encontró una Motobomba Centrífuga Horizontal con un motor de 10 H.P. de potencia.

ZANJAS PARA TUBERIA DE FIERRO FUNDIDO Y ASBESTO-CEMENTO

ANCHO. - (FIG. 1)

El ancho de la zanja deberá ser de 50 cm más el diámetro exterior del tubo para tuberías con diámetro exterior igual o menor de 50 cm. Cuando este sea mayor de 50 cm, el ancho de la zanja será de 60 cm más dicho diámetro. En la tabla mostrada abajo, se indica el ancho mínimo de zanjas en función de la profundidad, debiéndose tomar este en caso de que el ancho calculado en función de diámetro exterior, sea menor.

PROFUNDIDAD. - (FIG. 1)

La profundidad de la excavación será la fijada en el proyecto. Si no se hace así, la profundidad mínima será de 90 cm más el diámetro exterior de la tubería preexistente, cuando se trate de tuberías con diámetro exterior igual o menor de 90 cm y, será del doble de dicho diámetro, para tuberías de diámetro exterior mayor de 90 cm. Para tuberías menores de 5 cm la profundidad mínima será de 70 cm. Si se hacen plantillas apropiadas, a las profundidades mencionadas se disminuirá la necesaria para dejar dicha plantilla.

FONDO. -

Deberán excavarse cuidadosamente a mano las arcillas o conchas (Fig. 2, 3 y 4) para dejar la campana o caja de las juntas de las tubas y cerrillar y pulir en todo el contorno de las mismas y para que la tubería apoye en toda su longitud sobre el fondo de la zanja a la plantilla consolidada.

RELLENO. -

Se utilizará el material extraído de las excavaciones, pero hasta 30 cm arriba del tope del tubo se usará tierra exenta de piedras.

DIAMETRO NOMINAL		Ancho		Profundidad	Volumen
milímetros	pulgadas	en cm.	en cms.	en metros lineal	
25.4	1	50	70	0.35	0.35 m ³
50.8	2	55	70	0.39	0.39
63.5	2.5	60	100	0.60	0.60
76.2	3	60	100	0.60	0.60
101.6	4	60	100	0.60	0.60
152.4	6	70	110	0.77	0.77
203.2	8	79	115	0.88	0.88
254.0	10	80	120	0.96	0.96
304.8	12	95	125	1.06	1.06
355.6	14	99	130	1.17	1.17
406.4	16	100	140	1.40	1.40
457.2	18	115	145	1.67	1.67
508.0	20	120	150	1.80	1.80
609.6	24	130	165	2.13	2.13
762.0	30	150	185	2.78	2.78
914.4	36	170	220	3.74	3.74

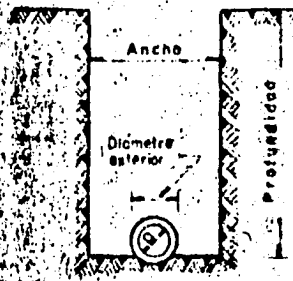


FIG. 1

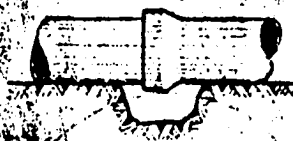


FIG. 2



FIG. 3



FIG. 4

Este plano anula y sustituye al V.C. 723

UNAM FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

RICARDO MARIN VILLAR

Ene 1

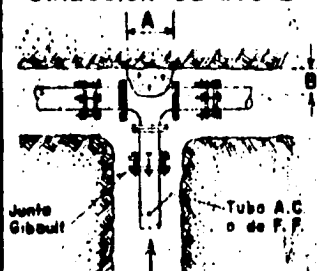
Julio de 1978

PLANO No.

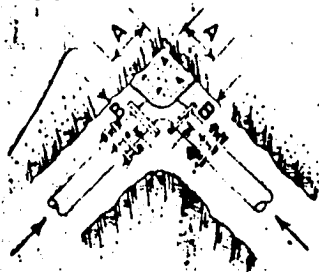
DIMENSIONES DE LOS ATRAQUES DE CONCRETO PARA LAS PIEZAS ESPECIALES DE F.F.

DIAM NOMINAL DE LA PIEZA ESP		ALTURA	LADO "A"	LADO "B"	VOL POR ATRAG.
MILIMETROS	PULGADAS	EN cm	EN cm	EN cm	EN m ³
≤ 76	≤ 3"	30	30	30	0.027
102	4"	35	30	30	0.032
152	6"	40	30	30	0.036
203	8"	45	35	35	0.055
254	10"	50	40	35	0.070
305	12"	55	45	35	0.087
356	14"	60	50	35	0.105
406	16"	65	55	40	0.143
457	18"	70	60	40	0.168
508	20"	75	65	45	0.219
610	24"	85	75	50	0.319
762	30"	100	90	55	0.495
914	36"	115	105	60	0.725
1067	42"	130	120	65	1.014
1219	48"	145	130	70	1.320

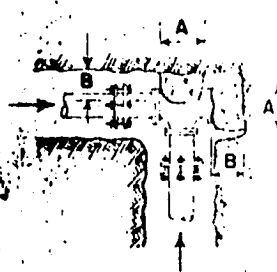
DIRECCION DE LOS EMPUJES Y FORMA DE COLOCAR LOS ATRAQUES



TE DE F.F.



CODO DE F.F.



TE Y TAPA CIEGA DE F.F.

NOTAS.

- 1) - Las piezas especiales deberán estar alineadas y niveladas antes de colocar los atraques, los cueros quedarán perfectamente apoyados al fondo y pared de la zanja.
- 2) - El atraque deberá colocarse en todos los casos, antes de hacer la prueba hidrostática de las tuberías.
- 3) - Estos atraques se usarán exclusivamente para tuberías alineadas en zanja.

UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

RICARDO MARIN VILLAR

Folio 1

Julio de 1970

PLANO N°

4.2.- DESINFECCION

La potabilización tiene como objetivo principal eliminar los organismos patógenos y otras sustancias o inconvenientes para la salud. Además, para que sea completamente satisfactoria para los usos domésticos, deberá carecer de olor y turbiedad, tener un sabor agradable.

En nuestro caso utilizaremos el proceso de cloración, ya que este es el más económico en los sistemas de abastecimiento públicos de agua potable.

Dosis del cloro.- Es la cantidad de cloro en partes por millón que es necesario agregar al agua para obtener una cierta cantidad de cloro residual, después de un tiempo de contacto.

La dosis de cloro está en función de la demanda de cloro del agua por desinfectar.

Demanda de cloro.- Es la diferencia entre la cantidad de cloro agregado al agua (dosis) y la cantidad que queda en miligramos por litro (cloro residual) después de un tiempo de contacto.

Tiempo de contacto.- Es el tiempo transcurrido a partir del momento en que se aplica la dosis de cloro y el momento en que se analiza o se consume el agua.

Cloro Residual.- Es la cantidad de cloro disponible que queda en el agua después de un tiempo de contacto. En toda la red de distribución se debe tener siempre una cantidad de cloro residual que puede variar de 0.1 a 0.5 p.p.m.

Cálculo del Equipo

Datos de proyecto:

Fuente de abastecimiento	Pozo profundo
Punto de aplicación del cloro	Salida de la bomba (del cárcamo de bombeo)
Presión a la salida de la bomba	38.84 mts.
Gasto por tratar	9.72 L.p.s.

Dosificación.-

Mínima 0.5 p.p.m.

Máxima 2.0 p.p.m.

Capacidad del dosificador.-

Mínima $43.2 \times 0.00972 = 0.42 \text{ Kg/24 hrs.}$

Máxima $172.8 \times 0.00972 = 1.68 \text{ Kg/24 hrs.}$

Media $1.68/2 = 0.84 \text{ Kg/24 hrs.}$

Almacenamiento de cloro.-

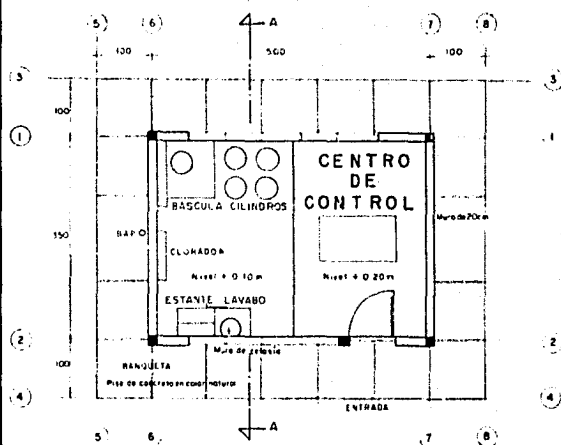
Meses	Kg. de cloro	No. de cilindros Dosificaciones	
		medias	máximas
1	50 - 100	2	2
2	100 - 200	2	3
3	150 - 300	2	4

Para cilindros de 68 Kgs. de capacidad.

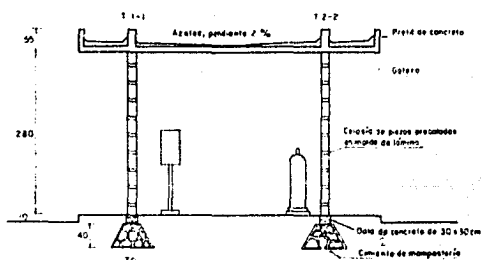
En este caso se necesitan 2 cilindros.

Estamos considerando que el clorador tendrá la capacidad total necesaria y de ser posible, se instalará un clorador de reserva de igual capa cidad y una bomba de ayuda.

El agua de alimentación del clorador se tomará de la línea de - descarga de la bomba y a 5.00 mts. de distancia de la toma se inyectará la so lución clorada a la misma tubería de presión.

