



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**

**“Optimización del Sistema Contraintencido
de la Terminal de Almacenamiento y
Reparto18 de Marzo”**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

PRESENTA:

JORGE ARENAS SALINAS

ASESOR: JOSE GUSTAVO OROZCO HERNANDEZ

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

2011



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 ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA**

JORGE ARENAS SALINAS



**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES**

ASUNTO: VOTO APROBATORIO

**DRA. SUEMI RODRÍGUEZ ROMO
DIRECTORA DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE**

**DEPARTAMENTO DE
EXÁMENES PROFESIONALES
ATN: L.A. ARACELI HERRERA HERNÁNDEZ
Jefa del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán**

Con base en el Art. 28 del Reglamento de Exámenes Profesionales nos permitimos comunicar a usted que revisamos **LA TESIS:**

“Optimización del Sistema Contraincendio de la Terminal de Almacenamiento y Reparto
18 de Marzo”

Que presenta el pasante: Jorge Arenas Salinas

Con número de cuenta: 40600246-8 para obtener el Título de: Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE

“POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU”

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 13 de Septiembre de 2011.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	Ing. Casildo Rodríguez Arciniega	
VOCAL	Ing. Oscar Cervantes Torres	
SECRETARIO	Ing. José Gustavo Orozco Hernández	
1er SUPLENTE	Ing. Fernando Fierro Téllez	
2do SUPLENTE	Ing. César Sinhue Moreno Varela	



Índice:

- ♣ **Proemio, 7**
 - ♣ **Objetivo, 9**
 - ♣ **Justificación, 10**
 - ♣ **Introducción, 11**
-
- I. Antecedentes, 14**
 - 1. Historia de la Terminal de Almacenamiento y Reparto 18 de Marzo
 - 2. Funciones y características generales de esta Terminal
 - 3. Sistema de Protección Contra incendios
 - 4. Alcances del Proyecto



II. Características técnicas actuales de la terminal, 34

1. Levantamiento hidráulico
 - 1.1. Drenajes
 - 1.1.1. Pluvial
 - 1.1.2. Aceitoso
 - 1.1.3. Jabonoso
 - 1.2. Tubería para agua Contra incendio
2. Levantamiento Estructural
3. Eléctrico
- 4.

III. Selección del equipo de bombeo, 44

1. Planeación para el uso de las bombas
2. Definición de la infraestructura para la instalación de los equipos



IV. Desarrollo, 53

1. Maquina eléctrica
2. Maquina de combustión
3. Comparativo entre sistemas

V. Beneficios, 67

1. Ambientales
 - 1.1. Agua
 - 1.2. Electricidad
2. Económicos
3. Técnicos

VI. Conclusiones, 78

VII. Bibliografía, 79



Proemio

Actualmente vivimos en un mundo donde los Recursos Naturales se explotan a un nivel mayor al de su reposición, la gran diversidad de recursos que nos ofrece el planeta es infinita, y sin embargo; la mayor parte de la humanidad no contamos con la cultura suficiente de protección al ambiente.

Uno de los recursos que más es explotado en nuestro mundo es el agua; parte fundamental para cualquier forma de vida existente en este planeta, sin agua la vida no existe.

En el caso de la industria, tenemos que el agua es utilizada en un nivel bastante alto. Cabe señalar que las grandes ciudades industrialmente hablando, son generadoras de contaminantes mismas que provienen de diferentes tipos de utilización tales como: doméstico, industrial y comercial.

De estos tres rubros el mayor consumidor y generador de contaminantes es el industrial. Por lo anterior debemos poner énfasis en



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

JORGE ARENAS SALINAS

aplicar en la industria, sistemas que permitan reducir el consumo de recursos naturales en pro del ambiente, tales sistemas deben ser flexibles en su diseño y aplicación para poder extenderlos corto, mediano o largo plazo según se requiera.

Tales sistemas deben estar basados en respetar al planeta con costumbres sencillas sobre los recursos tales como reciclar, evitar fugas, apagar equipos eléctricos si no se usan, reutilizar, separar los residuos, no desperdiciar los alimentos, utilizar medios de transporte ecológicos, etc. todo lo anterior en la medida de lo posible.

De ahí precisamente surge la idea de implementar este sistema en la planta industrial "Terminal de Almacenamiento y Reparto 18 de Marzo" de Petróleos Mexicanos, para hacer de esta una que sea más agradable al ambiente.

Contribuyendo también a la aplicación de los preceptos que dicta el Sistema de Seguridad Salud y Protección Industrial (SSPA) instalado en todas las operaciones de la empresa.



Objetivo

- Reutilizar el agua que se recupera en la fosa de retención, en el sistema contraincendio, calibración, lavado de Autotanques y riego.
- Evitar explotar los pozos de agua existentes en el área de la terminal hasta en un 80%.
- Ahorrar en costos de electricidad y extracción de agua en los pozos.
- Implementación de un cardumen en la fosa, como canal de monitoreo natural del agua almacenada.
- Contribuir a proteger el ambiente en pro de las generaciones venideras de seres vivos.
- Utilizar este proyecto como material didáctico para otros diseños y/o investigaciones futuras.



Justificación

Es el creciente cambio climático en nuestro planeta a consecuencia del uso excesivo de los recursos naturales y la alta contaminación del ambiente.

En este caso el alto consumo de agua y electricidad en la Planta Industrial TAR 18 de Marzo donde el consumo del vital líquido es altamente dependiente de los pozos del área y por lo tanto de la electricidad de manera directa, por la razón de que para extraer el agua del pozo profundo se utiliza una bomba con elemento motriz eléctrico.



Introducción

Actualmente, existe un fuerte consenso científico que asegura que el clima global se verá alterado significativamente, en el siglo XXI, como resultado del aumento de las concentraciones de gases de tipo invernadero tales como el dióxido de carbono, metano, óxidos nitrosos y clorofluorocarbonos. Estos gases están atrapando una porción creciente de radiación infrarroja terrestre y se prevén que estos harán aumentar la temperatura planetaria entre 1,5 y 4,5 °C. Como respuesta a esto, se estima que los patrones de precipitación global, también se alteren. Aunque existe un acuerdo general sobre estas conclusiones, hay una gran incertidumbre con respecto a las magnitudes y las tasas de estos cambios a escalas regionales asociados a estos potenciales cambios, habrá grandes alteraciones en los ecosistemas globales. Trabajos científicos sugieren que los rangos de especies arbóreas, podrán variar significativamente como resultado del cambio climático global. Por ejemplo, estudios realizados en Canadá proyectan pérdidas de aproximadamente 170 millones de hectáreas de bosques en el sur Canadiense y ganancias de 70 millones de hectáreas en el norte de Canadá, por ello un cambio climático global como el que se



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

JORGE ARENAS SALINAS

sugiere, implicaría una pérdida neta de 100 millones de hectáreas de bosques.

Aún así, hay una considerable incertidumbre con respecto a las implicaciones del cambio climático global y las respuestas de los ecosistemas, que a su vez, pueden traducirse en desequilibrios económico. Este tema será de vital importancia en países que dependen fuertemente de recursos naturales tal es el caso de México.

Con respecto al impacto directo sobre los seres humanos, se puede incluir la expansión del área de enfermedades infecciosas tropicales, inundaciones de terrenos costeros y ciudades, tormentas más intensas, las extinción de incontables especies de plantas y animales, fracasos en cultivos en áreas vulnerables, aumento de sequías, etc. Estas conclusiones han llevado a una reacción gubernamental mundial, que se ha expresado en numerosos estudios y conferencias, incluyendo tratados enfocados a enfrentar y en lo posible solucionar la crisis.

El cambio climático global es un tema de preocupación creciente entre los actores gubernamentales encargados de conducir la política



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

JORGE ARENAS SALINAS

nacional ya que no sólo se circunscribe al sector ambiental, es un problema que afectará al desarrollo de todos los sectores socioeconómicos del país.

En virtud de que nuestro país es un gran poseedor de recursos naturales, y nosotros somos un país dependiente de estos, es indispensable que las generaciones que vivimos actualmente en este país, seamos altruistas y proteger los recursos que nos brinda esta tierra, para que nuestros descendientes gocen de esta riqueza natural que nos fue concebida en el lugar donde vivimos.



I. Antecedentes

1. Historia de la TAR

Petróleos Mexicanos (PEMEX) a través de su organismo Subsidiario Refinación tiene como objeto los procesos industriales de:

La Refinación:

Elaboración de productos petrolíferos y de derivados del petróleo que sean susceptibles de servir como materias primas industriales básicas.

Almacenamiento, Distribución y Comercialización:

Particularmente dedicada a las ventas de los productos y derivados, esto a través de Terminales de Almacenamiento y Reparto (TAR).

En nuestro caso el sistema fue diseñado para la TAR 18 de Marzo.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

JORGE ARENAS SALINAS

Esta terminal fue inaugurada el 29 de Noviembre de 1994, inicio operaciones el 16 de Septiembre de 1996. Cuenta con una superficie total de aproximadamente 650,000 m², Ubicada en el predio Norte de la Ex-refinería 18 de Marzo. Y fue parte del proyecto de abastecimiento de combustibles al centro del país debido a la alta demanda y el desmantelamiento del la Refinería 18 de Marzo, esto último trajo la necesidad construir una planta Industrial de almacenamiento con gran capacidad ya que sería esta última, la que proporcionara combustible a todo el altiplano central del país, lugar donde se asienta la mayor concentración de gente sobre un área del mundo, considerando de manera directa todo el Distrito Federal, Área metropolitana (Estado de México) y parcialmente a los estados de Guerrero, Puebla y Morelos, todo lo anterior dio origen a una moderna terminal única en su tipo con capacidad de 1, 510, 000 Barriles.

