



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ingeniería

CONSTRUCCION DE UNA PLATAFORMA
MARINA PARA PERFORACION.

T E S I S
Que para obtener el titulo de

INGENIERO CIVIL

p r e s e n t a

ANTONIO MOLINA JAYME

México, D. F.

1992

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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 está 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.

INDICE.

CAPITULO I. Introducción.

I.1.-Descripción de una plataforma marina.

I.2.-Desarrollo histórico.

I.2.1.-La explotación marina en México.

I.3.-Extracción de petróleo y gas en el mar.

CAPITULO II. Tipos de plataformas.

II.1.-Función de la plataforma.

II.1.a.-Plataformas de Perforación.

II.1.b.-Plataformas de Producción.

II.1.c.-Plataformas de Perforación y Producción.

II.1.ch.-Plataformas de Enlace.

II.1.d.-Plataformas Habitacionales.

II.1.e.-Puentes.

II.2.-Tipos de Plataforma.

II.2.a.-Poste.

II.2.b.-Subestructura.

II.2.c.-Torre.

II.2.ch.-Plataforma de concreto o gravedad.

II.2.d.-Plataforma totalmente sumergible.

II.2.e.-Unidad autoelevable.

II.2.f.-Unidad semisumergible.

II.2.g.-Torre marítima estabilizada con tensores.

CAPITULO III. Elementos principales de la estructura.

a) Superestructura.

b) Subestructura.

c) Pilotes.

III.1.-Etapas de la perforación y equipos utilizados.

CAPITULO IV. Proceso constructivo.

IV.1.-Fabricación.

IV.1.1.-Procedimiento para la fabricación de pilotes y conductores.

IV.1.2.- " " " " " la superestructura.

IV.1.3.- " " " " " la subestructura.

IV.1.4.-Soldadura.

IV.1.5.-Protección anticorrosiva.

IV.2.-Instalación e interconexión de plataformas.

IV.2.1.-Equipo y embarcaciones necesarias.

IV.2.2.-Trabajos previos a la salida de las piezas estructurales de los patios de fabricación.

IV.2.3.-Trabajos a desarrollar en el mar durante la instalación de la plataforma.

CAPITULO V. Programa de obra.

-Anexo.

CAPITULO VI. Conclusiones

BIBLIOGRAFIA.

CAPITULO I

INTRODUCCION

CAPITULO I. INTRODUCCION.

I.1 - Descripción de una plataforma marina.

Las plataformas marinas tienen numerosas aplicaciones, dentro de las cuales podemos mencionar:

- Plataformas para la explotación de petróleo y gas.
- Estudios oceanográficos.
- Pruebas submarinas.
- Localización de objetos distantes en el mar, obtención de datos sobre sus movimientos y seguimiento de los mismos mediante uno o varios equipos de radar.
- Como ayuda a la navegación.
- Radiodifusoras.
- Muelles para buques tanque (barcos petroleros).
- Etc.

Existen diferentes tipos de plataformas marinas desde el punto de vista estructural, estos son:

- Plataforma de concreto por gravedad.
- Torre estabilizada por tensores.
- Plataforma a base de miembros a tensión.
- Plataforma con estructura de acero templado.

A lo largo del presente trabajo, se desarrollará el proceso constructivo de las plataformas cuya función es la explotación de petróleo y gas, dentro de éstas las orientadas a la perforación de pozos, cuya estructura es de acero.

Las plataformas convencionales están formadas por tres elementos principales:

1.- Una estructura tubular, conocida como subestructura (JACKET), la cual se extiende desde el fondo marino hasta por encima de la superficie marina, sirve como guía de para los pilotes, a través de sus piernas, en ella se coloca la guía de conductores, así como los equipos de ayuda a la navegación (muelles, luces, etc.).

2.- Una superestructura(DECK), localizada encima de la subestructura, la cual tiene como función proporcionar el espacio requerido para la operación y dar servicio al personal que labora en la plataforma.

3.- Pilotes o pilas de acero hincados en el suelo marino, los cuales forman la cimentación de la estructura.

I.2.- Desarrollo Histórico.

La necesidad de construir plataformas marinas comienza en 1896 en Santa Barbara, California (E.E.U.U.), donde los mantos petroleros cercanos a la costa, eran perforados desde muelles que se extendían desde la playa hasta la localización del manto, lo cual no era costeable, ni seguro, estas estructuras llegaron a tener longitudes hasta de 150 m (500 ft) desde la playa.

Años más tarde en 1910, en Lousiana (E.E.U.U.), los pozos eran perforados usando una estructura de madera soportada sobre troncos hincados como pilotes.

En 1924 en el Lago Maracaibo, Venezuela, los pozos eran perforados desde plataformas de madera soportadas sobre estructuras a base de pilas de madera.

En 1945, se montó un equipo para extracción en una estructura de madera sobre una profundidad de 6.1 m (20ft) y fue perforado el primer pozo a control remoto desde la playa.

Las primeras plataformas con estructura de acero fueron construidas en 1947, en el Golfo de México, una se desplantó a una profundidad de 6.1 m (20ft) y otra a 5.6 m (18ft). Estas plataformas fueron fabricadas en su totalidad en el lugar donde se desplantaron, estaban soportadas por un gran número de pequeñas pilas (40-60) hincadas en diferentes direcciones y profundidades.

Las secciones prefabricadas (subestructura y pilotes) no se utilizaron hasta entrados en los años 50.

La tecnología de las plataformas marinas en lo que se refiere al diseño y construcción, ha tenido un gran desarrollo en las últimas cuatro décadas, debido a las necesidades para la obtención de petróleo y gas, cada vez ha tenido que adentrarse más en el mar, por consiguiente las plataformas son construidas a mayor profundidad. En un principio las plataformas se desplantaron en la playa o cerca de la costa, posteriormente se desplantaron a profundidades del orden de los 10-12 m (33-40ft), hoy en día algunas de ellas se desplantan en profundidades mayores de 914 m (3000ft).

I.2.1.- La Explotación marina en México.

Durante muchos años se exploraron zonas desérticas, montañosas, lacustres, pantanosas, etc., del territorio

nacional utilizando un sinnúmero de equipo tan variado en su peso, forma y funcionamiento, algunos para estudios preliminares y otros para perforar directamente en un sitio preciso y obtener físicamente la información necesaria para que posteriormente se llevaran a cabo los trabajos de perforación y desarrollo de los campos petrolíferos.

Para el caso de las zonas pantanosas, como es el sureste de la República Mexicana, los equipos de perforación han sido montados en pequeños chalanes, dragando en ocasiones o abriendo canales superficiales hasta llegar a la localización requerida.

En las zonas lacustres, como es el caso de la laguna de Tamiahua, Petróleos Mexicanos ha utilizado un tipo de plataforma semejante a un tapanco, construido básicamente con material tubular y en secciones, apoyándose directamente en el fondo de la laguna con tirantes del orden de 1.5m a 4.0m. El conjunto de secciones, debidamente colocados, y nivelados proporcionan la superficie de perforación.

Lo anterior requiere de estudios de mecánica de suelos. topográfica, batimétricos y conocer también las condiciones atmosféricas que prevalecen en determinadas zonas.

No obstante que se contaba con estos estudios, no fue hasta la década de los 60's y 70's cuando PEMEX decidió lanzarse a la exploración y explotación de yacimientos fuera de costa, llegando a instalar plataformas marinas en los campos Tiburón, Atún "A" y "B", Bagre "A" y "B", Morsa, Marsopa, Escualo, Arenque "A", "B" y "C". Los resultados obtenidos, hablando económicamente, fueron parciales, derivándose con ello un receso en cuanto al estudio de la tecnología marina.

A estos primeros trabajos de instalación de 10 plataformas marinas, en los campos antes citados y ubicados entre los puertos de Tampico, Tamps. y Tuxpan, Ver., se le conoce como Primera Etapa, esto en cuanto a la fabricación e instalación de plataformas marinas.

Posteriormente a esta primera etapa, PEMEX prosiguió estudiando la plataforma continental del Golfo de México, con la finalidad de encontrar estructuras geológicas ricas en aceite crudo.

Lo anterior dio como resultado el hallazgo de grandes yacimientos de crudo ubicados al occidente de la península de Yucatán. A esta gran área productoras de crudo se le ha denominado Sonda de Campeche.

- *Localización.*

Las instalaciones principales para la construcción de plataformas se encuentran localizadas en Ciudad Quetzalcoatl, en el Estado de Veracruz y sobre la margen derecha del Río Pánuco, cuenta con un área de trabajo de 125,000 m².

- *Capacidad.*

Los patios de armado, soldadura y montaje tienen una capacidad instalada suficiente para trabajar simultáneamente en la construcción de 3 plataformas, lo que permite construir hasta 10 plataformas al año.

- *Recursos.*

Se cuenta con el equipo necesario, grúas para montaje con capacidad de 20 a 140 toneladas y todos los equipos complementarios.

El personal técnico y obrero es altamente calificado. Se cuenta con una escuela para dar capacitación al personal obrero.

Además se cuenta con departamento de ingeniería en el cual se ejecutan los trabajos de diseño y campo, con una precisión y tiempo adecuados.

El servicio de suministros trabaja eficientemente para surtir los materiales necesarios en las fechas previstas.

TRABAJOS FUERA DE COSTA DE PEMEX.

GOLFO DE MEXICO		ETAPA 1968-1973	
PLATAFORMAS CONSTRUIDAS		TIRANTE (metros)	
1968	ATUN B	PERFORACION	49
1968	ARENQUE A	PERFORACION	55
1969	ARENQUE B	PERFORACION	57
1970	ATUN C	PERFORACION	47
1971	BAGRE A	PERFORACION	47
1971	BAGRE B	PERFORACION	47
1972	MARSOPA A	PERFORACION	47
1972	ESCUALO A	PERFORACION	42

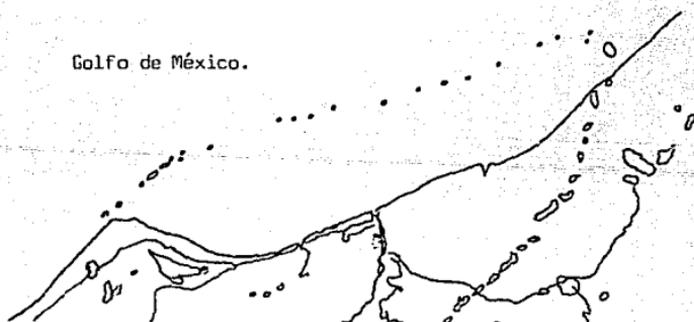


Fig. 1 yacimientos del golfo de México.

GOLFO DE CAMPECHE
PLATAFORMAS CONSTRUIDAS

ETAPA 1978-1981
TIRANTE (metros)

1979	AKAL 1	PERFORACION	44
1979	AKAL H-1	PERFORACION	41
1979	AKAL TPP-2	PRODUCCION	47
1979	ABKATUN 245	PERFORACION	41
1979	ABKATUN 74	PERFORACION	38
1980	KU-22	PERFORACION	64
1980	KU-487	PERFORACION	78
1980	AKAL TPP-3	PRODUCCION	47
1980	NOHOCH TPP-2	PRODUCCION	37
1980	AKAL PC-2-3	COMPRESION	53
1981	KU-CA-KA-A-1	COMPRESION	70
1981	KANAB-E-KANAB	ENLACE	46
1981	TARATUNICH 1-B	PERFORACION	48
1981	CHUC-1	PRODUCCION	51

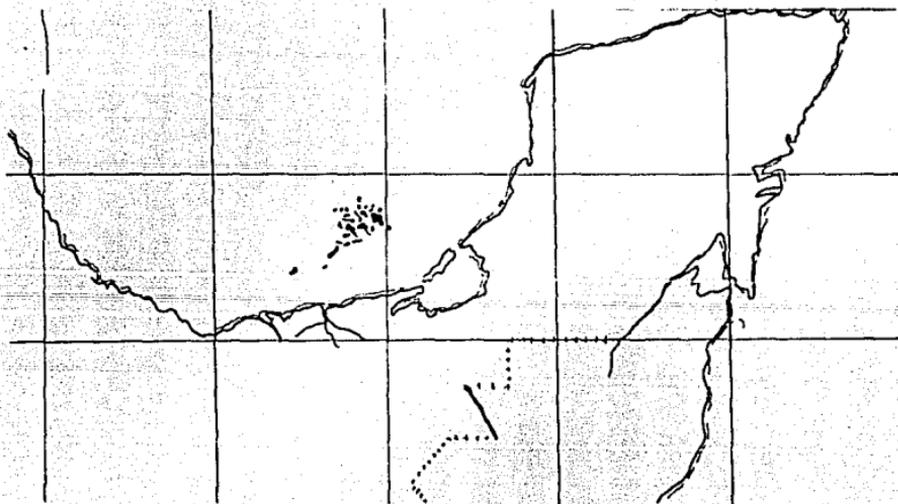


Fig. 2 Sonda de Campeche.

I.3.- Extracción de Petróleo y Gas en el mar.

La extracción de petróleo y gas en el mar comprende las siguientes actividades:

- EXPLORACION.

La exploración petrolera es un conjunto de actividades tanto de campo como de gabinete, cuyo objetivo principal es el de descubrir nuevos yacimientos de hidrocarburos o nuevas extensiones a los ya existentes. Esta actividad esta apoyada en estudios geológicos y geofísicos.

Los principales métodos utilizados para llevar a cabo esta actividad son los siguientes:

- Método magnético.
- Método gravimétrico.
- Método sísmico.
- Método eléctrico.

Estos métodos deben utilizarse simultáneamente para dar una mayor confiabilidad al estudio.

Los métodos antes mencionados nos sirven principalmente para darnos una idea de las dimensiones del manto, pero sería absurdo solo contar con esta información. Por esta razón se deben hacer estudios más precisos como es un estudio geológico, batimétrico, de mecánica de suelos, etc.

Todos estos estudios nos dan resultados que nos indican:

- El espesor del estrato productor, así como la profundidad a que se encuentra.
- Las posibilidades de producción.
- El número de localizaciones que pueden perforarse.

Una vez que se cuenta con los datos antes mencionados se pueden determinar:

- Las dimensiones de la estructura de perforación (plataforma).
- Las dimensiones y el tipo de los equipos de perforación.
- Determinar si es costeable la construcción de una plataforma, o de un complejo, si el manto lo amerita.

Debido al alto costo que presenta la construcción de una estructura de este tipo, los trabajos de exploración no se dan por terminados sin hacer pozos de cateo o exploratorios, estos pozos se realizan utilizando barcos, chalanes perforadores o plataformas móviles. No importa cuan optimistas sean los resultados de las investigaciones de los geólogos basados en los procedimientos de exploración, la última palabra en cuanto a la existencia de petróleo y gas la tiene únicamente una perforación de prueba.

- EXPLOTACION.

Una vez terminada la fase de perforación, se inicia el proceso de extracción de los hidrocarburos, que en la

mayoría de los casos estos salen a la superficie en forma natural, es decir en el momento en que se perfora el manto, los hidrocarburos que se encuentran a una presión mayor a la atmosférica, en el momento que entra aire en el manto la presión que existe dentro del manto trata de igualarse con la presión atmosférica y por consiguiente el gas y el petróleo brotan del manto hacia la superficie.

En otras ocasiones el fenómeno antes descrito no se presenta por lo que es necesario extraer los hidrocarburos artificialmente, esto se logra inyectando gas o agua, también puede hacerse por medio del bombeo neumático, mecánico o hidráulico.

La explotación consta de dos fases, perforación y extracción.

a) Perforación.

Una vez contando con todo lo anterior o teniéndolo programado para construirse o instalarse en el momento oportuno, se inicia la perforación de los pozos de explotación. La técnica utilizada para este propósito es similar a la que se usa en los pozos de exploración, pero con un concepto diferente y bien definido: la producción.

Muy frecuentemente se utiliza una técnica para la perforación de pozos direccionales con el objeto que desde una posición se tenga mayor acceso a un yacimiento petrolífero.

b) Extracción.

Una vez terminados los pozos se inicia la extracción de los hidrocarburos, que en la mayoría de los casos salen

al exterior en forma natural, ya sea por presión hidráulica o gas. La producción artificial en el mar se hace básicamente por medio de inyección de gas o agua y muy rara vez mediante el bombeo neumático, mecánico o hidráulico.

- SEPARACION.

Una vez extraído el petróleo y el gas es enviado por su propia energía y a través de tuberías hasta las baterías de separación. Por esta razón es necesario la construcción de estructuras sobre las que se colocarán los equipos de separación y éstas a su vez deben estar lo más próximas a los equipos de perforación.

- TRANSPORTE DE CRUDO Y GAS A TIERRA FIRME O EMBARQUE EN BUQUES TANQUE.

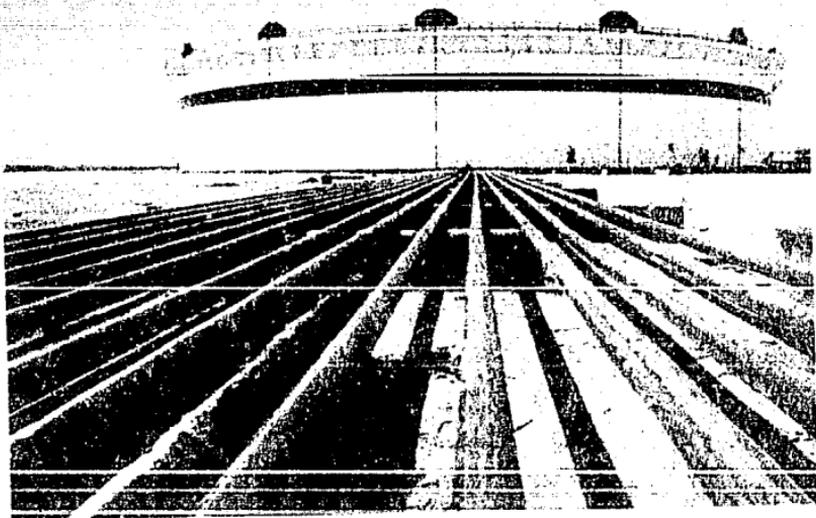
Para el transporte del crudo y el gas a tierra firme es necesario el tendido de tuberías protegidas contra la corrosión y lastradas para evitar su flotación.

Estas tuberías pueden ir desde los equipos de perforación o bien desde los equipos de separación a tierra firme o a una boya que sirve para que sea descargado en buques tanque.

Los procesos de refinación, purificación, mejoramiento y distribución y venta, son hechos en tierra firme aunque últimamente se ha iniciado la construcción de embarcaciones en las que se hace una refinación parcial del crudo.

En la actualidad es necesario almacenar fuera de la costa para este fin se diseñan y construyen grandes tanques.

Una vez que se que han sido extraídos el petróleo y el gas es necesario almacenarlos en tierra para su distribución y venta, para este fin se diseñan y construyen grandes tanques, que pueden estar conectados con tuberías que vienen directamente de las plataformas, o bien los buques tanque descargan en ellos.



Tanque de almacenamiento.

CAPITULO II

TIPOS DE

PLATAFORMAS.

CAPITULO II.- TIPOS DE PLATAFORMAS

Podemos clasificar a las plataformas de marinas para explotación de hidrocarburos en dos grupos:

- Por su función.
- Por su construcción.

Cabe mencionar que estas plataformas consisten fundamentalmente de dos componentes básicos:

1.- En el que se ubican los equipos de perforación y/o producción, procesadores de gas y/o petróleo, bombas para transportación, compresores y finalmente los espacios adecuados para dar alojamiento y servicio al personal que labora en ella, frecuentemente se le conoce con el nombre de superestructura y es esta la que define la función de la plataforma.

2.- La estructura cuya función es cubrir y soportar los equipos auxiliares como son guías de conductores, tuberías, atracaderos, en otras ocasiones puede servir de soporte y cimentación de la plataforma, este componente es el que define el tipo de construcción, y se le conoce con el nombre de subestructura.

La superestructura define la función de la plataforma, dentro de ésta se encuentran los equipos para perforación, equipos procesadores de gas y/o petróleo, bombas para transportación y/o compresores y finalmente los espacios adecuados para dar alojamiento y servicios al personal que labora en ellas. La mayoría de las plataformas cuentan con helipuertos.

