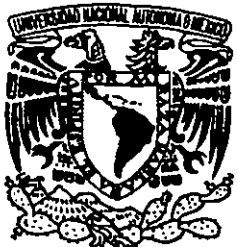


01149



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA

13

ASPECTOS GENERALES DE LA ADMINISTRACION Y DEL TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS EMPLEADOS POR PETROLEOS MEXICANOS EN LAS TERMINALES PETROLERAS.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN INGENIERIA
(TRANSPORTES)

P R E S E N T A:

ING. JESUS RIVERA FRANCO



**ASESOR DE TESIS :
DR. MIGUEL ANGEL LLOVERA POLO**

MÉXICO

2000

276197



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
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
FACULTAD DE INGENIERIA
OF.046/2000/SE-60.2

BIOL. FRANCISCO J. INCERA UGALDE
Jefe de la Unidad de la Administración
del Posgrado
Dirección General de Estudios
de Posgrado, UNAM
P r e s e n t e .

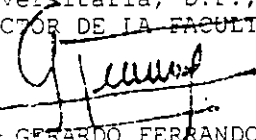
Esta facultad informa a usted que el alumno JESUS RIVERA FRANCO, ha solicitado autorización para presentar examen con tesis, con el fin de obtener el grado de Maestro en Ingeniería con opción en (Transporte) 490.

El mencionado alumno ha elaborado el trabajo titulado: "ASPECTOS GENERALES DE LA ADMINISTRACION Y DEL TRANSPORTE DE HIDROCARBUPOS EMPLEADOS POR PETROLEOS MEXICANOS EN LAS TERMINALES PETROLERAS" el cual no tiene valor en créditos académicos.

Tomando en cuenta que el interesado ha cumplido con todos los requisitos que se exigen para sustentar dicho examen, no hay ningún inconveniente en que se lleve a cabo dicho acto ante el jurado integrado por los profesores:

Presidente:	DR. JOSE JESUS ACOSTA FLORES
Vocal:	DR. MIGUEL ANGEL LLOVERA POLO
Secretario:	DR. GABRIEL DE LAS NIEVES SANCHEZ GUERRERO
Suplente:	M EN C. JULIETA PISANTY LEVY
Suplente:	DR. RICARDO ACEVES GARCIA

A t e n t a m e n t e ,
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, D.F., a 8 de febrero de 2000
EL DIRECTOR DE LA FACULTAD


~~M EN C. GERARDO FERRANDO BRAVO~~

Anexos: cinco votos originales
SAG*BJS*jac.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA H
MEXICO

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
FACULTAD DE INGENIERIA
OF.047.2000.SE-60.2

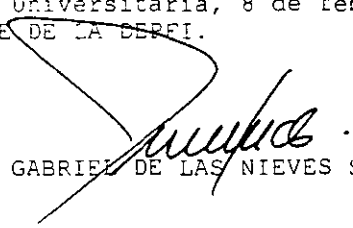
BIOL.FRANCISCO J. INCERA UGALDE
Jefe de la Unidad de la Administración
del Posgrado
Dirección General de Estudios
de Posgrado, UNAM
P r e s e n t e

Por este medio comunico a usted que el alumno JESUS RIVERA
FRANCO, inscrito en la Maestría en Ingeniería con opción en
(Transporte) 490, aprobó los siguientes requisitos:

0001	Redacción Técnica
0998	Inglés Técnico
	Seminario de Docencia y Capacitación
0071	Economía
0096	Elementos de Programación de Computadoras Electrónicas

Según consta en los archivos de esta división.

Atentamente .
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, 8 de febrero de 2000
JEFE DE LA DEFFI.


DR. GABRIEL DE LAS NIEVES SANCHEZ GUERRERO

RAG*BJS*jac.

AGRADECIMIENTOS.

Quiero agradecer en primer lugar a Dios por darme la oportunidad y los medios para prepararme más, y por permitir que mis Padres vean este logro, que también es suyo, y a la vez pedirle nos siga manteniendo unidos.

Mi eterno agradecimiento a mis Padres, a quienes dedico esta tesis, por sembrar en mí todos los valores que me impulsaron a llegar a esta etapa de estudios, además de motivarme, siendo ustedes un ejemplo de lucha, trabajo y superación día a día. Gracias por todo. Los amo.

*Gracias a mis abuelitos
g.e.p.d. por ser mi guía desde
donde descansan y les pido me
sigan dando su bendición y
guiando por el camino correcto.*

*A mis hermanos mi agradecimiento
por su apoyo incondicional y
esperando que este trabajo sea un
estimulo para que continúen sus
estudios.*

*Agradecimiento especial para
una persona que admiro y
respeto: mi amigo el Fis. Jesús
Alberto Pérez de Tejada Jaime,
por todo su apoyo en la
realización de esta tesis, y por
ofrecerme su amistad.*

*También quiero agradecer a la
Fis. Ramona Damán Adán por
por apoyarme y estar al pendiente
del desarrollo de este trabajo y de
mis estudios de posgrado.*

*A mi Director de tesis, el Dr.
Miquel Àngel Llovera Polo, por
su apoyo y paciencia durante la
realización de la presente
investigación. Gracias.*

*Gracias a la U.N.A.M., y a la
División de Estudios de Posgrado
de la Facultad de Ingeniería, por
abrirme una vez mas sus puertas y
a todos mis maestros por todos los
conocimientos recibidos. Gracias.*

No quiero omitir a nadie, por lo cual agradezco a todos mis amigos y amigas que han estado a mi lado apoyándome incondicionalmente. esperando contar siempre con su amistad.

ÍNDICE:

I) ANTECEDENTES.

I.1.- Infraestructura.....	3
I.2.- Objetivos generales y particulares.....	6

II) LOGÍSTICA DEL TRANSPORTE EN LA PRODUCCIÓN DEL CRUDO.

II.1.- Antecedentes.....	9
II.2.- Instalaciones principales para la producción del petróleo y derivados.....	11
II.3.- Tratamiento de los hidrocarburos en las plataformas marinas.....	20

III) SISTEMAS DE TRANSPORTE EMPLEADOS POR PEP (PEMEX EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN), EN LA DISTRIBUCIÓN DE HIDROCARBUROS, MEZCLAS Y PRODUCTOS REFINADOS.

III.1.- Antecedentes.....	27
III.2.- Transportación terrestre.....	29
III.3.- Transportación marítima.....	33
III.3.1.- Logística de embarque empleada en las terminales marítimo-petroleras.....	45
III.4.- Transportación ductal.....	52
III.5.- Objetivos y funciones de la planeación, programación y control en los sistemas de transporte.....	57
III.6.- Logística empleada para la administración de almacenes.....	66

IV) CONCLUSIONES Y PROPUESTAS.....

BIBLIOGRAFIA.....

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS.

Figura 2.1.- Tratamiento del crudo en la refinería Madero.....	15
Figura 2.2.- Diagrama que ilustra los derivados del gas natural y del petróleo.....	17
Figura 2.3.- Forma de operar de las plataformas de producción y compresión.....	18
Figura 3.1.- Localización de las agencias, terminales y bodegas foráneas.....	31
Figura 3.2.- Localización de los puertos petroleros.....	34
Figura 3.3.- Monoboja de amarre.....	36
Figura 3.4.- Amarradero de brazo rígido.....	37
Figura 3.5.- Muelle o terminal isla.....	38
Figura 3.6.- Localización de las terminales de almacenamiento y distribución.....	41
Figura 3.7.- Red nacional de ductos.....	54
Figura 3.8.- Logística de producción y distribución del petróleo y derivados.....	59
Figura 3.9.- Diagrama de ajuste para la operación de las terminales petroleras.....	64
Figura 3.10.- Diagrama de ajuste para inventarios en las terminales petroleras.....	65

Tabla 2.1.- Diferentes productos derivados del petróleo y su aplicación.....	14
Tabla 3.1.- Costos relativos a los sistemas de transporte.....	43

CAPITULO I.

ANTECEDENTES.

I.I.- INFRAESTRUCTURA.

Petróleos Mexicanos es una empresa creada por decreto presidencial (el 7 de Junio de 1938), como organismo público descentralizado del Gobierno Federal de carácter técnico, industrial y comercial, con personalidad jurídica y patrimonios propios¹. Los objetivos fundamentales de PEMEX han sido, desde la nacionalización de la industria: La exploración, explotación, transformación industrial, transporte, almacenamiento, distribución y ventas de primera mano del Petróleo, gas natural, productos derivados y materias primas industriales básicas.

En nuestro país la exploración petrolera se inició a principios de este siglo, participando en ello compañías extranjeras, quienes debido al descubrimiento de numerosas chapopoteras en la región de el Ébano, al occidente de Tampico, Tamp., decidieron perforar algunos pozos, con el objetivo de localizar yacimientos de hidrocarburos.

Durante muchos años la búsqueda del petróleo así como su explotación estuvo en manos de empresas extranjeras, siendo hasta 1938 que a raíz de la expropiación petrolera se crea la empresa Petróleos Mexicanos (PEMEX), la cual a lo largo de más de cincuenta años ha desarrollado estas actividades utilizando las técnicas exploratorias más adecuadas para la exploración y localización de yacimientos petroleros, realizándose éstas con tal éxito, lo cual ubica a PEMEX como una de las principales productoras de hidrocarburos a nivel mundial, además de colocar a nuestro país entre los diez países con mayor volumen de reservas probadas.

¹ *Petróleos Mexicanos. (1997) Marco jurídico básico.*

Los estudios en materia de exploración arrojan resultados favorables, descubriéndose un número de estructuras con posibilidades de acumulación de hidrocarburos, de estas estructuras, regularmente se seleccionan las mas cercanas a tierra, por la comodidad que esto representa y el menor costo involucrado, para su perforación direccional desde la costa y el transporte de productos.

Otro aspecto importante a considerar, es la planeación en la construcción de plataformas marinas, en donde una vez decidido el tipo de ellas a construir, es necesario realizar estudios para establecer cuales son las zonas propicias para la fabricación de estas estructuras. Se necesita que las zonas escogidas cumplan con toda la infraestructura necesaria para el establecimiento de un patio de fabricación, para evitar que se aumente el costo inicial a las plataformas². Las fabricas de plataformas marinas se encuentran en Tuxpan y Tampico. En Tampico se colocan patios de ambos lados del Río Pánuco, en Tuxpan se colocan solamente en la margen derecha del Río Pantepec³. Los terrenos utilizados para la construcción de estos patios son propiedad de Petróleos Mexicanos. Otra ventaja es de que PEMEX cuenta con zonas grandes de almacenamiento de materiales y de estructuras sin la necesidad de pagar rentas a terceros. En estos patios se han construido hasta la fecha todas las plataformas que integran los diferentes complejos para los campos que explotan.

PEMEX también cuenta con servicios de apoyo a las actividades productivas, que son aquellas actividades que aseguran mayor eficiencia en la realización de la exploración petrolera, explotación de hidrocarburos, refinación del Petróleo y elaboración de petroquímicos básicos. Dentro de estas actividades, se distinguen aquellas que coadyuvan “desde afuera” a esas actividades operativas, como la administración de recursos humanos y financieros, y la planeación institucional de corto, mediano y largo plazo.

En materia de transporte una vez que se encuentra explotando algún yacimiento, el hidrocarburo es trasladado por sistema de ductos, los cuales varían en el material construido, así como por el diámetro proyectado, para conducir el gasto hidráulico, bien sea para fluidos o bien sea para gases. Estos elementos son trasladados a las plantas de refinación, las cuales se analizaran mas adelante en el capítulo III, para posteriormente, una vez que el producto sea terminado este ser enviado a las diferentes terminales petroleras y a su vez este ser distribuido por pipas o por algún sistema de transporte terrestre.

² Leos Chavez, Hector. (1991) *Origen y naturaleza de la modernización de Petróleos Mexicanos*. Coordinación de investigación científica, I.P.N.

³ Petróleos Mexicanos. (1990) *Proceso de instalación de plataformas marinas*. Subdirección de proyectos y construcción de obra.

Antes de iniciar el desarrollo de mi tesis, quiero señalar que en esta investigación hago especial énfasis en los sistemas de transporte (ductal, marítimo y terrestre), no divorciando los procesos que preceden a la distribución (exploración y producción), dichas tareas brevemente las explico con la finalidad de entender el recorrido de los hidrocarburos desde su extracción, para así entender de manera mas lógica el proceso del transporte y almacenamiento de los hidrocarburos.

I.2.- OBJETIVOS GENERALES Y PARTICULARES.

El reordenamiento económico mundial de los últimos años ha provocado una globalización económica y la conformación de bloques económico-comerciales entre países, además genera en nuestro país una serie de cambios en las políticas de gobierno para responder y adecuarse a dichas transformaciones económicas. Aunado a estos cambios, la rapidez de los avances científicos y tecnológicos, así como la creciente incertidumbre y competitividad en los mercados provoca que las empresas a nivel mundial realicen profundos cambios estructurales y de modernización en sus procedimientos productivos y distributivos.

En base a estas consideraciones, surge la necesidad de contar con procedimientos uniformes y estandarizados para el desarrollo de estas tareas, por lo que observo que el empleo de métodos individuales de trabajo ocasiona confusión, desorden, duplicidad, pérdida de tiempo y la no consecución de objetivos. De ahí que el propósito general del presente trabajo es el mostrar la situación presente en PETRÓLEOS MEXICANOS (PEMEX), como trabajo en grupo, en cuanto a la administración y distribución de sus productos, haciendo especial énfasis a la parte operativa del transporte de los hidrocarburos y derivados, y teniendo como objetivos particulares; sugerir posibles alternativas para optimizar sus procedimientos actuales en materia de transporte, apoyadas en los conocimientos recientemente adquiridos en mis estudios de nivel Maestría en la D.E.P.F.I., U.N.A.M., y en la formación como Ingeniero Civil enfocado a la Ingeniería Hidráulica.

Este estudio se basa en el análisis que concierne a la transportación del Petróleo en PEMEX, proporcionando otro enfoque del transporte, es decir; la transportación de los fluidos.

Analizar el origen y la naturaleza del proceso de modernización de PEMEX es parte de esta investigación. Desde una perspectiva global, se trata de examinar la trascendencia de los procesos actuales operativos, los factores externos e internos que originan el cambio, su concepción, obstáculos, limitaciones, formas, riesgos, alcances y fases de realización. Por otro lado, la problemática interna que se intenta modificar es de gran complejidad por las dimensiones que hoy tiene la empresa, así como por las actitudes, vicios, costumbres e intereses arraigados y difíciles de cambiar en el corto plazo, cuyos principales efectos se manifiestan en:

- El deterioro generalizado de la productividad.
- El debilitamiento de la capacidad productiva.
- La reducción de inversiones.
- Desproporcionado crecimiento del personal, respecto a la contratación de la producción e inversión.
- Sobreintegración de líneas, procesos y estructuras.
- Deficiencias en la planeación, asignación y control de recursos.
- Empleo de sistemas de operación, procedimientos y métodos, normas y relaciones de trabajo deficientes y obsoletas.
- Concepciones administrativas desfasadas con respecto al tamaño y complejidad que se han alcanzado en la industria, etc.

CAPITULO II.

LOGÍSTICA DEL TRANSPORTE EN LA PRODUCCION DEL CRUDO.

II.1.- ANTECEDENTES.

Para iniciar la explotación de un yacimiento es necesario realizar una serie de estudios previos que permitan evaluar las formaciones productoras y la costeabilidad del trabajo para planear adecuadamente la forma de desarrollar el campo. La información obtenida del análisis de las pruebas geofísicas y de simulaciones a escala del yacimiento, utilizando modelos matemáticos, permiten predecir con altos grados de exactitud el comportamiento del yacimiento y decidir el número y la ubicación de los pozos productores o de desarrollo.

Cuando el trabajo de exploración ha permitido encontrar yacimientos de hidrocarburos, es decir, cuando los pozos perforados resultan productores y económicamente rentables, se inicia la fase de explotación o desarrollo.