Cabe mencionar que esta planta es la más grande de Latinoamérica, la importancia de esta planta es muy alta ya que su salida de operación, daría lugar a una afectación de impacto nacional grave, considerada Tipo A por su influencia en el país.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

JORGE ARENAS SALINAS



**ILUSTRACIÓN 1. FOTO SATELITAL DE LA TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y
REPARTO 18 DE MARZO DE PEMEX, UBICADA EN MEXICO D.F.**

2. Funciones y características generales de esta Terminal

- a) Capacidad de almacenamiento de 1.51 millones de barriles para 10 días de inventario.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

JORGE ARENAS SALINAS

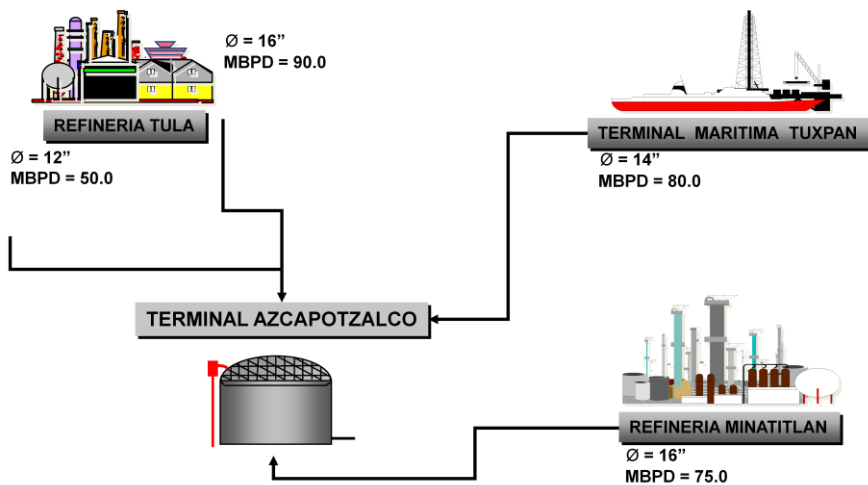
TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Nomenclatura	Producto	Capacidad
TV-1	Gasolina PEMEX Magna	100,000 bls.
TV-2	Turbosina	100,000 bls.
TV-3	Gasolina PEMEX Magna	100,000 bls.
TV-4	Gasolina PEMEX Magna	100,000 bls.
TV-5	Gasolina PEMEX Premium	100,000 bls.
TV-6	Gasolina PEMEX Magna	100,000 bls.
TV-7	Turbosina	100,000 bls.
TV-8	Gasolina PEMEX Magna	100,000 bls.
TV-9	Gasolina PEMEX Magna	100,000 bls.
TV-10	Gasolina PEMEX Premium	100,000 bls.
TV-11	Turbosina	100,000 bls.
TV-12	PEMEX Diesel	100,000 bls.
TV-13	PEMEX Diesel	100,000 bls.
TV-14	PEMEX Diesel	100,000 bls.
TV-15	Gasolina PEMEX Premium	30,000 bls.
TV-16	Gasolina PEMEX Premium	30,000 bls.
TV-17	Gasolina PEMEX Premium	20,000 bls.
TV-18	Gasolina PEMEX Premium	20,000 bls.
TV-19	Recuperados	10,000 bls.
TOTAL		1,510,000bls.

Tabla 1. Tanques de almacenamiento de combustibles



- b) Alimentación por medio de poliducto desde la Terminal Marítima de Tuxpan y de las Refinerías de Minatitlán y Tula.



Capacidad máxima de recepción: 295 mil barriles por día.

Ilustración 2. Diagrama de bloques del sistema de alimentación de la TAR.

- c) Abastece, en forma directa, por medio de una flotilla de 70 Autotanques, a clientes de 4 delegaciones del Distrito Federal y 16 municipios del Estado de México y por medio de poliductos suministra productos a las Terminales de Almacenamiento y



Reparto Satélite Norte (San Juan Ixhuatepec); Satélite Sur (Barranca del Muerto); Satélite Oriente (Añil); y turbosina al Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México.

Envío por poliducto

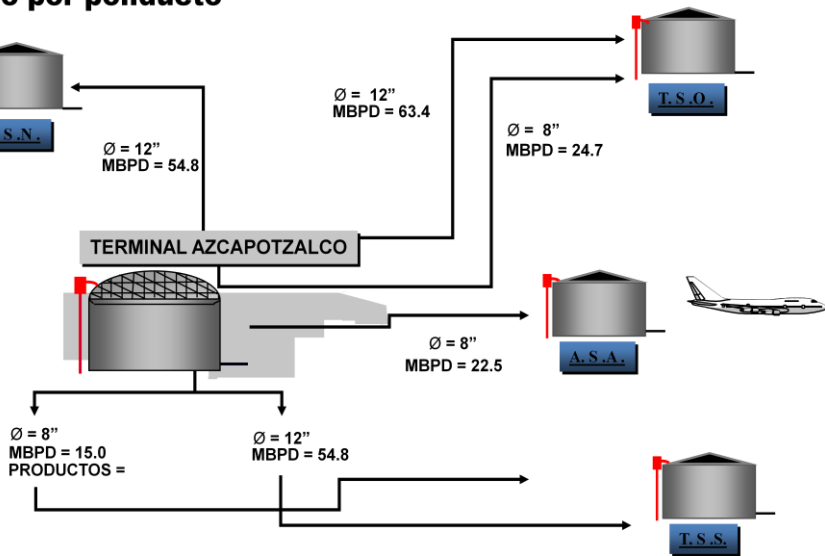


Ilustración 3. Diagrama de bloques del sistema de alimentación a otras terminales.



Zona de Influencia

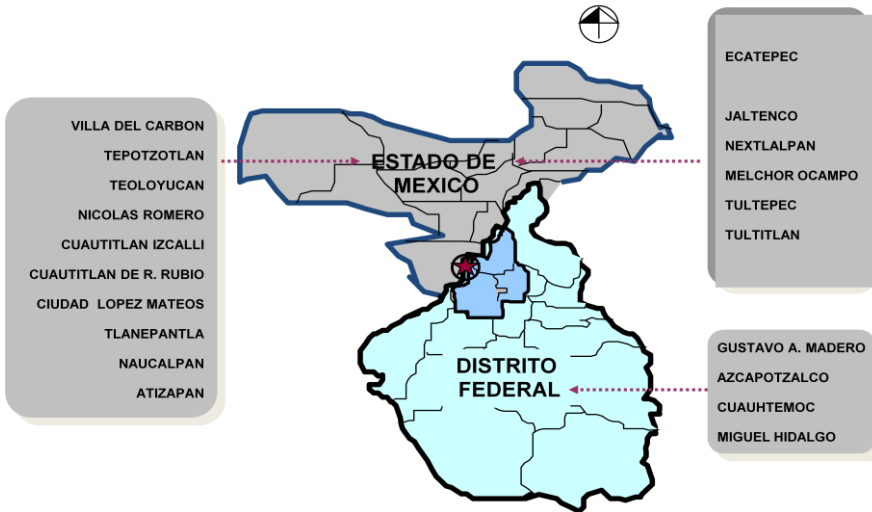


Ilustración 4. Zona de influencia de la TAR (reparto local).

- d) La instalación cuenta con una franja ecológica perimetral de 150 metros de ancho aproximadamente. Cobertizos, estacionamientos, oficinas, talleres, vestidores, almacén, comedor casetas de vigilancia, y tres accesos (lado Ingenieros Militares).

Tal como lo muestra el siguiente mapa:

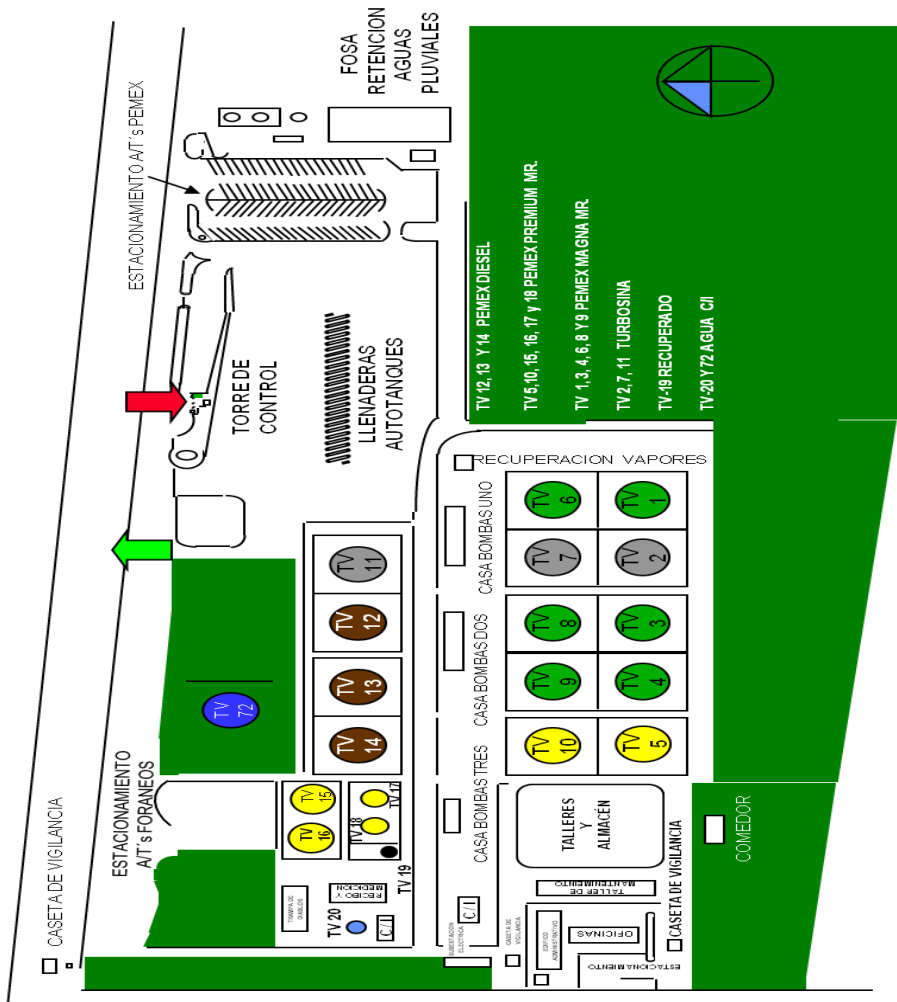


Ilustración 5. Mapa de ubicación de la planta.



Ilustración 6. Franja ecológica

- e) Las aguas aceitosas son tratadas y almacenadas en la fosa de retención. El agua que ahí se acumula está libre de partículas de hidrocarburos, prueba contundente de eso la vida de flora y fauna. Ya que proliferan árboles frutales alrededor y una pequeña parvada de patos.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

JORGE ARENAS SALINAS



Ilustración 7. Fauna presente en la fosa de tormentas, prueba de la pureza del agua.



