

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

Escuela Superior de Ciencias Marinas

OCEANOGRAFIA APLICADA A OLEODUCTOS SUBMARINOS

T E S I S

Que para obtener el título de

O C E A N O L O G O

p r e s e n t a

MANUEL MANCILLA PERAZA



Ensenada, B. C.

1970

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

DEPENDENCIA: ESCUELA SUPERIOR DE CIENCIAS
MARINAS.

ASUNTO: QUE SE INDICA

OFICIO No. 364/69/70

Ensenada, Baja California 11 de Febrero de 1970 -

C. P.O. Manuel Mancilla Peráza
Berlin 17-205 Col., Juárez
MEXICO, 6 D.F.

Distinguido Sr. Mancilla:

En atención a su solicitud relativa, nos es grato comunicar a Usted el Tema que la H. Comisión de Exámenes Profesionales de ésta Institución, tuvo a bien aprobar para que - lo desarrolle como Tesis de Examen Profesional: OCEANOGRAFIA APLICADA A OLEODUCTOS SUBMARINOS". el cuál deberá ajustarse al programa presentado por Usted. así mismo ratificase la designación - del C. Dr. Nicolas Grijalva Ortiz Director de la E.S.C.M., como - Director de dicha Tesis.

Recomendamosle tomar en consideración -- lo establecido por la ley respecto al Servicio Social, como requisito indispensable para la presentación del citado Examen Profesional; así como de las disposiciones de ésta Universidad en el sentido de que el nombre de la Tesis deberá imprimirse en un lugar visible.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA "LA REALIZACION PLENA DEL HOMBRE"



ESCUELA SUPERIOR
DE CIENCIAS MARINAS

Atentamente.

Sub-Director

ANGEL GARCIA GONZALEZ
Ing. Químico.

AGG/sgl.

A MIS PADRES

AGRADECIMIENTOS

Hago patente mi agradecimiento a las siguientes personas:
Dr. Nicolás Grijalva O., y al Ing. Amado Yáñez Correa;
quienes desinteresadamente me brindaron valiosos consejos
para la realización de este trabajo.

El autor.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN	1
INTRODUCCION	
Antecedentes	2
Objeto	3
GENERALIDADES	
Aspectos oceanográficos y sedimentológicos de importancia	5
Equipos y métodos convenientes para el estudio - previo	6
DESARROLLO DEL TRABAJO	
Descripción del equipo y procedimientos empleados en el trabajo en el mar:	9
Perfil del fondo	9
Muestreo del lecho marino	9
Investigación estratigráfica con "Profiler"	10
Medición de corrientes	11
Equipo y procedimientos empleados en el trabajo de laboratorio	11
CONCLUSIONES	13
RECOMENDACIONES	17
TABLAS	
Tabla No. 1 Características del oleaje y dirección de los vientos	19
Tabla No. 2 Resumen de los datos del muestreo.	20
Tabla No. 3 Características de los materiales - muestreados	21
Tabla No. 4 Datos geotécnicos de las muestras.	22

PLANOS

Plano No. 1 - de localización

Plano No. 2 - del trazo y perfil batimétrico

Plano No. 3 - del trazo y perfil con el tipo de sedimentos

Plano No. 4 - de corrientes superficiales y del fondo

Plano No. 5 - de la curva de mareas

Plano No. 6 - del perfil con el tipo de sedimentos

Plano No. 7 - del perfil estratigráfico

DIAGRAMAS

Diagrama No. 1 - de la dirección y frecuencia del oleaje

Diagrama No. 2 - de la dirección y frecuencia de los vientos.

RESUMEN

Al construirse un oleoducto submarino es necesario estudiar la ruta propuesta con objeto de realizar un levantamiento batimétrico de una franja de por lo menos 100 metros de ancha a lo largo del trazo, conocer las características litológicas del fondo, verificar la posible presencia de afloramientos ó cualquier otro obstáculo que pudiera ser un problema para la maniobra de instalación de la tubería.

Las investigaciones y estudios llevados a cabo en la zona para intercomunicar el campo marino "ATUN" con las instalaciones de refinación en tierra, muestran que no existen cambios bruscos de la pendiente a lo largo del perfil del fondo, ni accidentes que puedan presentar problemas en la instalación de los oleoductos.

En particular, a lo largo de la franja del lecho marino entre la plataforma ATUN "B" y Punta Piedras, el fondo está constituido por materiales no consolidados, con abundancia de arena cerca de la costa en una zona activa del fondo, lodo fluído compuesto de limos y arcillas altamente hidratado cerca de las plataformas y material limo-arcilloso con abundantes fragmentos de conchas en el resto de la zona investigada.

INTRODUCCION

Antecedentes:

La industria petrolera al extenderse hacia el mar, para explotar los ricos yacimientos de la plataforma continental, ha tenido que resolver innumerables problemas técnicos debido a las condiciones tan diversas del medio oceánico.

Durante los últimos años, Petroleos Mexicanos ha explorado la Plataforma Continental del Golfo de México, localizando áreas productoras de singular importancia como la denominada Faja de Oro Marina.

Durante mucho tiempo se había pensado que el arco formado por los campos de la Faja de Oro formaba parte de un atolón cretácico cuyo arco faltante, tenía que estar bajo las aguas del Golfo. La forma de este banco arrecifal Cretácico es toscamente elíptico, siendo el eje mayor de 160 km. y el eje menor de 90 km.

La primera plataforma para la explotación de los campos marinos fué instalada en la Isla de Lobos en 1963, posteriormente en 1965 se instaló la plataforma de Tiburón y en 1967 las del campo marino ATUN de donde se espera producir 50,000 b/d para fines de este año y 100,000 b/d el año próximo.

La necesidad de transportar en forma económica, ininterrumpida y rápida - esos grandes volúmenes de hidrocarburos extraídos del subfondo oceánico ha dado lugar a la construcción de oleoductos submarinos.

La instalación de oleoductos submarinos es un campo nuevo en el ramo de la construcción, y siendo la experiencia muy limitada hubo la necesidad de desarrollar métodos, técnicas, equipo y herramientas especiales para poder trabajar en el medio oceánico.

Los primeros oleoductos submarinos fueron instalados empleando los mismos --

métodos utilizados para localizaciones en terreno pantanoso ó de marisma. Mejorándose los métodos de trabajo con el incremento de experiencia en trabajos submarinos.

El primer oleoducto submarino instalado en México fué el tendido entre la plataforma Tiburón, la Isla de Lobos y Cabo Rojo en 1967. Después el de la plataforma Atún "A" a Punta Piedras. En 1969 se instaló un oleoducto para intercomunicar las plataformas Atún "A" y "B" para transportar la producción de Atún "B" a tierra, aprovechando por el momento el oleoducto construido. Ahora el trabajo que nos ocupa es para el proyecto de instalar un oleoducto entre Atún "B" y la costa.

Objeto.

Antes de instalar un oleoducto submarino, se investiga el trazo propuesto con objeto de conocer el relieve y las condiciones del suelo marino donde va a quedar instalado y verificar si no hay algún obstáculo que pueda ser un problema para la maniobra de instalación, lo cual es obvio que obligue a seleccionar una nueva ruta, y consecuentemente altere el costo de la obra y en algunos casos pueda dar lugar a un costo mayor por pérdidas de la producción al retrasar el tiempo de instalación.

El presente trabajo está basado en los estudios oceanográficos efectuados entre la plataforma marina "B" del campo marino "ATUN" a la costa en el lugar denominado "Punta Piedras".

La plataforma Atún "B" se localiza en la plataforma continental del Golfo de México, frente a la desembocadura del río Cazones. La ruta propuesta para tender el oleoducto sigue un rumbo N72° 00E a partir de Punta Piedras y se extiende a más de 23 km. costa afuera hasta una profundidad de 50 mts. (Veáse plano No. 1).

GENERALIDADES

Aspectos oceanográficos y sedimentológicos de importancia.

Tomándose en cuenta que cada área en particular presenta problemas relacionados con las condiciones meteorológicas, oceanográficas y sedimentológicas es necesario hacer un estudio previo de los parámetros del medio donde el oleoducto va a ser instalado.

El estudio previo a la instalación de un oleoducto submarino comprende básicamente tres aspectos que son:

- 1.- Un conocimiento detallado de la batimetría a lo largo de la ruta propuesta para el tendido del oleoducto, que sea ligada a puntos de control en tierra, para saber si el fondo presenta accidentes que pudieran presentar serios problemas en la instalación del oleoducto. Además nos da idea de las condiciones bajo las cuales quedará instalado.
- 2.- Un conocimiento detallado de los materiales del fondo y la estratigrafía del subfondo. Para tener conocimiento de la posible presencia de afloramientos, de las propiedades geotécnicas de los materiales para conocer la capacidad de carga del suelo oceánico y hacer decisiones respecto al tipo de anclaje apropiado.
- 3.- El conocimiento de los movimientos de las masas de agua en el área considerada es importante, porque pueden ocasionar socavación bajo la tubería u ocasionar movimientos vibratorios que pueden dañar la tubería especialmente en el tubo curvo de subida para comunicar la plataforma y es importante también para calcular el revestimiento apropiado del oleoducto y la forma que debe dársele para reducir al máximo las fuerzas de dragado y alzado en caso de que la tubería sea solo tendida sobre el lecho del mar.

La velocidad y dirección de la corriente es importante también para el cálculo del sistema de anclaje de la barcaza con que se realizará el tendido.

Equipo y métodos convenientes para el estudio previo.

Para el control de posición en el mar, es necesario contar con aparatos que nos den una localización continua independiente de las condiciones de visibilidad y con apoyo en puntos bien localizados en tierra.

Existen varios sistemas electrónicos apropiados para controlar la posición del barco durante los levantamientos, citándose por ejemplo; el Hi-Fix de DECCA, el Cubic Autotape ó el Hastings-Raydist. La elección del equipo debe hacerse de acuerdo al rango requerido, exactitud, eficiencia y economía.

Se recomienda el uso del sistema Hi-Fix. Este sistema puede dar la posición de dos maneras, por medio de líneas hiperbólicas y por medio de curvas concéntricas dando la posición por intersección de distancias. Posee además una unidad ubicadora de puntos que da una gráfica continua del curso del barco.

Es recomendable también el uso del Cubic Autotape, sistema electrónico que da la posición de la embarcación por intersección de distancias entre la antena del interrogador que va a bordo del barco y las antenas de los "responders" de las estaciones en tierra.

Para levantamientos batimétricos, los datos del control horizontal obtenidos con impresoras digitales deben ir acoplados con marcas fijas en los ecogramas del ecosonda. Es recomendable el uso de escalas convenientes para dar la batimetría en detalle. Se debe procurar obtener perfiles paralelos a lo largo de una franja de por lo menos 100 metros de ancha.