De la misma forma en que las condiciones del yacimiento determinan el sistema de explotación a seguir, las características de los hidrocarburos definen el equipo necesario para su manejo. A efecto de explicar esta relación se debe recordar que el crudo puede ser ligero o pesado con base en la cantidad de gasolinas o asfaltos que contenga, respectivamente.

Por su parte, el gas puede ser dulce o amargo según su contenido de azufre; también puede tratarse de gas húmedo o seco, de acuerdo al contenido de gasolinas. En cada caso el producto requiere de un tratamiento especial para su distribución; cuando se tienen crudos pesados y muy viscosos se necesitan una serie de estaciones de calentamiento y bombeo para transportarlos, y entre mas pesados sean se requerirá un número mayor de estas instalaciones; puede presentarse el caso de que su densidad sea tal que resulte necesario inyectarle agua caliente para hacer factible su transporte, lo

que implicará la instalación de una planta deshidratadora para eliminar el agua inyectada.

El gas en cambio, requiere de instalaciones de compresión para su transporte, y si se trata de gas amargo será necesario un tratamiento previo del mismo en una planta endulzadora. Si el gas es húmedo será necesario procesarlo en una planta de absorción o en una criogénica para quitarle las gasolinas que arrastra. Por lo anterior quiero señalar que existen una serie de características y restricciones en cuanto a las instalaciones a ocupar en función de que fluido se pretende transportar, a continuación hago una breve descripción de las características básicas de las principales instalaciones, y de la forma en que operan.

II.2.- INSTALACIONES PRINCIPALES PARA LA PRODUCCION DEL PETROLEO Y DERIVADOS.

La primera instalación que presento son las Plantas de inyección de agua cuyo objetivo es: La recuperación secundaria basada en la inyección de agua en los yacimientos. En estas plantas se le da un tratamiento especial al agua de inyección pasándola a través de varios filtros y adicionándole un inhibidor de corrosión (para protección del equipo e instalaciones), y un bactericida con el objeto de asegurar que no se reproduzcan bacterias en los yacimientos. En esta planta se da al agua la presión necesaria para su inyección. Es importante mencionar que el proceso incluye el lavado periódico de filtros e instalaciones que utilizan también agua, la cual se desecha al drenaje natural del área; la composición promedio de esas aguas de desecho es de 600 a 700 partes por mil de sales y 900 sólidos disueltos. Estas plantas ocupan una área aproximada de media hectárea.

Las Plantas de inyección de gas son parte de otros sistemas de recuperación secundaria que utilizan gas natural en lugar de agua. Al inyectar gas al yacimiento se busca restablecer la presión al mismo para que éste, al volver a la superficie, arrastre los hidrocarburos líquidos. Actualmente se esta dando prioridad a la inyección de agua a fin de aprovechar el gas natural como insumo básico en la industria petroquímica. El área aproximada que ocupan es de una a dos hectáreas.

Las Plantas deshidratadoras eliminan el agua que se ha inyectado al crudo para facilitar el transporte. Es necesario aclarar que aunque esta función se realiza también en las baterías de separación y en las refinerías, en estas dos instalaciones, tales operaciones se llevan a cabo como parte de un proceso mas amplio y no representan su objetivo fundamental. La operación de estas plantas se realiza en tanques de almacenamiento a través de decantaciones sucesivas del crudo. El agua residual se trata en presas

especiales para eliminar el aceite que arrastran; en algunos casos esa agua no se desecha, sino que se inyecta nuevamente a los yacimientos como parte del sistema de inyección de agua. El área que ocupan estas plantas varía entre una y tres hectáreas.

Las Líneas de escurrimiento son instalaciones hidráulicas diseñadas para trasladar el fluido que sale del pozo, se utilizan tubos de aproximadamente 9 cm. de diámetro que parten del "árbol de Navidad" normalmente hacia una batería de separación (aunque se dan casos en que se dirigen a una estación de compresión y bombeo como acontece en la zona norte); lo anterior se debe a que el fluido proveniente del pozo puede estar formado casi en su totalidad, solo por crudo o gas, y no se hace necesario un tratamiento previo para la separación de los mismos. Cada una de las líneas de escurrimiento requiere de la utilización de una franja de terreno de aproximadamente 10 m de ancho, por la cual se paga una renta llamada derecho de vía. Con el objeto de utilizar la menor área de terreno posible, se busca agrupar las líneas de escurrimiento en un solo corredor, lo que normalmente es factible realizar en las cercanías a las baterías de separación.

Las Baterías de separación tienen como objetivo realizar operaciones principales del proceso como son: La separación por diferencia de densidades de los tres elementos citados anteriormente, de donde se obtiene en la parte superior gas, en la intermedia crudo y en la base agua. El gas obtenido pasa a unos rectificadores para una segunda separación y el crudo a una deshidratadora para una segunda eliminación de agua. Posteriormente se llevan al área de regulación o almacenamiento en donde se bombean a las zonas que lo demanden. Este proceso requiere la existencia de quemadores o pilotos, como sistemas de seguridad, en los que se quema el gas en caso de un incremento en la presión de éste sobre el equipo, o cuando se hacen operaciones de mantenimiento correctivo o preventivo. Las dimensiones de las baterías son muy variables, ya que están en función de su capacidad y por tanto de los volúmenes de hidrocarburos extraídos en el área, por lo mismo el área que ocupa una batería varía entre una y tres hectáreas.

Como se mencionó anteriormente, en las baterías de separación se hace una primera disociación de los elementos que fluyen directamente del yacimiento: Petróleo crudo, gas natural y agua. Esa primera separación no da como resultado elementos puros, por lo que antes de someterlos a otro tratamiento será necesario realizar, en cada caso, una nueva separación.

Los equipos llamados Estaciones de compresión y bombeo son los equivalentes a las estaciones de bombeo pero su propósito es el transporte de gas; su función es incrementar la presión del gas para darle la fuerza

necesaria para llegar a su destino. Además de proporcionarle impulso al gas, regulan su presión y temperatura para disminuir al máximo el número de líquidos que se condensan durante su transporte, ya que estos dificultan el flujo. El área aproximada que ocupan es de un cuarto de hectárea.

El crudo puede tener dos destinos en ese momento, bombearse a la terminal de almacenamiento de un puerto o enviarse a refinación.

El propósito de las Centrales de almacenamiento y bombeo es concentrar la producción derivada de un conjunto de baterías de separación para distribuirla por ducto hacia los grandes centros de transformación y embarque.

Para lograr lo anterior se cuenta con plataformas de producción en las que se tiene la separación mecánica del Petróleo crudo y el gas asociado con él (Baterías de recolección), el crudo es enviado a las plataformas de producción para incrementar su energía y enviarse a través de la red de gasoductos a las plantas de proceso⁴.

Refinación.

Por otro lado la refinación es la actividad industrial que transforma el Petróleo crudo y los líquidos extraídos del gas natural, aprovechando la propiedad que presentan los hidrocarburos de separar sus componentes a diferentes temperaturas y obtener así diversos productos de gran utilidad en la vida moderna.

La refinación comprende tres procesos básicos: destilación, desintegración y purificación.

El Petróleo crudo esta formado por una serie de hidrocarburos que comprenden desde el gas licuado hasta el asfalto. Su separación en columnas de destilación se logra aprovechando las diferencias de volatilidad que tiene unos con otros; el procedimiento utilizado consiste en calentar el Petróleo crudo a una temperatura en que los componentes ligeros se evaporan y a continuación se condensan los hidrocarburos evaporados.

La condensación se efectúa a diferentes temperaturas, los hidrocarburos mas volátiles se condensan a menor temperatura que los menos volátiles. De esta manera se obtienen distintos condensados, cuyas

⁴ Katz, D. (1987) *Handbook of natural gas Engineering*. Edit. Mc. Graw Hill.

propiedades corresponden a las del gas licuado, gasolinas, kerosinas y combustibles diesel.

Los procesos de purificación eliminan los productos obtenidos por destilación o por desintegración, algunos compuestos que imparten propiedades inconvenientes a los productos.

Los productos obtenidos de la refinación, se pueden clasificar en tres grandes grupos: energéticos como gas licuado, gasolinas, combustóleo y diesel (para el hogar, industria, agricultura y transportes); productos especiales como lubricantes, parafinas, asfaltos y grasas; y materias primas para la industria petroquímica básica, como naftas (Tabla 2.1). Al respecto presento el diagrama de flujo de la refinaria de Ciudad Madero (Figura 2.1) en la cual se identifican los procesos de refinación y su inter-relación con la petroquímica (la refinación es el origen mas importante de materias primas para la petroquímica).

PETROLIFERO	APLICACION GENERAL
Asfalto,	Revestimientos, recubrimientos y pavimentación en general. Impermeabilizantes, selladores. Pinturas anticorrosivas.
Combustóleo	Combustible para uso industrial, locomotoras y barcos.
Diafano	Combustible para lámparas, estufas, calefacción doméstica y para cierto tipo de industrias.
Diesel	Combustible automotriz e industrial.
Diesel especial	Combustible para autotransportes, turbinas y locomotoras.
Gas licuado	Combustible de uso doméstico.
Gasavión 80-87 y 100-130	Combustible para aviones de pistón.
Gasolina universal	Solvente de usos varios y desmanchador.
Gasolina nova y extra	Combustible para automóviles.
Gasolvente	Solvente de pinturas, barnices y adhesivos. Adelgazador.
Lubricantes	Para sistemas hidráulicos en maquinaria y equipo diverso.
Parafinas	Fabricación de parafinas cloradas, velas, veladoras y papel encerado.
Tractogas	Combustible para maquinaria agrícola.
Tractomex	Combustible para lámparas, estufas, calefacción doméstica, maquinaria agrícola e industrias específicas.
Turbosina	Combustible para aviones de retropropulsión.

TABLA 2.1.

Diferentes productos derivados del petróleo con su aplicación general.

La separación de los componentes licuables del gas natural, se llevan a cabo en las plantas de absorción y criogénicas; se realiza mediante un lavado del gas húmedo en un aceite absorbente, el cual circula en las torres de tratamiento en cantidades y condiciones adecuadas para separar los componentes por afinidad química. De este procesamiento se obtienen metano, etano, propano y butano como productos principales, los cuales se utilizan principalmente como insumo de las plantas petroquímicas (parte del propano y del butano sirven como componentes del gas que se utiliza como combustible). Se obtiene también productos secundarios como gasolinas naturales, kerosina y diesel, los cuales se envían a las plantas de refinación para su tratamiento (Figura 2.2).

Un diagrama de flujo simplificado de este proceso se puede ver en la Figura 2.3, en la que se observa que la mezcla de hidrocarburos procedentes de los pozos productores se envía a una primera etapa de separación de donde se obtiene el gas de alta presión (4 kg/cm^2) que se envía a los módulos de compresión, el gas procedente de la segunda etapa (1 kg/cm^2), posteriormente se envía a las recuperadoras de vapores donde se incrementa su presión hasta 4 kg/cm^2 para incorporarse a la corriente de la primera etapa y entrar a la plataforma de compresión en donde se envía a un cambiador de calor en el que se disminuye la temperatura con el fin de provocar la condensación de líquidos antes de iniciar la primera etapa de compresión. En ésta, se incrementa la presión y temperatura del gas por lo que, mediante otro cambiador de calor, se disminuye la temperatura obteniéndose por una parte líquidos que se incorporan a la descarga de la plataforma de compresión y por la otra, gas que se envía a la segunda etapa de compresión. Nuevamente, el gas se enfría y se recuperan líquidos que se envían a la descarga de la plataforma y, por otra parte, la fase gaseosa se deshidrata con lo cual queda en condiciones de incorporarse a los gasoductos de distribución.

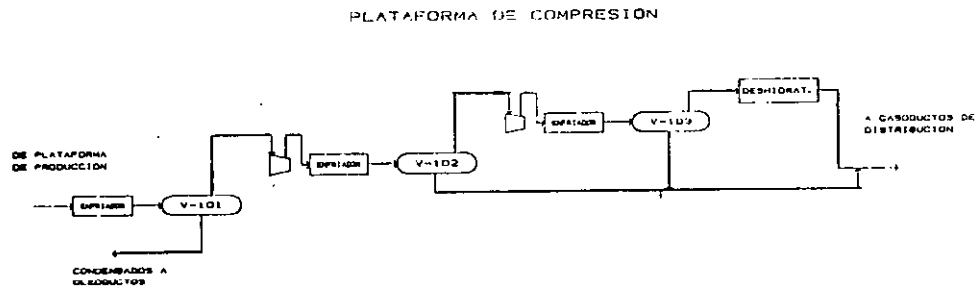
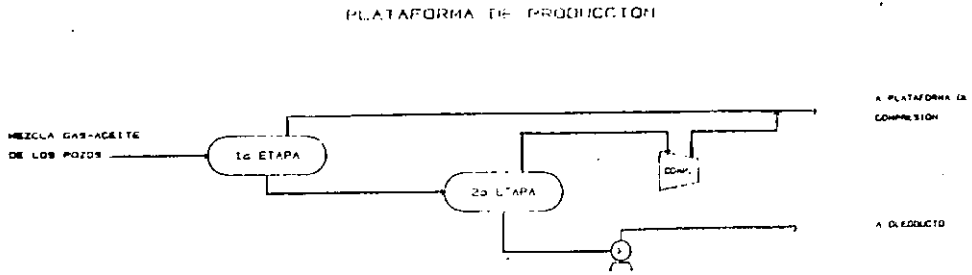


Figura 2.3.

Forma de Operar de las plataformas de producción y compresión.

Por citar un ejemplo en el gasoducto de distribución entre las plataformas marinas y la planta de Ciudad PEMEX, Tab. se encuentra localizada la estación de recompresión de Atasta. En esta estación, debido a la expansión del gas durante su transporte, así como a la incorporación de condensados producidos entre las etapas de compresión, se obtienen del gasoducto hidrocarburos en dos fases. Por un lado, la fase líquida (condensados) se incorpora a un gasolinoducto que los conduce a las plantas de proceso para su endulzamiento y estabilización⁵ y por el otro, la fase gaseosa se incorpora a los gasoductos para continuar su camino hacia las plantas endulzadoras y criogénicas de Cd. PEMEX, Tab y Cactus Chis.

⁵ Gould, T. (1994) *Compositional two phases flow in pipelines.*

II.3.- TRATAMIENTO DE LOS HIDROCARBUROS EN LAS PLATAFORMAS MARINAS.

Las plataformas marinas actualmente instaladas en México son plataformas con tirantes relativamente pequeños. Hasta la fecha la tecnología que se tiene en nuestro país permite que se incrementen un poco las profundidades de explotación. Existen yacimientos muy importantes a profundidades aun mayores, por lo que el desarrollo de procedimientos fundamentalmente nuevos, es vital para nuestro país. En este capítulo presento las características de las plataformas marinas así como la función que tienen en el traslado de los hidrocarburos.

- a) Plataformas de enlace.
- b) Plataformas de perforación
- c) Plataformas de producción.
- d) Plataformas de almacenamiento.
- e) Plataformas de Rebombeo.
- f) Plataformas de compresión de gas.
- g) Plataformas de separación y quemador.

a) Las plataformas de enlace como su nombre lo indica son las plataformas que sirven como medios de unión entre las plataformas de perforación y las plataformas de producción o tratamiento . Estas plataformas tienen como objetivo la recolección de la mezcla de crudo - gas - agua proveniente de la plataforma de perforación y su distribución adecuada a las plataformas de producción para que esta sea tratada según sea el caso⁶ .