3. Sistema de protección contra incendios:

PEMEX siempre preocupado por el ambiente, la salud e higiene en el trabajo, diseñó la Terminal con capacidad de atacar un incidente por fuego con diferentes elementos. Todos ellos integrantes del sistema contra-incendio tales como, bombas, tanques contenedores de agua, monitores de agua, hidrantes, extintores, detectores de gas, humo, y flama, cámaras de espuma, anillos de enfriamiento y aspersores, así como contención a base de diques en cada uno de los tanques con producto. Utilizando en todos los anteriores como materia prima el agua, la cual es extraída de los pozos existentes en el área. Bombeada a los tanques de almacenamiento, para uso contra-incendio, servicios, riego y calibración.

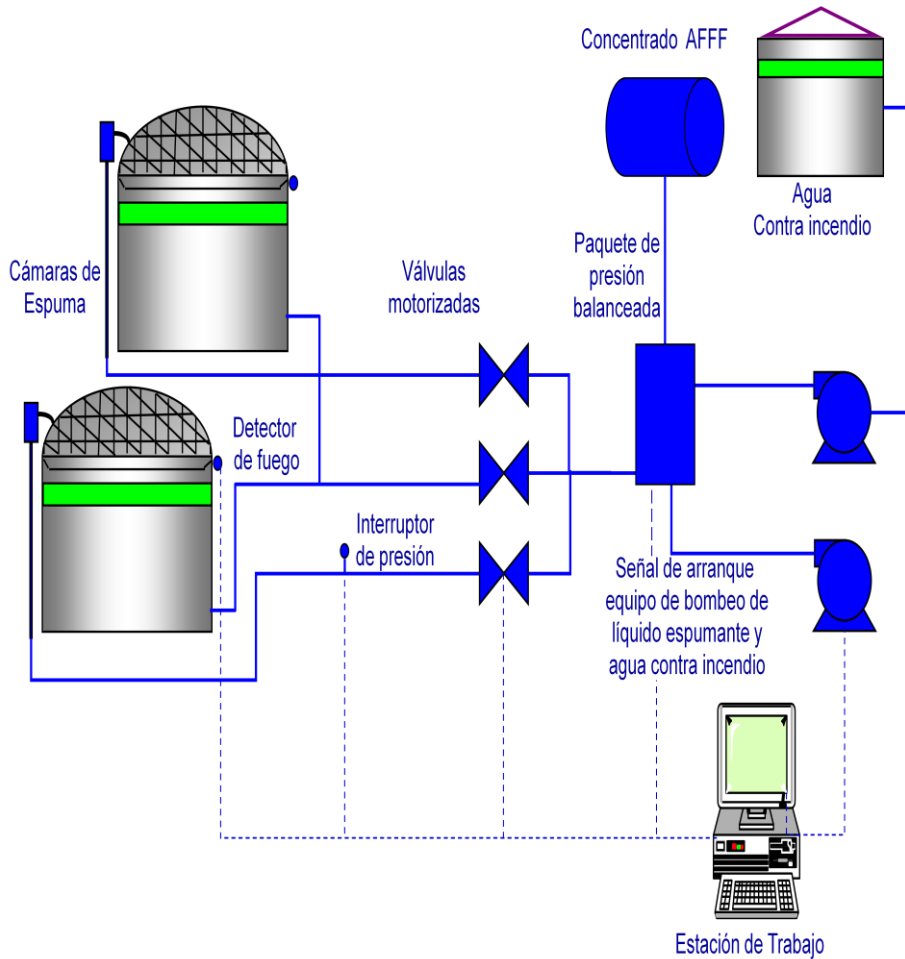


Ilustración 8. Sistema automático de Protección contraincendios



Ilustración 9. Inyección sub-superficial



Ilustración 10. Cobertizo de bombas C.I.



Ilustración 11. Detector de Gas



Ilustración 12. Hidrante monitor.

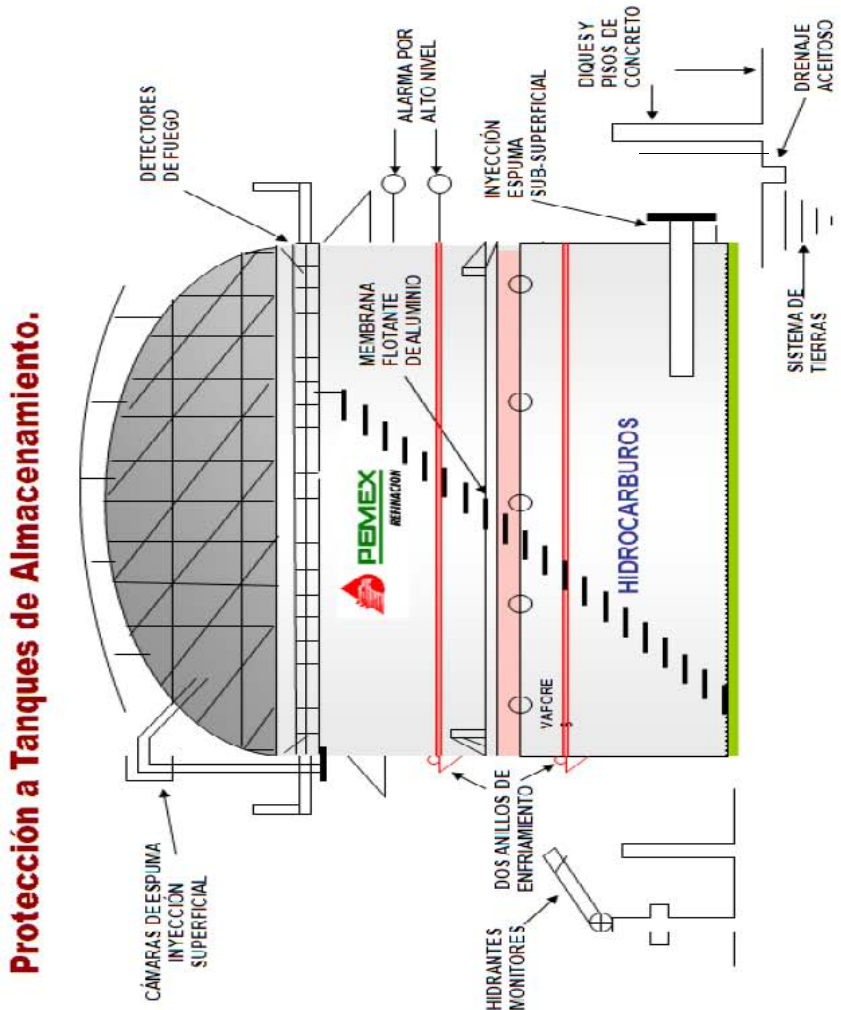


Ilustración 13. Sistemas de protección para tanques de almacenamiento.



Ilustración 14. Anillos de enfriamiento y cámaras de espuma.



DIAGRAMA DE LA RED DE AGUA CONTRAINCENDIO TAD.
 AZCAPOTZALCO

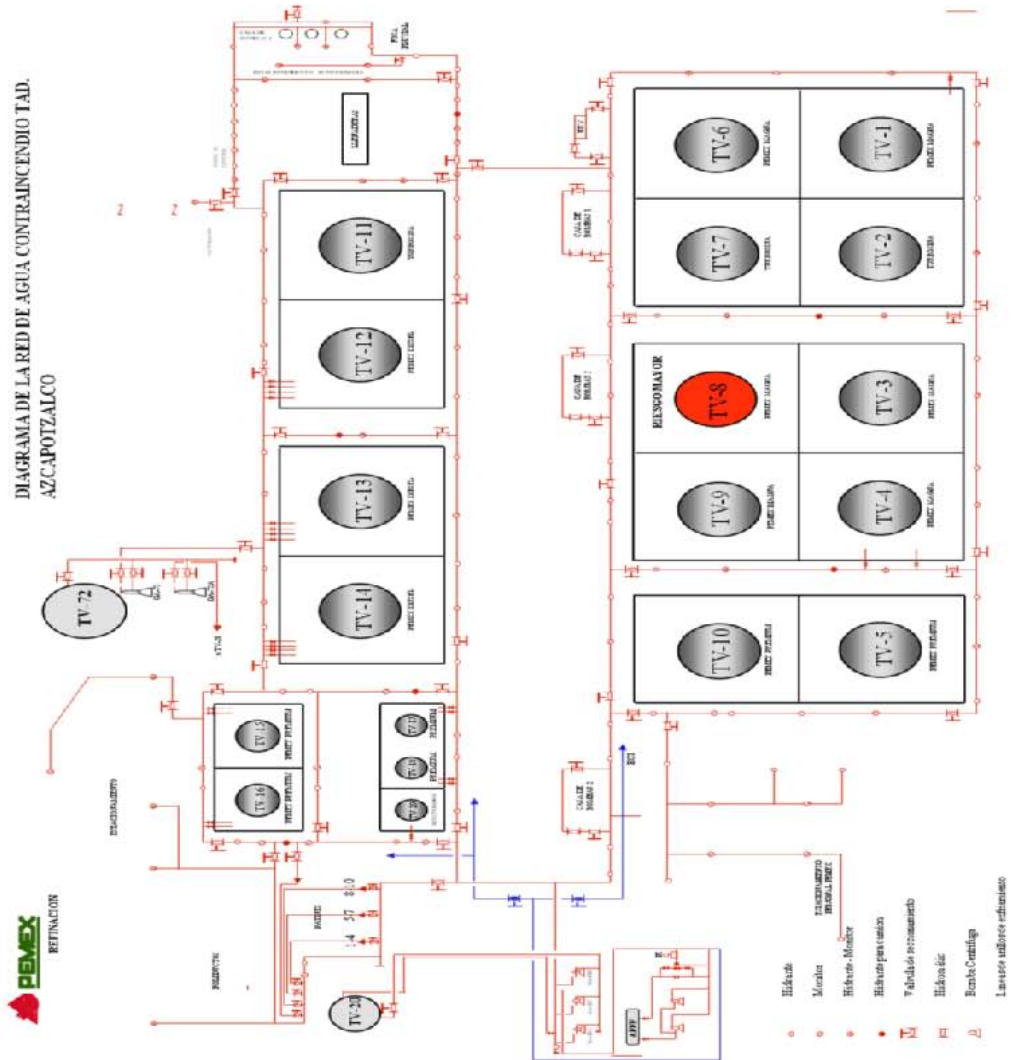


Ilustración 15. Diagrama de la red de agua Contra incendio.