El segundo componente de las plataformas es el que define el tipo, además esta estructura debe asegurar las fuerzas provocadas por el medio ambiente así como las provenientes de las instalaciones de la superestructura y proteger el área destinada al equipo y al personal que trabaja en ella.

II.1 FUNCION DE LA PLATAFORMA.

Debido a que en la plataforma se desarrollan las funciones de operación para lo que es requerida, estas funciones dictan la configuración básica de una plataforma; aunque existen diferencias significantes en el tamaño de sus necesidades, las plataformas son comunmente categorizadas por una función en general.

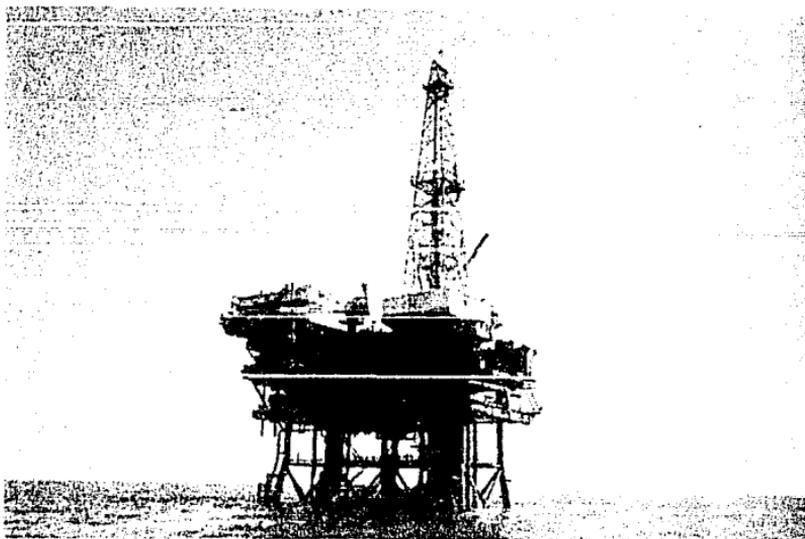
II.1.a. PLATAFORMAS DE PERFORACION.

Las estructuras que dan apoyo a uno o más pozos de perforación se les conoce como Plataformas protectoras de pozos (WELL-PROTECTOR PLATAFORMS). Estas son indudablemente hoy en día las plataformas en servicio. Generalmente se desplantan en profundidades menores de 46 m (150ft), estas estructuras son pequeñas, normalmente calibradas convenientemente con la abertura de perforación, sumergiendo y levantando el equipo de perforación.

Usualmente las estructuras de tres ó cuatro pilas con un tamaño mínimo de la superestructura necesitan una cantidad mínima de instalaciones para producción y sus pozos son frecuentemente conectados por ductos submarinos a las instalaciones de producción cercanas. El mantenimiento mayor para las operaciones de trabajo y reperforación se hace a base de equipos de perforación móviles y unidades soportadas por si mismas para lograr este propósito.

Las plataformas cuya única función es soportar todos o algunos de los equipos de perforación , alguna vez populares en el golfo de México, rara vez se construyen hoy en día.

La mayoría de estas plataformas tienen un tamaño moderado, son plataformas de cuatro pilas con capacidad de 6-9 pozos, desplantadas en profundidades hasta 91.5 m (300ft). Estas estructuras comunmente llamadas Plataformas frágiles (TENDER PLATAFORMS), tienen suficiente espacio para la torre de perforación, motores y para un pequeño tanque de lodo con una bomba para su circulación. El resto del equipo de perforación, tuberías, suplementos, agua, combustible y cuartos se localizan en barcos anclados alrededor de la plataforma. Estas plataformas no tienen el suficiente espacio para todo el equipo de producción de petróleo y gas, y generalmente se conectan a través de puentes o ductos submarinos a una estación de producción cercana.(ver fig 3)



II.1.b. PLATAFORMAS DE PRODUCCION.

Muchas veces se prefieren separar las operaciones de producción de las de perforación por considerarlo más seguro.

La plataforma de producción, usualmente es llamada "Instalación central" y ocasionalmente "Estación de paso", es conectada por puentes y ductos submarinos a la plataforma de perforación.

Estas estructuras, con sus distintas formas de conectarse a un complejo, pueden contener las instalaciones necesarias para los buques de producción, unidades de tratamiento, compresores, bombas y muchas veces hasta grandes tanques de almacenamiento necesarios para el proceso preliminar del crudo y del gas natural.

Usualmente esta estructura múltiple se encuentra totalmente saturada de equipo y líneas de tuberías de interconexión.

Estas estructuras, excepto las que poseen grandes compresores y/o tanques de almacenamiento, generalmente no cargan mucho peso, no así las plataformas de perforación. (ver fig. 3)

II.1.c. PLATAFORMAS DE PERFORACION Y PRODUCCION.

Existe la necesidad de diseñar estructuras que funcionen como plataformas de producción y perforación conjuntamente. Para este fin es necesario que la estructura que se ubique en los pozos, cuente con el equipo de perforación y suplementos de éste, así como el espacio requerido para localizar las instalaciones para llevar a cabo el proceso de producción.

Estas plataformas son utilizadas en dos etapas:

1.- Etapa de perforación.

2.- Etapa de producción.

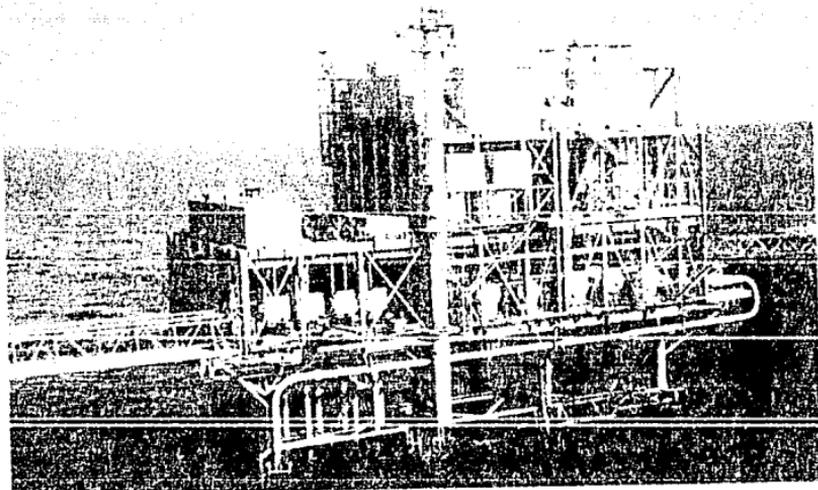
La primera etapa termina cuando se hayan perforado la cantidad de pozos programados para la que fue instalada, pudiendo remover el equipo de perforación de la plataforma e instalarla en otra para iniciar una nueva y primera etapa.

La segunda etapa consiste en utilizar la estructura ya existente e instalar los equipos y tuberías en ella, para tomar la producción de los pozos y conducir la producción a una plataforma receptora a través de ductos submarinos.

II.1.ch. PLATAFORMAS DE ENLACE.

La plataforma de enlace básicamente tiene la función de recibir toda la producción de crudo y gas de un determinado número de plataformas de perforación y enviarlo a la plataforma de producción. Una vez procesado en esta última regresa separado el crudo y gas a la plataforma de enlace para que finalmente se envíe, ya sea a tierra ó a una embarcación para su almacenamiento.

Todo este proceso de recepción, derivación y envío se hace a través de ductos submarinos, tuberías, cabezales de distribución y equipos especializados ubicados en este tipo de plataformas. (ver fig. 3)



II.1.d. PLATAFORMAS HABITACIONALES.

Estas plataformas tienen como finalidad dar alojamiento y servicio al personal que labora en estos complejos de producción.

Generalmente suelen instalarse como una parte de estos complejos en profundidades no mayores a 60.1 m (200ft), esta plataforma se conecta al resto de las plataformas a través de un puente. (ver fig. 3)

Los servicios principales con los que cuenta esta plataforma son:

- Helipuerto.
- Sala para el control de vuelos y embarques.
- Dormitorios.
- Baños.
- Cocina.

- Comedor.
- Consultorio.
- Sala de estancia.
- Sala de T.V..
- Gimnasio.
- Oficinas administrativas.
- Cuartos fríos.
- Cuarto de telecomunicaciones.
- Sala de máquinas.
- Talleres.

II.1.e. PUENTES.

Los puentes forman parte integral de un complejo de plataformas, estos ésta conformados de elementos tubulares de acero.

El proceso, tuberías, cableado eléctrico, tuberías neumáticas y el personal utilizan los puentes que se conectan entre plataforma y plataforma. Estos puentes generalmente se fijan en un lado y en el otro lado ésta provistos de un soporte corredizo diseñado para resistir los movimientos producidos por los cambios de temperatura, deflexiones debidas a los cambios de viento y marea que provocan movimientos en las distintas plataformas.(ver fig 3)

COMPLEJO DE PLATAFORMAS

- 1.- PLATAFORMA DE TRATAMIENTO Y BOMBEO.
- 2.- PLATAFORMA DE TRATAMIENTO.
- 3.- PLATAFORMA DE CONTROL Y SERVICIOS.
- 4.- PLATAFORMA HABITACIONAL.
- 5.- PLATAFORMA DE PERFORACION.
- 6.- TRIPODE DEL QUEMADOR.
- 7.- PLATAFORMA DE INYECCION DE AGUA.
- 8.- ABASTECEDOR.
- 9.- PUENTES.

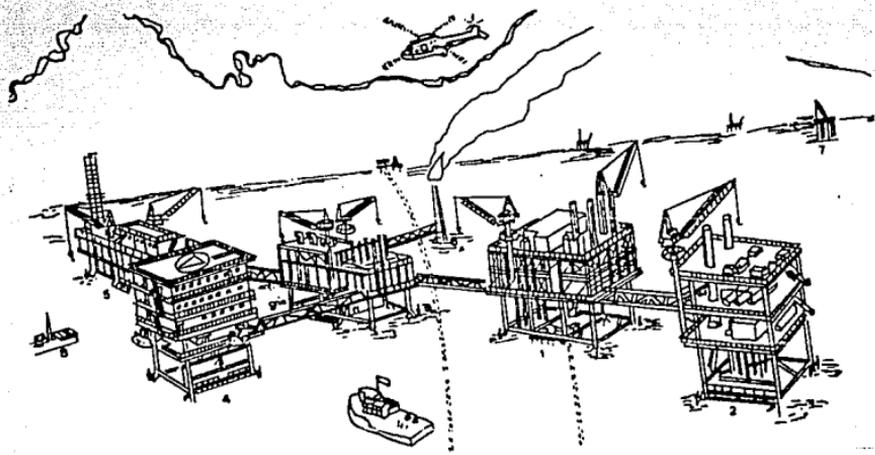
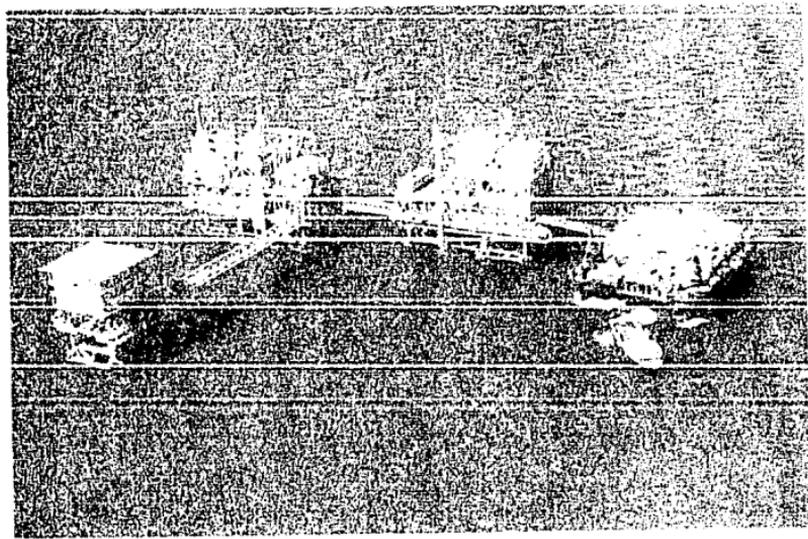


Fig. 3 Complejo de plataformas.



II.2. TIPOS DE PLATAFORMA.

La estructura de soporte de las plataformas se ha desarrollado a partir de una ingeniosa e innovativa tecnología. El escoger o el preferir un tipo de plataforma muchas veces se basa únicamente en el costo, pero esto ignora muchos otros factores como es la programación, que también interviene en gran medida en la parte económica del proyecto.

A continuación se describen los tipos de plataformas más comunes.

II.2.a. POSTE (CAISSON WELL-GUARD PLATAFORM).

La estructura más pequeña para una plataforma marina para un solo pozo es el poste, un tubo cilíndrico que rodea los conductores del pozo. Aunque este tipo de plataforma se desplanta en profundidades de hasta 38 m (125ft), en la práctica está usualmente restringida a profundidades menores 23 m (75ft).

Los postes son instalados antes de perforar el pozo o montados sobre un pozo ya perforado. La instalación debe ser acompañada de un equipo de perforación móvil o de un muelle flotante.

Un pequeño helipuerto sobre la cabeza del poste muchas veces permite el acceso a las válvulas de éste.

Un pequeño bote salvavidas es requerido en la superficie del agua.

El acceso a los diferentes niveles es por medio de una escalera.

Existen instalaciones sobre el helipuerto para ayuda a la navegación.

La producción del pozo es llevada por tuberías de descarga hasta la plataforma de producción ó de enlace.

La tubería de descarga en su fase vertical es abrazada al poste a base de costuras para fijarla y minimizar daños potenciales en los botes y en las otras líneas.

El recubrimiento vertical del pozo (aproximadamente 20-30 veces el diámetro) es usualmente determinado por las características del terreno, pero muchas veces está influenciado por las necesidades de la perforación. Si el pozo y el poste no ésta rígidamente conectados, la cabeza del pozo y la tubería vertical pueden presentar daños considerables provocados por los movimientos diferenciales.

Este sistema puede ser fabricado, transportado e instalado en menos de dos meses, facilitando así un desarrollo de la producción temprano. (ver fig 4)



Fig. 4 Poste.

II.2.b. SUBESTRUCTURA (JACKET PLATAFORM).

De todas las plataformas marinas en existencia hoy en día, la mayoría de ellas ésta soportadas sobre subestructuras de sección tubular de acero y ancladas al suelo marino por pilas de acero.

En el sentido de que dicha estructura forme una guía en la superficie o en el suelo marino para la instalación de las pilas; esto actua como patrón de un espacio apropiado para alinear las pilas con la cubierta del armazón.

Una primera distinción característica que separa a las piezas o patrones en dos clases es que si la estructura requiere elementos flotantes para ser transportada, o si ésta flota por si sola.

Este tipo de plataformas tienen un porcentaje de flotación muy pequeño (10-20%) comparado con el pequeño tamaño de sus elementos estructurales. Estas estructuras deben ser transportadas desde el lugar de su transportación hasta el lugar de instalación por medio de barcasas o dándole a ésta una flotación adicional.

Dependiendo de los requerimientos de construcción, la configuración de la subestructura puede ser de tres piernas, cuatro piernas, o más. Este tipo de plataforma principalmente se ha utilizado en la explotación de petroleo y gas en el Golfo de México, esto no significa que no pueda usarse para otros fines. (ver fig 5)

II.2.c. TORRE (TOWER PLATAFORM).

Este tipo de plataformas son una segunda forma de estructura de acero, se distinguen de la subestructura principalmente por que presentan una propia flotación, esto

se debe a que el diámetro de sus elementos es mayor, lo cual permite que su transportación sea más sencilla, aunque a veces es necesario utilizar equipos de flotación adicional. (ver fig 6)

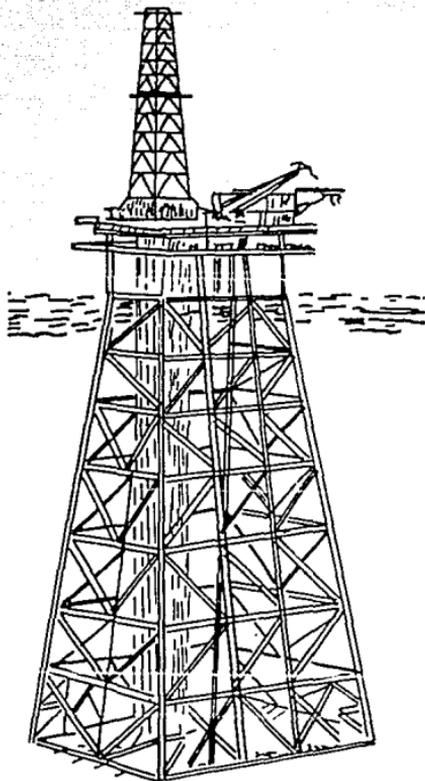


Fig. 5 Subestructura.

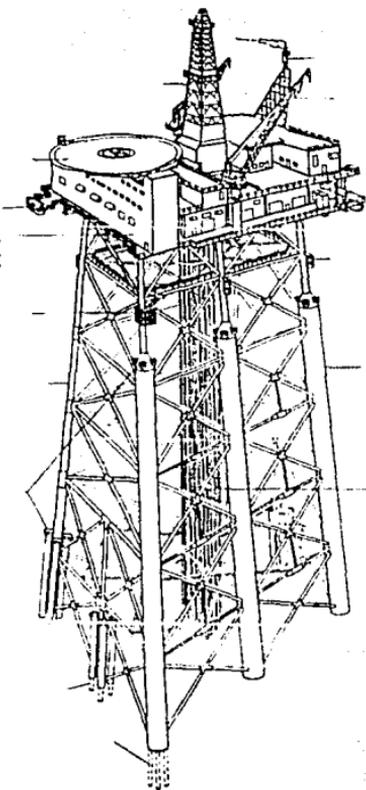


Fig.6 Torre.

II.2.ch. PLATAFORMA DE CONCRETO O GRAVEDAD.

Son estructuras fijas, su cimentación se compone de 5 a 100 celdas cilíndricas o rectangulares, apoyadas sobre el fondo marino, el cual debe ser absolutamente plano y no presentar protuberancias o depresiones, con el objeto de que no se presenten esfuerzos adicionales que pueden producir fisuras y poner en juego la estabilidad de la estructura.

Las celdas tienen una altura de 40 m. (131 ft.) a 60 m. (197 ft.), y sobre éstas se prolongan 2 ó 4 torres, reduciendo su sección hacia la punta hasta alcanzar una altura de 100 m. (328 ft.), 140 m. (459 ft.) ó 200 m. (650 ft.) y sobre estas celdas se apoya la cubierta.

A las plataformas de concreto se les conoce también como de gravedad ya que por su peso y el lastre que se les coloca en las celdas pueden los resistir los embates de fuerzas externas.

El lastre que se utiliza puede ser agua o petróleo, y se coloca una vez que la plataforma se encuentra en su posición definitiva.

Estas plataformas pueden ubicarse a profundidades de 90 m. (295 ft.) a 200 m. (650 ft.) de tirante de agua.
(ver fig 7)

Además de las plataformas anteriores, que por su forma de construcción, son denominadas plataformas fijas, existen otras plataformas denominadas móviles, las cuales se describen a continuación.

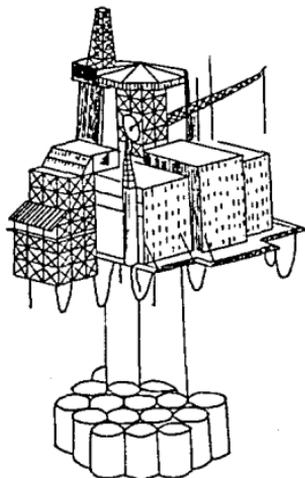


Fig. 7 Plataforma de concreto.

II.2.d. PLATAFORMA TOTALMENTE SUMERGIBLE.

Este tipo de estructuras se construyen de acero y sirven para soportar la torre y el equipo de perforación. Descansan sobre un pontón u otro elemento flotante, el cual es lastrado con agua una vez que se ha determinado el sitio donde se llevará a cabo la perforación.

Cuando se terminan los trabajos de perforación, la plataforma se vuelve a flotar, evacuando el lastre y así puede ser utilizada en otro sitio de trabajo, este tipo de plataformas puede ser utilizado en profundidades donde el tirante de agua no sea mayor de 70 m. (230 ft.)