Otra función importante de este tipo de plataformas (Plataformas de enlace) es unir la tubería que recolecta el crudo ya previamente separado,

⁶ De la Torre Mitre, Javier. (1993) *Plataformas marinas. Petróleos Mexicanos.*

con los oleoductos submarinos que lo conducen a la costa. Las plataformas de este tipo están equipadas con cabezas de recepción y envío de aceite crudo y gas. En estas plataformas es en donde se encuentran la mayoría de las trampas para la introducción de los diablos encargados de la limpieza de las tuberías que constituyen al sistema de explotación⁷.

b) Las plataformas de perforación son plataformas construidas primeramente para colocar la tubería que va a perforar el pozo. Las plataformas de perforación llevan varios procesos en si. Uno de ellos el de la torre de perforación, parecida a la utilizada en tierra, generalmente construida por cuatro marcos de estructuras metálicas. También debe contener los motores para subir y bajar el equipo de perforación los contenedores de combustible para accionar a los motores, una bodega de herramienta necesaria para la perforación, y la herramienta utilizada, barrenos y tuberías especializadas. Deben también contener depósitos de agua. Las tuberías para la recolección de crudo - gas - agua de las plataformas de perforación, y las tuberías para el transporte de crudo y gas ya separados, varían en diámetro de 12 a 16 pulgadas, y llegan a alcanzar longitudes de varios cientos de kilómetros.

Dichas plataformas también se utilizan para soportar el cabezal que ayudará a soportar la plataforma de producción. Generalmente una plataforma de perforación necesita estar calculada para soportar un peso alrededor de 4,000 a 8,000 kips es la medida utilizada en términos de plataformas marítimas para referirse al peso de una estructura y es alrededor de cuatrocientos cincuenta y cinco kilogramos, es decir, se esta considerando un peso aproximado a la plataforma de perforación de tres mil toneladas.

Debido a que en ocasiones el área cubierta por los yacimientos de crudo abarca varios cientos kilómetros cuadrados es necesario explotarlos en forma racionada, uniforme y sistemática, para lograrlo, es necesario muchas veces tener sobre un mismo depósito de Petróleo, varias plataformas de perforación instaladas y operando. Cabe hacer notar que en promedio, una plataforma marina es capaz de perforar y explotar alrededor de doce pozos, esto nos da una somera idea del volumen de crudo que se puede encontrar en algunos de los yacimientos marinos descubiertos.

Una vez alcanzada la perforación del proyecto, se retiran los equipos de perforación de la plataforma. La plataforma ahora servirá como protección a los diferentes pozos que se han excavado. La plataforma se equipara con válvulas de árbol de Navidad, en los pozos, esas válvulas

⁷ Tulsa. (1990) *The properties of petroleum fluids*. The petroleum publishing company.

ayudaran a ir controlando la presión y la dirección del flujo que se vaya sacando. También se instalara un conector de varias ramas para conducir el crudo hacia la plataforma de producción o tratamiento . Se conduce por una tubería de alrededor de 6 pulgadas (152 mm) de diámetro. Otro nuevo paquete que se debe instalar a la plataforma una vez acabada la perforación, es el equipo de seguridad contra incendio. Finalmente se deben agregar señales luminosas de navegación y un sistema de clausura emergente del pozo.

c) Las plataformas de producción son calculadas para soportar pequeños edificios, compresoras, tanques de almacenamiento, equipo de tratamiento y otros equipos anexos al proceso⁸ .Una plataforma de producción o tratamiento es básicamente una plataforma utilizada para la separación de la mezcla de aceite - agua - gas que fluye a la superficie en aceite, crudo, agua y gas natural. Se separan con el fin de poder distribuir éstos para su comercialización o refinación con el menor de los riesgos, así como el cuidado de las instalaciones.

Los procesos de tratamiento de una plataforma de producción particular varían generalmente dependiendo de lo que se va a hacer con el gas natural obtenido, y en la forma en que se distribuirá el crudo ya sea por medio de buques - tanque o bombeada la superficie terrestre por medio de tubería⁹ .

Estas plataformas cuentan con equipo de separación de tres fases (separan gas, agua, y Petróleo) tomando en cuenta las características del crudo extraído, en ocasiones se instala un segundo separador de segunda etapa. La separación de los tres elementos se hace por medio de flasheo del flujo. Durante el proceso se inyectan algunos productos químicos en el flujo del crudo para evitar la espuma, así como la corrosión y para facilitar la rápida separación. Una vez separada la mezcla de la plataforma de producción, regresa separado el Petróleo o gas a la plataforma de enlace para que éste sea correctamente distribuida ya sea a tierra o a buque - tanque para su futuro aprovechamiento.

El gas obtenido puede ser enviado por compresores y tuberías a una plataforma de compresión ó a quemadores, parte del gas obtenido se toma para deshidratarlo, endulzarlo (proceso por medio del cual se elimina del gas el ácido sulfhídrico) y usarlo como combustible de los turbogeneradores y

⁸ *García Meneses, José. (1993) Plataformas marinas. Revista CIC Ingeniería Civil, No. 234.*

⁹ *Petróleos Mexicanos. (1992) Sistemas de transporte del petróleo por tubería normal. Gerencia de proyectos y construcción.*

turbobombas de las plataformas del sistema y para generar energía eléctrica¹⁰.

Otra utilización adicional del gas adquirido, es el de rebompearlo por medio de pozos de inyección con el fin de devolver la presión perdida al yacimiento y que el crudo siga subiendo con facilidad a la superficie. Generalmente el gas es inyectado a una presión de 5000 psi. (34.48 E6 Pa). En caso de que este proceso se vaya a utilizar, la plataforma debe ser diseñada para soportar las vibraciones ocasionadas al reincorporar el gas a la tierra.

d) Las plataformas de almacenamiento varían debido al número tan grande de combustible diesel requerido para la alimentación de los motores e combustión interna utilizados en la explotación de yacimientos marinos, generalmente se construyen plataformas especiales para contenerlo.

El peso del combustible llega a ser suficientemente considerable para que la construcción de otra plataforma anexa sea costosa. Generalmente se construyen ese tipo de plataformas anexas a las plataformas de bombeo.

Estas plataformas están formadas por diferentes tanques de almacenamiento. Lo más común es encontrar alrededor de 5 tanques en cada plataforma, aunque este dato llega a variar según el número de motores a que se asigne a este número de plataformas. El volumen promedio de almacenamiento por plataforma es de dos millones quinientos mil litros de diesel.

e) Las plataformas de Bombeo son plataformas instaladas en puntos intermedios de las líneas de transporte de crudo. Su función es la de restablecer la presión necesaria al flujo, a medida de que la distancia recorrida aumenta, para que este mantenga la velocidad y presión calculadas. Este tipo de plataforma es el considerado como el de plataformas auxiliares, ya que su función queda fuera de la etapa en sí de explotación, aunque no por esto deje de ser su función esencial para completar el proceso de extracción petrolera fuera de costa. Este tipo de plataformas, se encuentran equipadas con diferentes tipos de bombas, motores para accionar las bombas, y generadores para producir la energía eléctrica en esa fase.

El número de bombas puede variar, generalmente es de 8 o más turbobombas las que se utilizan. Los motores por lo regular son motores de

¹⁰ Benedict. (1993) *An empirical equation for thermodynamic properties of light hydrocarbons and their mixtures.*

combustión interna y se utiliza uno por cada bomba en operación. La capacidad de los generadores varía según los requerimientos particulares.

f) Plataformas de compresión de gas.- Estas plataformas tienen la función de alojar el gas para que éste sea enviado a las plataformas de enlace y sea transportado. Estas plataformas generalmente son grandes, llegando a soportar hasta pesos mayores a 10,000 toneladas. Las plataformas de compresión están constituidas por módulos de compresión (por lo general alrededor de cuatro). La capacidad de los módulos puede variar, pero en promedio es de 9 millones de pies cúbicos por turno de 24 hrs. Estas plataformas también cuentan con la posibilidad de desviar el gas a la plataforma o torre de quemadores, cuando los volúmenes que recibe son mayores a los volúmenes proyectados para lo que fue calculado.

g) Las plataformas de separación y quemador son diferentes debido a que en ocasiones el gas obtenido de los procesos de explotación de yacimientos marinos se decide no comercializarse. Una de las razones para ello, basados en estudios de planeación y posteriormente en muestras, es que los volúmenes de gas natural producidos por los pozos, no son lo bastante grandes para hacer las instalaciones de tubería y anexos para el procesamiento de gas sean costeables.

Cuando no existe la infraestructura para el tratamiento de gas obtenido, éste debe ser eliminado para evitar la posibilidad de accidente (explosión). La eliminación de gas se realiza mediante quemadores.

Los quemadores generalmente se localizan en plataformas lo más separado posible de la plataforma de perforación y producción por razones obvias de seguridad.

Cuando el yacimiento se encuentra a grandes profundidades, los quemadores se construyen sobre la subestructura de éstas. En estos casos, la altura de los quemadores se ve considerablemente incrementada por razones de seguridad.

Los puentes de comunicación usualmente son alrededor de 40 a 50 metros de largo y sirven para la comunicación entre estructuras instaladas fuera de costa. Un puente de estos puede servir para una y todas las funciones siguientes:

- Movimiento de personal de una plataforma a otra, soportar líneas de tuberías para diferentes usos, o como puentes para el acarreo de materiales (por lo que el ancho de éstos debe ser cuanto menos el

suficiente para permitir el tráfico de camionetas montacargas de horquilla a través de ellos).

Cuando los puentes son construidos para movimiento de personal, y además se utilizan como estructura de transporte para construcción de líneas de tubería, éstas últimas pueden ser localizadas por la parte de abajo de esta (por debajo de lo que sería el piso) o colocadas arriba (en lo que sería el techo). La disposición depende básicamente del tipo de sección utilizada para la construcción del puente.

Los puentes construidos para desembocar en una plataforma de quemadores o una torre cónica de quemador no necesitan soportar grandes cargas. Generalmente las tuberías soportadas por estos puentes son las líneas de gas central, la línea de gas para la flama de piloto, la línea de flama de ignición, y conductos eléctricos por las instalaciones de luces para señalamiento aéreo.

CAPITULO III.

SISTEMAS DE TRANSPORTE EMPLEADOS POR PEP (PEMEX EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN), EN LA DISTRIBUCIÓN DE HIDROCARBUROS, MEZCLAS Y PRODUCTOS REFINADOS.

III.1.- ANTECEDENTES.

Para garantizar el abastecimiento nacional con eficiencia y flexibilidad, se dispone de los elementos esenciales de la distribución de hidrocarburos: terminales terrestres y marítimas, medios de transporte terrestre, marítimo y ductos.

Algunas áreas de la Subdirección Comercial tienen representaciones, cuando así se requiere, en las cinco zonas básicas de PEMEX; en este caso se encuentran: transportes, administración portuaria y adquisiciones. En cambio las áreas de Administración y control de suministros y de ventas a concesionarios tiene una estructura administrativa regional que difiere de la zonificación básica mencionada en el punto anterior.

Con el objeto de realizar adecuadamente la comercialización de sus productos, PEMEX ha desarrollado una infraestructura para almacenar, transportar y entregar oportunamente a los consumidores finales, los productos que demanden, integrada por centros de embarque y almacenamiento, así como por una extensa red de transportación terrestre y marítima.

De igual manera, se ha desarrollado una infraestructura tendiente a incrementar la capacidad de almacenamiento y transportación de hidrocarburos con fines de exportación; en este aspecto, la infraestructura se refiere básicamente a instalaciones portuarias, marítimas y redes de ductos.

Para sostener el ingreso de divisas, entre otras acciones, se ha incrementado y diversificado la exportación de productos. Las acciones que se han emprendido para ahorrar divisas, por mencionar algunas son: la reducción de embarcaciones rentadas y promover en forma directa el

desarrollo económico del país, a través del uso de la capacidad de compra de bienes y servicios de la institución. Actualmente, la capacidad de compra de Petróleos Mexicanos se orienta a la producción industrial y a la sustitución de importaciones.

El proceso de distribución implica un gran esfuerzo debido a que las zonas productoras de gas, crudo, refinados y petroquímicos que se encuentran, en la mayoría de los casos, alejados de los centros de consumo. Por ello, PEMEX dispone de un gran esquema de movilidad que se encuentra integrado por los servicios de ductos, transporte terrestre (ferroviario y carretero) y marítimo. Dentro de esta acción, a los ductos corresponde una participación del 58.0%, al autotransporte el 4.5% y al ferrocarril el 1%.

III.2.- TRANSPORTACIÓN TERRESTRE.

Mediante esta actividad se cubren las necesidades de servicios de movilización desde las refinerías, plantas petroquímicas, terminales marítimas y terminales de ductos, a las agencias de ventas, centros de distribución y clientes dispersos por todo el territorio nacional. Para el transporte terrestre se utilizan mas de 8 mil carros y auto-tanques que recorren permanentemente las carreteras del país y hacen llegar los productos petrolíferos a 3,190 gasolineras, 73 centros de distribución y almacenamiento, así como a 21 terminales marítimas.

La política que rige la función del transporte terrestre se orienta fundamentalmente a la reducción de la salidas de divisas por concepto de adquisición de servicios de transporte a empresas extranjeras; brindar apoyo al desarrollo de la industria nacional para conservar la planta productiva y el empleo; incorporar los avances tecnológicos al equipo e instalaciones; incrementar la participación del carro-tanque en el transporte de los productos y fomentar las relaciones con otros organismos afines al ramo¹¹.

El movimiento de hidrocarburos en auto-tanques se apoya en concesiones otorgadas a particulares, con base en una cuota oficial por litro o kg. transportado. Los auto-tanques que transportan líquidos en condiciones atmosféricas son el 77% del total y el 23% restante corresponden a los que manejan líquidos a presión.

Los auto-tanques es un medio de transporte efectivo, por su rápida entrega de combustible. Ya estando estas en el D.F. se distribuyen de acuerdo a las necesidades del país. Siempre en este sistema hay problemas por la

¹¹ Firoozabadi. (1994) Reservoir and calculation for gas condensates using extended analyses in Peng-Robinson equation of state. *The canadian journal of chemical engineering*.

falta de equipo necesario para la transportación de la turbocina. Además, se ha previsto darle mayor participación a este medio de transporte, incrementando su uso en itinerarios que cubran distancias mayores a 300 km., ya que en los viajes mas cortos resultan poco eficientes.

Los carro-tanque es un sistema en el cual prevalecen las mismas características que en el sistema anterior, este medio de transporte es económico, pero causa demoras en llegar a su destino además, debe tomarse en consideración que existe poco equipo de transporte, esto debido a que el combustible es sumamente delicado y por lo tanto se necesita equipo especial para su traslado.

PEMEX cuenta con 5955 auto-tanques con capacidad de 214.5 miles de metros cúbicos y 1530 carro-tanques con capacidad de 331.4 miles de metros cúbicos. Sus exportaciones totales aportaron al país alrededor de 10000 millones de dólares en 1997 y 8500 millones en 1998, que representaron el 37.5 y 31.5 por ciento, respectivamente, del total de divisas captadas por exportaciones de mercancías¹².

La importancia del sistema de transporte terrestre es tal, que en 1998 se movilizaron por carreteras y ferrocarril 53 mil 425 toneladas diarias de productos petrolíferos, petroquímicos y carga regular, o sea, 16.1% más que en 1994, y se realizaron alrededor de mil 500 embarques diarios de PEMEX a todo el territorio nacional.

Por otro lado, la infraestructura para distribución y ventas experimenta, cada vez una notable mejoría al incrementarse la capacidad de almacenamiento de productos derivados del Petróleo.

Entre las instalaciones que conforman la infraestructura para distribución y ventas, sobresalen las 62 agencias de ventas, 9 bodegas foráneas y 16 terminales marítimas y 6 terrestres (Figura 3.1).