4. Alcances del Proyecto

El objetivo de este proyecto es Optimizar el Sistema contraincendio en materia de agua, aprovechando el líquido que se recupera y almacena en la fosa de tormentas, para llenar los tanques y utilizarla en caso de incidente mayor, calibración y riego. Evitando extraer el agua de los pozos del subsuelo de esta terminal y así mismo reducir consumos de agua y electricidad y por lo tanto reducción en costos de los antes mencionados energéticos.

El programa de respuesta a emergencias marca forzoso la práctica de los simulacros de posibles incidentes para prevenirlos y evitarlos, naturalmente para su realización el Grupo de bomberos de Pemex practica de manera real el uso de los diferentes equipos del sistema para verificar que están al 100% y listos para atacar, por tanto el uso de agua es importante e indispensable; así que esta última se va al drenaje pluvial, el cual converge desde las diferentes aéreas dependiendo de la ubicación del lugar donde se realiza el simulacro hasta la fosa de retención de agua.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

JORGE ARENAS SALINAS

La capacidad actual de ataque en horas y volumen de aguaes tal como lo muestra la siguiente tabla:

Volumen actual:

TANQUE	USO	CAPACIDAD EN BLS (BARRILES)	CAPACIDAD DE ATAQUE EN HORAS
TV-72	AGUA CONTRA INCENDIO	TANQUE VERTICAL 46,200	5.31
TE-22	AGUA DE SERVICIOS	TANQUE ELEVADO 1239	0.1
TV – 20	AGUA CONTRA INCENDIO	TANQUE VERTICAL 11,000	1.27
CAPACIDAD TOTAL		58,439	6.68

Tabla 2. Volumen actual de agua



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

JORGE ARENAS SALINAS

Observando la siguiente tabla donde observamos que tenemos un volumen considerable en la fosa de retención (efluentes), de lo analizado anteriormente sabemos que esa se tiene inerte por lo tanto la idea de incorporarla al sistema de protección contraincendios.

Proyección:

AREA	USO	CAPACIDAD EN BLS (BARRILES)	CAPACIDAD DE ATAQUE EN HORAS
AREA DE EFLUENTES	AGUAS RESIDUALES	82,656	9.5
TANQUES	AGUA CONTRA INCENDIO	57,200	6.58
CAPACIDAD TOTAL		139,856	16.08

Tabla 3. Volumen de agua proyectado



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

JORGE ARENAS SALINAS

Como se aprecia en las anteriores tablas con el del agua del área de efluentes, la capacidad de ataque en horas y volumen de agua aumenta considerablemente en un 150%.

Con esto aseguramos que el Sistema Instalado sea más potente, seguro y sobretodo más agradable al ambiente.

Cabe señalar que este sistema se diseño para ser instalado en la TAR 18 de Marzo de PEMEX, sin embargo haciendo los estudios pertinentes se podría instalar en cualquier otra Planta Industrial de la República.



II. Características técnicas actuales de la terminal

Esta Información se obtuvo en campo; con base en los planos de diseño y construcción, para tener la certeza de que el equipo que menciona el plano sea el mismo que en planta se encuentra instalado.

1. Levantamiento hidráulico

1.1. Drenajes:

En esta terminal se recolectan 3 tipos de drenajes ilustrados a continuación:

1.1.1. Pluvial

Este drenaje colecta agua proveniente de dos áreas:

Áreas abiertas: Aquí se colecta el agua proveniente de los edificios, techos y caminos, y fluye por gravedad hacia la Fosa de Retención donde se almacena el líquido sin uso eficiente.



Área de Diques: Cada área de tanques cuenta con una caja de válvulas para direccionar el agua que al estar libre de hidrocarburos se puede enviar al drenaje pluvial que proviene de las áreas abiertas, y de ahí hacia la Fosa de Retención.

Los efluentes provenientes del agua de lluvia en caso de estar contaminada con hidrocarburos son dirigidos a la fosa de separación donde el agua aceitosa en donde se realiza la separación del aceite y el agua. Este elemento del drenaje hace tal separación por diferencia de densidades, una vez separada el elemento de la mezcla heterogénea que se asienta por tener mayor peso específico sale por la tubería a la fosa de Retención.

1.1.2. Aceitoso

Existen dos sistemas de colección de drenaje aceitoso:



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

JORGE ARENAS SALINAS

Área de carga de autotanques: El agua contaminada por hidrocarburos proveniente del área de carga se colecta a través de la fosa para agua aceitosa, para posteriormente ser bombeada al sistema de tratamiento de efluentes.

Área de diques de tanques de almacenamiento: El drenado de agua aceitosa de los tanques de almacenamiento se canaliza hacia el drenaje aceitoso y de ahí a la fosa de retención de agua aceitosa, para posteriormente ser bombeada al sistema de tratamiento de efluentes.

Se cuenta con sistema de drenaje aceitoso para: las trampas de recibo y envío de diablos, casa de bombas, laboratorio; el agua aceitosa se drena por gravedad a la fosa de retención de agua aceitosa, para su posterior envío a tratamiento. La bomba local cuenta con su propia fosa, la cual descarga el agua aceitosa a un cabezal hacia el área de tratamiento de efluentes.

Y por último se cuenta con tres Fosas para Aguas Aceitosas, que son cárcamos donde se capta agua-aceite



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

JORGE ARENAS SALINAS

dependiendo la ubicación. Una recibe mezcla que viene del área donde se carga el producto a las Pipas. Otra en la bomba local donde se suministra combustible a las Pipas propias de PEMEX y la ultima se usa para recolectar productos fuera de especificación, de las 3 fosas tienen bombas que envían el producto al taque de almacenamiento local. Dentro del recipiente se separa quedando el agua en el fondo lo que permite liberarla hacia un drenaje aceitoso que conecta a una de las trampas aceitosas, donde cualquier traza o partícula de petrolífero se quedara ahí pasando de esta hacia la Fosa de Tormentas limpia y libre de partículas prueba de ello, la fauna.

1.1.3. Jabonoso

Se dispone de fosas sépticas para todo el drenaje sanitario y jabonoso de la terminal para posteriormente enviarlo el drenaje municipal.



Disposición general de agua del sistema de drenajes

La terminal cuenta con un sistema de drenaje tipo colector que converge hacia la Fosa de Retención donde se almacena el líquido,

También se cuenta con drenajes aceitosos, dentro y fuera de los diques de contención, mismos que convergen dependiendo del lugar en 3 trampas aceitosas ubicadas estratégicamente, donde la función de la trampa es separar el producto del agua; para poder dirigir el agua hacia la fosa de tormentas. La separación se hace por medio de diferencia de densidades, peso específico, altura y gravedad.

1.2. Tubería de agua contraincendios

La terminal cuenta con varios kilómetros de tubería para agua contraincendios, sin embargo la sección involucrada con necesidades de este proyecto tiene las siguientes características técnicas:



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

JORGE ARENAS SALINAS

Tramos de 12m unidos mediante soldadura y bridas ambas perfectamente sellados.

Diámetro:10"y 12"

Material:Acero al carbón.

Para efectos de cálculos, las pérdidas son despreciables puesto que los valores de inclinación del terreno, distancia entre puntos y la rugosidad del material de la tubería son mínimos, así que no se considerara relevante en nuestro caso. Esta tubería es fácilmente reconocible en la TAR ya que se encuentra protegida por varias capas de material anticorrosión color rojo. Tramo considerado 9.34 KM.



Ilustración 16. Tubería de la red de C.I. identificable por su color rojo.

2. Levantamiento Estructural

Se realizo de manera general y se realizo de manera particular el análisis de la estructura que soportara las bombas y las maquinas motrices la cual está conformada: por una plancha de acero y concreto, trabes, techumbre de lámina y barandal metálico.



Ilustración 17. Estructura de soporte para las maquinas.

3. Levantamiento eléctrico

Esta terminal cuenta con una acometida eléctrica aérea en un anillo de 85 KV, arreglo en primario y secundario selectivo. La subestación principal cuenta con dos bancos de transformación que reducen la tensión a 4.16KV. Esta a su vez alimenta a un tablero de control llamado "CCM 1" ubicado en la S.E. N° 2 (Casa



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

JORGE ARENAS SALINAS

de bombas #2) en ese tablero se derivan todos los circuitos como a continuación se enlista:

N° S.E.	UBICACIÓN	ALIMENTACION	SALIDA
2	BOMBAS # 2	4.16 KV	480/220/110 V
3	BOMBAS # 1	4.16 KV	480/220/110 V
4	BOMBAS # 4	4.16 KV	480/220/110 V
5	RECIDO Y MEDICION	480 V	220/110 V
6	RESIDUOS PELIGROSOS	480 V	220/110 V
7	OFICINAS	480 V	220/110 V

Tabla 4. Relación de subestaciones secundaria de la TAR.

*Nota: en el caso de las bombas que envían producto a las terminales satélites, su alimentación se da en 4.16 KV y se controla a través del “CCM 1”.