Las unidades totalmente sumergibles se utilizan también en zonas pantanosas. (ver fig 8)

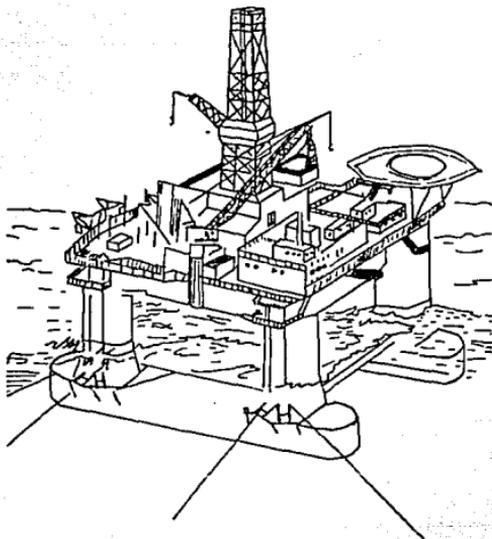


Fig. 8 Plataforma totalmente sumergible.

II.2.e. UNIDAD AUTOELEVABLE (JACK-UP).

Este tipo de plataforma móvil es el más utilizado en la actualidad.

La plataforma, sobre la que se monta el equipo de perforación, es construida en forma de balsa y contiene varias cubiertas, encima una de otra, en las que se coloca todo el equipo necesario para la perforación, así como la planta de fuerza, dormitorios, etc.

Las patas sobre las que se apoya la plataforma y cuyo número llega a ser hasta de 12, se localizan en el perímetro, estas patas ésta construidas, ya sea de cilindros huecos o armadura de acero y su altura depende de la profundidad a que se instalará.

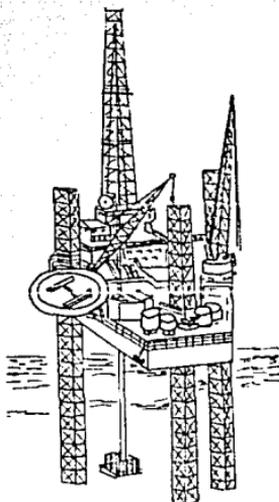
La balsa es transportada hasta el punto de operación, una vez en él, las patas son bajadas hasta apoyarse en el

lecho marino mediante cremalleras, una vez apoyadas en el suelo marino, la cubierta (balsa) es levantada sobre sus patas hasta una altura suficiente sobre el nivel del mar, para que el oleaje no pueda alcanzar la superestructura.

Estas plataformas son utilizadas en profundidades de 100 m. (328 ft.), aproximadamente. (ver fig 9)

Fig. 9

Unidad autoelevable.



II.2.f. UNIDAD SEMISUMERGIBLE.

Estas plataformas están formadas por un conjunto de flotadores de diversas formas, los cuales soportan columnas huecas de alturas de 30 m. (98 ft.) a 45 m. (147 ft.), sobre las que van varias cubiertas que alojan los equipos de perforación, producción, unidad habitacional, etc.

La plataforma se transporta hasta el sitio de trabajo, los flotadores son estabilizados a profundidades entre 15 m. (49 ft.) y 25 m. (82 ft.), e inundados los tanques de lastre para mantener los flotadores en una zona que este relativamente tranquila y no sujeta a los efectos del oleaje en la superficie.

Existen unidades semisumergibles equipadas con motores diesel eléctricos, que alcanzan velocidades hasta de 15 Km/hr. (ver fig 10)

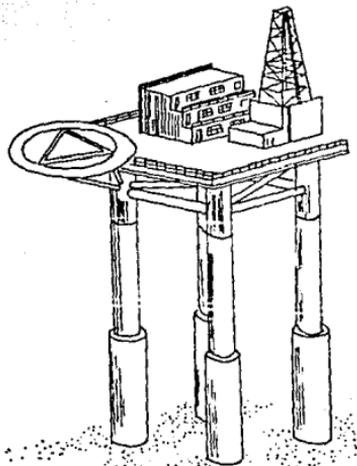


Fig. 10
Unidad semisumergible.

II.2.g. TORRE MARITIMA ESTABILIZADA CON TENSORES.

Esta plataforma ha sido desarrollada específicamente para la perforación y producción petrolera a grandes profundidades.

La primera plataforma de este tipo fue instalada a 105 Km al sureste del Grand Isle, Estado de Louisiana (E.E.U.U.). Esta instalada en un tirante de agua de 305 m, la altura total, incluyendo el equipo de perforación es de 397 m, cuenta con tres cubiertas donde se alojan los equipos de perforación y producción, operando ambos en forma simultánea.

El peso total de la estructura, incluyendo el sistema de estabilización y los pilotes para anclar la torre, se estima en 43,000 toneladas.

Veinte cuerdas de estabilización de 13 cm de diámetro, dispuestas simétricamente alrededor de la torre, añaden estabilidad y permite un leve movimiento, con el viento y la fuerza de las olas. (ver fig 11)

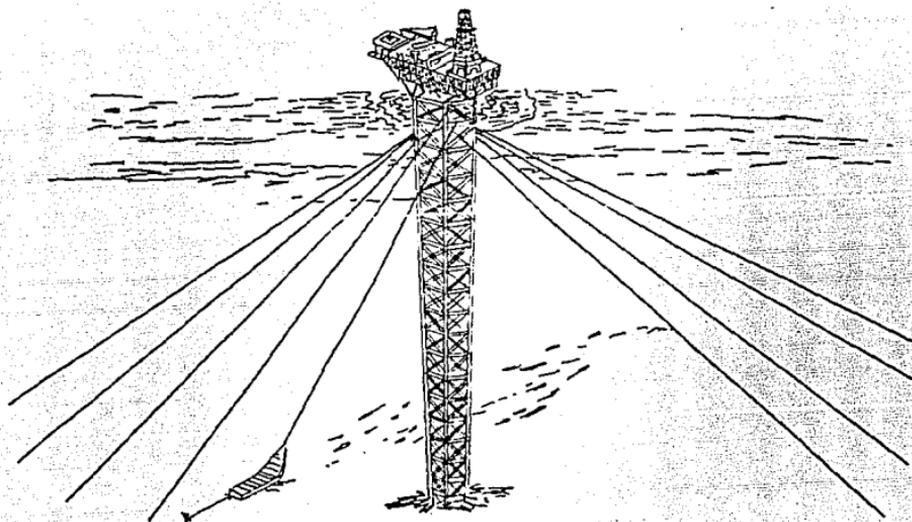


Fig. 11 Torre marítima estabilizada con tensores.

CAPITULO III

ELEMENTOS

PRINCIPALES

DE LA

ESTRUCTURA.

CAPITULO III.
ELEMENTOS PRINCIPALES DE LOS COMPONENTES DE LA
ESTRUCTURA DE UNA PLATAFORMA.

En el Golfo de México, en las costas mexicanas, Petróleos Mexicanos ha seleccionado un diseño de plataformas, en la mayoría de los casos de ocho patas y con posibilidad de perforar doce pozos direccionales. Para facilidad de esta descripción todo se referirá a este tipo de plataformas, aunque para plataformas diferentes las operaciones serán similares.

a) Superestructura (DECK).

La superestructura se encuentra ubicada por encima del nivel del agua, es decir, en la zona conocida como atmosférica.

Está formada por el mismo número de columnas que la subestructura y a las cuales van a ser soldadas. Sobre estas columnas van dos cubiertas.

En los casos que la plataforma sea de perforación, que es nuestro caso, la cubierta superior se diseña para colocar el equipo de perforación, así como la unidad habitacional y el helipuerto. Esta cubierta está formada por vigas WF y revestida de madera tratada.

En la cubierta inferior, llamada también de producción, se coloca el múltiple de colección que recibe la producción de los diferentes pozos. Esta cubierta está construida de vigas y el piso es de malla industrial electrosoldada.

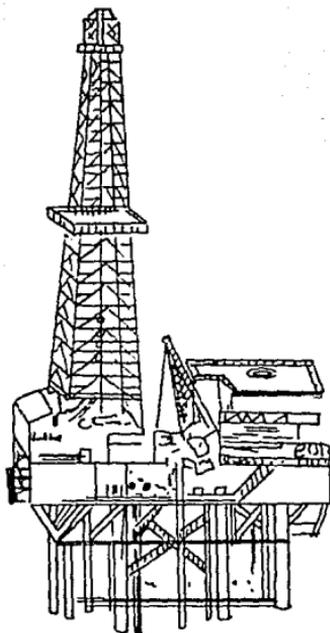
El análisis, distribución y bajado de cargas es por el método de piso, es decir, todas las cargas derivadas de lo anteriormente descrito son recibidas por unos largueros

longitudinales separados 0.67m (2ft) entre sí, formando la propia cubierta. Estas cargas son transmitidas a su vez por elementos estructurales más robustos ubicados transversalmente, los que a su vez se conectan o unen a unas traveses todavía más robustas ubicadas en los ejes longitudinales principales, y que finalmente cederán toda la carga a las propias columnas para conectarse éstas con los pilotes de sustentación.

La estructuración del deck da lugar a que se formen marcos en ambos sentidos, cuatro transversales y dos longitudinales, los que necesariamente deberán analizarse para soportar las fuerzas horizontales producidas por las corrientes, mareas, oleaje, viento y tormentas. Este análisis se hace por medio de métodos computacionales. (ver fig 12)

Fig. 12

Superestructura.



Subestructura (JACKET).

La subestructura, llamada también infraestructura, estructura sumergida o jacket, está formada por columnas tubulares unidas entre sí por medio de contraventeos horizontales y diagonales, capaces de resistir las cargas originadas por el oleaje, corrientes marinas, etc.

Los miembros estructurales, ya sean éstos columnas o contraventeos, están formados por tubos y las razones de haber seleccionado perfiles tubulares para la construcción de plataformas son las siguientes:

- Mejores condiciones para soportar los embates de corrientes y oleaje.
- Posibilidad de flotación, condición necesaria, en el caso del jacket, como se verá posteriormente durante su instalación.
- Posibilidad de pilotear el jacket en posición vertical.

Para el análisis y diseño de una subestructura, realmente es difícil describir un determinado procedimiento en este trabajo, por tal motivo, solo para fines comparativos respecto a lo complejo de este problema, mencionaremos algunos ejemplos.

Los esfuerzos a los que puede estar sujeto un elemento estructural de la subestructura, son semejantes a los esfuerzos a los que puede estar sometido un elemento estructural de un edificio, un puente, un almacén, un marco, un pórtico, etc., estos esfuerzos son de tensión, compresión, flexión y cortante, el hecho de que se presenten o no esfuerzos en cualquier estructura y sus elementos, dependerá del grado de restricción

que se tenga al movimiento entre un elemento y otro, además de las características geométricas y mecánicas de cada unión, es decir, analizar un solo elemento que estará sometido a ciertas acciones de carga podría resultar sencillo encontrar los esfuerzos resultantes por medio de métodos de cálculo sencillos.

Así mismo analizar una estructura compuesta de tres elementos unidos entre sí y sujetos a ciertas condiciones de carga y que por su mismo tipo de conexión entre sus elementos se les restrinja al movimiento, podría inclusive ser sencillo de resolver, solo se deberá seguir un procedimiento matemático que nos permita encontrar los esfuerzos actuantes en los puntos de unión y en sus puntos más críticos.

Como puede observarse, este segundo ejemplo requiere de un procedimiento matemático más complejo debido a factores que intervienen, como: tipo de unión, rigidez de cada elemento, geometría, características mecánicas, esbeltez, etc., etc.

Para el caso de una subestructura que está compuesta del orden de 150 a 250 elementos tubulares, dependiendo este número del tirante o profundidad a la que se ubicará y además todos estos elementos ésta unidos entre sí rígidamente a través de soldadura, y debido a las acciones a la que estará sujeta se comportará en forma dinámica y permanente dando como resultado una formación de movimientos y esfuerzos, resultando finalmente que los procedimientos matemáticos para el análisis y diseño son realmente complejos y que tratar de resolverlos manualmente con una calculadora, sería si no imposible, sí muy tardado, antieconómico y no recomendable.

Cuando se trata de diseñar grandes estructuras, como es el caso de plataformas marinas, que tienen cientos de elementos interactuando entre sí, y más de quince condiciones de carga que son críticas cada una de ellas para determinado grupo de elementos y condiciones especiales, en la interacción suelo-estructura, el manejo de los datos que intervienen en el ciclo de diseño requiere de complicados sistemas de computo y éstos a su vez requieren de modelos matemáticos que ayuden a proporcionar los elementos requeridos de una manera eficiente y rápida. (ver fig 13)

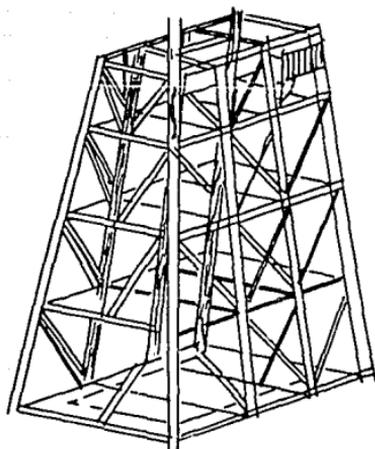


Fig. 13 Subestructura.

c) Pilotes.

Los pilotes son elementos tubulares que pasan por el interior de las columnas tubulares del jacket y se hincan en el suelo marino, sujetando la plataforma y haciéndola fija.

Los pilotes se encuentran desde el punto de elevación +7.70m (+23ft) donde éstos hacen contacto con las columnas del deck, para bajar las cargas correspondientes a cada columna, bajando por la parte interna de las columnas del jacket para penetrar en el suelo marino hasta una profundidad de hasta 100m (300ft) según de la plataforma que se trate.

La sustentación de la plataforma y la estabilidad de la misma se logra a base de un diseño de los pilotes. Para ello es necesario conocer, además de la carga axial, fuerzas horizontales, corrientes, oleajes, vientos, sismos, etc., las características físicas y mecánicas del suelo.

(ver fig 14)

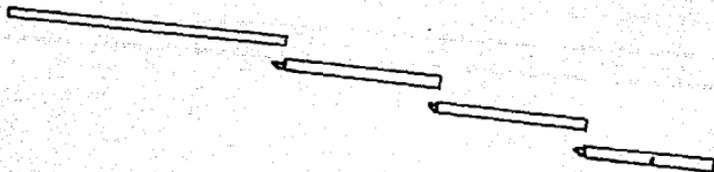


Fig. 14 Pilotes.

HINCADO DE PILOTES.

El procedimiento de hincado de los pilotes para la cimentación de las estructuras marinas requiere de un estudio adecuado para evitar fracasos que puedan llegar a provocar daños o pérdidas totales de una estructura.

Los pilotes se encuentran desde el punto de elevación +7.70m (+23ft) donde éstos hacen contacto con las columnas del deck, para bajar las cargas correspondientes a cada columna, bajando por la parte interna de las columnas del jacket para penetrar en el suelo marino hasta una profundidad de hasta 100m (300ft) según de la plataforma que se trate.

La sustentación de la plataforma y la estabilidad de la misma se logra a base de un diseño de los pilotes. Para ello es necesario conocer, además de la carga axial, fuerzas horizontales, corrientes, oleajes, vientos, sismos, etc., las características físicas y mecánicas del suelo.

(ver fig 14)

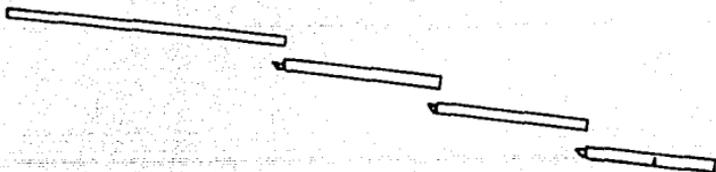


Fig. 14 Pilotes.

HINCADO DE PILOTES.

El procedimiento de hincado de los pilotes para la cimentación de las estructuras marinas requiere de un estudio adecuado para evitar fracasos que puedan llegar a provocar daños o pérdidas totales de una estructura.

Existe una gran experiencia en el hincado de pilotes en tierra, sin embargo, no se puede hacer uso total de ese acervo, ya que en el medio marino se presentan otros tipos de problemas, como son:

1.- Manejo de pilotes de mayores dimensiones (150m de longitud y 15.8m de ancho) y peso (hasta de 150 ton.) para los que se necesitan equipos de hincado mucho más grandes y pesados.

2.- Por las longitudes de los pilotes se requieren uniones de soldadura, cuya ejecución representa periodos de suspensión en el hincado.

3.- Los grandes tirantes de agua y los cambios meteorológicos extremos del sitio de hincado.

4.- La tecnología de construcción nacional limitada en esta especialidad.

5.- El elevado costo en el alquiler de estos equipos (del orden de los 100,000 dolares diarios), que obliga a una planeación muy cuidadosa en la utilización de los mismos, para evitar las pérdidas de tiempo.

III.1.- Etapas de la perforación y equipos utilizados.

Tomando en consideración que la dimensión de los yacimientos de petróleo llegan a tener dimensiones de hasta de varios cientos de kilómetros cuadrados y de acuerdo con las técnicas de desarrollo de campos es necesario explotarlo en forma racionada, uniforme y sistemática. Para este fin se requiere instalar diferentes plataformas de perforación, estratégicamente ubicadas para que a través de sus doce pozos direccionales, cubra el total de puntos de explotación planeados.

De acuerdo, con las características de los yacimientos marinos, así como la eficiencia en la perforación, se han instalado equipos y tuberías de proceso en las plataformas de perforación para manejar crudo, produciendo hasta 120,000 barriles por día, variando esta cantidad, en función del acierto que se tenga tanto en los estudios preliminares como en la perforación.

Las plataformas de perforación pueden ser utilizadas en dos etapas, siendo la de perforación y la de producción.

La primera termina cuando se han perforado la cantidad de pozos programados para la que fué instalada, pudiendo remover el equipo de perforación y montarlo en otra, para iniciar una nueva y primera etapa.

La segunda etapa es aprovechar la misma estructura (deck, jacket y pilotes) para instalar equipos y tuberías para hacer producir a los pozos e inducir esta producción a una plataforma receptora a través de ductos marinos.

Cuando la producción de crudo de un determinado campo a través de ciertas plataformas de perforación resulta, técnico y económicamente factible, se decide instalar un complejo de plataformas, el cuál se ubicará estratégicamente para posteriormente distribuir el producto. Este complejo se compone comunmente por una plataforma de perforación, una de producción, una de compresión y una habitacional para dar servicio a todo el personal.

A continuación se enlistan los equipos principales utilizados en una plataforma de perforación, estos equipos son armados en paquetes rígidos con objeto de facilitar su instalación.

Las plataformas cuentan con embarcaderos y escaleras para subir a las cubiertas, así como de un conjunto de defensas de hule, para evitar daños provocados por las embarcaciones que tienen que acercarse a las plataformas y las pueden golpear.

Estas plataformas se prevén de guías que van montadas en el jacket y en las que se fijan los conductores, que servirán para guiar a la tubería de perforación al iniciar los pozos direccionales. De igual forma se instalan tubos para que el petróleo baje y pueda conectarse a la tubería que conducirá el petróleo a tierra.

Para el manejo de equipo y materiales las plataformas se equipan con dos grúas de cable, instaladas sobre pedestales con una capacidad de 50 ton. cada una.

La plataforma cuenta con un helipuerto, el cual puede estar ubicado sobre la unidad habitacional. También están equipadas con radio y la seguridad se cubre mediante luces de navegación, sirenas, adicionalmente se cuenta con una cápsula de emergencia la cual es hermética, puede ser lanzada y posee autopropulsión.

CAPITULO IV

PROCESO

CONSTRUCTIVO

CAPITULO IV.
PROCESO CONSTRUCTIVO.

No obstante del gran adelanto que se ha tenido en el desarrollo tecnológico para diseñar y mantener una plataforma marina de perforación con subestructura de acero de ocho patas, en condiciones de operación durante un determinado tiempo, es difícil predecir la vida útil de ésta con cierta exactitud, ya que siempre estará sujeta a un sinnúmero de condiciones y variaciones alternadas del medio ambiente ligadas con las de operación durante el proceso y toda su vida útil.