¹² *Petróleos Mexicanos. (1990) Principales puertos para la exportación del petróleo por tubería normal. Subdirección de comercialización.*

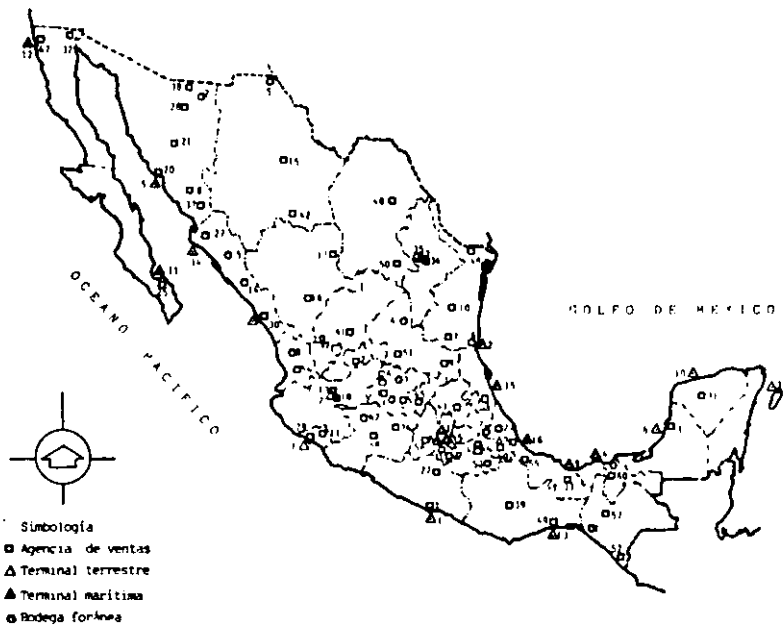


Figura 3.1.

Localización de las agencias de ventas, terminales y bodegas foráneas.

Las agencias de ventas son instalaciones destinadas al recibo, almacenamiento, embarque y entrega por concepto de ventas de productos derivados de los hidrocarburos a estaciones de servicio, distribuidores, concesionarios y público en general en su zona de influencia. Las bodegas foráneas cumplen con propósitos similares a las agencias de ventas; la diferencia entre ellas es que el tamaño, capacidad y zona de influencia de las bodegas son mas reducidos, además de que las bodegas foráneas administrativa y operativamente dependen de agencias de ventas.

III.3- TRANSPORTACIÓN MARÍTIMA.

La responsabilidad esencial del transporte marítimo de PEMEX es la de realizar la distribución y traslado de hidrocarburos y sus derivados por vía marítima y fluvial, con el fin de satisfacer la demanda nacional y cumplir con los compromisos de exportación.

Para movilizar los productos elaborados, materiales y equipos de la institución, se cuenta con una flota marítima propia (mayor y menor) que, por ser insuficiente, se complementa con embarcaciones propiedad de terceros.

La flota mayor esta integrada por 36 buquestanque propios, de los cuales 25 transportan crudo y derivados; 8 gases licuados, y 3 transportan productos petroquímicos. La flota propia mayor totaliza 970 mil 407 toneladas de peso muerto. Petróleos Mexicanos dispone, además, de buquestanques rentados (alrededor de 50) cuyo número varia de acuerdo a las necesidades de transporte que se genera, de la programación de tráfico y de las variaciones de la demanda.

La flota menor esta conformada por 139 chalanes, 55 lanchas de utilización diaria, 19 remolcadores (con potencia de 500 a 4 mil 200 caballos de fuerza), 1 barcaza de perforación, 1 draga, 2 buques contraincendio y 1 abastecedor. A estas 218 embarcaciones propias se suman las rentadas, alrededor de 70, numero que, como es el caso de la flota mayor, es variable.

La participación de la flota petrolera en la marina mercante del país, es en extremo significativa: representa la mitad de la flota total de la República destinada a la comercialización y su aportación se traduce en ahorro de

divisas y generación de empleos. Los puertos petroleros se ilustran en la Figura 3.2.

La operación de los buques requiere de terminales (Mar Abierto ó Petroleras), muchas veces con alto grado de especialización, que resultan ser sumamente costosas tanto en su construcción y equipamiento, como en su operación¹³.



Figura 3.2.

Localización de los puertos petroleros.

¹³ *Petróleos Mexicanos. (1982) Anteproyecto y estudio económico del sistema de recolección y transporte del crudo producido por el yacimiento Isla de Cobos. Subdirección de proyectos y construcción.*

El buque puede transportar a grandes distancias de acarreo tonelajes que van de 100 a 700 mil ton. De productos de baja y alta densidad económica tales como los graneles, hidrocarburos, mercancías con valor agregado, etc.. También dispone PEMEX de 21 instalaciones portuarias, 12 en el golfo y 9 en el océano pacifico, así como 18 instalaciones marítimas afuera (boyas).

La transportación marítima es un modo por medio del cual las mercancías pueden ser transportadas a grandes distancias a precios bajos, ya que si bien los costos por terminal son altos, los de la transportación, comparativamente no son de consideración (se tiene como promedios 60% en terminal y 40% de transporte de puerto a puerto) lo que explica que sea rentable a grandes distancias y menos conveniente en su uso en distancias cortas, en la que los costos de terminal llegan a absorber hasta el 75% del costo.

El constante incremento del tamaño de las embarcaciones, ha ocasionado el problema de la falta de las instalaciones adecuadas para su atraque y operación en muchos puertos que resultan obsoletos tanto en las profundidades de las áreas de navegación como en las instalaciones de atraque. Se puede decir que una terminal petrolera a mar abierto y que el muelle es lo único que se sustituye por una instalación mar adentro y puede ser:

- a) Monoboya de amarre.(Figura 3.3).
- b) Amarradero de brazo rígido.(Figura 3.4).
- c) Muelle o terminal isla.(Figura 3.5).

a) Monoboya de amarre. Es una instalación flotante que conecta los ductos sumergidos debajo de la boya, los amarres terminales y los ductos submarinos que le unen con los tanques de almacenamiento en la tierra.

El sistema de la boya única de amarre ofrece ventajas tales como:

- Su construcción es posible hacerla en mar abierto, con el empleo de grúas montadas en barcasas y equipos de buzos.
- Es posible operar el sistema aun bajo severas condiciones atmosféricas.

- Es una instalación flexible que absorbe los impactos de una embarcación, en mejores condiciones que una estructura rígida.
- Su construcción es mas simple que la de un atracadero convencional, con el consecuente ahorro de tiempo y de recursos financieros

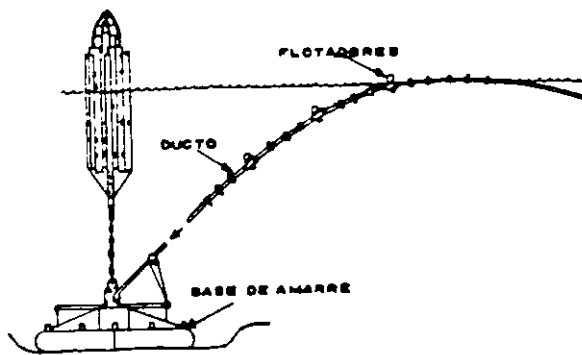


Figura 3.3.

Monoboya de amarre.

b) Amarradero de brazo rígido. En la parte superior soporta una plataforma donde se localiza el mecanismo de amarre del buque, con la particularidad que la embarcación puede girar libremente y orientarse en la dirección del viento. En la plataforma también se localiza una torre que acompaña al buque en su movimiento circular y soporta los ductos para la carga o descarga de las embarcaciones.

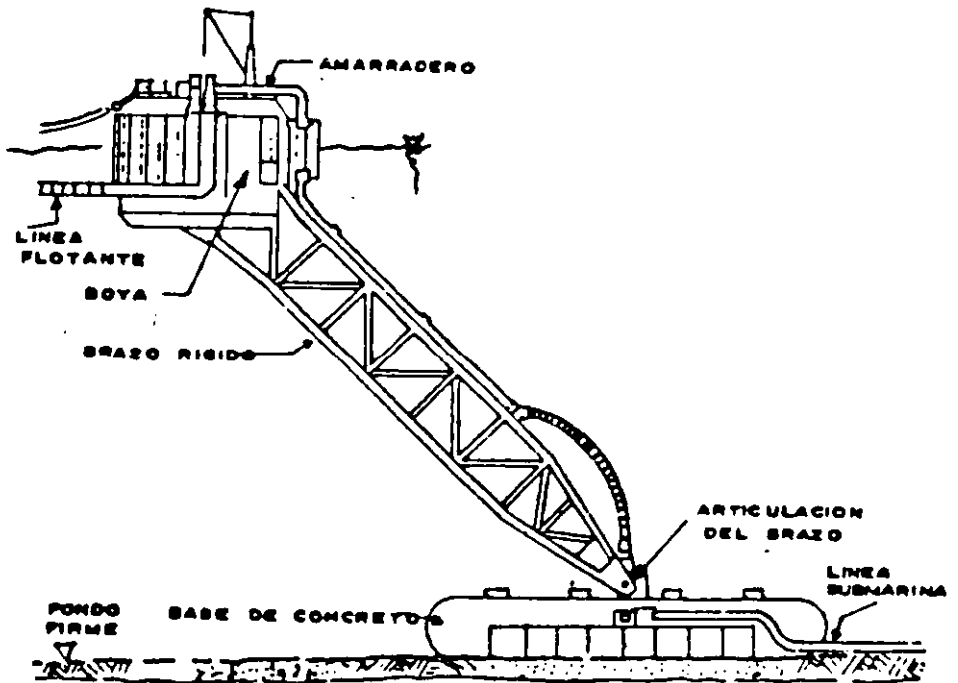


Figura 3.4.

Amarradero de brazo rígido.

c) Muelle isla o terminal isla. El costo de estas instalaciones es muy superior a la de una boya de amarre y queda fuera del alcance presupuestal de muchas naciones, aun de las consideradas económicamente fuertes, por lo que algunos países han pretendido resolver el problema del atraque de las embarcaciones construyendo muelles flotantes como una variante de las plataformas fijas, sin embargo los resultados no han sido satisfactorios.

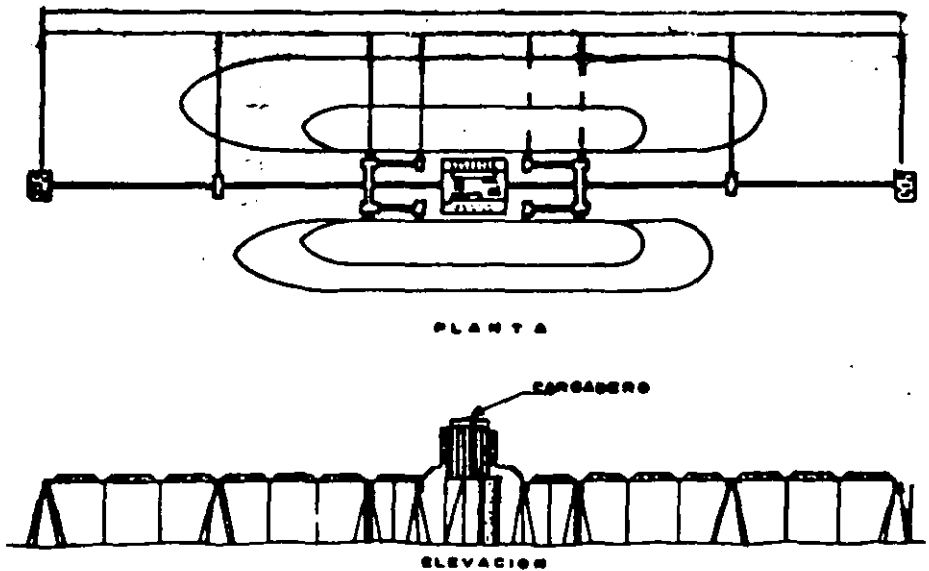


Figura 3.5.

Muelle o terminal isla.

En general en el diseño estructural de las instalaciones del tipo de boya de amarre o de plataformas deben considerarse¹⁴ :

- a) El tamaño de las embarcaciones mas grandes que se amarran.
- b) Frecuencia de arribos y el volumen de los fluidos a mover.
- c) Profundidad mínima disponible y el efecto de la variación de las mareas sobre las maniobras.
- d) Las características de la ola y de las corrientes locales .
- e) Del fondo submarino y análisis del suelo.

Una terminal marítima asociada a una instalación petrolera en mar abierto para carga y descarga de crudos al barco, se reduce a instalaciones bien definidas, que en forma muy sintetizada son:

- a) Línea de conducción desde los campos petroleros a los campos de almacenamiento cerca de la costa.
- b) Tanques de almacenamiento para alimentar los buques.

Las terminales petroleras en aguas protegidas son instalaciones cuyas calados no exceden los 16 m , y cuando los dragados pueden realizarse en forma económica por tener materiales susceptibles de dragarse con relativa facilidad y los volúmenes de crudo que se mueven, caen en los rangos de los buques - tanques, hasta 60 mil Ton. y las terminales petroleras convencionales en aguas protegidas son la solución, toda vez que se instalen en zonas abrigadas aunque separadas del resto de las instalaciones portuarias. Estas terminales pueden ser de envío, si se localizan en las zonas de producción o refinación y de recepción bien sean para la refinación de crudos o para la distribución de derivados en sus respectivas zonas de influencia. En una terminal petrolera de recepción se distinguen las siguientes instalaciones¹⁵ :

- Muelle terminal formado por duques de alba.
- Tuberías y equipos de bombeo para enviar los fluidos hasta los tanques de almacenamiento.
- Zona de carga a “ pipas “ y espuela de ferrocarril para enviar los refinados a las zonas donde es antieconómico hacerlo mediante carro-tanques. (trailers).

¹⁴ Furnes, Olav. (1996) *Certification of structures. Research division, Houston Tx.*

¹⁵ Secretaria de Comunicaciones y Transportes. (1992) *Manual de dimensionamiento portuario.*

Las terminales marítimas y terrestres, en coordinación con las agencias de venta, cubren los requerimientos de recepción, almacenamiento y entrega de productos elaborados por la industria petrolera. PEMEX dispone de 16 terminales marítimas, 8 en el golfo de México (Localizadas en Campeche, Camp.; Cozumel, Q.R.; Dos Bocas, Tab.; Cd. Madero, Tamps.; Pajaritos, Tuxpan Veracruz Ver. y Progreso Yuc) y ocho en el océano pacífico (localizadas en Rosarito, B.C.; La Paz, B.C.S.; Manzanillo, Col; Acapulco, Gro.; Salina Cruz, Oax.; Mazatlan ; Topolobampo, Sin y Guaymas, Son.). También dispone de terminales terrestre en Azcapotzalco, D.F. con terminales Satélites al sur , Barranca del Muerto y en el oriente en Añil; en Guadalajara, Jal. ; Monterrey, N.L.; y Puebla, Pue.

Las terminales en mar abierto están orientadas en envío o recepción de crudos desde los países productores hacia los países consumidores. Estas terminales reciben los crudos directamente desde los campos petroleros a través de oleoductos que lo transportan hasta almacenarlo en grandes tanques que lo transportaran a su destino. Surge como una respuesta a la operación de los buques de 250 mil Ton, que en áreas protegidas no la pueden realizar. Esto en virtud de que los puertos no pueden ser sometidos a cambios continuos en sus dimensiones bien por incosteabilidad o porque físicamente no sea posible, o bien porque su construcción sea tan tardada que cuando entran en operación ya a pasado bastante tiempo de que fue planeada (Figura 3.6).

Hablando de la operación marítima, la planeación y el control del inventario puede optimizar la operación de la flota, es necesario considerar los factores que afectan la eficiencia del sistema de transporte y que por lo tanto deben quedar incluidos en el modelo general del transporte. Algunos eventos importantes son los siguientes :

- Falta de disponibilidad en los buques
- Fenómenos meteorológicos.
- Esperas para cargar y descargar.
- No descargar por falta de cupo en las terminales.
- Fallas graves durante la travesía.
- Capacidad insuficiente de los buques.