Todas las subestaciones tienen alimentación en anillo y arreglo en primario y secundario selectivo. Con un interruptor de enlace automático tal como se muestra en el diagrama:

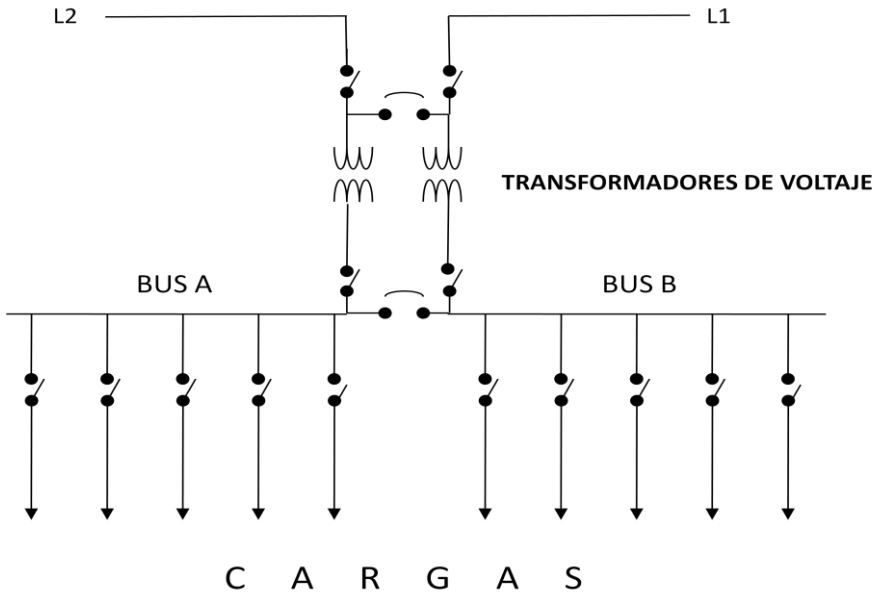


Ilustración 18. Diagrama unifilar de un circuito eléctrico con alimentación en anillo y selectividad en primario y secundario.

Estas subestaciones se diseñaron para una expansión de más de la mitad de la carga actual, por lo que sin problemas se pueden adicionar equipos en su configuración.

Las bombas se instalaran en el área de influencia de la S.E. N° 4 (efluentes); sin embargo este cuarto de control eléctrico solo será utilizado para albergar el tablero con el arrancador y las



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

JORGE ARENAS SALINAS

protecciones. Una vez definido que esta subestación solo servirá de enlace de conexión se determino que la subestación primaria llevara esta carga a través del “CCM 1”.



III. Selección e instalación del equipo de bombeo

Este análisis se hace con el objetivo de seleccionar el equipo de bombeo adecuado. Ya que este debe cumplir con los requerimientos mínimos que soliciten las necesidades de la adecuación. En este capítulo se explicara todo lo consiguiente a la Ingeniería básica y de detalle del proyecto. Se explicara de forma detallada todo lo relacionado con los arrancadores de la maquinas, alimentación por tanque a la máquina de combustión interna, cableado, adecuaciones a la tubería, reglas de operación y mantenimiento, etc.

1. Planeación para el uso de las bombas

El 18 de Marzo de 1991 la refinería cerró sus operaciones. Entre 1991 y 2007, Pemex Refinación realizó diversas acciones relativas al desmantelamiento de la Ex Refinería entre las que destacaron: recuperación de hidrocarburos en fase libre, reubicación de plantas de proceso, desmantelamiento de instalaciones, retiro y disposición de residuos superficiales, recuperación de emulsiones agua-aceite y retiro de tanques subterráneos.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

JORGE ARENAS SALINAS

De este desmantelamiento se recupero equipo industrial. Tal es el caso de las bombas que se pretenden usar en este proyecto. Las cuales a pesar de su edad pudimos saber sus características técnicas consultando sus datos de placa y con esto planear de manera adecuada su uso en este proyecto.

Las bombas y maquinas motrices que se recuperaron tienen las siguientes características técnicas:

Elemento Motriz Eléctrico:

- Modelo SK326XC235A (motor eléctrico) General Electric
- 1800 RPM
- 300 HP
- 36 AMPERS
- 4160 Volts 3Φ 3H
- 60 HZ



Bomba hidráulica para Motor Eléctrico

- Bomba Byron Jackson
- 1760 RPM
- Caudal 1800 GPM

Elemento Motriz de Combustión Interna

- Modelo KT A10P (Maquina de combustión) Cummins
- 425 HP
- 1800 RPM
- 8 CYL
- Desplazamiento 5.8 L
- Consumo de 70 a 90 litros / hora este consumo es ideal ya que puede variar según aspectos externos



Bomba Hidráulica para motor de Combustión Interna

- Bomba Byron Jackson
- 1800 RPM
- 2000 GPM

2. Definición de la infraestructura para la instalación de los equipos

Estructura de soporte

La capacidad de la estructura base de las bombas es suficientemente solida para soportar el peso de las maquinas ya que se concluyo que el peso que puede soportar la base es bastante aprox. 2000 Kg distribuidos a lo largo del área de concreto, aunado a integrar por seguridad y protección de la plancha, el uso de hule neopreno u otro amortiguador de vibraciones mecánicas provocadas por el $\delta =$ Par o momento torsional de la maquina. Por lo anterior la parte estructural del proyecto no tiene inconveniente.



Alimentación de Maquinas

En la parte eléctrica se anexara otro tablero a laS.E. N°4 (efluentes) alimentado en 4.16 KV, en anillo previo conocimiento del interruptor que alimenta desde “CCM 1”, cuyas características técnicas nos dicen que trabaja a 125 A, verificando que la infraestructura actual soportara el aumento de la carga concluyendo de manera favorable. En el nuevo tablero se instalaran los seccionadores en anillo, interruptor de enlace automático, protecciones y arrancador para la bomba. Una vez que la alimentación sale de la trinchera viajara a través de ducto subterráneo, sustituyendo el conductor actual por uno nuevo de calibre 4/0 AWG para su conexión final a la bomba. Con esta adecuación a la subestación, mufa y ducto, la parte del suministro eléctrico queda asegurada y confiable.

Diagrama unifilar de la adecuación en la parte eléctrica:

Este esquema considera únicamente el flujo de la energía a través de los diferentes bloques que conforman el sistema eléctrico de esta planta.

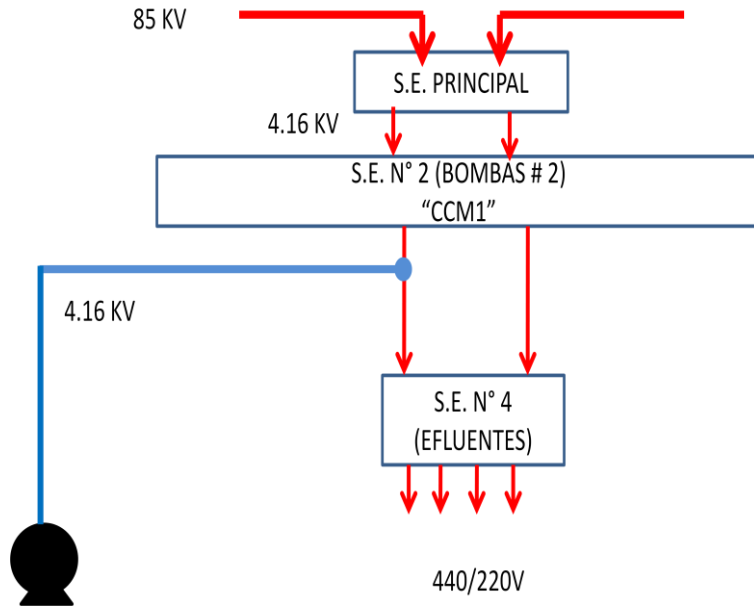


Ilustración 19. Diagrama unifilar del nuevo conductor (línea color azul) y punto de conexión en las líneas de alimentación de la subestación N° 4.

En lo que se refiere a la máquina de combustión tenemos que por la ubicación tan cercana a la Bomba Donde se carga combustible a las pipas propias de PEMEX. Solo será necesaria una derivación con tubo de la misma medida para abastecer de



combustible al motor a través de un tanque. Por lo que la maquina tendrá suficiente combustible normalmente.

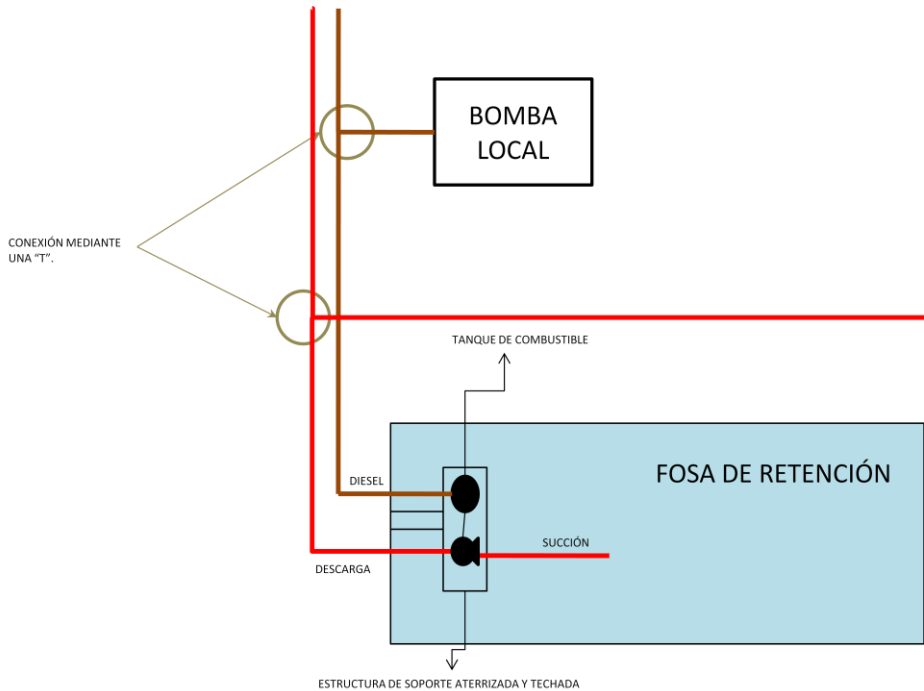


Ilustración 20. Esquema de conexión a la red de C.I. y combustible



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

JORGE ARENAS SALINAS

Hidráulica

En lo que respecta a la parte hidráulica un disparo en la línea de 10” en un punto ubicado en la parte posterior de la subestación N°4, ubicación en la ilustración 16. Ya que el proyecto contempla utilizar la Red de Contraincendio como medio para el tránsito del liquido de la fosa hacia el tanque.

Puesta en marcha de las maquinas

Cabe mencionar que estas maquinas han estado paradas por mucho tiempo por lo tanto será necesario hacer un mantenimiento preventivo o correctivo si es necesario, adecuado como es en el caso:

Motor eléctrico:

Inspeccionar los niveles de aislamiento, el desgaste que ha tenido, lubricación de los rodamientos, vidaútil de los soportes, ventilador, desgastes de escobillas y anillos colectores.



Ilustración 21. Motor eléctrico acoplado a bomba.