A continuación mencionaremos algunas de las condiciones por las que atraviesa una estructura durante su vida útil.

- Construcción. 190 días.
- Carga y amarre. 100 hrs.
- Transportación. 72 hrs.
- Lanzamiento. 6 hrs.
- Instalación. 45 días.

El tiempo promedio en condiciones normales en el que se construye una plataforma (superestructura, subestructura, pilotes, conductores y obra electromecánica) es del orden de 180 días (6 meses), siempre y cuando se cuente con el 100% de ingeniería y con el total de los materiales.

Durante esta fase de construcción y debido a las dimensiones y la propia geometría de los pilotes, conductores y subestructura, no siendo así para la superestructura, es necesario fabricarlos en posiciones y condiciones muy diferentes a las que físicamente va a trabajar, dando como resultado que dentro del análisis se consideren los diferentes eventos a los que estaba sujeta la estructura.

Los pilotes como ya se mencionó anteriormente pueden ser desde 36" de diámetro hasta 60" según el tipo de plataforma. Los espesores más comunes son desde 1.250" hasta 2.50" y finalmente las longitudes se fabrican de 73 m. (240 ft.) la primera sección, 27.5 m. a 30.5 m. (90-100 ft.) la segunda y tercera sección y de 9 m. a 15 m. (30-50 ft.) la tercera o cuarta sección.

Lo anterior da como resultado el tener que manejar este tipo de estructura hasta con un peso de 100 a 140 ton. como son las primeras secciones. Es importante destacar esto ya que durante las maniobras de fabricación, carga a chalan e hincado, estas secciones se manejan en solo dos puntos, generándose de esta manera esfuerzos flexionantes de consideración, que necesariamente se tienen que tomar en cuenta para el diseño de los mismos.

El jacket es la estructura de la plataforma que por más variadas condiciones de esfuerzo pasa durante toda su vida útil, como es su fabricación, transporte, lanzamiento, izaje y el propio tiempo de operación.

Debido a que el jacket se construye sobre alguno de sus ejes longitudinales A ó B, debiendo de quedar libremente los marcos 1 y 4 durante la carga y transporte, y por ende la gran rigidez con la que deberán estructurarse las uniones de los marcos 1 y 2 y entre los marcos 3 y 4, es necesario analizar y diseñar elementos estructurales capaces de resistir los esfuerzos que se presentan durante los eventos antes mencionados.

De igual forma, durante el lanzamiento e izaje son otros los esfuerzos a los que se someten sus componentes horizontales, debiéndose analizar y rediseñar para mantenerlos dentro de los límites de esfuerzo permisibles.

Aunque el deck se fabrica y se iza en la misma posición con la finalmente trabajará, es también necesario diseñar obras falsas temporales para su fabricación, transporte e izaje. Esta obra consiste en proporcionarle a la superestructura una estructura temporal que servirá para deslizarla de la posición sobre traveses de concreto en patio hacia la posición final sobre chalan, debiendo ser lo suficientemente resistente para soportar la propia carga del deck y la fuerza normal de fricción que se requiere para deslizarla. Además deberá ser lo suficientemente rígida entre sus puntos para no provocarle esfuerzos adicionales a la propia superestructura.

Por último, solo resta mencionar que tanto el jacket como el deck, se fijan sobre chalan a través de elementos tubulares soldados con el fin de que exista una interacción conjunta y única del chalan-estructura durante la transportación.

Las dimensiones de estos elementos de amarre son del orden de 10.75" de diámetro y 0.5" de espesor y longitudes hasta de 4.5 m. (15 ft.).

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

IV.1.- FABRICACION.

IV.1.1- Procedimiento para la fabricación de pilotes y conductores.

I.- Habilitado y armado de pilotes.

El habilitado se efectúa utilizando equipos de oxicorte automáticos (mecánicos) en todos los componentes del pilote, dando gran importancia al escudriñamiento de los cortes y a la calidad de los biseles.

El armado se efectúa de acuerdo a la ingeniería teniendo especial atención en la rectitud de cada una de las secciones y así como en la totalidad del pilote y en la preparación de la junta para efectuar la soldadura.

II.- Soldadura Circunferencial.

El procedimiento de soldadura utilizado es el siguiente:

a) Interiormente se hace un paso con soldadura E-6010 (sello).

b) Posteriormente dos pasos subsiguientes interiores con soldadura E-6010.

c) Se efectúa limpieza por el lado exterior utilizando el equipo de arco de aire hasta encontrar la soldadura interior.

ch) Se aplican dos cordones con soldadura E-6010 por la parte exterior.

d) Dependiendo del espesor del tubo se aplican de dos a cuatro pasos con soldadura E-7018.

A los pasos antes mencionados se les denomina sello.

e) Cuando existen varias secciones selladas se pasa a terminar de soldar a la máquina de arco sumergido.

III.- Montaje de cuñas de pilote.

Este se efectúa de acuerdo a las necesidades del proyecto.

IV.- Limpieza de pilotes.

Esta se efectúa para eliminar todos aquellos materiales que fueron colocados como aditamentos para el armado.

V.- Marcado de pilotes.

El marcado o identificación deberá contar con los siguientes datos:

- 1.- Número de pilote.
- 2.- Número de sección.
- 3.- Longitud en metros y pies.
- 4.- Peso en kilogramos.

VI.- Inspección de pilotes y conductores.

- a) Inspección de los materiales para determinar la calidad de los mismos de acuerdo al proyecto y que cumpla con los requisitos establecidos para tuberías.
- b) Inspección dimensional de los carretes habilitados.
- c) Inspección visual y revisión de la rectitud, la cuál no puede variar de 0.5" (12.7 mm.).
- ch) Calificación de los procedimientos de soldadura de acuerdo al AWS D1.1.
- d) Se revisará que las superficies a soldar estén libres de óxido, grasa, pintura y otros materiales extraños.
- e) Inspección dimensional de la fabricación y montaje de las cuñas de pilotes.
- f) Inspección y revisión de la limpieza efectuada.

IV.1.2.- Procedimiento de fabricación de la superestructura.

I.- Habilitado y armado de vigas compuestas de tres placas.

Las actividades efectuadas en el habilitado de almas y patines son las siguientes:

- a) Determinar el material a utilizar de acuerdo a espesor y calidad.
- b) Trazado de las almas y patines.
- c) Colocación de la placa previamente trazada sobre la mesa de corte.
- ch) El proceso de corte será por medio de oxiacetileno y en forma semiautomática.
- d) Estiba de almas y patines en la sección de armado.

I.a.- Inspección del área de habilitado.

Consiste esencialmente en una inspección dimensional del material habilitado y una inspección visual de los cortes.

II.- Armado y soldado de vigas.

Este se efectúa sobre mesas de trabajo previamente niveladas. Las actividades a realizar se describen a continuación:

- a) Eliminación de todo residuo que resulte del corte.
- b) Limpieza en patines en la sección donde se colocará el alma, esto es con la finalidad de evitar problemas al momento de aplicar la soldadura.

c) El armado se efectúa utilizando atezadores temporales para evitar deformaciones al momento de efectuar la soldadura de filete longitudinal.

ch) La soldadura se efectúa por medio de arco sumergido.

II.a.- Inspección del área de armado.

La inspección consiste en una revisión dimensional de la viga durante el armado, esta revisión consiste en verificar el espesor y ancho de patines y almas, además de revisar el correcto centrado del alma.

En el área de soldadura se calificará el procedimiento de la aplicación de soldadura y la secuencia de la misma, esto con la finalidad de obtener el tamaño requerido del cordón de soldadura, la velocidad de la máquina y de aportación óptimas para evitar al máximo la deformación de las vigas.

La inspección que se efectuará aquí será visual teniendo especial atención en el tamaño de la soldadura y en la simetría de los cordones aplicados.

En caso de existir empates de almas y patines, estos se regirán de acuerdo a las siguientes normas:

- No se permitirán uniones en vigas en cantiliver a una distancia menor de la mitad de la longitud del cantiliver a partir del apoyo.

- Las vigas sobre dos apoyos de cualquier claro no se permitirá unir las en la cuarta parte central del claro, tampoco en las octavas partes del claro próximas a los apoyos, pero estas uniones nunca podrán estar más cercanas de 1.22 m. de cualquier apoyo.

- No podrá haber más de una unión en cualquier intervalo menor de 2.44 m.

En estos casos se deberán calificar los procedimientos de los empates, así mismo se inspeccionarán visualmente y por medio de radiografías.

Se efectuará una inspección dimensional en cuanto a las tolerancias de deformación las cuales deberán de estar de acuerdo a las normas especificadas en la parte correspondiente a la recepción de materiales.

Se hará una inspección visual encaminada a la limpieza de todos los residuos de soldaduras utilizadas durante el armado, así como los residuos ocasionados por el chisporroteo, escoria, etc.

III.- Area de sand-blast y pintura.

La pieza liberada se mandará al área de sand-blast y pintura donde se efectuará la limpieza correspondiente y se aplicará el inorgánico de zinc.

III.a.- La inspección correspondiente a esta etapa será de acuerdo a los procesos de sand-blast y pintura.

IV.- Habilitado y prefabricación de estructuras tubulares.

El habilitado se efectúa utilizando equipo de oxicorte automático tanto para dar la dimensión de las piezas como para hacer las preparaciones de los biseles para los posibles empates.

Se efectúa una distribución del material, ésto con la finalidad de que los empates efectuados queden dentro de las normas.

Las columnas y elementos tubulares después de ser liberados, se pasan al área de sand-blast y pintura.

IV.a.- La inspección en esta etapa consiste de los siguientes pasos:

1.- Calidad del material.

2.- Inspección dimensional.

a) En cuanto a su longitud total.

Esta deberá encontrarse bajo la siguiente tolerancia $\pm 1/4"$ (6.3 mm.)

b) Desviación en la rectitud.

Esta no deberá exceder en $1/8"$ (3.1 mm.) en cualquier segmento de 10 ft. (3.05 m.), $3/8"$ (9.5 mm.) en cualquier segmento de 40 ft. (12.2 m.) y $1/2"$ (12.7 mm.) en cualquier longitud superior a 40 ft. (12.2 m.) Esta rectitud se verificará en dos plano perpendiculares entre sí.

c) Procedimiento de soldadura utilizado en los empates.

La preparación y la soldadura deberán de prepararse para que sean de penetración completa (100%), se utilizarán preferentemente viseles en "V" simple, o bien biseles en "V" doble.

ch) Inspección de empates.

No se permitirán empates de segmentos menores de 3" (0.414 mm.) ó una vez el diámetro nominal del tubo (cualquiera que resulte menor, tampoco se permitirán más de dos empates en cualquier intervalo menor de 10 ft. (3.05 m.)

En caso de que la tubería tenga costura longitudinal, está deberá quedar girada un mínimo de 90 °.

d) Solicitud de inspección radiográfica de los empates que lo requieran.

e) Inspección de la pintura.

Se efectuará la inspección de la pintura de acuerdo a la ingeniería.

V.- Armado de ejes.

1.- Tendido y nivelación de columnas (tubulares).

2.- Montaje de placas rigidizadoras inferiores en cada columna al nivel de la cubierta inferior.

3.- Ensamble de vigas que van entre columnas en los diferentes niveles y colocación de atezadores.

4.- Colocación de los elementos (tubulares) temporales de acuerdo a ingeniería.

5.- Montaje de los conos de acoplamiento en cada columna.

6.- Colocación de los capiteles en cada columna a nivel superior.

7.- Aplicación de soldadura en general.

8.- Limpieza de todo material utilizado para ejecutar los ensambles.

9.- Limpieza con chorro de arena en las zonas quemadas por la soldadura y resane con RP-4 y RA-26.

V.a.- Inspección.

1.- Revisión del nivelado de camas de subensamble.

2.- Inspección dimensional de placas rigidizadoras, vigas, elementos temporales, conos de acoplamiento, capiteles y atiezadores.

3.- Inspección dimensional de los ensambles.

a) La distancia horizontal desde el eje de cualquier columna principal al eje de cualquier otra columna adyacente, no deberá variar de $\pm \frac{3}{8}$ " (9.5 mm.) de las dimensiones de proyecto.

b) El alineamiento vertical de las columnas principales deberá mantenerse dentro de $\pm \frac{1}{4}$ " (6.3 mm.)

c) Todas las vigas deberán estar perfectamente planeadas y niveladas, esto es el patín superior deberá estar a nivel en toda su longitud.

ch) El ajuste de los atiezadores deberá tener como holgura máxima $\frac{1}{16}$ " (1.6 mm.) entre atiezador y patín. El alineamiento y deslizamiento de los atiezadores no deberá exceder de $\pm \frac{1}{8}$ " (3.1 mm.) con respecto a la línea de centro teórica de acuerdo al proyecto.

d) Se inspeccionarán todas las juntas a soldar para que se cumplan los requerimientos del proyecto.

e) Solicitud de inspección radiográfica de las juntas que la requieran.

f) Inspección de los resanes efectuados para que se ejecúten de acuerdo a lo requerido por la ingeniería.

VI.- Armado de cubiertas y volados.

- 1.- Escuadramientos y corte a medida de vigas principales y largueros.
- 2.- Limpieza de resto de materiales utilizados durante el armado de las vigas.
- 3.- Paso al área de sand-blast y pintura, donde se le hace su limpieza correspondiente con chorro de arena y se le aplica RP-4.
- 4.- El armado de las cubiertas comienza con la nivelación de los soportes (mesas de trabajo) sobre los cuales se armaran las cubiertas.
- 5.- Ya estando armadas las cubiertas se procede a soldar de acuerdo a una determinada secuencia, con la finalidad de evitar un descuadramiento del conjunto.
- 6.- Se solicita la inspección radiográfica.
- 7.- Después de la inspección radiográfica se procede a ejecutar las reparaciones necesarias y se efectúa la limpieza necesaria para proceder a resanar las zonas determinadas al ejecutar la soldadura y aplicarles RP-4 y posteriormente aplicar RA-26.

VI.a. Inspección.

- 1.- Revisión del nivelado de la mesa de trabajo.
- 2.- Revisión dimensional del armado de las cubiertas, de acuerdo con la ingeniería.

3.- Inspección visual de las reparaciones de la soldadura, de acuerdo con las especificaciones del proyecto.

4.- Revisión del escuadramiento antes de la soldadura y durante el proceso, ésto con el fin de evitar el descuadramiento de las secciones que se estén soldando y así poder modificar a tiempo la secuencia de la soldadura.

5.- Inspección de las áreas de resane y pintura final, para que cumpla con las especificaciones del proyecto en lo que se refiere a recubrimientos.

VII.- Montaje de la superestructura.

1.- Este procedimiento se inicia con el montaje de los ejes principales A y B, para lo cual se seleccionan los cables adecuados y normalmente se utilizan dos grúas de 140 ton. cada una. Se debe poner mucha atención en el plomeo, alineación y nivelación de las columnas y trabes. (ver fig 15)

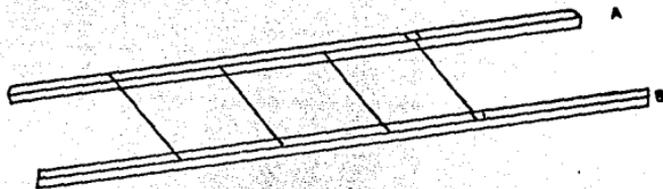


Fig. 15 Montaje de los ejes principales A y B.

2.- El paso siguiente se efectúa el izaje de marcos 1 y 2
(ver fig 16)

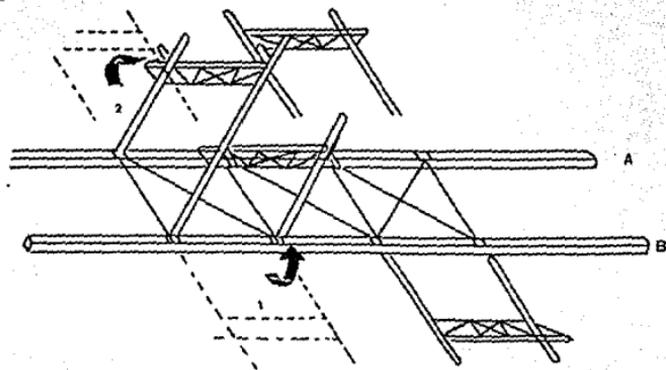


Fig. 16 Izaje de marcos 1 y 2

3.- posteriormente se efectúa el izaje de marcos 3 y 4.
(ver fig 17)

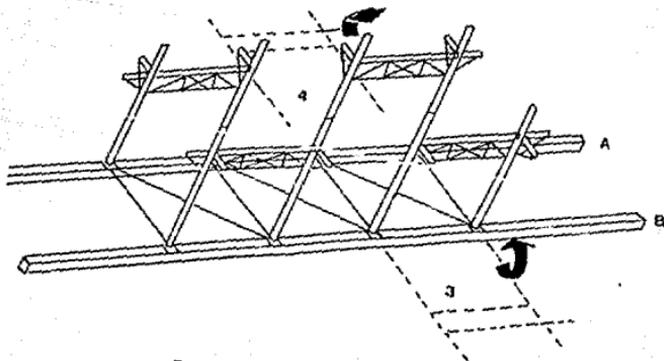


Fig. 17 Izaje de marcos 3 y 4.

4.- El paso siguiente es el montaje de la parte de la cubierta inferior comprendida entre los ejes A y B, la cual se conforma, nivela y alinea con los ejes que se encuentran en su posición definitiva procediendo a la aplicación de la soldadura. (ver fig 18)



Fig. 18 Montaje de la cubierta inferior entre los ejes A y B.

5.- Habiendo terminado lo anterior se procede al montaje de la parte de la cubierta superior comprendida entre los ejes principales A y B, siguiendo la misma secuencia que para la cubierta inferior. (ver fig 19)

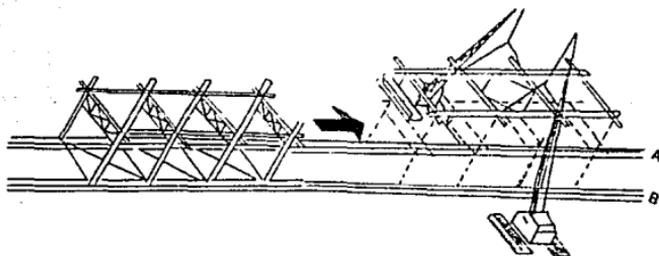


Fig. 19 Montaje de cubierta superior.

Para los puntos 2, 3, 4 y 5 se utilizan cuatro grúas de 140 ton. cada una, para facilitar las maniobras de montaje.

6.- Montaje de volados en la cubierta inferior y superior, se sigue el mismo procedimiento que para el montaje de las cubiertas. (ver fig 20)

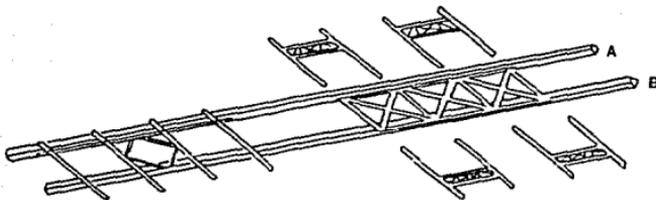


Fig. 20 Montaje de volados en la cubierta inferior y superior.

7.- El montaje del pedestal de la grúa, este se efectúa con la grúa de 140 ton., y su posición, en cuanto a su verticalidad se lleva acabo mediante la utilización de un tránsito, una vez que al pedestal se encuentra en su posición definitiva, posteriormente se colocan los elementos rigidizadores y se procede a aplicar la soldadura.

8.- Fabricación y montaje de accesorios.

- Fabricación de barandales. La fabricación de éstos se inicia con el trazado de plantillas sobre mesas de trabajo, las cuales servirán para efectuar el armado.

El habilitado de las secciones tubulares se efectúa de acuerdo a un croquis, una vez realizada esta actividad se procede a colocarlas sobre la plantilla para su armado y soldadura, posteriormente se envían a galvanizar.

- Fabricación de escaleras. Esta se inicia con el habilitado de todos sus elementos, tales como alfardas, contraventeos y soporte de escalones, posteriormente se realizan los trazados necesarios para proceder al armado. Una vez realizado el armado se aplica la soldadura y se efectúa la limpieza correspondiente para mandarlos a galvanizar.