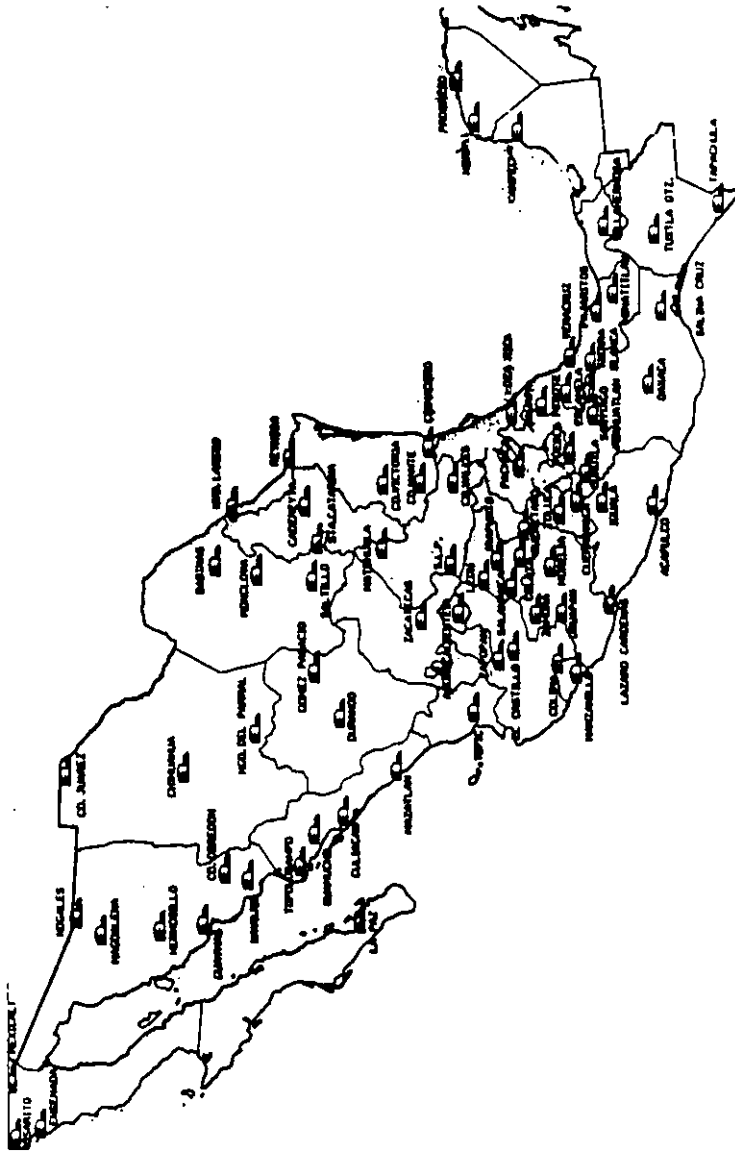


Figura 3.6.

Localización de las terminales de almacenamiento y distribución

La primera de las causas puede reducirse a un mínimo, por medio de programas de mantenimiento preventivo que optimicen el coeficiente de utilización de los buques.

La segunda causa mencionada esta representada por un proceso en el cual puede pronosticarse el comportamiento de los fenómenos meteorológicos y los estados del mar asociados a ellos.

Las esperas para cargar y descargar dependen directamente de la planeación y control del inventario. La capacidad insuficiente de los buques es un evento que se presentará al concurrir varios factores que harán crecer la demanda de productos y de materias primas. La optimización del diseño del buque resultara en una mayor rentabilidad reduciendo por consiguiente los costos de transporte .

El viaje de regreso a la terminal de carga, lo hacen los buques en condiciones de lastre, en una posición desfavorable desde el punto de vista hidrodinámico, lo que causa una velocidad antieconómica, ya que para una velocidad igual a la de la travesía en carga consumirá relativamente mayor cantidad de combustible . Considerando que el viaje en lastre no le reditúa nada a la empresa, es evidente la necesidad de acortar la duración de este viaje. Para lograr la reducción del viaje en lastre es necesario un diseño cuidadoso en las formas de proa del buque.

La transportación de los derivados del Petróleo tiene un costo cuyas unidades se estiman en unidad de peso/unidad de longitud, Ton / Km.; Libra /Milla, etc., como las mas usuales y se integran a la consideración de los sig. factores: (Tabla 3.1.).

- A) El costo de la infraestructura.
 - 1) Las terminales
 - 2) De la vía.
 - 3) De los medios de regulación.
- B) El costo del equipo.
 - 1) Los vehículos que realizan el movimiento.
 - 2) El equipo auxiliar para el manejo de los productos.
- C) Los costos de mantenimiento.
 - 1) De la infraestructura.
 - 2) De la superestructura.
- D) Los costos de operación .
 - 1) De las terminales.
 - 2) De las unidades transportadoras.

- E) Los costos de administración.
- 1) Los derechos de terminal.
 - 2) La administración de la unidad transportadora..
- F) Los intereses del capital.
- 1) Para construir la infraestructura.
 - 2) Para adquirir las unidades .
 - 3) Para operar los subsistemas de transporte.

CONCEPTO	COSTOS RELATIVOS DE LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE				
	Carrero	Ferrovioario	Marítimo	Aéreo	Ductal
a) La infraestructura					
1.- Las terminales	Bajo	Alto	Alto	Alto	Alto
2.- La vía	Alto	Alto	Nulo	Nulo	Alto
b) El equipo					
1.- Los vehículos	Bajo	Alto	Alto	Alto	—
2.- El equipo auxiliar (grúas, equipo de bombeo, etc.)	Bajo	Alto	Alto	Bajo	Alto
c) El mantenimiento de					
1.- La infraestructura	Alto	Alto	Alto	Alto	Bajo
2.- La superestructura	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
d) La operación					
1.- De las terminales	Nulo	Alto	Alto	Alto	Alto
2.- De las unidades transpor- tadoras	Alto	Bajo	Bajo	Alto	Alto
e) La administración					
1.- Derechos de terminal	Nulo	Alto	Alto	Alto	Nulo
2.- Admón. de la unidad trans- portadora.	Bajo	Alto	Alto	Alto	Bajo

Tabla 3.1.

Costos Relativos de los sistemas de transporte.

Por lo que hace que los cargos de operación en la terminal, dependan de las características y volumen de la mercancía en cuestión, y en general no serán los mismos aún para un mismo producto, por ejemplo si la terminal esta mecanizada para el manejo de cereales los costos de operación se abaten considerablemente, a diferencia de terminales donde la transferencia debe hacerse manualmente.

Como caso extremo es posible decir que para productos tan disímiles como crudos y carga en general, los cargos de operación en la terminal varían entre parámetros muy amplios: cargar un barco cisterna de 100 mil ton, por ejemplo con crudos, utilizando para ello equipo de bombeo, podría llevar solo unas horas, mientras que descargar y/o cargar un barco de carga general no unitizada, podría llevar mucho más tiempo para transferir solo unas 1500 ton. , si no se cuenta con el equipo adecuado.

En la medida que una flota de barcos sea capaz de mover el mayor tonelaje posible entre uno y otro puerto situados a la mayor distancia posible, durante un año, los costos de tonelada transportada se abatirán considerablemente con la única condición de que exista suficiente volumen de carga por transferir en cada unidad. Debe recordarse que un barco es un elemento de transporte que gana dinero en tanto esta navegando y deja de ganarlo cuando permanece en el puerto¹⁶.

Los costos fijos de mas significación para una embarcación son: sueldos y salarios, combustibles, mantenimiento y reparaciones, mas gastos de administración y representación.

De los costos variables que se generan cuando la embarcación esta en el puerto son: pilotaje, remolque, estiba, desestiba, etc., de ahí que a menor tiempo de estadía en el puerto las utilidades para el naviero serán mayores y que la utilidad del puerto radique en el cobro de los servicios prestados los cuales cuanto mas eficientes sean mas altas podrán ser las cuotas.

El problema del transporte masivo a través del medio acuático de los productos susceptibles de ser industrializados ha sido resuelto con el uso de buques especializados (graneleros, mineraleros, y petroleros), y el que plantea su manejo en tierra, con equipos de arrastre terrestre y con instalaciones altamente mecanizadas independientemente del grado de adelanto del país en que se encuentren ubicadas.

¹⁶ *Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (1996) Como exportar por via marítima. Manual de la S.C.T.*

El tratamiento del transporte multimodal se hace a partir de una definición sintética que lo reconoce como la combinación de diferentes modos de transporte y uso de elementos conexos para efectuar el traslado de un objeto entre dos puntos denominados origen y destino (El concepto de transporte multimodal, curso de actualización "Análisis de los problemas marítimos y portuarios" celebrados en la ENEP Acatlan, Septiembre de 1991)".

El transporte marítimo ofrece algunas ventajas sobre otros medios de transporte, de los cuales tal vez la más importante es el contar con la vía natural para la navegación, toda vez que se tengan grandes ríos navegables y los mares ofrecen una gama infinita de posibilidades para el transporte de mercancías de un país a otro, característica solo superada por el espacio aéreo¹⁷.

A excepción de sus canales el transporte marítimo no requieren la transportación de técnicos y equipos de especialización que deben estudiar las condiciones económicas, físicas y sociales de una región a la que va servir el puerto y que determinaran la naturaleza de la misma terminal (En mar abierto y Petroleras). A su vez permite la transportación masiva de grandes toneladas de materias primas e insumos de baja densidad económica, o bien el traslado de mercancías de buen peso y el traslado de mercancía de gran peso o muy voluminosa entre puertos de diferentes ciudades situados en el mismo país.

III.3.1.- LOGÍSTICA DE EMBARQUE EMPLEADA EN LAS TERMINALES MARÍTIMAS PETROLERAS.

En este apartado presento algunos procedimientos para carga de crudo, deslastre así como despacho de embarcaciones captadas en mi investigación mediante la observación de hechos y recopilación de información, apoyado por personal de PEMEX y marina mercante en puertos petroleros. Quiero hacer mención que este punto, es medular en este trabajo de investigación, considerando que es el resultado de varios meses de trabajo y homogeneizando ideas del personal de PEMEX Y MARINA MERCANTE.

El objetivo de este apartado es ilustrar de forma más concreta el transporte en las terminales marítimo-petroleras, una vez ya recibido el crudo, basándonos en los subtemas anteriores, que como explique en la introducción, estos son importantes presentarlos para entender de manera más clara el resultado de esta investigación y de esta forma poder emitir

¹⁷ Vargaz Zamudio I. (1997) Teoría del comercio internacional. Edit. Siglo XXI.

juicios y propuestas. A continuación presento los procedimientos empleados por el personal de PEMEX en las terminales petroleras para:

- Carga de crudo istmo y crudo maya de la refinería a buques amarrados en boya de las terminales.

El personal que interviene es el siguiente:

- 1.Ingeniero de Operación.
- 2.Supervisor de carga.
- 3.Inspector de la terminal.
- 4.Inspector de carga.
- 5.Personal de amarradores.
- 6.Personal del buque.
- 7.Supervisor de operaciones.
- 8.Supervisor de carga a bordo.
- 9.Inspector del departamento de almacenamiento.
- 10.Primer oficial de cubierta.

El Procedimiento de Operación para carga de crudo istmo y crudo maya, de la refinería a buques amarrados en boya de las terminales marítimas se lleva a cabo cuando el buque arriba a la terminal petrolera. Como primer paso el Ingeniero de operación notifica al personal operativo y al representante de PEMEX Exploración y Producción del programa de amarre y carga del buque tanque, también coordina con el personal de mantenimiento portuario de cabezal de playa, el procedimiento para llevar un registro de la preparación oportuna del sistema automático de medición, por lo menos con 8 Hrs. de anticipación a la carga. Una vez amarrado el buque en la boya, el supervisor de carga verifica que el inspector de tercera inspeccione tanques y líneas de carga, extendiendo un certificado de tanques vacíos y limpios y/o listos para cargar.

El supervisor de carga recaba simultáneamente toda la información relativa al buque como:

- Características principales.
- Programa de carga.
- Tipo y cantidad de lastre.
- Cantidad y tipo de remanente de carga a bordo.
- Promedio máximo de carga y presión permitida.

Posteriormente informa al Ingeniero de operación en turno, las condiciones del buque y le da a conocer el plan de carga del buque, también toma nota de las condiciones de calado y trimado del buque, antes de abordar. En caso de que el buque tenga lastre sucio en tanques de carga, coordina con la recepción en planta de tratamiento, de acuerdo a "Procedimiento de recepción de lastre de las terminales" (únicamente para buques atracados en muelles).

En las monoboyas en caso de que el buque contenga lastre limpio en tanques de carga, verifica con el capitán del buque, los tanques de carga lastrados, cantidad y tiempo de deslastre, requiriéndole carta responsiva por cualquier contaminación que pudiera ocasionar; debiendo coordinar con el departamento de seguridad y personal del laboratorio central, la toma de muestras y análisis de lastre para su verificación antes de iniciar la descarga al mar.

En caso de lastre permanente, el inspector de la terminal, independiente medirá los tanques antes y después de la carga, con el fin de verificar la integridad del sistema. En caso de lastre segregado, el buque procederá a la descarga de acuerdo a su plan de carga y la inspección de tanques. Durante las operaciones de deslastre y de lastre limpio y/o segregado, el supervisor de carga verifica la correcta descarga al mar, así como la limpieza del mar en el área circundante al buque.

Una vez terminando el deslastre, el supervisor de carga coordina para que el inspector de carga de la terminal inspeccione y mida todos los tanques de carga, checando la presencia de aceite, agua, y sedimento en todo el sistema, extendiéndose el certificado de tanques vacíos y/o listos para cargar.

El supervisor de carga abordo, con apoyo del personal de amarradores en coordinación con personal del buque verifica la conexión segura de mangueras de la boya en el colector del buque.

Es necesario en la terminal marítima contar con cierta información del buque, por ello el supervisor de operaciones con apoyo del supervisor de carga a bordo del buque, avisa al Ingeniero de operación:

- Hora de arribo del buque.
- Hora de inicio y terminación de amarre.
- Hora de inicio y terminación de conexión de mangueras.
- Hora de inicio y terminación del deslastre.
- Hora de inicio y terminación de inspección de tanques.

- Confirma volumen real de capacidad y ritmo de bombeo que recibirá el tanque.

Una vez que el buque se encuentra atracado y listo para recibir la carga, el supervisor de operaciones se encarga de dar copia del Telex de carga de crudo al Ingeniero de operación de almacenamiento y bombeo, con nombre del buque, producto(s) a cargar, cantidades a cargar, hora de arribo, notificación del programa de operación y amarre.

El Ingeniero de operación una vez que ya analizo los tanques del buque extiende el certificado de cantidad inicial y calidad de los tanques de crudo, el mismo programa la computadora del sistema de medición, con valores del lote a cargar de crudo, registrando las limitantes mínimas y máximas de densidad, temperatura del producto y presión de carga, así como flujo promedio de carga y flujo de terminación.

En el momento en que se esta llevando a cabo la carga del buque, se recopila la siguiente información:

- Nombre del buque.
- Número consecutivo de cargamento.
- Volumen del lote real a cargar.
- Volumen de terminación de carga.
- Flujo de inicio de carga.
- Flujo promedio de carga.
- Flujo de terminación de carga.
- Limite máxima de presión.
- Limite mínimo de presión.
- Temperatura máxima del flujo.
- Temperatura mínima del flujo.

Para verificar la calidad del producto que se esta bombeando el muestrero del laboratorio central previamente embarcado para su permanencia a bordo durante el cargamento del buque toma muestras del producto en los tanques, para enviarlas al laboratorio central de la terminal para su análisis, posteriormente el jefe de laboratorio central y/o el Ingeniero de operación determinan los parámetros mas representativos de la calidad del producto en base a los análisis a las muestras del pie de carga por producto.

En caso de que los resultados de los análisis efectuados al pie de carga no estén dentro de las especificaciones PEMEX se investigan las posibles

causas de ello, y por lo tanto el Ingeniero de operación coordina con el supervisor de operaciones para que se revise probables causas a bordo y para una segunda toma de muestras, así mismo, se mantiene en constante comunicación con el laboratorio central para que se analicen muestras de producto tomadas en purgas de cabezal de playa o en colector de carga del muelle.

El Ingeniero de operación solicita con anticipación al laboratorio, cada tres horas el muestreo y análisis del producto recibido, para verificar que estén dentro de las especificaciones tomando el criterio de los parámetros, más representativos, llevando un registro del control. En caso de sospecha de que algún producto este fuera de especificación, se aumentara la frecuencia de muestreos y análisis del tipo de parámetro a controlar.