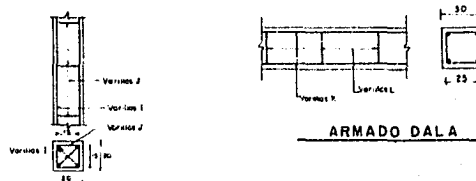
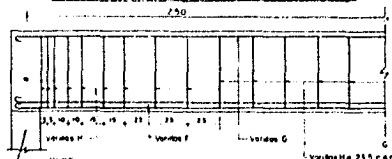


PLANTA

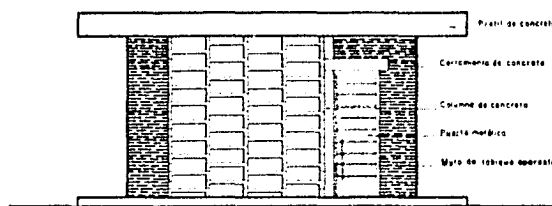


CORTE A-A

ARMADO TRABES 1-1, 2-2

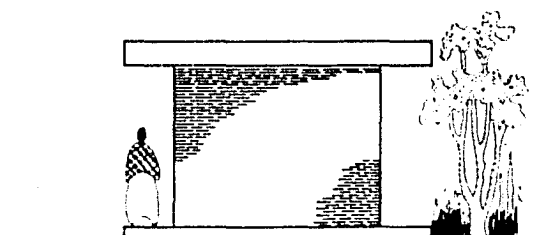


ARMADO CASTILLOS COLUMNA CERRAMIENTO



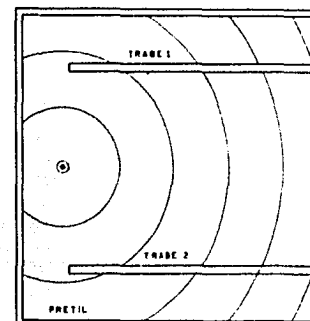
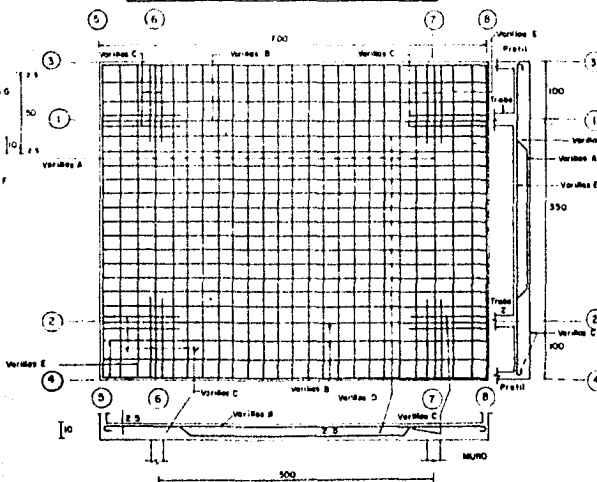
FACHADA PRINCIPAL

NOTA: - La cantidad que se indica en el dibujo, podrá ser substituido por cristales de tabique o block hueco



FACHADA LATERAL

ARMADO LOSA DE TECHO

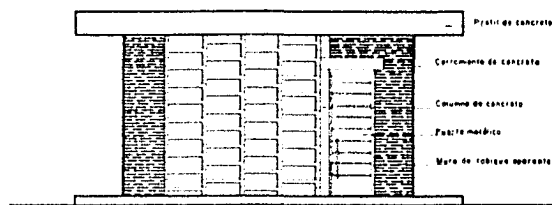


PLANTA DE AZOTEA

NOTAS - Las cotaciones están en centímetros - Se usará cemento para desplazar el concreto en plancha, columna, y pretíl - El recubrimiento mínimo en el concreto será

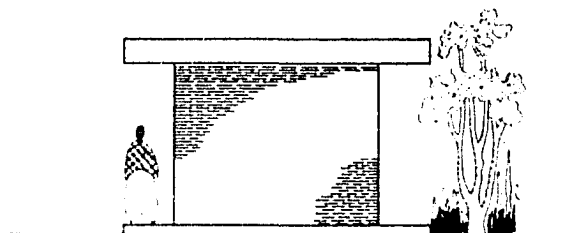
EMPALMES	GANCHOS		
			
	Diámetro	n°	l
	0.63 (1/4")	4 G	10
	0.95 (3/8")	5 F	15
	1.27 (1/2")	7 A	19
	1.59 (5/8")	9 B	21

LISTA DE VARILLAS					CARGUIS	
Designación	Núm.	Diám.	Longitud a b	Longitud total		
LOSA DE TECHO						
A	19	1.27		972		
B	8	1.27		718		
C	18	1.27		208		
D	13	1.27		718		
E	1	1.27		348		
ACERO EN TRABES						
TRABES						
F	10	1.59		542		
G	4	0.95		526		
H	38	0.63	15	140		
ACERO EN TRABES						
CASTILLOS COLUMNA CERRAMIENTO						
I	20	0.95		330		
J	50	0.63	15	70		
ACERO EN CASTILLOS COLUMNA Y CERRAMIENTO						
DALAS						
K	4	0.95				
L	50	0.63	25	110		
ACERO EN DALA						
PRETIL						
M	50	0.63	6	117		
N	5	0.95				
ACERO EN PRETIL						



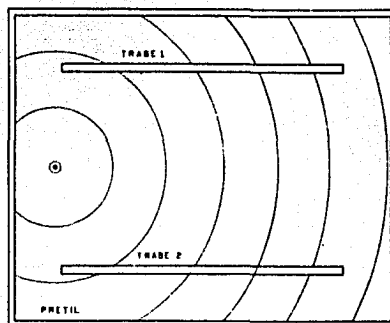
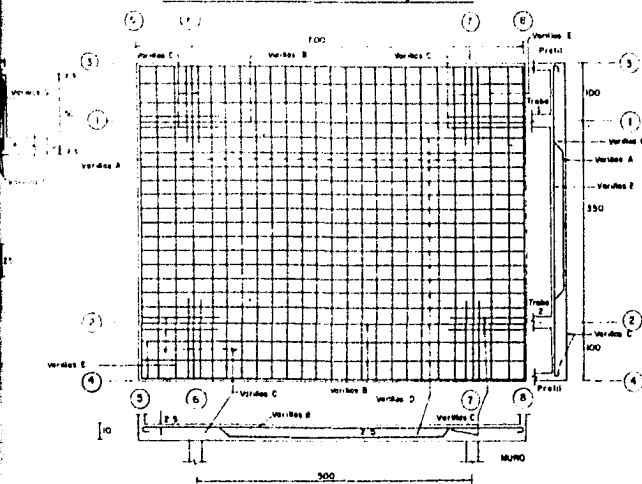
FACHADA PRINCIPAL

NOTA: La columna que se ve en el dibujo, podrá ser substituida por columna de tabique o block hueco.



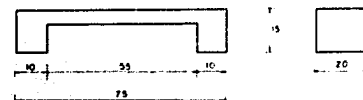
FACHADA LATERAL

ARMADO LOSA DE TECHO



PLANTA DE AZOTEA

NOTAS. — Las anotaciones están en centímetros. — Se usará cimbra puida para dejar aparente el concreto en pilares, columna, cerramiento y pretil. — El recubrimiento mínimo en el concreto será 2.5 cm.

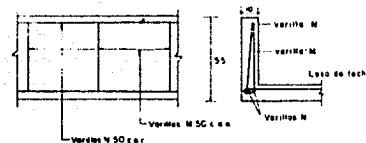


DETALLE DE LAS PIEZAS PRECOLADAS

ESCALA 1:10

Concreto armado con alambre 1/4" e - Usar moldes de lámina a 15 cm en los dos sentidos.

ARMADO PRETIL - EJES



CANTIDADES ESTIMADAS Y ESPECIFICACION DE MATERIALES

Excavación de zanjas para cimiento	1000 m ³
Planta consolidada de 10 cm de espesor	15 00 m ²
Cemento de mampostería de piedra	350 m ³
Concreto en dadas, columna, trabes, losas de azotea, castillos, cerramiento, de 10 x 140 Kg/cm ²	850 m ³
Acero de refuerzo para el concreto	610 kg
Muros de tabique de 20 cm de espesor con acabado fino en s. paramento exterior	2700 m ²
Releno de azotea, enladrillado, etc.	3700 m ²
Piezas precoladas para celosía	81 pza
Bajada pluvial de 10 cm e en lámina galvanizada	3.00 m.
Piso de concreto fino de 5 cm de espesor en color rojo con entrecalles en gris	1750 m ²
Piso de concreto fino de 5 cm. de espesor	2100 m ²
Aplancha y pulido con mortero de cemento en muros interiores	2700 m ²
Puerta metálica con chapa de seguridad	180 m ²
Pintura de aceite a tres manos, color marfil para muros interiores	2700 m ²
Pintura anticorrosiva a una mano para la puerta	360 m ²
Pintura de aceite a dos manos en color amarillo	360 m ²
Napas para la puerta	1 pza
Lavabo de pared	1 lote
Instalación sanitaria	1 lote
Instalación eléctrica para un foco y un contacto	1 lote

NOTA.

Caseta modificada del plano VC 1195

LISTA DE VARILLAS									
Núm.	Dim.	Long.	Dim.	Long.	Dim.	Long.	Dim.	Long.	Dim.
CROQUIS									
LOSA DE TECHO									
A	19	1.27		572				27	108
B	8	1.27		718				57	
C	16	1.27		208				33	
D	15	1.27		718				27	94
E	7	1.27		568				34	
ACERO EN TRABES									
F	10	1.59		542				85	
G	4	0.95		528				12	
H	38	0.65	15	140				20	
ACERO EN CERRAMIENTOS									
I	20	0.95		330				38	
J	20	0.65	15	10				30	10
ACERO EN CASTILLOS, COLUMNA Y CERRAMIENTOS									
K	4	0.95		542				45	
L	20	0.65	25	110				40	12
ACERO EN DALAS									
M	50	0.65	8	117				50	15
N	5	1.95		542				50	46
ACERO EN PRETIL									
O	50	0.65	8	117				50	15
P	5	1.95		542				50	46

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	
	TESIS	PROFESIONAL
	RICARDO MARIN VILLAR	
CAsETA		
EX 1	Julio de 1970.	PLANO NÚ 2

4.3.- REGULARIZACION.- REGIMEN DE BOMBEO

La obra de regulación se hace con el objeto de transformar un régimen de aportaciones en régimen de demandas. El de aportaciones (gasto que se consume en la red) es siempre variable.