Una vez galvanizados tanto barandales como escaleras, se ubican en su posición definitiva y se procede a su montaje y aplicación de soldadura.

VII.a. Inspección.

La inspección correspondiente al montaje de la superestructura consistirá primordialmente en una revisión dimensional de acuerdo al proyecto, plomeo y alineación de columnas, revisión de niveles de cubiertas, los cuales deberán tener una tolerancia de $\pm 1/4"$ (6.3 mm.) con respecto a las especificaciones del proyecto.

IV.1.3.- Procedimiento de fabricación subestructura.

I.- Habilitado y armado de columnas.

Se utilizará el mismo procedimiento que para los pilotes y columnas de la superestructura.

I.a.- Inspección.

La inspección correspondiente a las columnas será la siguiente:

DESVIACION EN RECTITUD. (VALORES MAXIMOS)

DESVIACION	LONGITUD
$\frac{1}{8}$ " (3.1 mm.)	10 ft. (3.05 m.)
$\frac{3}{8}$ " (9.5 mm.)	40 ft. (12.3 m.)
$\frac{1}{2}$ " (12.7 mm.)	CUALQUIERA > 40 ft.

NOTA: Esta desviación se verificará como mínimo contra dos planos perpendiculares entre sí.

Se realizará el escuadramiento de los cortes en la parte superior de las columnas y su variación máxima no deberá exceder de $\frac{1}{8}$ " (3.1 mm.)

La longitud total de las columnas podrá tener como tolerancia ± 1 " (25.4 mm.)

Todos los empates de las columnas se efectuarán de acuerdo a los procedimientos establecidos.

II.- Habilitado de arriostramientos.

Se inicia con el trazo de estos elementos utilizando plantillas que previamente han sido calculadas en el departamento técnico. Posteriormente se efectúa el corte en forma manual.

II.a. Inspección.

Esta se hará en forma dimensional y de acuerdo a la ingeniería poniendo especial atención en los cortes que para su trazo se utilizarón plantillas.

Se inspeccionará en forma en forma visual el acabado y los biseles que resultan de estos cortes, esto con la finalidad de evitar problemas al momento de realizar el montaje y aplicar la soldadura.

En caso de existir algún empate este deberá cumplir con las especificaciones generales.

III.- Habilitado y armado de embarcaderos, protectores de ductos ascendentes, defensas, pasillos, tapas superiores y sistemas de inundación.

Todo lo correspondiente a la estructura tubular de estos accesorios en las partes donde no llevan cortes a escuadra se efectúa un trazo de acuerdo a plantillas previamente calculadas, el corte se efectúa en forma manual.

El armado se efectúa de acuerdo a la ingeniería tanto en lo correspondiente a la parte estructural, como a los procedimientos en la aplicación de soldadura.

III.a.- Inspección.

La inspección será dimensional de acuerdo a la ingeniería.

Se revisará que los cortes tengan el acabado adecuado y la inspección correspondiente a la soldadura será visual.

IV.- *Habilitado, armado y montaje del sistema de deslizamiento.*

La parte estructural (charola) se habilita con una placa, la cual es cortada con oxicorte manual y automático, posteriormente se arma y suelda.

La madera es cepillada por los cuatro lados y se corta de acuerdo a la distribución marcada por la ingeniería, una vez habilitada la madera se coloca sobre las traveses de lanzamiento. El paso siguiente es montar la charola sobre la madera, posteriormente se perfora la madera y la charola se sujeta por medio de espárragos.

IV.a.- *Inspección.*

Esta consiste en una inspección dimensional del habilitado, armado y alineación, tanto de la madera como de la charola.

V.- *Armado y montaje de los marcos 2 y 3.*

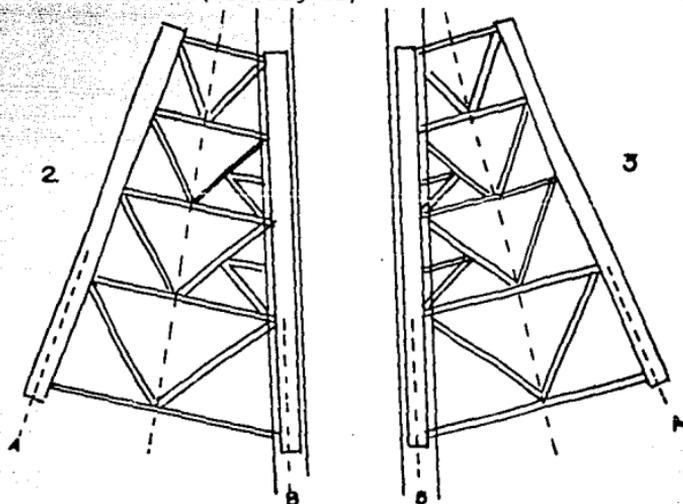
El armado se inicia con el trazado y nivelado de las bases donde se colocará la columna del eje A.

Posteriormente se procede a la colocación de las columnas, una sobre la corredera y las otras sobre las bases y así se procede a realizar el armado de los marcos, es decir la colocación de los arriostramientos. Simultáneamente se realiza el armado de los ánodos de sacrificio, de los sistemas de inundación, tapas superiores e inferiores.

Al encontrarse todo totalmente soldado se procede a efectuar el izaje de los marcos para lo cual se utilizan, dependiendo del peso, tres o cuatro grúas de 140 ton., y los marcos se contraventéan con cables fijados a dados de concreto.

El paso siguiente es proceder al montaje y soldadura los elementos del eje A y B comprendidos entre los marcos 2 y 3 y sus respectivas elevaciones. (ver fig 21)

Fig.21



V.a.- Inspección.

La inspección se inicia con la revisión del trazo y la nivelación de las bases que soportarán a las columnas del eje A, así como la alineación de las columnas del eje B, las cuales son colocadas sobre el sistema de deslizamiento.

Se revisa el trazo y el armado de los elementos que forman el marco de acuerdo a la ingeniería pudiendo tener las siguientes tolerancias:

MIEMBROS

TOLERANCIA

DIAGONALES	$\pm 1/4"$ (6.3 mm.)
VERTICALES	$\pm 1/4"$ (6.3 mm.)
HORIZONTALES	$\pm 1/4"$ (6.3 mm.)

NOTA: Esta tolerancia es medida en base a la elevación ó de las dimensiones medidas sobre un plano horizontal de acuerdo con el proyecto.

A lo que se refiere a la desviación de la rectitud de los miembros, las tolerancias serán las mismas que para cualquier elemento tubular.

Todas las juntas se inspeccionarán de acuerdo con la ingeniería. Después de someterse al proceso de soldadura se solicitará una inspección ultrasónica.

El izaje de los marcos no se efectuará hasta que no se haya realizado la inspección antes mencionada, para que si existen fallas, éstas se reparen a nivel de piso.

Se efectuará una inspección dimensional de todos los accesorios (tapas superiores e inferiores y sistema de inundación) que son montados antes del izaje.

Después de efectuado el izaje y antes de fijarse los marcos se revisarán las siguientes dimensiones:

- Las distancias horizontales entre eje y eje de columnas adyacentes no podrá ser mayor de $\pm 3/8"$ (9.5 mm.)
- Las distancias diagonales entre columnas no podrá variar mas de $\pm 1/2"$ (12.7 mm.)

- El alineamiento vertical de las columnas de las columnas debe mantenerse dentro del siguiente margen: $\pm 1/4''$ (6.3 mm.)

VI.- Armado y montaje de los marcos 1 y 4.

El armado y montaje de los marcos 1 y 4 se hará de la misma manera que para los marcos 2 y 3. (ver fig 22)

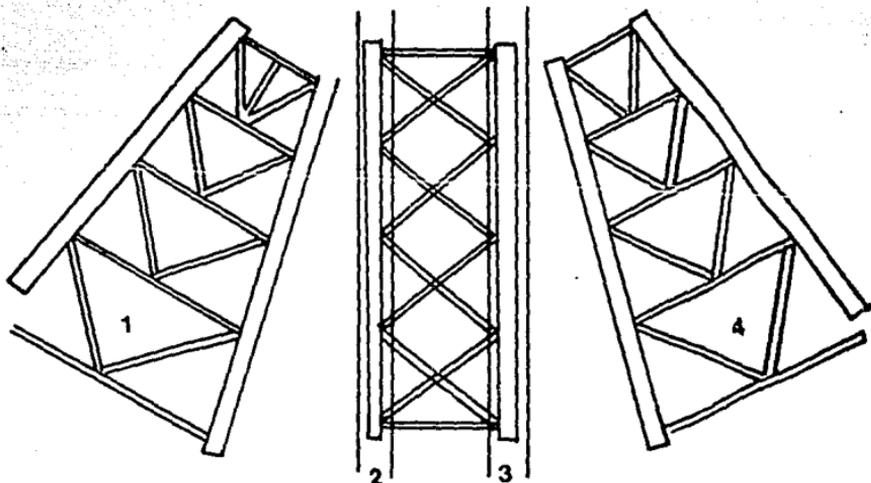


Fig. 22 Montaje de los marcos 1 y 4 .

IV.1.4.- Soldadura.

Se ha mencionado a lo largo de todo el proceso de fabricación de los diferentes elementos que conforman la estructura de la plataforma un punto muy importante y del cual depende en gran medida el buen funcionamiento de la estructura, este punto es la soldadura.

Existen diferentes métodos para llevar a cabo este proceso, los más utilizados son:

a) *Soldadura por arco (manual).*

Este método consiste en unir dos piezas de metal por medio de concentrar calor mediante un arco eléctrico en los bordes de las dos piezas a unir y proveer el suficiente calor para fundir, tanto el metal base como el metal de aportación (electrodo), y bajo ciertas condiciones proveer los medios necesarios para transferir metal fundido del electrodo hacia el metal base.

El arco puede ser producido por corriente alterna o directa, ya sea con un electrodo positivo o negativo. La selección la polaridad y tipo de corriente dependerá del proceso a utilizar, así como del metal base que será soldado. Cualquiera que sea el tipo de corriente utilizada, ésta deberá ser controlada en sus variables (amperaje y voltaje), ya que de estas dependerá la acción del arco requerido de acuerdo a determinado proceso de soldadura.

b) *Soldadura por arco sumergido (automática).*

Este proceso se emplea para la soldadura automática de calderas, recipientes a presión, trabajos estructurales de acero, construcción de barcos e implementos de potencia nuclear.

Es un proceso para soldar automática o semiautomáticamente, el arco no es visible por encontrarse debajo del fundente granulado, de aquí su nombre de soldadura por arco sumergido, la fuente de calor se obtiene de un arco eléctrico entre un electrodo descubierto y el metal que va a soldarse. El fundente granulado se aumenta mediante una tolva y se extiende sobre la unión que se va a soldar, justamente delante de los electrodos.

El calor que se obtiene del arco invisible ocasiona una fusión local del fundente, el metal base y el electrodo.

La velocidad para soldar y la corriente son muy altas, la temperatura queda concentrada debajo del fundente, de manera que las secciones gruesas se suelden con facilidad.

Las ventajas que ofrece este proceso son:

- 1.- La velocidad para soldar.
- 2.- Pueden soldarse secciones más gruesas.
- 3.- Hay menos distorsión debido a la rapidez para soldar y la concentración del calor.
- 4.- Por cada volumen de metal de relleno depositado se mezclan dos volúmenes de metal base.

DEFECTOS EN LA SOLDADURA.

- Salpicaduras.

Este es un defecto de aspecto y no tiene influencias sobre la resistencia estructural de la soldadura, más sin embargo debe hacerse la limpieza necesaria para eliminar este defecto.

Causas:

- 1.- Corriente del arco demasiado alta.
- 2.- Electrodo inadecuado.
- 3.- Polaridad inadecuada.
- 4.- Electrodo demasiado grueso.
- 5.- Electrodo mantenido a un ángulo deficiente.
- 6.- Sople del arco.

Solución:

- 1.- Selección de la corriente adecuada para el diámetro del electrodo que se usa y el espesor de las planchas.
- 2.- Asegurarse de que el electrodo no tenga característica inherentes de salpicadura.
- 3.- Asegurarse de que la polaridad es la adecuada para el electrodo en uso.
- 4.- Usar un electrodo de diámetro adecuado al espesor de la plancha.
- 5.- Mantener el ángulo del electrodo para el procedimiento en uso.

- Socavaciones.

Las socavaciones a menos de que sean serias se evalúan según los párrafos:

3.6.4. Las socavaciones serán de profundidad no mayor a 0.01" (0.254 mm.)

3.6.6. Las socavaciones serán de profundidad no mayor de $\frac{1}{32}$ " (0.8 mm.), cuando su dirección sea paralela al esfuerzo primario.

NOTA: Estos párrafos son obtenidos de la especificación AWS D1.1.

Causas:

- 1.- Amperaje muy alto.
- 2.- Manejo deficiente de electrodos.

Solución:

- 1.- Usar el amperaje y la velocidad de avance correcto.
- 2.- Las socavaciones pueden ser causadas por un electrodo demasiado grueso o por un baño demasiado grande. Una oscilación adecuada del electrodo tenderá a evitar socavaciones cuando suelde a tope. Un exceso de oscilación causará socavación, por lo que debe evitarse.

- Fusión deficiente.

La fusión deficiente acompaña generalmente a una penetración insuficiente. Es indispensable tener una fusión adecuada para conseguir soldaduras de alta resistencia.

Causas:

- 1.- Amperaje inadecuado.
- 2.- Mala técnica de soldadura.
- 3.- Junta mal preparada.
- 4.- Diámetro inadecuado del electrodo.

Solución:

- 1.- Las planchas más gruesas requieren mayor amperaje, esto se puede lograr con un mismo electrodo. Debe usarse un amperaje suficiente para obtener un depósito correcto de metal de soldadura con buena penetración en el metal base.
- 2.- De acuerdo a la técnica aconsejada para aplicar la soldadura, hay que cerciorarse de que los lados de la junta estén bien soldados.

3.- Las caras del chaflán deben estar limpias y libres de materias extrañas.

4.- Usar un electrodo de un diámetro tal que alcance a soldar hasta la raíz del chaflán.

- Grietas.

Existen diferentes tipos de grietas en la soldadura, algunas más perjudiciales que otras. Las grietas más comunes en la soldadura o en sus adyacencias, son las grietas en el cráter, debajo del cordón y las longitudinales.

Las grietas en la soldadura deben quitarse y soldarse de nuevo.

Causas:

- 1.- El metal base no se presta para ser soldado.
- 2.- Preparación deficiente de la junta.
- 3.- Uso de una técnica de soldadura inadecuada.
- 4.- La junta es demasiado rígida.
- 5.- Los cordones son demasiado pequeños o de una forma deficiente.

Solución:

- 1.- Evitar los aceros con alto contenido de fósforo o azufre. Si es necesario deben soldarse con un electrodo con bajo contenido de hidrógeno.
- 2.- Al preparar las juntas para soldar deben separarse las piezas cuidadosamente para conseguir una luz uniforme.

3.- Deben utilizarse procedimientos que produzcan soldaduras sanas y de buena fusión.

4.- Debe asegurarse de que la estructura a soldarse ha sido bien diseñada y se haya establecido un procedimiento de soldadura tal que se eliminen las juntas rígidas.

5.- Asegurarse siempre de que el cordón es de resistencia suficiente para resistir las tensiones internas causadas por la alta temperatura de la soldadura.

- Porosidad.

Los poros superficiales en un cordón son indispensables desde el punto de vista de aspecto. Los otros tipos de porosidad a parte de los poros superficiales, también llamados salpicaduras, son los bolsones de gas y las inclusiones de escoria.

Causas:

- 1.- Metal base de mala cantidad.
- 2.- Procedimiento de soldadura inadecuado.
- 3.- Defecto inherente del electrodo que se utiliza.

Solución:

- 1.- Asegurarse de que el metal base producirá una soldadura libre de porosidad.
- 2.- Cambiar el procedimiento de soldadura.
- 3.- La mayoría de los electrodos de bajo contenido de hidrógeno contribuyen a la eliminación de la porosidad.

- Absorción de humedad.

Los electrodos expuestos a una atmósfera húmeda absorben humedad y cuando ésta es excesiva producen socavaciones, cordones ásperos, porosidad o agrietamiento.

Esta condición se corrige almacenando los electrodos en un armario o local calentado a unos 5°C (51°F), sobre la temperatura ambiente, si los electrodos se han mojado, pueden secarse retirándolos de sus envases, desparramándolos y calentándolos en un horno a una temperatura de 92°C (197°F) durante una hora.

INSPECCION VISUAL EN SOLDADURAS.

Esta inspección por parte de control de calidad consiste de los siguientes pasos:

- 1.- Limpieza del material a soldar. La superficie a soldar debe estar libre de impurezas que afecten al proceso, tales como pintura, grasa, etc.
- 2.- Preparación de la junta. Esta deberá de estar de acuerdo a las especificaciones del proyecto en cuanto a ángulo de bisel, raíz y separación del bisel.
- 3.- Fondeo. Debe existir una penetración completa y uniforme.
- 4.- Limpieza durante la aplicación. Esto es para evitar las incrustaciones de escoria y la falta de fusión.
- 5.- Socavaciones en el metal base.
- 6.- Porosidad superficial.

7.- Corona fuera de especificación.

Esta inspección se hará conforme al código AWS D1.1.

Este método de inspección es económico pero no puede considerarse seguro para determinar la calidad de una junta o filete de soldadura; es por esto que se recomiendan otros procedimientos de inspección que dan una confiabilidad mayor y apoyan a la inspección visual; estos son:

- a) Radiografía.
- b) Ultrasonido.
- c) Líquidos penetrantes.

IV.1.5.- Protección anticorrosiva.

Así como la soldadura representa un proceso muy importante durante la fabricación, la aplicación de una protección anticorrosiva también es importante, ya que si se presenta el fenómeno de corrosión se pone en juego la vida útil de la plataforma así como las consecuencias económicas que esto representa.

En una plataforma marina del tipo fija, como las que actualmente se encuentran en el Golfo de México y que en su totalidad están fabricadas de acero, se encuentran tres zonas de influencia en cuanto a corrosión se refiere, estas son:

- a) Zona sumergida.

En esta zona se encuentra inmersa la mayor parte de la mayor parte del jacket y está comprendida entre el fondo marino (profundidad variable) y la elevación -10 ft. (-3.05 m.).

Debido a que a que los tirantes de agua en los campos petroleros de la Sonda de Campeche actualmente andan del orden de 100 ft. a 260 ft. (30.5 m. a 79.3 m.), provoca que el peso y la superficie expuesta de la superestructura también sea variable y estos son del orden de 500 ton. a 1,100 ton en cuanto a peso y de 5,000 m² a 7,000 m² en cuanto a superficie o área de acero sumergida, la cual esta protegida catódicamente.

b) Zona de mareas, oleajes y salpicaduras.

Esta zona es la comprendida entre el nivel o elevación -10 ft. (-3.05 m.) y la elevación +15 ft. (+4.58 m.), es decir que 25 ft. (7.63 m.) de la parte superior de la subestructura se encuentran expuestas a estas condiciones.

Las porciones en peso y superficie en esta parte de la estructura son del orden de 80 ton. y 600 m² respectivamente.

Esta superficie se prepara limpiandola con chorro de arena a presión a metal comercial, especificación PEMEX - L.CH.A.C. protegiéndola posteriormente con un recubrimiento epóxico 100% sólidos especificación PEMEX - RE-32-74, a un espesor mínimo de 200 mm. de pulgada, reforzado con tela de plástico tipo mosquitero.

c) Zona atmosférica.

Comprende la parte superior de la estructura por encima de la zona de mareas y oleajes, partiendo desde la elevación +15 ft. (+4.58 m.) hasta la parte más elevada de la plataforma.

En esta zona, es donde se encuentra expuesta la mayor parte de la plataforma, tanto en peso como en superficie siendo del orden de 2,450 ton. para el primero y de 21,450 m² el segundo. Esta zona está expuesta al intemperismo, humedad por brisa marina, salinidad, variación de temperatura, rayos solares ultravioletas, escurrimientos de substancias ácidas y aceitosas, producto de la propia operación, se encuentra atacada por una atmósfera rica de gas sulfhídrico el cuál proviene del aceite crudo que se maneja en estas áreas.

