

25
2ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

**MANUAL DE INSPECCION EN
PLATAFORMAS MARINAS DE ACERO**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A
RAFAEL BOLAÑOS HERNANDEZ

MEXICO, D.F.

1987



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis 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.

I N D I C E

CAPITULO 1.0.- INTRODUCCION

CAPITULO 2.0.- OBJETIVOS

- 2.1.- Integridad de las estructuras
- 2.2.- Minimización de costos globales
- 2.3.- Planeación de las operaciones de Inspección
- 2.4.- Retroalimentación de información

CAPITULO 3.0.- ESTRATEGIAS

- 3.1.- Programas de inspección
- 3.2.- Resumen del diseño, fabricación e instalación
- 3.3.- Selección de áreas significantes
- 3.4.- Frecuencia de inspección
- 3.5.- Reportes y registros
- 3.6.- Implementación

CAPITULO 4.0.- REQUERIMIENTOS

- 4.1.- Personal
- 4.2.- Equipo

CAPITULO 5.0.- RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA

- 5.1.- Documentación previa

CAPITULO 6.0.- EJEMPLO: INSPECCION DE LA LINEA AKAL "C" - ENLACE/AKAL "I"

- 6.1.- Desarrollo de la Inspección
- 6.2.- Conclusiones

I N T R O D U C C I O N

Nuestro país, con el desarrollo que está experimentando en todas sus áreas - de infraestructura hace que sus necesidades técnicas sean cada vez mayores y que se requiere de un esfuerzo que dé la solución más adecuada.

Dentro de toda esa gama de necesidades encontramos tal vez la más fuerte y - que es la expansión petrolera que actualmente se está llevando a cabo. El incremento de la demanda mundial de petróleo y sus derivados en los últimos 45 años, ha ocasionado que el hombre haya buscado la forma de desarrollar técnicas y procedimientos que le permitan el acceso a las zonas cuya potencialidad productiva es muy grande y cuya localización no está en tierra firme, como es el caso de la zonda de Campeche y de cuyo suelo se explota el 75% del petróleo nacional. Los volúmenes de petróleo y gas natural que pueden ser extraídos de los yacimientos bajo el mar constituyen grandes reservas, razón que por sí sola explica el gran desarrollo de las técnicas y los medios de exploración y explotación marina.

Uno de los medios para perforar, explorar y explotar dichos mantos petrolíferos lo constituyen las estructuras para plataformas marinas.

La seguridad y confiabilidad de instalaciones en el mar depende de una combinación de factores, tales como fenómenos ambientales, resistencia y respuesta estructural de la instalación, capacidad de operación del personal, eficiencia y calidad de los equipos instalados, etc. En general, es aceptado que ciertos riesgos están íntimamente relacionados con las estructuras instaladas en ambientes marinos, aunque estos riesgos nunca podrán ser eliminados completamente, si es posible reducirlos mediante programas de inspección y mantenimiento.

Estos programas deberán proporcionar las guías para controlar las condiciones físicas de las instalaciones marinas, que ayuden a prevenir daños y deterioros prematuros de las mismas y que satisfagan los criterios de diseño establecidos.

La confiabilidad de la estructura ante cualquier evento durante su funcionamiento, deberá asegurarse sobre cualquier programa de producción establecido con la finalidad de garantizar un adecuado comportamiento de la estructura, evitando así accidentes tales como pérdida de vidas humanas, contaminación ambiental, daños estructurales costosos, etc.

El cumplimiento de los programas de inspección y mantenimiento garantizará - que durante la vida útil de las instalaciones, éstas se mantengan dentro del nivel de diseño, reduciendo por consiguiente los riesgos de paros de producción y sus correspondientes consecuencias indeseables.

Asimismo, si se requiere la certificación de garantía de calidad de la estructura por un período dado de vida útil, es requisito fundamental por las compañías que otorgan estos certificados, conocer los datos de la condición de la estructura en servicio en su fase inicial y por períodos anuales. Comúnmente estos certificados tienen validez por cinco años condicionados a - que se tenga un programa racional de inspección y mantenimiento que opere durante este período, y que asegure la integridad de la estructura.

Cabe mencionar que para la realización del presente se consultó al 100% bibliografía del INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO (I.M.P.), bibliografía de di fcil acceso ya que no se cuenta con publicaciones y solo se maneja internamente entre los interesados.

CAPITULO 2

OBJETIVOS

2.1 Integridad de las estructuras.

Un nivel de confiabilidad aceptable en la integridad de una estructura durante operación normal, puede lograrse mediante la planeación y ejecución de inspecciones de cada instalación en particular. Esto con el fin de obtener los registros actualizados de las condiciones estructurales que proporcionen suficiente información para evaluar:

- a) La integridad a corto plazo, definiendo la necesidad de alguna acción correctiva requerida para mantener la integridad y la operación normal de la instalación hasta la próxima inspección programada.
- b) La mejor forma de realizar las acciones correctivas, siempre y cuando sea necesario llevarlas a cabo.
- c) La integridad a largo plazo, con objeto de determinar si existe o no deterioro y su grado de importancia, así como la presencia de defectos incipientes que al propagarse puedan reducir la vida de servicio de las instalaciones.

La ejecución del programa global de inspección y mantenimiento es fundamental para asegurar la integridad a corto y largo plazo de las instalaciones.

2.2 Minimización de Costos Globales.

El programa de inspección de las estructuras deberá ser diseñado en tal forma que evite la ejecución de trabajos innecesarios en el campo, así como problemas logísticos de recursos que en un momento dado pueden incidir en la suspensión parcial o total de las actividades, arrojando como consecuencia costos excesivos. Considerando que el costo correspondiente a la planeación de la inspección, es significativamente inferior al costo de su ejecución. El manual aquí presentado proporciona como una parte fundamental de sus objetivos, una forma detallada de secuencia lógica de ejecución de estas actividades, así como una propuesta para el mejor manejo de los recursos, enfocado todo a minimizar los costos de la ejecución, sin sacrificar bajo ningún concepto la integridad de la estructura que debe prevalecer como objeto principal.

2.3 Planeación de las Operaciones de Inspección.

La planeación de las operaciones de inspección en instalaciones marinas, está regulada fundamentalmente por el análisis de las condiciones de cada estructura desde el punto de vista del diseño, fabricación e instalación y en el número de estructuras a ser inspeccionadas en cada ciclo de inspección.

Esta planeación deberá ser realizada por un grupo de ingenieros con experiencia tal, que les permita examinar las características del diseño, evaluar los cambios y modificaciones, tanto en la estructura como en las cargas a las cuales está expuesta, revisar e interpretar certificados y reportes de fabricación e instalación, registros de inspección --

o de reparación de programas anteriores, así como cualquier otra clase de registro disponible de comportamiento estructural tales como, asentamientos diferenciales, inclinaciones, distorsiones, etc. Dentro del análisis de las condiciones de cada estructura, se deberá tener en cuenta la naturaleza del deterioro al que está sometida la instalación en un ambiente marino, así como las áreas o regiones de la estructura en las cuales este deterioro es más evidente. Se deberá dar una atención especial: a los elementos o miembros que estén sujetos a cargas cíclicas severas; áreas en donde la probabilidad de daño sea elevada; regiones donde los defectos o deterioros estén más propensos a ocurrir; y en las reparaciones realizadas durante la fabricación o instalación de la estructura.

Solamente después de que se ha definido la localización de áreas significantes y el número de instalaciones a inspeccionar, se deberán preparar los programas de inspección los cuáles deberán tener en cuenta los recursos requeridos para efectuar el trabajo, los períodos estacionales en los cuáles serán desarrollados y las limitaciones de los métodos y procedimientos propuestos para su ejecución.

2.4 Retroalimentación de Información.

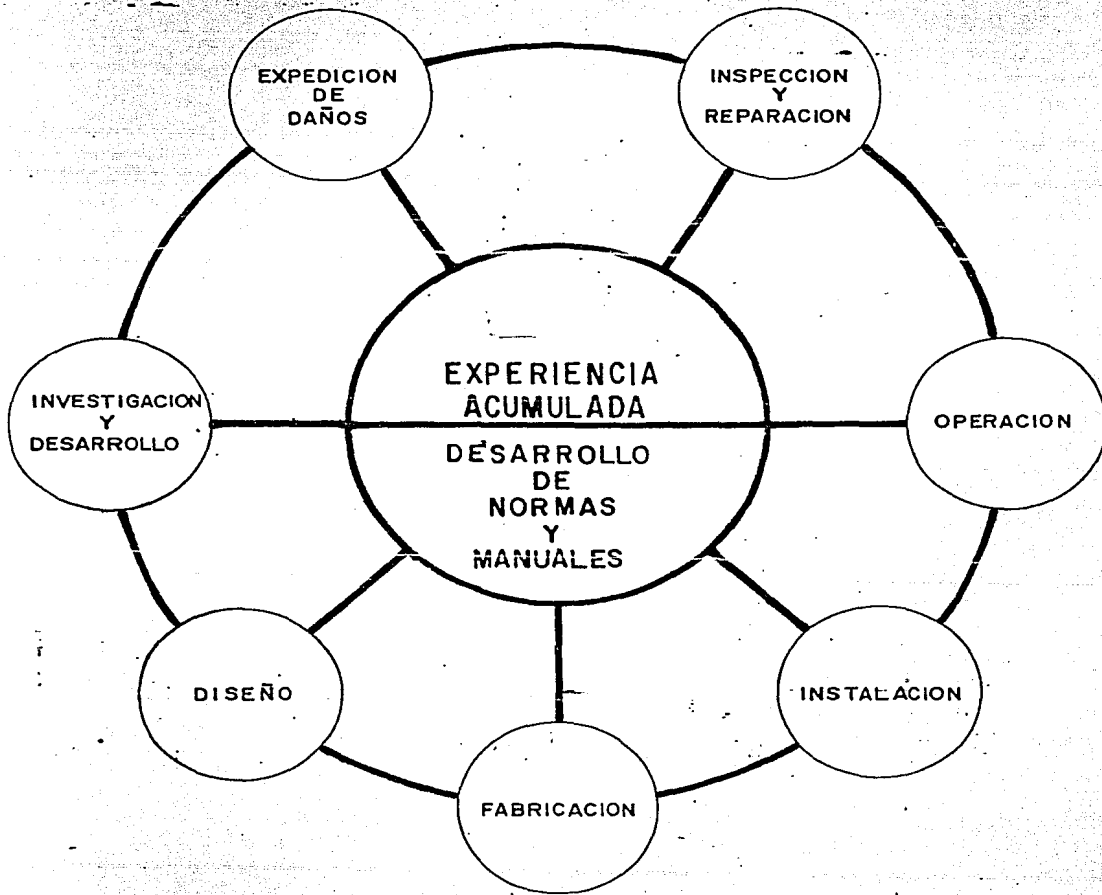
La experiencia en instalaciones marinas a nivel nacional es limitada debido al tiempo relativamente corto, durante el cual se ha desarrollado las instalaciones de explotación de hidrocarburos en la Sonda de Campeche.

Ahora bien, hablar de códigos de diseño o especificaciones de fabricación e instalación de estructuras en el mar, es hablar de guías basadas en una tecnología reciente que todavía se encuentra en una etapa de desarrollo. Por ésta razón aún en algunos países que cuentan con instalaciones petroleras en el mar desde hace varias décadas, no se tiene información confiable. Además las condiciones ambientales en el mar son tan variables, que las guías de diseño desarrolladas deben de adaptarse y complementarse a las condiciones locales. La complementación puede realizarse a través de especificaciones, procedimientos y normas para la zona dada.

Por lo que se ve, existe la necesidad de desarrollar un sistema capaz de registrar la historia completa de cualquier instalación marina, para que la experiencia obtenida durante las actividades de inspección pueda aprovecharse mediante la retroalimentación, para el mejoramiento de los parámetros involucrados en las fases de diseño, fabricación e instalación de nuevas instalaciones.

Así se podrá prevenir, desde las fases iniciales los problemas y daños identificados durante la operación de otras estructuras, lográndose además reducciones en los costos de operación y mantenimiento.

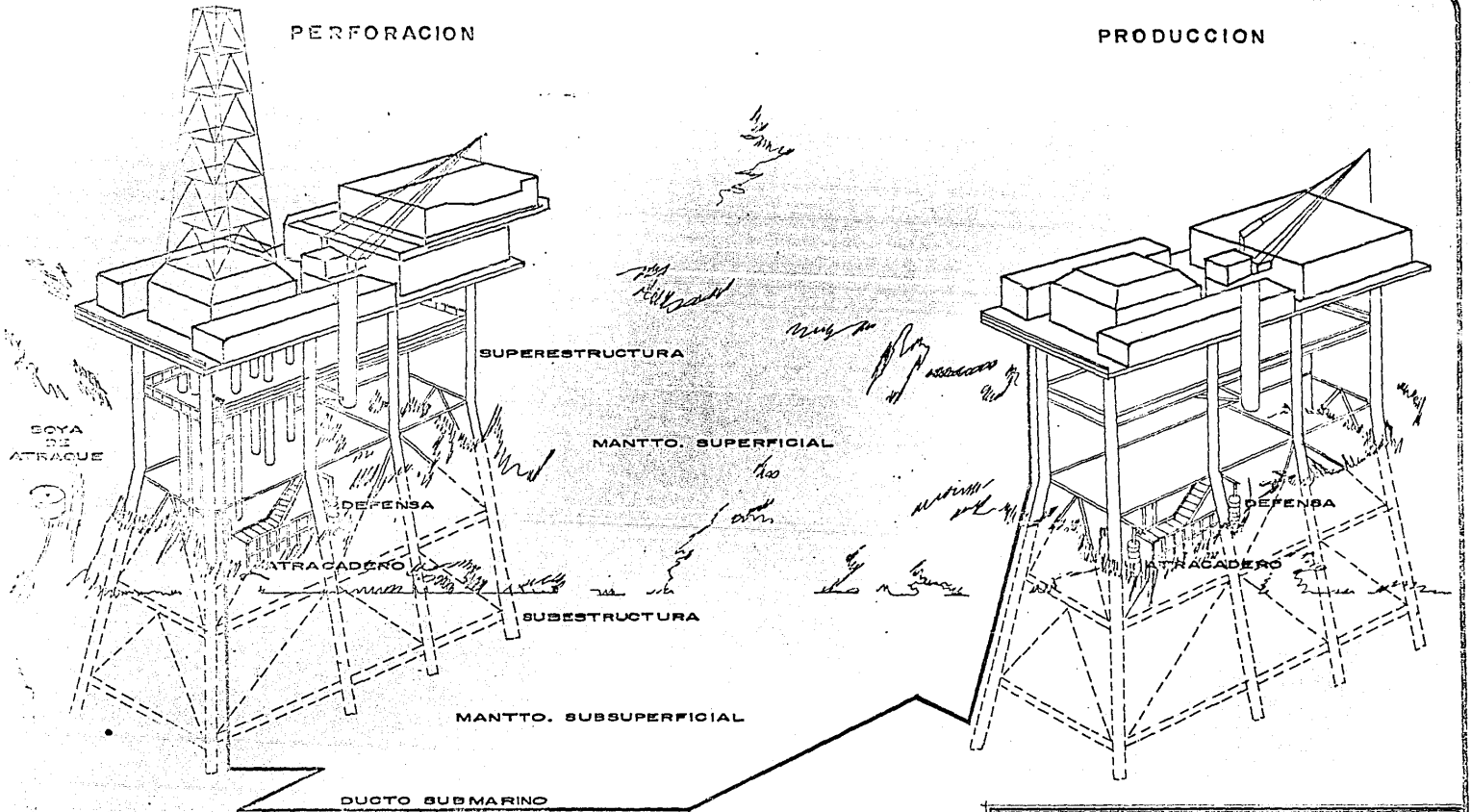
A la secuencia de actividades definida por éste sistema se le denominará "Círculo de Retroalimentación". Indicado conceptualmente en la figura 1.



**SISTEMA DE RETROALIMENTACION PARA EL
DISEÑO Y FABRICACION**

PERFORACION

PRODUCCION



ISOMETRICO DE UNA PLATAFORMA
INCLUYENDO DUCTOS

U.N.A.M.	
FAC. INGENIERIA	FIG.
RAFAEL BOLANOS HERNANDEZ	

CAPITULO 3

ESTRATEGIA

3.1 Programas de Inspección.

Los objetivos expuestos en el capítulo 2, serán alcanzados mediante la planeación, ejecución y evaluación de los programas de inspección y mantenimiento.

Estos programas dependerán de la frecuencia de inspección requerida para cada instalación y se clasificarán como se indica en el inciso 3.4 - de este capítulo. Se deberá elaborar un programa específico para cada una de las instalaciones. Dentro de los programas de inspección se considerarán dos tipos generales de inspección.

- I.- Inspección general de la estructura.
- II.- Inspección de áreas seleccionadas.

Los cuáles a su vez podrían manejar tres niveles de inspección.

- 1.- Inspección visual general
- 2.- Inspección visual detallada
- 3.- Inspección empleando pruebas no destructivas.

3.1.1 Tipos de Inspección.

a) Inspección general de la estructura. (TIPO I)

El objetivo de la inspección general de la estructura es la de identificar daños evidentes que no hayan sido previamente registrados o evaluados, o bien se hayan producido durante su instalación.

La inspección se realizará en forma visual, (nivel 1 de inspección) con buzos inspectores o mediante el empleo adecuado de vehículos a control remoto, debiéndose procurar que estos sean calificados.

En caso de encontrar daños en áreas que no estén definidas como significantes dentro de los programas de inspección, se podrá proceder a realizar los niveles de inspección 2 y/o 3.

b) Inspección de áreas seleccionadas (TIPO II)

El objetivo de la inspección de áreas seleccionadas es controlar -- las áreas, partes o secciones con alto grado de significancia (ver inciso 3.3).

Para la inspección de áreas seleccionadas se podrá ignorar la inspección visual nivel I (si se considere pertinente) y se procederá directamente con la inspección visual detallada (nivel 2). Dependiendo de los resultados de la inspección, el inspector deberá realizar o pedir que se efectúe una inspección con pruebas no destructivas (nivel 3), o bien algún tipo de medición especial.

3.1.2 Niveles de Inspección.

a) Inspección visual general (nivel 1).

La inspección se realiza en forma visual, para descubrir daños obvios, en este caso no se requiere de limpieza previa ni mediciones especiales.

b) Inspección visual detallada (nivel 2).

Inspección visual para áreas dañadas o con alto grado de significancia, requiere limpieza exhaustiva en el área o sección a ser inspeccionada.

c) Inspección empleando pruebas no destructivas (nivel 3).

Inspección realizada para detectar daños que no son visibles o bien que se requieren cuantificar, requiere limpieza exhaustiva en el área o sección a ser inspeccionada.

3.2 Resumen del Diseño, Fabricación e Instalación (DFI).

El resumen (DFI) proporciona la historia de una estructura determinada en cada una de las fases indicadas y deberá contener: la descripción general de la estructura; ductos escendentes y todos los accesorios; los parámetros y especificaciones considerados durante el diseño; criterios de fabricación e instalación; descripción de materiales y protección anticorrosiva; cotas dimensionales; dibujos de detalles relevantes e identificación de juntas soldadas o bridadas; análisis de esfuerzos bajo diferentes combinaciones de carga; certificados y reportes de aceptación en las fases de fabricación e instalación; etc. Todo lo anterior es con el fin de determinar las áreas significantes que se describen en el inciso 3.3.

3.2.1 Registros de las Condiciones de la Estructura (RCE).

Los (RCE) dan el resumen de las áreas significantes considerando las inspecciones previas de las estructuras en servicio, realizadas en programas de inspección anteriores o bien, realizadas posteriormente a que se hayan presentado en la estructura acontecimientos imprevistos como: golpes de embarcaciones, golpes de anclas a las tuberías submarinas, huracanes, etc.

EL (RCE) deberá ser actualizado después de cada inspección, de tal forma que muestre el estado último de la estructura correspondiente y los posibles cambios de áreas significantes debido a la evolución de daños menores, o a la aparición de daños por acontecimientos imprevistos encontrados durante dichas inspecciones.

3.3 Selección de Areas Significantes.

Basándose en el resumen básico de cada estructura, se realizará una evaluación para identificar las áreas significantes, consideradas como más críticas o con mayor probabilidad de presentar falla o daño y donde sus consecuencias son significativas para la estructura. Todas las áreas significantes se deberán evaluar y tabular en orden de importancia, una vez evaluadas se determinará el tipo y nivel de inspección requerida. Además, deberán ser incluidas dentro de los programas de inspección de la estructura. Considerando una selección de ellas para los diferentes programas de inspección anual y que la totalidad de ellas deberán ser inspeccionadas al término del programa de inspección a largo plazo (cinco años).

FACTORES EVALUADOS PARA LA SELECCION DE AREAS SIGNIFICANTES

- AREAS SUSCEPTIBLES DE AGRIETAMIENTO POR...
CONCENTRACION DE ESFUERZOS.
- MIEMBROS EN COMPRESION SUSCEPTIBLE DE PAN-
DEO.
- PROTECCION ANTICORROSIVA.
- SOPORTE DE ESTRUCTURAS SECUNDARIAS.
- AREAS REPARADAS.
- CIMENTACION.
- AREA DE DAÑOS MECANICOS.
- AREAS EXPUESTAS A CORROSION INTERNA.
- AREAS EXPUESTAS A CORROSION EXTERNA.

U.N.A.M.

FAC. INGENIERIA

RAFAEL BOLANOS HERNANDEZ

FIG. 2

La selección de las áreas significantes está basada en la probabilidad de ocurrencia de daño y en las consecuencias que ocasionaría en caso de suceder. Aunque ésta evaluación es cualitativa deberá ponerse cuidado en la selección de las áreas, procurando definir claramente los conceptos mencionados.

3.3.1 Probabilidad de Daño.

La probabilidad de ocurrencia de daño depende de la frecuencia de recurrencia del evento considerado y de la localización del área en estudio. Esto quiere decir, que no todas las áreas de la estructura están expuestas a los mismos riesgos, ya que dependiendo de su localización y del evento considerado (corrosión, daño mecánico, agrietamiento, etc.) tendrán diferentes probabilidades de daños.

Es difícil evaluar ésta probabilidad en forma exacta, pero puede hacerse satisfactoriamente mediante la siguiente clasificación cualitativa:

- a) Baja, cuando la frecuencia del daño es mínima.
- b) Media, cuando las áreas están relativamente protegidas.
- c) Alta, áreas expuestas a sufrir daños con frecuencia.

Para determinar la probabilidad de daño ocurridos durante la operación de la estructura se evaluarán los siguientes factores:

- a) Areas sujetes a concentración de esfuerzos susceptibles a agrietamiento, tomando en cuenta:
 - Rango de esfuerzos cíclicos
 - Nivel de esfuerzos estáticos
 - Tolerancia de grietas bajo la acción de cargas estáticas.
 - Cálculo de vida y fatiga
 - Velocidad de crecimiento de grietas
 - Control de calidad en la fabricación, defectos iniciales.
 - Calidad de los materiales
 - Protección anticorrosiva
 - Localización de la estructura
- b) Miembros esbeltos en compresión susceptibles a pandeo, considerando:
 - Relación de interacción (Relación entre esfuerzos actuales y permisibles).
 - Localización en la estructura
 - Crecimiento marino permisible
- c) Protección anticorrosiva, teniendo en cuenta:
 - Localización y fijación de ánodos.
 - Consideraciones de diseño para duración de ánodos
 - Recubrimiento anticorrosivo en patio y en campo.
 - Corrosión permisible.