La regulación se obtiene con la construcción de un depósito en el que se almacena el agua cuando el gasto que se consume en la red es menor que el que aporta la línea de conducción y ese almacenamiento proporciona el gasto requerido cuando el gasto que se consume en la red es mayor al que proporciona la captación, en nuestro caso será el que proporcione la línea de conducción.

El tanque de regulación puede ser superficial o elevado, los primeros son los más usados por ser los más económicos y se pueden construir con sus muros de mampostería; en nuestro caso particular se usará el primero, construido de mampostería de piedra y concreto reforzado, estará desplantado en la cota 21.47 mts. que se encuentra en la zona ya mencionada que nos garantiza cargas aceptables en la red.

Capacidad del tanque de regulación.-

Para conocer esto es necesario conocer dos datos:

Primero.- El régimen de aportaciones el cual es constante durante las 24 horas o cualquier otro número de horas.

Segundo.- El régimen de demandas que es variable en todos los casos, para conocer esto es indispensable investigar cuáles son las deman

das horarias de localidades que tengan un buen servicio de agua potable en --
operación y que sean representativas de grupos diferentes de localidades.

Con frecuencia se utilizan en nuestro medio los datos de deman-
das que se dan en la tabla siguiente:

DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE UN TANQUE
DE REGULACION PARA BOMBEO DE 24 HORAS.

<u>H O R A S</u>		<u>DEMANDA</u>	<u>APORTACION</u>	<u>DIFERENCIAS</u>	<u>DIF. ACUMULADA</u>
0	1	45 %	100 %	+ 55 %	+ 55 %
1	2	45 %	100 %	+ 55 %	+ 110 %
2	3	45	100	+ 55	+ 165
3	4	45	100	+ 55	+ 220
4	5	45	100	+ 55	+ 275
5	6	60	100	+ 40	+ 315
6	7	90	100	+ 10	+ 325
7	8	135	100	- 35	+ 290
8	9	150	100	- 50	+ 240
9	10	150	100	- 50	+ 190
10	11	150	100	- 50	+ 140
11	12	140	100	- 40	+ 100
12	13	120	100	- 20	+ 80
13	14	140	100	- 40	+ 40
14	15	140	100	- 40	+ 00
15	16	130	100	- 30	- 30
16	17	130	100	- 30	- 60
17	18	120	100	- 20	- 80
18	19	100	100	- 00	- 80
19	20	100	100	00	- 80
20	21	50	100	+ 10	- 70
21	22	50	100	+ 10	- 60
22	23	80	100	+ 20	- 40
23	24	60	100	+ 40	- 00

Cálculo del tanque.-

Capacidad tanque Regulación = 325 por ciento + 80 por ciento =
= 405 por ciento del consumo medio diario.

Coefficiente de Regulación (Cr)

$$Cr = \frac{405 \times Q \text{ m.d.} + 3600}{100 \times 1000} = 14.58 \approx 14.60 \text{ Q m.d. en m}^3/\text{seg.}$$

Q m.d. = gasto medio diario en lts/seg.

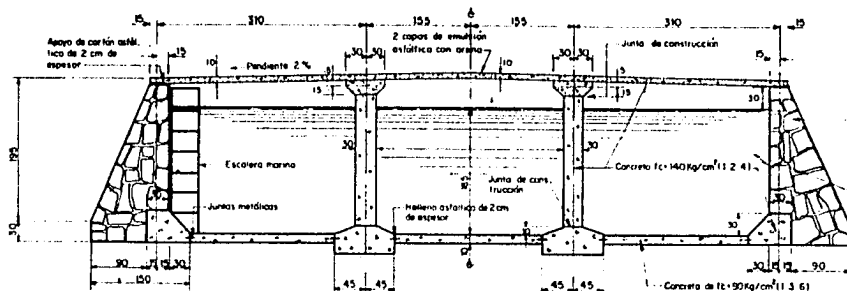
Coefficiente de regulación para una aportación de 24 hrs = 14.60

Dicho coeficiente multiplicado por el gasto máximo diario - - -
(Q m.d.) nos da la capacidad requerida en el tanque de regulación.

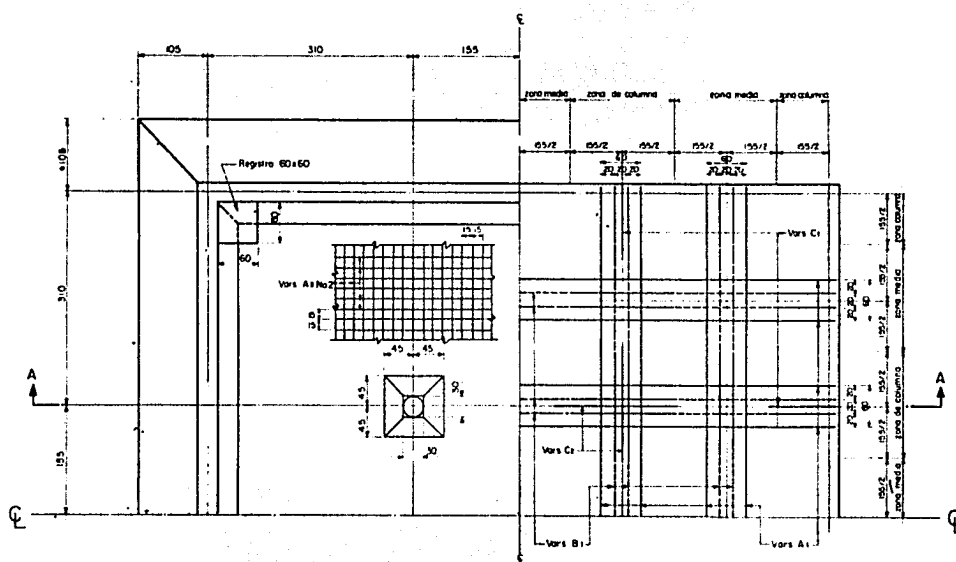
En nuestro caso consideramos un bombeo de 24 hrs. por local:

$$\text{Cap. tanque Regul.} = 9.72 \times 14.60 = 131.5 \text{ M}^3$$

Por lo que por no construirse tanques de esa capacidad utilizamos el más próximo o sea un tanque con una capacidad de 150 M^3 según plano tipo No. 3 anexo, de la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

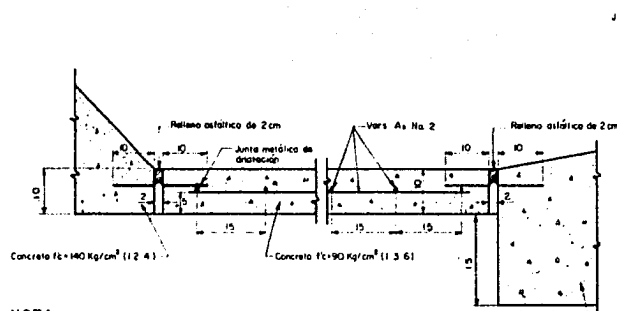


CORTE SEGUN A - A



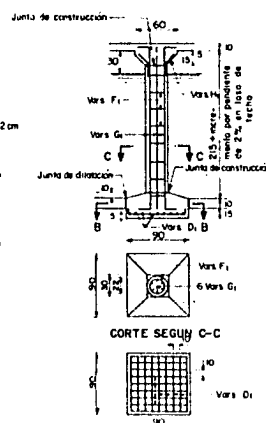
PLANTA DE 1/4 DEL TANQUE

DETALLE ARMADO DE 1/4 DEL TECHO
B = 10 cm

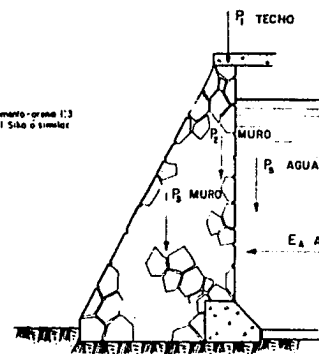


NOTA.
Este armado puede ser sustituido por malla soldada de 15x15 con alambre de 4.09 mm con lámina asfáltica de 5000 kg/cm².

ARMADO DE PISO

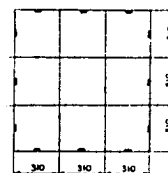


DETALLE DE UNA COLUMNA



ELEMENTOS PARA DISEÑO DEL MURO

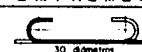
ESTE TANQUE HA SIDO CALCULADO PARA LA SIGUIENTE CONDICIÓN DE CARGA:
A - Con agua, para su llenado.
Se consideró la subpresión igual a 0.
En caso de subpresión, se modificará la base del muro conforme al plano VC1284.



LOCALIZACION DE VENTILAS

GANCHOS			
DIAMETRO	a	b	c
0.63 (1/4")	4	10	6
0.95 (3/8")	5	15	8
1.59 (5/8")	9	21	11

EMPALMES



LISTA DE MATERIALES PRINCIPALES	
Concreto de fc=140 kg/cm² (1:2:4) en techo	18 m³
Concreto de fc=90 kg/cm² (1:3:6) en piso tanque	7 m³
Cimbró (Superficie de contacto)	111 m²
Acero de refuerzo de 0.63 (1/4")	238 kg
Acero de refuerzo de 0.95 (3/8")	762 kg
Acero de refuerzo de 1.59 (5/8")	103 kg
Lámina de cobre del No. 20 en junta de drenación	100 kg
Mampostería con mortero de cemento 1:3 en muro	60 m³
Concreto de fc=140 kg/cm² (1:2:4) en muro	8 m³
Escalera	1 m
Aplanado mortero cemento-grasa 1:3	79 m²
Excavación (1x30 cm)	99 m³
Ventilas	12

NOTAS.