Toda esta superficie deberá limpiarse con chorro de arena a presión a metal blanco, especificación PEMEX LA-74. Posteriormente se aplicara un primario del tipo inorgánico de zinc autocurante, especificación PEMEX RB-4B-74, a un espesor de película seca de 2.5 mm. a 3 mm.. Por último, y como acabado se aplicará un recubrimiento epóxico catalizado de altos sólidos de color amarillo 204, especificación PEMEX RA-26-74, a un espesor de película seca de 12 mm. a 14 mm.

Como se mencionó al inicio de este tema que la corrosión provoca consecuencias económicas y de operación de la propia plataforma y/o hasta la de un complejo, a continuación expondremos el concepto de corrosión y los métodos más usuales para su control.

CORROSION Y SU CONTROL.

La corrosión se define como la destrucción de un metal por el medio ambiente que lo rodea.

Por lo anterior podemos deducir que el fenómeno corrosivo puede ser eliminado si se evita el contacto directo de los metales con el medio ambiente, lo cual es imposible.

De ahí que los investigadores en corrosión propongan diferentes técnicas, que sin eliminar el medio ambiente y analizando la forma en que éste actúa sobre los metales, formen barreras físicas o reinviertan el fenómeno electroquímico para impedir que el medio ambiente continúe agrediendo o corroyendo los metales.

La corrosión es fenómeno de la naturaleza que ha existido y seguirá existiendo, por la simple tendencia de los materiales a regresar a sus formas más simples y estables electroquímicamente, por lo tanto, no hay razón justa para ver la corrosión como un defecto de diseño, si no como reconocerlo como un problema que demanda educación en sus conceptos y organización para su control.

Actualmente se utilizan tres métodos para controlar la corrosión:

a) *Inhibidores de la corrosión.*

Este método considera el uso de pequeñas cantidades de compuestos orgánicos o inorgánicos capaces de formar una película o barrera adherente en la superficie del acero por atracción eléctrica o por una reacción, evitando el acceso de los agentes corrosivos.

Estos compuestos se caracterizan por las altas cargas eléctricas en los extremos de sus moléculas capaces de ser atraídas por la superficie a proteger, desafortunadamente esta atracción no es permanente, siendo necesario una dosificación constante del medio.

Este método se utiliza preferentemente en donde existen medios fluidos de recirculación, como en los sistemas de los motores de combustión interna o en los procesos para el tratamiento de aguas, etc.

b) Recubrimientos anticorrosivos.

Este método al igual que el anterior considera la formación de una barrera que impida en lo posible el acceso de agentes corrosivos a la superficie metálica, no obstante, la barrera es formada a partir de la aplicación de una aspersión líquida de una resina y un pigmento, con eliminación posterior de un solvente, obteniéndose una película sólida adherida a la superficie metálica.

Su durabilidad está condicionada a la resistencia que presenta esta película al medio agresivo. Su uso está muy generalizado en la protección de estructuras aéreas y sumergidas.

En términos generales un recubrimiento anticorrosivo se define como una dispersión relativamente estable de un pigmento finamente dividido en una solución de resina, aditivos y solvente. Su composición debe obedecer a una formulación ya probada, tal que la fase inicial está representada por una evaporación del solvente.

Dentro de un cuadro básico, PEMEX utiliza los siguientes tipos o formadores de película a través de los recubrimientos que aplica en la protección de sus instalaciones.

- 1.- Resina alquiládica.
- 2.- Resina epóxica.
- 3.- Resina poliamídica.
- 4.- Resina vinílica.
- 5.- Resina poliamínica.
- 6.- Resina acrílica.
- 7.- Resina fanólica.
- 8.- Resina de cumarond-indeno.
- 9.- Resina de silicón.

- 10.- Silicatos de etilo, litio, sodio y potasio.
- 11.- Resinas de poliuretano.
- 12.- Hule colorado.

- Aditivos.

Son compuestos metálicos u organo-metálicos que no obstante que se adicionan en pequeñas cantidades tienen una gran influencia sobre la viscosidad y estabilidad del recubrimiento líquido, así como el poder de nivelación y apariencia de la película ya aplicada.

Ejemplos de estos aditivos así como las propiedades que estos modifican se mencionan a continuación:

Agentes secantes. Aceleran el proceso de oxidación y polimerización de la resina durante su secado, dentro de los cuales podemos encontrar: Naftematos, Octoatos y Falatos de cobalto, plomo, manganeso y calcio.

Agentes antioxidantes. Retardan la oxidación superficial del recubrimiento líquido, dentro de estos se encuentran: Netil Efim Catóxima, Butiral dióxima e Isómeros amilrenolados.

Agentes estabilizadores de dispersión. Evitan el asentamiento o separación del pigmento, encontramos: Bentonitas, Lecitina y Thixina.

Agentes modificadores de flujo y viscosidad. Provocan tixotropía y poder de nivelación, logrando películas continuas y uniformes, dentro de estos encontramos: Thixina, Bentonitas, Etilamino, Etanol y Mono oleato de glicerina.

Agentes surfaciantes. Facilita la humectación sobre el sustrato metálico, evita la formación de espuma, dentro de estos podemos encontrar: Acido o Lerco, Aceites de silicón y de pino, Jabones, Esterátos de aluminio y calcio.

Además de los aditivos antes mencionados existen algunos otros que modifican algunas propiedades en un recubrimiento, pudiendo mencionar los fungicidas, bactericidas, plastificantes, absorbentes de rayos ultravioleta, etc.

- Solventes.

Son líquidos orgánicos de base alifática o armática cuya función principal es proporcionar un medio adecuado para la dispersión del pigmento.

Estos compuestos no forman película, ya que se eliminan del recubrimiento a través del proceso de secado. Parte de las propiedades del recubrimiento tales como la viscosidad, facilidad de aplicación, porosidad, dependen de la naturaleza del solvente, por lo que para su selección deberán tomarse en cuenta propiedades tales como: poder de disolución, estabilidad química, temperatura de ebullición, velocidad de evaporación, toxicidad, flamabilidad y costo.

A continuación se mencionan los más comunes:

- 1.- Metil Isobutil Cetona.
- 2.- Alcohol Isopropílico.
- 3.- Eter de petróleo.
- 4.- Dicloretileno.
- 5.- Heptano.
- 6.- Gas Nafta.
- 7.- Agua.

- Pigmentos.

Son sustancias sólidas orgánicas o inorgánicas que reducidas a un tamaño de partícula inferior a las 25 micras (0.001") y dispersas en el vehículo, imparten a la película seca del recubrimiento propiedades tales como: resistencia a la corrosión, resistencia mecánica, poder cubriente, así como protección a la resina de la acción degradante de los rayos ultravioleta del Sol.

Entre las características favorables de un recubrimiento, se pueden mencionar las siguientes: no reactividad química con el vehículo, fácil humectación y dispersión, alta resistencia al calor, a la luz y a agentes químicos, etc.

En general se acepta la existencia de tres tipos de pigmento, estos son:

1.- Pigmentos Inhibidores. Inhiben en mayor o menor grado la corrosión impidiendo el acceso de los agentes corrosivos al substrato metálico, debido a que obstruyen los poros en pequeña proporción en cualquier recubrimiento. Entre ellos podemos mencionar el Subóxido de plomo, Cromato básico de zinc, Sulfato básico de plomo, Polvo de zinc, Oxido de zinc combinado, Amarillo de zinc, etc.

2.- Cargas o inertes. Frecuentemente la cantidad de pigmento inhibidor necesario para la protección anticorrosiva y para la protección de la resina a los rayos ultravioleta es inferior a la que se requiere en la formulación, por lo que es una practica común cubrir el excedente con cargas o inertes que resultan más económicas. Como ejemplo se tienen Silicato de magnesio, Talco, Mica, Sílica de diatomacea, Baritas, Bentonitas, etc.

3.- Pigmentos entonadores. Son compuestos solubles o fácilmente dispersables en el vehículo, que en menor proporción al pigmento inhibidor, permiten lograr tonos y colores en el recubrimiento. Azul ftalocianina, Rojo tolvidina, Naranja de dinitroanilina y Naranja molibdato, son ejemplos de este tipo de pigmento.

La experiencia que a la fecha se tiene ha demostrado que la eficiencia en un recubrimiento es aplicar un espesor no menor de 6 mm. y que además este recubrimiento no sea la mezcla exclusivamente de resina y del pigmento con una sola formulación, si no que el espesor pueda ser resultante de la aplicación de diferentes formulaciones, dependiendo de su posición estas formulaciones se denominan primario, enlace y acabado, a este conjunto se le conoce como sistema.

c) Protección catódica.

La corrosión, como se mencionó anteriormente, es la tendencia de los metales a obtener un estado de equilibrio electroquímico, que ocurre a niveles de energía más bajos de los que poseen, por ejemplo, el fierro se encuentra naturalmente en su estado de energía más bajo en la forma de óxidos (yacimientos), el hombre lo transforma en fierro estructural, accros, etc. y estos tienden a regresar a su estado de equilibrio a través de la oxidación (corrosión).

El proceso de corrosión se puede describir utilizando como analogía la pila seca. Cuando el interruptor del circuito esta abierto no existe flujo de corriente y las paredes de zinc de la batería se mantienen intactas; cuando el interruptor se cierra se produce un flujo de corriente desde la terminal positiva hacia la terminal negativa y un flujo de electrones en sentido contrario.

Los electrones al llegar a la superficie de la barra de carbón se unen con iones positivos presentes en el electrólito, y la corriente es transportada desde la pared de zinc hacia la barra de carbón a través del electrólito, completándose así el circuito eléctrico. Al donar electrones para generar corriente, en las paredes de zinc se produce pérdida del metal, lo que se conoce como oxidación, y en la superficie de la barra de carbón ocurre lo que se conoce como reducción. A la pila seca también se le denomina celda galvánica en la cual la barra de carbón es el cátodo y la pared de zinc es el ánodo.

Como conclusión podemos deducir que la analogía de la pila seca que el ánodo suelta corriente hacia el medio eléctrico y se corroe, y el cátodo recibe corriente desde el medio eléctrico y no sufre corrosión. El flujo de corriente en la pila seca se produce debido a que el zinc y el carbón son metales de electronegatividades distintas y al conectarse eléctricamente se produce un diferencial de voltaje que causa el flujo de corriente.

La técnica de protección catódica debidamente aplicada es el método más efectivo para contrarrestar la corrosión y se puede aplicar en muchas áreas para evitar la pérdida de metal y de dinero, dentro de las cuales podemos mencionar:

- Embarcaciones de acero.
- Tanques de lastre o almacenamiento.
- Plataformas marinas.
- Ductos submarinos y enterrados.
- Refinerías.
- Plantas generadoras de energía eléctrica.
- Instalaciones portuarias,
- Tablestacados.
- Intercambiadores de calor.

De lo anterior podemos deducir que si se puede conseguir que la estructura que se desee proteger colecte corriente desde el electrólito, ésta será protegida contra la corrosión.

La protección catódica consiste en aplicar una corriente una corriente directa hacia el metal protegerse, de una magnitud suficiente para sobreponerse al flujo de corriente desde las áreas anódicas. Esta corriente puede aplicarse de dos maneras, a través de un sistema de corriente impresa o bien a través de un sistema de ánodos de sacrificio.

IV.2.- INSTALACION E INTERCONEXION DE PLATAFORMAS.

IV.2.1.- Equipos o embarcaciones necesarias.

Para la instalación e interconexión de una plataforma marina se requiere de un cierto número de y tipo de embarcaciones, tanto para el transporte desde los patios de fabricación hasta la localización predeterminada, así como para las maniobras de izaje e interconexión.

A continuación describiremos el equipo, mencionando sus dimensiones y capacidades. (tabla*****)

IV.2.2.- Trabajos previos a la salida de las piezas estructurales de los patios de fabricación.

Debido a que los trabajos de instalación, izaje e interconexión en el mar son altamente costosos, motivado ésto por los equipo utilizados así como los bajos rendimientos logrados en los trabajos fuera de costa, es indispensable que, en los patios de fabricación se instalen la mayor parte de los accesorios pertenecientes a la plataforma incluyendo

el equipo provisional o temporal que se utiliza en las maniobras de lanzamiento e izaje, lo anterior con la finalidad de evitar retrasos en estos trabajos.

Además, es práctica común elaborar un programa de ruta crítica, en la cual se deberá de contemplar los tiempos y movimientos de cada actividad, estas con una secuencia lógica en su ejecución, con la finalidad de optimizar los tiempos de operación.

Para lograr una optimización de estos tiempos es menester contar con toda la información necesaria para desarrollar los trabajos de instalación de la plataforma, por ejemplo, deberá contarse con un juego completo de planos estructurales, conocer el peso y centro de gravedad de la estructura, un estudio completo de mecánica de suelos de la localización en la cual aparezca el tirante de agua, la estatigrafía del terreno, las curvas de penetración contra resistencia del suelo, esto con la finalidad de seleccionar el martillo adecuado para el hincado de los pilotes, también es necesario contar con información acerca del oleaje, vientos y mareas, para posicionar el barco grúa. Por consiguiente cabe mencionar que antes que llegue la subestructura al sitio donde sera instalada, la embarcación que vaya a realizar el trabajo se encuentre ya en el sitio de su localización, contar con toda la información antes señalada y proceder a efectuar el lanzamiento.

1.- Preparación de la subestructura.

Los accesorios que se instalan en la subestructura con carácter temporal para el lanzamiento e izaje de la subestructura son:

- Plataformas para maniobras. (1)
- Grilletes 200 ton. (4)

- Estrobos 6" diam. x 90 ft. long. (4)
- Galga para arrastre de sub 1-1¹/₂" ø.
(2 cables 75 ft., 1 cable 50 ft.) (1 Jgo.)
- Cable de polipropileno, 4" diam. x 400 ft. (2)
- Boyas de señalamiento. (1)

2.- Preparación de pilotes y conductores.

Los pilotes y conductores deberán cargarse sobre un chalan de 250 ft. de eslora, 70 ft. de manga y 16 ft. de puntal, instalándose previamente soportes tubulares de ambos lados, los cuales tienen la función de soportar los empujes laterales de las estibas. Además estos soportes sirven como apoyo a los cables de acero de 1-1/4" diam. que cinchan los pilotes como elementos de aseguramiento durante la navegación.

Para permitir un manejo rápido de los pilotes y conductores durante su hincamiento, se recomienda dejar acceso para transitar entre las diferentes secciones que integran el pilote y la estiba, venir preparados con sus agujeros de 5" diam. cada sección de pilote y conductor, a 2 ft. de distancia del extremo superior.

3.- Preparación de la superestructura.

Las siguientes actividades deberán realizarse, como antes se mencionó en los patios de fabricación.

a) Se recomienda instalar la grúa propia de la plataforma, previamente al envío al mar, cuidando de no correr el centro de gravedad de la superestructura. La pluma de la grúa deberá colocarse en el pedestal de descanso y asegurarse en posición horizontal y evitar que ésta pueda ser un obstáculo al momento de instalar la superestructura o los paquetes de perforación.

El instalar previamente la grúa a la instalación de la superestructura, tiene la finalidad de que ésta se utilice y facilite la interconexión electromecánica de los paquetes o módulos.

b) Elementos de izaje. La información sobre el peso de la superestructura, así como la ubicación del centro de gravedad deberá ser proporcionada por el patio que fabricó la estructura antes de salir la estructura fuera de la costa. Al peso de la estructura debe agregársele el peso de los estrobos y grilletes más un 10% del peso total por despegue sin exceder de 1,700 ton.

Comunmente la selección de los estrobos y grilletes es la siguiente:

- 4 estrobos de 6" de diámetro x 70 ft. de longitud.
- 4 grilletes de 200 ton. de capacidad.

En caso de que no coincidan el centro de gravedad de la estructura con el centro geométrico de los estrobos y el propio gancho de izaje, este ajuste se hace con grilletes adicionales.

Además de lo anterior, en las columnas de la superestructura en el sentido longitudinal, eje A y B, se deberán instalare elementos temporales de 10", 14" ó 16" diam. x $1/2$ " ó $1/8$ " de espesor, para evitar que las columnas se desplacen de su posición durante el izaje.

IV.2.3.- Trabajos a desarrollar en el mar durante la instalación de la plataforma.

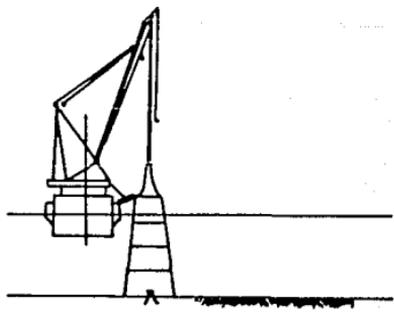
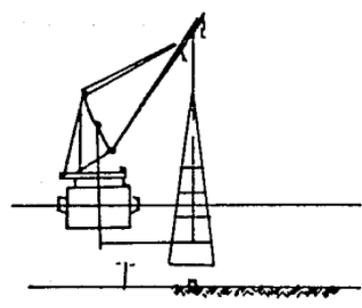
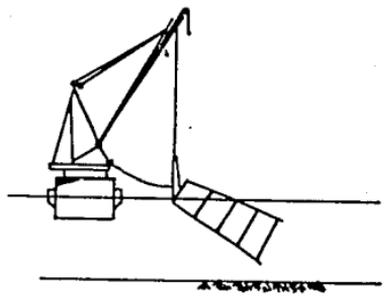
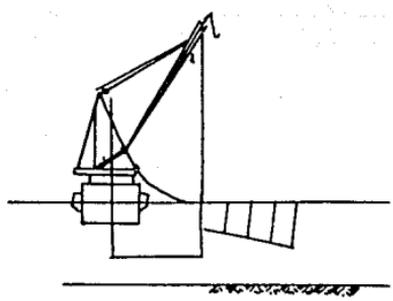
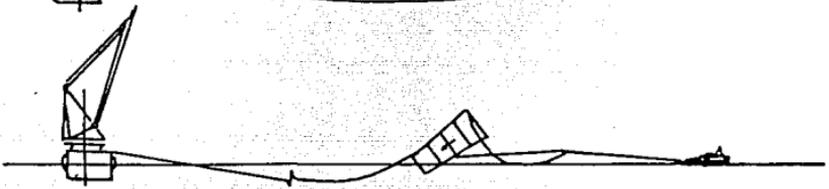
1.- Instalación de la subestructura en el mar.

En el objetivo o localización es señalado con una boya, un barco posicionador verifica las coordenadas con un sistema Shore-an y Argo, se sitúa el barco grúa, ayudado con ocho anclas y cables de acero, los cuales son tensionados y operados por el propio barco para lograr la posición requerida.

Posteriormente con un equipo de buzos se inspecciona el fondo marino donde deberá quedar situada la superestructura, área que deberá quedar libre de todo obstáculo que pueda entorpecer los trabajos de instalación de la subestructura.

Una vez posicionado el barco grúa y con las condiciones del tiempo y del mar favorables, se sitúa el chalan de lanzamiento a una distancia de 1,200 a 1,500 ft. a estribor del barco para que posteriormente lo aborde el personal técnico y de maniobras, incluyendo herramienta, quienes serán los encargados de efectuar la maniobra de lanzamiento de la subestructura.

El lastrado del chalan, como el corte con soplete de los amarres o seguros marinos, operación de winches y gatos hidráulicos para su despegue, así como las maniobras de estrobamientos o fijación de cables y calgas tanto del barco grúa como del remolcador se pueden observar en las siguientes figuras.