Si el laboratorio central de la terminal reporta en sus rutinas de muestreo y análisis algún producto fuera de especificación, el Ingeniero de operación solicita en forma inmediata al personal de la superintendencia de ductos la suspensión del bombeo y por consiguiente la carga del buque en coordinación con el supervisor de operaciones, ordenando un segundo muestreo y análisis para verificar la repetitibilidad de los resultados en caso de que el bombeo se este recibiendo en tanques del área de almacenamiento, se procederá a cuantificar el volumen recibido y se verificara la calidad, notificando a la superioridad para la toma de decisiones finales.

En resumen el procedimiento para la supervisión de carga en la mayoría de las terminales marítimas es el siguiente:

1. El inspector de carga toma medidas iniciales y finales, así como temperatura y niveles de agua de los tanques de chalan, buque abastecedor y/o remolcador de los cuales se proporcionara el combustible, debiendo ser atestiguadas por el oficial del buque responsable de la recepción del combustible; las medidas de tanques del chalan, abastecedor y/o remolcador deberán ser tomadas con la unidad abastecedora atracada en muelle.

2. La operación del suministro es coordinada entre el personal de la unidad abastecedora y el personal del buque y/o supervisor de carga, avisando oportunamente de la hora de iniciación y finalización al supervisor de operaciones y al Ingeniero de operación para su registro y control.

3. El inspector de carga del área de almacenamiento y bombeo calcula las cantidades suministradas de combustible considerando como medidas oficiales las iniciales y finales de lo tanques del buque

abastecedor, chalan y/o remolcador, dichas medidas deberán ser atestiguadas por el oficial del buque responsables de la recepción del combustible, se elaborara una forma con esta base de calculo. La medida final oficial será cuando la unidad abastecedora este atracada en puerto, generándose posteriormente la documentación complementaria de ser necesario cargos o devoluciones al buque.

Una vez terminada la carga del buque, el supervisor de carga, verifica junto con el primer oficial de cubierta, los calados y trimado final del buque, así como alguna escora que pudiera tener el buque.

Al finalizar el cargamento del buque, el muestrero del laboratorio central a bordo de la embarcación toman muestras corridas de todos los tanques de carga, y el inspector de carga o tercería y el primer oficial del buque verifican que la etiqueta de la muestra tenga rotulada en forma clara lo siguiente:

- Nombre del buque.
- Producto cargado.
- Tanques Muestreados.
- Nombre del inspector de carga o de tercería.
- Nombre del muestrero o inspector de tercería.
- Nombre del oficial del buque.
- Instalación de la terminal utilizada para el cargamento.
- Fecha.

El supervisor de carga a bordo del buque coordina para que el inspector de productos y envases del departamento de almacenamiento y bombeo, afores todos los tanques del buque y tome la temperatura y medida de agua, cotejando estas mediciones el primer oficial de cubierta, las mediciones se tomaran tres veces como mínimo para efectos de anotar la representativa, en caso de que se presente balance a bordo.

Al termino de los aforos y confirmados estos por el inspector del departamento de almacenamiento y el primer oficial de cubierta, se procede a efectuar los cálculos por separado tanto el inspector como el primer oficial de cubierta. Cumplido el punto anterior se procederá a la comparación de ambos cálculos y si no hay discrepancias se procederá a elaborar la documentación correspondiente (certificado de aforos, aviso de embarque y recibo de productos).

El supervisor de carga verifica que una vez elaborada la documentación anterior, sea firmada por el inspector en representación de la

III.4.- TRANSPORTACIÓN DUCTAL.

El transporte ductal se emplea con éxito en el manejo del Petróleo y sus derivados, siempre y cuando se disponga de las terminales de envío y recepción, así como el equipo de bombeo que lo mueva a lo largo de la línea. A través de las tuberías se transportan en forma continua importantes volúmenes de fluidos a grandes distancias, en general productos de baja densidad económica, agua, hidrocarburos, gas y sus derivados, y en algunos casos materiales sólidos, como los dragados.

La extensión del territorio nacional y la distancia geográfica que existe entre los centros productores de hidrocarburos y los de transformación y consumo han hecho necesario el desarrollo de sistemas eficaces de distribución. Entre los medios de transporte utilizados destaca la red nacional de ductos (Figuras 3.7), a través de ella es transportada la mayor parte de la producción de hidrocarburos.

- El sistema Troncal Norte esta formado por los ductos que se encuentran en el estado de Chihuahua, Durango , Coahuila y la porción norte de Nuevo León y Tamaulipas. El limite con el sistema Golfo se ubica en los Ramones y Cadereyta en el estado de Nuevo León.

- El sistema Troncal Golfo incluye los ductos ubicados en forma casi paralela la costa del Golfo de México, desde los ríos Tuxtla y San Juan en Veracruz, hasta Cadereyta y los Ramones en Nuevo León, pasando por Ciudad Madero, Ciudad Victoria y San Fernando en Tamaulipas.
- El sistema Troncal centro, lo forman los ductos que parten de Poza Rica y llegan a venta de Carpio en el estado de México, a la refinería de Azcapotzalco en el Distrito Federal, a Tula en Hidalgo y a San Juan del Río, Querétaro. Incluye asimismo la red de ductos del Valle de México.
- El sistema Troncal Sur-Centro comprende los ductos del occidente, centro y sur del país. Hacia el sur, el río San Juan, en el estado de Veracruz, es el límite con el sistema Sureste. Cabe mencionar que en la parte central del país, algunos trazos son similares a los ductos correspondientes al sistema centro (Venta de Carpio - Tula, Venta de Carpio - San Juan del Río).
- El sistema Troncal Sureste esta constituido por los ductos del Sur de Veracruz y de los estados de Tabasco, Chiapas, Oaxaca, Campeche y Yucatán, y los ríos San Juan y Tuxtla, en el estado de Veracruz, sirven de límite con los sistemas, Sur-Centro y Golfo respectivamente.

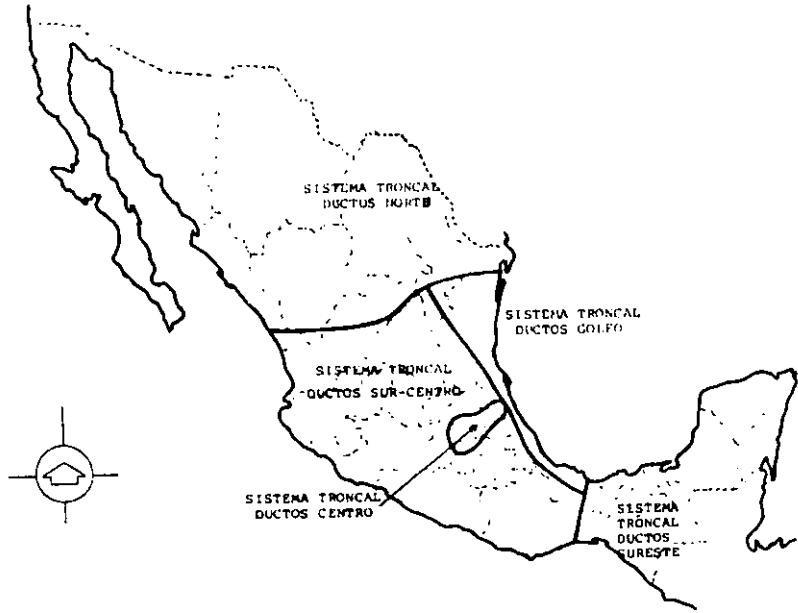


Figura 3.7.

Red Nacional de ductos.

Por otra parte el transporte por ductos tiende a disminuir la incidencia de accidentes y los gastos de operación, que en los casos de transporte terrestre y marítimo se elevan considerablemente, además los ductos tienen la ventaja de que el envío de los fluidos es unidireccional, y la unidad de transporte no tiene que hacer el viaje de regreso vacía, como sucede en los buques tanque o los carro-tanques del auto transporte y del tren, además pueden construirse en lugares inaccesibles para otros medios, y tanto el costo inicial de las instalaciones como el costo de la operación son menores que en los otros sistemas, este medio tiene la ventaja de que para su colocación requiere de relativa poca inversión y es posible operarlas bajo cualquier condición meteorológica.

Sin embargo, la seguridad de los ductos depende en alto grado, de su mantenimiento y del estricto apego a las normas requeridas para su adecuado funcionamiento. El funcionamiento adecuado de un sistema de transporte por ducto requiere de una supervisión constante de las condiciones de operación de las tuberías instaladas.

Los ductos se clasifican de acuerdo al tipo de producto que transporten; el sistema de PEMEX está constituido por cuatro tipos fundamentales: oleoductos, gasoductos, ductos petroquímicos y poliductos.

El diámetro de los ductos es muy variable, desde 2 hasta 48 pulgadas. El funcionamiento del sistema de ductos se basa en la existencia de una serie de estaciones de bombeo, que generan la potencia necesaria para hacer llegar los productos hasta su destino, y en ocasiones se tiene que impulsar el crudo o el gas desde el nivel del mar hasta altitudes de 2,000 y 2,500 m.

La distribución de los hidrocarburos y derivados así como el transporte de crudo y gas, desde los pozos terrestres y marinos, hasta las instalaciones de tratamiento (baterías, deshidratadoras, estaciones de compresión, etc.), y de ahí hacia los centros de almacenamiento, embarque, transformación, distribución y consumo, son fundamentales para el desarrollo de la vida moderna, lo cual se lleva a cabo mediante una impresionante red de ductos, que abarcan más de 50,000 Km de una flota marina de 35 buquestanque y más de 182 embarcaciones marinas que se mueven en los diferentes puertos y litorales del pacífico y del golfo de México.

En el sistema ductal se distinguen tres grupos: ductos principales, ramales y redes de distribución.

1. Los ductos principales tiene mayor longitud y diámetro, y conectan entre si a los grandes centros productores, de transformación y de embarque.
2. Los ramales son de dimensiones mas pequeñas y generalmente tiene como función abastecer a centros de consumo y a pequeños centros de transformación.
3. Las redes de distribución están destinadas al abasto de gas natural a los centros de consumo y se ubican en los principales centros urbanos del país.

III.5.- OBJETIVOS Y FUNCIONES DE LA PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL EN LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE.

Para la planeación de una terminal petrolera, la cual controle el abastecimiento del petróleo y sus derivados proveniente de las plantas de refinación es importante llevar a cabo estudios estadísticos para elaborar un pronóstico de los productos demandados a corto y largo plazo y también un pronóstico acumulado para todo el periodo de operación de la terminal planeada, la planeación de operaciones debe establecer un programa de producción, en el cual todos los recursos (hombres, plantas y materias primas), estén coordinados para obtener una máxima eficiencia de la terminal petrolera .

Se puede pensar en una situación en la cual la demanda sea constante y que la producción sea del mismo modo, bajo este sentido no se requiere de ninguna planeación, simplemente “Establecemos el ritmo de extracción y producción, oprimimos un botón y dejamos que PEMEX gane dinero a un ritmo constante” ¹⁸ .

Se puede observar la planeación de operaciones en cuanto a los pedidos de materia prima, control de inventarios, comunicación con el proveedor, operaciones, así como envíos y control financiero. Todos los procesos antes mencionados se interrelacionan entre si con el objetivo de una correcta planeación de operaciones.

Otras decisiones que pueden entrar en el sistema de control (a través de la función de pronósticos son las opiniones subjetivas de los concesionarios (gasolineros, expendios , franquicias , etc.), lo anterior se debe a la relación que existe entre los clientes.

¹⁸ *Petróleos Mexicanos. (1993) La transformación industrial del petróleo en México.*

Las demandas acumuladas por lo regular se usan para desarrollar en PEMEX el plan de operaciones y las demandas periódicas se usan para el programa detallado de operación, no debemos perder de vista que la demanda pronosticada y la demanda real, para cierto periodo de tiempo rara vez coinciden, esto debido a eventos externos que llevaran a un ajuste de los parámetros del producto.

Si contamos con distribuidores en puntos diferentes, los registros de la demanda de cada producto deben ser llevados por cada distribuidor . Toda planeación debe iniciarse con un estimado o pronóstico, de la cantidad de negocio que la empresa puede esperar durante un periodo planeado. Los medios por los cuales se llegue al estimado pueden ser completamente subjetivos o anticientíficos, pero prevalece el hecho de que toda planeación de las actividades de la empresa depende de un estimado del volumen de negocios.

La fuerza de trabajo, aparentemente constante esta sujeta también a fluctuaciones aleatorias. El ritmo de producción se vera también afectado por paros en las plantas debidos a fallas y a reparaciones de emergencia. La calidad de la materia prima puede ser variable. Las cantidades surtidas podrían ser menores que las ordenadas debido a la escasez en los proveedores. Estos factores aleatorios se relacionan entre si, de tal forma que si falla alguno de ellos alterará el resto del circulo de producción.

Durante la operación de una terminal petrolera se presentan diversos factores que afectan el ritmo de la producción, en la Figura 3.8, se observa que el proceso general para elaborar el producto, como ejemplo, una vez refinado el hidrocarburo se tiene un producto acabado y el siguiente paso es al centro de distribución, otros aspectos importantes a considerar son las reparaciones efectuadas en la misma, escasez de los proveedores de la materia prima , problemas laborales, mal tiempo, etc. Estos factores aleatorios se relacionan entre si, de tal forma que afectan directamente el ritmo de producción (“Círculo de producción”).

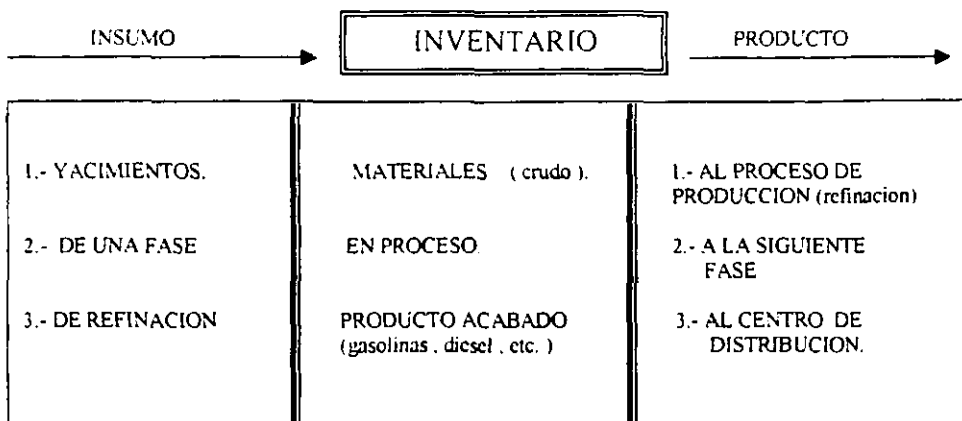


Figura 3.8.

Logística de la producción y distribución del petróleo y derivados

Se puede sintetizar el proceso de operación de las terminales petroleras, según lo explorado, de la siguiente manera, sin perder de vista que para observar la operación en este tipo de terminales especializadas se requiere de varios meses para tener una visión estandarizada de su operación; a continuación presento en forma resumida algunas de las actividades operativas en las terminales petroleras de PEMEX que logre captar en mi investigación (desarrolladas totalmente en los apartados que preceden en el presente capítulo) apoyado por personal de la misma institución.

Como primer paso se recibe el programa para el buque, y el capitán del buque confirma su estancia con 24 Hrs. de anticipación, además informa su programa de carga, para que elabore su plan de estiba, así como su programa de amarre. El buque por lo regular informa lo siguiente que es de suma importancia para los encargados de la terminal petrolera, además esta información evita posibles confusiones durante la operación de carga o descarga de líquidos peligrosos:

- Calados de arribo.
- Tipo de lastre: Limpio, succión, segregado, volumen y tiempo de deslastre.
- Número de tanques de carga y cantidad de segregaciones.
- Tipo de producto que cargo en su último viaje y en que tanques lo cargo.
- Eslora y peso muerto.
- Distancia de la proa al colector.
- Número y diámetro de las tomas de carga.
- Capacidad de la pluma o grúa.
- Sistemas de amarres.
- Máximo régimen de carga aceptado.
- De acuerdo al programa de carga, cual es la cantidad que podrá recibir y que calados finales tendrá.
- Cantidad de económicos y agua potable que requiere.
- Cualquier defecto del casco, maquinaria y equipo que pueda afectar a la ecología.