Maquina de combustión

Revisión de juntas para verificar que no fuguen fluidos,
afinación: cambio de aceite, filtros, bujías, cables de bujías,
limpieza de cuerpo de aceleración, revisión de sistema de ignición,
revisión de sistema de escape, lubricación y limpieza en general de
la maquina.



Además de que para ambas el mantenimiento necesario será fundamentalmente limpieza, lubricación apriete y aplicación de material anticorrosivo.



Ilustración 22. Maquina de combustión. (Cummins)

Operación del sistema

Para asegurar que el uso del agua será para uso industrial, se seccionaran con válvulas las líneas que conectan el tanque elevado TE-22 hacia el área de calibración y alineando esta área con el tanque de contenedor de agua contraincendios TV-20 para que la calibración se realice con agua extraída de la fosa. Aunque



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

JORGE ARENAS SALINAS

por seguridad se tendrán seccionadas las líneas que alimentan actualmente (pozo) a los tanques TV-20 Y TV-72, pero listas para alimentar los tanques en caso nivel bajo en la fosa, quedando los pozos como relevo de la fosa. Todo esto dependerá de las condiciones climáticas de la estación que se presenten en esta zona del país.

Además se instalara una manguera de 2” para carga directa del TE-22 a Autotanques que trasportan agua a otros centros de trabajo con esas pequeñas modificaciones el proyecto queda completamente asegurado.

Sera necesario realizar un manual de uso de las bombas y capacitar a los trabajadores. Esto como parte del sistema ya que este sistema es analógico así que la participación del obrero es fundamental para su excelente operación y supervisión.

Por último es necesario bloquear la entrada de residuos sólidos a la fosa. Para esto es necesario poner malla en el lado



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

JORGE ARENAS SALINAS

oriente de la misma. Además también instalar malla en los tubos de entrada y el tubo de descarga.

Todo esto con el fin de proteger el cardumen considerado en este proyecto. En el que se considera la implementación de 100 peces tipo carpa inicialmente.

Aunado a esto es necesario contar con un sistema de Aireación funcionando la mayor parte del tiempo o programar su entrada; esto para que el cardumen antes mencionado habite un estanque sano y pueda proliferar sin mayor problema.



IV. Desarrollo

1. Maquina eléctrica

Los motores de CA requieren corriente elevadas en su arranque hasta llegar a su velocidad nominal a tensión plena. Por lo que se sugiere arrancar el motor de manera paulatina incrementando de manera gradual la tensión de salida hasta alcanzar el valor nominal.

Se dice que un motor arranca en forma directa cuando a sus bornes se aplica directamente la tensión nominal a la que debe trabajar.

Si el motor arranca a plena carga, el bobinado tiende a absorber una cantidad de corriente muy superior a la nominal, lo que hace que las líneas de alimentación incrementen considerablemente su carga y como consecuencia directa se



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

JORGE ARENAS SALINAS

produzca una caída de tensión. La intensidad de corriente durante la fase de arranque puede tomar valores entre 6 a 8 veces mayores que la corriente nominal del motor. Su principal ventaja es el elevado par de arranque: 1,5 veces el nominal. Pero en términos de dinero y operación de sistemas sugiero el uso de un arrancador de estado solido.

De esta manera se pueden reducir los transitorios de corriente por fase al arranque. Esto se puede lograr a través de un regulador de CA trifásico, donde se varía el ángulo de conducción de los tiristores para lograr un arranque suave del motor. El diseño propuesto debe incluir protecciones eléctricas de sobre-corriente para proteger a los dispositivos semiconductores, y un control de velocidad de arranque externo.

Tomando en cuenta las necesidades del sistema ejemplificamos un tablero de control que cumple con las



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

JORGE ARENAS SALINAS

características requeridas en este caso usaremos el “SC 9000” de Eaton de su serie AMPGARD la cual no dice:

Main breaker (interruptor principal)

2200 to 7200 Volts

400 and 800Ampers

Horsepower (caballos de fuerza) up to 8000

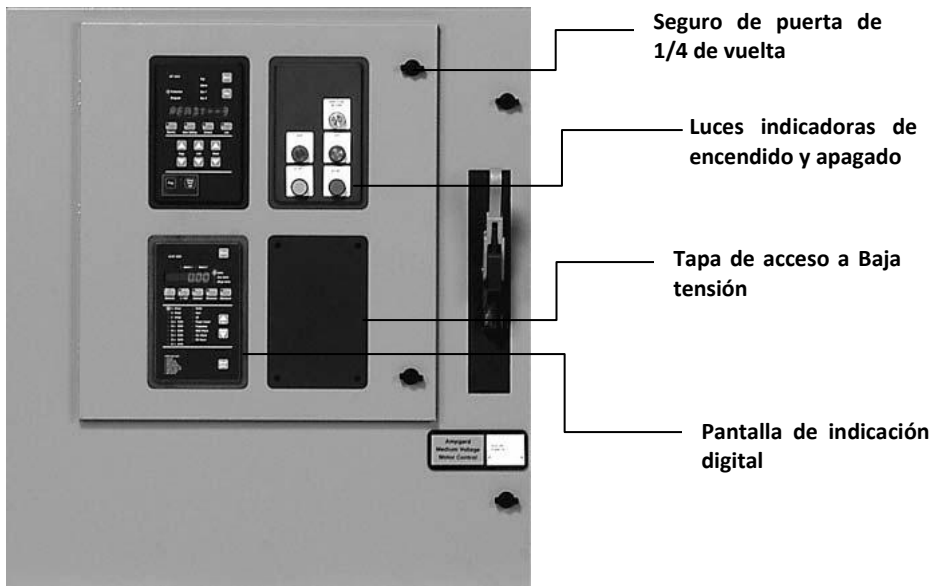


Ilustración 23. Tablero de control para motor eléctrico a 4.16 KV Incluye protección, interruptor, arrancador y display indicador. (Eaton)



2. Maquina de combustión

El tablero de arranque de motor de combustión interna modelo, tienen como función arrancar y parar el motor acoplado a una bomba para cubrir la demanda que se tiene debido a un bajo nivel en el taque de almacenamiento, en un conato de incendio o a un evento programado.

Los tableros de Control de Incendio, incluyen requerimientos indicados por la N.F.P.A en su panfleto # 20. Estos controlan la operación automática de la bomba operada por el motor de combustión interna. El tablero arranca automáticamente el motor de la bomba cuando ocurre una baja de la presión en la red de incendio, esta baja se detecta por medio del interruptor de presión que manda la señal de arranque al control y éste inicia 6 intentos de arranque de 10 Seg. Alternados con 5 períodos de descanso de 10 Seg., en los tableros para motor diesel, el arranque se alterna para 2 baterías. En el



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

JORGE ARENAS SALINAS

momento que la presión en la red sube, el interruptor de presión manda la señal de paro al control, éste para el motor después de que haya transcurrido el tiempo ajustado en el retraso de paro.

El Tablero de dos baterías incluye:

- Módulo de control con microprocesador para 12 / 24 VCD.
- Pantalla de LCD iluminada
- Control de 6 intentos de arranque y descansos de 10 Seg.
- Alternador de baterías.
- Detector para anular el alternado cuando la batería esté baja.
- Protección contra polaridad invertida.
- Dos cargadores de batería controlados por microprocesador, con ajuste de corte y de carga



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

JORGE ARENAS SALINAS

calibrado de fábrica.

- Corte de carga de arranque.
- Alarma auditiva cuando la batería esté baja (un beep cada minuto).
- Selector de operación Manual-Fuera- Automático.
- Botones de marcha manual para la batería #1 y la batería #2.
- Botón de prueba.
- Botón de paro manual.
- Retardo de paro ajustable de 0 a 60 Min.
- Pilotos indicadores de:
 - Tablero automático.
 - Llamada a operación.
 - Motor operando.
- Pantalla de LCD iluminada que indican:



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

JORGE ARENAS SALINAS

- Amperes de carga de cada batería.
- Alarma de Batería baja.
- Retardo de paro.
- Falla de C.A. en el cargador.
- Falla de arranque.
- Falla de baja presión de aceite.
- Falla de alta temperatura del agua.
- Falla de Sobre-velocidad.
- Gabinete color rojo, a prueba de polvo y agua de 50 x 40 x 20 cm.

Para nuestro caso el tablero será utilizado para el arranque y el paro de la maquina. Y el arranque será en modo manual.



Ilustración 24. Tablero de control para motor de combustión interna.

3. Comparativo de sistemas

Por ejemplo tenemos que se extrae agua de 4 pozos presentes en el área como la ilustra la siguiente tabla:



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

JORGE ARENAS SALINAS

N° DE POZO	FLUJO APROX.	POTENCIA DEL MOTOR
POZO 9	$20\text{ m}^3/\text{hora}$	7.5
POZO 12	$20\text{ m}^3/\text{hora}$	7.5
POZO 14	$23\text{ m}^3/\text{hora}$	100
POZO 15	$27\text{ m}^3/\text{hora}$	100

Tabla 5. Comparativa de pozos presentes en la terminal

Estos son motores trifásicos sumergibles de 480 V; por tanto tenemos que la capacidad total para mover agua a los tanques es: 215 HP ó 153.9 KW

Con un Flujo de

$90\text{ m}^3/\text{h}$

Así que en términos de costos de energía eléctrica tenemos que para desplazar 90 m^3 de agua durante una hora necesitamos consumir 153.9 KW.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

JORGE ARENAS SALINAS

Ahora consideraremos la maquina que se pretende usar.

Tenemos:

300 HP o 223.8 KW

Flujo de 1800 GPM pero las unidades no coinciden para poder comparar ambos sistemas

Así que analizando:

$$1800 \left(\frac{\text{galones}}{\text{minuto}} \right) \left(\frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}} \right) \left(\frac{3.785 \text{ l}}{1 \text{ galon}} \right) \left(\frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ l}} \right) = 408.78 \text{ m}^3/\text{hora}$$

Entonces para trasladar 408.78 m^3 del líquido de un lugar a otro con la máquina de 4.16 KV se consumen 223.8 KW por hora.