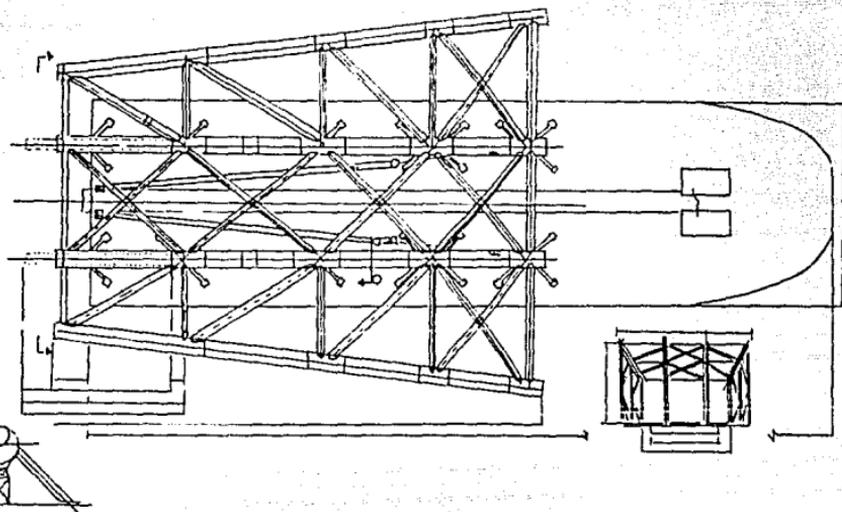


EMBARCACIONES NECESARIAS PARA EL TRANSPORTE E INSTALACION DE UNA PLATAFORMA MARINA

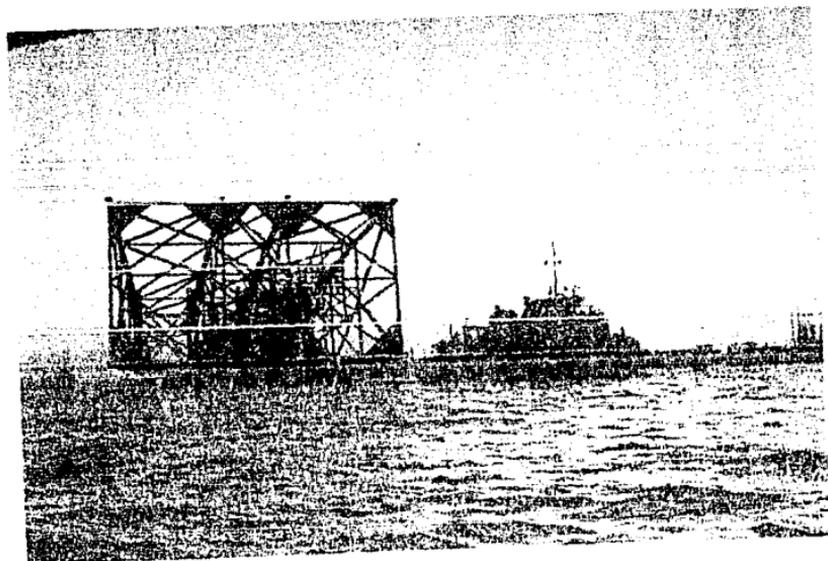
TIPO DE EMBARCACION	DIMENSIONES	CAPACIDAD
1 BARCO GRUA 65,000 T.P.M.	L=280 m, A= 37 m P=155 m	GRUA 2000 T.C. GRUA PORTATIL 165 T.C.
1 REMOLCADOR PARA LANZAMIENTO DE ANCLAS Y APOYO AL BARCO. 630 T.P.M.	L = 50 m, A = 14 m P = 7 m	PROPULSION 6,500 H.P.
1 LANCHA PARA TRANSPORTE DE PERSONAL.	L = 22 m, A = 8 m, P = 5 m	2,800 H.P.
1 CHALAN DE LANZAMIENTO DE JACKET.	L = 91 m A = 27.5 m P = 6.4 m	2 WINCHES 90,00 Lbs. C/U 2 BOMBAS 2,500 G.P.M. C/U 2 TRABES DE ACERO SOBRE CUBIERTA P/LANZAMIENTO. 1 COMPRESOR 600 P.C.M. 1 WINCHE NEUMATICO.
2 CHALANES PLANOS 1,500 T.P.M. TRANSPORTA PILOTES MAS CONDUCTORES Y DECK.	L = 76 m, A = 21.3 m P = 4.9 m	3,500 TON. CAP. SOBRE CUBIERTA
3 REMOLCADORES 520 T.P.M.	L = 30 m, A = 12 m P = 4.5 m	4,500 H.P. 1 WINCHE P/REMOLQUE 200,000 Lb.
1 HELICOPTERO PARA TRANSPORTE DE PERSONAL.		14 PLAZAS.

INSTALACIONES TIPO DE UN PATIO PARA FABRICAR PLATAFORMAS MARINAS

DESCRIPCION OBRA	DIMENSIONES	OBSERVACIONES
1 TERRENO MARGINAL A UN RIO O CANAL NAVEGABLE HASTA 20' DE TIRANTE.	10 A 20 HA	ALTURA DEL N.A.M.E. AL N.P.T. 1.5 A 2.0 M
2 JOO. DE TRABES DE CONCRETO O ACERO PARA FABRICAR SUBESTRUCTURAS.	SEPARACION 45'A 60'(13.7 A 18.3 M) SECCION TRANSVERSAL 1.0 X 2.5 M LONGITUD 450' SEPARACION ENTRE EL NAME Y NIVEL DESPLANTE 2.0 M	TIPO SUSTENTACION A - PILOTES B - LOSA DE CIMENTACION C - PIEDRA/LEN D - DADOS DE CONCRETO CAP. CARGA HASTA 25 TON/M
3 JOO. DE TRABES DE CONCRETO O ACERO PARA FABRICAR SUPERESTRUCTURAS, MODULOS HABITACIONALES Y DE PRODUCCION.	SEPARACION 45'A 60'(13.7 A 18.3 M) SECCION TRANSVERSAL 1.0 X 2.5 M LONGITUD 450' SEPARACION ENTRE EL NAME Y NIVEL DESPLANTE 2.0 M	TIPO SUSTENTACION A - PILOTES B - LOSA DE CIMENTACION C - PIEDRA/LEN D - DADOS DE CONCRETO CAP. CARGA HASTA 25 TON/M
4 MUELLE MARGINAL PARA CARGA DE SUBESTRUCTURAS.	LONGITUD 100 M CALADO 20' (6.0 M)	CONSTRUIDO CON TUBERIA Y PLACA DE RECUPERACION A UNA PROFUNDIDAD DE 7.5 M
5 MUELLE MARGINAL PARA CARGA DE SUBESTRUCTURAS.	LONGITUD 100 M CALADO 15'(4.6 M)	CONSTRUIDO CON TUBERIA Y PLACA DE RECUPERACION A UNA PROFUNDIDAD DE 7.5 M
6 MUELLE MARGINAL PARA CARGA DE PILOTES, PUENTES, TRIPODES, ETC.	LONGITUD 120 M CALADO 16'(4.9 M)	CONSTRUIDO CON TUBERIA Y PLACA DE RECUPERACION A UNA PROFUNDIDAD DE 7.5 M
7 AREA O MESA DE TRABAJO PARA EL ARMADO Y SOLDADO DE COLUMNAS, PILOTES, CONDUCTORES, PEDESTALES, ETC CON NAQUINAS AUTOMATICAS DE ARCO SUMERGIDO 600 A 1200 AMPS.	AREA DE DESPIESE Y ARMADO (MOCHETAS) 80 X 10 M (3 REQ) MESA DE POSICIONADORES 100 X 10 M (3 REQ)	
8 ALMACEN CERRADO PARA HERRAMIENTA Y MATERIAL ELECTRO-MECANICO	50 X 15 = 750 M ²	
9 ALMACEN CUBIERTO PARA MATERIALES MENORES	1000 M ²	
10 MESA DE TRABAJO PARA PREFABRICACION DE TUBERIA ESTRUCTURAL	LOSAS DE CONCRETO 60 X 20 M	ADYACENTES A LAS AREAS DE MONTAJE.
11 MESA DE TRABAJO PARA PREFABRICACION DE TUBERIA DE PROCESO Y SERVICIO	60 X 20 M	
12 MESA DE TRABAJO PARA PALERIA	60 X 20 M	
13 AREA DISPONIBLE PARA LIMPIEZA CON CHORRO DE ARENA	30 X 10 M	
14 INSTALACION DE TUBERIA NEUMATICA CON MULTIPLES DE DISTRIBUCION UBICADOS CERCA DE LAS AREAS DE TRABAJO	PRESION 90 A 120 LBS/IN ²	
15 INSTALACION UNA RED ELECTRICA DE BAJA TENSION CERCANA A LAS AREAS DE TRABAJO	440/220 VOLTS.	
16 INSTALACION RED ELECTRICA PARA ALUMBRADO PERMANENTE Y PORTATIL	1500 W, 1000 W Y 500 W	
17 INSTALACION DE BAÑOS Y COMEDORES PARA PERSONAL DE CAMPO	3 BAÑOS 10 X 3 M 2 COMEDOR 30 X 10 M	
18 TALLER ELECTRICO	300 M ²	
19 TALLER MECANICO	500 M ²	
20 OFICINAS DE CAMPO	200 M ²	
21 OFICINAS ADMINISTRATIVAS	1000 M ²	
22 DISPONIBILIDAD DE AGUA PARA SERVICIOS, RIEGO Y PRUEBAS HIDROSTATICAS.		



Colocacion de la subestructura sobre el chalan.



2.- Piloteo de la subestructura.

De la misma manera que la subestructura, los pilotes y conductores, son cargados y asegurados en los patios de fabricación sobre un chalan plano de 250 ft. x 70 ft. x 16 ft., dicho chalan una vez recibido en el lugar, donde se instalará la subestructura, se atraca o acodera a un costado del barco grúa para que las secciones de pilotes y conductores sean tomados de acuerdo a la secuencia programada.

Dependiendo del tipo y dimensión de la subestructura, los pilotes tienen un diámetro desde 36" hasta 58", siendo los más comunes los de 48" y un espesor variable desde $\frac{1}{4}$ " a $2\frac{1}{2}$ ", cuyos espesores se encontrarán en la zona de lodos lugar donde el pilote recibe los mayores esfuerzos cortantes y de flexión, debido al mayor momento de volteo de la plataforma, motivado por la acción del oleaje, corrientes y vientos. También en la punta del pilote se tienen grandes espesores, esto con el fin de romper las formaciones de los estratos del suelo que se presentan.

Unas de las principales herramientas con las que cuenta el barco grúa es un conjunto de martillos de vapor utilizados para el hincado de pilotes, cuyas capacidades varían desde 30,000 hasta 300,000 lbs. ft. de energía no debiendo de pasar de un peso de 130 ton. el más grande. La máxima cantidad de golpes permitidos para estos martillos no excederá de 250 golpes por pie de penetración del pilote en 5 ft. seguidos, en caso contrario el martillo puede sufrir daños.

Antes de iniciar el hincado de los pilotes se deberá de continuar a bordo del barco con el estudio de mecánica de suelos, el cuál contempla la estatigrafía y tipos de materiales del lugar, las curvas de profundidad y resistencia a la penetración, factores de seguridad, etc.

De los ocho pilotes se inicia el hincado con el pilote de prueba, el cual se coloca en la parte más baja de los cuatro interiores, prosiguiendo el hincado con los tres interiores restantes y por último, se completan con los cuatro de esquina.

Durante el hincado de los pilotes es necesario verificar periódicamente la nivelación de la subestructura y así evitar desniveles mayores de 2" (50 mm.)

Antes de interconectar la sección de pilote siguiente con la ya hincada, deberá cortarse este último en la parte superior lastimada, para continuar con la soldadura e inspección ultrasónica.

Una vez terminado el hincado de los ocho pilotes y nivelada la subestructura se procede a fijar el pilote con la pierna de la subestructura, colocando placas de ajuste en el espacio anular, cuyos espesores van desde $\frac{1}{4}$ " hasta $1\frac{1}{2}$ ", soldadas en todo alrededor de la pierna.

La profundidad del pilote a partir del fondo marino, es del orden de 240 ft. (73.2 m.) a 275 ft. (83.9 m.)

3.- Piloteo de conductores.

Realmente es poco lo sobresaliente que podríamos mencionar en el hincado de conductores, ya que el procedimiento es muy similar al de los pilotes, existiendo diferencia en los diámetros, ya que, estos son de 30" diam. x 1" de espesor.

La máxima elevación de estos conductores es la del piso de producción (+52 ft.) y el número de estos es de 12 piezas, contra 8 piezas de los pilotes.

4.- Instalación de la superestructura.

Para evitar retrasos durante la instalación de la plataforma se recomienda que desde los patios de fabricación se envíe al mar la superestructura diez días después que la subestructura, con el fin de que cuando se termine de hincar los pilotes y conductores, el chalan que transporta a la superestructura este cercano al barco grúa y se pueda iniciar el corte de los amarres o seguros marinos y así se proceda al izaje e instalación de ésta.

Los puntos más sobresalientes en los trabajos de instalación de ésta es vigilar que se hayan cortado los pilotes a un mismo nivel para evitar que la superestructura y posteriormente los paquetes queden desnivelados.

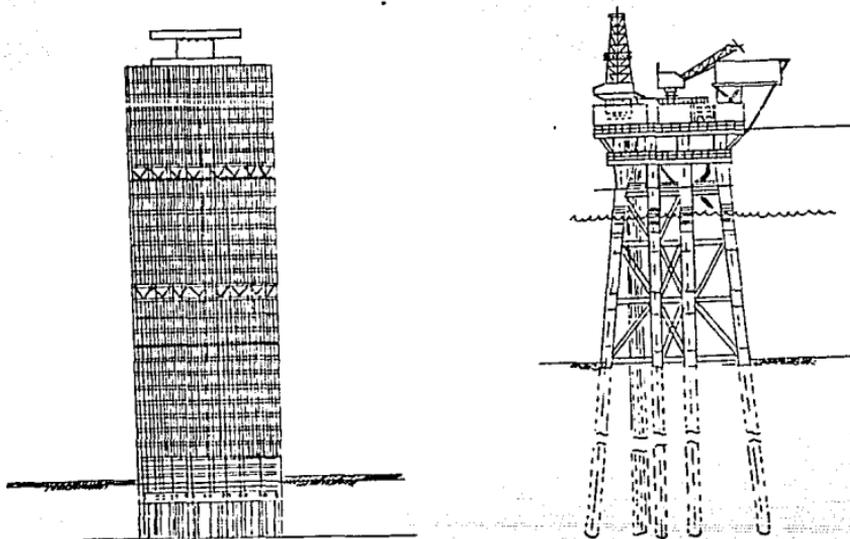
Se hace la observación de que las columnas de la superestructura quedan apoyadas y soldadas directamente con las puntas superiores de los pilotes debidamente inspeccionadas ultrasónicamente.

5.-Colocación de paquetes de perforación.

Debidamente instalada la superestructura se procede a marcar sobre la cubierta las zonas donde van a ser colocados los seis paquetes de perforación, los que deberán quedar en tres niveles, inferior, intermedio y superior, colocando guías sobre la cubierta para lograr un mejor ajuste.

Los paquetes o módulos vienen sobre un chalan plano debidamente asegurados, los cuales una vez instalados sobre la superestructura continúa la interconexión electro-mecánica, armado de la torre de perforación , pintura, instalación de las tuberías, instrumentación y finalmente la realización de pruebas.

El tiempo en que se efectúan las interconexiones es de aproximadamente 30 días, una vez terminada esta actividad la plataforma se entrega al departamento de perforación para que la opere.



Comparativa de la torre de Pemex con una plataforma marina.

RELACION DEL EQUIPO AUXILIAR Y SUS CARACTERISTICAS DE UNA PLATAFORMA DE PERFORACION

DESCRIPCION DEL EQUIPO	CAPACIDAD	CANTIDAD (KG)	OBSERVACIONES.
BOMBA PARA AGUA FRESCA (CENTRIFUGA).	2' x 12'	200	50 G.P.M.
BOMBA PARA SUMIDERO DE DRENAJES.		50	35 G.P.M.
BOMBA P/AGUA CONTRA INCENDIO (ELEC. CENT.).		4,500	2500 G.P.M.
BOMBA PARA AGUA CONTRA INCENDIO (DIESEL).	7'6" x 4'6"	5,500	2500 G.P.M.
BOMBA JOCKEY (CENTRIFUGA).	20' x 18' x 2'	100	50 G.P.M.
BOMBA PARA AGUA DE MAR (VERTICAL).	2' x 2'	200	75 G.P.M.
SIRENA PARA NIEBLA.	3'6" x 3'6" x 7'6"	170	
LUCES AUXILIARES PARA LA NAVEGACION.	2' x 2' x 2'	50	
AGUA DE PEDESTAL.		3,500	CAP. NOM. 36.3 TON
SEPARADOR DE PRUEBA (HORIZONTAL 3F).	102" DI 20" TT	43,000	
LANZADOR DE DIABLOS.	24' x 30' x 600"	22,000	
CILINDROS DE NITROGENO.		2,000	
TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA FRESCA.	8' DI x 30" TT	7,500	43000 LTS. (2 PZAS.)
SUMIDERO DE DRENAJES ABIERTOS.	2'6" x 140'6"	8,618	
TABLERO HIDRONEUMATICO DE CONTROL DE POZOS.	11' x 3'4"	1,000	
TABLERO DE PAJO.	8' x 2'	600	
UNIDAD HIDRAULICA (PARA LANZADOR).	2' x 4' x 8'	1,200	
BASTIDORES PARA INTERRUPTORES ARRANCADORES.		1,600	P/SERV A 480 V.C.A.
CARGADOR DE BATERIAS PARA 24 V.C.D.	1' x 2' x 2'6"	120	EN GABINETE NEMA 4
CASETA P/INST. DE LA U.T.R. DEL SIST. SCADA.			
TABLERO DE DISTRIBUCION DE 24 V.C.D.		70	
TABLERO DEL SIST. DE DETECCION DE INCENDIO.			
RECIBIDOR DE GAS.	2' x 2' x 7'	400	

CAPITULO V

PROGRAMA

DE OBRA.

CAPITULO V. PROGRAMA DE OBRA.

Como ya se mencionó a lo largo de los diferentes capítulos, la soldadura forma una parte muy importante para el buen funcionamiento de la estructura, de ahí que gran parte del diseño de la estructura está basado en un adecuado diseño de la soldadura.

Otra parte importante para llevar a cabo una adecuada unión de las partes que conforman la estructura es el habilitado y el corte, los que deben tener una gran precisión.

A continuación ejemplificaremos el método para obtener la cantidad, número de pases de soldadura y tiempo que se requieren para lograr la unión de dos tubos que conforman una parte de la estructura.

Primeramente definiremos algunos términos que se mencionaran a lo largo de este ejemplo.

- 1.- Angulo diedro local. Es el ángulo formado por los planos tangentes a los elementos estructurales en un punto cualquiera de la unión (A1).
- 2.- Angulo de bisel. Es el formado por los planos tangentes a la superficie interior del tubo secundario y a la superficie generada por el corte del bisel en un punto cualquiera de la unión (A2).
- 3.- Angulo de depósito de la soldadura. Este ángulo se forma con los planos tangentes a la superficie exterior del tubo principal y a la superficie generada por el corte del bisel en un punto cualquiera de la unión (A3).

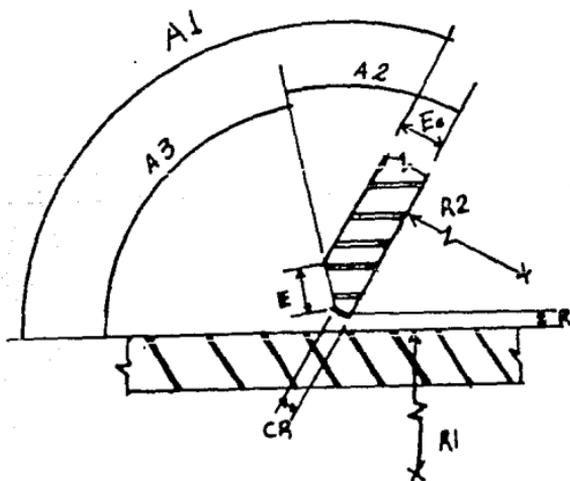
4.- Raíz. Es la distancia que debe existir entre la línea de corte de los tubos antes de ser soldados, para garantizar la penetración completa (R).

5.- Cara de raíz. Es la porción de espesor de la pared del tubo no afectada por el bisel (CR).

6.- Espesor de corte. Es el espesor de material que debe cortarse en un determinado lugar de la línea del bisel, no necesariamente es igual al espesor del tubo que se corta (E).