Además el capitán del buque tiene la obligación de dar cualquier otra información que pueda ser vital para la operación y seguridad tanto del buque como de la terminal y del puerto. Por otro lado, simultáneamente la torre de control de tráfico asiste y vigila el movimiento de las embarcaciones en la terminal: arribada/ Fondeo/ Amarre/ Entrada o salida del puerto/ Atraque/ Desamarre y Zarpe. Durante su estadía el personal del buque debe mantener una fluida comunicación con el departamento de operaciones por radio VHF en el canal de trabajo de la terminal.

Posteriormente se procede a la revisión de los documentos de la embarcación y paralelamente el personal del laboratorio central de la terminal, checa los tanques de carga y analiza el producto, dando su visto bueno para cargar. Lo anterior para validar que el tipo de tanque que recibirá el material no cuente con fugas o fisuras, las cuales puedan ocasionar un derrame o un incidente. Por otro lado el departamento de operaciones coordina con el departamento de bombeo y almacenamiento de

la refinería y almacenamiento de la terminal, si el lote de carga se encuentra completo y listo, así como los tanques que se van a operar.

La terminal le informa al personal del buque petrolero lo siguiente:

- Programa de amarre.
- Programa de carga.
- Características de la instalación.
- Procedimiento de amarre.
- Tipo de bridas, diámetro y número de tomas/mangueras y garzas.
- Flujo a operar.
- Flujo máximo y mínimo a operar.
- Si la carga es por gravedad o por bombeo.
- Características de la carga.

Esta información es con la finalidad de que el personal del buque observe con lo que cuenta en la terminal portuaria. El departamento de operaciones programa durante la estadía de la embarcación las tareas de amarre / atraque del buque. La agencia consignataria es otra autoridad en las terminales petroleras; la cual solicita el movimiento a pilotos de puerto y visto bueno de autoridades portuarias.

Los supervisores de operaciones y de carga verifican que las instalaciones, equipos de apoyo, de amarre y de conexión se encuentren listos una hora antes de la maniobra. La maniobra de amarre / atraque se efectúa con piloto de puerto a bordo, con el equipo de apoyo que se requiera y con la rapidez y seguridad que sea necesario según las condiciones que se presenten, el oficial de abordaje y el supervisor de carga verifican que el equipo de amarre sea el adecuado y este en buen estado.

Durante la maniobra de amarre o atraque la comunicación del puente a la popa y/o del puente a la proa y viceversa, así como la comunicación buque-embarcaciones de apoyo debe ser constante y segura.

El buque transportador una vez amarrado o atracado con seguridad se procede a conectar mangueras o garzas

Al tener un pie de producto en los tanques de carga, se toman muestras de pie de carga, por el muestrero de laboratorio central de la terminal y tercería. Se suspende / continua la carga de acuerdo a instrucciones de laboratorio central de la terminal / tercería. De acuerdo al resultado de

análisis de muestras de pie de carga se suspende / reanuda operaciones de carga.

El supervisor de operaciones coordina con la agencia consignataria el programa de desamarre / desatraque del buque, de acuerdo a la información de cantidades y promedios y existencia de carga.

El barco termina su cargamento por:

- Limite de calado en la terminal.
- Limite de calado en el puerto de destino.
- Por falta de producto.
- Por cantidad máxima según la orden de operación.

El capitán del buque avisa cuando le falten 2,500 BLS para terminar su carga (de cada producto) para coordinar en la terminal el paro de bombas y el cerrado de válvulas, además avisa al faltarle 1,000 BLS, para cerrar válvulas y/o se para el bombeo, también avisara cuando no reciba más producto, dándose por terminada la carga.

Al final de la carga se toman las muestras de todos los compartimentos por los muestreos de ventas / laboratorio central de la terminal / terciaría, enviándolas al laboratorio para analizar, para extender certificado de calidad al buque. Al mismo tiempo que se calcula carga y se toman muestras, se procede a la desconexión de mangueras / garzas, verificando la desconexión segura por el supervisor de carga y el oficial de a bordo. Ellos checarán que los tanques de carga y lastre estén cerrados y que la maniobra de desamarre/desatraque este lista, aligerándose el buque, hasta donde las condiciones del tiempo lo permitan.

El supervisor de carga verifica que el buque tenga toda la documentación de salida, y recopilar las copias que correspondan. La maniobra de desamarre / desatraque es con el piloto de puerto a bordo, con el equipo de apoyo necesario, con la rapidez y seguridad requerida dadas las condiciones meteorológicas que se presenten.

El buque zarpa con la siguiente documentación:

- Certificado de carga a bordo, expedido por la terminal/terciaría, así como la forma contable de PEMEX.
- Certificado de calidad del producto, expedido por el laboratorio central de la terminal / terciaría.
- Despachos de salida, expedido por capitania de puerto.

- Rol de tripulantes. Avalado por la capitania de puerto/Sanidad internacional y migración.
- Conocimiento de embarque/ manifiesto de carga. Avalado por la aduana maritima.
- Permiso de exportación, expedido por industria y comercio.
- Pedimento de exportación, expedido por la aduana maritima.

Para operar una terminal petrolera con un ritmo de producción eficiente y de esta forma satisfacer las demandas de los diferentes derivados Petróleo y del gas natural propongo los siguientes puntos:

- Mantener un ritmo constante en la fuerza de trabajo y producción .
- Variar la fuerza de trabajo en respuesta directa a las actuaciones de la demanda.
- Mantener una fuerza de trabajo constante y en inventario pequeño.
- Trabajar tiempo extra para aumentar el ritmo de producción.

Es muy difícil que algunas de estas propuestas sean la solución satisfactoria al problema de la operación de la terminal y a lo que se pretende llegar , es que todo el conjunto de propuestas redunde a la empresa es un costo mínimo , pero con máximos beneficios como se aprecia en las Figuras 3.9 y 3.10.

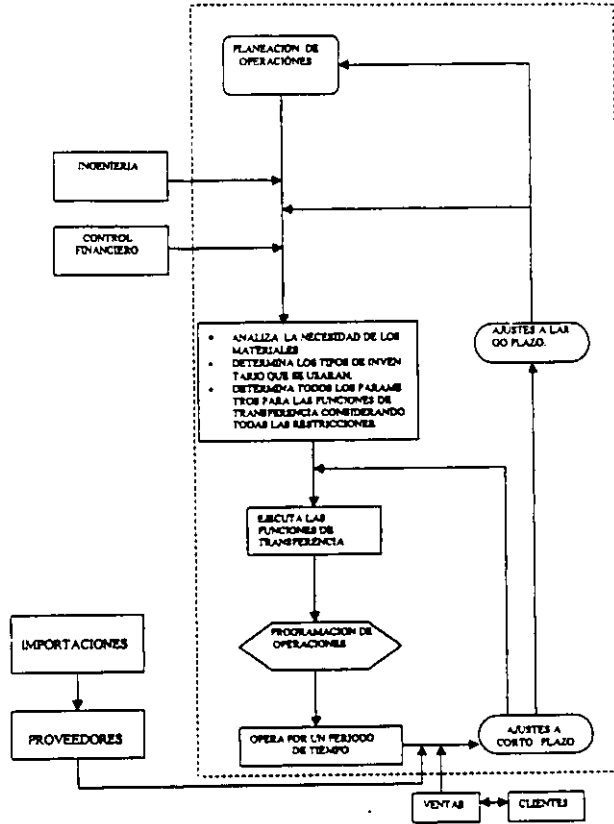


Figura 3.9

Diagrama de ajuste para la operación de las terminales petroleras.

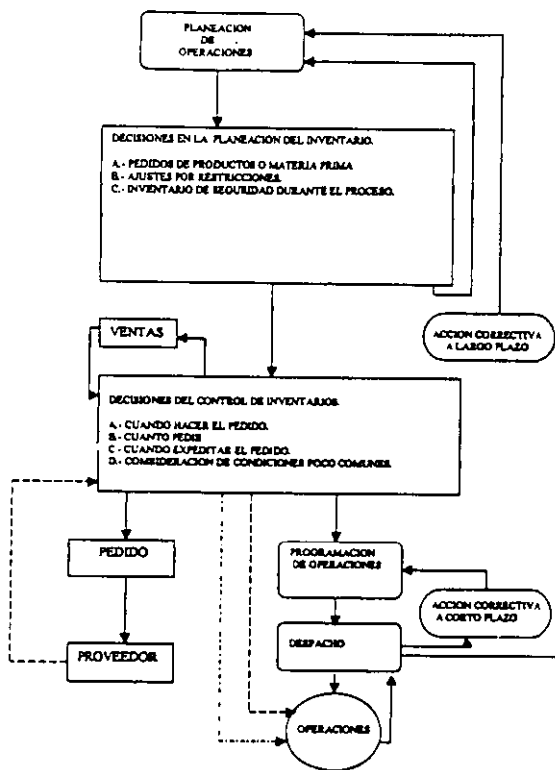


Figura 3.10.

Diagrama de ajuste para inventarios en las terminales petroleras.

III.6.- LOGÍSTICA EMPLEADA PARA LA ADMINISTRACIÓN DE ALMACENES.

Los almacenes cumplen una función vital en la producción y distribución de productos en nuestra economía. Los consumidores dependen de los distribuidores para cumplir con sus tareas. Los distribuidores dependen de las agencias de ventas para mantener sus almacenes de tal manera que puedan cumplir con las demandas de sus clientes. Un proceso de producción depende de la capacidad de almacenaje en las refinerías para mantener sus existencias de materia prima y de otros componentes a un nivel óptimo para alimentar eficientemente al proceso de producción. Una economía dinámica y moderna, no podría de ninguna manera funcionar sin inventario, y de hecho tampoco podría una economía primitiva.

En general los inventarios son necesarios debido a la falta de sincronización entre los siguientes factores:

- El suministro de crudos.
- Los pasos sucesivos dentro del proceso de producción.
- El proceso de producción y la demanda por el producto.

El nivel de cada tipo de inventario varía debido a la tasa variante del insumo-producto terminado. Un inventario significativamente excesivo de productos terminados puede provocar una reducción en el ritmo de producción, lo cual a su vez causaría que el inventario de materias primas se hiciera mayor de lo planeado. Un nivel muy bajo de inventarios de materias primas reduciría las corridas de producción, causando que los inventarios de productos terminados queden abajo de los niveles planeados. La política de inventarios debe formularse para enfrentar tales ocurrencias.

Existen razones que hacen económicamente conveniente el mantenimiento de inventarios. Una de tales razones es la conveniencia de pedir o preparar ciertos componentes en cantidades excesivamente grandes, en lugar de la cantidad exacta necesaria en una base a corto plazo. Por lo general los inventarios deben compensar la estacionabilidad de la demanda. La expresión de los costos totales depende de la situación particular.

Existe una estrecha liga entre las características de la carga, con la de los almacenes, el equipo para moverla y los medios de transporte, así por ejemplo, si el producto por mover es trigo, lo propio para su almacenamiento serán las bodegas y silos mecánicos y para transportarlo, si es en transporte terrestre , en carros tolva (autotransporte o tren) y si es en transporte marítimo en buques tolva , la conjugación adecuada de estos factores, da como consecuencia lógica que las operaciones de almacenamiento y de transbordo sean rápidas y de bajo costo. Los almacenes permiten guardar los bienes en las zonas de producción, para conservar lo que producen y así abatir, los picos de la demanda de transporte al facilitar su distribución durante un periodo mas largo.

CAPITULO IV.

CONCLUSIONES Y PROPUESTAS.

En este apartado quiero hacer una síntesis de las ideas centrales de este trabajo, resaltando la importancia del transporte de los fluidos; en este caso el del petróleo y derivados; no deteniéndome en explicar todos los tratamientos a que es sometido el crudo desde su extracción, pues estos ya fueron detallados en el desarrollo de esta tesis; así de esta manera solo deseo concluir con las ideas mas importantes, como hacer una critica y exponer mis propuestas que ayuden a mejorar los sistemas de transporte de hidrocarburos y derivados en PEMEX. Quiero aclarar que las propuestas que a continuación expongo son producto de tres factores; el primero de ellos es producto de mi interés por conocer y mostrar un panorama diferente en los sistemas de transporte, el segundo, producto de mi experiencia como Ingeniero Civil y el tercero aportar nuevas ideas para la Maestría en Transportes, sugiriendo con ello, una serie de propuestas cimentadas en los conocimientos sólidos adquiridos en mis estudios de Maestría en la D.E.P.F.I., U.N.A.M. Comienzo las presentes conclusiones y propuestas llevando la secuencia del trabajo, es decir, desde la extracción hasta la puesta de los productos refinados en las terminales marítimas, así como su almacenamiento.

En materia de exploración después de haber realizado una serie de pruebas en campo por los diferentes métodos previamente explicados, continua el proceso de explotación, el fin que se persigue al explotar un yacimiento petrolero, es el obtener de el una recuperación comercial de hidrocarburos, para lo cual se debe tener un control del yacimiento desde la localización, número y espaciamento entre pozos que se van a perforar, porque de la correcta solución que se de, dependerá el volumen recuperable de hidrocarburos, para lo cual todo pozo petrolero tiene dos etapas de su vida bien definidas.

La primera de ellas es la etapa de su vida fluyente; en estas permanecen por algún tiempo la mayoría de los pozos y es cuando la presión y producción alcanzadas son máximas. Durante esta etapa los costos de operación y mantenimiento son mínimos y solo se hace necesario tener una vigilancia periódica de su comportamiento. La segunda etapa es cuando la energía del yacimiento no es suficiente para elevar el aceite a la superficie, y entonces es cuando se hace necesario ayudar a la energía del yacimiento por medio de algún método artificial o de explotación secundaria, para continuar la recuperación del aceite.

Una vez que se encuentra en el proceso de explotación el yacimiento ya sea por cualesquiera de las etapas antes mencionadas normalmente nos encontramos con la presencia del agua, en el aceite crudo en los yacimientos petrolíferos, que siempre ha sido un problema de sumo interés, tanto para el almacenamiento como para el transporte, así como su tratamiento en las refinerías.

Para llevar a cabo lo anterior, es necesario la deshidratación, la cual consiste en la remoción del agua y por consiguiente su separación por algún medio. En algunas áreas en explotación de nuestro país, se producen flujos con viscosidad sumamente altas y contaminada con agua de alta salinidad, cuyo tratamiento se efectúa con dos fines, uno deshidratarlos y otro desalarlos para obtener un aceite dentro de los límites de impureza que requieren las refinerías. En la deshidratación de crudos, en muy contadas ocasiones se aplica un solo método, generalmente se combina algunos de ellos para obtener los resultados deseados. El criterio que deberá seguirse para la selección de un método de tratamiento, depende principalmente de las características físico-químicas del crudo problema.

Durante la explotación, PEMEX maneja los sistemas de recolección, y son llamados así al conjunto de líneas, bombas, tanques, válvulas, separadores y demás accesorios complementarios, propiamente dispuestos para el control y transporte del aceite y gas producido por los pozos, a un centro de almacenamiento o embarque, por lo tanto un buen diseño de el sistema de recolección puede reportar grandes economías si ha sido propiamente diseñado, ya que de las propiedades de su diseño dependen, hablando en términos generales, el manejo rápido, eficiente y adecuado del gas y del aceite, lo cual en otras palabras significa ahorro de tiempo, de energía y dinero.