Es necesario obtener núcleos del subfondo utilizando las nuevas técnicas para lograr núcleos inalterados, con el fin de saber que material existe en el fondo y bajo el fondo. Los nucleadores comúnmente empleados son de dos tipos: nucleadores de gravedad tipo Phleguer y de pistón tipo Kulleberg.

Para conocer en detalle la estratigrafía de la porción superior de los materiales del subfondo existen equipos electrónicos conocidos como "Profiler" ó sistemas de perfilación sísmica que emiten pulsaciones sónicas de baja frecuencia pero de alto poder, las que penetran bajo el contacto de agua y sedimentos del fondo para ser reflejadas por las capas de los distintos materiales del subfondo. Algunos sistemas alcanzan una penetración de varios cientos de pies; debido a las pulsaciones sónicas de baja frecuencia. Se desea una mayor penetración con el objeto de lograr una continuidad de los datos y para determinar el espesor de los sedimentos.

Para conocer los movimientos de las masas de agua es necesario colocar corrientímetros a intervalos seleccionados de profundidad en la columna de agua para registrar la dirección y velocidad de las corrientes. Los tipos de corrientímetros más usados son: el de Ekman, el de Roberts y el de Savonius.

Se debe poseer un conocimiento meteorológico de las condiciones dominantes en el area y de las máximas perturbaciones ciclónicas y la influencia que éstas han tenido en el oleaje.

La dirección de las corrientes de arrastre litoral puede conocerse por medio de fotografías aéreas usando trazadores colorantes o por medio de materiales fluorescentes colocados en los sedimentos en puntos claves a lo largo de la costa.

De mucha utilidad es el sistema "Side Scan Sonar" que sirve para señalar posibles obstáculos en el fondo marino como barcos hundidos, afloramientos de roca, tubería perdida, equipo abandonado, tuberías existentes, etc.

Este sistema permite explorar el área aledaña al trayecto de inspección que pasa desapercibido para otros equipos. Este mismo equipo bien operado nos ayuda a distinguir el tipo de fondo, de esta manera el material arcilloso se distingue de la arena por la presencia en ésta de las ondulaciones.

Es conveniente realizar inmersiones para hacer observaciones directas del fondo a lo largo de la ruta propuesta para tender el oleoducto, sobre todo si el relieve del fondo muestra cambios bruscos y tomar fotografías de los sitios interesantes del lecho marino.

Para el estudio de los núcleos en el laboratorio es recomendable hacer las siguientes determinaciones:

Granulometría .- Es conveniente utilizar un Ro-Tap y un juego de tamices para granos del tamaño de arena y el método de pipeta para limos y arcillas.

Contenido de humedad.- Se puede conocer utilizando balanzas de torsión y hornos secadores.

Peso específico y resistencia al corte.- El análisis se lleva a cabo siguiendo los métodos convencionales de análisis de Mecánica de Suelos. Para la resistencia al corte se puede usar un medidor de torsión Dill-Moore sobre muestras inalteradas del sedimento tomadas con nucleadores, o "in situ", utilizando equipo de buceo.

DESARROLLO DEL TRABAJO

En esta tesis, se presenta como caso particular el trabajo realizado para el estudio previo de la ruta propuesta para instalar el oleoducto submarino entre la plataforma "B" del campo marino "ATUN" y la costa de Veracruz en el lugar denominado Punta Piedras (Ver plano No.1).

Descripción del equipo y procedimientos empleados en el trabajo en el mar.

Perfil del fondo.

Para obtener un registro continuo de las profundidades a lo largo de la ruta - - propuesta para tender el oleoducto se utilizó un ecosonda hidrográfico marca "Raytheon" con cuatro escalas y aproximación de 0.30 mts., en 75.00 mts. de profundidad.

Se hicieron dos perfiles completos uno navegando de Punta Piedras a la Plataforma ATUN "B" y otro navegando en sentido contrario, obteniéndose un registro continuo y detallado del perfil del fondo a lo largo del trayecto.

La velocidad y rumbo de la embarcación se mantuvieron constantes y la posición con respecto a la Plataforma Atún "B" y Punta Piedras fué controlada por medio de Radar. Conforme se iba registrando el perfil continuo del fondo se iban haciendo anotaciones en la gráfica con respecto al tiempo de recorrido, posición y escala usada.

Muestreo del lecho marino.

Se utilizó un nucleador modificado del de Kulleberg, con un peso de 80 Kgs. y con tubos de 2.1 mts. de longitud para obtener muestras del material del fondo de 1.5 cms. de diámetro y 2.0 mts. de largo. Poseé una punta cortadora de acero inoxidable y una válvula en la parte superior del nucleador retiene el núcleo obtenido -

produciendo vacío. El tubo nucleador está construido con materiales especiales para el medio oceánico y lleva en su interior un tubo de plástico de 2.0 mts. para poder extraer la muestra sin alterarla y poder preservarla para su análisis de laboratorio. Sobre el tubo de plástico se anota el número de núcleo, la estación y se señala la porción superior.

Investigación estratigráfica con "Profiler".

Para la obtención del perfil estratigráfico se utilizó un sistema perfilador de reflexión acústica continua denominado "Profiler". El equipo consiste de una fuente de energía, un amplificador y una bujía de alto poder (Sparker de 1000 joules) para transmitir señales de rango audible a través del agua, un amplificador, un amplificador adicional y un transductor para recibir ecos de las señales reflejadas de los estratos bajo el lecho marino y un registrador para marcar en forma continua las señales recibidas en papel electroquímico. El extremo del cable que sale del "Sparker" y el transductor se instalan juntos en un esquite el cual se mantiene suspendido por la borda del barco y hundido a 0.6 mts. bajo la superficie del mar; el resto del equipo va instalado a bordo del barco.

El registro del profiler indica el perfil del fondo y la posición y el espesor de los sedimentos no consolidados y cualquier otro cambio significativo del subsuelo en función de la conductividad del sonido en relación al tipo y densidad de las capas del subfondo.

La operación se hizo navegando de Punta Piedras a la Plataforma Atún "B", manteniendo la velocidad de la embarcación constante y controlando la posición con Radar.

Medición de corrientes.

Se utilizó un corrientímetro tipo "Roberts", el cual, es capaz de registrar la velocidad y dirección de la corriente en forma continua y simultánea.

El corrientímetro consiste de tres partes principales propela, veleta y el mecanismo. La propela tiene palas de área grande lo cual le da un impulso mayor en relación a la leve resistencia de la fricción del mecanismo y por consiguiente da respuestas exactas a la variación de la corriente.

El resto del equipo consiste de un eslabón eléctrico giratorio, cable eléctrico oceanográfico para 75 metros de profundidad, un regulador de voltaje, una fuente de energía eléctrica y un registrador de gráfica continua.

Fotografías del fondo.

Para tratar de obtener fotografías del fondo a lo largo de la ruta escogida para tender el oleoducto submarino se hicieron inmersiones con SCUBA, utilizando cámaras fotográficas submarinas Nikonos y lámparas de Thelio-Yodo para iluminación.

Se hicieron inmersiones en los meses de Septiembre y Octubre para la toma de fotografías del fondo, pero, debido a la turbidez del agua fué imposible tomar buenas fotografías, y hacer la inspección directa del fondo.

Equipo y procedimientos empleados en el trabajo de laboratorio.

Para el análisis de los núcleos tomados a cada 500 metros a lo largo de la ruta para tender el oleoducto submarino se hizo una inspección y clasificación visual de cada uno, procediendo con las siguientes determinaciones:

Análisis granulométrico.- Se hizo un análisis mecánico de los sedimentos utilizando un Ro-Tap y tamices de diferente malla para granos tamaño arena. Para el análisis de limos y arcillas se utilizó el método de Pipeta. Obteniendo los porcentajes de arenas, limos y arcillas de cada muestra.

Contenido de humedad.- Se determinó por diferencia del peso de la muestra en estado húmedo y después de secada a la temperatura ambiente.

Peso específico.- Se siguió el método convencional de Mecánica de Suelos.

Resistencia al corte.- Se utilizó un medidor de torsión "Dill-Moore", efectuando la prueba directamente sobre el sedimento del núcleo inmediatamente después de cortarlo, antes de que sucedan pérdidas de agua o cualquier otro cambio en las propiedades físicas del sedimento.

CONCLUSIONES

El perfil del fondo a lo largo del trazo investigado, no muestra cambios bruscos ni se observan accidentes que pudieran presentar un problema a la instalación del oleoducto. En general, el gradiente de la pendiente muestra una relación de 1:460, entre los cadenamientos 1+500 y 15+500 es más o menos uniformemente con una relación de 1:560. No obstante, el perfil del fondo muestra escalonamientos sobre todo cerca de la costa y a la altura de los cadenamientos 13+000, 17+000 y 18+500. A partir del cadenamiento 20+000 el fondo es relativamente plano con una pendiente suave hasta la plataforma Atún "B" (Ver plano No. 2).

Los materiales del lecho marino encontrados a lo largo del trazo propuesto para instalar el oleoducto son muy similares y corresponden a sedimentos de origen geológico reciente, compuestos principalmente de arenas finas limosas con abundantes restos de conchas de organismos marinos. Cerca de la costa hay una zona activa donde predominan las arenas y cerca de las plataformas una zona de lodo fluído a base de limo y arcilla. La fuente de los sedimentos de esta región se puede explicar en términos de haber sido aportados por los ríos que drenan la región.

La zona activa del fondo se encuentra entre la costa y el cadenamiento 4+500, en ella; el lecho marino está cubierto de arenas que gradúan de arena media a fina y muy fina. Entre los cadenamientos 4+500 y 12+500 el fondo está compuesto de lodo a base de arenas muy finas limosas y limos arenosos, ambos con abundantes restos de conchas de organismos marinos que le dan un aspecto gravoso. De 13+500 a 19+500 se observa la presencia de una antigua barrera litoral de arena, formada a base de arenas de grano medio a fino con limo y abundantes restos de conchas. De 19+500 a 23+000 tenemos la zona de lodo fluído en donde predomina el material blando limo-

arcilloso con escasos restos de conchas.

De las características geotécnicas se muestra una resistencia al corte que varía de 78 gr/cm^2 a 234 gr/cm^2 y su consistencia es generalmente firme, excepto cerca de la plataforma en que es blanda. De acuerdo con lo anterior, los materiales del lecho marino a lo largo del trazo propuesto proporcionarán una base firme al oleoducto, con excepción del tramo entre los cadenamientos $19+500$ y $23+000$, en donde el oleoducto se enterrará por su propio peso. En el resto del trazo, deberá considerarse la alternativa de enterrar el oleoducto, debido a la existencia de la zona activa cerca de la costa y los depósitos correspondientes a la antigua barrera litoral para evitar el riesgo de que el oleoducto sufra desplazamientos laterales.