Si comparamos una con la otra según la tabla:

Suponiendo una Tarifa DAC \$4.5 por KWH

Y una de \$3.58 por m^3



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

JORGE ARENAS SALINAS

Obtenemos:

Procedencia	Flujo (m^3/h)	Consumo (KW)	\$ Electricidad	\$ Agua
Pozos	90	153.9	692.55	3.58
Fosa	408.78	223.8	1007.1	0

Tabla 6. Comparativo entre sistemas

Con estos se quiere dar a notar que el sistema funciona a largo plazo, con un ejemplo lo resolveremos.

Suponemos vacío el TV-72 con capacidad de $7,345.2 m^3$ así que para llenarlo con los pozos necesitamos

$$\left(\frac{7,345.2 m^3}{90 m^3/h} \right) = 81.61 \text{ horas}$$

$$81.61 \text{ horas} * 153.9 \text{ KW} = 12559.78 \text{ KWH}$$



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

JORGE ARENAS SALINAS

Ahora multiplicamos por el precio del KW

$$12559.78 \text{ KWH} * (4.5 \text{ \$/KWH}) = \$ 56,519.00$$

A eso le sumamos el precio del m^3 de agua extraída, pero para ello es necesario saber el costo del agua explotada.

$$7,345.2 \text{ m}^3 * 3.5 \text{ \$/m}^3 = \$ 25,708.20$$

Una vez obtenidos los costos de agua y electricidad sumamos ambos rubros:

$$\$ 25,708.20 + \$ 56,519.00 = \$ 82,227.20$$

Ahora realizaremos el mismo análisis para la adecuación en el Sistema.

$$\left(\frac{7,345.2 \text{ m}^3}{408.78 \text{ m}^3/h} \right) = 18.32 \text{ horas}$$



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

JORGE ARENAS SALINAS

$$18.32 \text{ horas} * 153.9 \text{ KW} = 4101.64 \text{ KWH}$$

Ahora multiplicamos por el precio del KW

$$4101.64 \text{ KWH} * (4.5 \text{ \$/KWH}) = \$ 18,457.37$$

Si consideramos que el agua no tiene un costo ya que la mayoría es de lluvia entonces es el anterior el costo total. La comparación con este ejemplo queda a la medida, por que se tiene una diferencia de \$ 63,770.34 que en términos administrativos se convierte en un ahorro directo.

Ahora hare una comparación el mismo sistema de extracción en la fosa de retención entre la maquina eléctrica y la de combustión.

Primero que todo diremos que para PEMEX es necesario contar con sistemas que funcionen sin interrupciones, en el caso de las bombas acopladas a motores que forman parte del sistema de protección contra incendios se tiene una bomba principal eléctrica y una de relevo de combustión interna.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

JORGE ARENAS SALINAS

Ahora bien tomando en cuenta que cuando tu suministro de energía eléctrica es en alta tensión las probabilidades de falla deben ser de 1 en 1000 por norma; sin embargo en nuestro país la Compañía suministradora tiene bastantes deficiencias en la calidad y cantidad de energía, así entonces esa probabilidad se convierte en 1 en 250, por ejemplo en el 2010 se presentaron 3 cortes de energía con tiempos de 18, 34 y 14 minutos. De ahí que la tendencia en la industria sea de generar su propia energía para un sistema de autoconsumo, en PEMEX eso es cotidiano porque en muchas Plantas Industriales se genera Energía para no depender de la acometida de la Compañía Suministradora. Todo lo anterior sustenta la elección por la de maquina combustión aunado a que en la planta donde se va instalar se tiene en inventario el combustible que consume la maquina, por tal razón su servicio es ininterrumpido.

Otro motivo para darle a la máquina de combustión un voto de confianza, son los aspectos técnicos de seguridad, ya que esta



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

JORGE ARENAS SALINAS

ofrece mayor capacidad de ataque, puesto que su funcionamiento no depende de algo externo. Por esa razón todo el tiempo se puede contar con ella, claro siempre y cuando cuente con combustible.

Ahora tomando en cuenta el aspecto económico primero tomamos en cuenta que la bomba tiene un caudal de 2000 gpm, de tal manera que si calculamos en metros cúbicos por hora obtenemos:

$$2000 \left(\frac{\text{galones}}{\text{minuto}} \right) \left(\frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}} \right) \left(\frac{3.785 \text{ l}}{1 \text{ galon}} \right) \left(\frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ l}} \right) = 454.42 \text{ m}^3/\text{hora}$$

Ahora el consumo de combustible es de aprox. 90 a 100 litros/hr

$$\left(\frac{7,345.2 \text{ m}^3}{454.42 \text{ m}^3/\text{h}} \right) = 16.23 \text{ horas}$$

Por lo tanto el consumo total será de 1,623 litros para llenar el tanque suponiendo lo mismo que el anterior ejemplo con la maquina eléctrica.



Suponemos que el precio del diesel es el de venta al público entonces el costo real será de:

$$(9.52 \text{ \$/litro}) * (1623 \text{ litros}) = \$ 15,450.96$$

Si comparamos el costo más bajo nos lo entrega la máquina de combustión. Así que por obvias razones la máquina de combustión es lo más adecuado para este proyecto.

V. Beneficios

1. Ambientales

La presente investigación muestra el ahorro que se tendrá en los recursos naturales como son la electricidad y el agua. En el caso del agua, puede ser considerada como un recurso renovable cuando se controla cuidadosamente su uso, tratamiento, liberación, circulación, etc. De lo contrario es un recurso no renovable en una localidad determinada. Por otro lado la electricidad dependiendo de su generación esta puede ser renovable o no.



1.1. Agua

El agua (del latínaqua) es una sustancia incolora, insípida e inodoracuya molécula está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H_2O). Es esencial para la supervivencia de todas las formas conocidas de vida. El término agua, normalmente se le da a uno de sus estados físicos: el líquido; sin embargo también se halla en forma sólida y gaseosa. Este líquido es un solvente universal.

El agua cubre el 71% de la superficie de la corteza terrestre. El 97% es agua salada, la cual se encuentra principalmente en los océanos y mares; sólo el 3% de su volumen es dulce. De esta última, solo un 1% está en estado líquido. El 2% restante se encuentra en estado sólido en capas, campos y plataformas de hielo o banquisas en las latitudes próximas a los polos. Fuera de las regiones polares el agua dulce se encuentra principalmente en humedales y mantos acuíferos subterráneos. Tal como lo muestra la figura y la tabla.

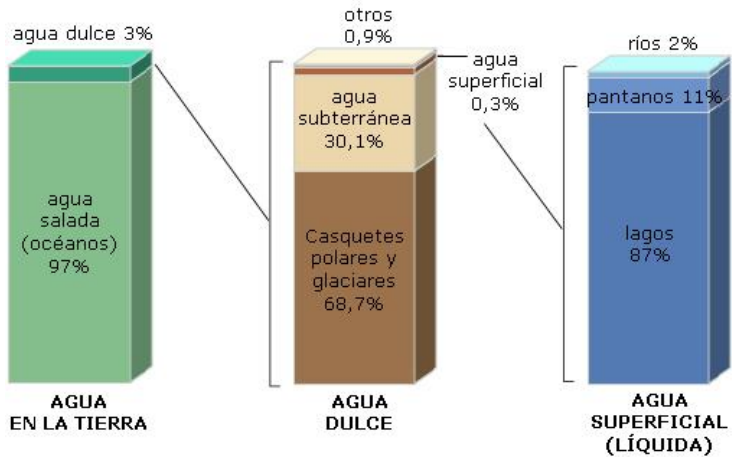


Ilustración 25. Distribución de agua en el planeta.

En el último siglo la población se ha cuadruplicado; por ejemplo el consumo humano de agua se ha multiplicado por 9 y el consumo para usos industriales por 40. La disminución de las reservas de agua se verá agravada con el aumento de la población mundial, estimada en alrededor de un 40% de la actual.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

JORGE ARENAS SALINAS

Según la Organización de las Naciones Unidas en los próximos 25 años la población mundial pasará de 6000 millones de hoy a 8300 millones. El problema es aun mas grave si se considera la contaminación de los ríos y lagos de todo el planeta, pues aunque la escasez se deba a los ciclos climáticos naturales que el planeta tiene cada cierto periodo de tiempo, en este el hombre juega un papel fundamental al contribuir como agente acelerador de ese fenómeno natural. Este fenómeno es conocido “Stress del agua” o indicación de que no hay agua suficiente en calidad y cantidad para satisfacer las necesidades humanas y ambientales.

Este panorama requiere la urgente necesidad de un freno en el uso indiscriminado del vital líquido y su contaminación que la afecta.

En México D.F. una de las ciudades más grandes del mundo, lugar donde se asienta la Terminal de Almacenamiento y Reparto 18 de Marzo. Sabemos que el 80% de la explotación del



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

JORGE ARENAS SALINAS

fluido se hace de manera subterránea y esta va disminuyendo continuamente, ya que la extracción supera por mucho a la reposición. En muchos lugares del orbe la excesiva extracción del agua subterránea provoca hundimientos del terreno y hoyos haciendo muy peligroso asentarse en ciertas aéreas de la ciudad, dañadas por es esta condición.

Hablando de usos industriales el agua es usada para múltiples aplicaciones, como son: calentar y enfriar, producir vapor de agua, cortar, disolver, como materia prima o para limpiar y por supuesto también para extinguir incendios.

En particular se tiene que en la TAR 18 de marzo, se usa el agua para procesos industriales como limpieza, calibración, riego, protección contra incendios y servicios.

El agua es fundamental para todas las formas de vida conocida, de ahí que cada ser vivo debe aprovecharla y no desperdiciar el vital líquido. Por eso la necesidad de ofrecer



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

JORGE ARENAS SALINAS

protección al planeta mediante la aplicación de este sistema, que traería consigo el disminuir la explotación de los mantos acuíferos del subsuelo presentes en el área de la terminal en hasta en un 80% dependiendo de las condiciones climatológicas presentes en la temporada.