Ademas de los datos antes descritos necesitamos contar con los siguientes:

- Diámetro del tubo principal.
- Radio exterior del tubo principal.
- Diámetro del tubo secundario, exterior e interior.
- Angulo de unión. Angulo definido por la intersección de los ejes de simetría.



Las normas y requerimientos para los cortes característicos de la soldadura, se norman de acuerdo a lo estipulado en el A.W.S. (American Weld Society).

Una vez que se cuenta con los elementos antes descritos debe acudirse a las normas del A.W.S., para encontrar cual es el tipo de bisel requerido.

Hoy en día se cuenta con programa de computadora que nos ayudan a obtener de manera sencilla y rápida las plantillas de corte, pero en dado caso de no contar con este elemento puede procederse a obtenerla por el método tradicional gráfico (ver anexo).

Continuando con el ejemplo, se tienen los siguientes datos:

$$A.U. = 60$$

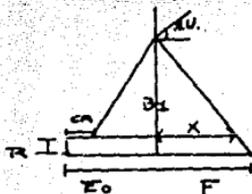
$$CR = 1/16''$$

$$R = 1/4''$$

$$E_o = 0.5$$

$$F = E_o/2$$

$$A1 = 90$$



$$A1 = (E_o - CR + x)h/2 = (0.5 - 1/16 + 0.1880)0.7580/2 = 0.2370 \text{ in}^2$$

$$A2 = ((E_o - CR + x) + (E_o + F))R/2$$

$$A2 = ((0.5 - 1/16 + 0.1880) + (0.5 + 0.25))(1/4)/2 = 0.1719 \text{ in}^2$$

$$A.T. = 0.4089 \text{ in}^2$$

$$l = 0.4220 \text{ in}$$

PARA TENER UN A.T. = 0.4089 in² ES NECESARIO UN ESPESOR DE $l = 0.4220 \text{ in}$, PARA LOGRAR ESTE ES NECESARIO UN ELECTRODO DE 5/64" Y CUATRO PASES DE SOLDADURA, EN UN TIEMPO DE 0.0048 h/in.

EL TIEMPO DE COLOCACION DEL VOLUMEN DE SOLDADURA ES:

VA * T pase * No. pases = TIEMPO DE COLOCACION.

VA = A.T. * L

L = LONGITUD DE LA PLANTILLA DE CORTE

Una vez obtenidos los tiempos de soldado, se procede a realizar las actividades pertinentes para llevar a cabo el proyecto.

A continuación se presentan los volúmenes de obra de una plataforma de perforación.

**PLATAFORMA DE PERFORACION DE 60 MTS. DE TIRANTE
SUPERESTRUCTURA**

ESTRUCTURA TUBULAR: (COLUMNAS Y ARROSTRAMIENTOS)	160 TON
ESTRUCTURA PERFILES (VIGAS, PLACA Y CANAL)	600 TON
REJILLA	1,100 M2
MADERA DE 3" DE ESPESOR	500 M2
PINTURA	9,220 M2
TUBERIAS DE PROCESO	110 TON
VALVULAS 3/4" A 24"	LTE
OBRA ELECTRICA	LTE

SUBESTRUCTURA

MARCOS 1,2,3 Y 4 (ESTRUCTURA TUBULAR)	220 TON
EJES A Y B (ESTRUCTURA TUBULAR)	150 TON
UNIONES CENTRALES ENTRE MARCOS (ESTRUCTURA TUBULAR)	315 TON
ACCESORIOS CAMISAS DE BOMBAS (ESTRUCTURA TUBULAR)	18 TON
GUIAS DE CONDUCTORES (PLACA ROLADA)	18 TON
CORREDERAS DE LANZAMIENTO (PLACA Y MADERA)	110 M2
LECHO MARINO	40 TON
DEFENSAS (ESTRUCTURA TUBULAR Y CAUCHO MARINO)	8 PZA
ATACADERO (ESTRUCTURA TUBULAR)	50 TON
TANQUES DE FLOTACION (ESTRUCTURA TUBULAR)	38 TON
ANODOS DE SACRIFICIO	170 PZA

**VALORES PARA OBTENER EL TIPO DE CORTE
DE UNA UNION DE DOS SECCIONES TUBULARES
EN FUNCION DEL ANGULO DIEDRO**

ANGULO DIEDRO							
GRADOS	30	60	75	90	135	150	180
0	43.5	26.00	20.50	27.50	19.00	13.50	34.50
5	42.92	25.83	20.42	27.33	19.05	13.75	34.00
10	42.33	25.67	20.33	27.20	19.17	14.00	33.50
15	41.75	25.50	20.25	27.00	19.25	14.25	33.00
20	41.17	25.33	20.16	26.80	19.32	14.50	32.50
25	40.58	25.17	20.08	26.70	19.42	14.75	32.00
30	40.00	25.00	20.00	26.50	19.50	15.00	31.50
35	38.67	24.50	19.91	26.41	20.00	15.67	30.75
40	37.33	24.00	19.80	26.33	20.50	16.33	30.00
45	36.00	23.50	19.75	26.25	21.00	17.00	29.25
50	34.67	23.00	19.67	26.17	21.50	17.67	28.50
55	33.33	22.50	19.60	26.08	22.00	18.33	27.75
60	32.00	22.00	19.50	26.00	22.50	19.00	27.00
65	30.33	21.41	18.81	25.90	23.00	20.25	26.75
70	28.67	20.83	18.33	25.80	23.67	21.50	26.50
75	27.00	20.25	17.75	25.75	24.25	22.75	26.25
80	25.33	19.67	17.17	25.67	24.80	24.00	26.00
85	23.67	19.00	16.58	25.58	25.42	25.25	25.75
90	22.00	18.50	16.00	25.50	26.00	26.50	25.50
95	20.80	18.04	15.91	25.58	27.00	28.00	25.75
100	19.67	17.50	15.83	25.67	28.20	29.67	26.00
105	18.50	17.13	15.75	25.75	29.25	31.25	26.25
110	17.33	16.67	15.67	25.80	30.33	32.80	26.50
115	16.20	16.20	15.58	25.90	31.42	34.40	26.75
120	15.00	15.75	15.50	26.00	32.50	36.00	27.00
125	14.20	15.50	15.58	26.08	33.20	37.33	27.75
130	13.33	15.30	15.67	26.17	33.80	38.67	28.50
135	12.50	15.13	15.75	26.25	34.50	40.00	29.25
140	11.67	14.90	15.83	26.33	35.20	41.33	30.00
145	10.83	14.70	15.91	26.41	35.80	42.67	30.75
150	10.00	14.50	16.00	26.50	36.50	44.00	31.45
155	9.67	14.50	15.91	26.70	36.92	44.60	32.00
160	9.33	14.50	15.83	26.80	37.33	45.20	32.50
165	9.00	14.50	15.75	27.00	37.75	45.75	33.00
170	8.67	14.50	15.67	27.20	38.20	46.33	33.50
175	8.33	14.50	15.58	27.33	38.60	46.91	34.00
180	8.00	14.50	15.50	27.50	39.00	47.50	34.50

PILOTES

ESTRUCTURA TUBULAR

2,075 TON

CONDUCTORES

ESTRUCTURA TUBULAR

756 TON

**A CONTINUACION SE PRESENTA EL
PROGRAMA DE OBRA.**

VALORES DE AREA, ESPESOR DE LA SOLDADURA (W.S.), NUMERO DE PASES, TIEMPO DE SOLDADO
EN FUNCION DEL ANGULO DIEDRO Y LOS ESPESORES DE LOS TUBOS UTILIZADOS
EN LA FABRICACION DE LA PLATAFORMA MARINA

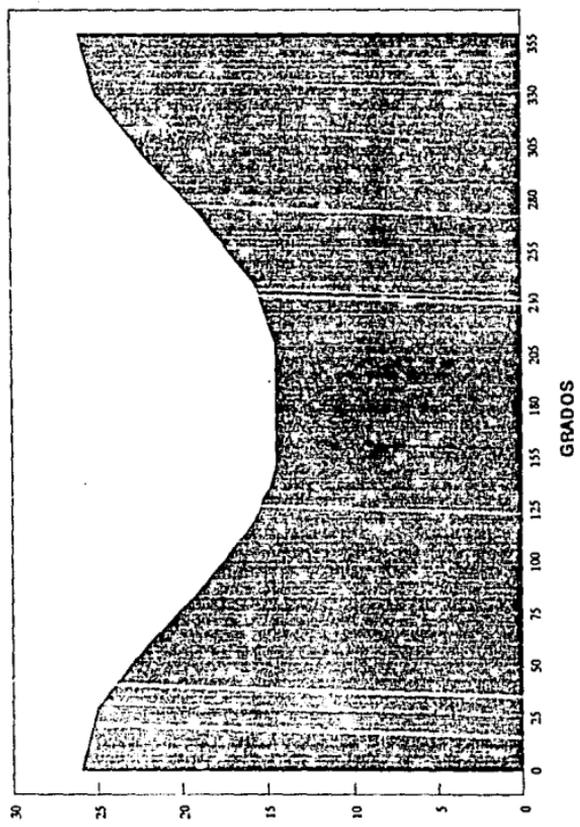
ANGULO DIEDRO	ESPESOR 0.5 *				ESPESOR 0.75 *				ESPESOR 1.25 *			
	AREA	W.S.	#PASES	t (h/in)	AREA	W.S.	#PASES	t (h/in)	AREA	W.S.	#PASES	t (h/in)
30	0.3194	0.4220	2	0.0024	0.5780	0.5392	5	0.0062	1.2930	0.7736	8	0.0071
35	0.3798	0.4868	2	0.0024	0.7031	0.6364	5	0.0062	1.6211	0.9338	8	0.0071
40	0.4384	0.5515	2	0.0024	0.8282	0.7335	6	0.0074	1.9491	1.0974	8	0.0071
45	0.4111	0.5526	2	0.0024	0.7807	0.7396	6	0.0074	1.8482	1.1136	8	0.0071
50	0.3837	0.5537	3	0.0036	0.7332	0.7458	6	0.0074	1.7473	1.1298	8	0.0071
55	0.3564	0.5548	3	0.0036	0.6857	0.7719	6	0.0074	1.6464	1.1460	8	0.0071
60	0.3290	0.5560	3	0.0036	0.6381	0.7581	6	0.0074	1.5455	1.1623	8	0.0071
65	0.3017	0.5571	3	0.0036	0.5906	0.7642	6	0.0074	1.4446	1.1785	8	0.0071
70	0.2743	0.5582	3	0.0036	0.5431	0.7404	6	0.0074	1.3437	1.1947	8	0.0071
75	0.2470	0.5593	3	0.0036	0.4956	0.7765	6	0.0074	1.2428	1.2109	8	0.0071
80	0.3010	0.7088	3	0.0036	0.6168	0.9979	8	0.0099	1.5775	1.5762	8	0.0071
85	0.3549	0.8583	3	0.0036	0.7380	1.2194	8	0.0099	1.9121	1.9415	8	0.0071
90	0.4089	1.0078	4	0.0048	0.8592	1.4408	8	0.0099	2.2468	2.3068	8	0.0071
95	0.3810	0.9421	4	0.0048	0.8005	1.3466	8	0.0099	2.0918	2.1556	8	0.0071
100	0.3532	0.8763	4	0.0048	0.7418	1.2524	8	0.0099	1.9367	2.0045	8	0.0071
105	0.3253	0.8106	3	0.0036	0.6831	1.1581	8	0.0099	1.7817	1.8533	8	0.0071
110	0.2974	0.7448	3	0.0036	0.6244	1.0639	8	0.0099	1.6267	1.7022	8	0.0071
115	0.2696	0.6791	3	0.0036	0.5658	0.9697	8	0.0099	1.4716	1.5510	8	0.0071
120	0.2417	0.6133	3	0.0036	0.5071	0.8755	7	0.0086	1.3166	1.3999	8	0.0071
125	0.2138	0.5476	3	0.0036	0.4488	0.7812	7	0.0086	1.1616	1.2487	8	0.0071
130	0.1860	0.4818	2	0.0024	0.3997	0.6870	6	0.0074	1.0065	1.0967	8	0.0071
135	0.1581	0.4161	2	0.0024	0.3310	0.5928	5	0.0062	0.8515	0.9464	8	0.0071
140	0.1740	0.4299	2	0.0024	0.3626	0.6117	5	0.0062	0.9316	0.9747	8	0.0071
145	0.1898	0.4438	2	0.0024	0.3942	0.6306	5	0.0062	1.0117	1.0030	8	0.0071
150	0.2057	0.4573	2	0.0024	0.4257	0.6495	6	0.0074	1.0918	1.0314	8	0.0071
155	0.2215	0.4714	2	0.0024	0.4573	0.6684	6	0.0074	1.1719	1.0597	8	0.0071
160	0.2374	0.4853	2	0.0024	0.4889	0.6873	6	0.0074	1.2519	1.0880	8	0.0071
165	0.2532	0.4991	2	0.0024	0.5205	0.7062	6	0.0074	1.3320	1.1163	8	0.0071
170	0.2691	0.5129	3	0.0036	0.5520	0.7251	6	0.0074	1.4121	1.1447	8	0.0071
175	0.2894	0.5268	3	0.0036	0.5836	0.7440	6	0.0074	1.4922	1.1730	8	0.0071
180	0.3008	0.5406	3	0.0036	0.6152	0.7629	7	0.0086	1.5723	1.2013	8	0.0071

ANEXO

**LONGITUDES DE CURVA
PARA LOS DIAMETROS UTILIZADOS
EN LA FABRICACION DE LA PLATAFORMA MARINA**

DIAMETRO	PSI	LONGITUD	DIAMETRO	PSI	LONGITUD
15 14 x 0.5	30	53.14	26 24 x 1.0	30	92.12
	60	51.84		60	89.85
	75	48.69		75	84.39
	90	47.93		90	83.08
	135	48.64		135	84.32
	150	52.10		150	90.31
17 16 x 0.5	180	52.61	26.5 24 x 1.25	180	91.20
	30	60.23		30	93.89
	60	58.75		60	91.58
	75	55.18		75	86.02
	90	54.32		90	84.68
	135	55.13		135	85.94
19 18 x 0.5	150	59.05	31.5 30 x 0.75	150	92.05
	180	59.63		180	92.95
	30	67.32		30	111.60
	60	65.66		60	108.86
	75	61.67		75	102.25
	90	60.71		90	100.65
21 20 x 0.5	135	61.62	32 30 x 1.0	135	102.15
	150	66.00		150	109.42
	180	66.65		180	110.49
	30	74.40		30	113.37
	60	72.57		60	110.59
	75	68.16		75	103.87
23 22 x 0.5	90	67.10	37.5 36 x 0.75	90	102.25
	135	68.10		135	103.77
	150	72.94		150	111.15
	180	73.66		180	112.24
	30	81.49		30	132.86
	60	79.49		60	129.60
25 24 x 0.5	75	74.66	54 52 1/2 x 0.75	75	121.72
	90	73.49		90	119.82
	135	74.59		135	121.61
	150	79.89		150	130.26
	180	80.68		180	131.54
	30	88.57		30	191.32
25 24 x 0.5	60	86.40	54 52 1/2 x 0.75	60	186.62
	75	81.15		75	175.28
	90	79.88		90	172.55
	135	81.07		135	175.12
	150	86.84		150	187.57
	180	87.69		180	189.41

**PLANTILLA DE CORTE DE LA UNION DE DOS
TUBOS CON ANGULO 60**



VALORES CORRESPONDIENTES A LA PLANTILLA

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

CAPITULO VI. CONCLUSIONES.

La fabricación de plataformas marinas para trabajos fuera de costa, en un principio fue una ingeniería innovadora, pero a raíz de que cada día hay que buscar nuevos yacimientos de hidrocarburos, se ha convertido en una necesidad, de ahí que en las últimas décadas, se ha desarrollado en gran medida, buscando nuevas alternativas en el diseño y construcción de plataformas en un menor tiempo y a un menor costo.

El desarrollo de esta ingeniería ha permitido que países como Inglaterra y Noruega, que en un principio eran importadores de hidrocarburos, hoy en día son exportadores, no solo de hidrocarburos, si no de tecnología en lo referente a este concepto.

México ha tenido un gran desarrollo en explotaciones fuera de costa, pero aun no es autosuficiente en esta materia y depende en gran medida de diseños y tecnología extranjera para la fabricación de plataformas marinas.

Debe verse la posibilidad de que las plataformas puedan volverse a utilizar en la explotación de otros mantos, ya que su vida útil es durante los trabajos que se llevan a cabo durante la explotación del manto y después son abandonadas.

Otra posibilidad es que se utilice nuevamente la superestructura, no nos referimos al equipo con que cuenta ésta, si no a la estructura, siempre y cuando se haga un estudio económico comparando el costo de fabricación de la estructura contra el costo de habilitado de la estructura ya construida para instalarse en otra plataforma.

Un punto muy importante que se ha tratado a lo largo de este trabajo es el aseguramiento de calidad.

Hacemos hincapié en este concepto ya que manejado adecuadamente se puede conseguir que los trabajos realizados en cualquier área de la ingeniería, se lleven a cabo con mayor rapidez y a un menor costo, lo que se traduce en competitividad tanto con trabajos realizados por empresas nacionales como extranjeras.

En la fabricación de plataformas marinas metálicas, el aseguramiento de calidad pone suma atención en el proceso de soldadura, ya que de la soldadura depende en gran medida el buen funcionamiento de la estructura.

El aseguramiento de calidad también debe manejarse en todas las actividades que intervienen en la fabricación, embarque, transporte, instalación en el mar, etc.; ya que un

error en cualquiera de estas actividades puede ocasionar el mal funcionamiento de la estructura.

Se eligió presentar únicamente el programa de obra de la fabricación de la subestructura, ya que esta representa la mayor complicación, así mismo el mayor tiempo de ejecución, no queremos decir con esto que los otros elementos son menos importantes, todos los elementos forman parte de la estructura y si uno falta la plataforma no esta terminada.

El programa de obra aquí presentado no es la única opción, las actividades pueden realizarse con otro seguimiento, por ejemplo el armado y montaje de los elementos de los entresijos y contraventeos entre marcos, puede realizarse a nivel de el piso y posteriormente se montan en su posición final, lo cual representaría una reducción de tiempos importante y probablemente un aumento en el costo, esto dependerá primordialmente de la infraestructura con la que se cuente.

BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Mc Clellan, Reiffel.
Planning and design of fixed offshore platforms.
Van Nostrand Reinhold Company.
Nueva York 1985.
- 2.- Stewart Hall R.
Drilling and producing offshore.
Penn Well Publishing Company.
E.E.U.U. 1983
- 3.- Hsu Teng H.
Applied offshore structural engineering.
Gulf Publishing Company.
1984
- 4.- De la Mare R.F.
Advances in offshore oil & gas pipeline technology.
Gulf Publishing Company.
Houston, Texas. 1985
- 5.- Graff W.J.
Introduction to offshore structures.
Gulf Publishing Company.
Houston, Texas. 1981
- 6.- Principles of industrial welding.
The James F. Lincoln Arc Welding Foundation.
Cleveland, Ohio. 1978
- 7.- Structural welding code. 1990
American Welding Society.
- 8.- Engineering for steel construction.
American Institute of Steel Construction Inc.
Chicago, Illinois 1984
- 9.- Dickanson A.
Sheet metal drawing and pattern development.
Fitman Publishing Limited.
1978
- 10.- Page John S.
Cost estimating manual for pipelines and marine
structures.
Gulf Publishing Company.
1977
- 11.- Guillemont J.
Geología del petróleo.
Paraninfo.
Madrid 1982

- 12.- Manual de aseguramiento de calidad.
Fabricaciones Industriales Marítimas S.A.
- 13.- Manual de supervisores para la fabricación de
plataformas marinas.
Petróleos Mexicanos.
- 14.- Apuntes: Fabricación de uniones tubulares de para
plataformas marinas.
Saez de Ocaris A. Victor.

TESIS.

- 15.- Dovalí Ramos Francisco Manuel
Diseño funcional de una cortadora de tubos.
México D.F. 1980
- 16.- Ibarrola Santoyo Eduardo
La explotación petrolera marina desde plataformas de
acero fijas y autosuficientes.
México D.F. 1982.