

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

INSTALACION DE EQUIPO PORTATIL PARA LA POTABILIZACION DEL AGUA  
EN EQUIPO DE PERFORACION, REPARACION Y TERMINACION DE POZOS  
PETROLEROS EN EL DISTRITO DE AGUA DULCE, VER.

TESINA

PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN SEGURIDAD DE INSTALACIONES INDUSTRIALES DE EXPLOTACION PETROLERA.

PRESENTA

RAYMUNDO TORRES MARTINEZ

CIUDAD UNIVERSITARIA

A PEMEX, por el apoyo recibido durante la realización de la especialidad.

A la Ingeniero Francisca Soler Anguiano, por sus múltiples enseñanzas e invaluable ayuda en el desarrollo de este trabajo, considero un privilegio haber trabajado bajo su dirección.

Al Ingeniero Salomón Fuentes Salas por la amistad y ayuda brindada en todo momento.

Al Ingeniero Miguel Angel Cárdenas Hdez., por la confianza y amistad depositada para mi realización como profesionista y ser humano.

Al distinguido cuerpo de sinodales por su revisión al manuscrito de la tesina.

Agradezco la colaboración de todas aquellas personas que intervinieron directa o indirectamente en la realización del curso de la especialización y tesina:

Ing. Pedro Sanchez Carrera.  
Ing. Adolfo Arroyo Villaseñor.  
Ing. Oscar Lizan Pérez.  
Ing. Pedro Barrón Del Angel.  
Ing. Pedro Haro González.  
Ing. Julio M. Vega Lavalley.  
Ing. Carlos Adam.  
Ing. Rafael L. Machorro R.  
Ing. Roberto Olivera O.  
Ing. Ramón Dominguez B.  
Ing. Héctor Tame D.  
Ing. José Luis Ledezma O.  
Ing. Enrique Moreno.

A mi familia por su comprensión y cariño.

A todos gracias.

## Índice

	Pag.
Antecedentes	1
Introducción	3
I Zona de Estudio	
1.1 Campos de Reparación y terminación de pozos y Perforación.	4
1.2 Características climatológicas de la zona	4
1.3 Epocas de Consumo	5
1.4 Números de Equipos Actuales en Servicio	5
II Estado Actual del Abastecimiento y Distribución del Agua.	
2.1 Estado Actual	6
2.2 Necesidades y Planteamientos	7
2.3 Análisis Comparativo de Aguas	8
III Características del Equipo Potabilizador	
3.1 Descripción del Equipo Propuesto	11
3.2 Características del Equipo Dosificador de Cloro	11
3.3 Características del Filtro de Carbón Activado	13
3.4 Características del Enfriador y Calentador de Agua	13
IV Estudio Económico	
4.1 Mano de Obra y Equipo	16
4.2 Equipo Propuesto	18
4.3 Atención Médica	19
4.4 Costo Total	20
V Conclusiones	
Conclusiones	22
Bibliografía	23

## ANTECEDENTES

A partir de los años 40, México tiene un gran auge en la exploración de pozos petroleros, explotación y producción. Tal auge, hace que sea necesaria mano de obra calificada para satisfacer las necesidades de operación. Dicha mano de obra requiere a su vez de los servicios mínimos de atención humana para su desarrollo en aquellos centros de trabajo; dentro de éstos servicios, el más importante es el de proveerlos de agua, tanto para su uso doméstico, su uso general y para su consumo, por lo cual es necesario aplicar medidas para mejorar este servicio, sobre todo para aquel personal que labora en los lugares apartados de los centros de asentamientos humanos. La exploración y explotación de pozos petroleros, se lleva a cabo en regiones marinas y terrestres donde se tienen muchas carencias y dificultades propias de la región, como son la insalubridad de los centros de trabajo, las condiciones climatológicas, plagas y en ocasiones tiempo mal administrado por los trabajadores para atenciones médicas.

El agua es el compuesto químico más importante de todos los compuestos conocidos, considerándose ésta la base de la vida, ya que juega un papel importante en el desarrollo de los seres vivientes, siendo el componente en mayor porcentaje en los mismos.

De acuerdo a su uso, el agua se clasifica de la siguiente manera: consumo humano, doméstico, comercial, industrial, agrícola y público.