- d) Soportes de estructuras secundarias, considerando:
 - Métodos de fijación
 - Transferencia de cargas
- e) Cimentación considerando.
 - Capacidad de diseño del pilote
 - Reporte de instalación
 - Socavación permisible
 - Reporte de mecánica de suelos
 - Comprobación de reportes
- f) Areas propensas a corrosión externa.
 - Durabilidad de la protección anticorrosiva
 - Evaluación de la reducción en la resistencia
- g) Areas propensas a corrosión interna.
 - Medidas preventivas tomadas
 - Corrosión permisible
 - Evaluación de la reducción de la resistencia
- h) Tendido y estabilidad de tuberías submarinas
 - Longitud permisible de espacios libres
 - Estabilidad de la tubería
- i) Areas sujetas a daños mecánicos, teniendo en cuenta:
 - Resistencia remanente
 - Protección contra la corrosión

3.3.2 CONSECUENCIA DEL DAÑO.

La evaluación de las consecuencias ocasionadas por un daño son también fundamentales para definir las áreas significantes. En éste caso el tiempo en que evoluciona el daño y la localización del área -- forman el criterio de selección. La localización del área es importante, ya que no en todas las áreas la consecuencia de un mismo daño será la misma.

Esta evaluación también es cualitativa de acuerdo a la siguiente clasificación:

- a) Baja, cuando el daño no afecta la integridad de la estructura.
- b) Media, cuando el daño no afecta la integridad de la estructura en un lapso corto de tiempo, sin embargo, dependiendo de la evolución del daño podría llegar a afectarla a largo plazo.
- c) Grave, cuando pone en peligro la integridad de la estructura.

Para evaluar los daños se tendrán en cuenta los siguientes factores:

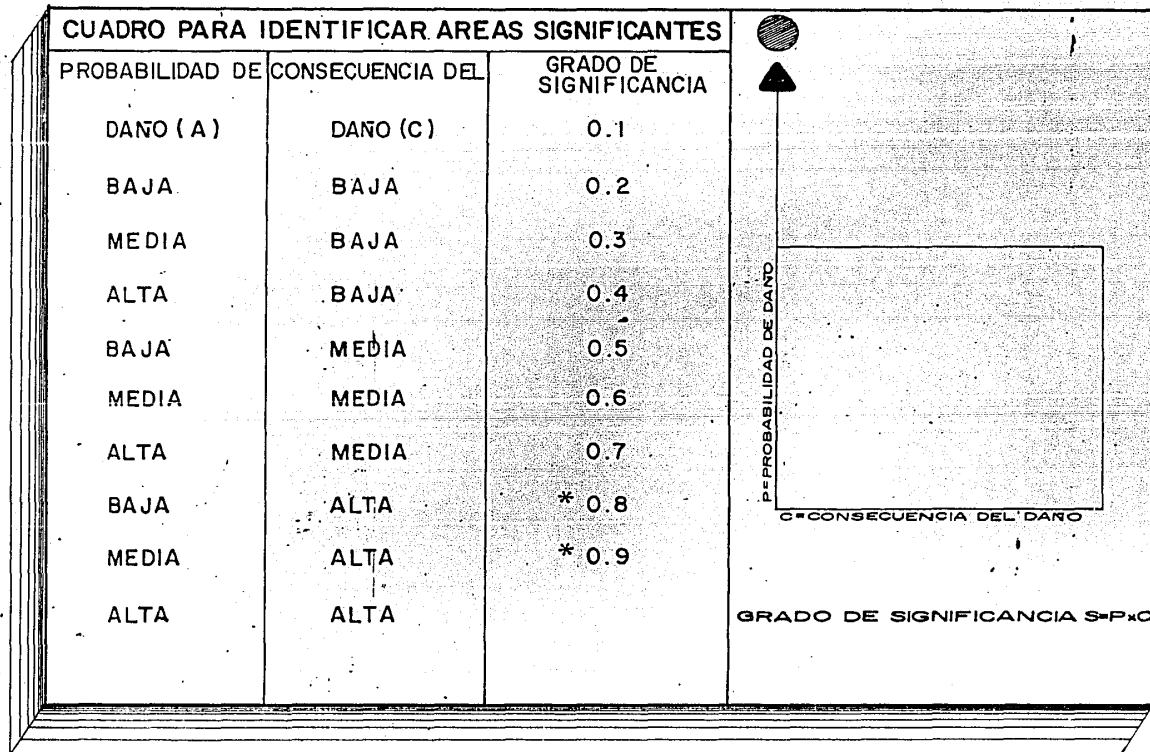
- Redundancia estructural en caso de falla
- Costos de reparación o reemplazamiento
- Riesgo de baja en la producción
- Riesgo de lesiones o pérdidas de vidas
- Riesgo de daños al medio ambiente

3.3.3 Grado de significancia.

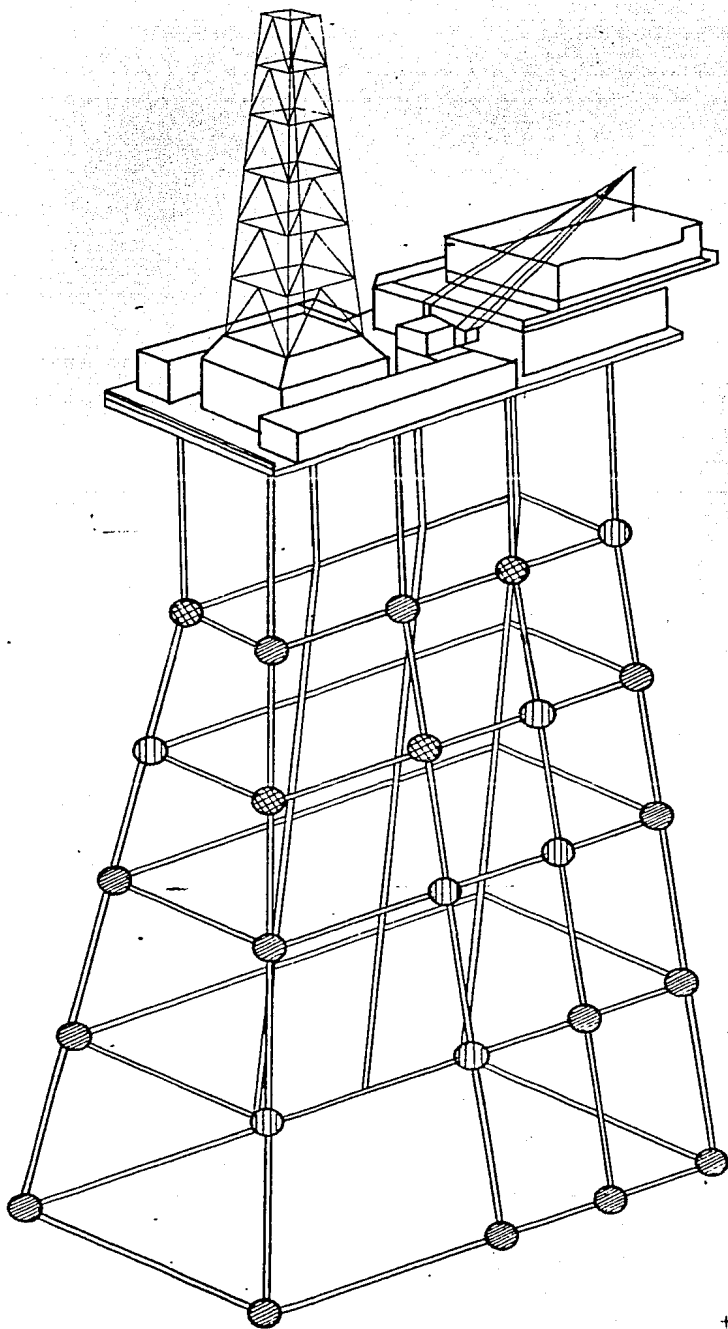
Una vez que se han evaluado los factores anteriores, se combinan para obtener el grado de significancia de las áreas en consideración, el cual es un índice cualitativo que define la importancia de la inspección en esa área. Se le asigna un rango de valores de 0.1 a 0.9 como se indica en la siguiente tabla:

<u>PROBABILIDAD</u> <u>DE DAÑO</u>	<u>CONSECUENCIA</u> <u>DEL DAÑO</u>	<u>GRADO DE</u> <u>SIGNIFICANCIA</u>
Baja	Baja	0.1
Media	Baja	0.2
Alta	Baja	0.3
Baja	Media	0.4
Media	Media	0.5
Alta	Media	0.6
Baja	Grave	0.7
Media	Grave	0.8
Alta	Grave	0.9

En las áreas en donde se tenga un grado de significancia igual o mayor a 0.6 se programará un nivel 2 de inspección como mínimo. Sin embargo es importante hacer notar que aún cuando existan áreas con grado de significancia igual o mayor a 0.6 éstas pueden tener calidad de fabricación adecuada, y se le podría asignar un nivel de inspección menor; (figuras 3, 4 y 5).



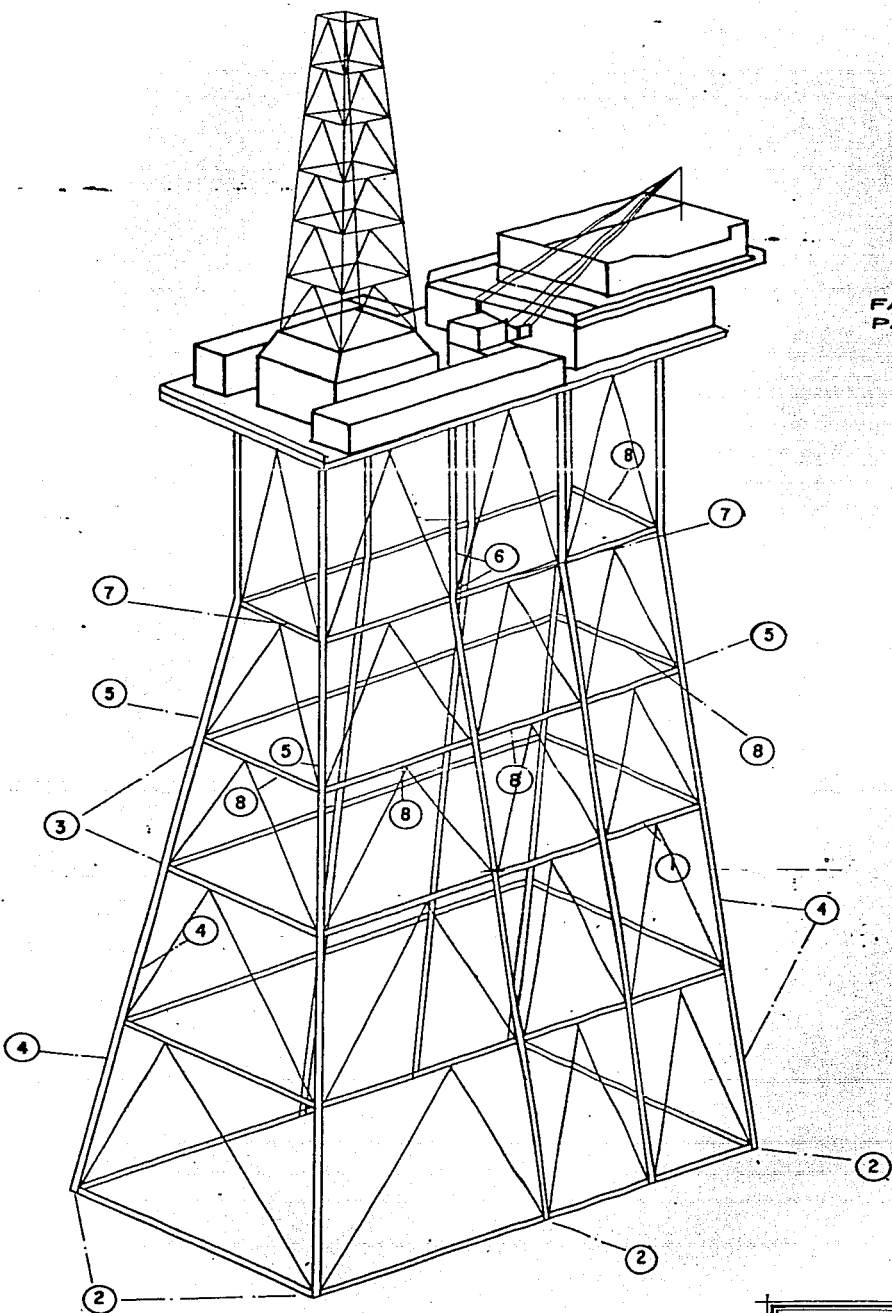
* INACEPTABLE



GRADO DE LAS AREAS SIGNIFICANTES

- - CRITICA
- ▨ - IMPORTANTE
- ⊠ - NO CRITICA

U.N.A.M.	
FAC. INGENIERIA	
RAFAEL BOLANOS HERNANDEZ	FIG. 4



**FACTORES CONSIDERADOS
PARA LA IDENTIFICACION
DE AREAS**

- ① AREA DE REPARACION
- ② AREA DE ESFUERZOS ALTOS
- ③ AREA DE VARIACION DE ESFUERZOS CICLICOS
- ④ MIEMBRO ESTROCTURAL EN COMPRESION
- ⑤ CIMENTACION DE LA ESTRUCTURA
- ⑥ AREAS EXPUESTA A LA CORROSION
- ⑦ AREA EXPUESTA A DAÑO MEC.
- ⑧ AREAS DE CRECIMIENTO MARINO

U.N.A.M.	
FAC. INGENIERIA	
RAFAEL BOLANOS HERNANDEZ	
FIG. 5	

3.4 Frecuencia de Inspección.

La determinación de la frecuencia de inspección de una estructura es un aspecto fundamental para garantizar su integridad. De no llevar a cabo la inspección dentro de los períodos adecuados podrían existir -daños significativos no detectados con anterioridad, lo cual crea un peligro y aumenta el costo de su mantenimiento, pudiendo llegar en el peor de los casos a la reducción o pérdida del factor de seguridad inicial de la estructura.

En la actualidad no existen métodos o reglas que permitan en forma objetiva la selección de uno u otro intervalo para la frecuencia de inspección, debido principalmente a que intervienen un gran número de variables que deben evaluarse después de cada ciclo de inspección.

De ésta forma, con los resultados de una inspección y el programa establecido originalmente, se deberán definir los plazos en el que será realizado el siguiente ciclo de inspección.

Entre los factores a considerar para fijar las frecuencias de inspección destacan; condiciones de operación; nivel estático de esfuerzos; existencia de esfuerzos cíclicos; condiciones ambientales que favorezcan el crecimiento marino o faciliten la activación de diferentes procesos de corrosión; presencia de grietas; erosión en el fondo marino cercano a la cimentación; daños mecánicos como flexión; abolladuras o agujeros; integridad de los recubrimientos de las tuberías; defectos de fabricación o instalación y todos aquellos aspectos que puedan significar algún riesgo para la integridad de la estructura. Entre estos últimos se debe considerar el análisis de los posibles daños que puedan ocurrir, así como su tiempo esperado de ocurrencia y la programación de inspecciones antes de que ocurra el máximo deterioro permitido, para evitar que la instalación se vuelva inapropiada para cumplir con su finalidad.

Adicionalmente se deberán tomar en cuenta los costos de operación, para la definición de las frecuencias de las inspecciones. Es evidente que entre más frecuente sea la inspección, mayor será el nivel de seguridad de la estructura, sin embargo, si la frecuencia es demasiado alta, los costos resultantes pueden ser de un nivel inaceptable, por lo que es necesario efectuar un balance racional entre el nivel de seguridad deseado y los costos involucrados.

Otro objetivo importante en la determinación de las frecuencias de inspección, es la obtención de una base de datos confiables, para evaluar la condición de la estructura dentro de períodos razonables. El programa de inspección debe estar formulado de tal manera que pueda hacerse una evaluación integral de la condición de la estructura como un todo, y que permita conocer el nivel de seguridad con el que opera al final de cada ciclo de inspección anual.

Estos datos a su vez, proporcionan la base para mejorar la programación de las inspecciones posteriores.

Los programas de inspección se clasificarán en la siguiente forma:

- Programa de inspección inicial
- Programa de inspección a largo plazo (5 años)
- Programa de inspección a corto plazo (anual)
- Programa de inspección especial.

3.4.1 Programas de inspección inicial.

La inspección inicial tiene por objetivo verificar que la estructura en servicio cumpla correctamente con los criterios (normas, reglas, especificaciones, etc.) de diseño. Así mismo, se pretende detectar cualquier daño que hubiese ocurrido durante su transporte, instalación o durante el tiempo en operación antes de la inspección.

Los resultados que se obtengan de la inspección serán la base para redefinir, si es necesario, los programas propuestos de inspecciones periódicas. Debido a la importancia de estos resultados, la inspección tendrá que efectuarse cuidadosamente, para conseguir los datos más confiables de la condición de la estructura y lograr así la correcta programación de las inspecciones posteriores. Para plataformas, ductos ascendentes y tuberías submarinas la inspección inicial deberá llevarse a cabo durante los primeros seis meses posteriores a la instalación. Para monoboayas la inspección se realizará inmediatamente después de la instalación.

Cuando la inspección inicial no pueda realizarse dentro del límite fijado, porque se haya efectuado sin un programa predefinido, o exista cualquier razón para dudar de los resultados de la inspección ésta deberá realizarse nuevamente bajo un programa predefinido. Este programa de inspección inicial podrá ser tan riguroso y exhaustivo como lo considere el grupo de evaluación responsable.

El programa deberá incluir los siguientes documentos:

- a) Procedimientos de la inspección general (tipo I)¹
- b) Definición de áreas significantes de la estructura sujetas a inspección (tipo II)¹
- c) Nivel de inspección en cada área.¹
- d) Procedimientos de inspección tipo II del contratista (aprobados por pemex).
- e) Métodos de registro y elaboración de reportes de resultados.
- f) Organización del programa de trabajo y calendario de inspección (aprobados por pemex).
- g) Plan de acción en el caso de que se encuentren resultados significativos y/o ocurran desviaciones del programa.

1: Esta información deberá ser proporcionada al contratista previo a la solicitud de los incisos (d) y (f).

3.4.2 Programa de inspección a largo plazo (cinco años).

Este programa abarca un período de 5 años. Plazo durante el cual se inspeccionará integralmente la estructura. Basándose en el análisis del resumen básico de diseño, fabricación e instalación (DFI), se definirán las actividades que se realizarán anualmente, tomando en cuenta que al final de cada inspección anual deberá poderse garantizar la condición de la estructura, por lo que se debe abarcar aproximadamente el 20% del total de actividades seleccionadas en cada uno de los períodos anuales, sin embargo, no es requisito fundamental el hacerlo así, ya que estas actividades se verán afectadas por los resultados de las inspecciones anteriores. Una condición obligatoria es que al término del plazo fijado se cubra el 100% de las actividades inicialmente definidas. Los ductos ascendentes se inspeccionarán al 100% en cada período anual.

Se tomará en cuenta que algunas áreas requerirán ser inspeccionadas varias veces a lo largo del período de 5 años, mientras que otras necesitarán solamente una, de acuerdo con los deterioros esperados y con el grado de significancia que cada una tenga.

El programa a largo plazo se revisará después de cada inspección anual, haciendo las modificaciones necesarias, considerando la influencia que los resultados obtenidos van a tener en el desarrollo del resto del programa final. Al final de cada período de 5 años, se hará una evaluación global de los resultados de todas las inspecciones realizadas en este período, a fin de preparar el programa para los 5 años siguientes.

Por el carácter de esta evaluación, es posible que de acuerdo a la experiencia ganada pueda revisarse en esta etapa la filosofía y conceptos del programa de inspección, y/o preparar de acuerdo a esas experiencias mejoras a los procedimientos de diseño, fabricación e instalación, e incluso modificar las normas o códigos vigentes.

Este programa deberá incluir los siguientes documentos:

- a) Identificación de todas las áreas significantes de la estructura que se incluirán en cada inspección anual.
- b) Tipo de inspección en cada área.
- c) Procedimientos de actualización del programa a largo plazo.

3.4.3 Programa de inspección a corto plazo (anual)

Con base a la evaluación de los resultados obtenidos en la inspección inicial y al programa de inspección a largo plazo, definido originalmente, se procederá a formular el primer programa anual.

Los subsecuentes programas a corto plazo serán preparados, basándose en el programa a largo plazo actualizado y en el registro de condición de la estructura obtenido en el último ciclo anual de inspección incluyendo resultados de inspección especiales efectuadas en este último período.

Este programa normalmente deberá incluir los siguientes documentos:

- a) Definición de las áreas sujetas a inspección (tipo I o II).
- b) Nivel de inspección en cada área.

- c) Procedimientos de registro y reporte de los resultados.
- d) Procedimientos de inspección tipo II que usará el contratista (aprobados por Pemex).
- e) Organización del programa de trabajo y calendario de inspección (aprobados por Pemex).
- f) Plan de acción en caso de que se encuentren resultados significativos y/o ocurran desviaciones del programa.

Una vez realizada la inspección, se efectuará la evaluación de los resultados y se procederá tanto a actualizar los programas a largo plazo, como a incorporar los trabajos de reparación a los correspondientes programas de mantenimiento. El grado de seguridad que tenga la estructura y los detalles relevantes serán consignados en el registro de condición de la estructura.

3.4.4 Programas de Inspección Especiales.

Los programas especiales de inspección, son aquellos que no siguen una periodicidad definida, sino que dependen de la ocurrencia de eventos extraordinarios o situaciones imprevistas. Dentro de ésta clasificación básicamente se pueden considerar dos tipos:

- a) Programas ocasionales
- b) Programas de seguimiento

Programas de Inspecciones Ocasionales.

Cuando se presenten cargas extraordinarias o imprevistas sobre las estructuras como las producidas por huracanes de fuerte intensidad, choques de barcos con la plataforma, contingencias dentro de la misma, golpes de anclas a las tuberías submarinas, deslizamientos de suelo, accidentes por mala operación, etc. Hay cierta probabilidad de que la estructura sufra daños, que dependiendo de la intensidad de las cargas, deberán evaluarse para determinar si es necesario o no tomar medidas correctivas y conocer en que grado afectó la seguridad de la estructura.

Para realizar dicha evaluación se procederá a la programación de una inspección ocasional cuya extensión dependerá de la naturaleza y magnitud de la carga extraordinaria, así como la extensión del área involucrada y de su grado de significancia.

El programa deberá incluir todos los puntos mencionados en el inciso 3.4.3 y sus resultados se adicionarán al registro de condición de la estructura. Estos datos se deberán tomar en cuenta para la actualización de los programas de inspección a largo y corto plazo.

Programa de Inspección de seguimiento.

Los resultados de las inspecciones en algunos elementos, podría ser tal, que la frecuencia con que deban inspeccionarse, no corresponda a alguna de las previstas en los programas normales, siendo por ejemplo necesario, investigar las condiciones de un defecto varias veces en un año para tener un control riguroso de su comportamiento. De acuerdo a los resultados que se obtengan de la evaluación y características propias del área en cuestión como: grado de significancia; importancia desde el punto de vista de integridad de la estructura; etc. se deberá proceder a la formulación de un programa de inspección de un programa de inspección de seguimiento.