El recubrimiento mínimo de las varillas de refuerzo de concreto reforzado, para obtener una resistencia y un comportamiento de B-10. Las varillas A1 son barras de acero y en el mismo plano vertical. El tamaño de la varilla, será de 2.5.

El armado de la losa se dibujó solo en 60 cm, debiendo ser varillas con ese módulo de 60 cm, existiendo de 2 armados, uno para las zonas de columnas, y otro para las zonas de muros.

Las varillas A1 figuran en la lista de varillas, con lazo solo a efectos de cubrición.

Se dibujó con trazo punteado las varillas a partes de dos en el techo exterior. Todas las armadas se harán de acero corrugado. Las longitudes de varillas incluyéndose no en los empalmes, sus espaciadores se harán de fierro, y se colocarán en su posición correcta por medio de sujetadores.

El procedimiento de construcción será el siguiente:
1.- En el nivel de desplante, se retirará el material de relleno, se nivelará la superficie del terreno, precedido con un nivel mecánico o de mano, para la colocación de la losa de concreto, se asegurará la exactitud de la cota de 2.111 m. El concreto del piso será de fc=90 kg/cm².

3.- Se realizará el colado del techo, habiendo dejado la corona del muro, poniendo además sobre la losa, con espesor uniforme de 2 cm. Se dejará en el sector correspondiente para el registro de la columna.

4.- Para evitar fugas posteriores de agua, se tendrá que colocar los tubos que han de atravesar las losas, antes de proceder a la construcción de las mismas. El techo se descenderá antes de las 21 días, cuando, salvo que se emplee cemento de fraguado rápido.

Los juntas metálicas de drenación pueden ser de tipo de clausura de polímero o similar, que hayan sido anteriormente en obras, antigüedad terminada 5 años o con en este tanque.

Los materiales y mano de obra, se sujeción a los precios de la Secretaría de Recursos Hidráulicos. Todos los denominados están en centímetros, excepto en otra unidad.

LISTA DE VARILLAS					
DIAMETRO PULG	NÚMERO	MENTENES " x "	LONG. TOTAL	CROQUIS	PESO (KG)
TECHO					
A.	64	0.95	944	970	352
C1	32	"	125	151	27
C2	32	"	250	276	50
B.	60	"		982	335
					ACERO EN TECHO NO 762
PISO					
A1	112	0.63	830	830	232
					ACERO EN PISO NO 232
COLUMNAS Y ZAPATAS					
D.	72	0.95	80	110	45
F1	32	0.63		79	6
G.	24	1.59		275	103
H.	16	0.95		55	5
					ACERO EN COLUMNAS Y ZAPATAS NO 1159
TOTAL DE ACERO DE REFUERZO NO 1155					

4.4.- PRESUPUESTO

RESUMEN

CAPTACION	\$ 96,702.35
-----------	--------------

POTABILIZACION	35,150.00
----------------	-----------

CONDUCCION	1'507,783.00
------------	--------------

REGULARIZACION	40,000.00
----------------	-----------

S U M A : - - - - -	\$ 1'679,635.35
---------------------	-----------------

ADMINISTRACION E IMPREVISTOS 10 PORCIENTO	167,963.53
--	------------

T O T A L : - - - - -	\$ 1'847,598.88
-----------------------	-----------------

PARTIDA	C O N C E P T O	CANTIDAD	UNIDAD	P.	U.	I M P O R T E
---------	-----------------	----------	--------	----	----	---------------

ESTACION DE BOMBEO

Mano de Obra:

Construcción de cárcamo de bombeo de 2.00 m. de diámetro y 5.00 m. de profundidad, ademado con tabique rojo recocido de 0.14 m. de espesor, asentado con mortero de cemento arena 1:3, losa de piso y techo de concreto de f'c=140 Kg/cm², Acero de refuerzo fs=1265 Kg/cm², e impermeabilizante de cemento arena.

1	Lote	10,500.00	\$	10,500.00
---	------	-----------	----	-----------

Construcción de base para equipo de bombeo, piso de concreto y cerca de tela de alambre, para protección de la estación de bombeo.

1	Lote	7,000.00		7,000.00
---	------	----------	--	----------

Instalación de equipo de bombeo y subestación.

1	Lote	4,000.00		4,000.00
---	------	----------	--	----------

Instalación de válvula de no retorno check, de 150 mm. (6") de Ø.

1	Pza.	73.60		73.60
---	------	-------	--	-------

Instalación de válvula de compuerta, de 150 mm. (6") de Ø.

1	Pza.	69.00		69.00
---	------	-------	--	-------

Instalación de piezas especiales de fo.fo.

260	Kg.	0.91		236.60
-----	-----	------	--	--------

S U M A :				\$ 21,879.20
-----------	--	--	--	--------------

PARTIDA	C O N C E P T O	CANTIDAD	UNIDAD	P.	U.	I M P O R T E
---------	-----------------	----------	--------	----	----	---------------

Materiales:

Suministro de equipo de --
bombeo compuesto de moto--
bomba centrífuga horizon--
tal de succión lateral - -
Peerless.

1 Lote 40,000.00 \$ 40,000.00

Suministro de subestación
eléctrica tipo rural de 75
K.A.V. 3 fases, 13200/220/
127 Volts. 60 c. p. s.

1 Lote 30,000.00 30,000.00

Suministro de piezas espe-
ciales de fo. fo.

179 Kg. 6.20 1,109.80

Suministro de juntas Gi---
bault de 150 mm. (6") de ø

3 Pzas. 72.10 216.30

Suministro de válvula de -
no retorno check, de 150 -
mm. (6") de ø.

1 Pza. 1,629.50 1,629.50

Suministro de válvula de -
compuerta tipo L.R. o simi-
lar, de 150 mm. (6") de ø.

1 Pza. 1,577.85 1,577.85

Suministro de empaques de
plomo de 150 mm. (6") de ø

7 Pzas. 8.00 56.00

Suministro de empaque de -
plomo de 75 mm. (3") de ø.

1 Pza. 3.70 3.70

Suministro de tornillos de:

3.1/4" x 3/4".

56 Pzas. 3.95 221.20

2 1/2" x 5/8".

4 Pzas. 2.20 8.80

S U M A : \$ 74,823.15

PARTIDA	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P. U.	IMPORTE
---------	----------	----------	--------	-------	---------

POTABILIZACION

Mano de Obra:

Instalación y prueba de -- equipo de cloración.	1 Lote	1,500.00	\$	1,500.00
Construcción de caseta pa- ra equipo de cloración y - control de equipo de bom- beo, según plano.	1 Lote	15,000.00		15,000.00
		S U M A :	\$	16,500.00

Materiales:

Dosificador de cloro en so- lución, tipo tablero de pa- red, ajuste de dosifica- ción manual, arranque y pa- rada automáticos, para do- sificar de 0.2 a 1.7 Kg/24 horas completos, con juego de accesorios de repuesto, conector flexible y válvu- la aisladora de presión, - 12 m. de manguera de hule reforzado para línea de so- lución clorada, difusor pa- ra presión, accesorios e - instructivo en idioma espa- ñol, para su uso y manteni- miento.	1 Equipo	10,000.00	\$	10,000.00
Comparador clorimétrico pa- ra cloro residual de 0.2 a 2.0 p.p.m. y pH. de 7.2 a 8.6, completo con sus reac- tivos correspondientes; -- tres tubos de muestreo pa- ra cada una de las medicio-				

PARTIDA	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P.	U.	IMPORTE
---------	----------	----------	--------	----	----	---------

nes, estuche para manejarlo e instructivo en idioma español.

1	Equipo	400.00	\$	400.00
---	--------	--------	----	--------

Báscula tipo de barra, con capacidad máxima de 500 Kg. plataforma de metal, para alojar dos cilindros de -- cloro en posición vertical. Se incluirá carretilla para el transporte de cilindros con peso de 150 a 200 Kg.

1	Lote	1,000.00		1,000.00
---	------	----------	--	----------

Tanque cilíndrico de acero para cloro, con capacidad de 68 Kg., lleno de cloro líquido, deberá satisfacer todas las especificaciones para este tipo de envases de la Dirección General de Normas de la Secretaría de Industria y Comercio.

3	Unid.	1,250.00		3,750.00
---	-------	----------	--	----------

Bomba centrífuga horizontal accionada por motor -- eléctrico, para un gasto -- de 0.7 l.p.s., y carga de 100 m.

1	Equipo	3,500.00	\$	3,500.00
---	--------	----------	----	----------

S U M A :				\$ 18,650.00
-----------	--	--	--	--------------

NOTA.-

El punto de aplicación de la solución de cloro será en la tubería de descarga de la bomba.

El comparador clorimétrico servirá para una dosificación correcta y económica del cloro, porque deberá medir 0.2 p.p.m., de -- cloro residual en el extremo más alejado de la red o en la última toma.

PARTIDA	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P.	U.	IMPORTE
---------	----------	----------	--------	----	----	---------

CONDUCCION.- (GRAVEDAD.-BOMBEO)

Mano de Obra:

Excavación a mano para zanjas, en material clase II, con ancho menor de 1.50 m. hasta 2.00 m. de profundidad, según plano No. 2.	15591	m ³	17.65	\$ 275,181.15
Plantilla apisonada en zanjas, con pisón de mano.	1417	m ³	20.30	28,765.10
Relleno de zanjas apisonado y compactado con agua, en capas de 20 cm. de espesor.	8504	m ³	12.80	108,851.20
Relleno de zanjas a volteo, con pala de mano.	5670	m ³	5.08	28,803.60
Instalación, junteo y prueba de tubería de AC clase A-7, de 150 mm. (6") de Ø.	7600	m.	7.14	54,264.00
Instalación, junteo y prueba de tubería de Ac clase A-5, de 150 mm. (6") de Ø.	12648	m.	7.14	90,306.72
Instalación de válvula de flotador, de 76 mm. (3") - de Ø.	1	Pza.	75.00	75.00
Instalación de piezas especiales de fo. fo.	2123	Kg.	0.91	1,931.93
Instalación de válvula de compuerta de 150 mm. (6") de Ø.	1	Pza.	69.00	69.00
Instalación de válvula eliminadora de aire.	6	Pzas.	125.00	750.00

PARTIDA	C O N C E P T O	CANTIDAD	UNIDAD	P.	U.	I M P O R T E
---------	-----------------	----------	--------	----	----	---------------

Construcción de cajas para
operación de válvulas, se-
gún plano No. 3.

2	Pzas.	252.75	\$	505.50
---	-------	--------	----	--------

Construcción de atraques -
de concreto simple, según
plano No. 4.

3	m ³	271.25		813.75
---	----------------	--------	--	--------

S U M A :				\$ 590,316.95
-----------	--	--	--	---------------

Materiales:

Suministro de tubería de -
AC clase A-7, de 150 mm. -
(6") de ø.

7600	m.	44.80	\$	340,480.00
------	----	-------	----	------------

Suministro de piezas espe-
ciales de fo. fo.

1534	Kg.	6.40		9,817.60
------	-----	------	--	----------

Suministro de válvula de -
flotador, de 75 mm. (3") -
de ø.

1	Pza.	2,500.00		2,500.00
---	------	----------	--	----------

Suministro de válvula de -
compuerta de 150 mm. (6")
de ø.

1	Pza.	1,577.85		1,577.85
---	------	----------	--	----------

Suministro de válvula eli-
minadora de aire.

6	Pzas.	1,250.00		7,500.00
---	-------	----------	--	----------

Suministro de empaques de
plomo de 250 mm. (10") de
ø.

2	Pzas.	13.35		26.70
---	-------	-------	--	-------

Suministro de empaques de
plomo de 150 mm. (6") de
ø.

20	Pzas.	8.00		160.00
----	-------	------	--	--------

Suministro de empaques de
plomo de 75 mm. (3") de ø.

6	Pzas.	3.70		22.20
---	-------	------	--	-------

PARTIDA	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P.	U.	IMPORTE
---------	----------	----------	--------	----	----	---------

Suministro de tornillos de:

3.3/4" x 7/8"	24	Pzas.	5.65	\$	135.60
3.1/4" x 3/4"	160	Pzas.	3.95		632.00
2.1/2" x 5/8"	24	Pzas.	2.20		52.80

Suministro de juntas Gi---
bault de 250 mm. (10") de
Ø.

2	Pzas.	156.55		313.10
---	-------	--------	--	--------

Suministro de juntas Gi---
bault de 150 mm. (6") de -
Ø.

30	Pzas.	72.10		2,163.00
----	-------	-------	--	----------

S U M A : \$ 917,466.05

REGULARIZACION

Construcción de tanque su-
perficial de mampostería,-
de 150 m3. de capacidad, -
incluyendo sus accesorios.

1	Lote	40,000.00	\$	40,000.00
---	------	-----------	----	-----------

5.- COMENTARIOS Y RECOMENDACIONES

COMENTARIOS.-

Haciendo mención de la solución elegida, se ve que efectivamente la decisión es acertada al comparar las inversiones iniciales, así como los costos anuales de operación y mantenimiento, y de la cual se puede hacer un comentario más amplio analizando el por qué no se decidió por las otras alternativas, como a continuación se describe:

- 1.- No existiendo buenas probabilidades de hallar agua mediante la perforación de un pozo profundo y aún encontrándole que ésta no sea aceptable para el consumo de los moradores, por las razones ya expuestas en los estudios de las dependencias mencionadas, sería poco conveniente realizar una inversión fuerte dado que no se tiene el éxito asegurado.
- 2.- La instalación de una planta desalinizadora es posible, pero para ello implica una inversión inicial de \$7.500,000.00 con gastos anuales de operación y mantenimiento por \$2.395,000.00, por lo que se estima que el costo es muy elevado para poder instalarla.
- 3.- Por último, la captación de la línea que abastece en parte a la ciudad de Huatabampo fué la solución más conveniente puesto que su inversión inicial resultó de \$1.847,598.88, siendo la más baja así como su costo anual de operación y mantenimiento.

RECOMENDACIONES.-

Por considerar que solucionando el problema del agua al poblado se incrementará la industria pesquera, base de su desarrollo económico, así como del mejoramiento de las condiciones generales de salubridad, pretendo que este estudio sirva como una aportación para realizar un análisis más completo en beneficio de la localidad.

ANEXOS 1, 2 Y 3

DOTACIONES DE AGUA POTABLE PARA LOCALIDADES DE LA REPUBLICA MEXICANA

ESTADO Y LOCALIDAD	ALTITUD S.N.M. EN METROS	CLIMA SEGUN KOPPEL	POBLACION CENSO 1940	CONSUMO EN LITROS			FUEGOS Y DESCUENOS EN LITROS	DOTACION NORMAL LITROS/dia	INCREMENTO EN EL CONSUMO EN LITROS POR US. LIT./dia		DOTACION SUFICIENTE		
				DOMESTICO	INDUSTRIAL	COMERCIAL			PUBLICO	CLIMA	MASIMO US. LIT./dia POBLACION	TEORICA	PRACTICA
AGUASCALIENTES													
Aguascalientes	1908	Bskwg	126617	100	60	28	40	80	308	40	348	350	
Arias	2315	Bskwg	1389	60	24	12	18	29	143			150	
Ricón de Romos	1927	Bskwg	6010	80	32	12	24	52	200			200	
Tancitaro	2116	Bskwg	1586	60	24	12	18	29	143			150	
BAJA CALIFORNIA													
Ensenada	13	Cbkn	42551	80	60	28	24	67	259	24		300	
Méicali	1	BWhts	174540	120	60	28	40	87	335	50	311	350	
Tijuana	29	Bsksn	152374	100	60	28	24	74	287	50	455	450	
CAMPECHE													
Campêche	5	Awg	43874	100	60	28	40	80	308	80	416	425	
Ciudad del Carmen	3	Awmg	21164	80	32	12	24	52	200	80	280	275	
Hecchotán	20	Awg	3879	60	24	12	18	29	143	60	203	200	
Ixlué	9	Awg	1196	60	24	12	18	29	143	60	203	200	
COAHUILA													
Atlix	374	Bshsv	9418	80	32	12	24	52	200	40	240	250	
Matamoros	1109	Bshw	13770	80	32	12	24	52	200	60	260	250	
Minclava	586	Bshw	43077	80	60	12	24	62	238	40	306	300	
Nueva Rosita	430	Bshv	34302	80	60	12	24	62	238	60	326	325	
Parras de la Fuente	1683	Bshv	19768	80	32	12	24	52	200	200		200	
Piedras Negras	220	Bshv	44932	100	32	12	24	59	227	40	295	300	
Saltillo	1399	Bshw	98839	100	60	28	40	80	303	40	348	350	
Torresón	1130	Bshw	179901	100	60	28	24	74	286	60	405	400	
Ciudad Acuña	200	Bshv	20048	80	32	12	24	52	200	40	240	250	
Villa Frontera	585	Bshw	14297	80	32	12	24	52	200	40	240	250	
COLIMA													
Colima	504	Awg	43518	100	48	28	40	76	292	80	400	400	
Manzanillo	3	Aw	19950	80	32	28	24	57	221	80	301	300	
Tecmán	180	Awg	16162	80	32	12	24	52	200	80	280	275	
Tepames	430	Awg	1944	60	24	12	18	29	143	60	203	200	
CHIAPAS													
Cintalapa	345	Awg	8150	80	32	12	24	52	200	80	280	275	
Comitan de Domínguez	1530	Cwbq	15409	80	32	12	24	52	200	80	280	200	
Huixtla	28	Awg	12327	80	32	12	24	52	200	80	280	275	
San Cristóbal Las Casas	2113	Cwg	23343	80	32	12	24	52	200	80	280	200	
Tochiula	182	Awg	41578	80	48	28	24	63	243	80	351	350	
Tonalá	55	Awg	13208	80	32	12	24	52	200	80	280	275	
Tuxtla Gutiérrez	530	Awg	41244	100	48	28	24	76	292	80	400	400	
Venustiano Carranza	750	Awg	10729	80	32	12	24	52	200	80	280	275	

NOTAS: 1. La "Dotación Normal" se considerará como la mínima necesaria para las localidades dadas. Se obtiene sumando los consumos y la cantidad correspondiente a la "Dotación Normal".

2. La "Dotación Suficiente" representa la cantidad de agua por habitante y por día más recomendable, siempre y cuando la fuente o fuentes de abastecimiento disponibles proporcionen el agua necesaria y las obras de captación, conducción y distribución por realizar, sean económicas.

3. Para localidades rurales de menos de 1000 habitantes se recomienda una Dotación Suficiente de 150 y mínima de 75 litros/día.