Considerando que esta terminal que se ubica en México D.F. y según datos que ofrece en su página electrónica el Servicio Meteorológico Nacional la precipitación esperada para este año será de 700 mm/cm^2 en el Valle de México, con esto se define que podremos llenar sin problemas los tanques TV-72 y el TV-20, ya que si consideramos aproximadamente que sobre la terminal caerán $45,000 \text{ cm}^3$ de agua líquida, Esta última será captada por el drenaje pluvial llevándola hasta la fosa de retención donde podemos acumular hasta $16,016.1 \text{ cm}^3$ mas la capacidad de los tanques que es de $6,820.55 \text{ cm}^3$ para un total de $22,836.65 \text{ cm}^3$ así que con un día podríamos captar el agua para tener al máximo los tanques, y con otro día mas dejamos la fosa en su nivel de seguridad para poder contener agua de lluvia.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

JORGE ARENAS SALINAS

Para hacer de esta planta industrial la una de las mas ecológicas se hace mención de la implementación de un cardumen en la fosa, para tener un medio natural de monitoreo del liquido almacenado.

Ilustrativo acerca de la carpa koi

Es nativa de cuerpos de aguas estancadas o lentas de las regiones templadas. Es un animal ubicuo, de fácil cultivo y posee la característica de ser ectotermo y euritermal. Es un animal muy resistente, capaz de vivir en aguas salobres con una temperatura entre 17 y 24 °C.

Su alimentación consiste principalmente de plantas acuáticas aunque también puede comer artrópodos, zooplancton, larva o incluso peces muertos si se presenta la ocasión.

Su reproducción es muy sencilla por lo que si se alimentan el cardumen proliferara por varios años.



1.2. Electricidad

En materia de electricidad en nuestro país el 72 % de la energía se genera a partir de combustibles fósiles como son gas, carbón y petróleo, y solo el 28 % se hace a partir de energía renovables como la Eolo-eléctrica, fotoeléctrica, hidroeléctrica, geotermo-eléctrica, etc. Haciendo que la energía eléctrica en México sea un recurso no renovable, costoso y de gran impacto ambiental.

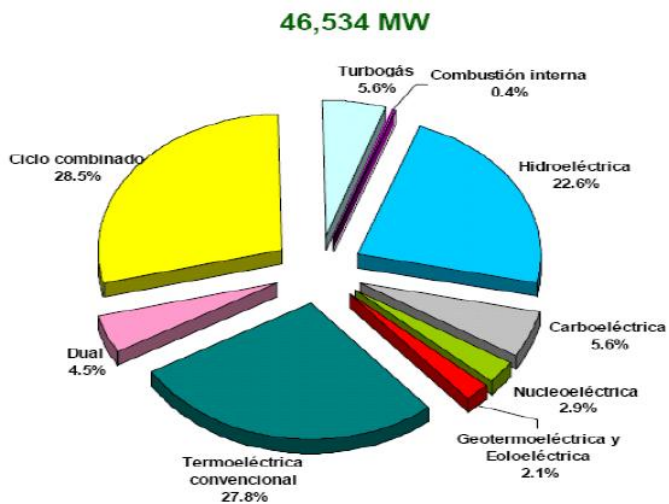


Ilustración 26. Diagrama de pastel del sistema de generación de electricidad de México.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

JORGE ARENAS SALINAS

En resumen, la importancia de cuidar los recursos y proteger al ambiente, es de suma importancia para la industria en todo el mundo. Con la puesta en marcha de este sistema PEMEX participaría de manera directa a disminuir el impacto ambiental ahorrando electricidad y agua. Con esto cuidamos el planeta y protegemos a la fauna y flora contribuyendo a detener el cambio climático.



2. Económicos

El ahorro directo se verá en la reducción en el consumo de electricidad y agua. Pero obviamente al ahorrar en recursos naturales el ahorro se verá traducida en dinero; ya que la utilización de electricidad y agua en los procesos de la TAR 18 de Marzo genera un costo por lo tanto; si disminuimos el uso de materias reducimos costos. Esto demostrado en anteriormente.

Por ejemplo, suponiendo que al año se llena el tanque dos veces desde cero, entonces hablamos de un volumen de 14690.4 m^3 si consideramos el sistema actual el costo sería:

\$164,455.44

Y el costo con el nuevo sistema es de únicamente:

\$ 30,901.92

La diferencia es \$ 133,553.52.

Como se nota la diferencia es muy grande entre un sistema y otro. Parfraseando a Koizumi Junichiro "Reduce, Reutiliza y Reciclar".



3. Técnicos

La norma 20 de la NFPA edición 2007 estandariza los sistemas de protección contra incendio, la cual nos proporciona información sobre el diseño, cálculo y operación de dichos elementos industriales de seguridad. En el diseño de esta terminal se tomo en cuenta la antes mencionada cumpliendo en relación riesgo-ataque. Años más tarde, cuando se desincorporaron por completo las instalaciones de la refinería, uno de los tanques de almacenamiento, no se desmantelo por completo para usarlo como almacenador de agua y ocuparla en caso de incidente, calibración, limpieza o riego. Precisamente este tanque juega un papel muy importante en este proyecto porque será este el encargado de almacenar el agua extraída de la fosa de retención, y de ahí enviarla al TV-20, aumentando la capacidad de ataque en horas y aumentado la capacidad general del sistema contraincendios. Cabe señalar que actualmente el agua se extrae del subsuelo, naturalmente y por condiciones de seguridad esta infraestructura quedara para alimentar con el vital líquido el taque elevado 22, para usarlo como almacén para agua de servicios.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

JORGE ARENAS SALINAS

Para ejemplificar esto primero que todo, suponemos un incidente mayor “Fuga e incendio en cúpula del Tanque Vertical N°5”

Empieza el ataque por medio del SICCI inyectando espuma por el sistema superficial, sub-superficial y anillos de enfriamiento, por obvias razones de simulacro el agua no entra al tanque por la inyección superficial si no que se pone un plástico en la cámara de manera que la espuma salga y chorree el tanque y con esto demostrar que el sistema está en calidad de listo para atacar, en el caso de los anillos de enfriamiento, el agua de la misma, manera escurre por la estructura del tanque y por ultimo diremos que en caso de simulacro la inyección sub-superficial no se hace; sin embargo usando los otros dos sistemas tendremos agua que viaja a la fosa de retención a través del drenaje pluvial. Una vez que arriba la cuadrilla de contra-incendio al lugar del siniestro el ataque inicia con los hidrantes-monitores y/o monitores presentes en la periferia del dique de contención aunado esto el apoyo que brinda el camión servo-comando también con agua espuma. Esta agua saldrá del dique por los drenajes y convergerá en la fosa de retención, claro



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

JORGE ARENAS SALINAS

con la previa supervisión de que viaja a través del canal de agua haciendo el arreglo en válvulas pertinente para dicha maniobra. Una vez que el agua esta almacenada en la fosa se podrá bombear al TV-72 donde quedara lista para ser usada nuevamente. Haciendo de este sistema, uno del tiporeciclable totalmente. Aumentando la confiabilidad y la potencia delnuestro sistema de protección contra incendios.



VI. Conclusiones

Como se puede notar en el proyecto antes mencionado, tenemos que la aplicación del sistema traería consigo aportar un grano de arena en materia de protección ambiental y economía. Esto se traduce en que la terminal debe usar el agua de lluvia que recolecta el drenaje pluvial en la fosa y poder disponer del agua para los diferentes usos que se le da al vital líquido en la Planta Industrial TAR 18 de Marzo.

También se identificó claramente la falta de cultura de la protección ambiental por parte del gobierno al fomentar un servicio de energía eléctrica costoso, deficiente pero sobretodo agresivo con el ambiente, y convertir la electricidad de recurso renovable a no renovable. Por esta razón, es que la tendencia en el suministro de la energía eléctrica a equipos de protección y control está pasando de comprarlo a una compañía a tener un sistema de generación propio para no tener pérdidas y tener mayor control.

Por otro lado este trabajo se realizó con el fin de que sea utilizado para otras investigaciones o estudios similares en cualquier Planta Industrial que cuente con la infraestructura hidráulica necesaria. Si bien el costo de la



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

JORGE ARENAS SALINAS

puesta en marcha es un poco alto, tendremos como retribución a corto plazo el orgullo de proteger el ambiente en una Planta Industrial.

Por último se concluye que este proyecto se hizo con el objetivo de concientizar a la industria en general de lo importante que es cuidar el medio donde vivimos y nos desarrollamos; pero mas importante aun, dejar un mundo mejor a nuestros sucesores para que ellos puedan disfrutar de las maravillas de este planeta llamado Tierra.



VII. Bibliografía

- Maquinas eléctricas y Sistemas de potencia. Theodore Wildi. Edición 2010.
- Máquinas Eléctricas. Stephen J. Chapman. Edición 2008.
- Norma NFPA-20. Edición 2007.
- Motores Alternativos de Combustión Interna. Jesús Álvarez Flórez. Edición 2010.
- Catálogos de equipo eléctrico. Varios fabricantes. Catálogos 2010
- Análisis y Reducción de Riesgos en la Industria Química. J.M. Santamaría Ramiro. Edición 1998.
- Maquinas de combustión interna. J Fernández de Bobadilla y Mantilla de Los Ríos. Edición 1949.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

JORGE ARENAS SALINAS

- Análisis de riegos en instalaciones industriales. Joaquim Casal Fábrega. Edición 1999.
- Seguridad industrial y protección ambiental para la pequeña y mediana empresa en México. Hilario López Garachana. Edición 1999.
- Panorama global del agua hasta el año 2025: cómo impedir una crisis inminente. Mark W. Rosegrant, XimingCai, Sarah A.Cline. Edición 2002.
- El agua y su historia: México y sus desafíos hacia el siglo XXI. Alejandro Tortolero. Edición 2000.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

JORGE ARENAS SALINAS

- Instalaciones protección contra incendio. José Antonio Neira Rodríguez. Edición 2008.
- Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas. Claudio Mataix. Edición 2004.
- Motores de combustión interna. Jaime Gilardi. Edición 1985.
- Normateca interna de Petróleos Mexicanos.
- Sistema de Seguridad Salud y Protección Ambiental (SSPA).
- Plan de Respuesta a Emergencias (PRE) de la TAR 18 de Marzo. 2009, 2010, 2011.
- Planos de diseño y construcción de la TAR 18 de Marzo.
- Normas de Diseño, Prevención y Protección contra incendios. Petrobras. Panfleto 2008.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

JORGE ARENAS SALINAS

- Normas de Diseño, Prevención de Sistemas para la Protección contra incendios. Petróleos de Venezuela.
- Pagina Web del Servicio Meteorológico Nacional
- Pagina Web de la Comisión Nacional del Agua