La frecuencia con que debe llevarse a cabo tal programa dependerá --- principalmente del comportamiento del defecto, el cual será definido, previa evaluación del grupo de análisis correspondiente. Aunque, este mismo programa deberá ser guía para determinar el grado real del daño existente.

De acuerdo a la magnitud del defecto, al grado de significancia del elemento y a la posibilidad de repararlo, puede darse el caso de recomendar la instalación de instrumentos para monitorear en forma continua el comportamiento del defecto considerado.

Algunos defectos típicos que pueden requerir de un programa de inspección de seguimiento son: grietas, daños mecánicos, fallas locales, pandeo, asentamientos, etc.

Los reportes y resultados de este tipo de programas tienen la misma finalidad que la de los programas anteriores, por lo que deberán tratarse de la misma manera en cuanto a su secuencia de programación, reporte, evaluación y mantenimiento señalada anteriormente.

La información que debe contener un programa de inspección de seguimiento es la siguiente:

- a) Definición de las áreas sujetas a inspección
- b) Dibujos de referencia y sistema de identificación
- c) Tipo de inspección
- d) Procedimientos detallados de inspección. (Métodos, equipo y medios).
- e) Instrumentación (en caso de requerirse)
- f) Calendario y organización del programa de inspección.

3.5 Reportes y Registros.

En gran medida la eficacia de un programa de inspección dependerá del sistema de procesamientos de datos. Todos los programas propuestos, - los trabajos efectuados y sus resultados, así como las modificaciones que tengan lugar durante la realización de dichas actividades deberán ser registrados y archivados sistemáticamente. Es conveniente que exista un mínimo de dos archivos oficiales, uno, con el grupo coordinador de trabajos de campo y otro con el grupo de evaluación, ambos archivos deberán contener la misma información. La documentación deberá contener la misma información. La documentación deberá estar archivada por estructura particular clasificando resultados de los programas de inspección en forma consecutiva.

La programación de las inspecciones anuales, la evaluación de sus resultados y la formulación de los programas de mantenimiento, dependen de la información que proporcionarán los reportes y registros de los trabajos previos.

Los datos de condición de la estructura que indican el nivel de seguridad actualizado de la misma, se registrarán con especial cuidado

Para registrar los datos señalados se diseñarán formas especiales para cada actividad, programación, reporte de resultados, resumen DFI, - condición de la estructura, etc.

3.5.1 Registro de Datos Básicos.

Los datos básicos, estarán contenidos en formatos separados para cada uno de los ítems abajo listados, en los que se incluirá la siguiente información:

- a) Resumen de diseño, fabricación e instalación (DFI):
 - Información general (Localización, compañías participantes, etc.
 - Criterios ambientales de diseño
 - Especificaciones de diseño
 - Datos de diseño (descripción de materiales, dimensiones, protección anticorrosiva, etc.).
 - Datos de fabricación. (Substitución de materiales y secciones, etc.).
 - Datos de instalación, (reportes de hincado de pilotes, Izaje superestructura, tendido de tuberías, etc.).
 - Conclusiones
- b) Dibujos de referencia.
- c) Sistemas de identificación de elementos y/o áreas de la estructura.
- d) Grado de significancia de elementos y/o áreas

3.5.2 Registro de programas de inspección.

Los registros de los programas de inspección, contendrán toda la información necesaria para identificar las áreas y el tipo de inspección a realizar en los períodos señalados. Existen formas de registro para cada programa (inicial, largo plazo, corto plazo y especial).

Para facilitar el manejo de éstos registros se contará con los siguientes datos de identificación:

- a) Tipo de programa
- b) Campo y estructura
- c) Sistema de identificación
- d) Nivel de inspección
- e) Prueba por efectuar

La información que debe registrarse en cada programa de inspección está indicada en las secciones 3.4.1, 3.4.2, 3.4.3 y 3.4.4.

3.5.3 Registro de Resultados de inspección.

Todos los resultados de las inspecciones se consignarán en formas especiales para cada nivel de inspección y prueba de que se trate.

Estos datos son indispensables para la evaluación de la condición de la estructura, por lo que la confiabilidad de éstos y la claridad con que se presenten son determinantes para agilizar su procesamiento.

Para que el registro de resultados cumpla con su finalidad se consignarán los siguientes datos:

- a) Datos de identificación
- b) Nivel de inspección
- c) Sistema de identificación
- d) Tipo de equipo empleado
- e) Procedimiento de calibración de los equipos
- f) Resultados
- g) Información adicional, en caso de haberla (fotografías, videotapes, inspecciones de otro nivel, etc.)
- h) Comentarios y observaciones del buzo inspector y del supervisor.
- i) Nombre y firma del buzo inspector
- j) Nombre y firma del supervisor
- k) Autorización del representante de Pemex.
- l) Datos complementarios (condiciones ambientales al momento de hacer la inspección, etc.)

La forma en que se reportarán éstos resultados se indica en la sección 3.5.5 de éste mismo manual.

3.5.4 Registro de la condición de la Estructura (RCE).

El registro de condición de la estructura deberá contener todos los datos que reflejen las condiciones estructurales de cada instalación, como son por ejemplo: cambios que afecten el grado de significancia de cada área; los que definen el nivel de inspección; indicaciones de inspecciones especiales; necesidades de reparación; efectos de cargas extraordinarias que hayan ocurrido durante la vida de la estructura y reparaciones o modificaciones al diseño original efectuadas, etc.

Todos los resultados relevantes y las evaluaciones de los trabajos de inspección y mantenimiento se consignarán en las formas de registro de condición de la estructura, (RCE), especialmente diseñadas para cada tipo de estructura, con objeto de que posterior a cada inspección, se tenga siempre la información actualizada.

Los datos se organizarán de tal modo que la seguridad de la estructura pueda ser evaluada.

Este registro constituye la parte más importante de los programas de inspección y mantenimiento, pues como puede verse contiene todos los datos relevantes que forman la base para conocer y garantizar la integridad de la estructura.

Las formas de registro de condición de la estructura deberán incluir los siguientes conceptos.

- a) Datos de identificación de la estructura
- b) Sistemas de identificación
- c) Niveles de inspección
- d) Observaciones

- e) Resultados de mantenimiento
- f) Comentarios y recomendaciones (después de cada inspección)
- g) Reparaciones y modificaciones realizadas.

Para facilitar el manejo de datos, se deberá emplear un sistema de -- identificación de áreas y daños.

3.5.5 Reportes.

Durante la inspección el contratista deberá mantener informado a Pemex continuamente de los resultados y avance de los trabajos, con objeto de que se puedan, si es necesario, modificar los programas de -- inspección o bien conocer oportunamente cuando se deben tomar medidas preventivas o correctivas de mantenimiento.

El representante de Pemex en la inspección tendrá acceso permanente a todos éstos reportes, los cuáles están sujetos a su aprobación, para comprobar que los datos contenidos en ellos reflejan, lo más claro y verazmente posible, los resultados de la inspección.

Normalmente los reportes que se harán en cada inspección son los siguientes:

a) Reporte preliminar periódico.

Semanalmente el contratista hará llegar a Pemex, copias - de las formas de registro de todas las inspecciones llenas al momento de hacer los trabajos por el buzo inspector, junto con las primeras observaciones y comentarios, - tanto de los buzos como del supervisor.

El objeto de este reporte es de informar a Pemex el avance de los trabajos. Con esta información se puede determinar modificaciones al programa de inspección antes de terminar con el mismo

b) Reporte de campo.

Es el reporte final, que por cada instalación deberá entregar el contratista, de todos los trabajos y modificaciones al programa de inspección que se realizaron, en éste reporte se deberán incluir los anexos que definen actividades complementarias de inspección y mantenimiento.

Este reporte deberá contener la siguiente información:

Resultados de la inspección
Información complementaria
Observaciones y comentarios
Recomendaciones

Es responsabilidad del contratista entregar toda la información de lo estipulado por Pemex, de una manera organizada y profesional, calificar y tabular de acuerdo al grado de importancia de los resultados de la inspección y dar - las recomendaciones que sean aplicables en cada caso.

Para facilitar la evaluación se marcará con una etiqueta roja los reportes que deben ser evaluados como priorita-

rios o urgentes. El reporte final también contendrá copia de los reportes urgentes que se hayan generado durante toda la inspección de la instalación, este reporte se entregará a Pemex dentro del plazo previamente estipulado para continuar con la evaluación de los resultados.

c) Reportes Urgentes.

Cuando se sospeche la existencia de un daño significativo, se reportará inmediatamente al representante de Pemex en campo y éste junto con el contratista se encargarán de programar inspecciones adicionales para obtener toda la información necesaria que permita definir al equipo de evaluación, la magnitud del defecto en la integridad de la estructura.

Una vez comprobada la existencia de un defecto, el contratista junto con el representante de Pemex, formularán un reporte urgente que se entregará junto con la información complementaria al equipo de evaluación, para que se efectúe a la brevedad posible la evaluación del defecto. Cuando se haya terminado la evaluación, se transcribirán los datos por un lado al campo, para realizar los trabajos correctivos necesarios, definir las operaciones de reparación e incorporarles al programa de mantenimiento con la prioridad correspondiente, y por el otro al registro de condición de la estructura para su archivo.

d) Reporte de evaluación.

Después de evaluar los resultados de la inspección. El grupo encargado de la misma entregará a Pemex un reporte de la evaluación, donde se indique claramente el estado de la estructura y las condiciones de seguridad de la instalación.

Asimismo, se deberá incluir, en el caso que preceda, -- las recomendaciones respecto a las acciones correctivas a tomar para iniciar la elaboración de un programa de reparación.

El reporte de evaluación deberá contener los registros de condición de la estructura actualizados. Es requisito fundamental que se tengan copias de todos los reportes emitidos y que éstos sean registrados de acuerdo -- con ésta sección.

3.6 IMPLEMENTACION.

Los trabajos de inspección deberán ser programados de manera que se cumplan los objetivos mencionados en el capítulo 2 de este manual, -- así mismo es necesario definir las diferentes fases de que se componen éstos trabajos con objeto de organizar y adaptar los recursos -- disponibles a los programas de inspección inicialmente aprobados.

Las principales etapas de la implementación de los programas se describe brevemente a continuación.

3.6.1 Manuales de Inspección.

Esta es la fase fundamental y de arranque para todo el trabajo. En ellos se definen la filosofía general de inspección, los sistemas y procedimientos a ser utilizados y los programas de inspección inicial y periódicos, particulares para cada estructura. Del cumplimiento de las indicaciones contenidas en los manuales dependerá del buen desarrollo del trabajo.

3.6.2 Programas de Inspección.

De acuerdo a los lineamientos dados en el manual y una vez obtenida toda la información especificada, se procederá a elaborar el programa de inspección general, el cual se aplicará con frecuencia y en los períodos señalados en los programas particulares de cada estructura. Todos los programas estarán sujetos a la aprobación de Pemex. Una vez elaborado y aprobado el programa ejecutivo (inicial, anual o especial) se procederá con la siguiente fase.

3.6.3 Selección del Contratista.

El contratista seleccionado deberá, de acuerdo a los requerimientos de Pemex, cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Contar con el equipo de apoyo para la inspección, necesario para cumplir con los trabajos indicados.
- b) El equipo para la inspección satisficará los requerimientos que para cada prueba se especifiquen, garantizando su buen funcionamiento.
- c) Deberá contar con buzos calificados para las pruebas de inspección señaladas.
- d) Los métodos y procedimientos de inspección que utilizará, deberán previamente haber sido aprobados por Pemex.

3.6.4 Calificación de procedimientos, Equipo y personal.

Todo el personal, equipo y procedimientos que utilizará el contratista seleccionado, deberán estar calificados y aprobados de acuerdo a las normas especificadas por Pemex, se considerará como una falta grave por parte del contratista la de utilizar cualquier personal, equipo y procedimiento que no cumpla con éstos requisitos, además de que la inspección realizada bajo éstas circunstancias deberá ser anulada y repetida por el personal, equipo y procedimientos aprobados.

Debido a las condiciones especiales de trabajo que se tienen bajo el agua, las características de los equipos de inspección utilizados -- tienden a ser más críticas de cuando se opera en taller o tierra firme. Por ello el contratista deberá comprobar empíricamente con documentos aprobados y/o pruebas en el sitio la capacidad de sus equipos. Se deberán tomar en cuenta las medidas de seguridad del personal de inspección bajo condiciones reales de trabajo. Del mismo modo, se calificará al personal que realizará las pruebas, en la utilización -- del equipo específico.

3.6.5 Preliminares de Inspección.

Previamente a la ejecución de la inspección se atenderán los siguientes puntos:

- a) Se comprobará la disponibilidad a bordo de todos los equipos y aparatos especificados necesarios para cumplir el programa de la inspección.
- b) Se darán instrucciones al personal de inspección sobre:
 - Calendario y programa de inspección.
 - Procedimientos de inspección detallados en áreas significativas.
 - Propósito y uso de los dibujos de referencia, forma de llenar los reportes, comunicación con el supervisor, etc.
 - Terminología que se empleará en la comunicación durante las operaciones de inspección.
- c) El representante de Pemex y el contratista acordarán:
 - Líneas de comunicación con los inspectores y asesoría durante la inspección.
 - Frecuencia de entrega al representante de Pemex de los registros de resultados. Sin embargo, éste deberá tener acceso permanente a toda información.

3.6.6 Inspección de Campo.

En ésta etapa se realiza la inspección física de las estructuras de acuerdo con el programa de inspección aprobado, la secuencia de inspección podría desarrollarse como sigue:

- a) Inspección tipo I, para conocer la condición general y detectar daños obvios que originen cambios en el grado de significancia definido inicialmente en áreas o elementos de la estructura.
- b) En base a los resultados de la inspección especificada se hará una evaluación inmediata para determinar donde se requieren inspecciones tipo II fuera de programa.
- c) Realizar la inspección tipo II, tanto en las áreas previamente especificadas en los programas como en las adicionalmente seleccionadas.

3.6.7 Evaluación de los Resultados.

Esta etapa consiste en la evaluación de los resultados que se hayan obtenido de la inspección, para investigar la condición estructural, considerando la seguridad y la operabilidad de la instalación. Para la evaluación de la inspección se tendrán en cuenta los siguientes puntos:

- Nivel inicial de seguridad y operabilidad como se especifica en el criterio de diseño estructural.
- Datos del resumen DFI.
- Función presente de la estructura. (Sistema afectado o modificado).
- Análisis del registro de condición de la estructura RCE.

Los datos de la evaluación deberán vaciarse en registro actualizado, de condición de la estructura.

3.6.8 Programa de Mantenimiento.

Al terminar la fase de evaluación se cuenta con elementos suficientes para decidir cuando es necesario el mantenimiento y su extensión pudiendo ser preventivo y/o correctivo. Este programa de mantenimiento deberá incluir los procedimientos detallados de reparación que requiera cada caso.

La etapa de implementación es similar a la del programa de inspección. Una vez preparado el programa correspondiente se procede a seleccionar al contratista capaz de ejecutar los trabajos, de acuerdo a las especificaciones y requerimientos señalados. Asimismo previo a la iniciación de los trabajos deberán ser calificados sus procedimientos. La realización de las reparaciones estará estrechamente supervisada por él o los representantes de Pemex. Posteriormente se efectuará una inspección del área reparada con los métodos establecidos en el programa para verificar la calidad de la reparación. Todos éstos resultados se consignarán en el registro de condición de la estructura.

3.6.9 Registro de Condición de la Estructura.

Este documento contiene toda la información obtenida de la inspección, así como los resultados del mantenimiento que se haya dado a la estructura. Es uno de los elementos principales para conocer la integridad de la estructura y es fundamental en la elaboración de los programas de inspección y mantenimiento subsecuentes.

CAPITULO 4

REQUERIMIENTO

4.1 Personal.

La capacidad del personal involucrado en los trabajos de inspección es de importancia fundamental en la realización y confiabilidad de los resultados que de dichos trabajos se obtengan. Por esta razón el personal empleado deberá contar con el entrenamiento adecuado y la experiencia necesaria para el buen desempeño de las tareas que se le asignen.

En estos trabajos interviene personal de dos fuentes, los representantes de Pemex encargados de la coordinación, vigilancia y supervisión de las operaciones y; el personal del contratista encargado de efectuar todos los trabajos de inspección. Cada uno de ellos tienen actividades y responsabilidades específicas, las cuales se describen a continuación.

4.1.1 Representantes de Pemex.

El personal por parte de Pemex tiene la función de coordinar, y supervisar la inspección de campo, es responsable de vigilar que el contratista emplee solo el personal, equipo y procedimientos requeridos. Otra función importante es la de coordinar los recursos disponibles para lograr una mejor planeación y ejecución del programa general de actividades.

Debido al grado de especialización necesario para desarrollar las funciones de supervisión adecuadamente, se deberá contar con un grupo de especialistas que, trabajando coordinadamente, lleve a cabo dichas funciones. El equipo de supervisión de Pemex estará formado por un cuerpo de supervisores de campo y un coordinador de supervisión en tierra.

Supervisores de campo.

Pemex deberá contar con un supervisor de campo en cada unidad de inspección, para tener un control continuo de los trabajos desarrollados por el contratista, asegurar que éste cumpla con los requerimientos previamente establecidos, y para conocer los resultados preliminares, tomando las medidas pertinentes cuando sea necesario.

El supervisor deberá ser un técnico calificado familiarizado con las estructuras sujetas a inspección, con conocimientos de las bases (resumen DFI, RCE, selección de áreas significantes, etc.) del programa de inspección particular. Tendrá un conocimiento detallado del contenido y empleo de este manual, y estará familiarizado con el comportamiento general de las estructuras en un ambiente marino (para identificar daños detectados en la inspección y enviar oportunamente los reportes de urgencia apropiadamente documentados). Deberá ser capaz de detectar e identificar daños, tanto en forma visual como mediante el uso de pruebas no destructivas (PND). Estará calificado en el uso de los equipos de pruebas no destructivas más comúnmente usados en este tipo de inspecciones y familiarizado con los procedimientos de PND empleados. Estará encargado de supervisar el desarrollo de la inspección física realizada por los buzos, de modo que en algunas --

ocaciones será necesario, dependiendo de la magnitud de los daños reportados, su intervención directa en la inspección. Consecuentemente el supervisor de Pemex deberá ser también un buzo calificado.

El supervisor deberá ser capaz de tomar decisiones cuando se presenten desviaciones al programa original. Las desviaciones pueden presentarse por razones, tales como:

- Mala visibilidad debido a las condiciones de corrientes en el fondo.
- Barcos que ejecuten trabajos prioritarios.
- Condiciones climatológicas.
- Necesidad de modificar la localización del barco, etc.

El supervisor adicionalmente tendrá que realizar algunas otras funciones como son:

- Mantener comunicación frecuente con el coordinador de supervisión y con los supervisores de campo en otros barcos, así como con los superintendentes de las plataformas.
- Sugerir al capitán del barco y supervisor de buceo la necesidad de cambiar la posición del barco con propósitos de mejorar el desarrollo de la inspección y/o mantenimiento.
- Revisar, ordenar y reunir los reportes de inspección de campo para enviarlos periódicamente al coordinador de supervisión.
- El supervisor no estará autorizado a tomar una decisión que afecte en forma importante el programa de inspección original. Para tal efecto se deberá tener la autorización del coordinador de supervisión.

Coordinador de supervisión (en tierra).

Pemex deberá contar con un coordinador de supervisión en tierra que coordine todos los trabajos de inspección y mantenimiento estructural que se realicen en la zona marina.

El coordinador deberá ser un técnico calificado, familiarizado con las estructuras sujetas a inspección, con conocimientos y experiencias suficientes en el área de inspección y mantenimiento, para tomar decisiones acertadas en el curso de las actividades. De manera que pueda minimizar costos y tiempos del programa general de actividades establecido, sin por esto sacrificar la seguridad de las instalaciones. Podrá, asimismo proporcionar asistencia técnica a los supervisores de campo cuando éstos así lo requieran.

El coordinador de supervisión tendrá como funciones principales las de organizar, coordinar y actualizar el programa general de actividades, tomando en cuenta lo siguiente:

- Compañías contratistas que llevarán a cabo la inspección.
- Alcance de los programas particulares de cada estructura.
- Asignación y control de todos los supervisores de campo.
- Condiciones ambientales predominantes según período estacional.

Asimismo, el coordinador deberá establecer comunicación estrecha con los superintendentes de las plataformas, para poder coordinar operaciones de abastecimientos o posible interacción con trabajos diferentes a los de inspección, fijar prioridades para cada uno de los barcos de inspección, decidir el orden más conveniente para la inspección de las diferentes estructuras, mantener comunicación entre los supervisores de campo y los grupos encargados de la evaluación de resultados, (ya que éste recibirá los reportes, tanto periódicos como de emergencia). Proporcionará a los grupos de programación y evaluación todas las facilidades necesarias para cumplir con su labor, (como: información adicional, visitas al campo, ordenar inspección o trabajos complementarios, etc.). Dictará las acciones necesarias a tomar, según los resultados de los informes de evaluación. Deberá mantener actualizada toda la información referentes a los diferentes programas de inspección de cada estructura, a fin de llevar un control preciso del avance de los trabajos y de registrar cualquier modificación que pueda surgir durante la inspección, tanto en dichos programas como en el programa general de actividades.

El coordinador de supervisión, deberá también registrar en los programas de cada estructura, todos los cambios que como resultado de la evaluación indiquen los grupos de evaluación y programación, para poder contar con todos los elementos necesarios para determinar el orden de prioridades. Cuidará de tener siempre control sobre los resultados de los trabajos de inspección y mantendrá actualizados los registros de condición de la estructura (RCE), los cuáles estarán dispuestos en forma tal que sean accesibles. Será responsable de controlar y distribuir oportunamente esta información a las personas o grupos involucrados con la inspección y mantenimiento de las estructuras.

4.1.2 Personal del Contratista.

Calificación de Personal.

El personal de buceo de la compañía contratista deberá contar con experiencia en inspección submarina de instalaciones en el mar. Además tendrá conocimientos generales de las instalaciones bajo inspección y del tipo e importancia de los daños potenciales que pueda encontrar. En las inspecciones del tipo II, el personal deberá estar familiarizado con la inspección detallada y deberá ser capaz de identificar: grietas en soldaduras, daños mecánicos, corrosión, etc.

Las pruebas no destructivas serán realizadas por personal calificado para el método establecido.

El personal deberá contar con los siguientes certificados:

- CSWIP Certification scheme for welding Inspection personnel.
- ASNT-Nivel American Society for non - Destructive Testing.
- Otros certificados que coincidan con los requerimientos de los mencionados anteriormente.

Para la calificación del personal de inspección de pruebas no destructivas (PND) bajo el agua son:

- 1) Capacidad reconocida en la PND a ser usadas.
- 2) Comprobante de experiencia en el tipo de buceo requerido.
- 3) Comprobante de experiencia de trabajos para las PND en cues---
tión.
- 4) Realización satisfactoria de las pruebas de calificación esta-
blecidas en este manual. Estas se efectuarán bajo condiciones
reales de trabajo, usando los mismos equipos de buceo y de ins-
pección que serán empleados en el trabajo y en presencia del -
supervisor de Femex. Si el buzo inspector no ha practicado las
PND a ser usadas, en los últimos doce meses, tendrá que ser re
calificado.

Debido a la falta de personal calificado para pruebas no destructi--
vas bajo el agua podrán hacerse ciertas excepciones, en éstos casos
el personal quedará dividido en dos categorías.

- a) Candidatos que poseen un certificado reconocido y que satista-
cen todos los requerimientos mencionados anteriormente.
- b) Candidatos que no poseen un certificado reconocido, pero con -
experiencia en buceo y PND.

Bajo circunstancias en las que no es posible contar con personal cer
tificado, pueden aceptarse candidatos con entrenamiento en las PND a
ser usadas.

En este caso, el candidato deberá cumplir con todos los requisitos -
que con respecto al buceo se han especificado anteriormente, contar
con documentos que prueben un curso teórico-práctico en el método u-
sado y aprobar la prueba de calificación.

Todos los candidatos deberán pasar una prueba teórica-práctica esta-
blecida por Femex, para ser calificados en las PND bajo el agua que
serán aplicadas a las instalaciones. El número de buzos que se re-
quiere para un trabajo de inspección particular, depende del tipo de
inspección por efectuar, de la magnitud del trabajo, y del plazo en
que debe terminarse. Todos estos factores deberán ser analizados y -
evaluados por el contratista para decidir la cantidad de personal y
equipo necesario a usar. Las cantidades propuestas estarán sujetas -
a la aprobación de Femex.

Necesidades de Personal en buceo de Superficie.

Para realizar cualquier trabajo de inspección empleando buceo de su-
perficie, el contratista no podrá empezar si no cuenta con un mínimo
de personal suficiente para 6 horas de buceo efectivo.

El personal mínimo necesario será:

- 1 Supervisor de buceo.
- 7 Buzos de superficie

Cuando solamente se requiere inspeccionar ciertas áreas específicas
o cuando el trabajo sea menor al que normalmente cubran los progre--
mas anuales, la cantidad especificada de personal podrá ser inferior
siempre y cuando haya sido previamente aprobado por el representante
de Femex.

El número total de buzos mínimo especificado, incluye a los inspectores de pruebas no destructivas, por lo tanto, éstos también deberán tomar parte en las inspecciones visual general y visual detallada.

Necesidades de Personal para Buceo de Saturación.

Debido a las profundidades de la Sonda de Campeche, generalmente se emplea buceo de superficie durante inspecciones normales, sin embargo, podría requerirse buceo de saturación, cuando el contratista juzgue que es necesario este tipo de buceo, deberá presentar a Pemex -- una propuesta mostrando las ventajas y desventajas técnico-comerciales para su utilización. En caso de que Pemex lo considere conveniente procederá a su aprobación.

En buceo de saturación, se requiere que el personal auxiliar permanezca en sus puestos las 24 horas del día, por lo cual, puede resultar más económico trabajar a razón de dos turnos de 12 horas con el personal auxiliar.

Para trabajos con buceo de saturación el personal mínimo requerido, es el siguiente:

- 1 Supervisor de buceo
- 2 Jefes de turno
- 6 Buzos en saturación continua
- 3 Buzos de superficie
- 2 Técnicos de Saturación
- 1 Técnico de mantenimiento
- 1 Maniobrista en el puente

Este personal podrá variar dependiendo de la cantidad de trabajo existente.

Uso de vehículos a control Remoto.

Cuando se emplee un vehículo a control remoto (actualmente no se usa) el personal calificado mínimo indispensable es:

- 1 Observador - operador
- 1 Técnico mecánico
- 1 Técnico - eléctrico
- 2 Buzos de superficie

Supervisor de Buzos

El supervisor de los buzos inspectores, deberá ser un experto en el tipo de buceo que supervisa y además estará especialmente familiarizado con los procedimientos de inspección. Estará encargado de formular el plan de trabajo particular, junto con los buzos inspectores y tendrá que asistirlos cuando sea necesario.

El supervisor de buceo junto con los buzos inspectores, formulará el reporte de los resultados de la inspección y mantendrá una comunicación con el representante de Pemex.

El supervisor será el responsable directo de la calidad y confiabilidad de los resultados de la inspección, por lo cual, su participación en cada fase del trabajo deberá ser activa y eficiente.

4.2 Equipo.

La ejecución de los trabajos de inspección requiere de recursos humanos, del equipo propio de la inspección, como cámara fotográfica, de video, equipo para pruebas no destructivas, etc., así como del equipo auxiliar, como barcos, equipo de buceo, etc.

Por lo tanto será necesario, que para autorizar la salida de un barco de inspección, el representante de Pemex verifique que se cumpla con los requisitos siguientes:

- a) El equipo que se utilice deberá cumplir con las características mínimas necesarias que se describen en esta sección, a menos que en el contrato se especifique otra cosa.
- b) Deberá disponerse a bordo de la embarcación de un lote de las refacciones necesarias para reparaciones menores en caso de fallas, y garantizar de esta manera un funcionamiento continuo y adecuado del equipo.
En caso de que el equipo presente fallas que requieran reparaciones mayores, se tendrá un acuerdo mutuo entre Pemex y el contratista en cuanto al plazo del cual dispondrá para hacer las reparaciones necesarias ó la sustitución del equipo en caso de no cumplirse en el plazo, Pemex pondrá su pender el pago del equipo averiado, así como rechazar los resultados si no son adecuados por fallas del equipo.

4.2.1 Equipo de inspección.

Para realizar la detección de daños existentes, existen varios tipos de inspección, pudiéndose utilizar:

- a) Partículas magnéticas
- b) Ultrasonido
- c) Medición de la protección catódica
- d) Vehículo a control remoto
- e) Videofotografía y
- f) Radiografía (con rayos GAMMA)

A continuación se describen los requerimientos de los equipos para cada una de estas técnicas:

A).- Inspección con partículas Magnéticas.

Mediante el empleo de partículas magnéticas es posible detectar discontinuidades, en la superficie o próximas a ella, en materiales ferromagnéticos.

El material sujeto a prueba es magnetizado intensamente y se aplican en su superficie partículas magnéticas finamente divididas, cuando se introduce el campo magnético al aparecer una discontinuidad se crea una dispersión del campo lo cual atrae y retiene las partículas formando una indicación visible.

El requisito general para el equipo utilizado en pruebas por partículas magnéticas es establecer una fuerza de campo entre 2400 A/m y -- 4000 A/m.

B).- Inspección ultrasónica.

Mediante este tipo de inspección se puede detectar:

- 1) Corrosión interna
- 2) Defectos de soldadura
- 3) Grietas
- 4) Reducción del espesor de elementos

El equipo utilizado para inspección en los casos 1), 2), 3) debe cumplir con las siguientes especificaciones:

- Será aplicable para las técnicas de eco-pulso y para la de doble prueba.
- Tendrá una pantalla accesible para la gratificación de las curvas de referencia, la cobertura mínima para el rango de frecuencia de 2-6 MHE.
- Permitirá ecos con amplitud de 5% de la amplitud total de la pantalla para que sean claramente detectables los defectos bajo las condiciones de prueba.
- Incluirá un transductor de viga recta y transductor de 45, 60 y 70 grados.

C).- Medición del potencial de la protección catódica.

La medición es realizada para revisar la efectividad del sistema de protección catódica y en caso necesario adicionar o substituir los ánodos.

El instrumento empleado es un voltímetro digital de alta impedancia, con voltaje mayor de 1 Mohm y celda de referencia de plata/cloruro de plata, la cual mide el potencial entre la estructura y la celda de referencia. El equipo debe tener una pantalla de lectura de resultados, de tal forma, que pueda leerse fuera y bajo el agua. El equipo deberá poderse usar manualmente ó a control remoto.

D).- Inspección con vehículo a control Remoto. (no usado actualmente).

El vehículo a control remoto será utilizado principalmente para:

- Inspección visual general de la estructura.
- Medición del potencial de la protección catódica.

El vehículo estará equipado con cámara de televisión, preferentemente a color, el equipo requerido para éste, brújula, indicador digital de la profundidad, cámara de 35mm y sonda para medición de potenciales catódicos, tendrá preferentemente plataforma para lanzamiento y será capaz de operar en condiciones severas de corriente.

E).- Inspección Video y Fotográfica.

La inspección fotografiada o con video, será requerida para documentar las inspecciones realizadas principalmente en áreas donde se requiera hacer una evaluación posterior, en el caso de utilizar vehículo a control remoto, la totalidad de la inspección será filmada.

El equipo requerido será:

Video:

- Cámara de televisión adaptada al casco del buzo ó:
- Cámara de televisión portátil
- Lente que cubra un ángulo amplio y capaz de tomar acercamientos

Fotográfica:

- Cámara fotográfica de 35 ó 70mm.
- Lentes de 28 mm capaces de tomar acercamientos

F).- Inspección Radiográfica.

Las pruebas radiográficas son usadas como una técnica para detección de defectos y como base de comparación para otros métodos utilizados con el mismo fin, este tipo de inspección no es muy usual bajo el agua. Sin embargo, se puede utilizar en inspección de soldadura hiperbárica, permitiendo un análisis visual de varios defectos como cavidades, grietas, porosidad e inclusiones no metálicas.

Dentro del equipo general esencial para radiografiado con Rayos Gamma se puede considerar:

- Un contenedor de capacidad 100 Ci.
- Fuente de Ir. 192 de 70 Ci ó 100 Ci.
- Una regla de cálculo para tiempo de exposición
- Un Radiómetro.
- Un jgo. de Penetrómetros según ASME SECC. V: y/o API.
- Un jgo. de Reactivos para procesar las películas.
- Un Densitómetro.

La película radiográfica ya procesada deberá cumplir con la densidad y sensibilidad establecida en los códigos y las normas aplicables.

4.2.2 Equipo auxiliar.

Para un uso óptimo del equipo es aconsejable señalar trabajos especiales para las embarcaciones, para este propósito se recomienda con tratar, al menos, dos tipos diferentes de embarcaciones:

- a) Barcos de inspección para buceo de superficie.
- b) Barcos de mantenimiento e inspección con buceo de saturación.

A continuación, con una guía, se indican los requerimientos mínimos que deben cumplir:


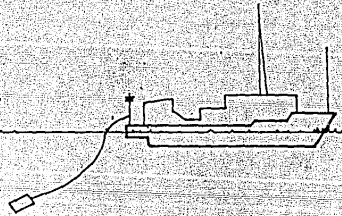
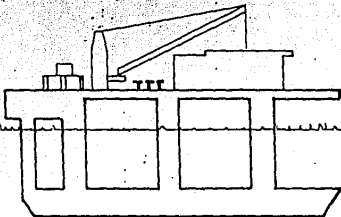
- a) Barco de Inspección para buceo de superficie
 - Embarcación para soporte de buceo o abastecedor especialmente equipado.

- Longitud 45 - 65 m.
- Manga 10 - 13 m.
- Tonelaje 400 - 800 (Peso Muerto)
- Maquinaria 1200 - 1800 BHP
- Propela y sistema de desplazamiento lateral de 500 BHP -- cada uno.
- Grúa hidráulica de 5 ton. de capacidad
- Alojamiento para 25 personas incluyendo 10 de la tripulación.
- Facilidades de taller para ser autosuficiente en reparaciones, del equipo de buceo y de inspección.
- Arreglo para subir y bajar buzos en la popa y lateralmente.
- Dos cámaras de descompresión con capacidad para dos personas.
- Compresor de aire de buceo, 15 bar.
- Compresor para aire de buceo, 200 bar.
- Tanques de aire para buceo, 1500 lts. de capacidad o grupo de botellas para la misma capacidad.
- Tanque o botellas de oxígeno 1500 lts. a 200 bar.
- Equipo personal de buceo para 12 personas.
- Umbilical para proporcionar aire y comunicación, 3 en total, con una longitud de 500' x 1/2" cada uno.
- Equipo para limpieza con chorro de agua de 10,000 psi.
- Bote inflable con motor exterior.
- Cepillo de alambre y esmeriladora hidráulicos.
- Equipo para suministro de potencial al equipo de inspección.

b) Barco de Mantenimiento e Inspección con buceo de saturación

- Embarcación con soporte de buceo.
- Longitud 60 - 80 m.
- Manga 15 - 20 m.
- Tonelaje 1500 - 2000 (peso Muerto).
- Maquinaria 2500 - 3500 BHP.
- Una sola propela y sistema de hélice de desplazamiento lateral independiente en la Proa y Popa 1000 BHP cada una.
- Sistema de posicionamiento dinámico.
- Sistema de anclaje de popa.
- Grúa hidráulica con capacidad de 5 ton.
- Grúa fija con capacidad de 30 tons.

- Alojamiento para 40 personas, incluyendo 15 de la tripulación.
- Facilidades de taller para ser autosuficiente en reparaciones del equipo de buceo, de equipos de soldadura oxiacetilénica, de corte y soldadura, tornos y maquinaria de perforación, esmeriles y para provisión de herramientas.
- Campana de buceo con capacidad de 2 o 3 personas de preferencia.
- Cámara de subsistencia con capacidad de 8 personas.
- Cámara de descompresión con capacidad para 4 personas.
- Compresor de buceo.
- Compresor para aire de buceo, 200 bar.
- Bomba impulsora de oxígeno.
- Tanque de aire para buceo 1500 lts. de capacidad.
- Tanque de oxígeno 1500 lts. a 200 bar.
- Tanque de helio 20,000. a 200 bar.
- Tanque de mezcla oxígeno/helio, 10,000 lts. a 200 bar.
- Equipo personal de buceo para 20 personas.
- Umbilical para suministro de aire, comunicación y agua caliente, 4 en total con una longitud de 10,000 psi. equipo de apoyo.

TIPO DE EMBARCADERO	ESQUEMA DE EMBARCACION	PRICIPALES ACTIVIDADES	COSTO DIA / AÑO
BARCO INSPECTOR		<p>INSPECCION DE SUBESTRUCTURAS, DUCTOS MARINOS, CRUCES Y ANOMALIAS SUBACUATICAS.</p>	<p>MARZO 1986</p> <p>MILLONES 2 300 000/DIA</p>
BARCO TOPOGRAFO		<p>LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO, INSPECCION A DUCTOS, ESTUDIOS GEOFISICOS Y GEO TECNICOS.</p>	<p>MILLONES 4 000 000/DIA</p>
PLATAFORMA SEMISUMERGIBLE		<p>APOYO A TRABAJOS SUPERFICIALES, SOLDADURA, TUBERIAS, PINTURA, ETC..... EN COMPLEJOS PRODUCCION Y PLATAFORMAS DE PERFORACION.</p>	<p>MILLONES 50 000 000/DIA</p>

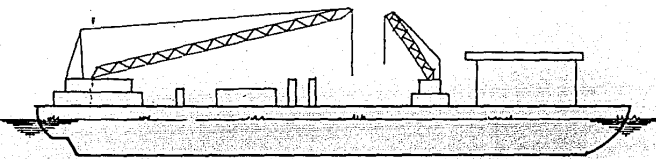
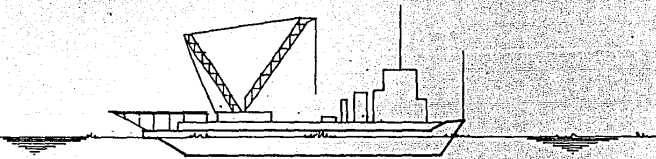
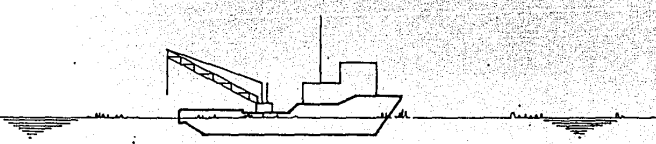
RELACION DE ACTIVIDADES A DESARROLLAR
CON APOYO DE BARCOS DE MANTENIMIENTO

U.N.A.M.

FAC. INGENIERIA

RAFAEL BOLAÑOS HERNANDEZ

FIG. 6

TIPO DE EMBARCACION	ESQUEMA DE EMBARCACION	PRINCIPALES ACTIVIDADES	COSTO DIA / AÑO
BARCO GRUA		<p>MANTENIMIENTO Y MODIFICACIONES, REPARACION Y REPOSICION DE HELIPUERTOS, MONTAJE DE PAQUETES DE PERFORACION, SUSTITUCION DE... QUEMADORES, INSTALACION Y RELOCALIZACION DE GRUAS MARINAS.</p>	<p>MARZO 1986</p> <p>MILLONES 25 000 000/DIA</p>
BARCO DE POSICIONAMIENTO DINAMICO		<p>SUSTITUCION Y REPARACION DE BOYAS. INSTALACION Y MANTENIMIENTO DE DUCTOS SUBMARINOS, EMBARCADEROS, DEFENSAS, ETC.....</p>	<p>MILLONES 20 000 000/DIA</p>
BARCO DE MANTENIMIENTO MEDIANO		<p>INSTALACION DE ABRAZADERA EN DUGTO SUBMARINOS... MANTENIMIENTO CRUCES LINEAS SUBMARINAS, CURVAS EXPANSION, APOYOS A BARRCOS Y PLATAFORMAS PERFORADORAS.</p>	<p>MILLONES 11 000 000/DIA</p>

RELACION DE ACTIVIDADES A DESARROLLAR CON APOYO DE BARCO DE MANTENIMIENTO.

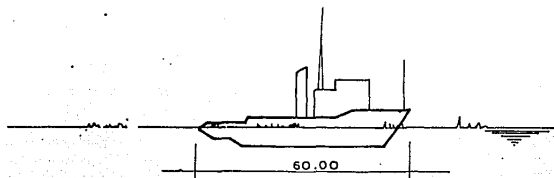
U. N. A. M.

FAC. INGENIERIA

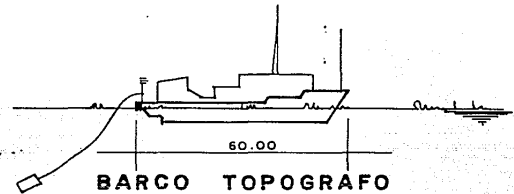
RAFAEL BOLAÑOS HERNANDEZ

FIG. 7

MANTENIMIENTO — PREVENTIVO

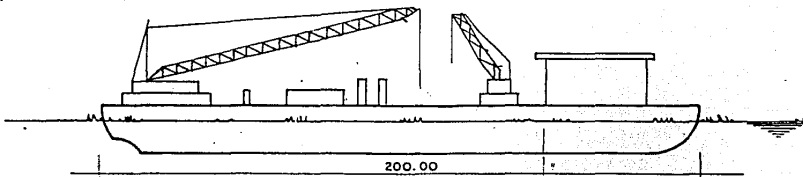


BARCO INSPECTOR

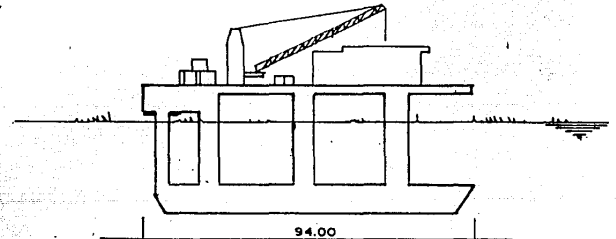


BARCO TOPOGRAFO

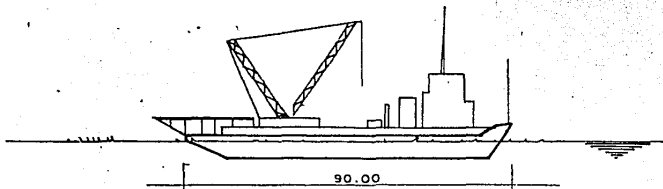
MANTENIMIENTO CORRECTIVO



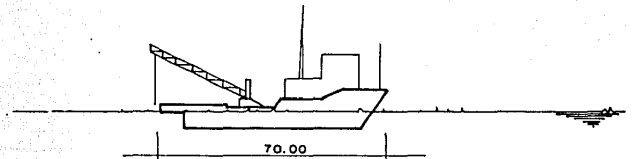
BARCO GRUA



PLATAFORMA SEMISUMERGIBLE



BARCO POSICIONAMIENTO DINAMICO



BARCO MANTENIMIENTO MEDIANO

DESCRIPCION DE BARCOS
CARACTERISTICAS Y FUNCIONES

U.N.A.M.	
FAC. INGENIERIA	FIG. 8
RAFAEL BOLANOS HERNANDEZ	

4.3 Lineamientos para trabajos de campo.

La intención de estos lineamientos de inspección es garantizar que - el realizar una inspección específica, se cumpla con los requisitos de mínimos costos posibles; asegurando un nivel satisfactorio de calidad.

4.3.1 Lineamientos sobre personal.

Los trabajos deberán ser realizados con personal calificado como se indica en la sec. 4.1 y bajo la supervisión de PEMEX.

Deberá existir un sistema para controlar a todo el personal que participa en los trabajos de inspección, este control debe consistir al menos en lo siguiente:

- Revisar la bitácora de buzos en la cual todos ellos deben estar registrados, y que deberá estar verificada por el Superintendente de buceo.
- Revisar los certificados médicos de los buzos, preferentemente deberán ser los certificados médicos internacionales estandarizados para buzos.
- Revisar los certificados de calificación de la inspección correspondiente.

El personal de buceo que no esté registrado en la bitácora, y que no posea el certificado médico, deberá ser retirado de las operaciones de buceo.

Deben existir copias de todos los certificados en la oficina de PEMEX encargada de la inspección.

4.3.2 Lineamientos sobre la realización del trabajo.

Los trabajos deberán efectuarse de acuerdo con los programas de inspección previamente establecidos, en los cuales se detallen los métodos y áreas de inspección; estos trabajos pueden realizarse por buceo de saturación, considerando el máximo tiempo permitido a diferentes profundidades, el buceo de superficie será en general utilizado hasta 40 ó 50 m. de profundidad, a más de 50 m. se recomienda buceo de saturación.

El trabajo de inspección con buceo de superficie, se deberá realizar por períodos de 12 horas al día, para inspección con buceo de saturación, se deberá trabajar las 24 horas del día.

Es necesario tener en cuenta que es posible aumentar la eficiencia de la inspección si el personal, como inspectores y supervisores se encuentran perfectamente familiarizados con los procedimientos, reportes y sistema en general.

4.3.3 Lineamientos sobre condiciones de los barcos.

El uso de barco de buceo con posicionamiento dinámico, se recomienda sobre barcos que requieran anclaje o fijarse a la estructura. Los tiempos perdidos debido a las condiciones climatológicas pueden ser reducidos de un 10 a 15% si se emplea posicionamiento dinámico.

Cuando se emplea el sistema de anclas se requiere más tiempo para alejar la embarcación de la estructura, así como para aproximarla. Si se considera el número de tuberías instaladas en el área el empleo de anclas presenta además un peligro potencial para dichas tuberías. Si se instalan boyas fijas, resulta difícil engancharla cuando las condiciones climatológicas no son ideales. Finalmente de acuerdo al desarrollo de la inspección requerida mover la embarcación alrededor de la plataforma, operación que resulta más sencilla si se utiliza posicionamiento dinámico.

Un barco de inspección que hace el trabajo de buceo de superficie exclusivamente para plataformas, debe de tener equipo de desplazamiento lateral en la proa y popa; ya que ésto le proporciona mejor estabilidad y resulta más seguro en conjunto con el equipo de anclaje del barco.

Para la inspección de líneas de tuberías, es más recomendable el uso de equipo de posicionamiento dinámico, además el barco deberá estar equipado con equipo de navegación apropiado.

La posición del barco con referencia a la plataforma debe ser, idealmente, del lado del sotavento; en la práctica esto puede provocar dificultades debido a:

- La localización de los trabajos de inspección.
- Interferencia con operaciones de la plataforma.
- La capacidad de posicionamiento de la embarcación.

Normalmente las embarcaciones deberán ser alineadas en la dirección del oleaje ya sea con la proa o la popa.

En algunos casos el ángulo de cabeceo (pitch) puede ser un criterio limitante a la operación, por ejemplo:

- Cuando la grúa soporta una carga grande, a la cual se le induce un efecto dinámico, el que debe eliminarse.

4.3.4 Lineamientos sobre los efectos de las condiciones climatológicas.

Es recomendable comenzar la inspección en la parte interior de la estructura de la plataforma, posicionando el barco próximo a la misma -- si las condiciones climatológicas lo permiten. Si las condiciones climatológicas obligan a la embarcación a alejarse de la plataforma, los trabajos de inspección cambian a la parte exterior de la estructura, en caso de que dichas condiciones meteorológicas se vuelvan más severas, el buceo de superficie deberá ser suspendido, continuando únicamente con el buceo de saturación. Si las condiciones climatológicas no permiten que el barco permanezca al lado de la plataforma, la inspección deberá cambiarse a las tuberías, donde el buceo de saturación puede continuar hasta que las condiciones climatológicas no afecten la operación del barco.

Las condiciones de oleaje son frecuentemente el factor decisivo para enviar o sacar a los buzos del agua, sin embargo, también influyen -- las características de movimiento del barco de buceo; normalmente los movimientos lateral y vertical del barco son limitantes para la operación del mismo, aunque los movimientos de cabeceo (pitch) y balanceo (roll) pueden ser limitantes para la operación de la grúa, si ésta soporta una gran carga como ya se mencionó anteriormente; en general -- los siguientes valores, pueden considerarse como los máximos permisibles:

- Cabeceo (pitch) 2 gdo.
- Balanceo (roll) 2 gdo.
- Desplazamiento vertical de la pluma 1.0 m.
- Desplazamiento lateral de la pluma 1.0 m.
- Velocidad del movimiento vertical 1.0 m/seg.

Además, si la corriente excede 1.0 - 1.5 nudos, los buzos pueden tener serios problemas para mantenerse en la posición requerida.

Para la eficiencia de la inspección no es significativo si los trabajos se realizan de arriba hacia abajo o viceversa, esta secuencia tan poco tiene influencia en la salud de los buzos de inspección, ya que el tiempo de buceo está basado en la máxima profundidad alcanzada, y no en el rango de profundidad cubierto, ni en el incremento o decremento de la presión.

El número de buzos trabajando simultáneamente, está limitado por:

- La tripulación existente en el barco.
- El número de umbilicales disponibles.
- Capacidad de la campana de buceo.
- Accesibilidad a la localización a ser inspeccionada.
- Riesgo de enredarse de los umbilicales, líneas, mangueras, etc.

4.3.5 Lineamiento sobre los reportes y control.

Debe existir un sistema de control para reporte diario del trabajo -- realizado, no solo en el aspecto técnico cubierto en los programas de inspección, sino también incluir información sobre el tiempo consumido en las diferentes rutinas de inspección. Los trabajos de buceo realizados, las condiciones climatológicas y marinas, la posición del -- barco referida a la estructura y cualquier problema encontrado durante las operaciones.

Estos reportes deberán ser procesados en tierra y aparte de las consideraciones contractuales, servirán de base para evaluar la eficiencia del barco y estimar el tiempo para futuras operaciones.

El control de las operaciones de buceo de inspección puede realizarse por medio de:

- Revisiones en sitio del supervisor encargado de la inspección de buceo.
- Uso de video que se pueda fijar en sitio y en el casco del inspector, ya sea manejado por un segundo buzo o por vehículo a -- control remoto.
- Comunicación con el buzo inspector desde la superficie.

De estas tres alternativas la primera es la más recomendable, y deberá tomarse como medida preventiva.

El resultado de la inspección debe ser reportado en forma estandarizada para evitar malas interpretaciones y tener la seguridad de que la información está completa. Estas formas son partes de un programa específico de inspección y el inspector buzo debe estar familiarizado -- con su empleo.

4.3.6 Lineamientos para la evaluación preliminar de:

- a) ductos accidentales
- b) tuberías submarinas
- c) curvas de expansión

- Las tablas siguientes dan un lineamiento que junto con el buen inicio y criterio del representante de Pemex servirá como una guía para poder identificar defectos en los cuales se deberá emitir un reporte de inmediato, teniendo en consideración que todos los hallazgos serán evaluados y que el reporte urgente ocasionará que se tomen de inmediato medidas en el caso en que se considere durante la evaluación inicial, que los hallazgos ponen en serio peligro a la estructura.

TIPO DE REPORTE
P- PERIODICO
U- URGENTE

LINEAMIENTOS PARA LA EVALUACION PRELIMINAR
DUCTOS ASCENDENTES

TIPO	POSIBLES ORIGENES	POSIBLES CONSECUENCIAS	TIPO DE REPORTE	RECOMENDACIONES Y COMENTARIOS
Deficiencias en las juntas aislantes.	Instalaciones y/o fabricación inadecuada.	Consumo excesivo de los ánodos. Interferencia al sistema anticorrosivo.	P	Mediciones de potencial en la zona, Inspección detallada de los ánodos adyacentes.
Bajas lecturas de potencial.	Baja capacidad de la corriente local o general. Corrosión o pérdida de ánodos.	Corrosión local o general.	P	Inspeccionar la corrosión de las áreas adyacentes.
Ánodos de sacrificio perdidos.	Golpes. Sistema de fijación defectuoso.	Áreas desprotegidas, corrosión local o general	P	Inspeccionar la corrosión en el área adyacente. Debe repararse instalando un ánodo nuevo.
Daños al recubrimiento anticorrosivo en la zona de espaldaduras.	Golpes o daños producidos por cables en la instalación. Altas fluctuaciones de temperatura de operación. Procedimiento de fabricación inadecuado.	Pueden resultar procesos de corrosión acelerados.	P	Inspeccionar detalladamente para determinar los efectos y daños de la corrosión.
Daños al recubrimiento de lastre de concreto	Golpes, instalación defectuosa.	Pérdida de estabilidad, daño mecánico, corrosión.	P	Determinar la zona afectada, inspeccionar los daños mecánicos y corrosión que se haya presentado.
Asentamientos diferenciales.	Sobrecarga, mal diseño. Problemas de hincado o en el suelo.	Asentamientos de la estructura. Desnivel de cubiertas, sobreesfuerzo de miembros estructurales.	P	Revisar reportes geotécnicos.
Crecimiento marino.	Ambiente marino favorable.	Incremento en las fuerzas de oleaje sobre la estructura, cambio en la respuesta estructural, debido al incremento de masa.	P	Determinar espesor.

T I P O	POSIBLES ORIGENES	POSIBLES CONSECUENCIAS	TIPO DE REPORTE	RECOMENDACIONES Y COMENTARIOS
Separación de elementos.	Mala conexión durante la fabricación, corrosión.	Falla de elementos adyacentes.	P	Revisar conexiones y elementos adyacentes.
Baja lectura de potencial.	Baja capacidad de corriente local ó general. Pérdida ó corrosión de ánodos.	Corrosión local o general.	P	Inspeccionar la corrosión de los elementos adyacentes, revisar conexión eléctrica, efectuar un mayor número de lecturas.
Reducción del espesor de elementos.	Erosión ó corrosión interna ó externa.	Reducción en la capacidad del elemento.	P	Cuando la reducción es menor de 5 decimas por año no hay ningún problema si es mayor, se debe revisar el sistema de protección catódica.
Corrosión en la zona de salpicaduras.	Mano de obra defectuosa durante la aplicación de la protección.	Falla localizada ó general del recubrimiento. Corrosión acelerada. Reducción de la capacidad del elemento.	P	Delimitar la zona afectada, efectuar mediciones de espesores.
Tirante sin apoyo.	Daños mecánicos. Deterioro químico. Carencia de recubrimiento protector.	Socavación del terreno o defectos de instalación.	U	Esta discontinuidad puede causar fallas como, pandeo, fatiga, fugas, etc.
Acumulación de desperdicios.	Desperdicios arrojados desde la plataforma o barcos.	Sobrecarga de la tubería daños mecánicos.	P	Medir la longitud del tirante sin apoyo y la profundidad de la zanja. Investigar la presencia de daños en los recubrimientos, pandeo, daño mecánico etc.
Bajas lecturas de potencial	Desperdicios arrojados desde la plataforma o barcos.	Corrosión local o general.	P	Remover los escombros e inspeccionar cuidadosamente toda la curva.
	Baja capacidad de la corriente local o general. Corrosión o pérdida de ánodos.		P	Inspeccionar la corrosión de las áreas adyacentes.

T I P O	POSIBLES ORIGENES	POSIBLES CONSECUENCIAS	TIPO DE REPORTE	RECOMENDACIONES Y COMENTARIOS
Daño al recubrimiento anticorrosivo.	Golpes o daños producidos por cables en la instalación, altas fluctuaciones de temperatura en la operación. Procedimiento de fabricación inadecuado.	Pueden resultar procesos de corrosión acelerados.	P	Inspeccionar detalladamente para determinar los efectos y daños de la corrosión.
Daños al recubrimiento de lastre de concreto.	Golpes. Instalación defectuosa.	Pérdida de estabilidad - Daños mecánicos, corrosión.	P	Determinar la zona afectada. Inspeccionar los daños mecánicos y corrosión que se haya presentado.
Golpes abolladuras o deformaciones de la curva, daño mecánico.	Choque de anclas a escombros. Temperaturas mayores a las previstas. Instalación defectuosa.	Pérdida de la resistencia mecánica del tubo posible aparición de grietas y fuga.	U	Determinar la extensión de daño y/o configuración de la deformación, inspeccionar detalladamente, fotografía y/o videotape. Enviar la información al equipo de evaluación.
Defectos en la conexión pilote-estructura.	Mano de obra defectuosa.	Sobresfuerzo de elementos principales de la estructura.	U	Esta es una de las conexiones más importantes de la estructura y cualquier defecto puede tener graves consecuencias.
Desechos y basura.	Arrojo de desechos y basura en el área de estructura.	Cargas imprevistas en elementos, peligro para buzos, interferencia con trabajos bajo el agua, si los desechos son de acero puede haber interferencias con el sistema de protección catódica.	P	Se removerán si es posible, durante la inspección, si son piezas grandes y pesadas, se examinará la estructura en la posible trayectoria del objeto.
Señales de fluencia del material.	Redistribución de fuerzas.	Propagación de grietas, corrosión, redistribución de fuerzas.	P	Revisar soldaduras y elementos adyacentes.

T I P O	POSIBLES ORIGENES	POSIBLES CONSECUENCIAS	TIPO DE REPORTE	RECOMENDACIONES Y COMENTARIOS
Áreas con signos de <u>co</u> <u>rrosión</u> .	Mal funcionamiento del sistema anticorrosivo. Defectos en la pintura.	Reducción del espesor del elemento. Iniciación de grietas en soldaduras.	P	Revisar las áreas adyacentes, determinar el área afectada, hacer mediciones de espesores revisar el sistema de protección catódica.
Existentes de atiesada <u>re</u> <u>s de montaje</u> .	Supervisión deficiente de la instalación.	Inferieren el funciona - miento correcto de la cur <u>va</u> de expansión.	U	Remover los atiesadores e ins <u>peccionar</u> detalladamente toda la curva y la unión de ésta - con el ducto ascendente.
Deformaciones <u>excesi</u> - <u>vas</u> en los codos de la curva de expansión.	Fuerzas imprevistas en la fase de diseño. Cambios en la especificación de materiales.	Sobre esfuerzo del elemen <u>to</u> , disminución del fac - tor de seguridad aumentado por consecuencia el -- riesgo de falla.	U	Inspeccionar detalladamente - extremos soldados y medir ángulo y espesores.
Daños mecánicos. Gol <u>pes</u> . abolladuras defor <u>maciones</u> .	Choque de anclas o escombros. Temperaturas mayores a las previs - tas. Instalación defec <u>tuosa</u> .	Pérdida de la resistencia mecánica del tubo. Posi - ble aparición de grietas y fugas.	U	Determinar la extensión del - daño y/o la configuración de la deformación, inspeccionar detalladamente el área, fotografías y/o videotape. Enviar la información al grupo de e <u>valuación</u> .
Trenos sin apoyo.	Socavación del terreno o localización inco <u>rrecta</u> .	Esta discontinuidad puede causar daños como pandeo, fatiga, fugas, etc.	U	Medir la longitud del tramo - sin apoyo y distancia entre - tuberías y lecho de soporte. Investigar la presencia de da <u>ños</u> al recubrimiento, daños - mecánicos, pandeo, etc.
Anodos de sacrificio faltantes.	Golpes, sistema de fijación defectuoso.	Áreas desprotegidas, co <u>rrosión</u> local o general.	P	Inspeccionar la corrosión en el área adyacente. Debe repa <u>rarse</u> instalando un nuevo ánodo.
Bajas lecturas de po <u>tencial</u> .	Baja capacidad de la - corriente local o general. Corrosión, pérdida de ánodos.	Corrosión local o general.	P	Inspeccionar la corrosión de las áreas adyacentes.

T I P O	POSIBLES ORIGENES	POSIBLES CONSECUENCIAS	TIPO DE REPORTE	RECOMENDACIONES Y COMENTARIOS
Daños al recubrimiento anticorrosivo.	Golpes o daños producidos por anclas u objetos extraños. Altas fluctuaciones de temperatura de operación.	Pueden resultar procesos de corrosión acelerados.	P	Inspeccionar detalladamente para determinar los efectos y daños de la corrosión.
Daños al recubrimiento de lastra de concreto.	Golpes o deformaciones excesivas en la instalación.	Pérdida de estabilidad - daños mecánicos, corrosión.	P	Determinar la zona afectada, inspeccionar los daños mecánicos y la corrosión que se haya presentado.
Pandeo	Sobrecarga	Falla estructural del miembro.	P	Efectuar una inspección más detallada en miembros y soldaduras adyacentes.
Grietas	Vibraciones, cargas cíclicas, sobre carga, endurecimiento de la soldadura, mano de obra defectuosa, concentración de esfuerzo imprevista.	Desarrollo progresivo de fallas estructurales, grietas, corrosión.	P	Si la longitud de la grieta no ha variado desde la inspección anterior.
Abolladuras	Golpe de barcos ó algún otro objeto.	Fallas estructural del miembro.	P	Si la grieta no ha sido reportada con anterioridad o presenta variaciones respecto a la inspección anterior.
Pérdida de elementos.	Incorrecto control durante la fabricación ó errores constructivos.	Sobresfuerzo en miembros adyacentes.	P	Efectuar una inspección más detallada en miembros y soldaduras adyacentes. Comparar con dibujos de diseño.
Agujeros.	Fabricación ó reparaciones, corrosión, etc.	Falla estructural del miembro, agrietamiento - corrosión interna.	P	Efectuar una inspección más detallada en el perímetro interrumpido por el agujero. Determinar si se encuentra en áreas significantes.

T I P O	POSIBLES ORIGENES	POSIBLES CONSECUENCIAS	TIPO DE REPORTE	RECOMENDACIONES Y COMENTARIOS
Socevación	Oleaje y corrientes marinas.	Deformaciones excesivas - en los pilotes. Reducción del factor de seguridad - de la cimentación.	P U	Instalar un sistema antisocavación. Revisar reportes geotécnicos de el si está fuera del rango de diseño.
Fugas	Daños mecánicos, defectos de soldaduras. Instalación incorrecta.	Problemas en las conexiones en risers, tuberías - submarinas y conductores debido a desplazamientos. Falla total de la tubería. Pérdida de la producción. Posible contaminación.	U	Incluir toda la información - posible, fotografías y/o videotape longitud de la grieta o agujero por donde escapa el fluido, área afectada.
Falta de elementos - - de anclaje en zonas de suelos duros.	Error de instalación - y/o diseño.	Pérdida de estabilidad.	P	Inspeccionar con detalle las anclas adyacentes.
Corrosión	Anodos desgastados o -- pérdidas, recubrimiento anticorrosivo defectuoso.	Disminución del espesor - de la pared del tubo, con concentraciones de esfuerzos.	P	Investigar detalladamente toda el área afectada levantando los recubrimientos si es preciso; tomar lecturas de potencial. Inspeccionar los <u>ánodos</u> adyacentes.

Responsabilidad del Contratista.

5.1 Documentación Previa.

Previamente a cualquier trabajo de inspección el contratista deberá presentar a Pemex toda la documentación requerida referente al personal, equipo y procedimientos de acuerdo a los requisitos especificados en este manual. Para el cumplimiento de los objetivos de la inspección de estructuras marinas el contratista se deberá responsabilizar de los siguientes puntos:

5.1.2 Antes de iniciar la Inspección.

a) Empleo de Personal capacitado.

El personal del contratista estará entrenado y capacitado para cumplir con efectividad las diferentes actividades y pruebas - que se indiquen en el programa de inspección particular. Comprobará ante Pemex la calidad de su personal entregándole la documentación correspondiente que le sea solicitada.

b) Plan de ejecución.

El supervisor de buceo de la compañía contratista encargado de vigilar las operaciones de buceo, deberá estar familiarizado - con los procedimientos de inspección de modo que él, junto con los buzos inspectores preparen un plan de ejecución (sujeto a la aprobación del supervisor de Pemex) que contenga toda la información que pueda incluir en el trabajo, tal como:

- Planeación de la secuencia para la inspección.
- Técnica de buceo usada.
- Respaldo a la inspección y equipo de apoyo.
- Posicionamiento y/o anclaje del barco de apoyo durante las diferentes operaciones.
- Lista de equipo usado para la inspección y limpieza, etc.

De esta manera el supervisor podrá asistir y en caso necesario dirigir el buzo en todos los trabajos de inspección.

c) Calificación de equipo y procedimientos.

El contratista se deberá ajustar a los requisitos mínimos fijados por este manual. Todos los procedimientos deberán estar - estrictamente relacionados con los equipos que se van a usar y deberán presentarse ambos a Pemex para su aprobación.

d) Seguridad de los buzos.

La responsabilidad de la seguridad de los buzos inspectores - recae sobre el contratista.

5.1.3 Durante y después de la inspección.

a) Confiabilidad de los resultados.

La inspección se llevará a cabo cuidadosamente y se complementará con la información adicional que se juzgue necesaria para confirmar la magnitud y características de los daños encontrados.

b) Comunicación entre buzos inspectores y el supervisor de Femex

El representante de Femex tendrá el derecho de seguir estrechamente los trabajos de inspección, para ello el contratista -- permitirá la comunicación continua entre el representante y los inspectores buzos, así mismo, cuando se requiera que el representante de Femex inspeccione personalmente algún área -- para supervisar el trabajo de los buzos inspectores, el contratista dará todo el apoyo necesario para que el representante realice operaciones de buceo en el momento que lo indique.

c) Entrega oportuna y organizada de los resultados.

CAPITULO 6

EJEMPLO: INSPECCION DE LA LINEA AKAL-"C" ENLACE/AKAL-"I"

6.1 DESARROLLO DE LA INSPECCION.

6.1.1 TRAMPA DE DIABLOS

a) Espesores:

- Espesor Mínimo 0.348" en Codo de salida de Trampa de Diablos
- Espesor Máxima 0.542" en Codo de llegada de Trampa de Diablos

b) Corrosión Externa:

- 5% de corrosión ligera externa en Trampa de Diablos.

c) Daños Mecánicos:

- Sin daños mecánicos evidentes ni caídas de agua.

d) Anticorrosivo:

- RA-26 cubre el 95% del área con adherencia buena.

e) Erosión:

- En los elementos (Carretes) con los que cuenta la Trampa de Diablos los desgastes por erosión son menores al 20%; por lo que se clasifican como ligeros por el IMP.

6.1.2 DUCTO AEREO

a) Espesores:

- Cuello de Ganso (Espesor Mínimo 0.450", y Espesor Máximo - - 0.530").
- Carrete Inferior a cuello de Ganso (espesor Mínimo 0.420", y Espesor Máx. 0.500")
- Carrete Superior a Carrete de Monoblock (espesor Mínimo 0.480" y Espesor Máximo 0.502").
- Carrete de Monoblock (Espesor Mínimo 0.682" y Espesor Máximo - 0.705").
- Carrete Superior a Codo de 10 grados (Espesor Mínimo 0.418" y Espesor Máximo 0.470").
- Codo de 10 grados (Espesor Mínimo 0.400" y Espesor Máximo - - 0.505").
- Carrete de Zona de Mareas (Espesor Mínimo 0.272" y Espesor Máximo 0.440").

b) Corrosión Visual Externa:

- En carrete de Zona de Mareas presenta corrosión en forma de lunares con un desgaste del 39%, la cual se clasifica como severa por el IMP.

c) Daños Mecánicos:

- No tiene daños mecánicos ni caídas de aguas.

d) Recubrimiento Anticorrosivo:

- Ducto cubierto en un 30% de crudo. Bajo la capa de crudo el RA-26 con adherencia 70% de RA-26. En cada de 10 grados curece de RA-26.

e) Erosión:

- Desgaste del 21% en Codo de 10 grados. Este valor es clasificado como medio por el IMP. En los demás Carretes el desgaste es inferior al 14%.

f) Monoblock:

- Resistencia de .8 Ohms
- No tiene recubrimiento de Neopreno
- No presenta daños mecánicos
- Corrosión ligera uniforme

g) Abrazadera Ancla:

- RA-26 con adherencia
- No presenta corrosión ni daños mecánicos
- Espárragos apretados y completos
- Tiene Neopreno

h) Recubrimiento en Zona de Mareas:

- Neopreno de -11' a +10'4" en buen estado. Mantenimiento preventivo con Epóxico de +10'4 a +13'.

i) Defensa de Ducto Ascendente:

- RA-26 con adherencia
- Miembros estructurales en buen estado

OBSERVACIONES GENERALES DEL DUCTO EN ZONA SUMERGIDA

a) Revisión de Espesores:

- 129' (Espesor Máximo 0.433")
 - 51' (Espesor Mínimo 0.417")
- Diferencia de espesores 0.016"
Desgaste del 4%

b) Corrosión Externa:

No presenta.

c) Daños Mecánicos:

Tallón de estrobo a-129' con las siguientes dimensiones largo-3", ancho 5/8, profundidad 1/16", desgaste del 15%, clasificado como ligero por el IMP.

d) Protección Mecánica:

Concreto todo el Ducto hasta -11' y de -11' a NSM. Neopreno, -- desprendimiento de concreto no relevantes.

e) Vibración:

No presenta.

ABRAZADERAS

- a) 1ra. Abrazadera Fija a -27':
Con Neopreno sobre Concreto en buen estado sin holguras. Separación Pierna-Ducto 31".
- b) 2da. Abrazadera Articulada a -34':
Con Neopreno sobre Metal en buen estado con holgura de las -- 4:00 Hrs. de 1". Separación de Pierna-Ducto 30".
- c) 3ra. Abrazadera Fija a -71':
Sin Neopreno sobre Concreto en buen estado sin holguras. Separación entre Pierna-Ducto 30"
- d) 4ta. Abrazadera Fija en off-Set:
Con Neopreno sobre Concreto sin holguras y en buen estado. Separación Pierna-Offset 27".

BRIDA GIRATORIA A -131' TIPO 600

- a) Corrosión Externa:
No presenta.
- b) Fugas:
No presenta.
- c) Daños Mecánicos:
No presenta
- d) Estado General de la Brida:
En buen estado con 20 espárragos. Con una separación de 2 3/4" (promedio entre sus caras) esta separación no es admisible para Bridas de 600 (separación admisible).

CURVA DE EXPANSION

- a) Revisión de Espesores:
Espesor Máximo de 0.468" y Espesor Mínimo de 0.417"
- b) Daños Mecánicos:
No presenta
- c) Corrosión Externa:
No presenta
- d) Estado General de la Curva de Expansión:
En buen estado, con recubrimiento de concreto y desprendimientos no relevantes.
- e) Socavación:
En codo Ascendente de 20 cm. con una longitud de 9'. En segundo Codo Horizontal de 20cm. con una longitud de 7'.
- f) Potencial del Ducto Ascendente:
Mínimo de 0.998 Volts., Máximo de 1.052 Volts. (potenciales admisibles por DNV).

INSPECCION TIPO III DE RISER DE 14" Ø
PLATAFORMA: AKAL "C", ENLACE
LINEA: AKAL "C" ENLACE / AKAL "I" (L-2)
PIERNA: B-1N
FECHA: 24 DE JUNIO DE 1986
(017-B)

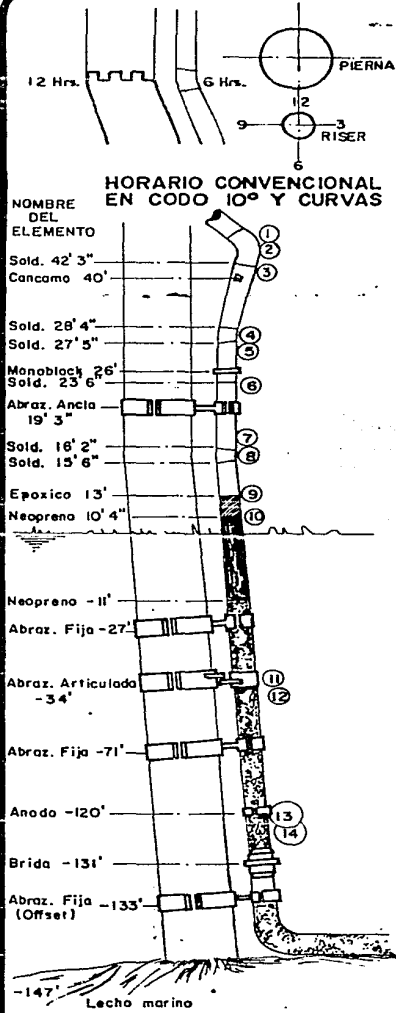
GERENCIA DE OPERACIONES
ZONA SUR,
CD. DEL CARMEN, CAMPECHE.

U.N.A.M.	
FAC. INGENIERIA	FIG. 9
RAFAEL BOLAÑOS HERNANDEZ	

RESUMEN PARA EVALUACION
SEGUN NORMA: API RP 14 E

CLAVE DEL RISER

017 - B



ELEV. DE MEDICION	MEDICION (PULG.)				OBSERVACIONES				
	HORA	MEDIDA	HORA	MEDIDA					
TRAMPA DE DIABLOS	3	.542"	ESPESOR MAXIMO	3	.348"	ESPESOR MINIMO	11.- DESGASTE POR EROSION (LIGERO) EN TRAMPA.		
1 + 45' 00"	11	.530"	12	.500"	1	.505"	2).- CODO DE 10°, DESGASTE MEDIO POR EROSION Y EN CARRETE DE ZONA DE MAREAS DESGASTE SEVERO POR CORROSION.		
2 + 44' 00"	12	.500"	3	.450"	6	.480"	9	.485"	3).- ESPESOR MINIMO DEL DUCTO EN CARRETE DE ZONA DE MAREAS A + 12' 4" PERDIDA DEL 38% + 10' 4" A + 13' 00"
3 + 42' 00"	12	.500"	3	.480"	6	.420"	9	.470"	4).- MANTENIMIENTO A DUCTO DE + 10' 4" A + 13' 00"
4 + 27' 10"	12	.500"	3	.480"	6	.500"	9	.502"	5).- TALLON DE ESTROBO A (-) 129' CON DIMENSIONES DE 3 1/2" x 16 CLASIFICADO COMO LIGERO POR I.M.P.
5 + 27' 02"	12	.705"	3	.685"	6	.682"	9	.700"	6).- SIN FOTOGRAFIAS SUBMARINAS A PROFUNDIDADES MAYORES DE -120', POR HABER MUCHAS PARTICULAS EN SUSPENSION.
6 + 23' 03"	12	.430"	3	.470"	6	.432"	9	.435"	
7 + 16' 04"	12	.420"	3	.430"	6	.418"	9	.420"	
8 + 15' 10"	12	.505"	3	.440"	6	.400"	9	.480"	
9 + 12' 04"					6	.272"			
10 + 10' 06"	12	.378"	3	.437"	6	.440"	9	.430"	
11 - 51' 02"	5	.417"							
12 - 50' 01"	5	.425"							
13 - 129' 08"	5	.433"							
14 - 129' 04"	5	.425"							
OFF-SET									
0+036 Mts.									
0+044.5 Mts.		.417"					9	.466"	

OFSET	SOCAVACION 50 Mts., 10 Mts. DE LA 2da. CURVA DE EXPANSION	AZOLVAMIENTO
-------	---	--------------

POTENCIAL CATODICO	EQUIPO: MILLER	NIV. 1ra. LECT.	-51'	NIV. 2da. LECT.	-120'
			1.061 V.		1.052 V.

DEFENSA DE RISER	EXISTE	CONDICIONES	ABRAZAD. ANCLA	NIVEL	OBSERVACIONES
	SI	BUEN ESTADO		+19' 03"	BUEN ESTADO

ACCESORIO	OPERA	OBSERVACIONES	RECUBRIMIENTO EN Z.M.O.	TIPO	NEOPRENO
MONOBLOCK	.8 Ohms	CORROSION LIGERA		ELEVAC.	DE -11' A +10' 04"
BRIDA AISLANTE				OBSERVACIONES	BUEN ESTADO REF. DE +10' 4" A +13"

BRIDA	CARA SUP.	CARA INF.	No. ESP.	DIAM. x LARGO	TAMAÑO TUERCA
	4 3/4"	3 1/2"	20	5/8" x 16"	2 9/16"

DATOS DEL DUCTO	FECHA DE INSTL'N.	MATERIAL	ESPESOR	TEMP. °C	SERVICIO	PRODUCC. DIFERIDA
	80/07/29	LINEA RISER	LINEA RISER	59	AC-GA	
		0.438	0.438 x 52			

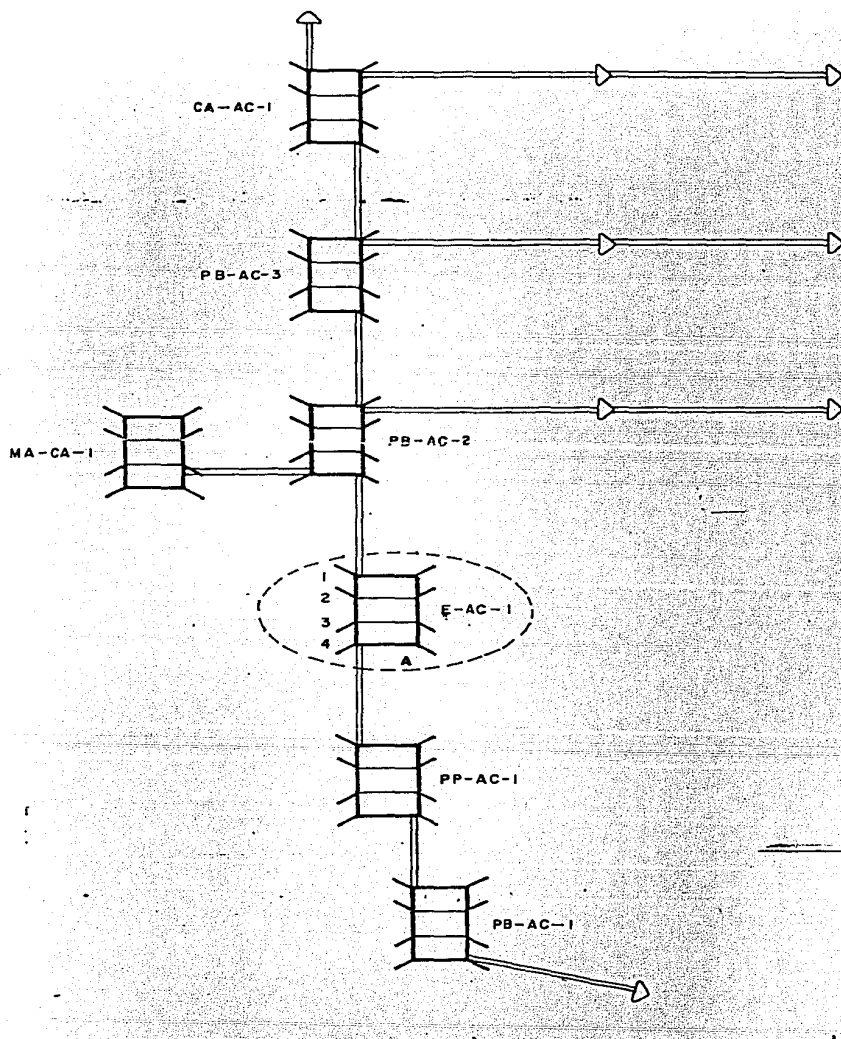
PRESION (Kg./cm.²)			ESPESORES REQUERIDOS (PULG.)			ESPESOR MINIMO DETECTADO		DIFERENCIA DE ESPESORES (PULG.)			
MAX. OPERACION	CALB. PILOTO	MAX. TRAB.	OPERACION	PILOTO	TRABAJO	OPERACION	PILOTO	TRABAJO	OPERACION	PILOTO	TRABAJO
8	27	44	0.192	0.293	0.381	0.272"	0.080	-0.021	-0.109		

EVALUACION DEL DUCTO.	MANTENIMIENTO DETECTADO		OBSERVACIONES.
	PREVENTIVO	CORRECTIVO	
EDO. GRAL. DEL DUCTO I	FECHA PROX. INSP.		EVALUO. _____ FECHA. _____ REVISO. _____ FECHA. _____

PLAT. AKAL-C ENLACE
DIAMETRO 14". PIERNA B-1N
LINEA AKAL-C ENLACE/AKAL-I (L-2).

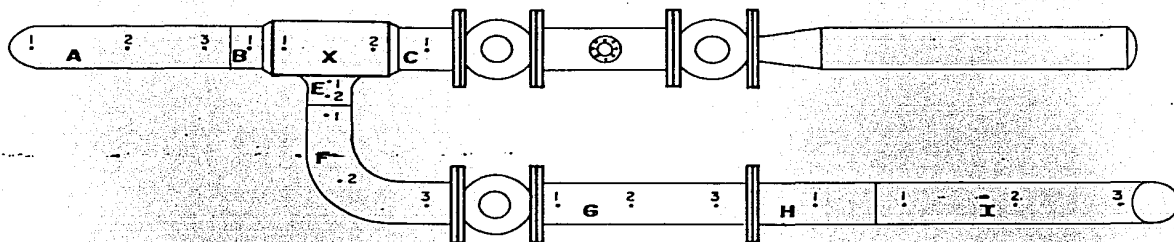
U.N.A.M.	
FAC. INGENIERIA	FIG. 10
RAFAEL BOLANOS HERNANDEZ	

COMPLEJO AKAL "C"



PLAT. AKAL-C ENLACE
 RISER 14" Ø
 PIERNA B-1N
 LINEA AKAL-C ENLACE/AKAL-I

U. N. A. M.	
FAC. INGENIERIA	FIG. II
RAFAEL BOLAÑOS HERNANDEZ	

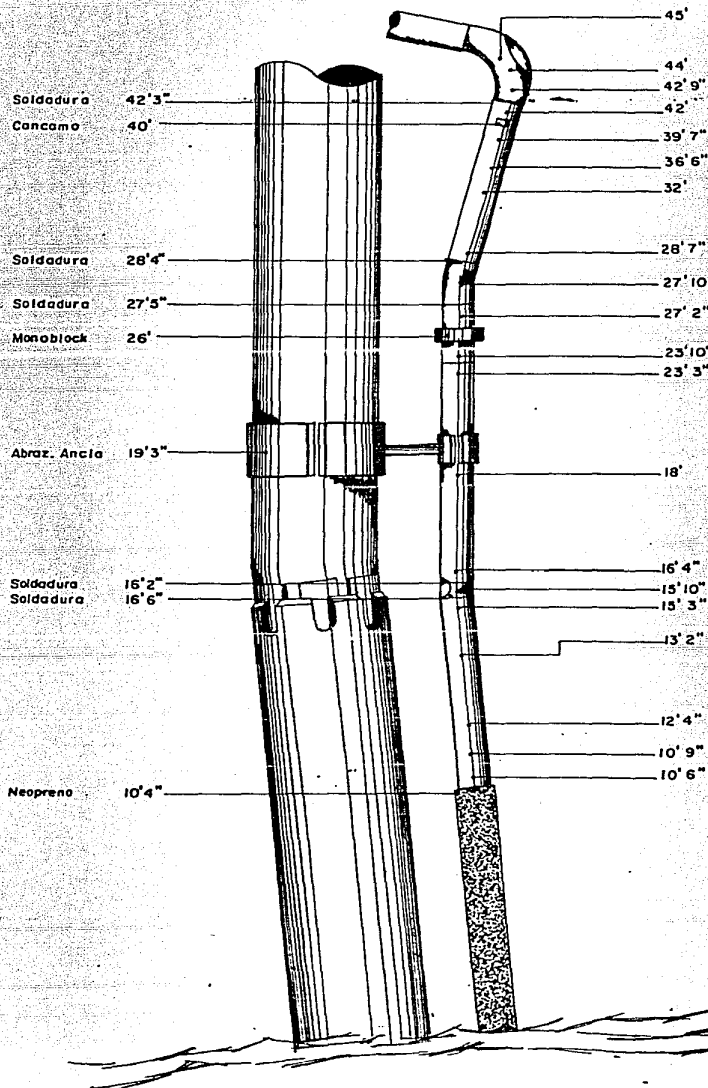


CARRETE	No. LECT.	HORA		HORA		HORA		HORA	
		LECTURA	LECTURA	LECTURA	LECTURA	LECTURA	LECTURA	LECTURA	LECTURA
A	1	12	.510"	3	.542"	6	.490"	9	.510"
	2	12	.490"	3	.450"	6	.518"	9	.518"
	3	12	.485"	3	.490"	6	.518"	9	.488"
B	1	12	.375"	3	.375"	6	.410"	9	.400"
C	1	12	.395"	3	.400"	6	.385"	9	.395"
	2	12	.400"	3	.400"	6	.400"	9	.380"
E	1	12	.392"	3	.400"	6	.400"	9	.395"
	2	12	.400"	3	.400"	6	.400"	9	.380"
	3	12	.402"	3	.405"	6	.398"	9	.382"
F	1	12	.400"	3	.405"	6	.400"	9	.390"
	2	12	.400"	3	.402"	6	.405"	9	.385"
	3	12	.402"	3	.405"	6	.398"	9	.382"
G	1	12	.392"	3	.398"	6	.400"	9	.385"
	2	12	.420"	3	.382"	6	.380"	9	.390"
	3	12	.405"	3	.410"	6	.385"	9	.405"
H	1	12	.395"	3	.390"	6	.390"	9	.410"
	2	12	.405"	3	.360"	6	.380"	9	.375"
I	1	12	.380"	3	.348"	6	.395"	9	.365"
	2	12	.405"	3	.360"	6	.380"	9	.375"
	3	12	.400"	3	.350"	6	.398"	9	.352"
X	1	12	.500"						
	2	12	.500"						

MAXIMO : 0.542
MINIMO : 0.348

PLATF. AKAL-C ENLACE
RISER 14" Ø
PIERNA B-1N
LINEA AKAL-C ENLACE / AKAL-I

U. N. A. M.	
FAC. INGENIERIA	FIG. 12
RAFAEL BOLANOS HERNANDEZ	



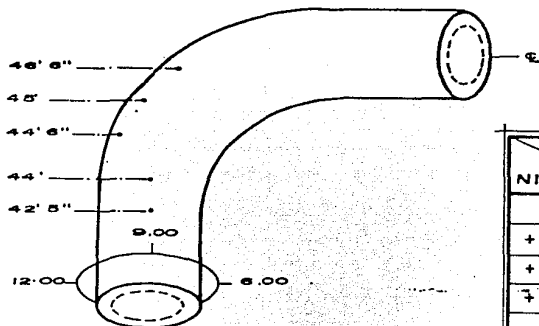
PLATF. AKAL-C ENLACE
 RISER 14" Ø
 PIERNA B-1N
 LINEA AKAL-C ENLACE/AKAL-I

U.N.A.M.	
FAC. INGENIERIA	
RAFAEL BOLANOS HERNANDEZ	
FIG. 13	

ELEV. DE MEDICION	MEDICION (PULG.)				OBSERVACIONES
	HORA MEDIDA	HORA MEDIDA	HORA MEDIDA	HORA MEDIDA	
+ 45' 00"	12 0.500"	3 0.475"	6 0.450"	9 0.492"	
+ 44' 00"	12 0.500"	3 0.450"	6 0.480"	9 0.485"	
+ 42' 05"	12 0.502"	3 0.460"	6 0.465"	9 0.500"	
+ 42' 03"	12	3	6	9	SOLDADURA
+ 42' 00"	12 0.500"	3 0.480"	6 0.420"	9 0.440"	
+ 40' 00"	12	3	6	9	CANCAMO
+ 39' 07"	12 0.460"	3 0.450"	6 0.420"	9 0.470"	
+ 35' 06"	12 0.495"	3 0.425"	6 0.450"	9 0.442"	
+ 32' 00"	12 0.500"	3 0.455"	6 0.420"	9 0.450"	
+ 28' 07"	12 0.492"	3 0.460"	6 0.440"	9 0.485"	
+ 28' 04"	12	3	6	9	SOLDADURA
+ 27' 10"	12 0.500"	3 0.480"	6 0.500"	9 0.502"	
+ 27' 05"	12	3	6	9	SOLDADURA
+ 27' 02"	12 0.705"	3 0.685"	6 0.682"	9 0.700"	
+ 26' 00"	12	3	6	9	MONOBLOCK
+ 23' 10"	12 0.682"	3 0.700"	6 0.690"	9 0.685"	
+ 23' 06"	12	3	6	9	SOLDADURA
+ 23' 03"	12 0.430"	3 0.470"	6 0.432"	9 0.435"	
+ 19' 03"	12	3	6	9	ABRAZADERA-ANCLA
+ 18' 00"	12 0.422"	3 0.450"	6 0.430"	9 0.432"	
+ 16' 04"	12 0.420"	3 0.430"	6 0.418"	9 0.420"	
+ 16' 02"	12	3	6	9	SOLDADURA
+ 15' 10"	12 0.505"	3 0.440"	6 0.400"	9 0.480"	
+ 15' 06"	12	3	6	9	SOLDADURA
+ 15' 03"	12 0.430"	3 0.435"	6 0.438"	9 0.420"	
+ 13' 02"	10 0.360"				
+ 13' 00"					EPOXICO
+ 12' 04"			6 0.272"		
+ 10' 09"			6 0.330"		
+ 10' 06"	12 0.378"	3 0.435"	6 0.440"	9 0.430"	
+ 10' 04"					NEOPRENO

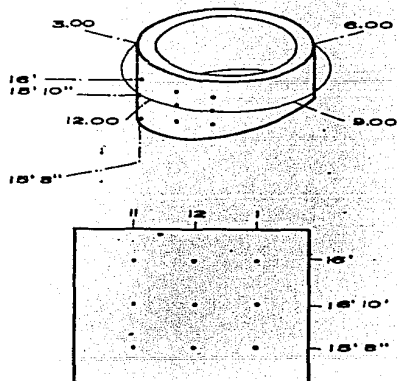
PLAT. AKAL-C ENLACE
RISER 14" Ø
PIERNA B-1N
LINEA AKAL-C ENLACE/AKAL-I (L-2).

U.N.A.M.	
FAC. INGENIERIA	FIG. 14
RAFAEL BOLANOS HERNANDEZ	



MAXIMO = 0.530
MINIMO = 0.450

LECTURA NIVEL	HORARIO							
	HORA	MEDIDA	HORA	MEDIDA	HORA	MEDIDA	HORA	MEDIDA
RELOJ								
+ 45' 00"	12	.500"	3	.475"	6	.450"	9	.492"
+ 44' 00"	12	.500"	3	.450"	6	.480"	9	.485"
+ 42' 05"	12	.502"	3	.460"	6	.465"	9	.500"
MAPEO								
+ 45' 06"	11	.520"	12	.500"	1	.480"		
+ 45' 00"	11	.530"	12	.500"	1	.505"		
+ 44' 06"	11	.522"	12	.505"	1	.502"		



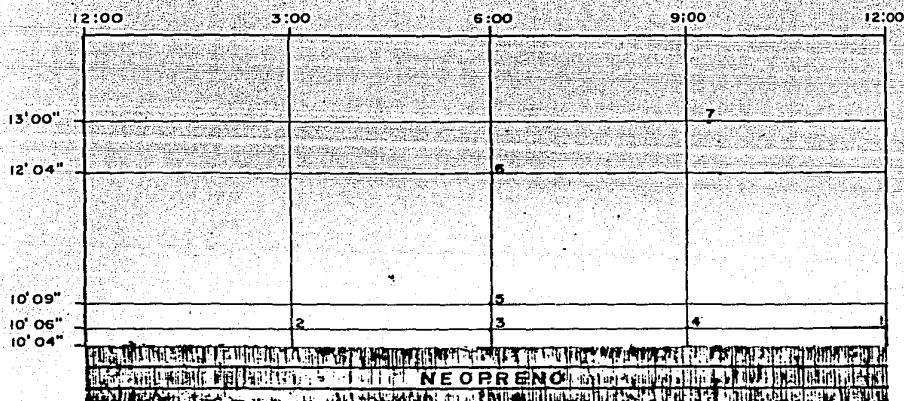
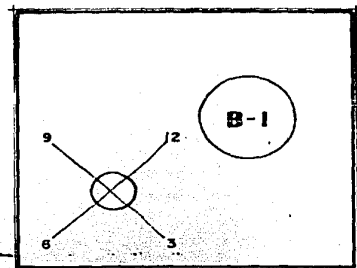
MAXIMO = 0.505"
MINIMO = 0.400"

LECTURA NIVEL	HORARIO							
	HORA	MEDIDA	HORA	MEDIDA	HORA	MEDIDA	HORA	MEDIDA
RELOJ								
+ 15' 10"	12	.505"	3	.440"	6	.400"	9	.480"
MAPEO								
+ 16' 00"	11	.500"	12	.505"	1	.500"		
+ 15' 10"	11	.492"	12	.505"	1	.500"		
+ 15' 08"	11	.490"	12	.500"	1	.500"		

PLAT. AKAL-C ENLACE
RISER 14" Ø
PIERNA B-1N
LINEA AKAL-C ENLACE / AKAL-I

U. N. A. M.	
FAC. INGENIERIA	FIG. 15
RAFAEL BOLANOS HERNANDEZ	

INSPECCION VISUAL DETALLADA A CARRETE
DE NIVEL DE MAREAS PARA DIMENSIONAR
AREAS CON PICADURAS.



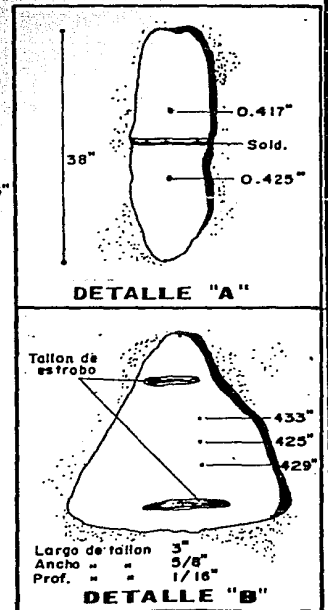
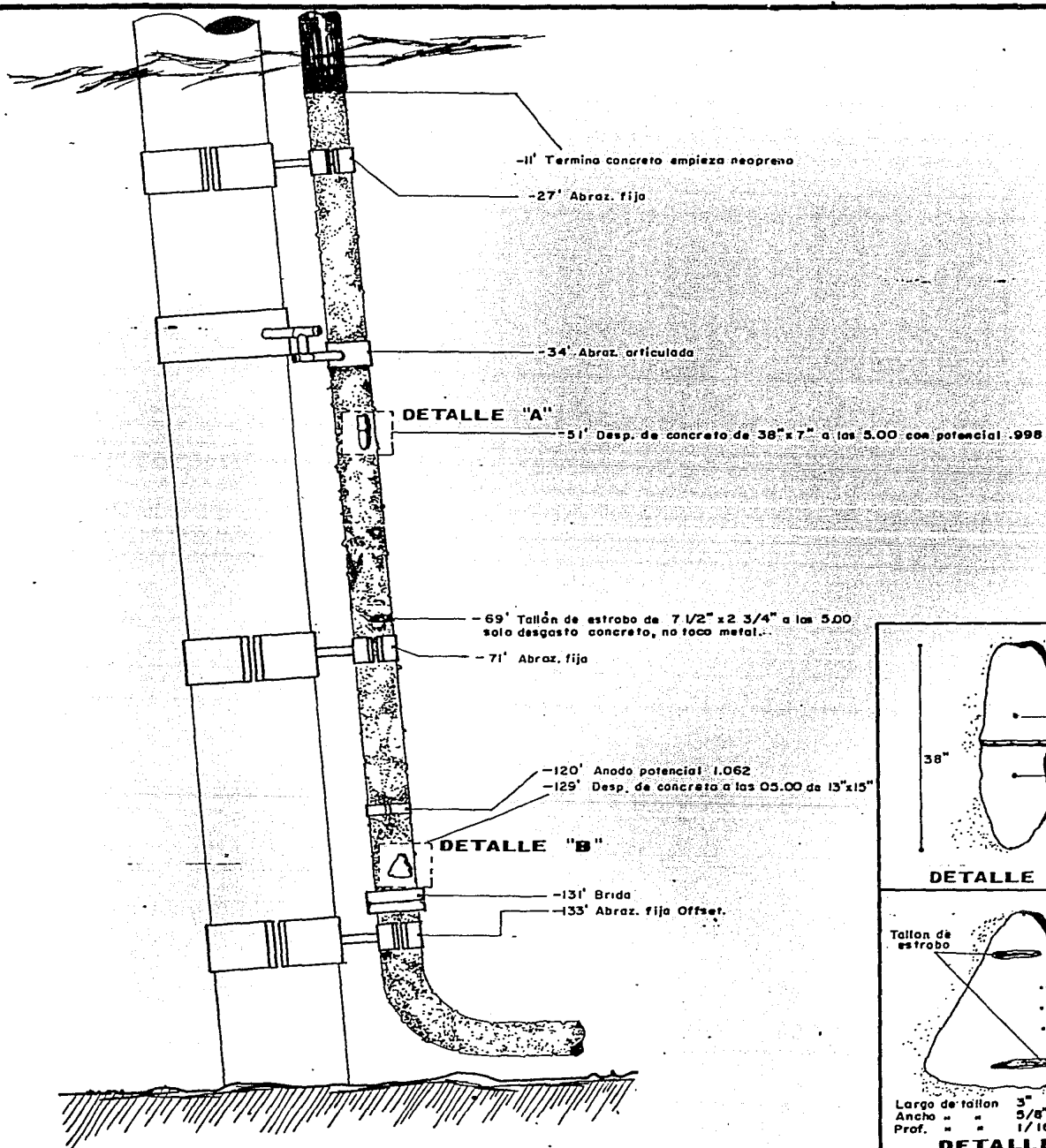
RESULTADOS

ZONA ISNP.	NIVEL	ZONA HORARIA	ESPEJOR
1	10' - 6"	12 : 00	.378"
2	10' - 6"	3 : 00	.435"
3	10' - 6"	6 : 00	.440"
4	10' - 6"	9 : 00	.430"
5	10' - 9"	6 : 00	.330"
6	12' - 4"	6 : 00	.272"
7	13' - 0"	10 : 00	.360"

ESPEJOR MINIMO = 0.272"
ESPEJOR MAXIMO = 0.440"
DESGASTE SEVERO
POR CORROSION = 40 %

PLAT. AKAL-E ENLACE
RISER 14" Ø
PIERNA B-IN
LINEA AKAL-C ENLACE / AKAL-I

U. N. A. M.	
FAC. INGENIERIA	FIG. 16
RAFAEL BOLAÑOS HERNANDEZ	

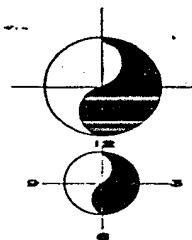


PLAT. AKAL-C ENLACE
 RISER 14" Ø
 PIERNA B-1N
 LINEA AKAL-C ENLACE/AKAL-I

U.N.A.M.	
FAC. INGENIERIA	FIG. 17
RAFAEL BOLANOS HERNANDEZ	

LOCALIZACION DEL RISER EN LA DEFENSA

NIVEL (PIES)	ORIENTACION RESPECTO AL RELOJ			
	12	3	6	9
0'	12"	27"	40"	27"



INSPECCION VISUAL DETALLADA EN ABRAZADERAS DE RISER

No. DE ABRAZ.	PROF. (PIES)	HOLGURA	DAÑOS MEC.	No. DE ESPARRAGOS	ESPARRAGOS		ABRAZ. SOBRE		EMPAQUE DE NEO.	DISTANCIA ENTRE PIER-RISER
					FLOJOS	FALT.	METAL	CONC.		
1	27'			4				SOBRE	SI	31"
2	34'	4:00 1"		4			SOBRE		SI	31"
3	71'			4				SOBRE	NO	30"
4	133'			4				SOBRE	SI	27"

OBSERVACIONES.

ABRAZADERA DE PIERNA

No. DE ABRAZ.	No. DE ESP.	ESPARRAGOS		ABRAZ. CON NEO.	HOLGURA		TIPO ABRAZ.	DAÑO MEC.	CRECIM. MARINO	POTENCIAL CATODICO
		FLOJOS	FALT.		SI	NO				
1	6			SI			FIJA		D: 1" 80% B: 3/4" 80%	
2	8			SI	12:00 1"		ART.		D: 1" 30% B: 2" 70%	
3	6						FIJA		D: 2" 80% B: 2" 80%	
4	6						FIJA		D: 2" 80% B: 5" 80%	

OBSERVACIONES.

INSPECCION VISUAL A BRIDAS

NIVEL	ANCHO		SEPARACION ENTRE BRIDAS	No. DE ESP.	ESPARRAGOS			DISTANCIA ENTRE PIERNA - RISER	NUMERACION DE BRIDA
	SUP.	INF.			Ø	TUERCA	LONG.		
-131'	4 3/4"	3 1/2"	12/2 3/4" 3/2 II	20	1 1/2"	2 3/8"	16"	29"	
			16" 6/2 II/16"						
			9/2 3/4"						

LECTURA DE POTENCIAL	DISTANCIA DE ESPARRAGO DE BRIDA INFERIOR A LA ABRAZ. DE OFFSET	DISTANCIA DE ESPARRAGO DE BRIDA SUPERIOR A LA ABRAZADERA DE ARRIBA
1.059	0.000	60'

AKAL-I (L-2)
E- AKAL-C
RISER DE : 14"Ø

PIERNA B-IN
CLAVE (017-B)

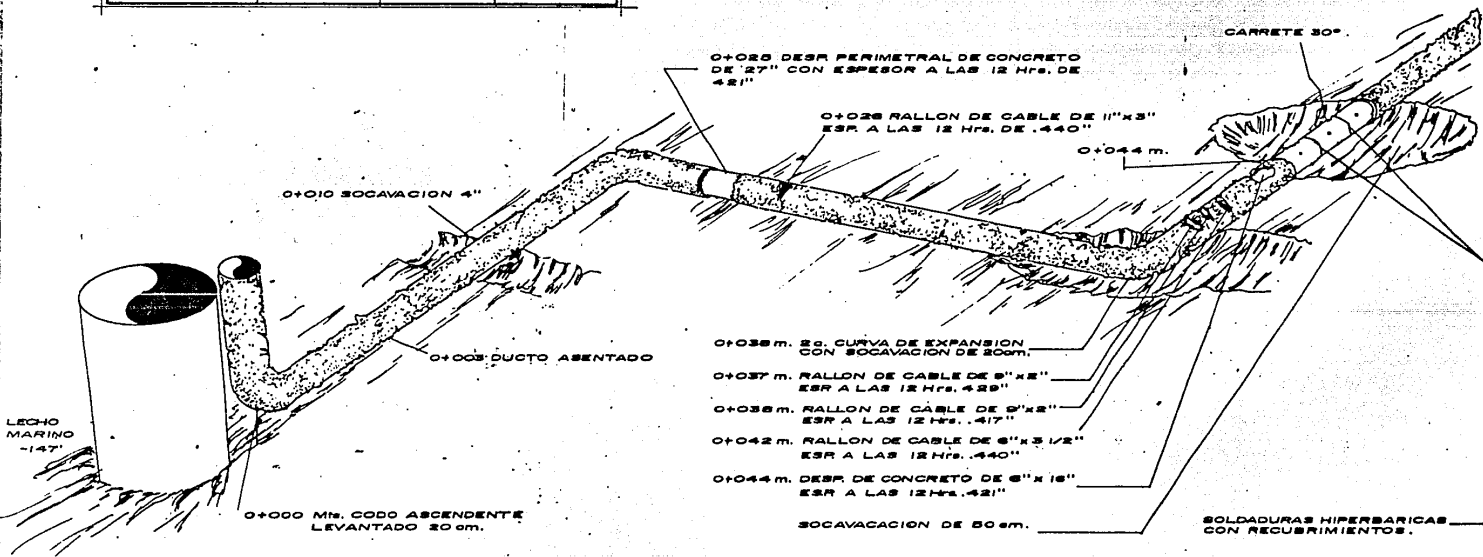
U.N.A.M.

FAC. INGENIERIA

RAFAEL BOLANOS HERNANDEZ

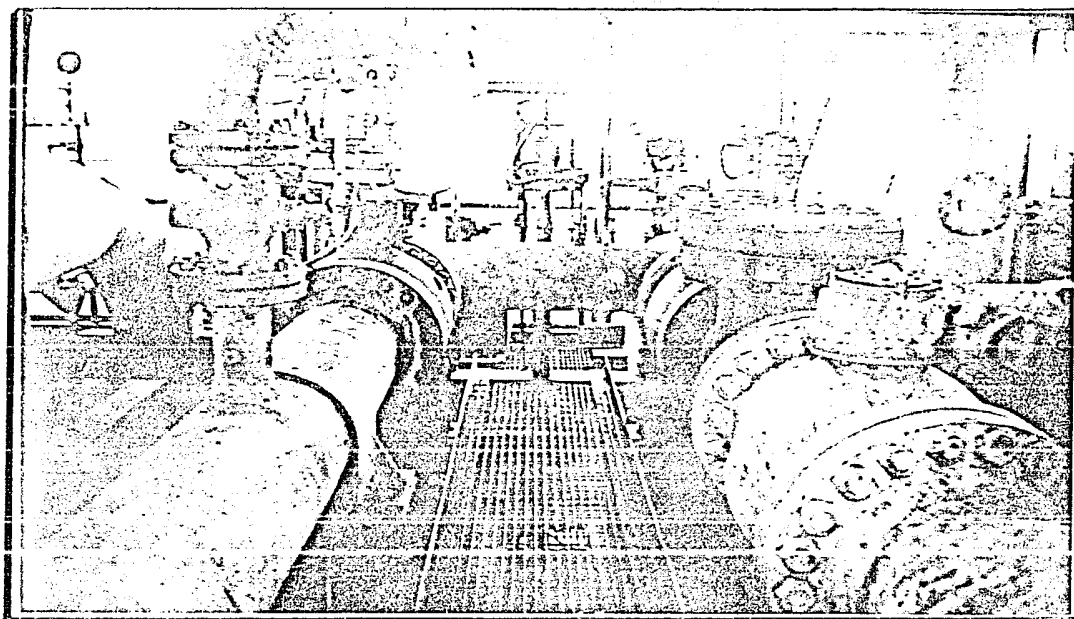
FIG. 18

TOMA DE ESPESORES			
RELOJES	12 Hrs.	9 Hrs.	3 Hrs.
OFF - SET	.444"	.468"	.468"
CARRETE	.433"	.464"	.421"
LINEA	.417"	.440"	.440"

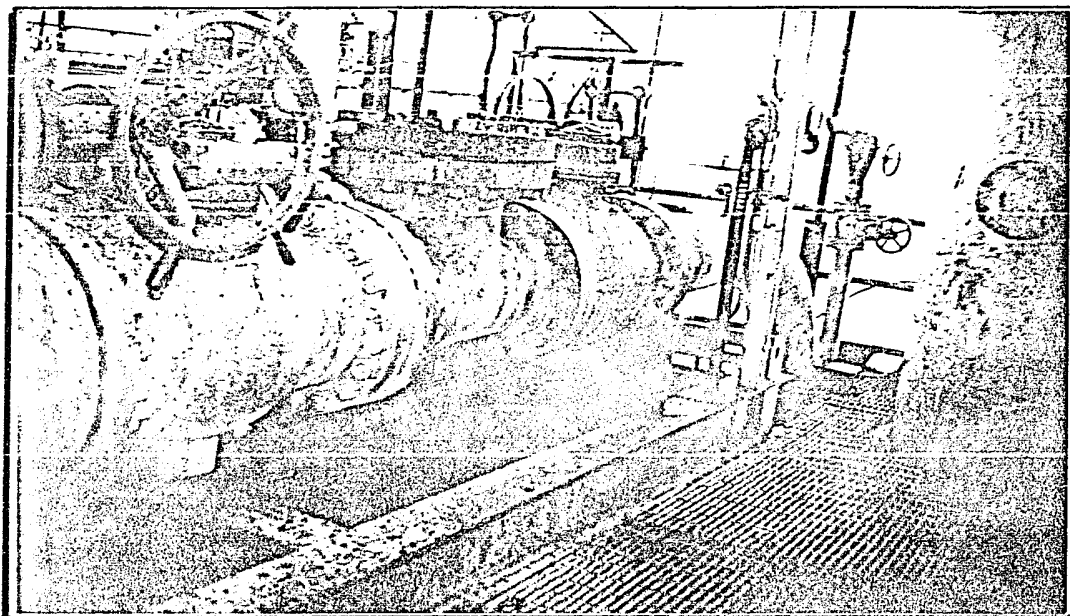


PLAT. AKAL-C ENLACE
 RISER 14" Ø
 PIERNA B-1N
 LINEA AKAL-C ENLACE / AKAL-I

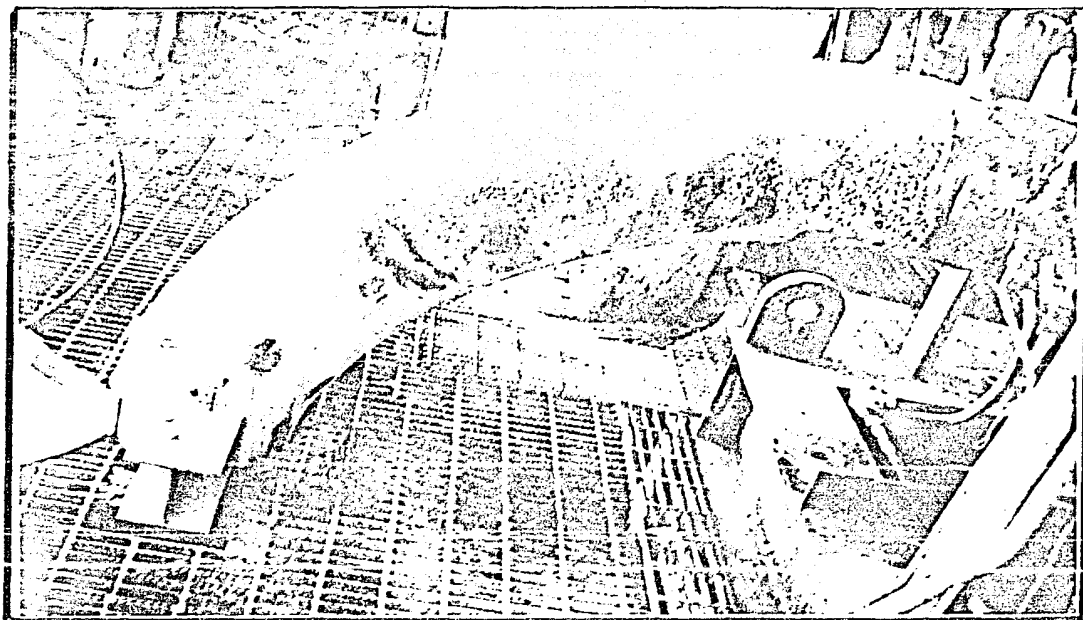
U. N. A. M.	
FAC. INGENIERIA	FIG. 19
RAFAEL BOLAÑOS HERNANDEZ	



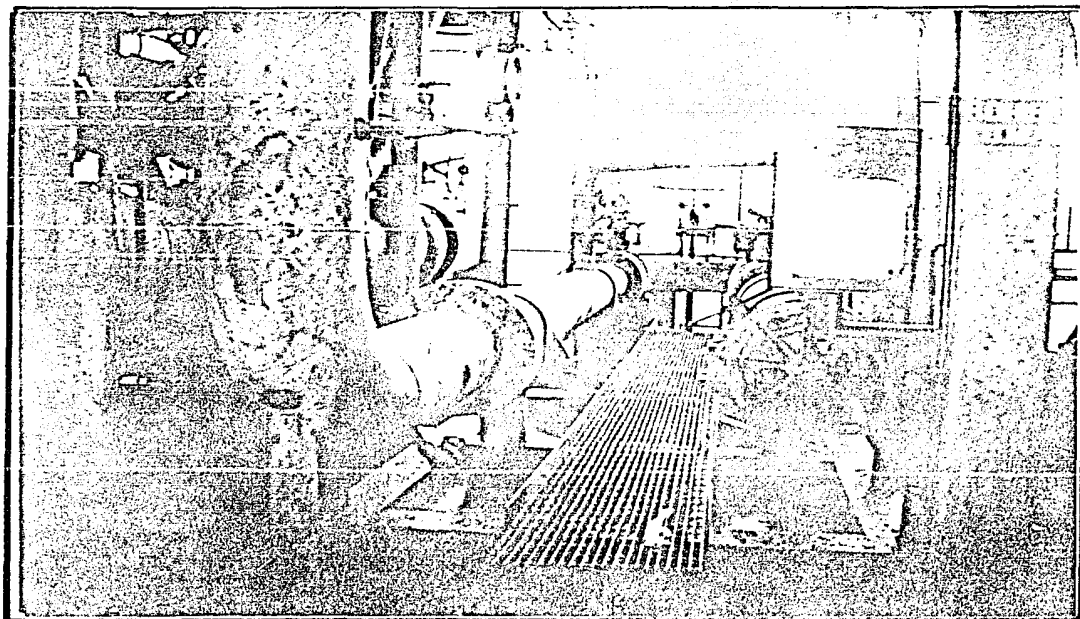
Vista de las 9:00 Hrs. toma anterior de Trampa de Diablos es
tado general bueno. Espesor por arriba del requerido. Desgas
te del 6%.



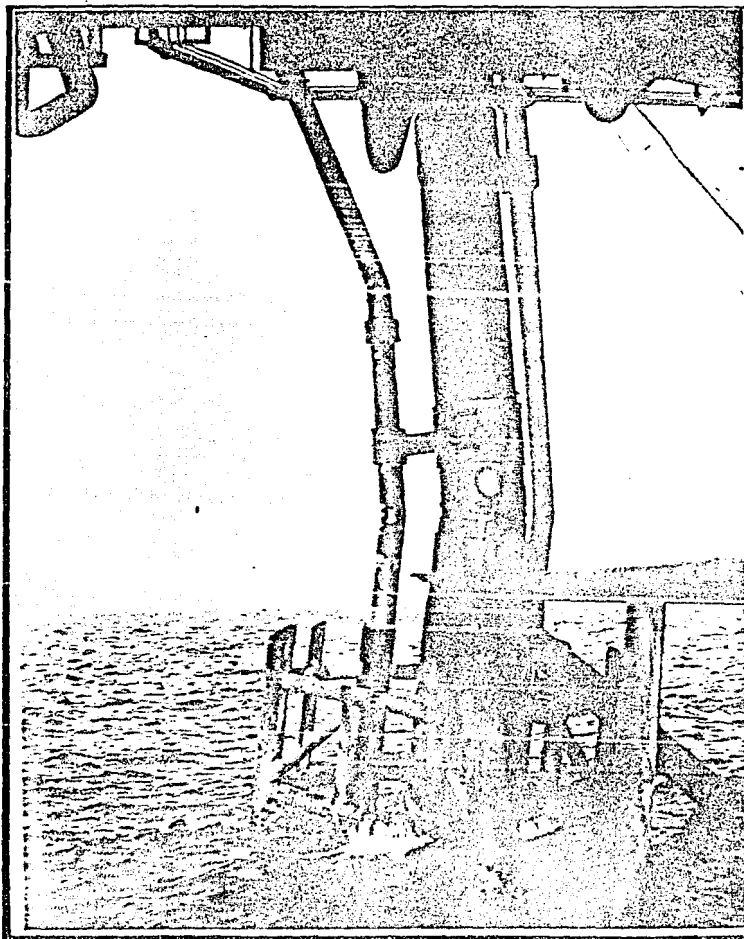
Vista de las 9:00 Hrs. de Trampa de Diablos estado general bue
no. Protección anticorrosiva 95% sin daños mecánicos.



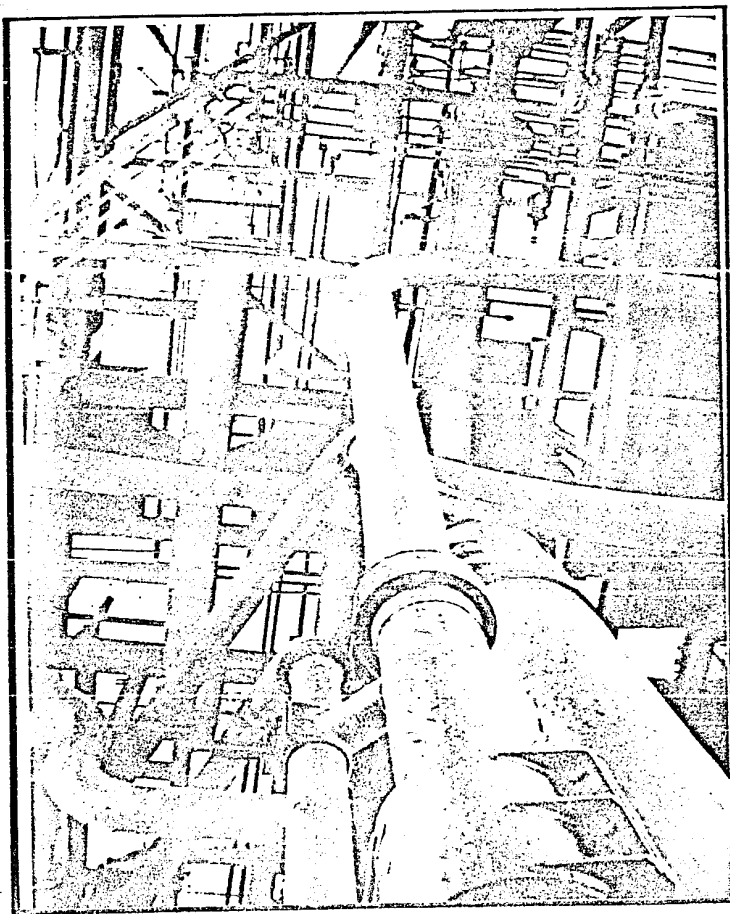
Codo de Llegada a Trampa de Diablos. Presenta 95% de pintura anticorrosiva. Espesor por arriba del requerido. Desgaste del 17%.



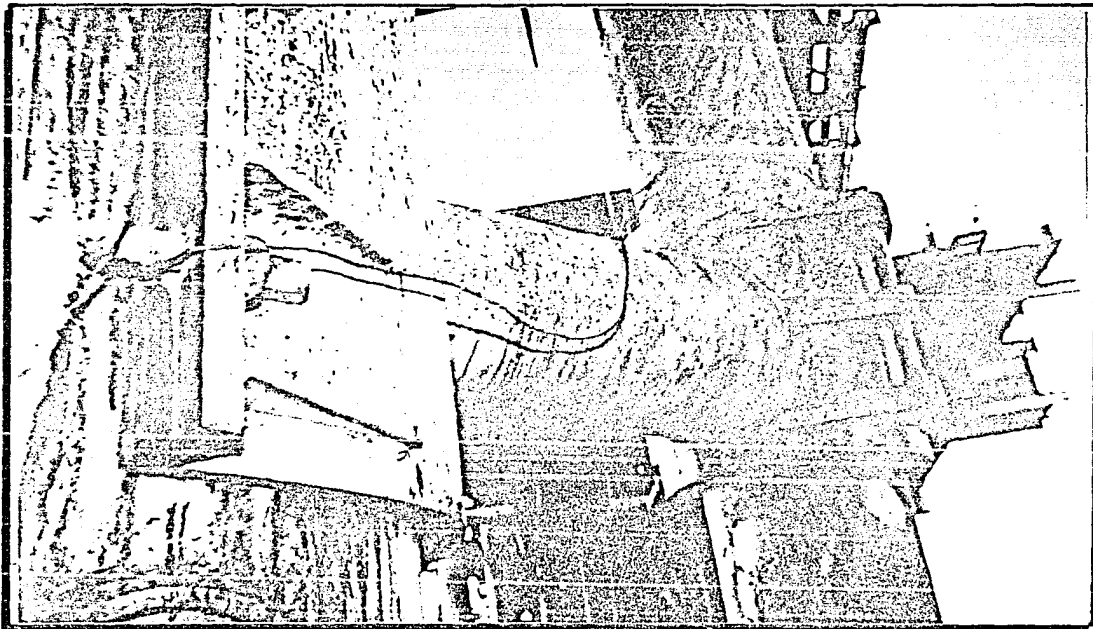
Codo de Salida de Trampa de Diablos. Protección anticorrosiva en buen estado. Espesor por arriba del requerido. Desgaste del 14%.



Vista general de Ducto Ascendente 017-B. Ca
te de Zona de Mareas presenta desgaste del
39%. Además Carrete por arriba del espesor
requerido.



Vista de Cuello de Ganso y Carrete Inferior al mismo. Espesores por arriba del requerido. Desgaste por erosión del 16% en Cuello de Ganso y de 14% en Carrete Inferior al mismo.



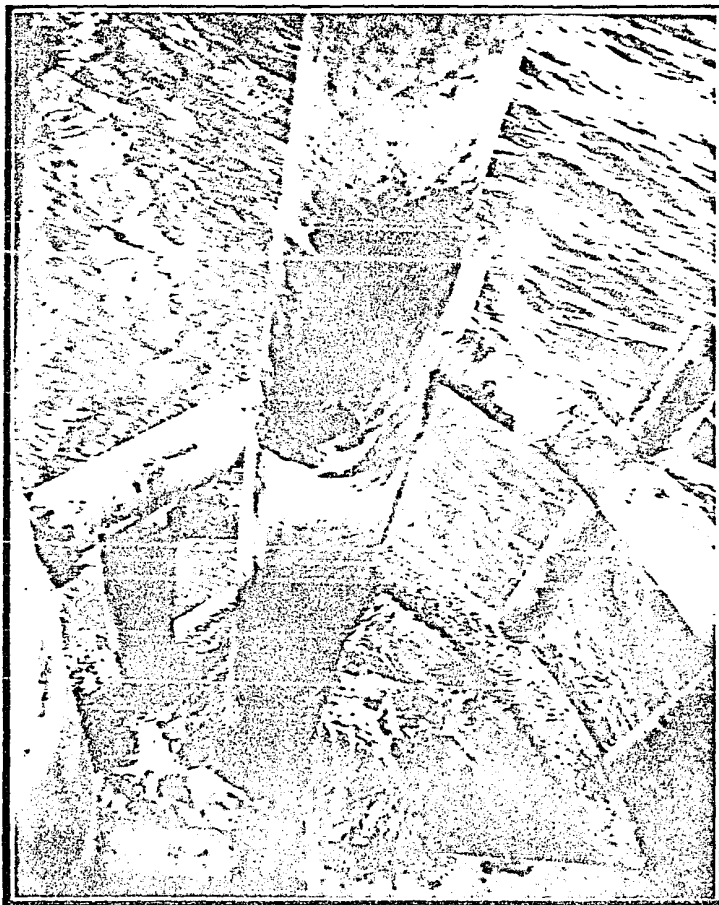
Abrazadera Ancla vista desde las 11:00 Hrs.
sin daños mecánico y en buen estado.



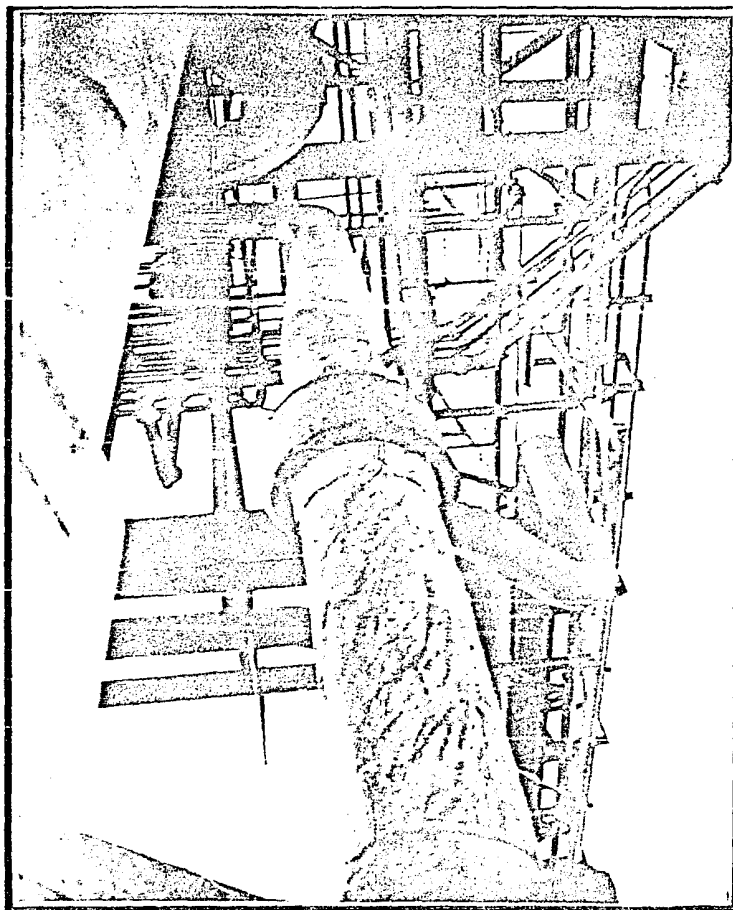
Codo de 10°, tiene un 40% de Protección An-
ticorrosiva, no presenta daños mecánicos y
tiene un desgaste del 21% por erosión.



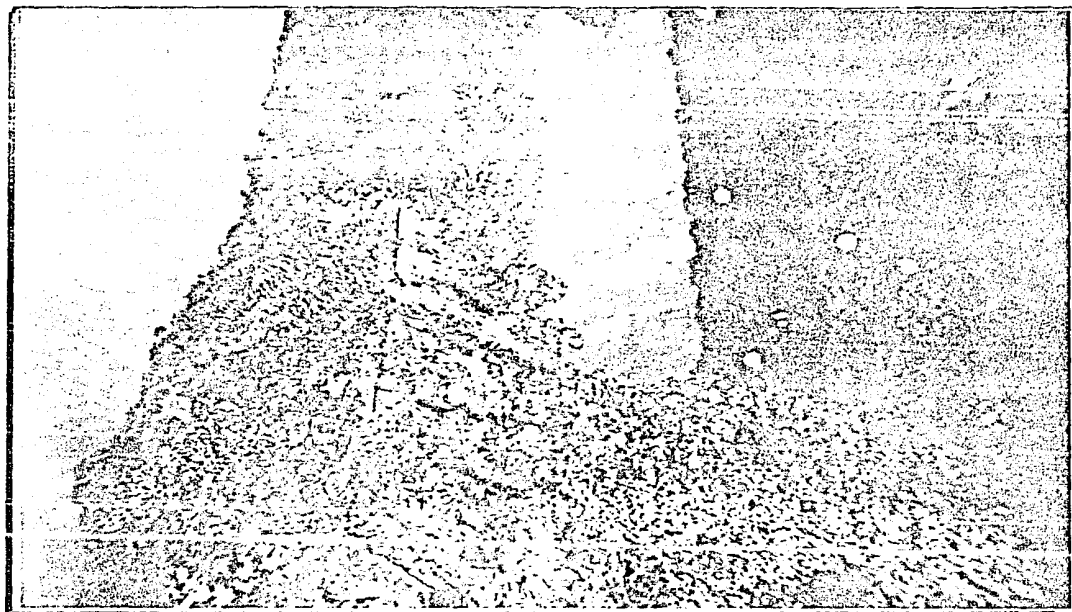
Carrete de Zona de Mareas, presenta corrosión en forma de lunares con un desgaste de 39%, clasificada como severa por el I.M.P., espesores por arriba del requerido.



Recubrimiento Mecánico Neopreno en Zona de
Mareas en buen estado. No presenta despren-
dimientos, se levanta de +10'4" a +13'8" -
con Epóxico, Defensa de Riser no presenta
daños mecánicos, sin corrosión. Bridas en
buen estado.

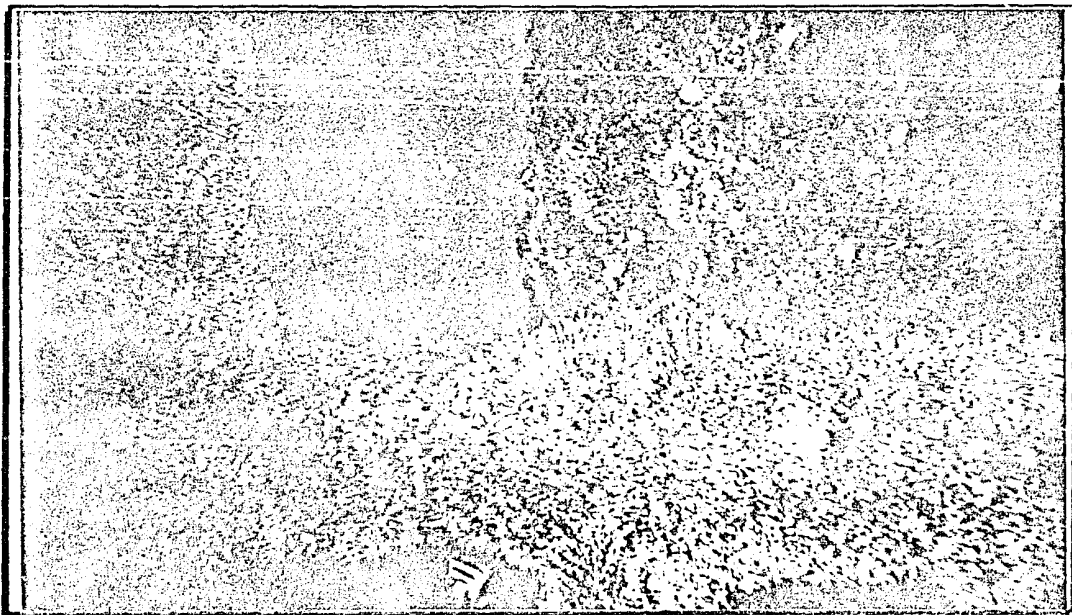


Monoblock tipo ZIEFLE sin recubrimiento de
Neopreno, corrosión ligera. Prueba de con-
tinuidad .8 Ohms.



Abrazadera tipo Fija en nivel medio de -27' en buen estado con
separación Ducto-Pierna de 31".

(017-B)



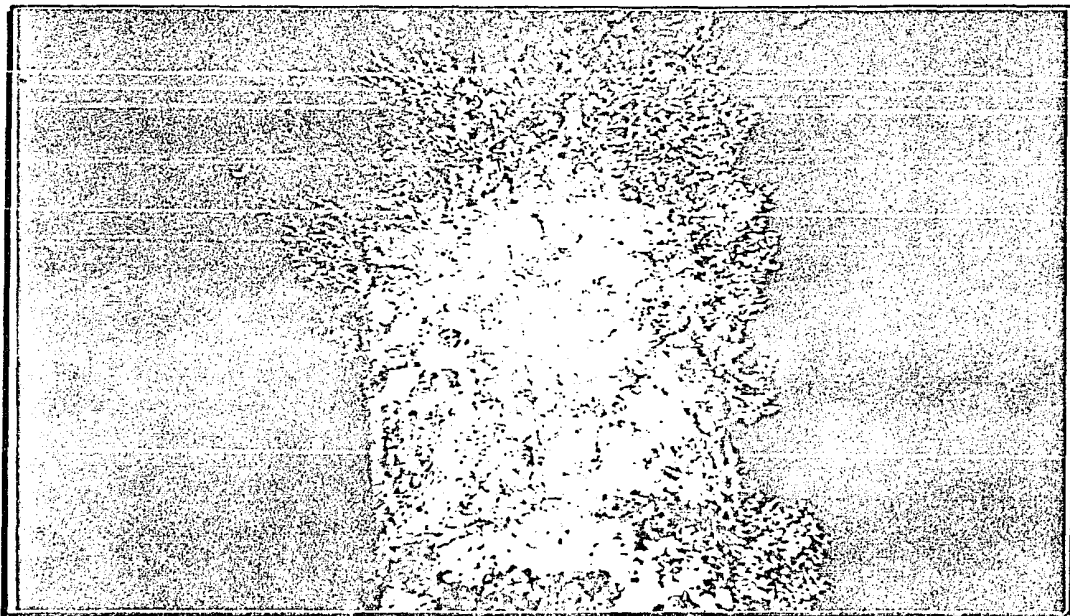
Abrazadera tipo Articulada en nivel medio de -37', no presenta
daños mecánicos. Separación Ducto-Pierna 31" con holgura en am
bos elementos.

(017-B)



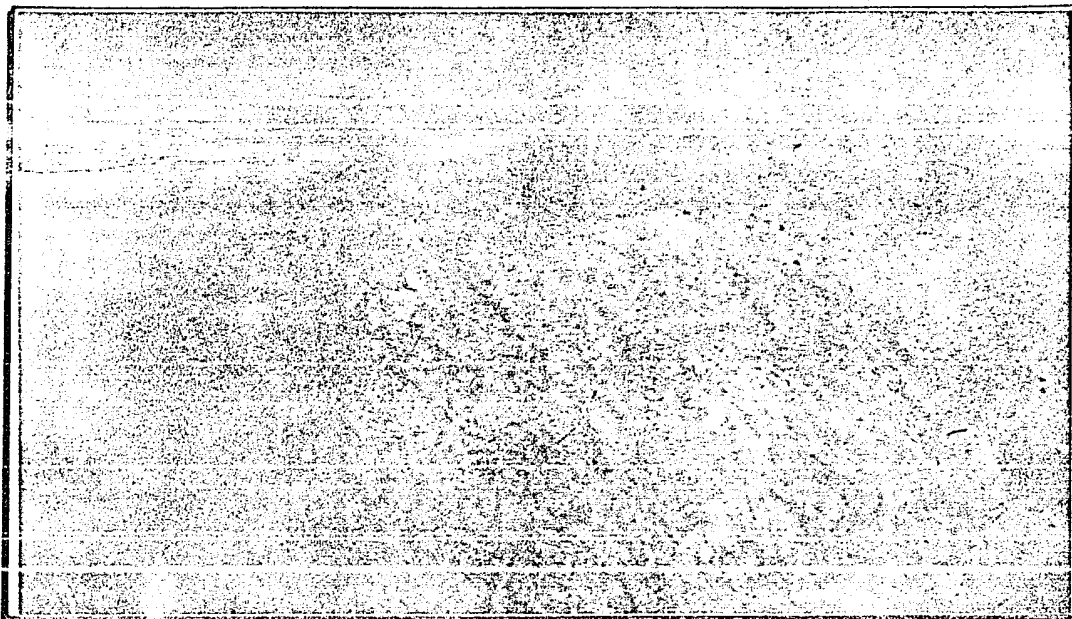
Abrazadera tipo Fija a -71', no presenta daños mecánicos. Se-
paración entre Ducto-Pierna 30" y sin Neopreno.

(017-B)



Anodo a -120' con corrosión ligera, no presenta daños mecáni-
cos. Potencial de 1.052 Volts.

(017-B)



Brida a -131' con 20 espárragos separados entre Brida-Pierna
29" (separación entre Bidas fuera del rango admisible del -
IMP).



Abrazadera tipo Fija a -133' (Off-Set), no presenta daños me-
cánicos, en buen estado. Separación Off-Set-Pierna 27".

Al inicio del desarrollo de la instalación de estructuras marinas PETROLEOS MEXICANOS prácticamente no contaba en esta área-- con personal suficientemente capacitado para realizar actividades de inspección. Para llevarlas a cabo se contrato personal, equipo, técnica e ingeniería extranjera casi en su totalidad, las cuales habiendo tenido éxito en el área del mar del norte se-- penso en aplicarlas aquí. Sin embargo después de un gran cúmulo de experiencias se tuvieron que modificar técnicas, preparar personal, eliminar equipos y desarrollar en sí, una ingeniería propia adecuada a las necesidades y acorde a las condiciones específicas del área de trabajo, esto dio margen a la elaboración de manuales como el aquí presentado.

Podemos mencionar un ejemplo claro: Las primeras inspecciones-- subacuáticas se efectuaron con submarino no tripulado, equipo-- que estaba teniendo excelentes resultados en el mar del norte,-- sin embargo en el área de Campeche no proporciono los resultados esperados, por lo que se suspendió su utilización ya que en las aguas templadas y severas de la sonda de Campeche resulto-- mas efectivo inspeccionar con buceo de superficie, lo cual proporciona una mejor calidad, mayor veracidad i una cantidad de información mayor y mas precisa a un costo menor.

En otro orden de ideas comentare sobre tres elementos que requieren de una inspección tipo II nivel 3 y que de acuerdo a la experiencia ganada representan un serio peligro, ya que están ex puestos a condiciones climatológicas y esfuerzos severos.

a) Ductos ascendentes.

La línea de conducción que conecta la línea submarina con los-- ductos aéreos en la plataforma, se le denomina ducto ascendente-- y es la parte crítica de las líneas de conducción, ya que es sometida a mayor cantidad de esfuerzos que cualquier otra parte-- del ducto.

Si en la inspección se detecto bajo espesor en la pared del ducto, corrosión avanzada, falta de recubrimiento etc, el tipo de reporte deberá ser urgente para su pronto mantenimiento o sustitución del tramo dañado según sea el caso, de lo contrario representará un serio peligro por su cercanía con la plataforma, pues como ya se mencionó es el enlace con la misma.

b) Curvas de expansión.

El mantenimiento mas común que se les proporciona previa inspección, es el desazolve de los sólidos que en ocasiones llegan a-- cubrirlas por la acción de las corrientes marinas de fondo, res-- tringiendo los movimientos o deformaciones que debe sufrir, pu-- diendo proporcionar fallas en el ducto al no soportar esfuerzos longitudinales por elongaciones o contracciones producidas por efectos de presión, temperatura etc.

c) Ductos submarinos.

La reparación de ductos submarinos es una de las principales ac-- tividades que se efectúan dentro del mantenimiento correctivo y las intervenciones pueden ser programadas o de emergencia. Su-- reparación es semejante a la de ductos en tierra con la varian-- te de la presencia del agua, por lo cual se requiere crear condi-- ciones similares a las de tierra, elevando considerablemente el-- costo.

Si la reparación es de emergencia por no haber sido inspecciona-- do, se haya efectuado y no se programo su mantenimiento o bien-- que por algún accidente haya fallado el ducto, se elevara aún--- mas el costo y lo que es mas importante, la pérdida de vidas hu-- manas.

Para finalizar como se ha visto, es de suma importancia la reali-- zación de una buena inspección, ya que sin ella no sería posible la elaboración de los programas de mantenimiento, basados como-- ya se menciona en los resultados de la inspección.