Para la mayoría de estos usos es importante controlar su calidad sanitaria, ya que ligeras variaciones en su composición puede variar sensiblemente sus propiedades, pudiendo volverse inservible y, a veces, es altamente peligroso para la salud.

Los principales riesgos que se tienen al utilizarse agua no tratada tanto para consumo humano como para uso doméstico son de dos tipos principalmente:

- a) enfermedades gastrointestinales causadas por 1) bacterias como la salmonella, shigella, vibrio cholerae (cólera), 2) las producidas por parásitos como es

la amibiasis, etc.

b) las del tipo dermatológico, que son enfermedades que atacan a la piel y que en ocasiones causan daños tan severos por infección que se requiere hospitalización e intervención médica.

Para poder lograr mejor servicio en la calidad, el control y la potabilidad del agua de consumo humano, se tiene como objetivo, mejorar las instalaciones, depósitos, transportes, tratamientos, distribución, almacenamiento, etc., buscando como consecuencia, disminución de las enfermedades infecciosas y un mejor rendimiento en la eficiencia del trabajador, lo cual se logrará mejorando la calidad del agua, principalmente la de consumo humano.

## INTRODUCCION

En la ciudad de Agua Dulce, Ver, particularmente el agua utilizada para el uso industrial y para el consumo humano en los centros de trabajo de Petróleos Mexicanos, los problemas en el control de su calidad se encuentran presentes ya que los procedimientos utilizados para su almacenamiento y distribución a la fecha no han sido adecuados.

El objetivo de este trabajo, será el de evaluar la calidad del agua que se obtiene de los pozos de agua de abastecimiento y proponer en base a los resultados obtenidos, el equipo y tratamiento adecuado para su consumo.

Se pretende con el equipo que se instale para el tratamiento en los equipos de reparación y terminación de pozos y de perforación obtener beneficios de salud para la población trabajadora, adicionalmente mayor seguridad del personal que maneja el vital líquido, una reducción económica considerable en la distribución y abastecimiento del líquido, reducción de horas-hombre perdidas por enfermedad, amparos, etc.

En consecuencia una mayor productividad y ahorro económico para la empresa.

## ZONA DE ESTUDIO

### 1.1 Campos de reparación y Terminación de Pozos y Perforación

El distrito de Agua Dulce, Veracruz, cuenta con un sin número de campos petroleros que se clasifican de dos formas: de perforación y de reparación. Los principales campos son: Tonalá, El Burro, La Venta, Cinco Presidentes, Ogarrio, Otates, Blasillo, Magallanes, Rodador y San Ramón.

Todos estos campos comprenden, como se dijo antes, pozos de perforación y pozos de reparación.

Pozo de Perforación: es aquel que se perfora por vez primera para la extracción de hidrocarburos.

Pozo en Reparación: es aquel pozo perforado que requiere mantenerse en condiciones de flujo mediante la limpieza, extracción ó cuando un desperfecto ocurra.

### 1.2 Características Climatológicas de la Zona

De acuerdo a la ubicación geográfica del estado de Veracruz y en particular del distrito de Agua Dulce, dicho distrito presenta las siguientes características:

Clima: caluroso húmedo, con lluvias constantes, durante aproximadamente siete meses del año. El calor más intenso se presenta durante el mes de marzo, abril, mayo y junio. La época más fría (relativamente) se presenta durante los meses de diciembre y enero.

### 1.3 Epocas de Consumo

a) Se ha visto que el mayor consumo es en los meses que comprenden el verano, sin embargo, como es una región tropical la época de calor es aproximadamente de 8 meses (de marzo a octubre).

b) En épocas de frío y lluvias, el consumo de agua disminuye considerablemente por la baja temperatura de la estación.

c) Epocas de riesgos: como los lugares de trabajo son tipo selva, las enfermedades que provocan los insectos son frecuentes y es necesario el consumo de agua potable para evitar las infecciones que originan plagas.

### 1.4 Número de Equipos Actuales en Servicio

Los equipos son: para perforación y reparación. Un equipo de perforación cuenta con mayor capacidad de operación que uno de reparación, además cuenta con más sistemas operativos, de mayor capacidad y dimensión ocupando más espacio. Un equipo de reparación es más pequeño y de menor capacidad. También existen equipos de doble función, perforación y reparación. Actualmente sólo operan a capacidad normal, seis equipos de reparación y ninguno de perforación.



## ESTADO ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUCION DEL AGUA

### 2.1 Estado Actual

Actualmente en el distrito de Agua Dulce, Veracruz, en las instalaciones de pémez, la distribución del agua para toda la región ya sea para uso industrial, consumo humano o cualquier otro uso, carece de medidas higiénicas y de seguridad en su manejo, principalmente en lo que se refiere al tipo de equipos y tratamientos utilizados ya que no son los más recomendables.

Entre las anomalías detectadas se tienen:

a) Los tanques de almacenamiento son de material galvanizado de poca capacidad que con el tiempo presentan corrosiones que afectan la calidad del agua.

b) El tratamiento de filtración y antibacterial se maneja en el centro de abastecimiento pero se pierde en el transporte y distribución.

c) Para enfriar el agua, se emplean bloques de hielo adquiridos comercialmente los cuales son transportados en las plataformas de los camiones y cubiertos con lonas para evitar que los bloques se cubran de polvo a lo largo del camino hasta su destino final.

d) La distribución del agua de uso doméstico se realiza en forma directa y por gravedad utilizando mangueras de hule con las cuales también se llenan termos de capacidad de 10 galones donde el personal la utilizará para su consumo, cabe mencionar que dichas mangueras son las que el transporte utiliza para uso propio, sin desinfección posterior.

La forma en que cada persona se provee de agua es tan variada, incluso se introducen recipientes para abastecerse del vital líquido (con la contaminación que les acompaña) debido principalmente al mal funcionamiento del equipo de almacenamiento (las llaves que no funcionan, los tanques que carecen de tapa, etc).

## 2.2 Necesidades y Planteamientos

Una de las necesidades primordiales es mejorar en forma inmediata, la calidad de potabilidad del agua, su tratamiento constante, su distribución y almacenamiento para consumo directo.

También es necesario que sus instalaciones, tanques de almacenamiento, llaves, tapas, limpieza y equipo en general sea el adecuado, para su buen funcionamiento.

Estas necesidades, serán satisfechas cuando los planteamientos que se proponen se lleven a cabo.

### Planteamientos

Seguridad de abastecimiento: contar en forma constante con cantidades suficientes de agua durante el tiempo que el equipo este en esa localización.

Tanques de almacenamiento adecuados y con instalaciones completas para poder llevar a cabo su constante tratamiento.

Estas instalaciones deberán comprender el equipo de conducción, distribución y tratamiento suficientes para proveer al menos 15lts/trabajador/turno.

### 2.3 Análisis Comparativo de Aguas

En la utilización de agua para consumo humano resulta fundamental definir los criterios ecológicos de calidad del agua en base con el marco de referencia mostrado en el cuadro No. 2, en cual se precisan los niveles de los parámetros y de las sustancias que se encuentran en el agua o sus efectos como son el color, olor o sabor, potencial de hidrógeno y sus niveles permisibles se podrá calificar a los cuerpos de agua como aptos para ser utilizados. Dichos parámetros constituyen la calidad mínima requerida para el uso de agua potable. Para establecer los niveles de los parámetros y de las sustancias en el agua se deberá tener en cuenta que los cuerpos de agua varían ampliamente en calidad y cantidad según las zonas de ubicación y abastecimiento en un país. A continuación se muestra el resultado de los análisis realizados a las aguas de uso industrial y de consumo humano en las instalaciones de perforación, reparación y terminación de pozos petroleros en el distrito de Agua Dulce, Veracruz. Así como también se muestran los criterios ecológicos de la calidad del agua para fuente de abastecimiento de agua potable. Dichos parámetros constituyen la calidad mínima requerida para el uso o aprovechamiento del agua potable. De esta forma podemos contar con un análisis comparativo y determinar así la calidad del agua con que se cuenta.

El análisis químico efectuado al agua del Distrito de Agua Dulce, Veracruz arrojó los siguientes resultados: 1.

Análisis Químico del Agua.

Parámetro		Agua del tanque Eqs. Perf. y R.T.P.	Agua potable proporcionada en terminos.
Potencial Hidrógeno	PH	7.3	-----
Alcalinidad total	Mg/Lts	160.0	-----
Alcalinidad a la fenol'	Idem.	0	-----
Carbonato	Idem	0	-----
Bicarbonato	Idem	160.0	-----
Hidróxidos	Idem	0	-----
Solidos totales	Idem	1450	-----
Coliformes totales	NMP/100 ml	460	Incontables
Coliformes fecales	NMP/100 ml	150	23
Acidez total	Mg/Lts.	20.0	-----
Dureza total	Idem	200	-----
Dureza de calcio	Idem	106	-----
Dureza de magnesio	Idem	94	-----

Cuadro 2.  
Criterios Ecológicos de la Calidad del Agua Potable.

Sustancia o Parámetro	Fuente de Abas. de Agua Potable	Sustancia o Parámetro	F. de Abas. de Agua Pot
BIS (2-ETILHEXIL) ETALATO	32	HEXAFLUOROBENCENO	0.00001 (III)
4-BROMOFENIL-FENIL-ETER		HEXAFLUOROBUTADIENO (II)	0.004 (III)
BORO (II)	1	HEXAFLUOROCICLOPENTADIENO	0.001
BROMOFORMO (II)	0.002 (III)	HEXAFLUOROETANO	0.02 (III)
BROMURO DE METILO	0.002	HIDROCARBUROS AROMATICOS	
CADMIO (II)	0.01	POLINUCLEARES (II)	0.00003 (III)
CARBONO ORGANICO		ISOFORONA	5.2
EXTRACTABLE EN ALCOHOL	1.5	MANGANESO	0.1
EXTRACTABLE EN CLOROFORMO	3	MATERIA FLOTANTE	0.2
CIANURO (como CN-)	0.2	MERCURIO (Hg) (II)	0.001
CLORDANO (II)	0.003 (III)	METOXICLORO	0.03
(MEZCLA TECNICA DE METABOLITOS)		NAFTALENO	
CLORO RESIDUAL		NIQUEL	0.01
CLORO BENCENO	0.02	NITRATOS (NO3) (como N)	5
2 CLORO ETIL VINIL ETER		NITRITOS (NO2) (como N)	0.05
2 CLOROFENOL	0.03	NITROBENCENO	20
CLOROFORMO (II)	0.03 (III)	2 NITROFENOL Y 4 NITROFENOL	0.07
CLORONAFTALENOS		NITROGENO AMONIACAL	
CLORUROS (como Cl-)	250	N-NITROSODIFENILAMINA (II)	0.05 (III)
CLORURO DE METILENO	0.002 (III)	N-NITROSODIMETILAMINA (II)	0.00001 (III)
CLORURO DE METILO	0.002 (III)	N-NITROSODI-N PROPILAMINA (II)	
CLORURO DE VINILO	0.02 (III)	OXIGENO DISUELTO (XXX)	4
COBRE	1	OLOR	AUSENTE
COLIFORMES FECALES (NMP/100 al)	1000	PARATION	0.00003
COLOR (unidades de escala Pt-Co)	75	PENTAFLUOROFENOL	0.03
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA		POTENCIAL HIDROGENO (pH) (XXXI)	5-9
(mahos/cm)		PLATA	0.05
CROMO HEXAVALENTE	0.05	PLOMO	0.05
DDD (II)	0.0000002 (III)	SABOR	CARACTERISTICO
DDE (II)		SELENIO (como selenato)	0.01
DDT (II)	0.001 (III)	SOLIDOS DISUELTOS	500
DICLOROBENCENOS	0.4	SOLIDOS SUSPENDIDOS	500
1,2 DICLOROETANO (II)	0.005	SOLIDOS TOTALES	1000
1,1 DICLOROETILENO (II)	0.0003	SUSTANCIAS ACTIVAS AL AZUL	
1,2 DICLOROETILENO (II)	0.0003	DE METILENO	0.5
2,4 - DICLOROFENOL	0.03	SULFATOS (SO4)	500
1,2 DICLOROPROPANO		SULFUROS (como H2S)	0.2
1,2 DICLOROPROPILENO	0.09	TALIO	0.01
DIELDRIN (II)	0.0000007 (III)	TEMPERATURA (°C)	COND. NATURALES +2.5
DIETILFTALANO	350	2,3,7,8-TETRAFLUORODIBENZO	
1,2 DIFENILHIDRACINA (II)	0.0004 (III)	P-DIOXINA (II)	0.000000001
2,4 - DIMETIL FENOL	0.4	1,1,2,2 TETRAFLUOROETANO (II)	0.002 (III)
DIMETIL FTALANO	313	TETRAFLUROETILENO (II)	0.008 (III)
2,4 DINITROFENOL	0.07	TETRAFLURODO DE CARBONO (II)	0.004 (III)
DINITRO-O-CRESOL	0.01 (III)	TOLUENO	14.3
2,4 DINITROTOLUENO (II)	0.001 (III)	TOXAFENO	0.000007
2,6 DINITROTOLUENO		1,1,1 TRICLOROETANO (II)	18.4 (III)
ENDOSULFANO (alfa y beta) (II)	0.07	1,1,2 TRICLOROETANO (II)	0.006 (III)
ENDRIN	0.001	TRICLOROETILENO (II)	0.03 (III)
ETILBENCENO	1.4	2,4,6 TRICLOROFENOL (II)	0.01 (III)
FENOL	0.3	TURBIEDAD (Unidades escala	CONDICIONES
FIERRO	0.3	de sílice)	NATURALES
FLUORANTENO	0.04	ZINC	5
FLUORUROS (como F-)	1.5	RADIOACTIVADA	
FOSFATOS (como PO4)	0.1	ALFA TOTAL (Bq/l)	0.1
FOSFORO ELEMENTAL		BETA TOTAL (Bq/l)	1
GASES DISUELTOS		*Nota: Niveles máximos en mg/l, exepcto cuando se	
GRASAS Y ACEITES	AUSENTES	indique otra unidad.	
HALOMETANOS (II)	0.002 (III)		
HEPTAFLURO (II)	0.006 (III)		

## CARACTERISTICAS DEL EQUIPO POTABILIZADOR

Por lo analizado en el capítulo II, conviene contar con un equipo portátil potabilizador de agua en cada equipo de perforación y/o reparación y terminación de pozos.

### 3.1 Descripción del equipo

El potabilizador se instalaría en el área de los tanques elevados en los equipos de perforación y reparación de pozos, utilizando la caída del agua por gravedad, almacenada en el tanque elevado de agua, con capacidad de 20 ó 30 m<sup>3</sup>, situado arriba de la caseta de mecánicos en dichos equipos.

El depósito donde se almacenará el agua potable será de material plástico, por medio de tuberías y sello o empaque de hule, dicho garrafón estará instalado, con el equipo enfriador y calentador de agua.

### 3.2 Características del Equipo Dosificador de Cloro

Por los resultados obtenidos el agua analizada no es satisfactoria, basado principalmente en el análisis de coliformes fecales, para consumo humano y por lo tanto se propone un equipo dosificador de cloro, con las siguientes características:

Instalación: El dosificador de cloro se instalará en la línea principal de agua bajo presión. Esta presión puede ser la natural con la que se recibe el agua municipal o la proporcionada por una bomba eléctrica o manual que succione de un pozo o de cisterna.

Funcionamiento: El fundamento de operación del dosificador de cloro consiste en alimentar pequeñas cantidades de una solución concentrada de cloro a la tubería de agua. La solución concentrada de cloro se forma haciendo derivar una pequeña parte del flujo principal percolándola a través de un lecho de pastillas de cloro concentrado. La alimentación de esa solución se regula por medio de la válvula de salida. Por medio del indicador de flujo transparente se observa, si el aparato esta dosificando.

El indicador de flujo es además una válvula de check que impide una posible retro-alimentación de cloro a la tubería cuando no hay flujo de agua.

#### Ventajas:

- \* Mata una gran gama de bacterias, virus y hongos.
- \* No requiere de electricidad.
- \* No tiene partes móviles que se desgasten.
- \* No es necesario preparar soluciones ni manejar peligrosos tanques de gas a presión.
- \* Su manipulación no es peligrosa, puede ser operado y vigilado por personal no especializado.
- \* No produce olores ni sabores desagradables a las concentraciones requeridas.
- \* Instalación simple.
- \* No tiene ningún efecto nocivo en la salud.
- \* 100% efectivo desde P.H. 6.0 hasta P.H. 8.0
- \* Más económico en todos los sistemas de agua potable hasta de 5000 habitantes.

Comprobación: En cualquier momento y en cualquier llave se puede tomar una muestra de agua y analizarla con el comparador de cloro, para cerciorarse que contiene suficiente cloro y por lo tanto está desinfectada y tiene poder

desinfectante residual.

Esta en sus manos saberlo en 30 segundos.

### 3.3 Características del Filtro de Carbón Activado

El filtro de carbón activado es ideal para empleo de aguas que contienen cloro y yodo residual, como suceden en las poblaciones que tienen servicio municipal de agua clorada o en donde existen dosificadores de cloro.

Ventajas:

- \* Flujo rápido.
- \* No requiere limpieza.
- \* Se recarga fácilmente.
- \* Elimina cualquier vestigio de cloro o yodo residual.
- \* En caso de que el agua estuviera contaminada con productos orgánicos como D.D.T., D.D.D., D.D.E., Aldrin, Dieldrín, Endrín, etc; el carbón activado los absorbe totalmente.

### 3.4 Características del Enfriador y Calentador de Agua

Especificaciones Técnicas

Muéble: Fabricado en lámina coldroller esmalte beige horneado.

Capacidad: Satisface las necesidades de agua para 30 personas.

Válvula: De nylon con botón para que al apretarlo salga el agua.

Unidad Refrigerante: Compresor hermético 1/8 p.h. 127+-10% volts c.a. 60 h.z.  
1 fase.

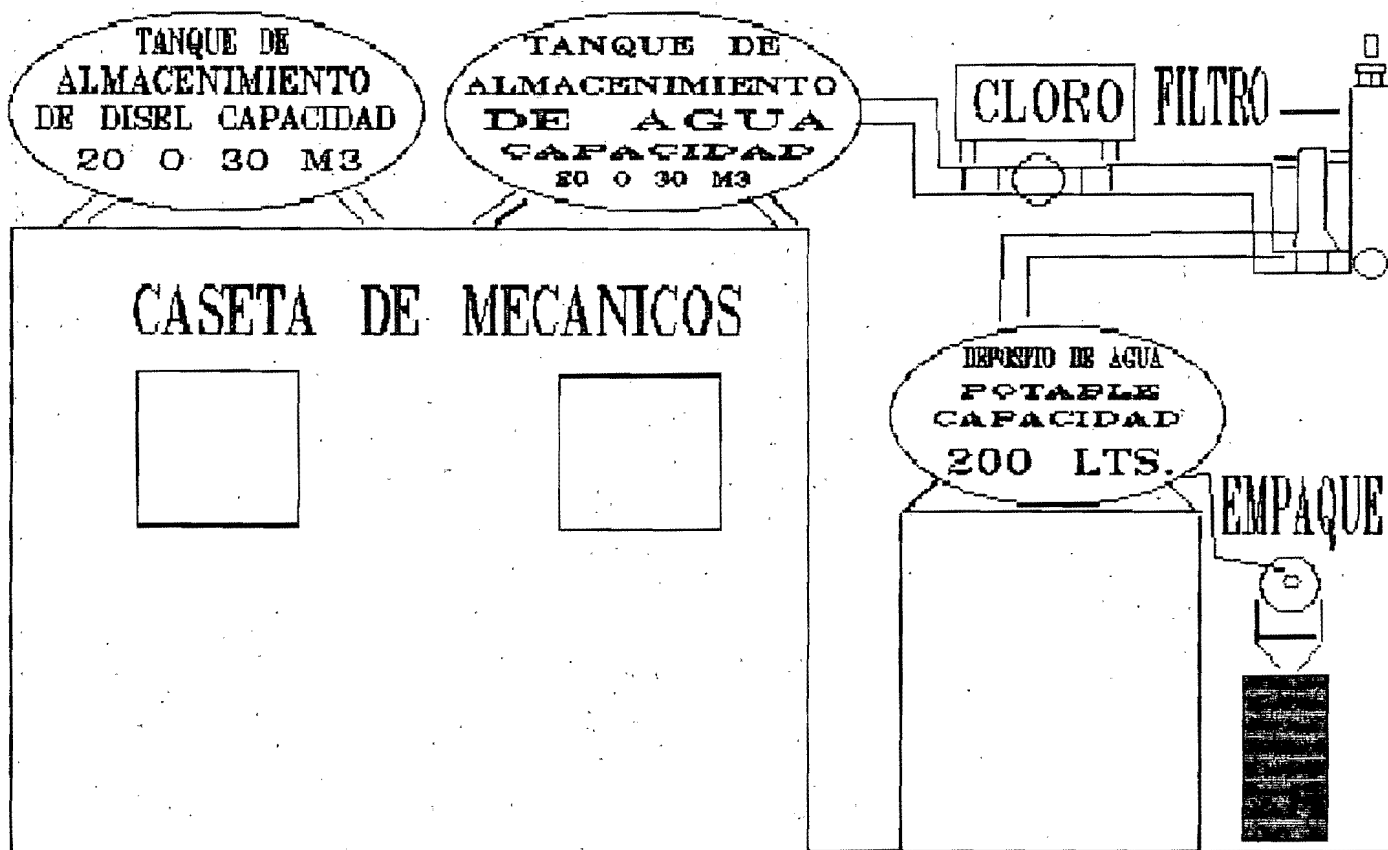


Condensador: Enfriado por condensación.

Control de Agua Fría: La temperatura de  $7^{\circ}+3^{\circ}\text{C}$  es controlada por un termostato ajustable localizado en la parte de atrás del enfriador.

Control de Agua Caliente: Fijo  $75^{\circ}+5^{\circ}\text{C}$ .

Protector del Compresor: Con termostato automático interno.



DIBUJO 1.

Instalación del Equipo Propuesto en el Area de la Caseta de Mecánicos, en los Equipos de Reparación y Terminación de Pozos.

\* Nota: En los equipos de perforación, el área de tanque de agua es independiente, con suficiente espacio para el equipo propuesto.

## ESTUDIO ECONOMICO

### 4.1 Mano de Obra y Equipo Actual

Actualmente en la distribución de agua desde la ciudad de Agua Dulce hasta los distintos centros de trabajo del distrito petrolero, interviene un grupo de operarios clasificados en categorías según sus desempeños específicos.

Existe un sólo turno de trabajo en el cual se realiza la distribución completa tanto del agua como del hielo.

En la tabla adjunta se consideran salarios catorcenales, mensuales y anuales de cada trabajador en forma neta, no se consideran las prestaciones, que por ley proporciona la empresa: renta de casa, lavado de ropa, despensa, viáticos, gas, gasolina, etc., también hay que tomar en cuenta si se requiere del trabajo en horas extras. Las prestaciones representan un 30% más sobre el salario base, es decir que el salario total es bastante aceptable.

Para el transporte del agua y del hielo, se cuenta con tres unidades de transporte pesado, con un operador y dos obreros por cada unidad.

Además se debe considerar la depreciación del equipo básico y equipo de transporte. La depreciación sería en tambores, mangueras, válvulas, termos, guantes, ropa, botas, equipo de seguridad, etc. El equipo de transporte que se deprecia es de tipo vehicular (llantas, motor, etc.). Debe considerarse también el mantenimiento del equipo de transporte (cambios de aceite, filtros, servicios de alineación, balanceo, etc.).

Cantidad	Categoría	Nivel	Salario (Cat)	Mensual
3 por turno	Operador	11	\$ 546,987	\$ 1'093,974
6 por turno	Obrero	3	\$ 412,981	\$ 825,970
	Anual		Total	
	\$ 13'127,688 x 3 =		\$ 39'385,064	
	\$ 9'884,565 x 6 =		\$ 59'307,390	

Egreso total \$ 98'690,454 + 30% de prestaciones = \$128'297,590.

A esto añadimos el costo de hielo, que es adquirido diariamente a una empresa privada.

- \* Bloques de hielo adquiridos diariamente: 9
- \* Costo de cada bloque: \$ 9,000.
- \* Costo total diario: \$ 81,000.
- \* Costo total mensual aprox.: \$ 2'430,000.
- \* Costo total anual aprox.: \$ 29'160,000.

Salario anual con prestaciones + costo anual del hielo = \$ 128'297,590 + \$ 29'160,000 = \$ 157'457,590.

## 4.2 Equipo Propuesto

Las instalaciones más convenientes que se proponen por las ventajas que presenta es muy sencillo, tanto por el equipo que lo conforma, así como su funcionamiento una vez realizada su instalación.

Después de analizar los diferentes tipos de dosificadores se sugiere seleccionar por más adecuado al equipo dosificador de cloro que consta de:

- \* Capacidad de potabilización de 6'000,000 de litros a 0.75 p.pm. (partes por millón, Mg/ltr.).
- \* Gabinete metálico de protección con porta candado.
- \* Depósito de plástico con primera carga de cloro y tapón macho.
- \* Mangueras en polietileno y conexiones en polipropileno.
- \* Cabezal de dosificación.

Este equipo tiene un precio aprox. en el mercado de \$ 2'300,000 más I.V.A. El equipo se colocaría en la bajada de la tubería del tanque de abastecimiento.

Para la eliminación de color, sabor, y olor de cloro se sugiere:

1 filtro de carbón activado, de un precio aprox. en el mercado de \$ 240,000 más I.V.A.

Y por último 1 máquina enfriadora y calentadora de agua; con refrigerador de 1 pie cúbico, congelador con puerta magnética de 36 dm<sup>3</sup>, de un precio aprox. en el mercado de \$ 1'670,000 más I.V.A.

\* Las características técnicas de los artículos antes mencionados se describen en el capítulo III.

### 4.3 Atención Médica

En lo que respecta a la atención médica, se tendrá una estadística de más bajo índice, por consecuencia lógica, al disminuir las enfermedades del tipo antes mencionado.

Por consecuencia inmediata, se tendrá como uno de los mejores beneficios la salud del trabajador, y además, la eficiencia, mejor desempeño de sus labores, seguridad en su trabajo y en sí mismo.



4.4 Costo Total:

Mano de Obra Actual por Año: \$ 128'297,590.

Equipo Actual: \$ 2,500'000,000.

Hielo en Barras por Año: \$ 29'160,000.

Costo Total: \$ 2,657'457,590.

Costo Total del Equipo Propuesto.

Dosificador de Cloro: \$ 2'300,000.

Filtro de Carbón Activado: \$ 240,000.

Unidad Calentadora y Enfriadora: \$ 1'670,000.

Por 6 Equipos de Reparación y Terminación de Pozos:  
\$25'260,000.

Salario del Supervisor (Anual): \$ 17'065,992.

Costo total = \$ 25'260'000 + 17'065'992 = \$ 42'325,992.

La diferencia del costo actual contra el costo del equipo  
propuesto es:

$$D = (CT)_A - (CT)_P. \quad D = (\$ 2,657'457,590) - (\$ 42'325,992)$$

$$D = \$ 2,615'131,598. \text{ Ahorro para la empresa.}$$

El costo del equipo propuesto es un sólo gasto de inversión, ya que los equipos tienen una vida útil de varios años.

El supervisor propuesto verificará en forma periódica el buen funcionamiento de los equipos propuestos.

El mantenimiento sería un gasto mínimo por periodo, ya que dicho mantenimiento es muy sencillo pues la dosis de sal es regenerable y la atención es mínima.



## CONCLUSIONES

De acuerdo con el estudio hecho en donde se consideran la parte técnica, parte económica, beneficios de comodidad y servicios inmediatos se tiene:

- 1) Disminución de enfermedades de tipo gastrointestinales, virales, al consumir el agua tratada.
- 2) Reducción de horas: de incapacidad lo que conduce en un alto rendimiento en la productividad.
- 3) Comodidad y seguridad al mantener el equipo en forma estable y de una salubridad confiable.
- 4) Beneficios inmediatos: empresa, trabajador, tanto económico como de armonía.
- 5) El ahorro en gastos totales es bastante considerable a favor de la empresa.

## Bibliografía

- 1.- Eugene, F. (1983) "Agua y Salud Humana". Editorial Limusa, 2da Edición.
- 2.- Torruco, A. (1988) "Reutilización del Agua residual de un equipo de perforación petrolero terrestre". Tesis Profesional, U.A.Y., Mérida, Yuc.
- 3.- Diario Oficial de la Federación (13 de diciembre de 1989) "Acuerdo por el que se establecen los criterios ecológicos de la calidad del agua". Gaceta Ecológica, S.E.D.U.E., México.
- 4.- Babcock Russell. (1986) "Instrumentación y control en el tratamiento de aguas potables, industriales y de desecho". Editorial Limusa-Wiley.
- 5.- Kemmer, Frank-Mc. Callion John. (1988) "Manual del Agua". Editorial Mc. Graw Hill, México.
- 6.- Kaplan, Juan. (1976) "Medicina del Trabajo". Editorial Ateneo, Buenos Aires, Argentina.
- 7.- Dr. Humberto Lazo Cerna (1982) "Higiene y seguridad Industrial". Editorial Porrúa, México. 8va. Edición.
- 8.- Publicaciones de Seguridad Industrial, Consejo Interamericano de Seguridad U.S.A.
- 9.- Boletines y Folletos de Seguridad Industrial, PEMEX.