En el plano No. 7 se muestran los principales horizontes de reflexión a lo largo del trazo para tender el oleoducto, se puede observar que los estratos de la porción superior son casi paralelos al perfil del fondo excepto entre los cadenamientos $20+000$ y $23+000$ en donde son diagonales con inclinación hacia mar abierto.

El horizonte de reflexión (a), corresponde al límite inferior de la capa de sedimentos acuosos, los cuales le dan una consistencia dura, firme ó blanda al lecho marino, dependiendo precisamente de su granulometría.

El horizonte (b) es una fuerte y consistente reflexión del subfondo, que se extiende sin cambios significativos de profundidad ó de carácter entre los cadenamientos $6+000$ y $16+000$. Presenta la mínima distancia a la interfase agua-sedimentos en los cadenamientos $8+100$, $9+700$, y $16+000$ con una distancia de 1.0 mts.; posiblemente corresponde a la base de los sedimentos no consolidados ó marca el límite superior de un estrato de sedimentos semi-consolidados a base de arcilla gris amarillenta obtenidos en la parte profunda de los núcleos.

El horizonte de reflexión (c) da una reflexión fuerte y consistente que se observa a lo largo de la sección, probablemente marca el límite superior de un estrato considerado como "sedimentos consolidados". Presenta las mínimas distancias a la interfase agua-sedimentos en los cadenamientos 3+600 con 3.5 mts., en 8+000 con 2.5 mts., en 8+100 con 1.5 mts., en 8+500 con 2.5 mts., en 16+000 con 1.5 mts., en 20+300 con 3.0 mts., y en 22+000 con 3.0 mts.

El horizonte de reflexión (d) marca un cambio litológico que corresponde posiblemente al contacto Plioceno Pleistoceno ó zona de intemperización.

El horizonte de reflexión (e), se observa solo en algunas partes de la sección y aparentemente es más bien de "interferencia menor" esto es que no existe un cambio notable entre los materiales por lo que se refleja solo parcialmente.

El horizonte (f) por su carácter intermitente con que se manifiesta representa posiblemente un cambio de carácter dentro del estrato de sedimentos consolidados.

La medición de corrientes mostró que existe un desplazamiento general de las masas de agua en una dirección de sur a norte. Las corrientes del fondo exceden en intensidad a las corrientes superficiales. En el fondo la máxima velocidad registrada fué de 66 cm/seg. en los cadenamientos 3+500 y 22+000 y la mínima de 48 cm/seg. en el cadenamiento 17+500. En la superficie, la máxima velocidad fué de 49 cm/seg. cerca del cadenamiento 3+500 y la mínima de 42 cm/seg. cerca del cadenamiento 8+000. La velocidad promedio para corrientes del fondo fué de 58 cm/seg. y para las superficiales de 46 cm/seg.

Experiencias adquiridas en trabajos anteriores indican que las corrientes determinadas en el plano No. 4 deberán permanecer sin muchas variaciones durante otoño e invierno y variarán durante la primavera y el verano.

Las mareas observadas en la vecindad del puerto de Tuxpan, Ver., fueron mixtas, predominando las diurnas, ocurriendo una alta y una baja durante casi todo el mes de Septiembre. El rango medio de mareas, ó sea la diferencia de altura entre la bajamar media y la pleamar media fué de 0.36 mts. La pleamar máxima fué de -- 0.45 mts. y la bajamar mínima de -0.22 mts. ocasionando un rango máximo de mareas de 0.67 mts. (Ver plano No. 5).

Durante el período del 26 de Agosto al 11 de Octubre, el oleaje provenía a partir del primero y cuarto cuadrantes, predominando el oleaje del NE. La altura máxima de la ola fué de 5.4 metros (Vease diagrama No. 1).

En el mismo período la dirección más frecuente de donde provenían los vientos, fué del primero y cuarto cuadrante, notándose el predominio de vientos del SE. La velocidad máxima del viento fué de 40 nudos, proveniente del NNE (Vease el diagrama No. 2).

Por observaciones anteriores se sabe que durante el verano, el oleaje es de escasa altura y depende de la intensidad de los vientos locales para su desarrollo. De Septiembre a Febrero generalmente soplan los "Nortes" los que generan olas de altura variable que llegan a la costa normalmente del NNE. Lo que debe tomarse en cuenta durante las maniobras de instalación del oleoducto submarino.

Los huracanes del Golfo de México, generalmente se originan en la zona comprendida entre los 5 a 15° latitud Norte y de 90 a 110° longitud Oeste. La época de mayor ocurrencia es de fines de Julio hasta Noviembre, predominando en Septiembre y Octubre.

RECOMENDACIONES

Como resultado del estudio previo, normalmente es posible hacer algunas - recomendaciones para la obra de tendido del oleoducto y para su mantenimiento posterior. En el caso particular del estudio presentado en ésta tesis, se recomendó lo siguiente:

Durante el tendido, es recomendable llevar un control de la posición horizontal para saber el lugar exacto en que va quedando colocada la tubería.

La tubería deberá ser enterrada para ponerla a salvo de las fuertes corrientes causadas por ciclones ó huracanes, además, del peligro que presentan las anclas de barcos, redes de arrastre, etc.

Con base en los análisis del suelo se recomienda enterrar el oleoducto en los primeros 5 kilómetros a partir de la orilla, a una profundidad de 2 metros por ser la zona más activa del fondo. Como la operación de enterrado es muy costosa, se pueden utilizar anclajes especiales, por ejemplo anclas de tipo helicoidal, para sujetar la tubería al fondo, ó revestir la tubería en forma adecuada para reducir al máximo los esfuerzos de alzado y dragado que pueden desplazar y eventualmente llegar a romper la tubería.

Si el oleoducto no se sujeta al fondo puede ocurrir desplazamiento lateral de la tubería, debido a que la dirección de las corrientes dominantes y la del oleoducto se entrecruzan habrá acumulación de arena a lo largo del lado Sur de la tubería y socavación de una cepa a lo largo del lado Norte.

En la proximidad de la orilla el oleoducto debe quedar instalado de tal forma que la incidencia del oleaje dominante sea longitudinal con respecto a la dirección del oleoducto, para disminuir el área de la tubería expuesta a las corrientes. Por --

ello debe ser instalado normal a la línea de costa en Punta Piedras.

Durante las maniobras de instalación, habrá que preveer las condiciones meteorológicas, para tomar las medidas de precaución que el caso amerite. Las condiciones peligrosas generalmente se presentan de Septiembre a Febrero, época de ocurrencia de los "Nortes" y de Julio a Noviembre en que ocurren huracanes siendo más frecuentes en Septiembre y Octubre.

T A B L A S

Tabla 1

OLAS		Variación				VIENTOS		Variación	
Fecha	h (Mts)	d	h (Mts)	d	w (mph)	d	w (m ph)	d	
VIII/26/69	0.6-1.2	SE	--	--	0	0	10-15	SE	
VIII/27/69	1.2-1.5	ESE	1.5-2.4	--	--	--	--	--	
VIII/28/69	1.2-1.5	ESE	1.5-2.4	ESE	10-15	ESE	20-25	ESE	
VIII/29/69	0.9-1.2	E	1.2-1.8	SE	5-10	WNW	10-15	SE	
VIII/30/69	1.2-1.8	SE	0.9-1.5	SE	10-15	SE	--	--	
VIII/31/69	1.8-2.4	NE	1.8-2.4	ENE	15-20	WSW	15-20	ENE	
IX/1/69	1.2-1.8	ENE	--	--	3-10	N	10-15	E	
IX/2/69	1.5-2.1	NE	2.1-2.7	NE	10-15	ENE	15-20	NE	
IX/3/69	1.8-2.4	NE	2.4-3.0	NNE	15-20	NE	20-30	NNE	
IX/4/69	3.6-4.2	E	4.2-5.4	NNE	15-20	W	30-40	NNE	
IX/5/69	1.8-2.4	E	2.4-3.0	NNE	12-20	W	30-40	NNE	
IX/6/69	1.8-2.7	NNE	1.2-1.8	NE	15-20	NNW	15-20	NE	
IX/7/69	0.9-1.5	E	0.9-1.5	NE	0-5	ENE	10-15	NE	
IX/8/69	0.9-1.5	N	0.9-1.5	NE	10-15	NNW	10-15	NE	
IX/9/69	0.9-1.2	NE	1.5-2.1	NE	15-20	NE	--	--	
IX/10/69	0.9-1.2	E	1.2-1.8	N	15-20	W	15-20	N	
IX/11/69	0.9-1.5	ENE	1.5-2.1	N	5-10	SW	15-20	N	
IX/12/69	0.6-1.2	NE	0.9-1.5	NE	5-10	NW	10-15	NW	
IX/13/69	0.6-1.2	NE	0.9-1.2	ENE	5-10	ENE	10-10	ENE	
IX/14/69	0.6-1.2	E	0.9-1.2	ESE	5-10	SE	10-15	ESE	
IX/15/69	1.2-1.8	E	1.2-1.8	SE	10-15	SE	--	--	
IX/16/69	0.9-1.5	ESE	--	--	10-15	E	10-15	ESE	
IX/17/69	0.9-1.2	S	0.9-1.5	SE	0-5	SE	10-15	SE	
IX/18/69	0.6-0.9	SE	1.2-1.8	NE	0-5	SW	15-20	NE	
IX/19/69	0.3-0.9	W	0.9-1.5	NNE	0-5	W	10-15	W	
IX/20/69	0.6-0.9	S	1.2-1.8	N	10-15	SW	15-20	N	
IX/21/69	0.6-0.9	S	0.6-1.2	NNE	0-5	NNE	10-15	NNE	
IX/22/69	0.9-1.5	E	0.9-1.2	ESE	5-10	E	10-15	ESE	
IX/23/69	1.5-2.1	ENE	1.2-1.8	E	0-5	WSW	10-15	E	
IX/24/69	0.6-0.9	W	1.8-2.4	NNE	0-5	NW	20-25	NNE	
IX/25/69	0.9-1.2	NW	0.9-1.5	N	10-15	W	10-15	N	
IX/26/69	0.6-0.9	NW	1.8-2.4	NNE	10-15	NW	20-25	NNE	
IX/27/69	1.5-2.1	W	1.8-2.4	NNE	15-20	W	20-25	NNE	
IX/28/69	2.4-3.0	NW	2.7-3.6	NNW	25-30	W	25-35	NNW	
IX/29/69	3.0-4.5	NE	2.1-2.7	NNE	30-35	NW	20-25	NNE	
IX/30/69	2.1-3.0	NW	1.5-2.1	N	20-25	W	15-20	N	
X/1/69	1.5-2.1	ENE	1.2-1.5	ENE	15-20	WSW	10-15	NNE	
X/2/69	1.5-2.1	ENE	0.9-1.2	SE	10-15	E	10-15	SE	
X/3/69	1.8-2.4	E	1.2-1.8	SE	15-20	E	10-15	SE	
X/4/69	2.1-3.0	ESE	--	--	10-15	SSE	20-25	SSE	
X/5/69	2.1-3.0	ESE	1.2-1.8	SE	15-20	S	10-15	SE	
X/6/69	1.5-2.1	SE	1.2-1.8	NE	10-15	W	15-20	ENE	
X/7/69	0.6-1.2	NE	2.4-3.6	N	10-15	NE	25-35	N	
X/8/69	2.1-2.7	NW	1.2-1.8	N	20-25	NW	15-20	N	
X/9/69	1.5-2.1	NW	0.9-1.2	N	15-20	SW	10-15	SE	
X/10/69	0.6-1.2	NE	1.8-2.4	SSE	0-5	SW	20-25	SSE	
X/11/69	1.8-2.4	SSE	2.1-3.0	SSE	5-10	W	20-30	SSE	

Tabla 2

RESUMEN DE LOS DATOS DEL MUESTREO

Núcleo No.	Estación No.	Profundidad (en metros)	Penetración del Nucleador cm.	Núcleo recuperado cm.
46	0+000	0.0		
45	0+500	5.0	55	38
22	1+000	6.5	60	44
44	1+500	12.5	75	50
21	2+000	16.0	95	45
43	2+500	16.5	90	50
20	3+000	18.0	60	29
42	3+500	18.5	50	13
19	4+000	19.5	15	15
41	4+500	21.0	60	50
18	5+000	22.0	80	70
40	5+500	23.5	112	94
17	6+000	25.0	110	94
39	6+500	26.0	110	88
16	7+000	27.0	110	94
38	7+500	27.5	114	72
15	8+000	28.0	125	109
37	8+500	28.5	128	99
14	9+000	30.0	100	78
36	9+500	31.0	112	97
13	10+000	32.5	125	114
35	10+500	33.5	100	86
12	11+000	34.0	70	58
34	11+500	33.5	80	58
11	12+000	33.0	80	70
33	12+500	33.5	78	70
10	13+000	35.0	70	58
32	13+500	36.0	90	81
9	14+000	36.5	54	38
31	14+500	37.5	98	75
8	15+000	38.5	100	85
30	15+500	40.0	130	116
7	16+000	39.5	106	75
29	16+500	38.0	102	67
6	17+000	38.0	150	100
28	17+500	39.5	100	94
5	18+000	42.5	110	70
27	18+500	42.5	102	89
4	19+000	42.5	210	130
26	19+500	46.5	180	41
3	20+000	48.0	105	70
25	20+500	48.0	100	40
2	21+000	49.5	110	100
24	21+500	49.5	150	60
1	22+000	49.5	157	90
23	22+500	49.5	180	77

Tabla 3

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES MUESTREADOS

ESTACION	COLOR	CLASIFICACION	CONSISTENCIA
0+000	Gris claro	Arena media a gruesa	Firme
0+500	gris claro	arena fina a media	firme
1+000	gris claro	arena fina a media	firme
1+500	gris obscuro	arena fina	firme
2+000	gris obscuro	arena fina	firme
2+500	gris obscuro	arena fina	firme
3+000	gris verd. obscuro	arena muy fina	firme
3+500	gris verd. obscuro	arena muy fina	firme
4+000	gris verd. obscuro	arena fina con conchuela	duro
4+500	gris verd. obscuro	arena fina con escasa conchuela	firme
5+000	gris verd. obscuro	arena fina con conchuela	duro
5+500	gris verd. obscuro	arena muy fina limosa	blando
6+000	gris verd. obscuro	arena fina limosa con conchuela	duro
6+500	gris verd. obscuro	arena fina limosa	firme
7+000	gris verd. obscuro	arena fina con conchuela	duro
7+500	gris verd. obscuro	arena fina con escasa conchuela	firme
8+000	gris verd. obscuro	arena muy fina limosa con conchuela	duro
8+500	gris verd. obscuro	arena muy fina limosa con conchuela	blando
9+000	café verd. obscuro	limo-arcilloso	blando
9+500	gris verd. obscuro	limo-arenoso con conchuela	firme
10+000	gris verd. obscuro	arena fina limosa con conchuela	firme
10+500	gris am. obscuro	arena fina con limo y conchuela	firme
11+000	café am. obscuro	arena fina con conchuela	duro
11+500	gris verd. obscuro	arena fina limosa con conchuela	firme
12+000	gris verd. obscuro	arena muy fina con conchuela	duro
12+500	gris verd. obscuro	arena fina con conchuela	duro
13+000	gris verd. obscuro	arena fina con conchuela	duro
13+500	gris verd. obscuro	arena fina con conchuela	firme
14+000	gris obscuro	arena fina	firme
14+500	gris am. obscuro	arena fina con conchuela	firme
15+000	gris verd. obscuro	limo-arcilloso y limo-arenoso	blando
15+500	gris verd. obscuro	limo-arcilloso y limo-arenoso	blando
16+000	gris verd. obscuro	arena fina con escaso limo	firme
16+500	gris verd. obscuro	arena muy fina	firme
17+000	gris verd. obscuro	arena fina con escaso limo	firme
17+500	gris verd. obscuro	arena fina con conchuela	firme
18+000	gris verd. obscuro	arena fina limosa	firme
18+500	gris caf. obscuro	arena media con conchuela	duro
19+000	gris caf. obscuro	arena media	firme
19+500	gris caf. obscuro	arena media con escasa conchuela	firme
20+000	gris verd. obscuro	arena fina con escasa conchuela	firme
20+500	café verd. obscuro	limo-arenoso	blando
21+000	café am. obscuro	limo-arenoso	blando
21+500	gris caf. obscuro	limo-arcilloso con escasa conchuela	blando
22+000	café am. obscuro	limo-arcilloso y arena fina limosa	muy blando
22+500	gris am. obscuro	limo-arcilloso y arena fina limosa	muy blando.

Tabla 4

DATOS GEOTECNICOS DE LAS MUESTRAS

Cadenamiento ó estación No.	Arena - limo - arcilla			Contenido de agua%	Resistencia al corte gr/cm ²	Peso espe- cífico.
	%	%	%			
0+000	100	0	0	23	- - -	1.80
0+500	100	0	0	23	- - -	1.79
1+000	100	0	0	23	234	1.75
1+500	100	0	0	23	218	1.74
2+000	100	0	0	23	210	1.69
2+500	98	2	0	26	202	1.67
3+000	96	4	0	32	195	1.75
3+500	92	8	0	42	189	1.62
4+000	92	8	0	28	187	1.64
4+500	90	10	0	26	187	1.62
5+000	85	15	0	28	156	1.61
5+500	76	16	8	60	173	1.57
6+000	70	22	8	62	154	1.56
6+500	70	20	10	56	148	1.57
7+000	76	16	8	51	156	1.51
7+500	48	43	9	38	78	1.47
8+000	59	34	7	56	110	1.80
8+500	58	38	4	69	103	1.56
9+000	8	70	22	63	78	1.18
9+500	38	44	18	39	125	1.47
10+000	80	20	0	26	202	1.62
10+500	80	20	0	26	202	1.60
11+000	68	30	2	34	140	1.44
11+500	60	32	8	40	140	1.45
12+000	80	15	5	32	156	1.74
12+500	78	20	2	31	173	1.80
13+000	81	15	4	28	187	1.69
13+500	90	6	4	23	202	1.48
14+000	90	8	2	22	218	1.45
14+500	90	10	0	23	187	1.44
15+000	12	72	16	77	117	1.33
15+500	15	80	5	75	140	1.30
16+000	15	80	5	74	139	1.51
16+500	97	3	0	30	148	1.50
17+000	80	20	0	31	173	1.45
17+500	90	10	0	46	195	1.59
18+000	74	25	1	30	173	1.56
18+500	91	6	3	32	187	1.61
19+000	90	10	0	28	156	1.50
19+500	85	15	0	34	173	1.45
20+000	80	20	0	37	173	1.50
20+500	70	26	4	42	140	1.33
21+000	38	50	12	48	140	1.31
21+500	12	57	31	50	117	1.30
22+000	10	52	38	51	125	1.36
22+500	13	69	18	56	140	1.33

DESCRIPCION MEGASCOPICA DE LOS NUCLEOS OBTENIDOS A CADA 500 Mts. - A LO LARGO DEL TRAZO PROPUESTO PARA TENDER EL OLEODUCTO SUBMARINO ENTRE PUNTA PIEDRAS Y ATUN "B".

Al estudiar los núcleos en el laboratorio, la técnica empleada consistió en cortarlos longitudinalmente en su parte media, medirlos, describir su estructura y fotografiar la superficie de corte.

<u>ESTACION</u>	<u>DESCRIPCION</u>
0+000	Este cadenamamiento corresponde al "ESTRAN" ó zona de intermareas sobre la playa en donde los sedimentos están compuestos por arena media a gruesa muy homogéneos.
0+500	Los sedimentos de color gris claro muy homogéneos a base de arenas media a fina de color gris claro y escasos fragmentos de conchas de moluscos.
1+000	Los sedimentos de color gris claro, muy homogéneos compuestos de arena fina a muy fina con escasos -- fragmentos de conchas de moluscos.
1+500	Los sedimentos de color gris claro, muy homogéneos compuestos de arena fina a muy fina con escasos -- fragmentos de conchas de moluscos.
2+000	Los sedimentos de color gris claro, muy homogéneos compuestos de arena fina a muy fina con escasos -- fragmentos de conchas de moluscos.
2+500	Los sedimentos de color gris claro, muy homogéneos compuestos de arena fina a muy fina con escasos -- fragmentos de conchas de moluscos.
3+000	Sedimentos homogéneos compuestos por arena muy fina contienen escasos fragmentos de moluscos.
3+500	Arena muy fina que gradua en diámetro hacia el fondo del núcleo, donde se encuentran arenas muy finas limosas. Entre los niveles 19-22 cm. y 30-39 cm. se presentan pequeños estratos de arcillas limosas. El contenido de fragmentos de conchas es de 5% y los tamaños arenoso son muy frecuentes.

ESTACION

DESCRIPCION

- 4+000 Los sedimentos de este núcleo son muy homogéneos; están compuestos por arena fina a muy fina y contienen un 10% de conchas y fragmentos de ellas; siendo abundantes los fragmentos de 1 mm. y con fragmentos aislados de 1 a 2 cm. de diámetro.
- 4+500 Arena muy fina a fina con gran cantidad de fragmentos de moluscos que representan un 30 a 40%. Los fragmentos mayores de 1 a 2 cm., son escasos y se encuentran más concentrados hacia la base del núcleo. Los fragmentos de 1 a 2 mm. se encuentran uniformemente distribuidos y son los más abundantes en el núcleo. Dichos materiales biógenos imparten una textura gravosa la cual se considera homogénea en todo el núcleo.
- 5+000 Sedimentos que varían entre arenas muy finas y limos gruesos arcilloso (graduación hacia el fondo). Las conchas y fragmentos de ellas, representan un porcentaje menor al 5%, son de tamaño de arenas (1 mm) y se encuentran distribuidas uniformemente, se encuentran algunos fragmentos mayores de 1 cm., pero son escasos y muy dispersos.
- 5+500 Los sedimentos de esta localidad son bastante homogéneos; están compuestos por arena fina y arena fina limosa. Contienen abundantes fragmentos de conchas, (20 a 25%) que imparten una textura gravosa a este núcleo. La mayoría de ellos son de 0.5 cm. de diámetro y los de 1 cm. son escasos.
- 6+000 Arena fina con escasos limos (10 a 15%). Contiene fragmentos y restos de moluscos uniformemente distribuidos, los que representan de 25 a 30%. Se aprecian fragmentos de 1 a 2 cm. siendo abundantes de 2 a 3 mm. Estos materiales le dan una textura gravosa a los sedimentos del núcleo.
- 6+500 Arena fina limosa, con fragmentos de conchas que representan un 15% y tienden a concentrarse a los 32 y 75 cm. de profundidad en el núcleo, formando capas de 5 cm. de espesor de una textura semi-gravosa. El resto del núcleo contiene pocos fragmentos aislados. Son muy escasos los fragmentos de 1 a 2 cm. de diámetro.

ESTACION

DESCRIPCION

7+000

Sedimentos formados por arena muy fina con escaso limo (10 - 15%). Fragmentos de moluscos de 25 a 30% uniformemente distribuidos son frecuentes los tamaños de 1 a 2 cm. de diámetro. Estos materiales biógenos imparten una textura gravosa al sedimento del núcleo.

7+500

Sedimentos muy homogéneos compuestos por arena fina limosa con fragmentos de conchas de moluscos (10%) las cuales tienden a concentrarse formando capas de 5 cm. de espesor a los 26, 36 y 70 cm. de profundidad, impartiendo una textura gravosa a los sedimentos de los niveles antes citados. Estos fragmentos son de 1 a 2 cm. de diámetro.

8+000

La textura de estos sedimentos es muy homogénea. Son arena muy fina limosa y limos gruesos arenosos. En los 28 cm. superiores no se encontraron restos de conchas de moluscos, mientras que en la parte inferior hay un alto contenido de material biógeno que se distribuye en forma homogénea en la sección (28 - 49 cm.).

8+500

Sedimentos muy homogéneos compuestos por arena muy fina limosa con pocos fragmentos de conchas de moluscos (menos de 10%), que son principalmente de tamaño arenoso (1 mm.) y escasos fragmentos mayores de 1 cm. Estos restos tienden a acumularse en la parte superior del núcleo (primeros 15 cm.) y en franja de 3 cm. de espesor a los niveles de 30, 41 y 80 cm. de profundidad en el núcleo, impartiendo una textura semi-gravosa a los sedimentos de dichas profundidades.

9+000

Este núcleo es muy heterogéneo está compuesto principalmente por sedimentos finos arcillosos.

Presenta características muy marcadas en su color y textura de 6 a 7 cm. limo arcilloso de color café verdoso con escasos restos de moluscos que le dan textura gruesa, de 7 a 14 cm., limo grueso de color café verdoso con abundantes restos de moluscos dan textura arenosa a este sedimento de 14 a 22 cm. limo arcilloso sin restos de moluscos visibles, de 22 a 32 cm. limos medios a gruesos con restos de moluscos de 1 mm. de diámetro, de 32 a 60 cm. los sedimentos de esta sección son limos gruesos con fragmentos de moluscos que disminuye en concentración hacia la parte profunda del núcleo.

ESTACION

DESCRIPCION

- 9+500 Los sedimentos de este núcleo son muy homogéneos, están compuestos por limos arenosos con abundantes fragmentos de moluscos en los primeros 10 cm. entre los 38-48 dichos materiales representan un porcentaje menor del 10%, siendo dominantes los tamaños de 2 mm. de diámetro y muy escasos los mayores de 1 cm.
- 10+000 Arena muy fina con escasos limos (15 a 20%) de 0-18 cm. y en la zona entre 36 y 50 cm. el núcleo está compuesto por limos gruesos arenosos. Se encuentran fragmentos de conchas de moluscos que más abundan en los horizontes arenosos.
- 10+500 De 0 a 27 cm. hay arenas finas y limos con restos de conchas de moluscos de tamaños de arena distribuidas uniformemente, de 27 a 35 cm. los sedimentos están compuestos por arena, muy fina de color gris azulado, compacta y sin fragmentos de conchas.
- 11+000 Sedimentos compuestos predominantemente por arenas medias a finas con abundantes fragmentos de conchas de moluscos. A 18 cm. de profundidad se aprecia una zona de color café oscuro la cual abarca de 2 a 3 cm. con alto contenido de materia orgánica en descomposición. No se aprecian cambios marcados en la textura de los sedimentos de este núcleo.
- 11+500 Arena fina limosa con fragmentos de conchas de moluscos principalmente de tamaño de arena y distribuidos homogéneamente escasos fragmentos de 1 a 2 cm. de diámetro que le dan aspecto gravoso al sedimento del núcleo.
- 12+000 Limo grueso de color gris amarillento con escasos fragmentos de conchas, de 25-46 cm. limos arcillosos de color gris amarillento, los fragmentos de conchas son abundantes son principalmente de tamaño arenoso y algunos mayores - de 1 cm. que le dan textura gravosa al sedimento del núcleo, de 46-58 cm. limo arcilloso de color gris amarillento con menos fragmentos de conchas por lo que parecen de textura más fina, de 58-70 cm., material completamente diferente al anterior. Con sedimentos formados por arcillas fuertemente compactas y secas, de color gris azulado con moteaduras de color gris claro y café amarillento.

ESTACION

DESCRIPCION

- 12+500 Sedimentos muy homogéneos, compuestos por arenas finas a muy finas con alto contenido de conchas distribuidas uniformemente. Los fragmentos mayores de 1 cm. son abundantes. Aspecto gravoso de toda la columna del núcleo.
- 13+000 Arena media a fina con escaso limo y abundantes fragmentos de conchas de moluscos. En los primeros 40 cm. del núcleo hay conchas completas de moluscos. Son comunes los mayores de 2 cm., los sedimentos de la parte inferior del núcleo, son semejantes a los de la superficie solo que tienen restos de moluscos y predominan los tamaños de arena gruesa a media.
- 13+500 Son sedimentos muy homogéneos compuestos por arenas finas a muy finas con bastantes fragmentos de conchas del tamaño de arena principalmente. Los fragmentos de conchas mayores de 1 cm. son frecuentes y tienden a concentrarse en la parte superior del núcleo, a 15 y 23 cm. de profundidad hay pequeñas capas de 3 a 4 cm. de espesor.
- 14+000 Los 5 cm., superiores son sedimentos compuestos por arenas medias a finas y el resto del núcleo de arena fina a muy fina tiene fragmentos de conchas uniformemente distribuidos a todo lo largo.
- 14+500 De 0-12 cm., arenas finas de color gris amarillento. Contienen numerosos fragmentos de conchas de 1 a 2 mm. de tamaño promedio, siendo los fragmentos mayores de 1 cm. comunes, lo cual les imparte textura ligeramente gravosa a estos sedimentos. De 12-40 cm., arena fina a muy fina, de color gris verdoso, con abundantes fragmentos de conchas de tamaño de arena principalmente, concentrándose de los 18 a 26 cm. de profundidad en el núcleo.
- 15+000 Los primeros 12 cm., son limos arcillosos con escasos fragmentos de conchas, de 12-66 cm., limos arcillosos homogéneos, con escasos fragmentos de conchas de 66-77 cm. - los sedimentos están compuestos por arenas muy finas limosas de color gris verdoso oscuro con fragmentos de conchas de tamaño de arenas.
- 16+000 De 0-15 cm., limos gruesos de alta porosidad y escaso contenido de conchas siendo la mayoría de tamaño de arenas, de 15-69 cm., los sedimentos son homogéneos, formados por limos gruesos arenosos con escasos fragmentos de conchas.

ESTACION

DESCRIPCION

- 16+500 Sedimentos muy homogéneos, compuestos por arena muy fina. Se encuentran a lo largo de este núcleo escasos fragmentos de conchas de tamaño de arena, los fragmentos de mayor tamaño son muy escasos y aislados.
- 17+000 Arena fina a muy fina con escasos limos. Contienen abundantes fragmentos de moluscos que se encuentran homogéneamente distribuidos en los 32 cm., superiores del núcleo. Los sedimentos de la parte inferior de este núcleo son también arenas finas pero carecen de los fragmentos de conchas.
- 17+500 Arenas muy finas ligeramente limosas con poco contenido de fragmentos de conchas, distribuidos homogéneamente. Los fragmentos de conchas mayores de 5 mm. tienden a concentrarse a los 18 y 36 cm. de profundidad en el núcleo dando una textura semi-gravosa a los sedimentos de estos niveles.
- 18+000 Arenas finas a limosas. Estos sedimentos presentan una disminución ligera en diámetro hacia la base del núcleo. Los fragmentos de moluscos son escasos y son en su mayor parte menores de 1 mm.
- 18+500 Sedimentos compuestos por arenas medias a finas con pocos restos y fragmentos de conchas uniformemente distribuidos a todo lo largo del núcleo.
- 19+000 Sedimentos más o menos homogéneos, compuestos por arenas gruesas a medias con fragmentos de conchas de moluscos de 1 a 2 cm. aislados. La distribución es homogénea y tiende a disminuir el porcentaje hacia la parte inferior. La textura también disminuye hacia la base del núcleo, predominando las arenas finas.
- 19+500 Sedimentos formados por arena media a fina, con escasos limos. Contiene abundantes fragmentos de moluscos, -- siendo muy comunes los de 0.5 cm. de diámetro. Dichos restos orgánicos están homogéneamente distribuidos e imparten una textura gravosa al núcleo.
- 20+000 Los sedimentos arenosos de este núcleo son muy homogéneos en textura. Son arenas medias a finas con fragmentos de conchas de moluscos de tamaño de arena uniformemente distribuidos en todo el núcleo. Los fragmentos de conchas mayores de 1 cm., son escasos.

ESTACION

DESCRIPCION

20 + 500

De 0 a 10 cm., limo-arenoso de color café verdoso con fragmentos de conchas del tamaño de las arenas (1 mm) de 10-25 cm., el núcleo está compuesto por arenas finas con escaso limo, restos y fragmentos de conchas, - principalmente del tamaño de arena media. Los restos de material biógeno, mayores de 0.5 cm. son escasos y dispersos, impartiendo una textura ligeramente gravosa a los sedimentos de este núcleo.

21 + 000

De 0 a 29 cm., limo-arenoso de color café amarillento con pocos fragmentos de conchas, de 29-50 cm., limo arenoso de color café amarillento con pocos fragmentos de conchas, de 50-62 arcillas de color azul-verdoso - con moteaduras arenosas, cafés y grises. El material de esta parte del núcleo es seco, compacto y muy plástico.

21 + 500

De 0 a 15 cm., limo-arcilloso color gris cafésáceo. Contiene fragmentos de conchas del tamaño de arenas, las - - cuales tienden a concentrarse entre 8 a 10 cm. de profundidad en el núcleo, de 15-43 cm., arcilla-limosa con -- poco contenido de fragmentos y restos de conchas concentradas en los 26 y 37 cm. de profundidad en el núcleo. - De 43-50 cm., arcilla-limosa de color gris azulado y café amarillento sin material biógeno.

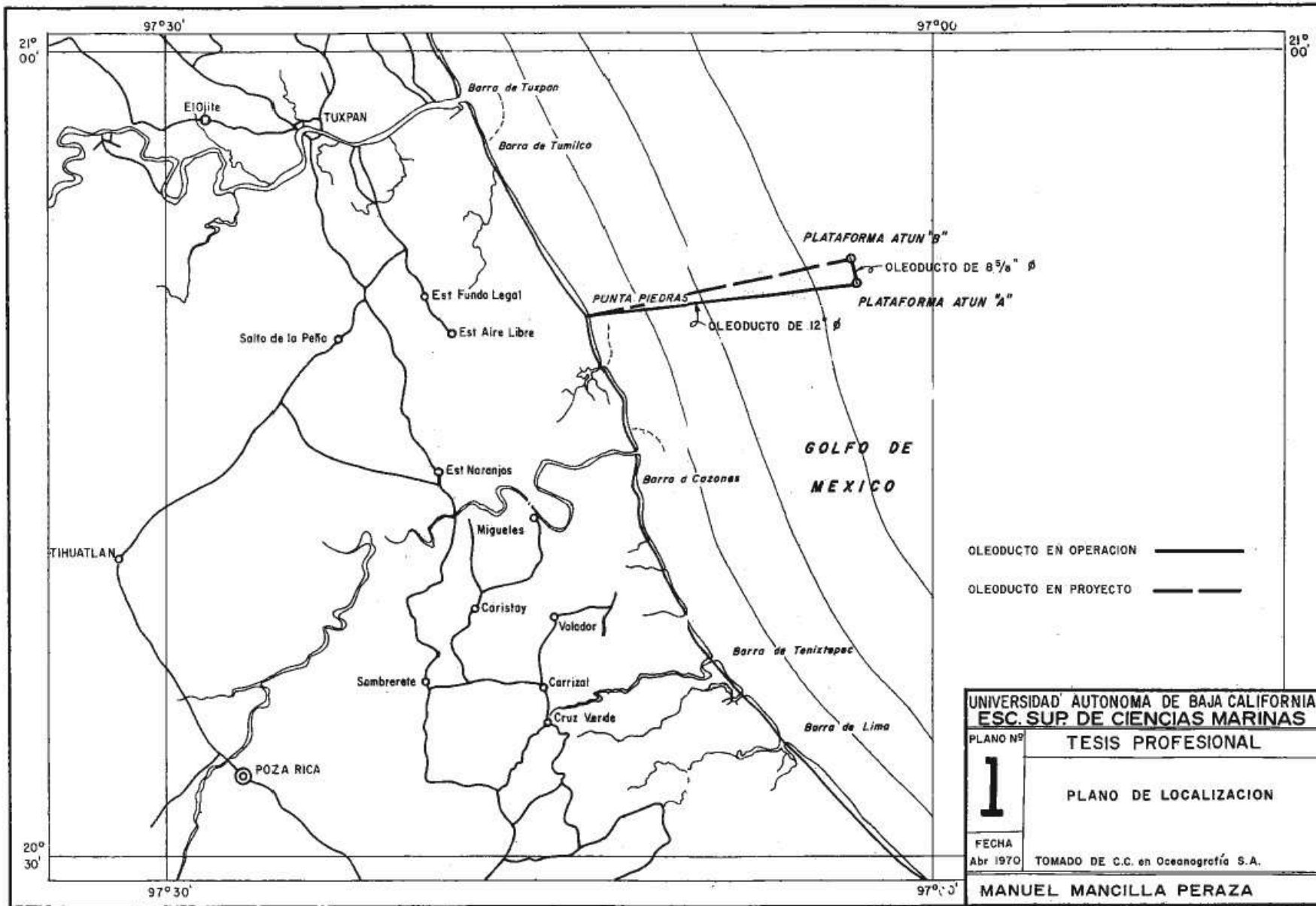
22 + 000

Sedimentos formados por limo-arcilloso y arena-limosa.- En este núcleo se encontraron tres tipos de sedimentos claramente diferenciados, los que tienen las siguientes características: de 0 a 25 cm., limo-arcilloso de color café amarillento, de 25 a 45 cm., limo-arcilloso o fragmentos de conchas aislados y de 45 a 50 cm., limos-arcillosos compactos de color gris amarillento.

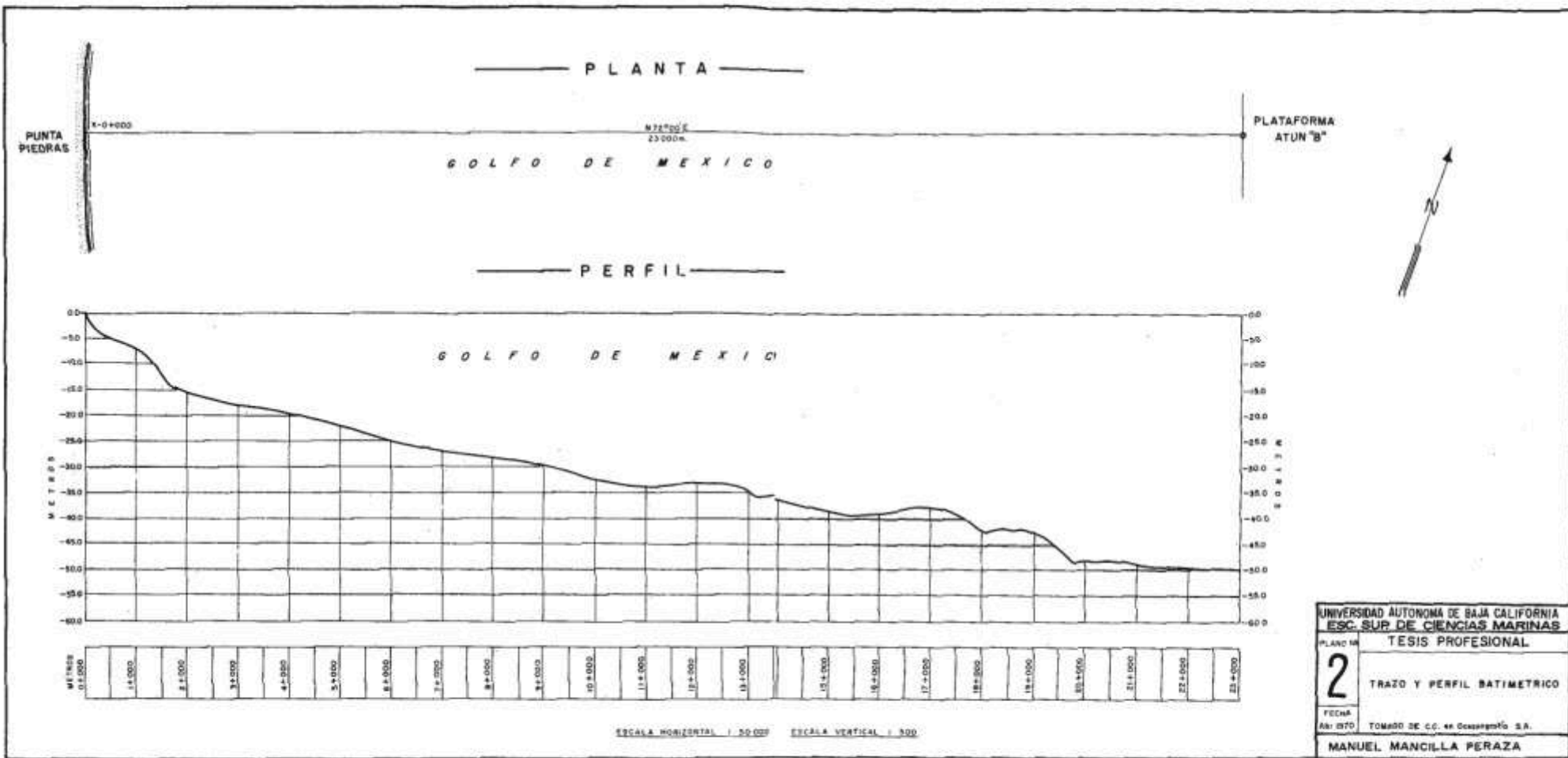
22 + 500

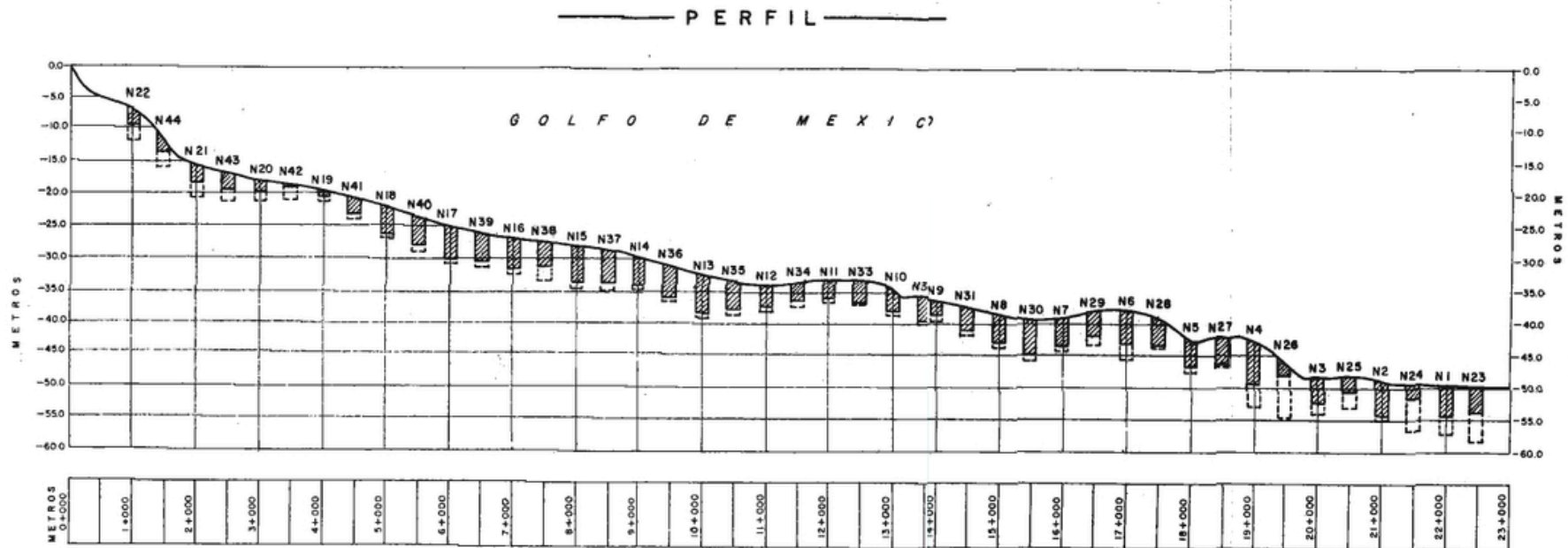
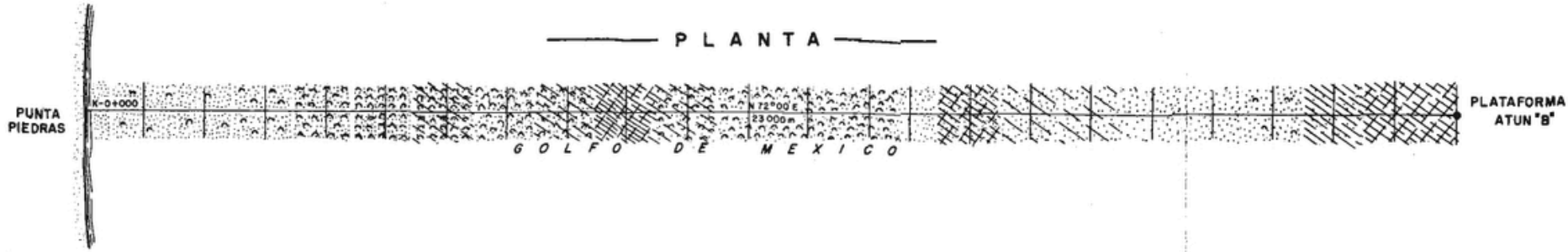
Sedimentos limo-arenosos que gradúan en tamaño hacia el fondo en donde son arenas finas limosas, contiene pocos fragmentos de conchas, las cuales están concentrados a - los 55 y 70 cm. de profundidad en el núcleo.

PLANOS



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA	
ESC. SUP. DE CIENCIAS MARINAS	
PLANO N°	TESIS PROFESIONAL
I	PLANO DE LOCALIZACION
FECHA	TOMADO DE C.C. en Oceanografía S.A.
Abr 1970	
MANUEL MANCILLA PERAZA	





ESCALA HORIZONTAL 1:50 000 ESCALA VERTICAL 1:500



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA
ESC. SUP. DE CIENCIAS MARINAS

PLANO N° **3** TESIS PROFESIONAL

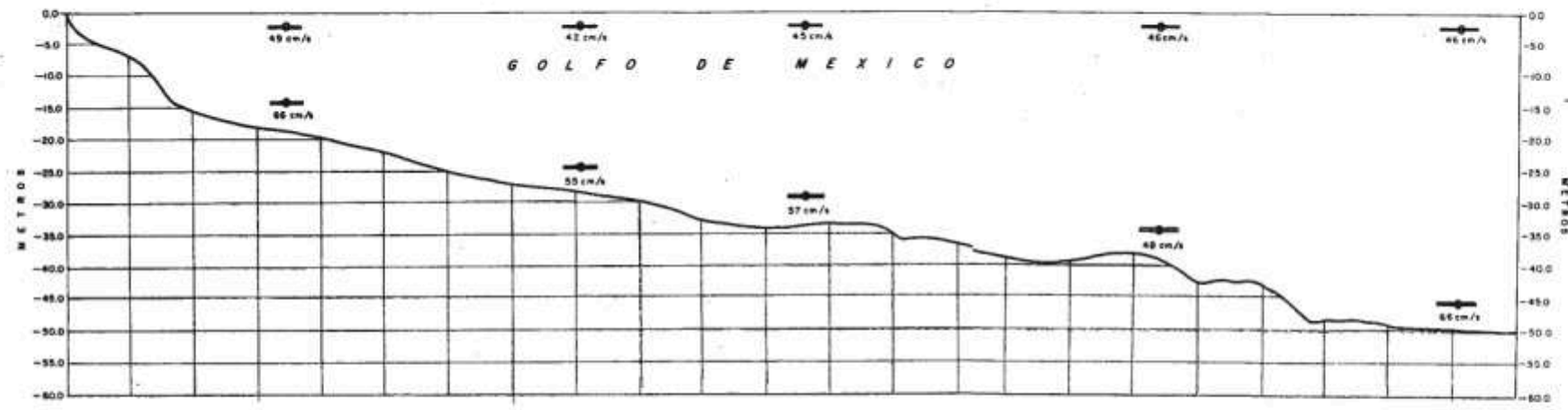
TRAZO Y PERFIL
CON EL TIPO DE SEDIMENTOS

FECHA
Abr 1970 TOMADO DE C.C. en Oceanografía S.A.

MANUEL MANCILLA PERAZA



PERFIL



LEYENDA

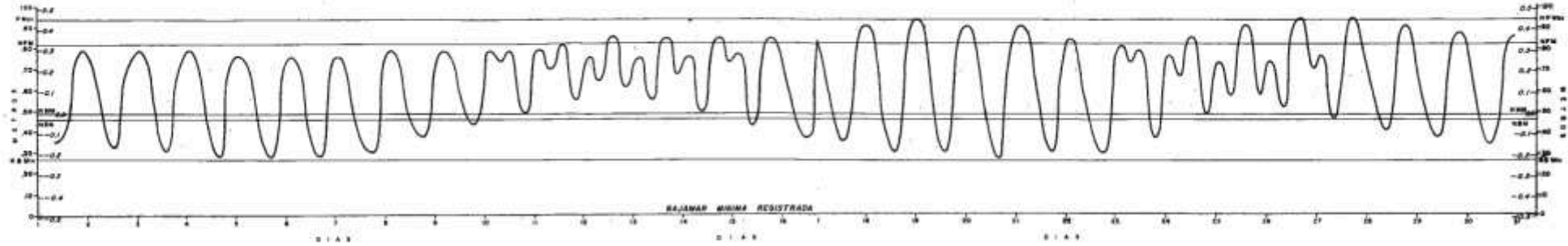
CORRIENTES DE SUPERFICIE
 CORRIENTES DE FONDO
 ESCALA 1mm = 1 cm/seg

0+000	1+000	2+000	3+000	4+000	5+000	6+000	7+000	8+000	9+000	10+000	11+000	12+000	13+000	14+000	15+000	16+000	17+000	18+000	19+000	20+000	21+000	22+000	23+000
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

ESCALA HORIZONTAL 1:50,000 ESCALA VERTICAL 1:500

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA
 ESC. SUP. DE CIENCIAS MARINAS
 PLANO N° 4 TESIS PROFESIONAL
 4 CORRIENTES SUPERFICIALES Y DEL FONDO
 FECHA: Abr 1970 TOMADO DE C.C. en Oceanografía S.A.
 MANUEL MANCILLA PERAZA

TUXPAN, VER. SEPTIEMBRE 1969
LAT. 21°00' N LONG. 97° 2' W

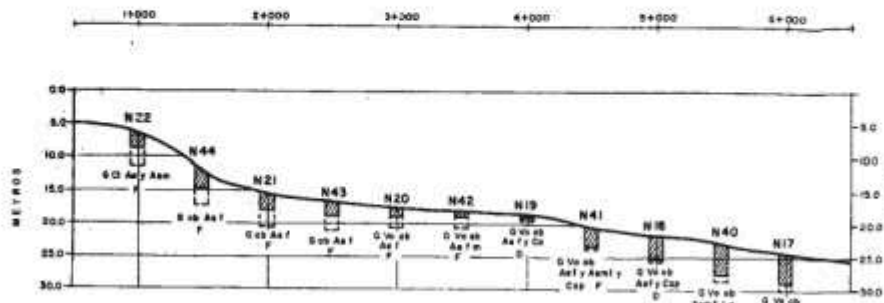


REDUCCION DEL ECOSONDA AL PLANO DE REFERENCIA

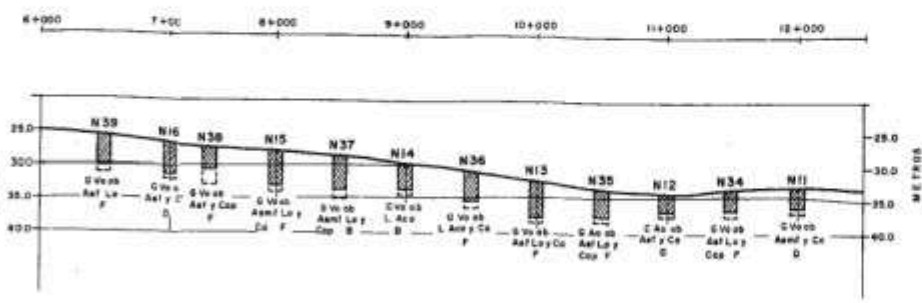
ESCALA VERTICAL 1:10

ESCALA HORIZONTAL 1cm = 1 HORA

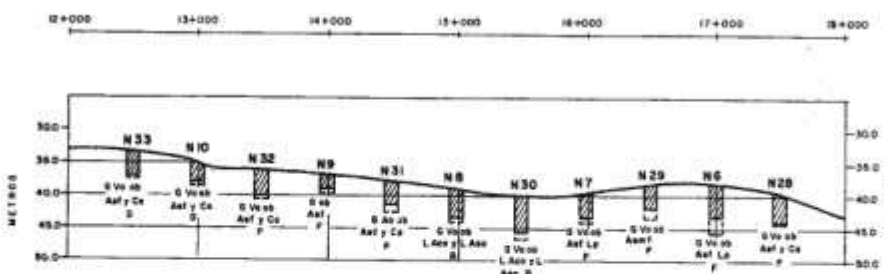
UNIVERSIDAD DE BAJA CALIFORNIA	
ESC. SUP. DE INGENIERIA MARINER	
TESIS PROFESIONAL	
5	CURVA DE MAREAS
FECHA: 1969	
MANUEL MANHLLER PERAZA	



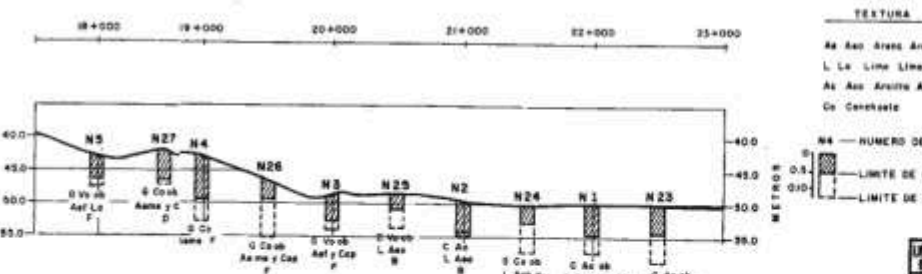
SECCION A
ESTACION 0+500 A ESTACION 6+500



SECCION B
ESTACION 6+000 A ESTACION 12+500



SECCION C
ESTACION 12+000 A ESTACION 18+000



SECCION D
ESTACION 17+500 A ESTACION 23+000

LEYENDA

COLOR		CONSISTENCIA	
S Gris		S Sólido	
C Co Colea Coleosa		F Firme	
A Ar Arcilla Arcillosa		D Dura	
V V Verde Verdoso			

TEXTURA		MODIFICACIONES	
Aa Aa Arena Arenosa	ab abarca		
L Ls Limo Limoso	Cl Clavo		
Aa Aa Arcilla Arcillosa	F Firme		
Cs Conchoso	Mo Mole		
	S Sólido		
	M Muy		
	P Poco		

N# — NUMERO DEL NUCLEO
 ——— LIMITE DE EXTENSION
 ——— LIMITE DE PENETRACION

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA
ESC. SUP. DE CIENCIAS MARINAS

PLANO N° **6** TESIS PROFESIONAL

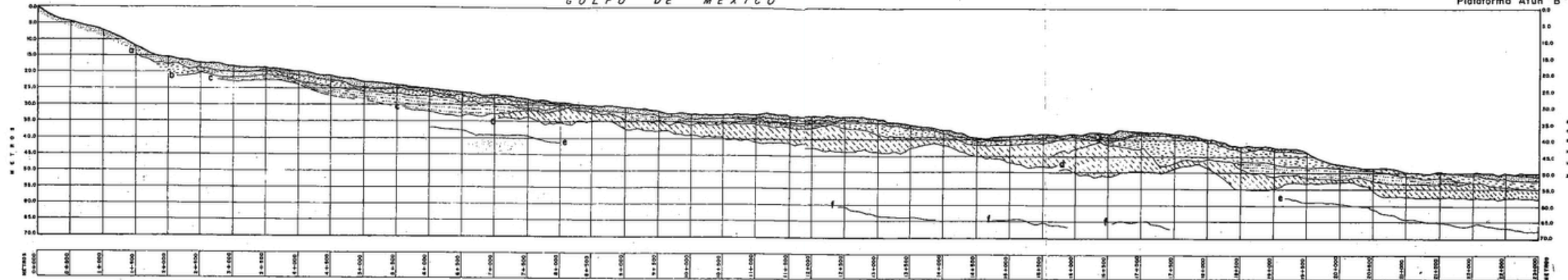
FECHA: _____
 Apr 1970 TONADO DE C.C. y Oceanografía S.A.

MANUEL MANCILLA PERAZA

Punto Piedras

GOLFO DE MEXICO

Plataforma Atún "B"



ESCALA VERTICAL 1:500

ESCALA HORIZONTAL 1:25,000

- LEYENDA
- SEDIMENTOS ALTAMENTE HIDROLIZADOS
 - SEDIMENTOS NO CONSOLIDADOS
 - SEDIMENTOS ARCILLOSOS SEMICONSOLIDADOS
 - SEDIMENTOS CONSOLIDADOS

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA
ESC. DE CIENCIAS MARINERAS
PLAN N° 7
TE. IS. PROFESIONAL
PERFIL ESTRATIGRAFICO
INTERPRETADO DE LA GRAFICA
DEL "PROFILER" O SISTEMA DE
REFLEXION ACUSTICA CONTINUA
FECHA: 24/11/1970
TITULO DE C. M. DEPARTAMENTO DE G. M.
MANUEL MANCILLA PERAZA

D I A G R A M A S

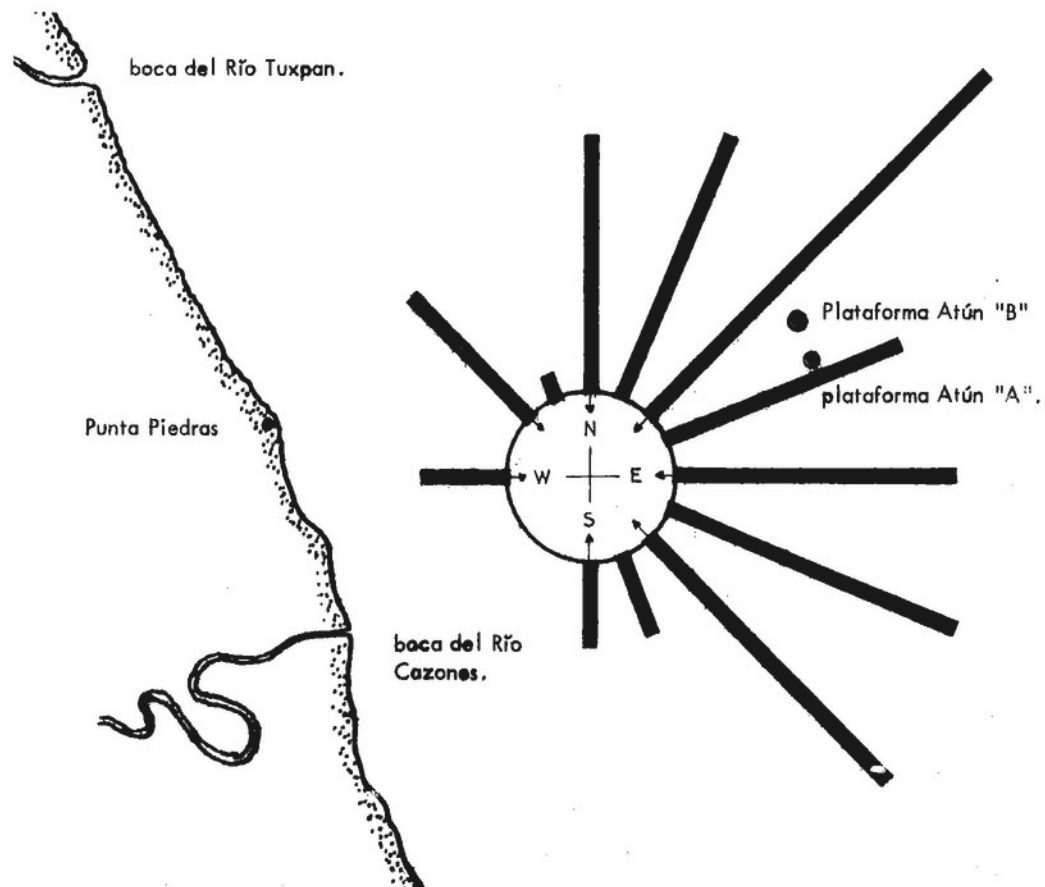


DIAGRAMA No. 1
DE LA DIRECCION Y FRECUENCIA DEL OLEAJE.

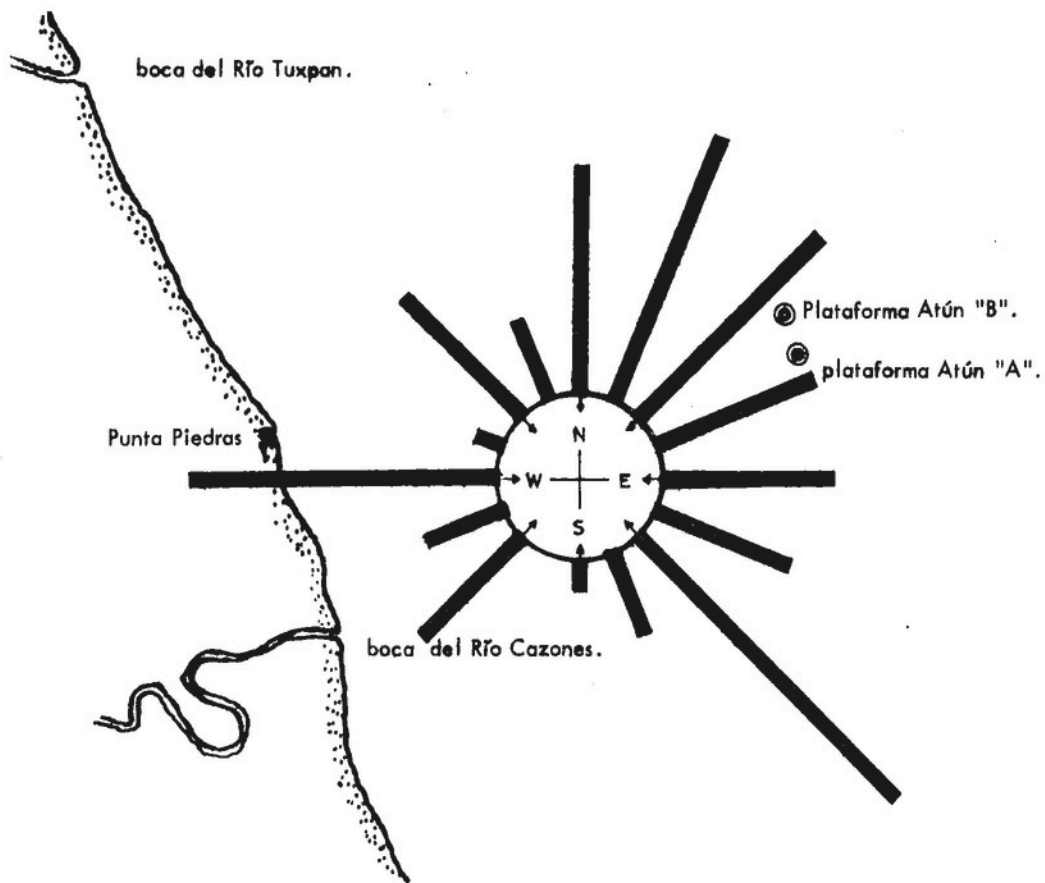


DIAGRAMA No. 2

DE LA DIRECCION Y FRECUENCIA DE LOS VIENTOS.