4. El significado de los símbolos climatológicos de Koppen, se da en la tabla N.º 7.

DOTACIONES DE AGUA POTABLE PARA LOCALIDADES DE LA REPUBLICA MEXICANA

ESTADO LOCALIDAD	ALTITUD S. N. M. EN METROS	CLIMA SEGUN A.M.P.-E.M.	POBLACION CENSO 1960	CONSUMO EN LITROS			PUBICO	FUGAS Y RESERVOIRES EN LITROS	DOTACION NORMAL LITROS/dia	INCREMENTO EN EL CONSUMO EN LITROS POR CADA UNO DE LA POBLACION		DOTACION SUFICIENTE	
				COMESTIVO	INDUSTRIAL	COMERCIAL				C. LIMA	POBLACION	TEORICA	PRACTICA
CHIHUAHUA													
Cuicatlan	1204	BWhw	18950	80	32	12	24	52	200	60	260	250	
Cuicatlan	1144	BWhw	262119	120	60	28	24	81	313	80	393	400	
Cuicatlan	1412	BShw	150430	100	60	28	40	80	308	40	408	400	
Delicias	1168	BWhw	39919	80	32	12	24	52	200	60	260	250	
Hidalgo del Paraiso	1661	BShw	41474	80	48	28	24	63	243	28	271	275	
Madera	2092	BShw	7314	80	32	12	24	52	200	60	260	200	
Mequi	1155	BWhw	10287	80	32	12	24	52	200	60	260	250	
Santa Barbara	1969	BShw	15646	80	32	12	24	52	200	60	260	200	
DURANGO													
Ciudad Lerio	1135	BWhw	17682	80	32	12	24	52	200	60	260	250	
Vicoria de Durango	1925	BShw	97305	100	60	28	40	80	308	40	348	350	
El Salto	2538	CWhw	6947	80	32	12	24	52	200	60	260	200	
Gonzalez Paraiso	1136	BWhw	61174	80	48	28	24	63	243	28	331	325	
Guadalupe Victoria	1982	BShw	6520	80	32	12	24	52	200	60	260	200	
Santiago Papasquiaro	1716	BShw	5573	80	32	12	24	52	200	60	260	200	
Perdon Blanco	1760	CWhw	3277	60	24	12	18	29	143	18	161	150	
GUANAJUATO													
Acamburo	1947	CWhw	26187	80	32	24	24	56	216	24	240	250	
Celaya	1808	BShw	50851	80	48	28	24	63	243	40	311	300	
Galeras Hidalgo	1964	BShw	12311	80	32	12	24	52	200	40	240	250	
Guadalupe	2084	CWhw	28212	100	32	28	40	70	270	40	240	275	
Irapuato	1795	CWhw	83768	80	60	28	24	67	259	24	323	325	
Leon	1885	CWhw	209870	100	60	28	40	80	308	24	392	400	
Penjamo	1700	CWhw	11429	80	32	12	24	52	200	24	224	225	
Salamanca	1757	CWhw	32663	80	60	28	24	67	259	24	311	300	
San Felipe	2140	CWhw	8078	80	32	12	24	52	200	24	240	250	
San Miguel Alende	1951	BShw	14891	80	32	12	24	52	200	40	240	250	
GUERRERO													
Acapulco de Juarez	4	Aw	49149	120	60	28	60	94	32	80	470	475	
Chapultepec de las Bolas	1360	Aw	18022	100	32	28	40	70	270	80	350	350	
Iguala	731	Aw	26845	80	32	28	24	57	221	30	301	300	
Ometzac	60	Aw	4990	80	32	12	24	52	200	80	280	275	
Tanco de Alarcon	1783	Aw	14773	80	32	28	24	57	221	80	301	300	
Teicapan	950	Aw	8065	80	32	12	24	52	200	80	280	275	
Tixtla de Guerrero	1445	Aw	8500	80	32	12	24	52	200	80	280	275	
Cruz Grande	105	Aw	4078	60	24	12	18	29	143	60	203	200	
HIDALGO													
Apam	2493	BShw	8640	80	32	12	24	52	200	28	298	200	
Pachuca	2446	BShw	64571	100	32	28	40	70	270	28	300	300	
Tizayuca	2271	CWhw	4692	60	24	12	18	29	143	28	298	150	

DOTACIONES DE AGUA POTABLE PARA LOCALIDADES DE LA REPUBLICA MEXICANA

ESTADO Y LOCALIDAD	ALTITUD S. N. M. EN METROS	CLIMA SEGUN POPPER	POBLACION CENSO 1950	CONSUMO EN LITROS			ESPECIFICACION EN LITROS	FUEGOS EN LITROS	DOTACION VITAL LITROS/HABITANTE	INCREMENTO EN EL CONSUMO EN LITROS POR DE LA		DOTACION SUFICIENTE		
				DOMESTICO	INDUSTRIAL	CONVENCIONAL				PUEBLO	CLIMA	VOLUMEN DE LA POBLACION	TEORICA	PRACTICA
JALISCO														
Ameca	1235	Cwg	17588	80	32	12	24	52	200			280	200	
Ciudad Guzmán	1523	Awg	30941	80	32	12	24	52	200	80		280	200	
Guadalupe	1552	Cwg	735800	120	60	28	60	94	362			406	475	
La Barca	1556	Cwg	16273	80	32	12	24	52	200			284	225	
Lagos de Moreno	1942	Bhwa	23536	80	32	12	24	52	200			280	200	
Ocotlán	1527	Cwg	25416	80	60	28	24	67	259			283	200	
Shyula	1350	Awg	11616	80	32	12	24	52	200			280	200	
Tecunilán de Morelos	1764	Cwg	19833	80	32	28	24	55	211	24		231	200	
Tlaquepaque	1593	Cwg	37825	80	32	28	24	57	221	24		247	200	
Zapotlán	1129	Awg	2864	60	24	12	18	29	143	50		192	200	
MEXICO														
Amecameca de Juárez	2474	Cwg	12291	80	32	12	24	52	200			280	200	
Chico	2269	Cwg	7595	80	32	12	24	52	200			280	200	
Isotpan de lo Sol	1900	Cwg	3578	80	60	12	24	62	238			280	200	
Valle de Bravo	2026	Cwg	3847	60	60	12	18	38	184			280	200	
Tenango de Arista	2637	Cwg	7685	80	32	12	24	52	200			280	200	
Tenango del Valle	2042	Cwg	9150	80	32	12	24	52	200			280	200	
Tecate de Mora	2249	Cwg	11213	80	60	28	24	67	259			280	200	
Tehuacan	2551	Cwg	25668	80	100	28	24	81	313			348	300	
Toluca de Lerdo	2540	Cwg	17124	100	60	28	40	80	309	40		348	300	
Temascalcingo	2390	Cwg	2256	60	24	12	18	29	143			192	150	
MICHOACAN														
Ario de Rosales	2050	Cwg	9261	80	32	12	24	52	200			280	200	
Ciudad Hidalgo	2000	Cwg	17155	80	32	12	24	52	200			280	200	
Huamantla de Nayar	1438	Awg	6191	80	32	12	24	52	200	80		280	200	
Morelia	1866	Cwg	100828	100	60	28	40	80	312	40		348	300	
Patzcuaro	2114	Cwg	14354	80	48	12	24	57	221			280	200	
Huamantla del Progreso	1611	Cwg	45727	80	60	28	24	57	221	24		283	200	
Zacapu de Nayar	1860	Cwg	22200	80	48	12	24	57	221			280	200	
Zamora	1567	Cwg	34372	80	60	28	24	67	259	24		283	200	
Zuricatazo	2000	Cwg	19940	80	48	28	24	63	243			280	200	
El Liena	1560	Cwg	1450	60	24	12	18	29	143			192	150	
MORELOS														
Atlixpan	1051	Bsh	6001	80	32	12	24	52	200			280	200	
Cuicatlan de Morelos	1297	Bsh	12427	80	32	12	24	52	200			280	200	
Guadalupe	1842	Awg	37144	100	48	28	60	93	319	28		427	455	
Jaucha	890	Bsh	11555	80	32	12	24	52	200			280	200	
Tecunilán	1700	Bsh	4314	60	24	12	18	29	143			192	150	
Toluca	1095	Cwg	1640	60	24	12	18	29	143			192	150	
Zacatepec	913	Awg	13475	80	48	28	24	63	243	80		322	300	

100 Litros por persona y día

DOTACIONES DE AGUA POTABLE PARA LOCALIDADES DE LA REPUBLICA MEXICANA

ESTADO Y LOCALIDAD	ALTITUD S.N.M. EN METROS	CLIMA SEGUN KOPPEN	POBLACION CENSO 1960	CONSUMO EN LITROS				FUGAS Y DISPERCIONES EN LITROS	DOTACION NORMAL L/Hab/año	INCREMENTO EN EL CONSUMO EN LITROS POR CADA UNO DE LA POBLACION		DOTACION SUFICIENTE	
				DOMESTICO	INDUSTRIAL	COMERCIAL	PUBLICO			CLIMA	VARIACION POBLACION	TEORICA	PRACTICA
INCLUIR RETORNO T.													
NAYARIT													
Acaponeta	30	Aw	8462	80	32	12	24	52	200	80	280	275	
Santiago Ixcitilla	15	Aw	11017	80	32	28	24	57	221	80	301	300	
Tepic	915	Cw	54069	100	48	28	40	76	292	24	344	350	
Turpan	30	Aw	20361	80	32	28	24	57	221	80	301	300	
NUEVO LEON													
Cadereyta de Jiménez	360	Cwa	8042	80	32	12	24	52	200	24	224	225	
Linares	360	Cwa	13522	80	32	12	24	52	200	24	224	225	
Monterrey	422	BSw	11641	80	32	12	24	52	200	40	250	250	
Monterrey	538	Cwa	596939	120	100	28	60	108	416	24	520	525	
Sabinas Hidalgo	313	Cwa	11592	80	32	12	24	52	200	24	224	225	
OAXACA													
Huajuapán de León	1680	Cw	8531	80	32	12	24	52	200	24	224	225	
Juchitán de Zaragoza	38	Aw	19797	80	32	12	24	52	200	80	280	275	
Oaxaca de Juárez	1545	BSw	72370	100	60	28	40	80	308	40	388	400	
Salina Cruz	17	Aw	14897	80	60	12	24	62	238	80	318	325	
Santa Domingo Tehuantepec	100	Aw	13458	80	32	28	24	57	221	60	301	300	
Tlaxiaco de Matamoros	1650	BSw	7545	80	32	12	24	52	200	40	240	250	
PUEBLA													
Atlixco	1880	Cw	30650	80	32	28	24	57	221	28	249	250	
Chelula de Rhodabía	2150	Cw	12833	80	32	12	24	52	200			200	
Huachinango	1490	Cw	12317	80	32	12	24	52	200			200	
Puebla de Zaragoza	2162	Cw	280049	100	60	28	60	87	335	80	415	425	
Tehuacán	1676	BSw	31897	80	32	28	24	57	221	40	289	300	
Tehuacán	2004	Cw	17400	80	32	28	24	57	221	28	289	225	
QUERETARO													
Arroyo Seco	1912	BSw	1120	80	24	12	18	29	143			150	
Queretaro	1853	BSw	67674	100	60	28	40	80	308	28	336	350	
San Juan del Río	1978	BSw	11177	80	32	12	24	52	200			200	
SAN LUIS POTOSÍ													
Cerritos	1153	BSw	9989	80	32	12	24	52	200	40	240	250	
Marbado	1615	BSw	19927	80	32	28	24	57	221	40	261	250	
Padre Manóya	883	BSw	4844	80	32	12	24	52	200	40	240	250	
Rio Verde	985	BSw	14825	80	32	12	24	52	200	40	240	250	
San Luis Potosí	1877	BSw	159980	100	60	28	40	80	308	40	408	400	
SINALOA													
Culaón	64	BSw	85024	100	60	28	40	80	308	40	308	400	
Los Mochis	12	BSw	38307	80	48	28	24	63	243	40	311	300	
Mazatlán	1	Aw	75751	100	60	28	24	74	286	80	406	400	
San Ignacio	93	BSw	1954	60	24	12	18	29	143	30	173	175	

DOTACIONES DE AGUA POTABLE PARA LOCALIDADES DE LA REPUBLICA MEXICANA

ESTADO Y LOCALIDAD	ALTITUD S.N.M. EN METROS	CLIMA SEGUN KÖPPEN	POBLACION CENSO 1960	CONSUMO EN LITROS			FUGAS Y RESTRICCIONES EN LITROS	DOTACION NORMAL IN/seg/da	INCREMENTO EN EL CONSUMO EN LITROS/da		DOTACION SUFICIENTE		
				DOMESTICO	INDUSTRIAL	COMERCIAL			PUBLICO	CLIVA	AUMENTO DE LA POSICION	TEORICA	PRACTICA
SONORA.													
Candaro	1489	CWst'	19683	80	32	12	24	52	200	24	24	224	225
Ciudad Obregon	40	BW/hw	67956	80	48	28	24	63	243	50	29	331	335
Empalme	2	BW/hw	18968	80	32	12	24	52	200	60	260	250	
Guaymas	44	BW/hw	34865	80	32	28	24	57	221	60	28	309	300
Hermosilla	237	BW/hw	95978	100	60	28	40	80	308	60	40	403	400
Navejoa	36	BW/hw	30560	80	32	28	24	57	221	60	29	309	300
Nogales	1179	CWst'	37657	80	48	28	24	63	243	24	28	295	300
TABASCO													
Balancan de Dominguez	18	Aw gi	2554	60	24	12	18	29	143	60		203	200
Frontera	2	Aw gi	8375	80	32	12	24	52	200	60		280	275
Tenacique de Pino Suarez	60	Aw/g	6517	80	32	12	24	52	200	90	28	290	275
Villahermosa	10	Aw/g	52262	100	60	28	40	80	308	80	28	416	425
TAMAULIPAS													
Ciudad Madera	20	Aw/g	53628	100	60	28	24	74	286	80	22	394	400
Ciudad Mante	186	Aw/g	22919	80	32	28	24	57	221	80	301	300	
Ciudad Victoria	336	CWst'	50797	100	32	28	40	70	270	24	28	322	325
Matamoros	8	CWst'	92327	100	60	28	24	74	286	24	40	350	350
Nuevo Laredo	171	BShtw	92627	100	60	28	24	74	286	40	40	366	350
Reynosa	38	BShtw	74140	100	60	28	24	74	286	40	40	366	350
Tampico	12	Aw/g	122535	100	60	28	40	80	308	30	40	428	425
TLAXCALA													
Apatzac	2408	Cwb/g	15705	80	32	12	24	52	200			200	
Huamantla de Juarez	2553	Cwb/g	10154	80	32	12	24	52	200			200	
Tlaxcala de Xicohtencatl	2252	Cwb/g	7545	100	32	12	24	59	227			225	
VERACRUZ													
Acayucan	158	Aw/g	12831	80	32	12	24	52	200	80		290	275
Alvarado	9	Aw/g	12548	80	32	12	24	52	200	80		280	275
Cotacac	1252	CWst'	18022	80	32	12	24	52	200	24		224	225
Cotzacacalpas	2	Aw/g	37300	80	60	28	24	67	259	80	28	367	375
Córdoba	924	CWst'	47448	80	48	28	24	53	243	24	28	295	300
Coahuatlan de Cr. Viejo	65	Aw/g	16944	80	32	12	24	52	200	80		280	275
Jalapa, Veracruz	1427	CWst'	68269	100	60	28	40	80	308	28	28	336	350
Minatitlán	64	Aw/g	35350	80	48	28	24	63	243	80	28	351	350
Orizaba	1284	CWst'	69706	80	60	28	24	67	259	24	40	299	300
Papantla de Olarte	298	Aw/g	18665	80	32	12	24	52	200	80		280	275
San Andrés Tuxtla	361	Aw/g	20255	80	32	12	24	52	200	80		290	275
Tierra Blanca	61	Aw/g	16555	80	32	12	24	52	200	80		280	275
Tlaxiotalpan	48	Aw/g	6406	80	32	12	24	52	200	80		280	275
Tuxpan	4	Aw/g	23262	80	32	28	24	57	221	80		301	300
Veracruz Llave	3	Aw/g	144681	100	60	28	40	80	308	40	40	429	425

6

DOTACIONES DE AGUA POTABLE PARA LOCALIDADES DE LA REPUBLICA MEXICANA

VER LADO RETRERO P.

ESTADO LOCALIDAD	ALTITUD S.N.M. EN METROS	CLIMA SEGUN KÖPPER	POBLACION CENTRO 1960	CONSUMO EN LITROS				PUNTA Y DESBORROS EN LITROS	DOTACION NORMAL LITROS/dia	INCREMENTO EN EL CONSUMO EN LITROS POR		DOTACION SUFICIENTE
				DOMESTICO	INDUSTRIAL COMERCIAL	PUBLICO	CLIMA			TECNICA		
YUCATAN												
Merida	5	Am	170834	100	60	28	40	80	308	80	60	448
Peto	18	Am	7243	80	32	12	24	52	200	80	28	280
Progreso	2	Am	13694	80	48	28	24	63	243	40	283	275
Tiximin	18	Am	15723	60	32	12	24	52	200	80	280	275
Valladolid	14	Am	9287	80	32	12	24	52	200	80	280	275
ZACATECAS												
Fresnillo de Guadalupe Escondido	2249	BSKw	35582	90	32	28	24	57	221	28	249	250
Jerez de Garcia Salinas	2027	BSKw	15016	80	32	12	24	52	200	200	200	200
Rio Grande	1883	BSKw	8387	60	32	12	24	52	200	150	300	200
Toluca	1600	BSKw	2126	60	24	12	10	29	143	28	298	300
Zacatecas	2496	BSKw	31701	100	32	28	40	70	270	28	271	275
DISTRITO FEDERAL												
Aguascaltecas	2842	Cub	6385	80	100	28	24	81	313	341	350	350
Ciudad de México	2240	Cub	2852133	120	100	28	60	108	416	496	500	500
San Mateo Atlix	2450	Cub	7118	80	32	12	24	52	200	200	200	200
Tlhuac	2264	Cub	5936	80	32	12	24	52	200	200	200	200
Villa Obregon	2270	Cub	31416	80	48	28	24	63	243	271	275	275
TERRITORIO BAJA CALIFORNIA												
Le Paz	18	BWw	24233	100	48	12	40	70	270	60	330	335
San Felipe Rosillo	16	BWw	5361	80	32	12	24	52	200	60	260	250
Tecoma Sonora	17	BWw	2040	60	24	12	18	29	143	45	188	200
Villa Constitucion	30	BWw	1928	60	24	12	18	29	143	60	203	200
TERRITORIO DE QUINTANA ROO.												
Catuna	9	Am	2915	60	24	12	18	29	143	203	203	200
Chetumal	4	Am	12855	100	32	12	40	64	248	328	328	325
Puerto Carrillo Puerto	15	Am	1249	60	24	12	18	29	143	60	203	200

NOTAS. — 1. — Se aplican las Dotaciones indicadas, en las que deberá tener en cuenta las localidades existentes, en caso de que cambien con un Balance positivo de Agua.

2. — El valor indicado como "Dotación suficiente", se obtiene al tomar el 60% de las Dotaciones indicadas, en caso de que cambien con un Balance positivo de Agua.

3. — Para el caso de las Dotaciones en las localidades comprendidas entre 20 000 y 250 000 habitantes, por parte, de la Dotación se ha considerado que para cada ciudad se debe tener en cuenta el valor de las Dotaciones indicadas, en caso de que cambien con un Balance positivo de Agua.

CLASIFICACION DE LOS CLIMAS SEGUN VLADIMIRO KÖPPEN

7

ZONAS FUNDAMENTALES:	TIPOS CLIMATOLOGICOS	Caracter de la lluvia	Temperaturas especificas de temperatura en los climas A, B y C	Veriedades generales en los climas A, B y C.
A. CLIMA TROPICAL:	1. Af. CLIMA DE SELVA.	Unas abundante o abundante en todo el año.		1: Invierten un periodo de la sequedad o frías del año, alternando entre las temperaturas medias de los meses alternados menor de 5° C.
	2. Aw CLIMA DE SABANA.	La lluvia es periódica y abundante en verano.		2: La temperatura máxima se tiene en el verano, cuando de la estación lluviosa.
B. CLIMA SECO:	3. BS CLIMA DE DESIERTO.	BSa: Lluvia irregularmente abundante.		3: Con lluvias de verano, correspondientes a regiones con vegetación xerófila, o estar de mayor xerofita.
	4. BW CLIMA DE DESIERTO.	BWs: Lluvia durante el invierno.		4: Con lluvias frecuentes.
C. CLIMA TEMPERADO:	5. Cw CLIMA DE CLIMA DE CLIMA.	BSa: Lluvia durante el verano.		5: Ni mucho abundante, pero abundante en el resto de los meses, con abundante relativamente fresco.
	6. Cs CLIMA DE CLIMA.	BWs: Lluvia durante el invierno.		6: Con lluvias en la segunda del verano.
D. CLIMA SUB-ARTICO:	7. Cf CLIMA DE CLIMA.	BSa: Lluvia durante el verano.		7: Con lluvias en la segunda del verano.
	8. Df CLIMA DE CLIMA.	BWs: Lluvia durante el invierno.		8: Con lluvias en la segunda del verano.
E. CLIMA POLAR:	9. ET CLIMA DE CLIMA.	BSa: Lluvia durante el verano.		9: Con lluvias en la segunda del verano.
	10. EF CLIMA DE CLIMA.	BWs: Lluvia durante el invierno.		10: Con lluvias en la segunda del verano.

Simbolos para caracterizar la vegetación de los tipos de clima:

a. - Selva.
 w. - Sabana.
 s. - Desierto.
 f. - Bosque.
 t. - Tundra.

NOTA:

Para la formación de este libro, se tomó como referencia el estudio "La Clasificación de los Climas" de Alfonso Contreras Ariza, Meteorólogo de la Dirección General de Geografía y Meteorología, de la S.A.E.

Para los EE.UU. FAIR-GEYER da los siguientes valores:

<u>Consumo</u>	<u>Mínimo</u>	<u>Máximo</u>	<u>Promedio</u>
Doméstico	60	265	162
Industrial y			
Comercial	40	380	210
Público	20	75	48
Pérdidas y			
Desperdicios :	<u>40</u>	<u>150</u>	<u>95</u>
Dotación en			
Lts/hab/día	160	870	515

El autor alemán SHOK LISTEN proporciona los siguientes datos:

Para beber y cocinar	50 Lts.
Para lavado de ropa	15 Lts.
Descarga y retractos (2 veces)	20 Lts.
Servicios públicos	20 Lts.
Baños de ducha	<u>75 Lts</u>
Total:	200 Lts/hab/día.

ANEXO No. 2

Población Proyecto..- Es indispensable para proyectar un servicio público a una localidad, conocer lo más aproximado que sea posible el número de habitantes por servir para las condiciones actuales y futuras, para lo --- cual para calcular la población proyecto es necesario conocer la población -- que haya tenido el pueblo, obteniéndose este dato por medio de los censos hechos cada diez años por la Dirección de Estadística de la Secretaría de Industria y Comercio.

Se considera que para localidades pequeñas, el plazo conveniente para proyectar es de 10 años, tiempo durante el cual las obras servirán eficientemente y en el cual el capital invertido en ellas con sus réditos y gastos de operación y mantenimiento, quede liquidado por los usuarios.

Métodos de Cálculo..- Los métodos más empleados para determinar dicha población son:

Método Aritmético..- Consiste en suponer un crecimiento --- constante, para lo cual se determinan los aumentos absolutos tenidos en cada década y determinada una cifra constante promedio por año, se aplica en los -- años futuros hasta la fecha establecida para el período de proyecto.

Los censos cada 10 años del pueblo de Yavaros, Edo. de Sonora, -- son los siguientes:

<u>Año</u>	<u>No. de habitantes</u>
1950	720
1960	1092
1970	2000 (estimado)

de aquí obtenemos que:

$$\frac{1280}{19} = 67.0$$

$$(P) \quad (P) \\ 1980 = 1969 + (11 \times 67.0) = 2000 + 737 = 2737$$

(P) = POBLACION EN ESE AÑO

Población Proyecto para 1980 = 2737 habitantes.

Método Geométrico.- Consiste en suponer un aumento constante, pero no en forma absoluta, sino en porciento (%), para lo cual se determina una cifra promedio y se aplica a los años futuros.

<u>A ñ o</u>	<u>No. de habitantes</u>	
1950	720	51.8 porciento
1960	1092	
1969	2000	83.3 porciento
51.8 porciento		
83.3 porciento	$\frac{135.1}{19}$	= 7.1 porciento
135.1 porciento		

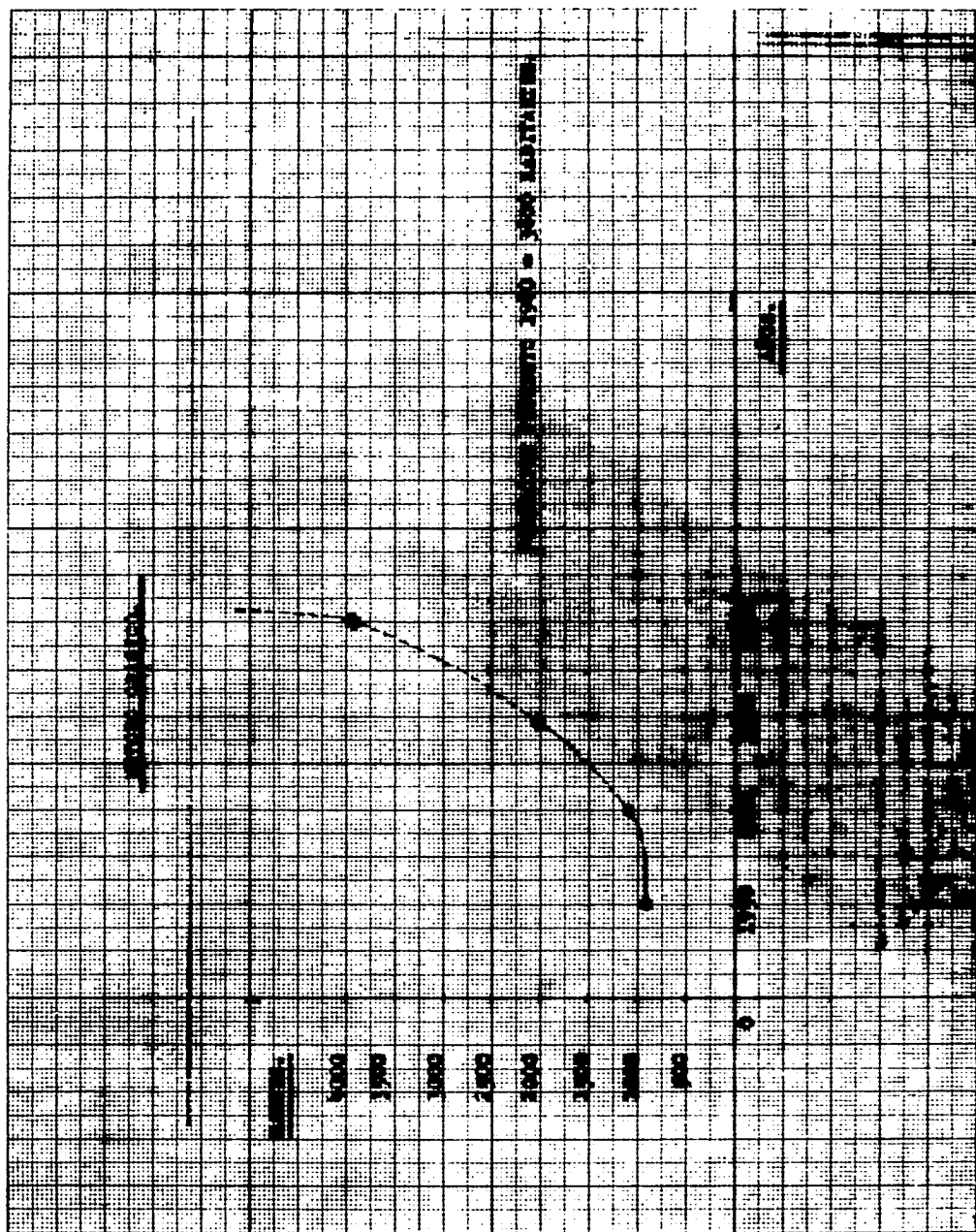
$$\begin{matrix} (P) & (P) & (P) \\ 1980 = 1969 + 1969 & (11 \times 7.1 \text{ por ciento}) \end{matrix}$$

$$1980 = 2000 + 2000 \text{ (78 por ciento)}$$

$$1980 = 2000 + 1560 = 3560$$

Población Proyecto para 1980 = 3560 habitantes.

Método Gráfico.— Como su nombre lo indica, consiste en variar en una gráfica los valores que se tengan en varios censos y seguir la -- curva de una parábola en la cual se origen será el primer dato que se tenga.



ANEXO No. 3

CLASIFICACION DE MATERIALES SEGUN LA MENOR O MAYOR DIFICULTAD PARA SU EXCAVACION.-

Material tipo I.- Es aquél que es atacable con pala, es decir, terrenos suaves como son las arcillas, arenas, limos y barros suaves.

Material tipo II.- Está clasificado como el que se puede excavar con pico y pala como son los tepetates, conglomerados, etc.

Material tipo III.- En el cual están considerados los materiales duros, como son rocas y tepetates macizos, siendo necesario para su excavación el empleo de explosivos.

BIBLIOGRAFIA

I.- Abastecimiento de Agua y Alcantarillado

Ernest W. Steel (1965)

II.- Apuntes de Ingeniería Sanitaria

Ing. Civil Lauro Reynoso T. (1966)

III.- Estudios realizados por la Comisión Constructora de la S.S.A.

IV.- Estudios realizados por la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

V.- Estudio y Proyecto de la Casa Steam-Roger Corporation de Denver, Colorado, U.S.A.