Por otro lado en la planeación del sistema es de importancia tener a la mano un mapa topográfico detallado del campo, mostrando las elevaciones del terreno, localizaciones de los pozos, caminos y construcciones en general, para escoger los puntos estratégicos mas adecuados para la instalación de las

tuberías, además tal mapa sugerirá la ruta mas conveniente que deben seguir las líneas principales, así como las líneas de descarga de los pozos, aclarando que no siempre son previsibles los resultados que se obtendrán de una exploración, pues se da el caso de sobrepasar profundidades razonables para la localización del petróleo sin obtener resultados positivos, además que la economía en costo inicial y de operación, dependerá principalmente de la longitud del sistema

El crudo que brota se almacena en los "tanques de campo" de poca capacidad pero suficientes para contenerlo por algunos días mientras se tienden las redes de conducción (tubería, oleoductos, etc.) que los conducirán a las refinerías a tanques mayores de almacenamiento de crudo.

Es frecuente requerir la instalación de varios tanques de almacenamiento transitorios, a los cuales fluyen los aceites producidos por diversos pozos de una misma región, para que mas tarde desde ese tanque de almacenamiento sean conducidos través de oleoductos , también hasta las plantas de refinación. En la etapa de explotación de los campos, es necesario señalar que para el almacenamiento primario y conducción de aceite hacia los lugares de transformación hay que dar al aceite crudo un calor igual al adquirido por la fricción tenida en el momento de brotar el pozo, ya que esta temperatura se va perdiendo con el transcurso del tiempo y por la distancia que va recorriendo por lo que es indispensable establecer plantas de calentamiento en lugares adecuados, las cuales vuelven a darle al aceite la condición de temperatura y de fluidez necesaria para el resto del recorrido.

También, cuando no es posible aprovechar la fuerza de gravedad para que el aceite llegue hasta los tanques de refinación, es necesario instalar plantas de bombeo, generalmente en los mismos lugares donde se encuentran las de calentamiento, las cuales impulsan el aceite hasta las plantas de refinación. Ya sea directamente o de los tanques de campo donde se almacene el crudo, se envía través de los oleoductos hasta las refinerías para su proceso de industrialización.

Las regiones donde se encuentran, las necesidades del país, los productos la capacidad de las plantas refinadoras, la calidad de los aceites extraídos, la tecnología con que se cuente y más concretamente el desarrollo alcanzado por la industria, son los factores que determinan en cada situación las cantidades de crudo que deben almacenarse para estar a disposición de los procesos de refinación. En forma general el proceso de refinación consiste en someter al aceite crudo, a fuertes calentamientos para que se rompan sus moléculas y se descompongan en gases de diferentes densidades.

En materia de transportación marítima la responsabilidad esencial es la de realizar la distribución y traslado de los productos del petróleo y sus derivados por vía marítima y fluvial, con el fin de satisfacer la demanda nacional y cumplir los compromisos de exportación de la institución esta responsabilidad correspondió en sus inicios a pequeños departamentos de marina y posteriormente a la Gerencia de Marina, en fechas recientes a la Gerencia de Transporte y por último a la Gerencia de Transporte Marítimo.

Algunos de los problemas a que se enfrenta la gerencia de Transportación en PEMEX son los análisis que arrojan datos reveladores; la flota que actualmente trabaja es insuficiente y la mayor parte esta muy cerca a su obsolescencia, el área de transportes generalmente se ven precisados al arrendamiento de buques generalmente del exterior, lo que significa una importante salida de divisas; este es un problema gravísimo debido a que nos inclinamos por los sistemas de transporte que nos ofrece el extranjero y desconocemos los avances nacionales. Destacan también el punto de que la mitad de la flota mayor de PEMEX tenga mas de 30 años, circunstancia que coloca a PEMEX en una posición difícil por que si la flota propia es insuficiente, esto se acentúa con la constante salida de servicio de las embarcaciones que cada vez con mas frecuencia requieren reparación. Se debe intensificar los programas de mantenimiento para cuidar aquellas embarcaciones con que cuenta PEMEX. Es necesario contar con personal y equipo en los talleres de mantenimiento de las 5 Superintendencias de Zona de transporte Marítimo y mejorar la supervisión del mantenimiento preventivo.

No es físicamente posible, ni técnicamente recomendable divorciar el transporte de las actividades de producción y consumo, mucho menos los es separarlo de si mismo, considerando a los diversos modos (terrestre, ductal, marítimo y ferroviario) como factores o elementos independientes.

Desde hace poco mas de 15 años se dejo de depender de almacenamiento en el exterior y actualmente se esta sometiendo todas las instalaciones de PEMEX marítimas y portuarias a programas estrictos de mantenimiento, se ha sacudido el marasmo de la inactividad y el intermedialismo de los navieros que nos brindan sus servicios, ahorrando fuertes cantidades de divisas que antes se gastaba fuera del país, se están estableciendo mecanismos oportunos y coparticipativos que hacen posible la transparencia administrativa en el arrendamiento de embarcaciones.

El área de transporte de petróleos mexicanos es una área de servicio que debe estar atenta a los requerimientos, robustecer su propia infraestructura y capacitar sus recursos humanos y a la vez analizar las posibilidades de contribuir al desarrollo nacional fortaleciendo aquellos

sectores relacionados con el transporte. Todo ello debe hacerse simultáneo, no solo realizando la operación, sino mejorándola a fin de obtener una mayor productividad.

Existen objetivos importantes que con una adecuada planeación de las actividades y un reordenamiento en el área de transportes se podrían llevar a cabo, y son los siguientes:

- a) Garantizar el transporte marítimo de hidrocarburos para satisfacer oportunamente la demanda nacional.
- b) Realizar el transporte marítimo de altura para cumplir con los programas de exportación de productos.
- c) Contar con una flota petrolera propia y adecuada en cantidad y calidad.
- d) Disminuir al alquiler de embarcaciones para evitar la fuga de divisas.
- e) Crear nuevas fuentes de trabajo.

En lo referente a la administración de los recursos humanos y materiales es necesario adoptar la estructura organizacional, que fundamentalmente se divida en operación, mantenimiento, tráfico y administración. Por lo tanto, las acciones correctivas deberán ejecutarse sin menoscabo de las operaciones y paralela y coordinadamente en lo esencial.

Las necesidades de consumo, la configuración geográfica del país, el sistema de comunicación con que se cuente, las exigencias de importación, las oportunidades de exportación, las instalaciones a la fecha y los programas de expansión son factores que determinan en cada caso la situación de plantas de producción, plantas de almacenamiento, agencias de ventas, terminales de recibo y distribución o las combinaciones que con ellas se pueden hacer. De la agrupación de productos derivados del petróleo existe una variedad muy grande y una demanda diversificada en el mercado nacional.

Petróleos Mexicanos ha formulado un programa de integración de la industria petroquímica básica, tomando como base la demanda interna, la disponibilidad de materias primas y los recursos de capital y periódicamente, los somete a cuidadosas revisiones a fin de suministrar en forma suficiente y económica, los productos que el mercado demanda, por ejemplo el gas licuado es el nombre que se les da a diferentes tipos de mezclas licuadas de hidrocarburos y que día a día aumenta su uso domestico comercial e industrial. El desarrollo de este producto se debió a la necesidad de encontrarle salida a cantidades enormes de propano y butano producidos en las plantas de gasolina y en las refinerías y que se desperdiciaban o se

vendian en forma poco costeaable. La importante propiedad de estos hidrocarburos de licuarse a presiones moderadas permite su manejo en forma concentrada. Esta gran concentración de energía en un pequeño volumen y la facilidad con que se controla la presión, otorgan a este producto características especialmente económicas de transporte y almacenamiento.

Aun cuando en esta industria se parte de un solo producto como materia prima su industrialización nos lleva a requerir almacenamiento para productos en tres estados físicos diferentes, líquido, sólido y gaseoso.

El crecimiento demográfico, el desarrollo económico regional, los recursos de capital, la tecnología lograda, la demanda en el mercado, necesidades de importación, facilidades de exportación, aparición de nuevos aparatos o industrias, o elaboración nacional de productos que requieran en su proceso un derivado distinto de los existentes y sobre todo el desarrollo general de país, serán los factores que influyan en el futuro para determinar las necesidades de almacenamiento.

Analizar la productividad y la forma de operar de PEMEX, en materia de distribución, debe ser tratada con precaución, en particular respecto a las conclusiones que puedan extraerse. Los distintos niveles que marquen los indicadores de la productividad pueden llevar a conclusiones simplistas y erróneas en cuanto a una probable alta o baja de productividad. Para desprender conclusiones mas apegadas a la realidad es necesario comparar en el caso del Petróleo a compañías que realicen las mismas actividades. Algunos aspectos importantes a considerar son:

1. La optimización de los costos de transporte, que no depende exclusivamente de la correcta operación de la flota, sino de la formulación adecuada de la función del pronóstico de la demanda, la cual, como hemos demostrado, afecta fuertemente a las demás funciones de la producción.
- 2.- Es necesaria una mejor coordinación entre los departamentos a los que conciernen las funciones de pronostico, las funciones de planeación y control de inventarios y las funciones de transporte.
- 3.- Para un mejor enfoque del problema de los costos de transportación es absolutamente necesario analizar una red integrada por oleoductos, carreteras, ferrocarriles y vías marítimas.

4.- La red de intereses que emergió bajo el amparo oficial y cuya beligerancia fue mayor en el auge petrolero de los setenta, obstaculizaba la reestructuración, impidiendo optimizar la operación de la empresa, como lo mostraban sus decrecientes índices de productividad, ubicaba a PEMEX en desventaja frente al resto de los países productores y compañías petroleras en el mundo.

Refiriéndome a los sistemas de transporte, estos se desenvuelven prestando atención a las preferencias del usuario, estando en función de la demanda, tratando de superar sistemas con la oferta ampliamente extendida y que tiene como objetivo el asegurar altos beneficios a quienes proporcionan este servicio .

Quien se dedica al estudio del transporte debe ser preocupación constante la búsqueda de los mejores criterios para el desarrollo de esta actividad, por lo que se refiere al estudio de los métodos y las técnicas, para el análisis de la demanda potencial de las actividades que a de atender como para la construcción de la infraestructura a su operación y mantenimiento. .

De todo lo anterior algunas propuestas que ayudarían al mejoramiento del transporte de hidrocarburos y derivados son:

- - Coordinar las funciones de las diversas dependencias de Petróleos Mexicanos, cuyos trabajos se relacionan con los puertos y boyas.
- - Optimizar tiempos y costos en las actividades de carga y descarga.
- - Lograr el desarrollo ordenado de los puertos, poniendo especial atención a la solución de los problemas de contaminación y congestión.
- - Disminuir los actuales costos por concepto de demoras de los barcos, mejorando la eficiencia de las instalaciones en general.
- - Adecuar las infraestructuras actuales de los puertos a fin de responder a los requerimientos futuros de los mismos.
- - Aplicar con la debida austeridad en las instalaciones los avances tecnológicos necesarios y suficientes para lograr hacerlas competitivas a nivel internacional.
- - Planear, dirigir y administrar las instalaciones portuarias de la institución, llevando la coordinación general de todas las actividades que se desarrollen en ellas, proporcionando los servicios que demanden las gerencias a cuyo cargo esta el manejo del crudo, productos y carga seca.

- - Proporcionar los servicios portuarios que requieren los barcos, tales como servicios de pilotaje, de remolcadores, de amarradores, agua, combustible, ayudas a la navegación, contra incendio, y otros.
- - Pugnar por adecuar los puertos a la evolución y progreso de los medios de transporte, a fin de que las instalaciones respondan a las necesidades que demande la comercialización de productos.
- - Coordinar los programas de operación portuaria, con la participación de las gerencias involucradas, con objeto de efectuar la carga y descarga oportuna de los barcos, que transportan crudo, productos y carga seca.
- - Proponer la construcción de nuevas instalaciones de almacenamiento en los puertos y modificaciones a las existentes con objeto de asegurar y aumentar la capacidad disponible.
- - Coordinar con la Gerencia de protección Ambiental en la elaboración del plan de contingencias para el caso de derrame de hidrocarburos en mar y en tierra.
- - Examinar la vialidad de los puertos y proponer las mejoras necesarias para asegurar que el recibo, clasificación y despacho de la carga de patios y bodegas se realice adecuadamente.
- - Proporcionar a los puertos el equipo de arrastre y maniobras suficiente y adecuado para lograr que la transferencia de la carga marítima se verifique en forma expedita y oportuna.
- - Planear, programar y realizar las operaciones de dragado en los puertos.
- - Realizar los estudios necesarios para mejorar las operaciones del puerto y evaluar permanentemente los sistemas de operación y los programas de actividades portuarias.
- - Proporcionar mantenimiento preventivo y correctivo a las instalaciones portuarias y boyas.
- - Mantener estrecha coordinación con todas las áreas de PEMEX relacionadas con los puertos para instrumentar acciones que mejoren los servicios portuarios.
- - Coordinar con la Subdirección de proyecto y Construcción de Obra los trabajos de planeación, diseño y construcción de obras en los puertos.
- - Implantar las medidas de seguridad en la ejecución de las operaciones y de los servicios que presta la gerencia, así como para los equipos e instalaciones portuarias.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.

- Acuña Garaicochea, R. (1993) *Flujo multifásico de tuberías*. Instituto Mexicano del Petróleo.
- Benedict. (1993) *An empirical equation for thermodynamic properties of light hydrocarbons and their mixtures*.
- Colmenares Cesar, Francisco. (1992) *PEMEX, crisis y reestructuración*. Coordinación de investigación científica, U.N.A.M.
- De la Torre Mitre, Javier . (1993) *Plataformas marinas*. Petróleos Mexicanos.
- Firoozabadi. (1994) *Reservoir and calculation for gas condensates using extended analyses in Peng-Robinson equation of state*. The canadian journal of chemical engineering.
- Furnes, Olay. (1996) *Certification of structures*. Research division, Houston Tx.
- García Meneses, José. (1993) *Plataformas marinas*. Revista CIC Ingeniería Civil, No. 234.
- Gould, T. (1994) *Compositional two phases flow in pipelines*.
- Hernández de Labra, Fernando. (1998) *Puertos*. PEMEX.
- Herrejon de la Torre, Luis. (1995) *Terminales marítimo petroleras*. División de educación continua, U.N.A.M.
- Katz, D. (1987) *Handbook of natural gas Engineering*. Edit. Mc. Graw Hill.

- Leos Chavez, Héctor. (1996) *La productividad en PEMEX, evolución y perspectivas.* PEMEX
- Leos Chavez, Héctor. (1991) *Origen y naturaleza de la modernización de Petróleos Mexicanos.* Coordinación de investigación científica, I.P.N.
- Petróleos Mexicanos. (1990) *Proceso de instalación de plataformas marinas.* Subdirección de proyectos y construcción de obra.
- Petróleos Mexicanos. (1997) *Marco jurídico básico.*
- Petróleos Mexicanos. (1992) *Sistemas de transporte del petróleo por tubería normal.* Gerencia de proyectos y construcción.
- Petróleos Mexicanos. (1990) *Principales puertos para la exportación del petróleo por tubería normal.* Subdirección de comercialización.
- Petróleos Mexicanos. (1982) *Anteproyecto y estudio económico del sistema de recolección y transporte del crudo producido por el yacimiento Isla de Cobos.* Subdirección de proyectos y construcción.
- Petróleos Mexicanos. (1993) *La transformación industrial del petróleo en México.*
- Petróleos Mexicanos. (1999) *El petróleo.* Dirección General.
- Petróleos Mexicanos. (1998) *Diagnostico de los centros de trabajo de la Subdirección de transformación industrial.* Subdirección de transformación industrial.
- Secretaria de Comunicaciones y Transportes. (1992) *Manual de dimensionamiento portuario.*
- Secretaria de Comunicaciones y Transportes. (1996) *Como exportar por via maritima.* Manual de la S.C.T.
- Tulsa. (1990) *The properties of petroleum flyds.* The petroleum publishing company.
- Vargas Zamudio L. (1997) *Teoria del comercio internacional.* Edit. Siglo XXI.
- Voight, Fitz. (1995) *Economía de los sistemas de transporte.* Edit. Fondo de cultura económica.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA