

21, 38



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

HISTORIA DEL POZO EXPLORATORIO SOLOSUCHILT No. 1  
Y PROBLEMAS QUE ORIGINARON SU ABANDONO

## Tesis Profesional

Que para obtener el Título de  
INGENIERO PETROLERO

p r e s e n t a

ELISEO RODRIGUEZ ROQUE

México, D. F.

1983



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# I N D I C E

PAGINA

	INTRODUCCION	1
I	DATOS GENERALES	
	Nombre del Pozo	3
	Distrito	3
	Ubicación	3
	Coordenadas	3
	Elevaciones	3
	Tipo de Pozo	3
	Equipo de Perforación	3
	Fecha Inicio de Perforación	3
	Elevación Mesa Rotaria	3
	Fecha de Abandono	3
II	GEOLOGIA REGIONAL Y LOCAL	
	Datos Generales	4
	Localización	5
	Antecedentes Generales	5
	Antecedentes Geológicos	5
	Geología Regional	11
	Manifestación de Hidrocarburos	12
	Interpretación Sismológica	12
	Interpretación Sismológica del Horizonte - - "Cima Depósito"	13
	Interpretación Sismológica del Horizonte - - "Dentro del Depósito"	14
	Interpretación Sismológica del Horizonte - - "Cima de la Laja"	14
	Interpretación Sismológica del Horizonte - - "Dentro del Cretácico"	15
	Localización Solosuchilt No. 1	17

PAGINA

Columna Geológica Probable	18
Columna Geológica Real	18

III DATOS DE LOS HORIZONTES CON FLUIDOS

Registros Geofísicos	19
Análisis de los Registros Geofísicos	21
Resultados de Laboratorio de los Núcleos - - cortados en el pozo Solosuchilt No. 1	23
Resumen de los Núcleos Recuperados	24
Interpretación del Núcleo No. 1	24
Descripción	25
Interpretación Núcleo No. 2	26
Descripción	26
Interpretación Núcleo No. 3	27
Descripción	27
Interpretación Núcleo No. 4	28
Descripción	28

IV DATOS MECANICOS DEL POZO

Datos Mecánicos del Pozo	29
Angulos máximos observados durante la - - desviación del pozo	32
Tuberías de Revestimiento	35
Cementaciones Primarias	36
Barrenas Utilizadas	39
Tablas de lodos	43
Pérdidas de lodo agujero desviado	46
Conexiones Superficiales	48
Componentes del Probador	49
Distribución de Conexiones superficiales - - de control	50
Primera distribución para cabezal de 20"	50

PAGINA

Múltiple de Control	51
Líneas de Quemar e Inyección	51
Válvula de Pie	51
Válvula de Flecha	51
Válvula de Control	52
Procedimientos al efectuar las pruebas a- - las conexiones superficiales	52
Presiones de prueba de instalación -- - superficiales	56

V PROBLEMAS Y OPERACIONES ESPECIALES

Primera Etapa	58
Segunda Etapa	58
Tercera Etapa	59
Tapones de Cemento - Agujero Original	60
Operaciones para desviar agujero	64
Tapones de cemento agujero 8½" desviado	68
Pescado Agujero Original 12 1/16"	72
2° Pescado Agujero Original 12 1/16	75
Pescado Agujero desviado 8½" desviado	79
Operación de Apertura de ventana para des- -viar (Casing Whistoc-Side-Track)	88

VI RESUMEN Y CONCLUSIONES

Avance en la perforación. En agujero original	90
Resumen del costo de material químico por año	92
Costo por pozo perforado	92
Resumen de Materiales y Accesorios	93
Conclusiones	94

ANEXOS

Material Químico usado en el lodo de - - - perforación	98
---	----

	PAGINA
Aditivos usados en las Cementaciones - - Tapones de Cemento	102
Problemas y Operaciones Especiales	107
Accesorios para T.R.	128
 BIBLIOGRAFIA	 130

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

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

El programa exploratorio encaminado a acrecentar la producción y las reservas de que se tiene de rocas mesozoicas a partir del descubrimiento de los prolíficos yacimientos de aceite y gas del área Villahermosa-Reforma, se ha llevado al área frente de la Sierra de Chiapas, donde el tiempo atrás se conoce la existencia de rocas de dicha edad y de condiciones estructurales favorables para la acumulación de hidrocarburos.

Dentro del área de referencia, ocupó la atención el Prospecto Manatí en el cual se realizaron trabajos sísmológicos durante 1975 que interpretado con apoyo en la información geológica superficial y de subsuelo encuentra un ambiente estructural atractivo para probarse con miras a valorar sus posibilidades petroleras. - En esta interpretación siguiendo un horizonte que por sus propiedades sísmicas corresponden a rocas calcáreas cretácicas, se pone de manifiesto la presencia de un extenso homoclinal en buenas -- condiciones de cierre para el entrapamiento de hidrocarburos, el que por esta razón se aprobó la localización del pozo Solosuchilt No. 1 para su perforación.

El presente trabajo tiene como objetivo analizar las operaciones y actividades que se llevaron a cabo durante la perforación del pozo Solosuchilt No. 1, problemas ocurridos y solución de los mismos; operaciones especiales y causas que originaron su abandono

no.

Esperando que el presente trabajo de una idea clara de los trabajos previos que se realizan para llevar a cabo la perforación de un pozo exploratorio y el costo tan elevado para dicha finalidad el cual incide en forma determinante en el valor total de las inversiones de la industria petrolera lo que justifica cualquier intento de mejorar las predicciones sobre los costos futuros de perforación.

C A P I T U L O    I

D A T O S   G E N E R A L E S

DATOS GENERALES

NOMBRE DEL POZO: Solosuchilt No. 1

DISTRITO: Nanchital, Ver.

UBICACION: Terrestre

COORDENADAS: Sistema Punta Corda X=-45411.39  
Y=-78935.96

ELEVACIONES: Terreno natural 19.480m snm.  
Piso de la Pera 19.548m snm.  
Mesa Rotaria 27.490m snm.

TIPO DE POZO: Unitario - Desviado

EQUIPO DE PERFORACION: PM-0124- Por Administración

FECHA--INICIO DE --  
-PERFORACION: 17 de Abril de 1981

ELEVACION MESA --  
- ROTARIA: 6.20m.

FECHA DE ABANDONO: 5 de Septiembre de 1983

CAPITULO II  
GEOLOGIA REGIONAL Y LOCAL

## Datos Generales

Durante el año de 1975 se terminaron los trabajos exploratorios con el método sísmico de reflexión en el prospecto Manati -- que se ubica en la región suroccidental del área El Plan; entre los pozos Oaxaqueña, Palmiro, Manati y el frente de la Sierra de Chiapas.

El programa se inicio con le objetivo principal de investigar cual es la actitud estructural de las rocas sedimentarias mesozoicas, que se consideran potencialmente productoras de hidrocarburos, para estar en condiciones de seleccionar la localidad donde se deberá perforar el pozo exploratorio que verifique las condiciones de entrapamiento de hidrocarburos y evaluar las posibilidades económico petroleras en las rocas mencionadas. Por lo que respecta a las rocas terciarias se han evaluado, sin posibilidades de producir comercialmente hidrocarburos, las rocas de Mioceno y del Oligoceno; quedando por investigar las posibilidades en las rocas del Eoceno y del Paleoceno.

Este capítulo tiene como objetivo dar a conocer los resultados de la interpretación de un horizonte de reflexión que se supone corresponde a una secuencia dolomítica dentro del cretácico lo que dan lugar a la proposición formal de la perforación del pozo Solosuchilt No. 1, lo que permitirá evaluar desde el punto de vista económico petrolero el frente de la Sierra de Chiapas en la región mencionada.

### Localización.

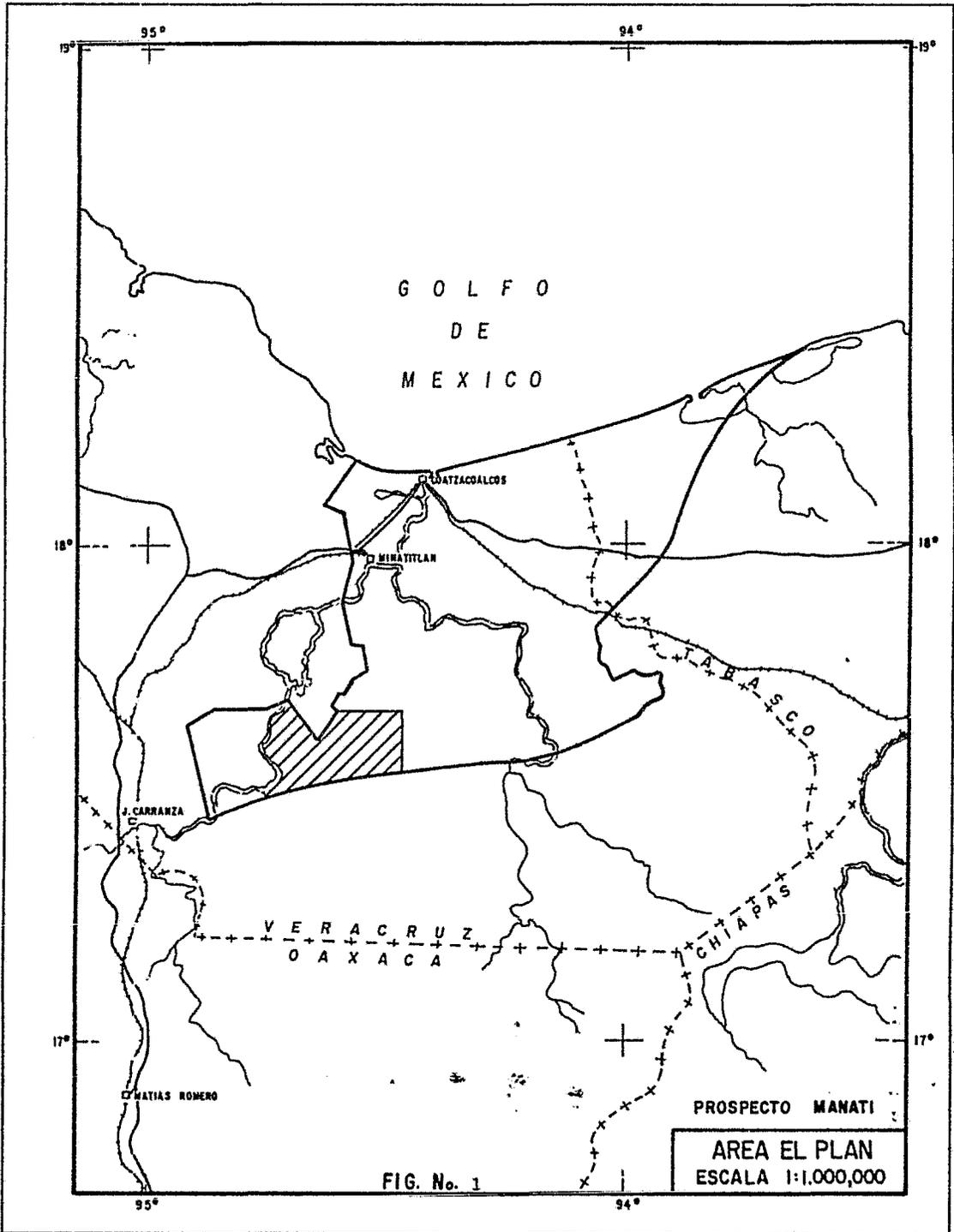
El prospecto (Fig. No. 1 y Fig. No. 1-1), cubre 425km<sup>2</sup> en -- una región a aproximadamente 55km. al SE de la población de - - - Minatitlán, Ver., en la Provincia Geológica de las Cuencas Terciarias del SE, en la planicie costera del Golfo de México que pertenece al Estado de Veracruz. Se extiende desde las estribaciones -- de la Sierra de Chiapas. al Sur y hasta donde la sal se encuentra a profundidades del orden de 100m. al Norte.

### Antecedentes Generales.

Los estudios geofísicos y geológicos en este prospecto incluyen el reconocimiento por geología superficial, por gravimetría, por magnetometría, por sismología de reflexión y por perforación de los pozos Manatí 1, Manatí Sur 1 y 4, y en la inmediata cercanía (15km) hacia el Sur el pozo Sauzal 1, como se puede observar en la sección estructural (Fig. No. 2).

### Antecedentes Geológicos.

Estratigrafía - La columna sedimentaria del área comprendida entre los ríos Solosuchilt y Nanchital, fué depositada sobre un basamento constituido por rocas ígneas intrusivas cuya edad se -- desconoce, ya que no han sido fechadas por ningún procedimiento, pero que podrían pertenecer al Precámbrico pues se trata de rocas



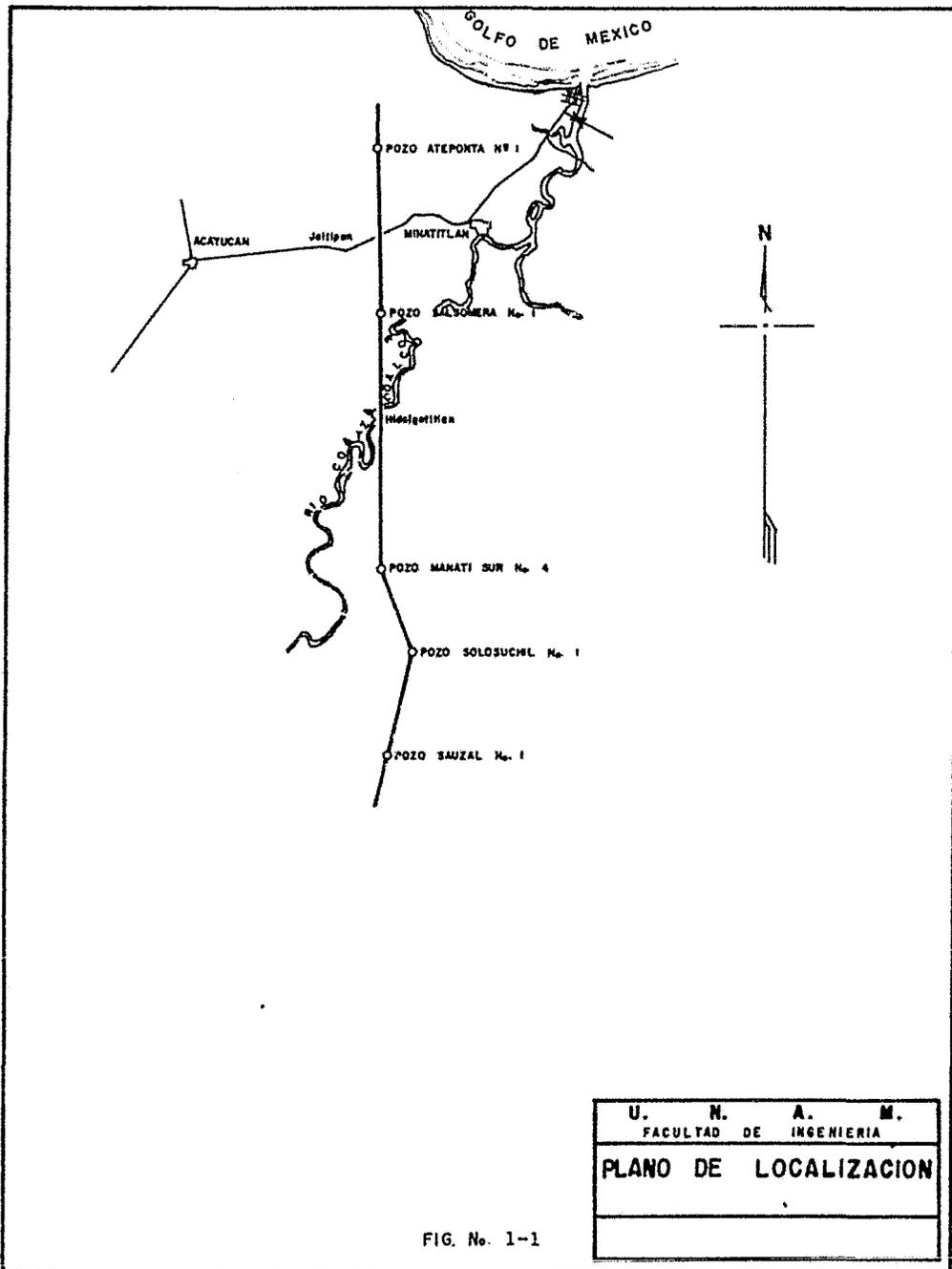
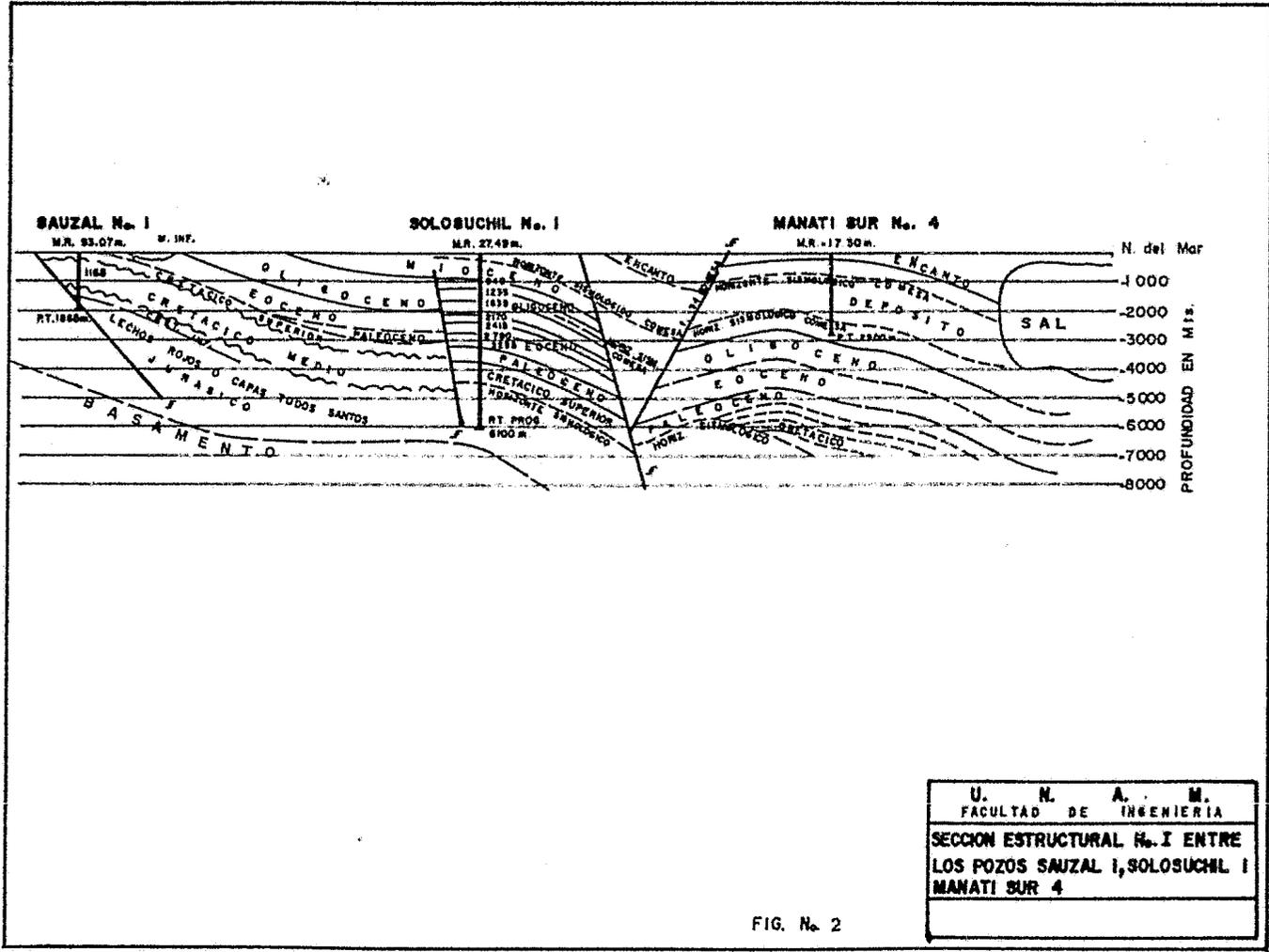


FIG. No. 1-1

U. N. A. M.
FACULTAD DE INGENIERIA
<b>PLANO DE LOCALIZACION</b>



semejantes a las de la Mixtequita y a las que afloran en el Río - Pueblo Viejo, que son precisamente de esa edad. Sobre de ellas, - en algunas localidades se encuentran derrames andesíticos del Jurásico Medio.

La pila sedimentaria que cubre a estas rocas ígneas se depositó a partir del Jurásico Medio, iniciándose la sedimentación -- con clásticos (conglomerado, areniscas y limolitas) continentales, formados a expensas de las rocas ígneas del basamento. Su espesor es variable y está controlado por la topografía del terreno sobre el que se depositaron; así tenemos que en el Río Solosuchilt hay 150 metros de rocas continentales del Jurásico Medio - Superior, - en tanto que en el Río Uzapaná hay cerca de 2000m. de clásticos -- continentales de la misma edad, aunque en ellos podrían estar incluídas rocas más antiguas (Paleozoico).

En el área de Río Solosuchilt continúa la sedimentación continental hasta el Cretácico Inferior. Inmediatamente al Norte, en el pozo Sauzal No. 1, durante el Cretácico Inferior el depósito se efectuó sobre una plataforma de poca profundidad que dió lugar a - la formación de 400 metros de Calizas (calcarenitas, oncolíticas - y oolíticas).

En la región del Río Uzapaná las condiciones marinas se inician desde el Jurásico (Kimmeridiano) con la formación de 680m. de calcarenitas (Packstone) de plataforma. El ambiente marino continúa durante el Tithoniano formándose 700m. de estratos de packsto-

ne y wackestone, de plataforma, que hacia la cima pasan a rocas - de mar abierto de poca profundidad, con predominio de margas y calizas arcillosas. En esta región el Cretácico Inferior está muy mal expuesto y solo se conocen 110m. de areniscas continentales - que subyacen a 50m. de margas y calizas marinas.

El Cretácico Medio está representado entre los ríos Solosuchilt Uzpanapa y el Río Nanchital, por un espesor promedio de 1500m. de rocas carbonatadas de plataforma formadas en la base -- por dolomías con espesor promedio de 500m y el resto de la columna constituido por calizas que en algunas localidades alternan con dolomías. En forma discordante y sobre toda el área, el Campaniano - Maestrichtiano, representado por sedimentos flyshoides, cubren a las calizas del Cretácico Medio. Su espesor es variable entre 800 y 1300m.

En la porción comprendida entre Río Playas y Río Nanchital - la columna sedimentaria del Mesozoico es diferente a la descrita anteriormente.

Aquí solamente se conoce el Jurásico Superior, el Cretácico Inferior y el Cretácico Superior ya que está ausente el Cretácico Medio.

En los pozos Malpaso se cortaron 680m. de sedimentos del Kim meridgiano, formados por 175m. de anhidritas, 350m. de limolitas, mudstone y anhidritas y unos 350m. de graistone de oolitas con --

intercalaciones de lutitas y limolitas. La sedimentación es de tipo Lagunar y continúa con una secuencia de dolomías de reemplazamiento (graistone a packstone de oolitas dolomitizadas) de 1650m. de espesor depositadas en una plataforma.

El Tithoniano está representado por mudstone arcillosos de color café oscuro depositado en ambiente de Cuenca (mar abierto). En el área de los pozos Malpaso afloran mas o menos unos 800m. de calizas, calizas arcillosas y margas, depositadas en cuenca que representan el Cretácico Inferior. Al norte en los pozos Río Playas, el Cretácico Inferior también en facies de Cuenca, tiene un espesor de mas o menos 440m. Al noroeste en Cerro Pelón sobre los lechos rojos continentales la sedimentación del Kimmeridgiano es aparentemente de plataforma con mas o menos 190m. de dolomías porosas y permeables, en tanto que el Tithoniano es de mas o menos de 20m de cuenca, al igual que los 200m. de calizas del Cretácico Inferior.

En esta región el Campaniano - Maestrichtiano mas o menos -- 600m. cubre en discordancia a sedimentos más antiguos, en este caso al Cretácico Inferior y está formado por sedimentos flyshoides, que a su vez subyacen, en discordancia a los terrígenos terciarios.

Como puede interpretarse en las descripciones anteriores, es evidente la presencia de un continente ubicado sobre lo que actualmente se conoce como Macizo Granítico de Chiapas que fué transgredido por el norte, lo que dió lugar al depósito de sedimentos mari

nos que, de las facies continentales y litorales depositadas al sur, pasan rapidamente a facies marinas someras y marinas profundas a medida que se avanza hacia el norte. El fenómeno de transgresión culmina en el Tithoniano - Cretácico Inferior dando paso a la secuencia calcárea de plataforma del Cretácico Medio que se interrumpe bruscamente al iniciarse la Revolución Laramide. (movimiento o evento tectónico que se dió a fines del mesozoico y a --inicios del terciario).

El Terciario está constituido exclusivamente por sedimentos terrígenos, depositados en una antefosa formada en el frente del plegamiento Laramídico, que fué asolvada con clásticos cuya edad va desde el Paleoceno hasta el Mioceno Superior. Estos fueron for--mados como consecuencia de la Revolución Cascadiana.

Al norte del pozo Sauzal No. 1 la sedimentación terciaria se inicia con un conglomerado basal mas o menos unos 180m. que cubre discordantemente al Cretácico Superior, seguido de 1250. de lutitas. Un nuevo conglomerado de mas o menos 150m. sirve de base al oligoceno que aparentemente cubre mediante discordancia al Eoceno, siguen 150m. de lutitas que subyacen bajo una nueva discordancia a 600m. de lutitas y arenas del Mioceno.

Un poco al oriente, en las cabeceras del Rfo Los Juanes, el Oligoceno alcanza mas o menos 2300m. de potencia en los que predominan los clásticos gruesos. La secuencia se inicia con mas o me--nos 340m. de arenas seguidos de 700m. de conglomerados y 550m. de

arenas que a su vez subyacen a unos 700m. de lutitas. Estas últimas podrían pertenecer al Depósito.

## GEOLOGIA REGIONAL

A grandes rasgos la zona comprendida entre los ríos Nanchital, Uspanapa y Solosuchilt es un gran homoclinal con buzamiento al norte y al noreste, afectadas por fallas probablemente de transcurrencia, de carácter regional que pertenecen al sistema de fallas de la Sierra de Chiapas, destacan dos de ellas, la más conocida es la Nanchital - Malpaso en la cual el Mesozoico cabalga sobre el terciario como consecuencia de la R. Cascadiana. Al sur sobre el Río Uzpanapa, la falla Grijalva limita por el sur un pilar en el que se exponen los carbonatos del Cretácico Medio y que buza hacia el Noreste para ser cubierto por el Terciario en la sección entre los ríos Los Juanes y Solosuchilt.

En estos grandes bloques existen algunas estructuras menores que incluyen fallas y plegamientos poco definidos. El límite de la Sierra con la planicie costera parece estar formado por una gran falla que pudiera estar asociado con el sistema de fallas de transcurrencia.

Es precisamente este sistema el que puede dar lugar a la existencia de trampas estructurales alojadas en los pilares y las fosas limitadas por ellas. Para estimar esas posibilidades fué necesario conocer la profundidad del basamento de esta zona, de manera que se pueda calcular en forma aproximada el espesor de la columna alojada en los bloques. Para esto se utilizó el Método Gravimétrico como se observa en la Fig. No. 3.

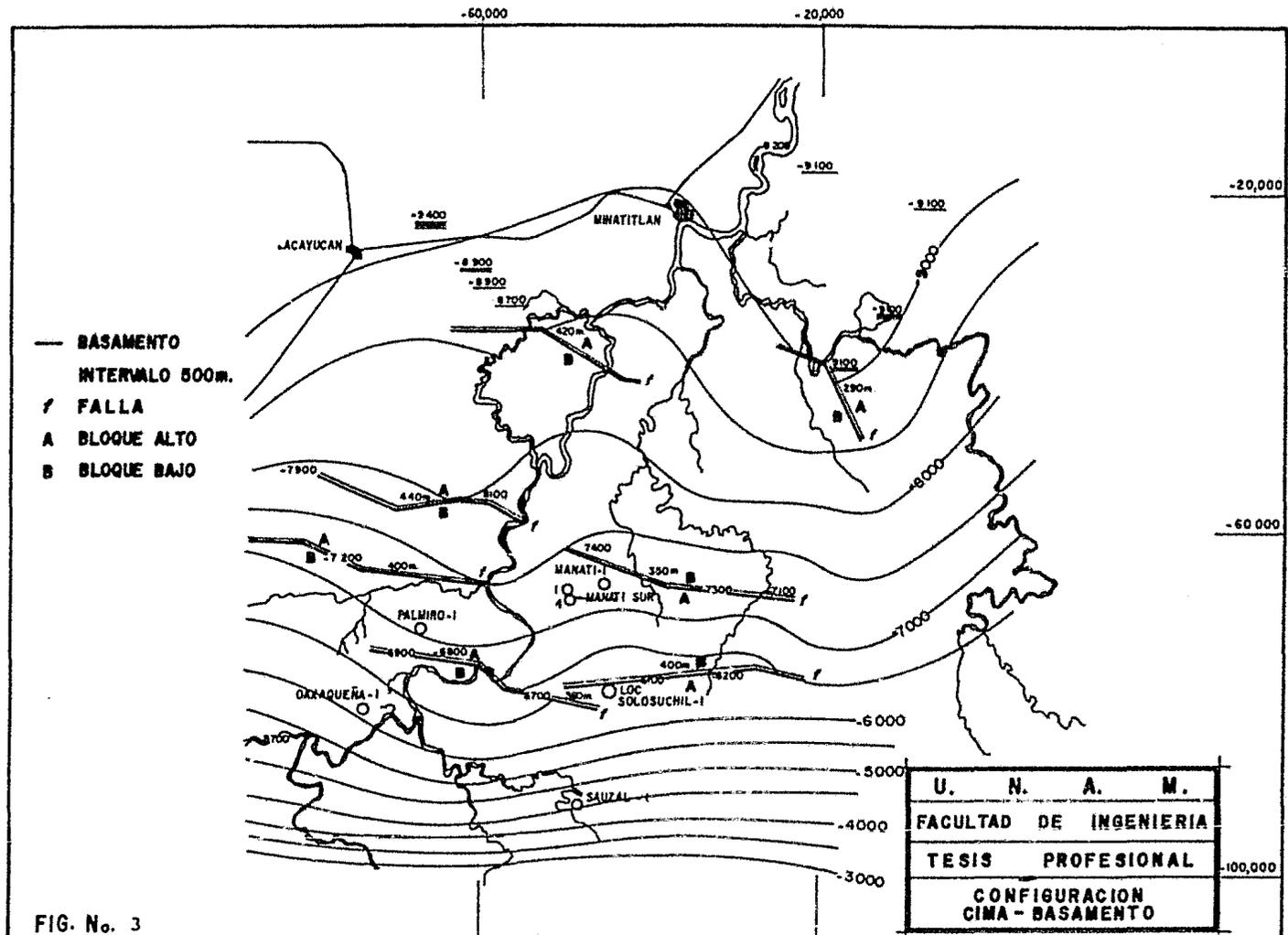


FIG. No. 3

### Manifestación de Hidrocarburos.

Dentro del prospecto estudiado las manifestaciones de hidrocarburos han sido nulas, pero en la inmediata vecindad en rocas cretácicas estas sí existen, en forma de chapopoterías en la superficie y fluorescencia amarillo oro de aceite, desde 10% hasta 100% en numerosos intervalos de la columna de sedimentos cortados por el pozo Sauzal No. 1, y formaciones atravesadas durante su perforación, como se observa en la sección geológica Fig. No. 4.

### Interpretación Sismológica.

Los horizontes que se interpretaron se denominaron "Cima de Depósito", "Dentro de Depósito", "Cima de La Laja" y "Dentro del Cretácico". "Este último" se configuró en tiempo.

La interpretación se realizó sobre secciones sísmicas de reflexión con presentación en área variable.

El control de la velocidad de propagación de onda, hasta el horizonte "Cima de La Laja" se estableció usando la Ley Lineal --  $V=2109.8 + 0.91Z$  que se obtuviera del registro sísmico obtenido en el pozo Manatí No. 1.

Los horizontes "Cima de Depósito" y "Dentro de Depósito" se identificaron en las secciones auxiliándose con la columna geológica del pozo Manatí Sur No. 1 que fué nuevamente estudiada en el

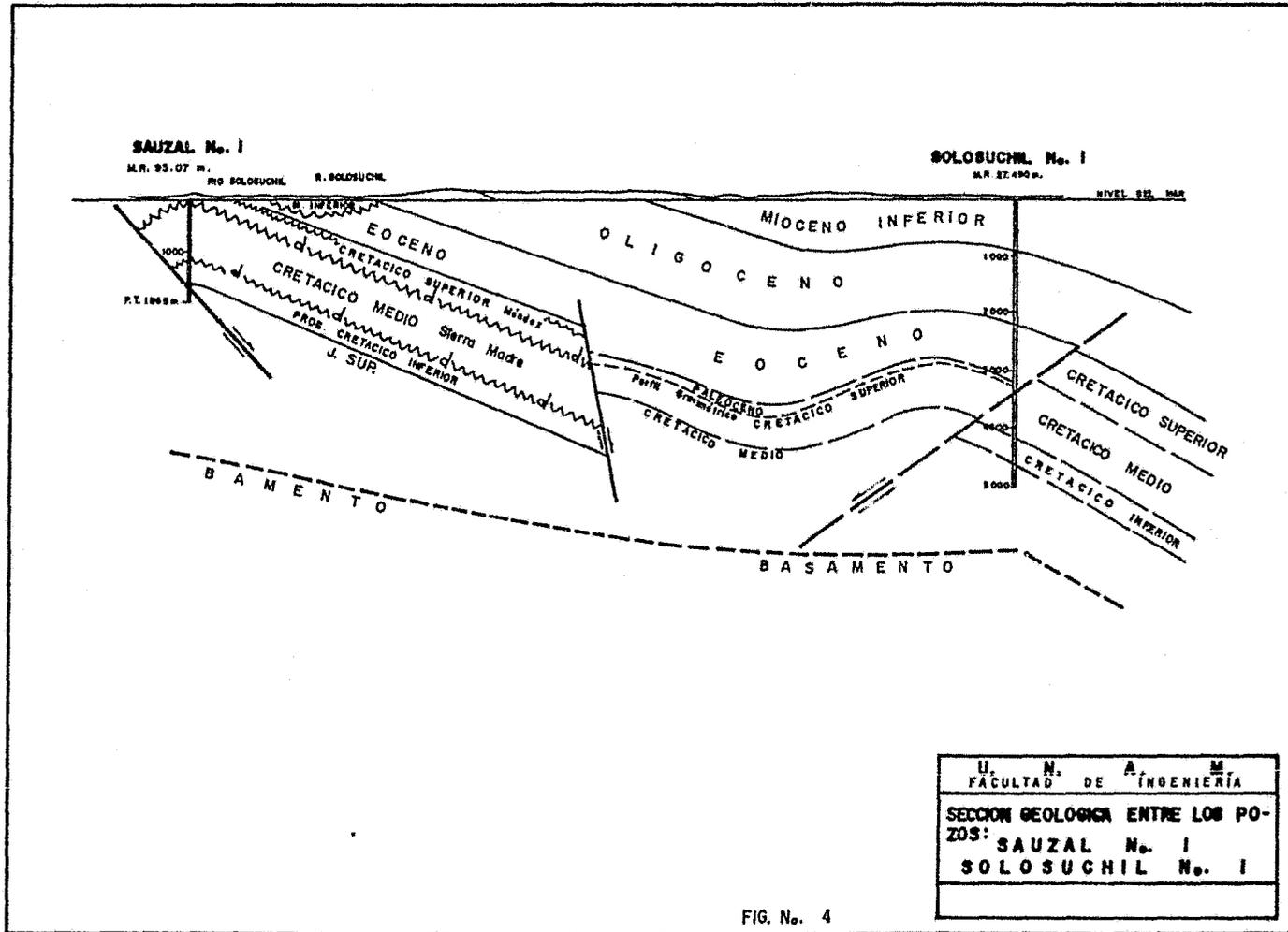


FIG. No. 4

Departamento de Paleontología de la zona.

Por lo que respecta a los horizontes "Cima La Laja" y "Dentro del Cretácico" no tiene correlación directa con pozos y se establecieron de acuerdo con espesores conocidos para las diferentes unidades estratigráficas medidas en la superficie hacia el sur del prospecto y en los pozos Manatí y Sauzal.

#### Interpretación Sismológica del Horizonte "Cima Depósito".

El horizonte sismológico que tiene correspondencia con la cima de la formación Depósito de edad Mioceno Inferior en la columna geológica del pozo Manatí Sur No. 1 se interpretó haciendo útil la correlación entre eventos de reflexión.

En las secciones sismológicas se visualizó el horizonte con característica presentando un buzamiento regional hacia el norte, sin estar afectados por plegamientos o por fallas, visualizando un acunamiento hacia el sur sobre otro horizonte que se encuentra dentro de la formación Depósito y dando lugar a probables trampas de tipo estratigráfico. Es también evidente que los estratos del Encanto (Mioceno Inf.) están supyaciendo en franca discordancia sobre los del Depósito.

Hacia el Norte el horizonte se trunca contra los domos salinos presentes, notándose la desaparición de los eventos de reflexión al llegar al cuerpo de sal detectados por la perforación

de pozos azufreros.

#### Interpretación Sismológica del Horizonte " Dentro de Depósito "

Este horizonte identificado en la columna geológica del pozo Manatí Sur 1, se interpretó con información de reflexión presentando características estructurales similares al de Cima Depósito, con excepción de que este sí ha sido afectada por lo menos por la falla F-1, localizada al sur del prospecto.

Se notó que los horizontes sismológicos que conforman el Mioceno Depósito tiene actitudes que indican acuñamientos, hacia el sur, sobre el Oligoceno.

Como en el caso anterior este horizonte, hacia el Norte también se trunca contra la sal.

El plegamiento de mayor importancia es el anticlinal conocido como Manatí donde se perforaron los pozos con el mismo nombre, es de tipo asimétrico con su flanco más amplio buzando hacia el NW y el más corto hacia el SE se orienta de SW a NE.

#### Interpretación Sismológica del Horizonte "Cima de la Laja"

Este horizonte que correspondería con la cima del Oligoceno no se ha identificado en el subsuelo ya que en ninguno de los pozos perforados en el prospecto se han cortado rocas de esa edad y

solo se tienen evidencias de su presencia porque existen afloramientos en el límite sur del Prospecto.

Al igual que los horizontes descritos la información sísmica es de buena calidad y continuidad presentando actitudes y características similares y solo se hará notar que: En el límite sur del prospecto este horizonte se presenta aflorando. Esto sugiere que el espesor de sedimentos del Mioceno aumenta en un valor mayor -- que 4000m. hacia el norte en una distancia del orden de 20km.

Interpretación Sismológica del Horizonte " Dentro del Cretácico".

Este horizonte que es el único que se ha configurado no se ha identificado en el subsuelo ya que en ningún caso se ha penetrado con las perforaciones efectuadas. Por esta razón, se ha especulado que se encuentra dentro de las rocas Cretácicas, en particular correspondiendo con la entrada de dolomías francas que podrían ser las identificadas en el pozo Sauzal No. 1 (a 15 km. al -- sur del prospecto) al cortar rocas del Cretácico Inferior o bien las que se han localizado en el Cretácico Medio sobre afloramientos. Esta especulación se basa esencialmente en el análisis estadísticos de los espesores medidos por geología superficial en diferentes unidades estratigráficas aflorantes en el Sierra, la potencia de los sedimentos cretácicos cortados en el pozo Sauzal No. 1, y el hecho de saber que el contraste de densidades y velocidades entre las dolomías mencionadas y las calizas suprayacentes permitirán un coeficiente de reflexión de tal índole que generarán re- --

flexiones energicas.

En las secciones sismológicas los eventos de reflexión, para este horizonte, son de regular y pobre calidad en forma general, la información desaparece probablemente debido a que en la superficie la topografía es muy accidentada para la operación sismológica y el subsuelo muy duro a la perforación.

Por otra parte, utilizando los valores calculados para la profundidad del basamento, es posible configurar un alto para el mismo, con una forma semejante a la configurada para el horizonte cretácico y en franca correspondencia.

De acuerdo con la información anteriormente analizada se establece que el prospecto se ubica en una antefosa del Terciario donde las condiciones de entrapamiento y generación de hidrocarburos no han sido favorables en rocas del Mioceno y del Oligoceno faltando por evaluar en este aspecto, a las del Eoceno, del Paleoceno, del Cretácico y del Jurásico.

Esta última condición obligó a la perforación de un pozo que permitirá evaluar las posibilidades petroleras en rocas de esas edades en la mejor ubicación, es decir donde exista trampa.

Dicha condición existe en el lugar donde se propuso formalmente la localización del pozo Solosuchilt No. 1 donde se exploró con

el fin de conocer la acumulación y explotación de hidrocarburos.

Localización Solosuchilt No. 1.

Referencia: En el punto de tiro No. 999 de la línea No. 103 a 11900m. al S 20° 30' E del pozo Manatí Sur No. 4.

Objetivo - Explorar en rocas sedimentarias marinas del Mesozoico y del Terciario Inferior (Eoceno - Paleoceno) con el fin de verificar las condiciones de entrapamiento de hidrocarburos y estar en condiciones de ampliar la evaluación desde el punto de vista económico petrolero, de las rocas Mesozoicas sepultadas en la Planicie Costera del Golfo de México, a la largo del frente de la Sierra de Chiapas.

Situación.- El pozo propuesto quedó ubicado hacia la culminación de una trampa de tipo estructural en el bloque bajo de una - falla normal que buza hacia el norte y de características subre--gionales

<u>COLUMNA GEOLOGICA</u> (Horizonte)	<u>PROBABLE</u> ( cima ) (m.b.m.r.)	<u>COLUMNA GEOLOGICA</u> (Horizonte)	<u>REAL</u> ( cima ) (m.b.m.r.)
Mioceno	Aflora	Mioceno	Aflora
Oligoceno	750 m.	Oligoceno Sup.	940 m.
Eoceno	1850 m.	Oligoceno Med.	1235 m.
Paleoceno	2600 m.	Oligoceno Inf.	1635 m.
Cretácico Sup.	3250 m.	Eoceno Sup.	2170 m.
Cretácico Med.	4050 m.	Eoceno Med.	2415 m.
Cretácico Inf.	5550 m.	Eoceno Inf.	2780 m.
Jurásico	5950 m.	Paleoceno	3215 m.
Profundidad total	6100 m.	Cretácico Sup.	3240 m.
		Cretácico Med.	3350 m.
		Cretácico Inf.	4720 m.
		Prof. Total Perf.	4902 m.

A continuación se muestra la columna litológica Probable y --  
Real en las siguientes (Figs. Nos. 5 y 6) del pozo Solosuchilt ---  
No. 1.

# COLUMNA LITOLOGICA PROBABLE



0 - 750 m. MIOCENO

750 - 1850 m. OLIGOCENO

1850 - 2600 m. EOCENO

2600 - 3250 m. PALEOCENO

3250 - 4050 m. CRETACICO SUP.

4050 - 5550 m. CRETACICO MED.

5550 - 5950 m. CRETACICO INF.

5950 - 6100 m. JURASICO

## SIMBOLOGIA

-  LUTITA
-  ARENISCA
-  CALIZA

100 %

FIG. No. 5

COLUMNA LITOLOGICA REAL.—

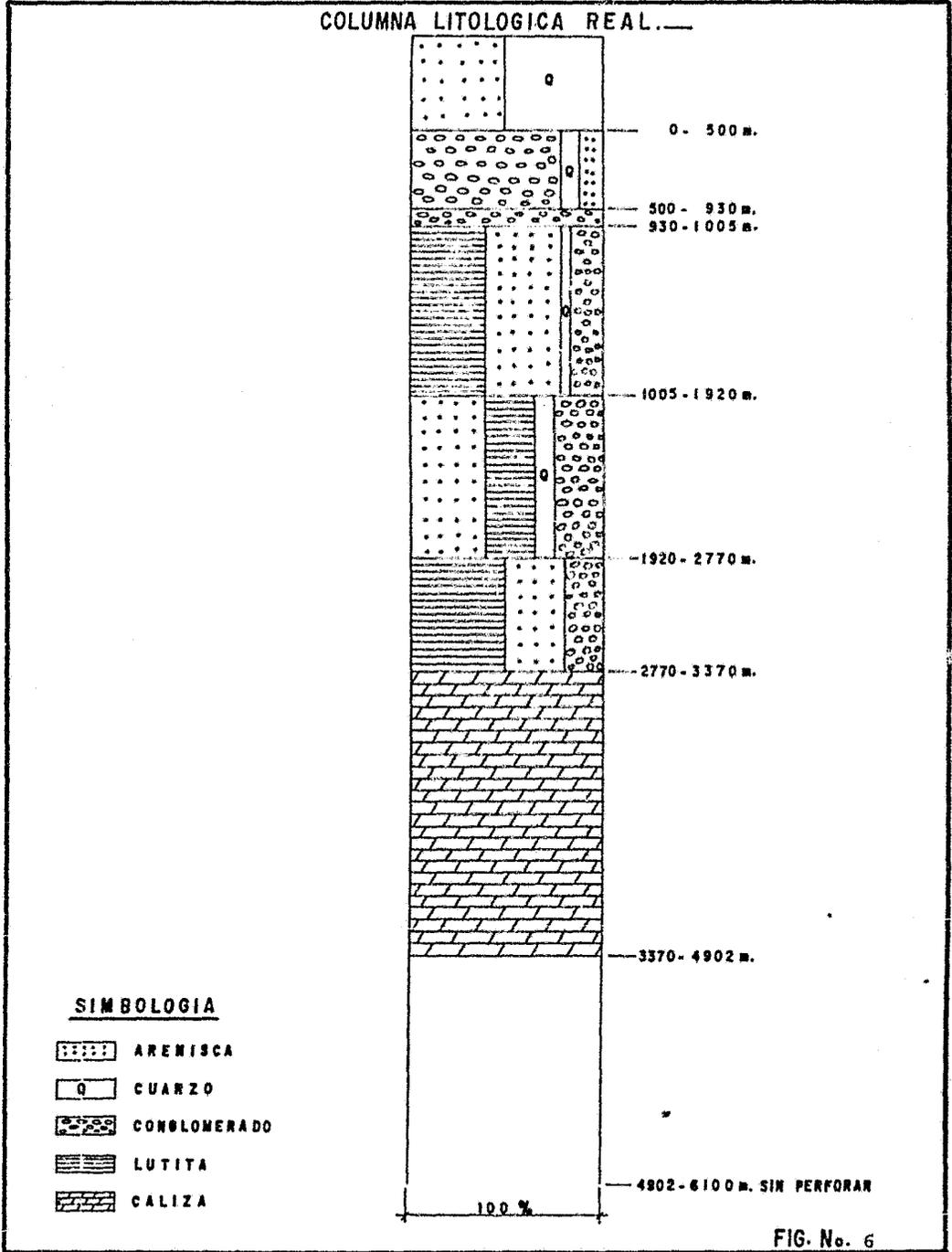


FIG. No. 6

C A P I T U L O      I I I  
D A T O S   D E   L O S   H O R I Z O N T E S   C O N   F L U I D O S

REGISTROS GEOFISICOS

Los registros tomados durante la perforación del pozo Solo-chilt No. 1 en las diferentes etapas que se corrieron las T.R. - se enuncian y se resumen a continuación.

Tipo	Intervalos (mbmr)	Corrida	Escala
Registro de Inducción	503-25	1	1/500
Registro Microcalibrador	503-25	1	1/500
Registro Rayos Gamma con Neutrón Compensado	503-25	1	1/500
Registro de Inducción	2778-495	2	1/500
Registro Microcalibrador	2780-495	2	1/500-1/200
Registro Rayos Gamma con Neutrón Compensado	2780-495	2	1/500-1/200
Registro Sónico de Porosidad	2779-495	1	1/500-1/200
Registro de Inducción	3226-2785	3	1/500
Registro Micro-proximidad	3226-2785	3	1/500-1/200
Registro Rayos Gamma con Neutrón Compensado	3225-2785	3	1/500-1/200
Registro Sónico de Porosidad	3224-2785	2	1/500-1/200
Registro Microproximidad	3393-2788	4	1/500-1/200
Registro Rayos Gamma con Neutrón Compensado	3385-2785	4	1/500-1/200
Registro Microlog	3391-2785	5	1/500-1/200
Registro doble laterlog	3386-2783	1	1/500-1/200
Registro Sónico de Porosidad	3386-3200	3	1/500-1/200
Registro de Desviación de hecha -dos	3685-2785	1	1/200
Registro de Inducción	3512-2781	4	- - -
Registro Micro-proximidad	3512-3325	6	1/200-1/500
Registro de Densidad Variable	3512-2778	1	1/200

Tipo	Intervalo ( mbmr )	Corrida	Escala
Registro doble laterlog	3506-2781	2	1/200-1/500
Registro Microcalibrador	3510-3300	1	1/200-1/500
Registro de Microproximidad	3511-3300	1	1/200-1/500
Registro de Inducción	3614-3300	5	1/500
Registro doble laterlog	3612-3300	3	1/200-1/500
Registro de desviación de hec <u>h</u> ad <u>o</u> s	3612-3300	2	1/200-1/500
Registro de Densidad Variable	3614-3600	2	
Registro de Inducción	3714-2785	6	1/500

Registro tomados durante la desviación del Pozo

Registro de Inducción	4240-3400	7	1/500
Registro de Inducción	4681-4200	8	1/500
Registro Microlog	4681-3380	7	1/500-1/200
Registro de Inducción	4692-4150	9	1/500

De los registros tomados, durante la perforación del pozo - -- Solosuchilt No. 1 el Departamento de Ingenierfa de Yacimientos, Sección de Evaluación de Reservas de Hidrocarburos realiza los análisis cuantitativos de los intervalos que presenten condiciones favorables para la acumulación de hidrocarburos, a continuación se enuncian dichos análisis y resultados de los núcleos cortados durante la perforación de dicho pozo.

Análisis de los Registros Geofísicos.

Prof. ( m )	Ø	Rt	F	SW	F	SW	F	SW
3361	0.08	10	0.59	0.54	0.57	0.53	0.55	0.52
3368-69	0.08	27	0.31	0.31	0.30	0.32	0.29	0.31
3375-76	0.065	22	0.46	0.46	0.45	0.44	0.44	0.43
3377-80	0.08	15	0.45	0.44	0.44	0.43	0.42	0.42

Punto.	Prof.	DLL	L	PML	ØD	ØNC	ØND	Rxo
1	3434.5	30	15	10	0.050	0.070	0.061	10
2	3443.0	33	21	16	0.030	0.035	0.033	16
3	3463.0	42	25	13	0.015	0.015	0.016	13
4	3468.0	25	17	10	0.015	0.015	0.016	10
5	3477.0	5	6.6	13	0.020	0.015	0.018	13
6	3488.0	26	22	19	0.020	0.015	0.018	19
7	3497.0	16.5	15	14	0.090	0.080	0.085	14

	Rt	Sw	Calculadas por Archie
1	45	0.30	0.32
2	43.2	0.72	0.60
3	57.2	1.66	1.08
4	33.0	2.39	1.42
5	3.12	9.67	4.10
6	29.45	2.19	1.33
7	15.40	0.38	0.39

Nota: Para porosidades menores del 5% de la sw obtenida no es representativa. La máxima sw es 100% o sea 1.0

Donde:

ØD = Porosidad del Registro de Densidad

ØNC = Porosidad del Registro Neutrón Compensado

ØND = Porosidad del Registro Neutrón y Densidad

F = Factor de Formación

$\emptyset$  = Porosidad

Rt = Resistividad verdadera

Rxo = Resistividad de la zona barrida

Dll = Registro doble Laterolog (lecturas)

PML = Registro de Micro-proximidad (lecturas)

L = Laterolog (lecturas).

Resultados de Laboratorio de los núcleos cortados en el pozo - - -  
Solosuchilt No. 1.

Núcleo No. 1

Prof. (m)	Ø	So	Sw	Sol	K
3360	17	34	14	95	permeable
3360.5	18	21	13	95	permeable

Salinidad del agua = 235 MPPM

Densidad del aceite 29° API (0.879 gr/cm<sup>3</sup>) a 20° C.

Núcleo No. 2

Prof. (m)	Ø	So	Sw	Sol	K
3361.3	16	44	9	98	permeable
3362.0	12	32	34	98	permeable
3363.0	11	26	32	98	permeable
3364.5	11	10	15	98	permeable
3365.85	4	44	18	98	permeable

Núcleo No. 3

- - -	4	30	52	98	permeable
-------	---	----	----	----	-----------

Salinidad = 247 M PPM

Núcleo No. 1 Recuperado el 9 de mayo-1982 Rec. 6m. = 75%  
Núcleo No. 2 Recuperado el 10 de mayo-1982 Rec. 4.5m. = 90%  
Núcleo No. 3 Recuperado el 13 de mayo-1982 Rec. 0.8m. = 10%

Estos núcleos se cortaron en la formación Cretacico Medio.

NOTA: La permeabilidad no se determinó en laboratorio.

Resumen de los Núcleos Recuperados

Prof.	Ø	Rt	200 MPPM		230 MPPM		250 MPPM	
			F	SW	F	SW	F	SW
3360.0	0.17	14	0.16	0.22	0.16	0.21	0.15	0.20
3360.5	0.18	10	0.19	2.24	0.18	0.24	0.18	0.23
3361.3	0.16	10	0.22	0.27	0.22	0.27	0.21	0.26
3362.0	0.12	13	0.28	0.32	0.27	0.31	0.26	0.30
3363.0	0.11	24	0.21	0.26	0.20	0.25	0.20	0.24
3364.5	0.11	28	0.19	0.24	0.19	0.23	0.18	0.22
3365.8	0.04	44	0.59	0.52	0.57	0.51	0.55	0.49
Núcleo # 3	0.04	22	0.93	0.73	0.90	0.72	0.86	0.69

Interpretación del Núcleo No. 1

Pozo - Solosuchilt No. 1

Fecha - 8/mayo-82

Núcleo- No. 1 Intervalo - 3353-3361

m recuperados 8-72%

Estado muestra. Bueno

Porosidad. Regular - Buena

Tipo de Porosidad:

Primaria (intergranular)

Secundaria (en fracturas y --  
pequeñas cavidades)

Impregnación: Regular - Buena de aceite ligero en la parte infe-  
rior y media.

Fluorescencia: 20 - 30% amarillo claro.

Echado: 6° en Lutita

Fauna: Miliolidos en la par  
te media en la parte  
inferior no se distin  
gue.

Formación: Cretácico Superior

Edad: Turoniano Santuriano

Descripción:

Parte Superior 1.50m. capas de lutita bentonítica y mudstone -- bentonítico verde claro laminar compactos.

Parte Media 3.50m. Wacktone-Packstone de bioclastos e intraclastos crema claro de aspecto brechoide, compacto. Poco fracturado presentando mayor fracturamiento en su base.

Parte Inferior 1.00m. Packstone-Grainstone de interclastos y -- bioclastos de color café por impregnación de -- aceite ligero.

Observaciones Al romper la muestra despide olor a hidrocarburos observándose burbujeo de aceite.

2.- La impregnación se manifiesta en la parte inferior y en la base de la parte media.

3.- La mejor porosidad se presenta en la parte inferior en fracturas, cavidades de disolución a intergranular.

Interpretación Núcleo No. 2

Pozo - Solosuchilt No. 1

Fecha - 10/mayo-82

Núcleo No. 2 Intervalo 3361-3366 m.recuperado 4.5m = 90%

Estado muestra. Regular

Porosidad. Regular - Buena Tipo de Porosidad:

Primaria y Secundaria  
Intergranular fracturas y micro-  
cavernas de aceite ligero par  
te superior e inferior.

Fluorecencia: Amarillo claro, amarillo oro y rojo cobrizo 30-40%

Echado: No se observa

Fauna: No se observa

Formación:

Edad: Cretácico Superior

Descripción:

Parte Superior 0.50m. Packstone-Grainstone de introclastos ca--  
fé oscuro por impregnación de aceite con aspecto  
brechoide.

Parte Media 2.50m. Mudstone crema compacto.

Parte Inferior 1.50m. Packstone-Graistone de introclastos café  
oscuro por impregnación de aceite y ligeramente  
arcilloso.

Observaciones 1.- Al romper la muestra despide olor a hidrocar  
-buro.  
2.- No tiene sabor salado  
3.- Parte inferior bastante fracturada e impreg-  
-nada.

Interpretación Núcleo No. 3

Pozo - Solosuchilt No. 1

Fecha-13/mayo-82

Núcleo No. 3 Intervalo 3366-3374 m.recupero 0.80m 10%

Estado de muestra. Mala

Porosidad

Tipo de Porosidad:

Primaria y Secundaria

(intergranular y en fracturas)

Impregnación: Aceite ligero en la parte inferior

Fluorecencia: 30-40% amarillo claro oro

Echado: No se observa

Descripción: Mudstone a Wacktone de Miliolides e intraclas--  
tos, compacto de color crema, con cavidades de  
disolución rellenas por calcita, en su parte su  
perior presenta escasas fracturas, hacia su par  
te media e inferior se presenta bastante fractu  
rado, la mayoría de las fracturas están sella--  
das por calcita y algunas presentan aceite pesá  
do.

Observaciones: 1.- Al romper la muestra despidе olor a hidrocar-  
buros.

2.- No presenta sabor salado.

Interpretación Núcleo No. 4

Pozo - Solosuchilt No. 1

Fecha - 2/Junio-82

Núcleo No. 4 Intervalo 3473-3481 m.recupero 3.5m. 44%

Estado muestra. Bueno

Porosidad. Regular

Tipo de Porosidad:

Primaria. Irregular

Impregnación: De aceite pesado y residual en fracturas

Fluorecencia: 10% amarillo claro en fracturas

Echado: No se observa

Fauna: Se observan miliolides.

Formación.

Edad: Probable Cretácico medio.

Descripción: Mudstone a Wackstone de Miliolides e intraclastos, compacto de color crema; con cavidades de disolución rellenas por calcita, en su parte superior presenta escasas fracturas, hacia su parte media e inferior, se presenta bastante fracturado, la mayoría de las fracturas están selladas por calcita y algunas presentan aceite pesado.

Observaciones: 1.- Al romper la muestra despiden olor a hidrocarburo.  
2.- No presenta sabor salado.

A continuación se muestra parte del registro de inducción; de la zona de interés donde se obtuvieron los 4 núcleos antes descritos (Fig. No. 7)

POZO SOLOSUCHIL No. 1

REG. INDUCCION (S)  
ESC. 1:500  
RM = 0.51 @ 30° C  
RMF = 0.61 @ 30° C  
RNC = 0.88 @ 30° C  
T. MAX = 17° C  
20MV

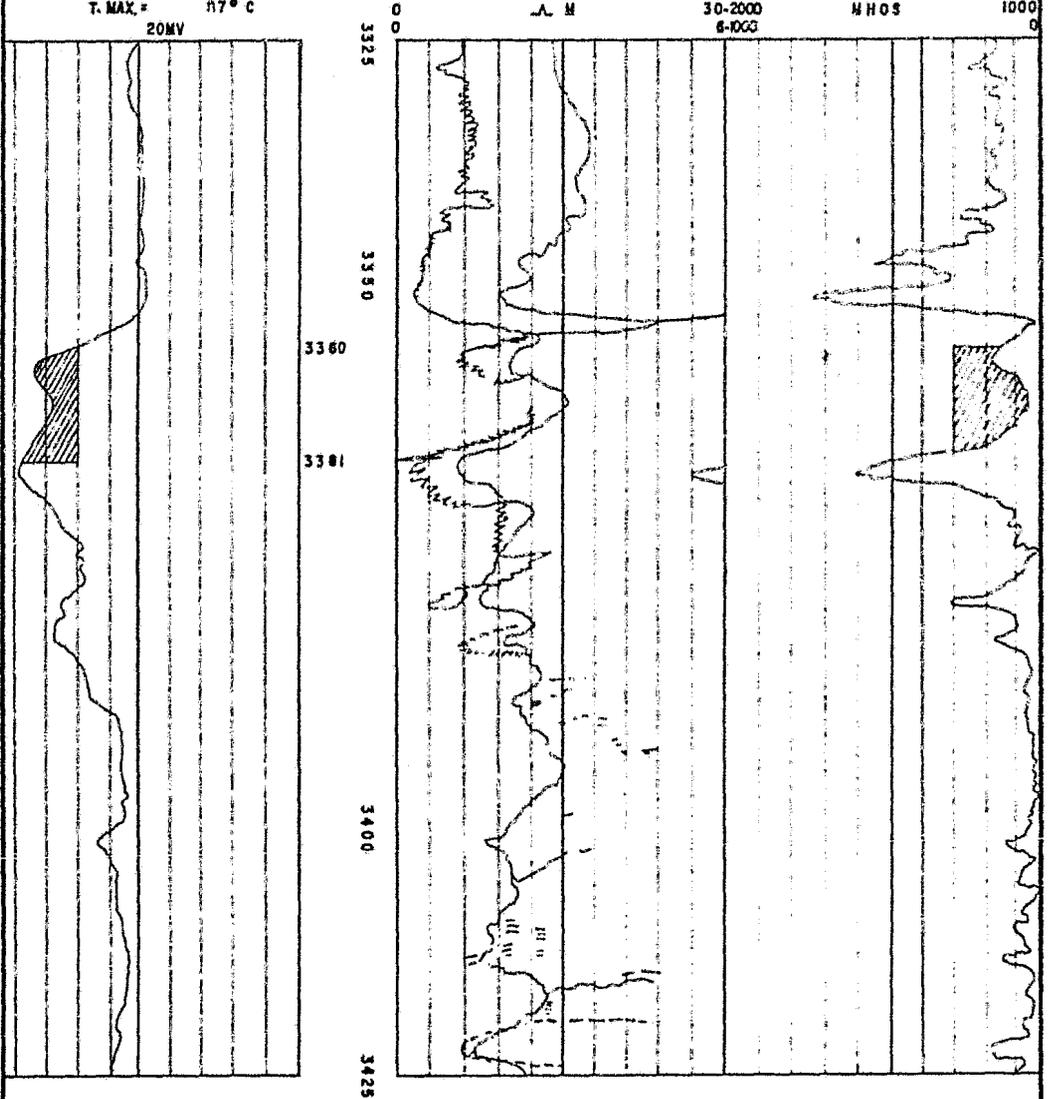


FIG. No. 7

C A P I T U L O      I V  
D A T O S   M E C A N I C O S   D E L   P O Z O

## DATOS MECANICOS DEL POZO

1.- Profundidad máxima del pozo original Solosuchilt No. 1, antes que se procediera a desviarlo 3863.0m. Agujero 12 1/16

1.1 Profundidad a la cual se abrió ventana en la T.R. 95/8", para desviar 3369-3372m.

1.2 Profundidad máxima en agujero 8 1/2", desviado y a la cual se abandonó el pozo 4902m.

2.- Para abandonar el pozo se colocaron 2 tapones de cemento uno de 3370m. a 3325m. y otro de 36 a 2.0m. con 1.75 toneladas de cemento y se colocó monumento.

3.- Los principales problemas durante la perforación se originaron por dejar pescado a la profundidad de 3741.0m. boca de pescado y el no haber logrado suficiente consistencia en los tapones de cemento que se colocaron para que soportaran la cuchara para desviar el pozo y fricciones excesivas de la sarta de perforación frente a la ventana en la T.R. 9 5/8"  $\phi$ . Y las desviaciones excesivas al estar desviando.

A continuación se enuncian las desviaciones registradas durante la perforación del Pozo.

Profundidad (m)	Desviación del Pozo Original	Rumbo
272	1°00'	- - -
326	1°00'	- - -
490	1°15'	- - -
505	1°00'	- - -
569	1°00'	- - -
658	1°00'	- - -
732	1°00'	- - -
815	1°45'	- - -
860	1°15'	- - -
935	0°15'	- - -
964	0°15'	- - -
1045	0°15'	- - -
1076	0°30'	- - -
1107	0°30'	- - -
1126	0°15'	- - -
1171	1°00'	- - -
1206	0°30'	- - -
1322	1°00'	- - -
1434	1°45'	- - -
1455	2°00'	- - -
1480	1°45'	- - -
1508	1°00'	- - -
1532	1°30'	- - -
1629	1°15'	- - -
1724	1°30'	- - -
1783	1°30'	- - -
1827	1°30'	- - -
1881	1°30'	- - -
1918	1°00'	- - -
1932	1°00'	- - -
1966	1°15'	- - -
2033	0°30'	- - -
2049	0°45'	- - -

Profundidad (m)	Desviación del Pozo Original	Rumbo
2092	1°15'	- - -
2125	1°15'	- - -
2154	0°45'	- - -
2175	0°45'	- - -
2195	1°00'	- - -
2224	1°15'	- - -
2263	1°15'	- - -
2291	1°15'	- - -
2304	1°00'	- - -
2387	1°00'	- - -
2489	1°45'	- - -
2584	0°30'	- - -
2645	2°00'	- - -
2715	2°15'	- - -
2790	2°00'	- - -
2810	1°15'	- - -
2835	1°30'	- - -
2856	1°30'	- - -
2908	1°15'	- - -
2982	2°15'	- - -
2995	3°00'	- - -
3014	3°00'	- - -
3027	3°00'	- - -
3036	2°45'	- - -
3059	2°45'	- - -
3086	2°45'	- - -
3089	2°45'	- - -
3100	2°45'	- - -
3122	2°45'	- - -
3150	2°45'	- - -
3179	2°45'	- - -
3224	3°30'	- - -
3245	3°45'	- - -
3270	3°45'	S 6° E

Profundidad (m)	Desviación del Pozo Original	Rumbo
3303	3°30'	S 12° E
3345	3°30'	- - -
3353	5°15'	- - -

Observándose una máxima desviación de 5°15' antes de desviar el pozo.

Angulos máximos observados durante la desviación del Pozo.

Profundidad (m)	Angulo observado (grados)	Rumbo
3366	5°30'	- - -
3380	5°30'	- - -
3391	5°30'	N 20 E
3395	5°30'	- - -
3432	6°00'	- - -
3495	6°00'	S 40 E
3530	7°00'	- - -
3587	7°00'	S 10 E
3614	7°30'	N 20 E
3646	7°00'	S 15 E
3700	6°30'	N 3 E
3746	6°00'	S 58 E
3789	7°30'	S 65 E
3789	6°15'	S 65 E
3824	6°15'	S 45 E

NOTA: Se colocó tapón de cemento y rebajo a 3373m.

3366	6°30'	N 65 W
3380	6°30'	- - -
3388	7°00'	- - -
3397	7°00'	- - -

Profundidad (m)	Angulo Observado (grados)	Rumbo
3434	4°00'	S 5 E
3454	3°15'	S 5 E
3498	3°45'	S 1 E
3538	3°45'	S 10 E
3561	5°00'	S 10 E
3582	4°30'	S 5 E
3601	4°30'	S 7 E
3643	4°15'	S 5 E
3675	4°30'	S 25 E
3694	3°00'	S 25 E
3726	5°30'	S 60 E
3736	5°30'	S 60 E
3799	8°30'	S 83 E
3800	8°30'	S 85 E
3829	8°30'	S 80 E
3868	8°30'	S 80 E
3877	8°00'	S 80 E
3886	7°45'	S 80 E
3906	7°30'	S 74 E
3920	7°45'	- - -
3983	6°30'	- - -
4067	6°00'	- - -
4446	9°30'	- - -
4902	- - -	- - -

- 1.- Desplazamiento de 123.74m. para agujero original 12 1/16 --  
y Rumbo S 17 E (Coordenada final)
  
- 2.- Desplazamiento de 50.78m. para agujero desviado 8 1/2" y --  
Rumbo S 30 E (Coordenada final) de la ventana a la profundi  
dad de 4902m.

3.- Desplazamiento total 174.51m. desde la superficie ventana y agujero desviado.

TUBERIAS DE REVESTIMIENTO

Nombre	Diámetro (pulg.)	Grado	Peso (lb/- -pie)	Profundidad (m)	Agujero (pulg.)
Tubo conductor	30	- - -		25	- - -
Tuberfa Superficial	20	K-55	94	492.76	26
Tuberfa Intermedia	13 <sup>3</sup> /8	K-55	68BCN	0-00 - 555.35	
		N-80	72BCN	555.35 - 600.86	
Cople Diferencial		- - -	- - -	600.86 - 601..97	
		N-80	72BCN	601.97 - 1553.9	
		SMT-95	80.7BCN	1553.9 - 2779.6	17½
Tuberfa Intermedia	9 <sup>5</sup> /8	V-150	47	0 - 202.93	
		P-110	47	202.93 - 1815.04	
		V-150	47	1815.04 - 3400.77	12¼

Donde:

BCN = Butress cople normal (Rosca)

CEMENTACIONES PRIMARIAS \*

A continuación se resumen las 3 cementaciones de las tuberías de revestimientos.

Se cementó T.R. 20" diámetro K-55, 94 lb/pie 8 hilos rosca -- redonda cople corto de 0.00m. a 492.76m. con 30 ton. de cemento tipo "G" con 2% de acelerador con presión final de  $35\text{kg/cm}^2$ . Se instaló y probó conexiones superficiales con  $210\text{ kg/cm}^2$ .

Segunda Etapa. Se cementó T.R. 13 3/8"  $\phi$  2779.76m. Combinada con 80 ton. de cemento Cruz Azul, densidad de la lechada 1.60 gr/cc. con aditivos para baja densidad, desplazando con 1345 brrl. de lodo alcanzando una presión final de  $50\text{kg/cm}^2$ , solto torpedo para abrir el cople de cementación múltiple circulando a través del cople, se inició la segunda etapa cementando con 47.5 ton. de cemento Cruz Azul, Tipo II con densidad de  $1.60\text{ kg/cm}^2$  con aditivos para baja densidad desplazó la lechada con 297 barriles de lodo alcanzando una presión final de  $70\text{ kg/cm}^2$ . Se espero fraguado 48 horas, se probó cabezal y preventores con  $350\text{ kg/cm}^2$ .

Tercera Etapa. Se cementó T.R. 9 5/8" a 3400.77m. combinada, -- bombeando  $10\text{m}^3$  cw-100, espaciador  $20\text{m}^3$ , S-1001 de 1.45 gr/cc, se bombeo 74 toneladas de cemento Cruz Azul II de baja densidad, con 2% D-42, .5% D-79 .8% D-112, 0.3% D-28, 0.3% D-46 de 1.60 gr/cc. bombeando 54 toneladas de Cemento Cruz Azul II al 0.7% D-60, 0.4%

\* Consultar anexo para información de los aditivos usados.

D-65, 0.2% D-28 0.3% D-46, desplazando la lechada con 810 barriles de lodo donde no se logro checar tapón en el cople. Espero --  
fraguado 8 horas Ancló T.R. 9 5/8"  $\emptyset$  en sus cuñas con 60 ton. --  
Instaló y probó conexiones superficiales, árbol de estrangulación  
S-2900 con 7000 libras satisfactoriamente.

Cuarta Operación.

Una vez cementada la T.R. 9 5/8" diámetro combinada a - - - 3400.77m se procedió a ejecutar la cuarta operación. Abrir ventana en T.R. 9 5/8" diámetro para desviar el pozo y posteriormente entrar a la vertical (librando el pescado) perforando agujero de 8½" diámetro hasta los 5-500m. e introducir.

T.R. de 7"	N-80	35 Lb/pie	BCN	de 0.00 m - 800m.
T.R. de 7"	P-110	26 Lb/pie	BCE	de 800.00 m - 1900m
T.R. de 7"	P-110	29 Lb/pie	BCE	de 1900.00m - 3250m.
T.R. de 7"	N-80	35 Lb/pie	BCE	de 3250.00m - 3950m.
T.R. de 7"	P-110	35 Lb/pie	BCE	de 3950.00m - 5500m.

Con el objetivo de aislar horizontes, invadidos de agua salada y de probables zonas de presiones anormales, tener un medio de bajar la densidad al lodo y continuar perforando si es que se requiere. Probándose las conexiones con 500kg/cm<sup>2</sup>, Cabezal con 500Kg/cm<sup>2</sup>, después de cementada a 175kg/cm<sup>2</sup>. Nota. Esta tubería no se cementó debido a que el pozo en agujero desviado se abandonó por accidente mecánico cuando se perforaba a la profundidad de 4902m.

A continuación se muestra el estado mecánico del pozo Solosuchilt No. 1, para agujero original y agujero desviado, (Fig. No. 8 y 9).

ESTADO MECANICO DEL POZO SOLOSUCHIL No.1  
AGUJERO ORIGINAL

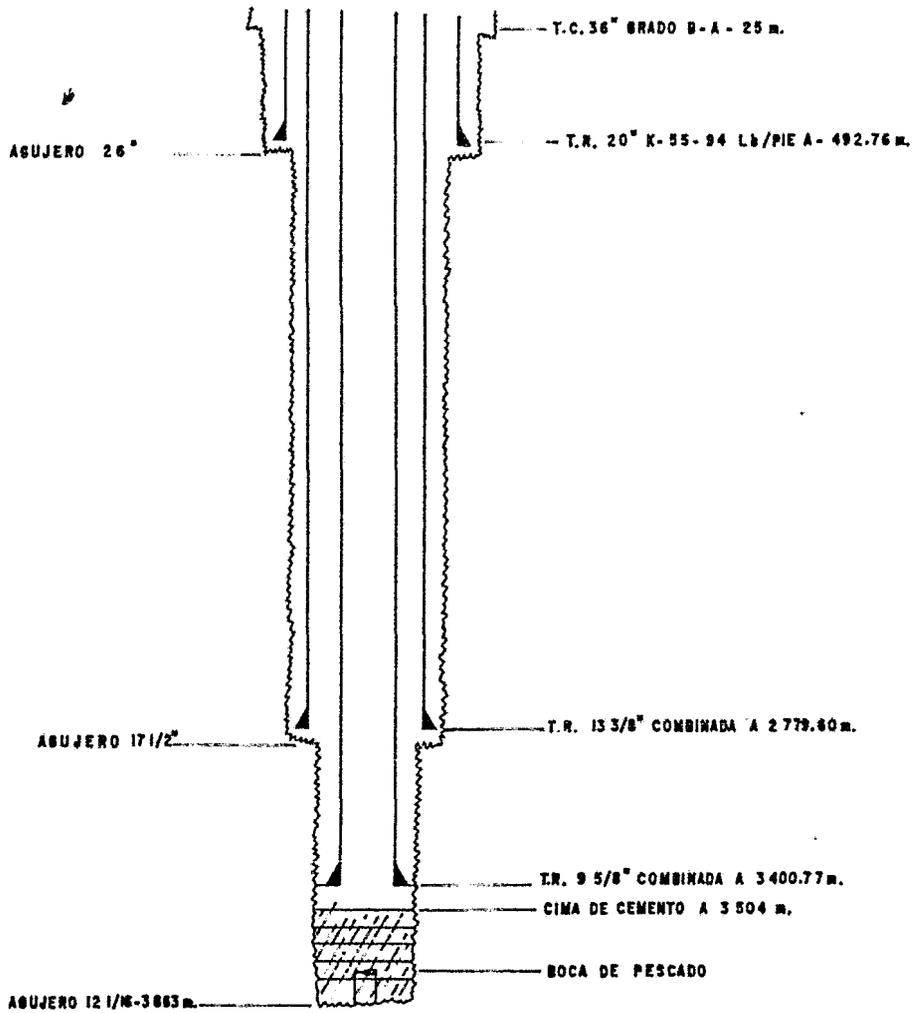


FIG. No.8

ESTADO MECANICO DEL POZO SOLOSUCHIL No. 1  
AGUJERO DESVIADO

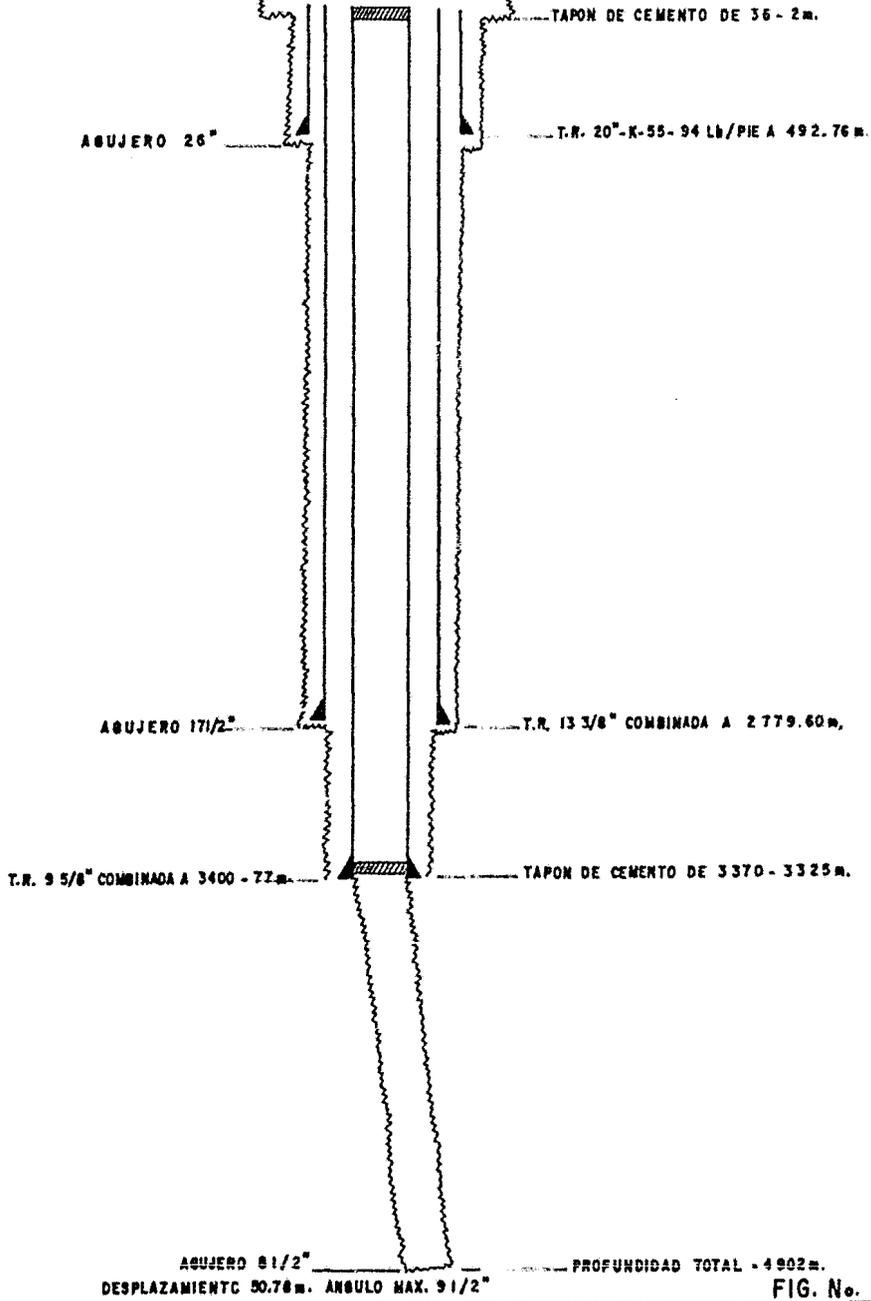


FIG. No. 9

BARRENAS UTILIZADAS

Cantidad	Diámetro	T i p o	Metros	Horas
----------	----------	---------	--------	-------

T U B O C O N D U C T O R

1	36	1-1-1	25	2
---	----	-------	----	---

PRIMERA ETAPA T.R. 20" BARRENA 17½" AMPLIO 26"

2	17½"	1-1-1	247	34.30
2	17½"	1-2-1	95	35.00
1	17½"	1-1-1	9	35.00
1	17½"	1-2-1	29	18.00
3	17½"	1-1-1	100	37:30

Se utilizarón 2 Barrenas Ampliadoras 26" y 5 juegos de Roles.

SEGUNDA ETAPA T.R. 13 3/8" BARRENA 14 3/4" AMPLIADORA 17½"

2	14 3/4"	1-3-1	153	34.00
1	14 3/4"	2-1-1	38	10.00
1	14 3/4"	1-3-1	36	13.00
1	14 3/4"	2-1-1	34	14:30
12	14 3/4"	3-2-1	395	311:00
1	14 3/4"	5-2-7	6	6:00
4	14 3/4"	1-3-1	245	152:00
5	14 3/4"	2-3-1	120	193:00
3	14 3/4"	5-2-7	271	263:00
4	14 3/4"	1-2-1	149	134:00
1	14 3/4"	2-3-1	34	34:00
1	14 3/4"	5-1-7	67	86:00
1	14 3/4"	2-1-1	16	25:40
1	14 3/4"	1-3-1	43	46:30
3	14 3/4"	1-2-1	83	91:45
1	14 3/4"	2-1-1	20	35:00

Cantidad	Diámetro	T i p o	Metro	Horas
3	14 3/4"	1-2-1	96	99:00
1	14 3/4'	2-1-1	13	22
6	14 3/4"	5-2-7	486	622:30

Se utilizarón 2 Barrenas Ampliadoras 18½" y 17 juegos de roles pa  
ra formación dura con barrena piloto 14 3/4" Tipo 3.2.1.

TERCERA ETAPA T.R. 9 5/8" BARRENA 12 ½"

1	12½"	1-1-1	20	17
6	12½"	1-3-1	172	164
3	12½"	2-1-1	32	50:20
2	12 1/6"	2-1-1	22	27:15
2	12 1/6"	6-2-5	53	100:00
1	12 1/6"	2-1-1	11	13:10
1	12 1/6"	1-3-1	17	18:10
1	12 1/6"	6-2-7	20	40:00
1	12 1/6"	2-1-1	13	14:00
2	12 1/6"	1-3-1	34	42:00
1	12 1/6"	3-4-7	5	13:00
12	12 1/6"	1-3-1	265	346:00

CUARTA ETAPA T.R. 7" BARRENA 8½"

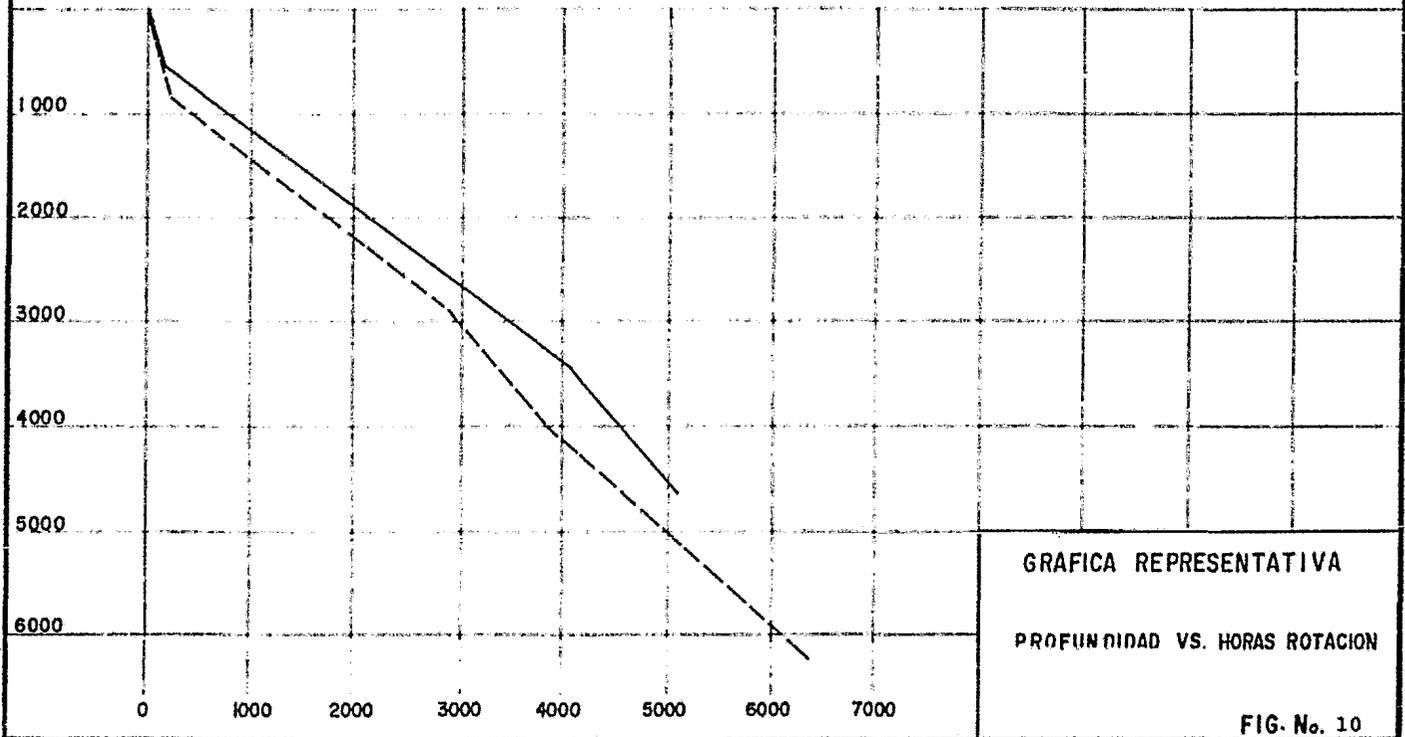
A TRAVES DE LA VENTANA EN T.R. 9 5/8"

16	8½"	131	778	523:00
2	8½"	126	102	73:00
1	8½"	121	43	37:00
3	8½"	527	393	310:00

En la (Fig. No. 10) se muestra las horas rotación

# HORAS DE ROTACION \_\_\_\_\_

PROGRAMADAS ----- REALES



GRAFICA REPRESENTATIVA

PROFUNDIDAD VS. HORAS ROTACION

FIG. No. 10

De la tabla anterior de barrenas utilizadas se puede calcular el costo por metro perforado, el cual es un indicador para la optimización de la perforación ya que nos indica cuando se incrementa el costo, por no tener la barrena adecuada a las condiciones de perforación.

La ecuación siguiente nos proporciona la secuencia para calcular el costo por metro perforado.

$$C = \frac{B + R ( T + t )}{H}$$

- Donde: H = Metros perforados por la barrena  
T = Tiempo de rotación (horas)  
t = Tiempo de viaje redondo (horas)  
B = Costo de la barrena (\$)  
R = Costo del equipo (\$)  
C = Costo por metro ( \$ - hr)

Donde:  $t = \frac{0.4 \times \text{Profundidad actual}}{100}$

A continuación se presenta la tabla para el costo de barrena en moneda nacional para 1983.

Diámetro	Dientes Maquinados	Insertos de Carburo
26"	\$ 646 500.00	- - - - -
22"	\$ 502 250.00	- - - - -
18½"	\$ 247,500.00	- - - - -



Diámetro	Dientes Maquinados	Insertos de Carburo
17½"	\$ 222 750.00	\$ 630 375.00
14 3/4"	\$ 200 165.00	- - - - -
12½"	\$ 116 176.00	\$ 559 531.00
9½"	\$ 81 729.00	\$ 369 607.00
8½"	\$ 68 495.00	\$ 289 076.00
8 3/8"	\$ 68 495.00	\$ 289 076.00
6½"	\$ 54 497.00	\$ 224 571.00
5 7/8"	\$ 50,274.00	\$ 204 355.00

El costo por hora para el Equipo PM-0124 = \$ 40 648

14 - Marzo - 1983

TABLAS DE LODOS\*

Pozo Solosuchilt No. 1	Equipo PM-0124	Año - 1981
Material	Toneladas	C o s t o (\$)
Barita	410.000	881 500.00
Bentonita	101.000	111 605.80
Pirofosfato	5.500	88 000.00
Lignex	48.975	499 545.00
Supercaltex	59.050	974 325.00
Sosa caustica	22.500	283 500.00
C.M.C.	8.375	273 025.00
Carbonato de Sodio	8.300	33 075.00
Diesel (m <sup>3</sup> )	20.00	16 000.00
		<hr/>
		3 160,575.50

Profundidad - 1981 - 2790

Costo por metro \$ 1132.82

\* Consultar Anexo. Material Químico usado en el lodo de perforación

TABLAS DE LODOS

Pozo Solosuchilt No. 1      Equipo PM-0124		Año-1982
Material	Toneladas	C o s t o (\$)
Barita	755.000	1 925 250.00
Bentonita	275.000	426 250.00
Pirofosfato	- - - -	
Lignex	36.650	408 674.50
Super Caltex	54.075	935 497 50
Sosa Caustica	32.550	651 000.00
CMC	16.625	541 975.00
Carbonato de Sodio	2.700	12 150.00
Obturante Granular Medio	26.500	185 500.00
Obturante Sello Automático	19.800	295.020.00
Diesel	83.000	66 400.00
D-Lube (m <sup>3</sup> )	3.200	263 904.00
Aceite crudo (m <sup>3</sup> )	18.000	81 000.00
Drilex	0.600	40 200.00
		<hr/>
		5 832,794.00

Metros perforados - 1073

Costo por metro - \$ 5435.96

TABLAS DE LODOS

Pozo Solosuchilt No. 1

Equipo PM-0124

Año - 1983

Material	Toneladas	C o s t o (\$)
Barita	320.000	2 560 000.00
Bentonita	353.600	1 131 520.00
Pirofosfato	2.500	132 500.00
Lignex	30.175	980 687.50
Super Caltex	52.525	2 074.737.50
Sosa Cáustica de 50Kg	26.815	1 622 307.50
Sosa Cáustica de 200Kg	4.400	233 200.00
Obturante-Granular-Medio	8.000	108 000.00
Obturante-Sello-Automático	4.800	139 200.00
Delube (m <sup>3</sup> )	6.700	603 000.00
Drill-sal	3.425	113 025.00
Poli-sal	4.600	1 443 268.00
Micro esfera	5.000	480 000.00
Diesel m <sup>3</sup>	54.000	59 000.00
Aceite crudo	88.000	968 000.00
		<hr/>
		12 648 445.90

PERFORACIÓN DEL BUNDO TUBERÍA DAVYIAN.

Mayo-4-1960

Se perforó a 3939.7m. donde suspendió por motor pérdida parcial de circulación de --  $8m^3$  aproximadamente, (densidad del lodo --  $1.21 \text{ gr/cm}^3$  y viscosidad de 65 segundos/-- marsh.) Se levantó barrena a 3760m. se trató de llenar el espacio anular con  $18m^3$  sin lograrlo. Se levantó barrena a 3365m. se acondicionó lodo en las presas con densidad de  $1.15 \text{ gr/cm}^3$  y 60 segundos/marsh y  $5 \text{ kg/m}^3$  de obturante granular medio, se trató de -- circular directo sin éxito, se preparó  $60m^3$  de lodo con densidad de  $1.14 \text{ gr/cm}^3$  por 60 segundos/marsh con  $15 \text{ kg/m}^3$  de obturante -- granular medio, se bombeó con  $25 \text{ kg/cm}^2$  y 20 emboladas por minuto sin restablecer circulación.

Se aumentó nivel a las presas y se preparó  $60m^3$  de lodo de  $1.10 \text{ gr/cc}$  con viscosidad -- de 60 segundos/marsh;  $25 \text{ kg/m}^3$  de obturante granular medio y  $5 \text{ kg/m}^3$  de obturante sello automático, se bombeo con 28 emboladas por minuto y  $25 \text{ kg/cm}^2$ , se notó aumento de presión de  $25.30 \text{ kg/cm}^2$  con 21 emboladas por minuto y 40 emboladas por minuto. Se aumentó

presión a  $40\text{kg/cm}^2$  y se bombearon los  $60\text{m}^3$  de lodo sin restablecer circulación.

Se preparó  $60\text{m}^3$  de lodo de  $1.09\text{gr/cm}^3$  por 60 segundos/marsh de viscosidad, con  $20\text{kg}/\text{m}^3$  de obturante granular medio y  $5\text{kg}/\text{m}^3$  de obturante sello automático, se bombeó con  $50\text{kg/cm}^2$  y 19 emboladas por minuto, -- donde se observó a los  $8\text{m}^3$  de bombeo, circulación parcial y pérdida de  $5\text{m}^3$  cada 30 minutos, se acondicionó lodo y con barrena a 3452m se circulo, y bajo a 3598m. se aumento densidad al lodo a  $1.21\text{gr/cm}^3$ , se circulo a 3757m. se bajo a 3918m. donde noto resistencia, se circulo y repaso fondo e inicio a perforar a 3944m.

## CONEXIONES SUPERFICIALES

Desde el inicio de la perforación es necesario el uso de sistema de control.

Estos sistemas han ido variando con el tiempo y mejorando con las experiencias tenidas hasta llegar al tipo de conexiones superficiales de control que actualmente se usan en la industria petrolera.

Las conexiones superficiales de control son básicamente un equipo completo que permite la seguridad misma de operación durante la perforación de un pozo hasta su terminación o abandono.

Es necesario prestar atención especial a este tipo de instalaciones y comprobar por medio de pruebas hidráulicas las perfectas condiciones de operación e instalación de las mismas, así como la de obtener la seguridad desde el punto de vista técnico de que todas y cada una de las partes componentes, ejecuten su función en forma adecuada.

### Descripción del equipo de pruebas.

El equipo costa de una bomba hidráulica de alta presión y un probador.

Componentes del probador

- 1.- Cabeza colgadora apropiada para las tres marcas de árboles --  
(Camerón, EPN, FIP)
- 2.- Cuerpo del probador con una longitud para que la capa se estaci  
cione frente a las cuñas
- 3.- Vastago de la copa
- 4.- Copa
- 5.- Tuerca de ajuste - Ver figura II

PROBADOR DE CABEZALES DE 10 3/4 "

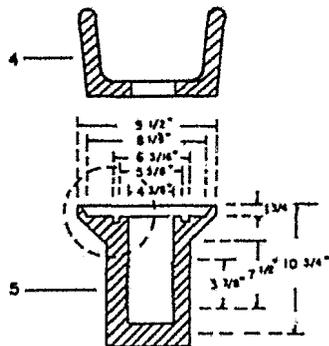
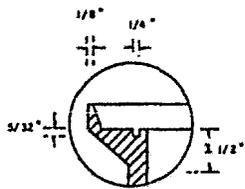
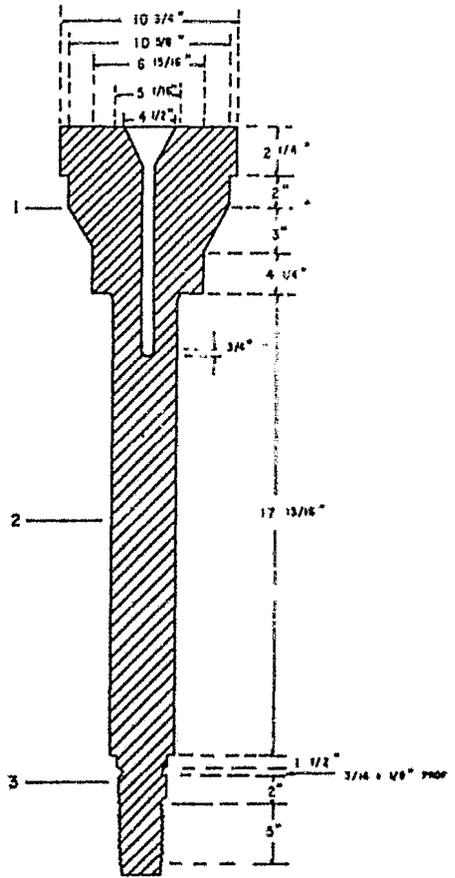
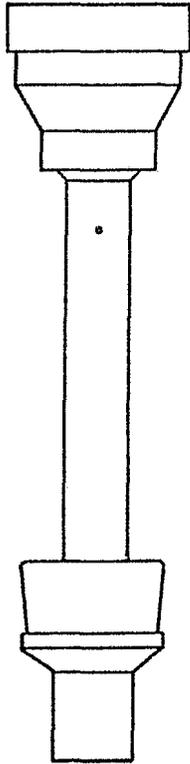


FIG. No.11

Distribución de conexiones superficiales de control.

Se compone por un arreglo de un conjunto de preventores, bridas, carretes, válvulas y líneas de tubería. El arreglo varía en función del diámetro del cabezal que se tiene, en Petróleos Mexicanos se usa generalmente el de 20" diámetro 16" y 13 3/8" diámetro como primera etapa.

Para la segunda etapa generalmente se usa el de 7" o 7 5/8" - diámetro, 9 5/8" o 10 3/4" diámetro.

Para la tercera etapa finalmente se usa el de 7" o 7 5/8" diámetro.

Primera distribución para cabezal de 20".

Se instaló en el siguiente orden:

- 1.- Cabezal con rosca interior de 20"
- 2.- Preventor anular de 20"
- 3.- Preventor ciego de 20" (Ver figura No. 12)

Segunda distribución para cabezal de 13 3/8" y 9 5/8"

Se instaló en el siguiente orden:

- 1.- Cabezal de la primera etapa de 20"
- 2.- Cabezal de la segunda etapa de 13 3/8"

CONJUNTO DE PREVENTORES DE 20" CON T.R. DE 20"  
CEMENTADA HASTA LA SUP.

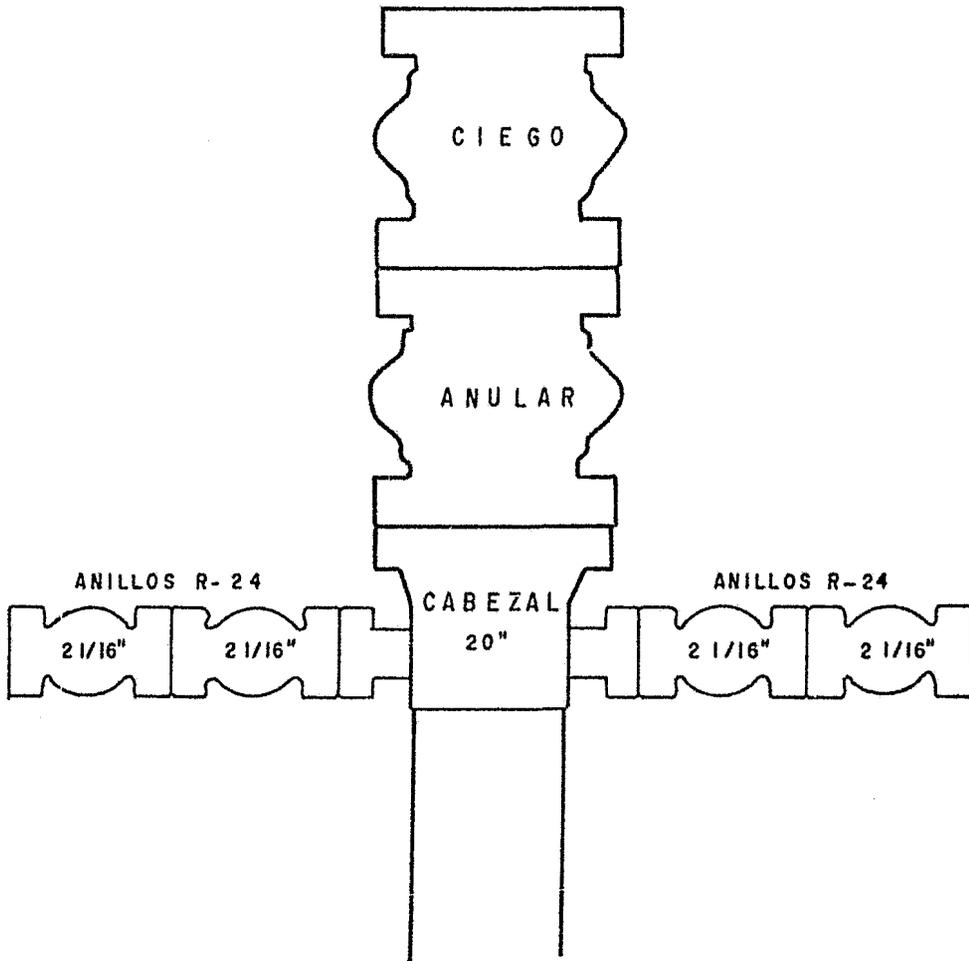


FIG. No. 12

- 3.- Preventor anular 13 3/8" - 10 000 Libras/pulg<sup>2</sup>
- 4.- Carrete de control con salidas laterales y válvulas de 3 1/16
- 5.- Preventor doble 13 3/8 - 10 000 Libras pulg<sup>2</sup> con rams ciegos abajo y anular arriba.
- 6.- Preventor esférico
- 7.- Campana (Ver figura 13 y 14).

#### Multiple de Control.

Se compone de un conjunto de válvulas ensambladas por medio de bridas, instaladas de tal forma que permite despegar e inyectar fluidos al pozo, su ubicación es en el extremo del muelle de tuberías. Existen un tipo de múltiple para cada etapa.

#### Líneas de quemar e inyección.

Estas líneas deberán estar abajo de los patines de los burros cargadores y anclados en cada tubo.

#### Válvula de pie

También llamada válvula esférica con diámetro exterior igual a la junta de la tubería de perforación.

#### Válvula de flecha

También llamada válvula esférica o Kelly-cook, colocada entre

CONJUNTO DE PREVENTORES DE 13 3/8" CON T.R. DE 13 3/8"  
CEMENTADA EN 2 ETAPAS

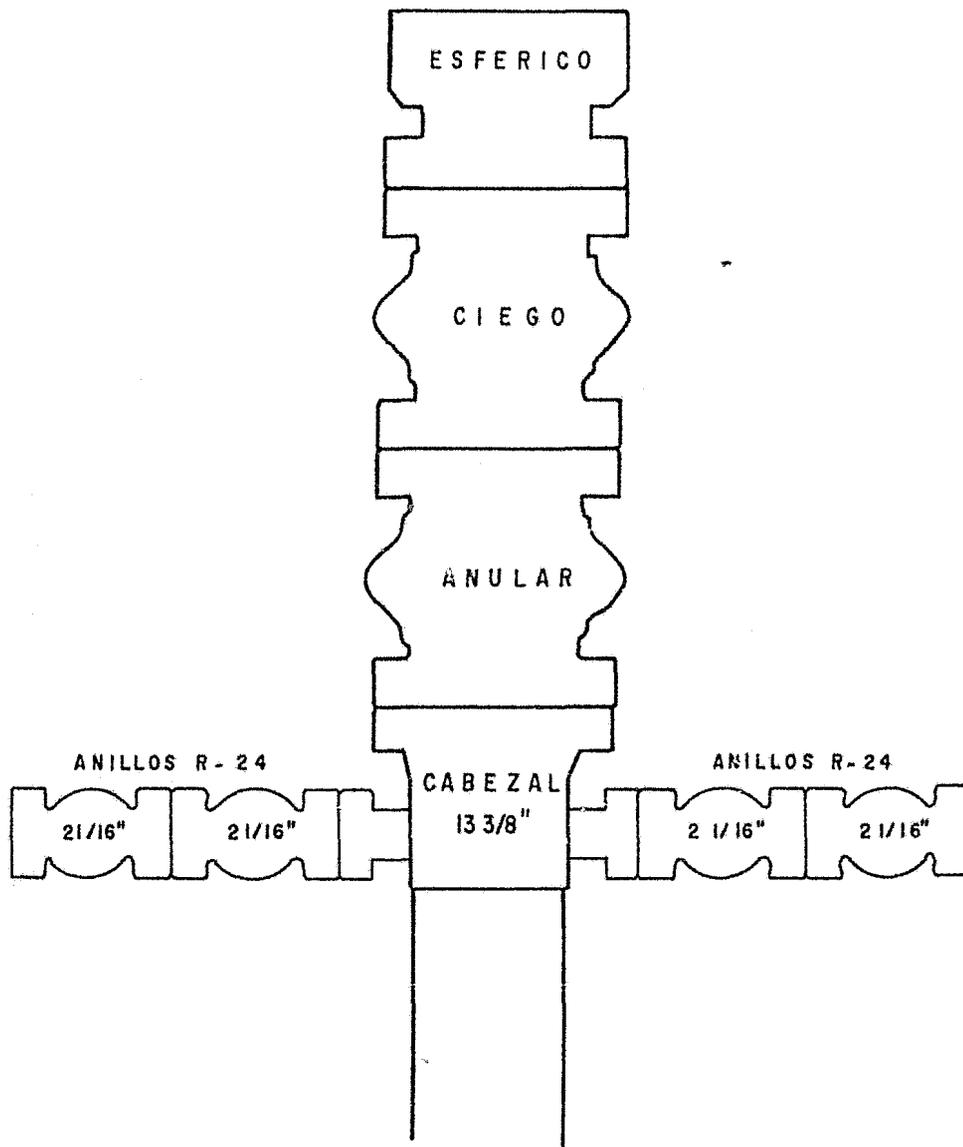


FIG. No. 13

CONJUNTO DE PREVENTORES DE 11-10,000 CON T.R. 9 5/8" -  
CEMENTADA

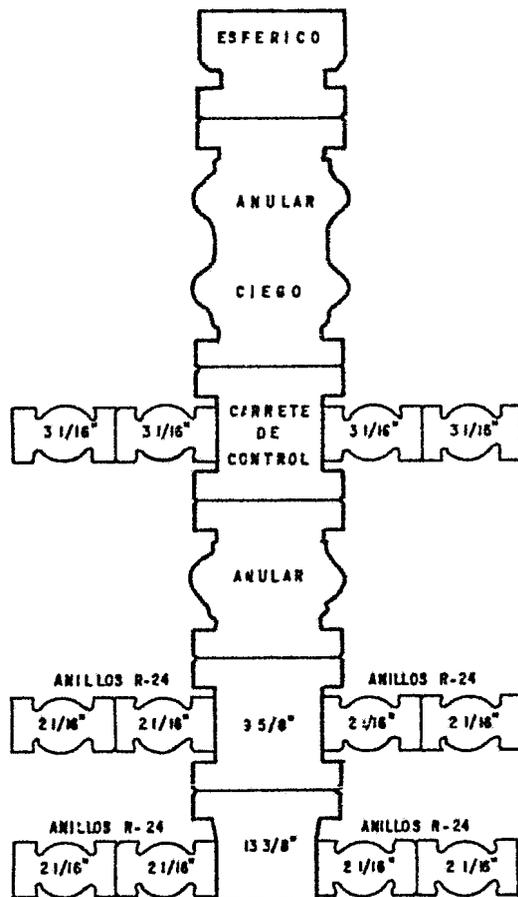


FIG. No. 14

la unión giratoria y flecha.

### Válvula de Control

Es una válvula maestra tipo F de 3 1/16" conectada por el extremo inferior, de una combinación con conexión piñón para ser conectada a la válvula de pie, por el extremo superior se instala un flange con rosca de tubería standar de 2" de diámetro para instalar la manguera de inyección de alta presión al mismo flange superior, se adapta una cadena para facilitar el manejo de la misma.

### Procedimientos al efectuar las pruebas a las Conexiones Superficiales.

- a).- Se conecta la bomba hidráulica de alta a la válvula de inyección del múltiple de control y se prueba el mismo.
- b).- Se verifica el espacio de rotaria para tener la seguridad de poder alojar el probador en el nido.
- c).- Se verifica la serie de la cabeza para determinar la presión de pruebas que se va a aplicar.
- d).- Se revisan los preventores con el objeto de verificar que -- esten completamente abiertos.
- e).- Se debe tener cuidado de que el nivel (espejo) del agua o lodo este más abajo de la cabeza con el objeto de evitar una --

PRUEBA HIDRAULICA CON  
PREVENTOR CIEGO  
CERRADO

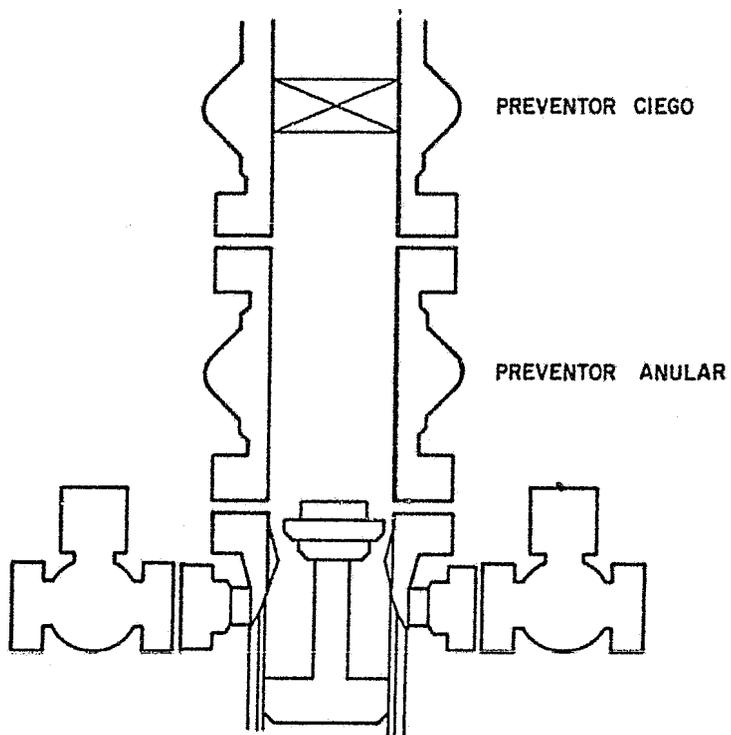


FIG. No. 15

resistencia al bajar el probador.

f).- Se enrosca el probador (sin ser apretado) al tubo de perforación.

g).- Se baja el probador hasta colocar la cabeza colgadora en el nido del cabezal a probar verificando, aplicando un peso adicional sobre la boca del tubo.

h).- Se desenrosca y saca el tubo dejando el probador sentado en el nido (Ver Fig. 15).

i).- Se cierran las válvulas que van a las líneas de quemar y se abren la de inyección.

j).- Se llena con agua hasta observar que el nivel del agua esté en la parte superior de los arietes ciegos.

k).- Se cierra el preventor de arietes ciegos.

l).- Se aplica la presión necesaria con la bomba hidráulica y se mantiene en observación durante 30 minutos. Una vez efectuada la prueba hidráulica con el preventor de arietes ciegos se descarga la presión y se abren los arietes mencionados.

Para continuar con la prueba de los preventores de arietes para tuberías, se acondiciona un tubo corto ciego y con ceja en

la parte inferior para que selle con los "rams" el cual debe tener las mismas características de la T.P. Este tubo se introduce en el pozo y se llena el espacio anular con agua. (Ver fig. No. 16).

- 1.- Se debe observar que el nivel de agua esté en la parte superior de los arietes de tuberfa.
- 2.- Se cierra el preventor de los arietes anulares, el inferior - aprisionando el tubo corto.
- 3.- Se aplica la presión necesaria y se mantiene en observación - durante 30 minutos.
- 4.- Después de haber permanecido constante la presión de prueba - registrada en el manómetro durante 30 minutos, se debe considerar la prueba satisfactoria y se procede a descargar la pre sión para abrir el preventor anular.
- 5.- Se recupera el tubo corto y se aloja en el anular superior.
- 6.- Se opera y prueba este anular en igual forma que el anterior.
- 7.- Se recupera el tubo corto.
- 8.- Se baja un tubo de perforación se enrosca al probador y se re

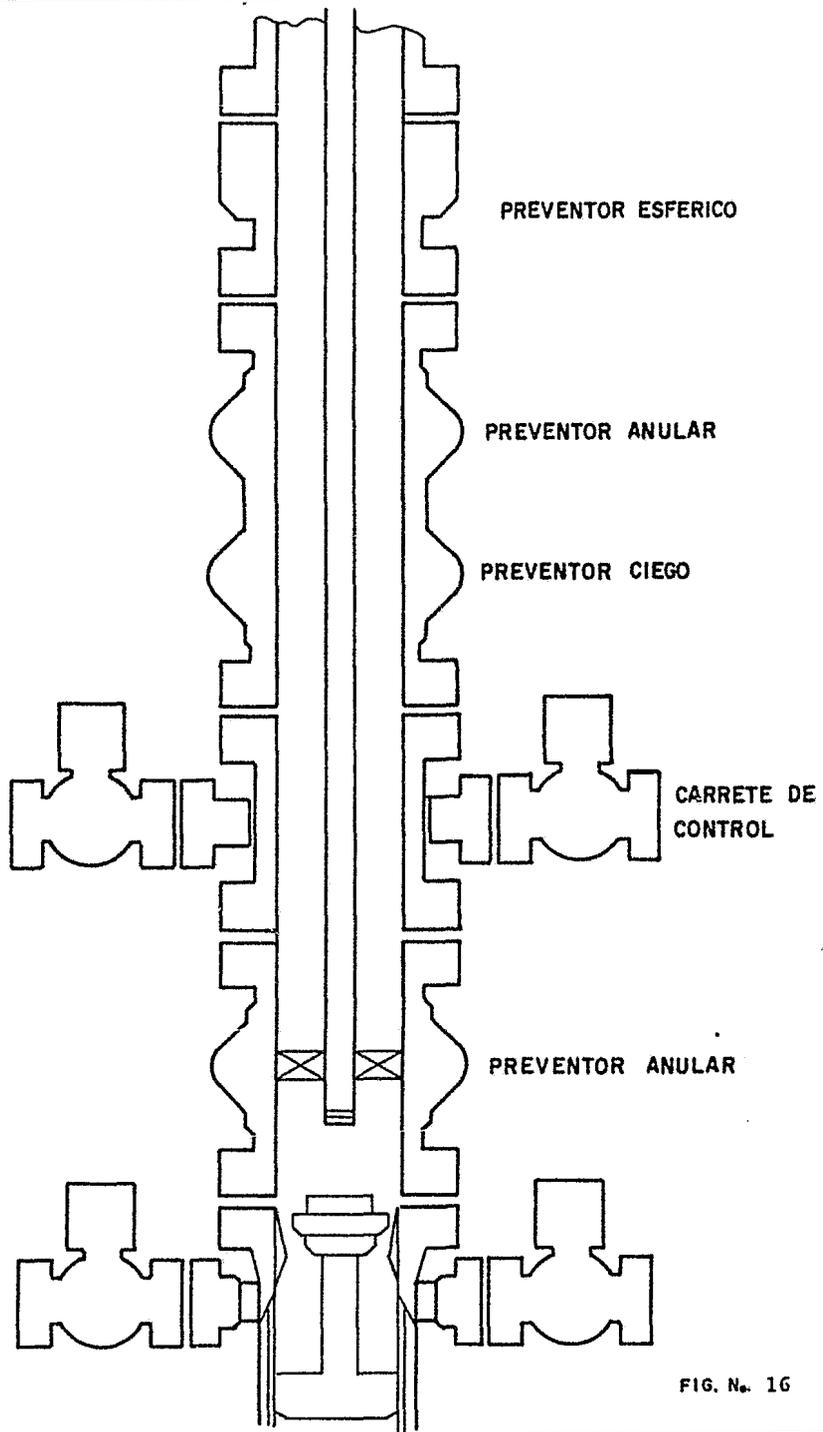


FIG. No. 16

cupera el probador "Pemex".

9.- Se prueba la válvula de la flecha, utilizando un tapón con --  
orificio de  $\frac{1}{2}$ " en el cuerpo (Ver Fig. No. 17). Se inyecta --  
agua limpia con la bomba del equipo para lavar el sistema de  
lodo, se conecta la manguera de la bomba neumática de alta --  
presión al tapón colocado en la flecha, se cierran las válvu-  
las del múltiple de las bombas y se aplica la presión de prue-  
ba.

10.-Una vez que ha sido satisfactoria esta prueba, se cierra la --  
válvula Hy-drill de la flecha y se prueba.

11.-La secuela de pruebas termina con la prueba de la válvula de -  
control, para esto se utiliza el tapón de la prueba anterior.

NOTA: Las valvulas serie 900 se pueden probar con 3500 Lb/pulg<sup>2</sup>  
serie 1500 se pueden probar con 5000 Lb/pulg<sup>2</sup>  
serie 2900 se pueden probar con 10000 Lb/pulg<sup>2</sup>

A continuación se eruncia, una tabla para dichas pruebas.

# TAPON PARA FLECHA

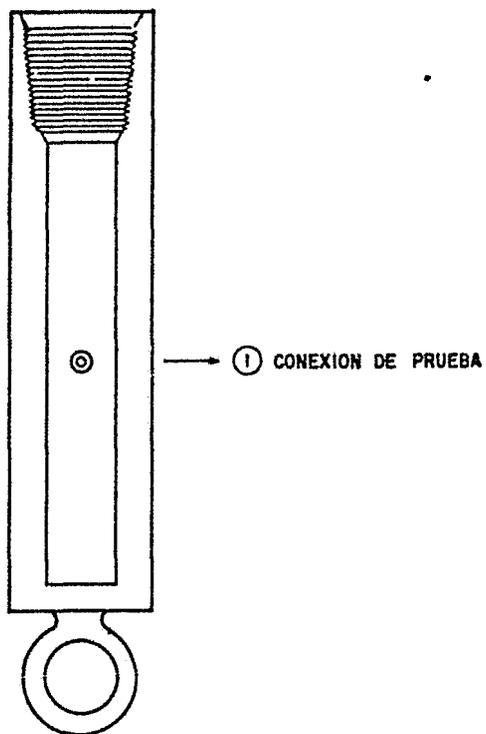


FIG. No. 17

PRESIONES DE PRUEBA DE INSTALACIONES SUPERFICIALES

T.R. (pulg)	Grado	Lb/pie	Cabezal Preven- tores (Kg/cm <sup>2</sup> )	Cuñas anillos Kg/cm <sup>2</sup>	Soldadura Empaques Kg/cm <sup>2</sup>
20	J-55	94	70	- -	- -
16	J-55	84	120	- -	- -
16	J-55	84	120	- -	- -
16	H-40	65	70	- -	- -
13 3/8	J-55	54	105	- -	- -
10 3/4	J-55	40°5	175	84	84
10 3/4	N-80	51	252	210	210
10 3/4	N-80	55.5	350	- -	- -
10 3/4	P-110	51	252	210	210
10 3/4	P-110	55.5	350	- -	- -
10 3/4	P-110	60.7	350	- -	- -
9 5/8	J-55	26	175	105	105
9 5/8	N-80	40	252	296	296
9 5/8	N-80	43.5	252	245	245
9 5/8	P-110	43.5	252	245	245
7 5/8	N-80	33.7	350	315	315
7 5/8	N-80	39.0	455	392	392
7 5/8	P-110	33.7	455	420	420
7 5/8	P-110	39.0	455	420	420
7	J-55	36	245	210	210
7	N-80	29	455	350	350
7	P-110	29	525	420	420
6 5/8	J-55	24	280	224	224
6 5/8	N-80	28	455	350	350
6 5/8	P-110	28	525	420	420
5 ½	J-55	15.5	210	210	210
5 ½	J-55	17	210	210	210
5 ½	N-80	20	210	210	210

Líneas de quemar e inyección en serie 900 - 210 kg/cm<sup>2</sup>

Líneas de quemar e inyección en serie 1500 - 350 kg/cm<sup>2</sup>

Líneas de quemar e inyección en serie 2900 - 525 kg/cm<sup>2</sup>

### Arboles

serie - 900	210kg/cm <sup>2</sup>	Línea stand pie	210 kg/cm <sup>2</sup>
serie -1500	350kg/cm <sup>2</sup>	Macho Kelly	350 kg/cm <sup>2</sup>
serie -2900	700kg/cm <sup>2</sup>	Válvula de control	525 kg/cm <sup>2</sup>

### Anillos

R-24 serie 900	210 kg/cm <sup>2</sup>	R-46 350 kg/cm <sup>2</sup>	R-57 210kg/cm <sup>2</sup>
R-24 serie 1500	350 kg/cm <sup>2</sup>	R-49 210 kg/cm <sup>2</sup>	R-65 70kg/cm <sup>2</sup>
R-27	525 kg/cm <sup>2</sup>	R-50 350 kg/cm <sup>2</sup>	R-66 70kg/cm <sup>2</sup>
R-35	525 kg/cm <sup>2</sup>	R-53 210 kg/cm <sup>2</sup>	R-85 700kg/cm <sup>2</sup>
R-45	210 kg/cm <sup>2</sup>	R-54 350 kg/cm <sup>2</sup>	R-87 700kg/cm <sup>2</sup>

En todas estas pruebas la presión debe sostenerse durante 30 minutos.

C A P I T U L O    V  
PROBLEMAS Y OPERACIONES ESPECIALES

## PROBLEMAS Y OPERACIONES ESPECIALES

### Primera Etapa

El pozo Solosuchilt No. 1 exploratorio localizado a 11900m.- al S 20° 30' E del pozo Manati Sur No. 4, se inició a perforar - con el equipo PM-124 el 17 de abril de 1981, con barrena de 17½" de la profundidad de 25m. a 504m. utilizándose para ello un total de 10 barrenas 3(1-1-1). hasta los 280m. 3(1-2-1) hasta los 370m. y 4 (1-1-1) a los 500m.

Ampliándose posteriormente de 17½" a 26" con barrena de ro-- les hasta los 230m. continuando con barrena piloto de 22" a 26" hasta los 504m. Se cementó T.R. 20" K-55-94 Lb/pie 8 h.r.r.c.c. - de 0.00m. a 492m. con cemento tipo "G" con el 2% de acelerador, - se instaló y probó conexiones superficiales con 210 kg/cm<sup>2</sup>.

### Segunda Etapa

Esta etapa se tenía programada perforar con barrena de 17½" tipo 1-2-1 y 1-3-1, no se llevó a efecto por no haber en existen- cia, perforándose con 14 3/4" de 504m hasta los 2793m. ampliándo- se a 18½" hasta 2793m. utilizándose para tal objetivo un total de 64 barrenas, incluyéndose, las barrenas gufa y ampliadora.

Se hace notar que en este intervalo, se usarón roles inade--

cuados (para formación suave por no haber en existencia para formación dura).

### Tercera Etapa

Con barrena 12¼" Ø rebajó cemento a 2779m. y continuó para cumplir con el programa de Ingeniería Petrolera (perforar con 12¼" hasta 4050m) para alojar T.R. 9 5/8" Ø P-110-47 Lb/pie de 0.00 m. a 2100m. y T.R. 9 5/8" Ø v-150-47 Lb/pie, 8 h.c.l. de 2100m - a 4050m. con el objetivo de aislar probable zona de presión anormal, evitar problemas mecánicos y permitir cambiar el peso del lodo si es necesario, para continuar con la perforación del pozo. Probándose las conexiones superficiales con 350 kg/cm<sup>2</sup> y cabezal con 350 kg/cm<sup>2</sup> y después de cementada la T.R. de 9 5/8" Ø con 140 kg/cm<sup>2</sup>.

El objetivo de perforar a 4050m. no se cumplió debido a que se dejó pescado cuando se perforaba a la profundidad de 3863m. --

No se logró recuperar el pescado por lo que se decidió dejarlo definitivamente (longitud del pescado 73.13m).

Se procedió a colocar tapón de cemento y proceder a desviar el pozo para librar el pescado y continuar con la perforación, -- tal objetivo no se llevó a efecto, por lo que se cementó T.R. -- 9 5/8" Ø a la profundidad de 3400.70m.

Tapones de cemento - agujero original\*

F E C H A	O P E R A C I O N
De 9-Oct-82 a 12-Oct-82	Con T.P. franca estacionada a 3740m. se colocó tapón de cemento por circulación con 21 toneladas de cemento Cruz Azul II, aditivos (210kg.) D-65, (105kg.) D-13, 40 litros D-47, bombeando entre baches espaciadores 1001-8700 litros al frente y -- atrás 900 litros, y se desplazó lechada con 33072 litros (208 barriles) de lodo.- Se esperó fraguado y se verificó cima de cemento a 3720m. probando con 12 ton. de peso. Nota Long. Tapón = 20m.  <u>Objetivo</u> al colocar el tapón: a) Long. tapón 136m. b) Cima probable 3600-3620m. c) Densidad de la lechada 2 gr/cc. d) Rendimiento 34.41 litros.
De 13-Oct-82 a 16-Oct-82	Con T.P. franca a 3716m. estacionada se -- colocó tapón de cemento por circulación a 3716m. con 23 toneladas de cemento Cruz -- Azul II con aditivo, bombeo 8800 litros de espaciador 1001 y 800 litros posteriormen <u>te</u> , se desplazó la lechada de cemento con

\* Consultar Anexo - para verificar aditivos usados.

F E C H A

O P E R A C I O N

32913 litros (207 barriles) de lodo, levanto franca de 3400m. Se espero fraguado 48 horas. Se verificó cima de cemento a - 3651.90m. se probó con 7 ton. de peso sin circular y se deslizó a 3686m. Cargo con 12 toneladas sin deslizarse, se circuló - a  $110\text{kg}/\text{cm}^2$  durante 10 minutos a los 15 - minutos se deslizó el tapón a 3703m. Saco barrena a 3693m.

de 17-Oct-82 a 22-Oct-82

Con T.P. franca estacionada a 3698m. se - colocó tapón de cemento por circulación, con 27 toneladas de cemento Cruz Azul Tipo II con aditivos, bombeando antes 6500 litros y 5500 litros de espaciador 1001 y se desplazó lechada con 28620 litros (180 barriles) de lodo, levanto T.P. franca a - 3364m. y se espero 60 horas de fraguado.- Se verificó cima de cemento a 3542m con ba rrena 12 1/16, se probó con 12 toneladas de peso y circulación de  $50\text{kg}/\text{cm}^2$  rebajando a 3546m con tiempo de la 3 minutos por metro, espero 24 horas mas de fraguado y - se probó con 12 ton. y  $110\text{kg}/\text{cm}^2$  se rebajó a 3615m con tiempo de 3 minutos por metro, rebajo a 3617m. con 12 minutos por metro a

F E C H A

O P E R A C I O N

3618m. con 5 minutos por metro , se rebajó a 3630m. con tiempo de 1 minuto por metro bajo libre a 3369m. verificó cima a 3369m. cargo 12 ton. y circulación de  $110\text{kg}/\text{cm}^2$  observando deslizamiento rebajó a 3673m. - con tiempos de 1-3-5 minutos por metro, ob- servando cemento fino, obturante y forma- ción en la zaranda. (40%, 30%, 30%) donde se deduce baja consistencia en el cemento.

de 24-Oct-82 a 28-Oct-82

Con T.P. franca estacionada a 3690m. se - coloco tapón de cemento por circulación -- con 12.5 toneladas de cemento Cruz Azul - II con aditivos al 2% D-18, 0.5% D-18, --- bombeando antes 8500 litros de espaciador 1001, posteriormente 1500 litros, se des-- plazó lechada con 30687 litros (193 barri- les) de lodo, se levanto franca, se esperó 73 horas de fraguado. Con barrena se veri- fico cima de cemento a 3367m. Se probó con 12 toneladas y  $100\text{kg}/\text{cm}^2$  satisfactoriamen- te, se rebajó a 3681m. con tiempo de 2 mi- nutos por metro, deduciéndose baja consis- tencia, observando el 70% de obturante y - 30% de caliza,

F E C H A

O P E R A C I O N

Nota-Antes de rebajar a 3681m. se espero fraguado 80 horas a 3675m. se probó con 12 ton. y  $100\text{kg}/\text{cm}^2$  se rebajó a 3681m. -- con tiempos de 3 y 4 minutos por metro.

de 30-Oct-82 a 4-Nov-82

Con T.P. franca a 3681m. se colocó tapón por circulación con 10 toneladas de cemento tipo II al 13.62% de arena 20-40 (sflica) con peso = 1.90, aditivos 0.5% (CFR-2 al .2%), HR-12 al 0.6% halad - 22-A al -- .25%, 636 litros de espaciador SC-2, se desplazó la lechada con 31800 litros de lodo (200 barriles).

Se espero fraguado 69 horas, se verifico cima de cementó a 3650m. se probó con 8 toneladas de peso y presión de circulación de  $80\text{kg}/\text{cm}^2$  durante 20 minutos satisfactoriamente. Se rebajó cemento a 3660m. con tiempo de 2 a 3 minutos por metro con peso sobre la barrena de 2 toneladas, se siguió rebajando a 3365m. con tiempo de 8--10-12 minutos por metro, con peso sobre la barrena de 4 toneladas, observándose consistencia regular en el cemento para meter cuchara desviadora. Se tomó regis--

F E C H A

O P E R A C I O N

tro Micro calibrador de 2782m - 3655m --  
Esc. 1/500 - 1/200 - Se registró desvia--  
ción a 3364m. con (6°00').

Operación para desviar agujero.

de 7-Nov-82 a 9-Oct-82

Armo herramienta desviadora (cuchara - --  
Eastman II", Barrena 9½" Tipo 1-3-4 sin -  
toberas, porta barrena estabilizador - --  
7 3/4 x 9½", junta universal 6 1/8", - --  
orientador de fondo BHO 6 1/8" tramo de -  
aluminio 4½", 12 tramos de H.W. y T.P.5"  
Ø) bajo a 3664m; tomó desviación para - -  
orientar herramienta 7°00' S 24E. Se espe-  
ro cuchara rompiendo perno sacrificable -  
con 15 toneladas de peso y clavo cuchara.  
Se inició a perforar desviado a 3664 con  
tiempos de 12, 7,5,8,7,8,7,7 minutos por  
metro. Se saco herramienta desviadora;  
Armo barrena 12 1/16" Ø y se amplio de --  
3364 a 3672m. con tiempos de 5 minutos --  
por metro. Se probó tapón de cemento con  
12 toneladas y 90kg/cm<sup>2</sup> y se rebajó a - -  
3681m. por notar baja consistencia en el  
cemento, saco barrena por no desviar agu-  
jero.

F E C H A

O P E R A C I O N

de 11-Nov-82 a 17-Nov-82

Con T.P. franca a 3680m. se colocó tapón de cemento por circulación. Se bombeo -- 2146.5 litros de espaciador SAM-4, 18 toneladas de cemento tipo "G" al 13.62% de arena 20-40 (silica) con peso de 1.93, - aditivo 1% CFR-2 al 0.2%, HR-12 al 0.6% - halad-22 al 0.25%, D-ARJ, 238.5 litros -- de espaciador SAM-4, se desplazó con 32436 litros de lodo (204 barriles). Se esperó fraguado 80 horas y se bajo con barrena - 12 1/16" Ø tipo 1-2-1 sin toberas, usada a 3621 donde se verificó cima de cemento. Se probó tapón con 8 toneladas y 90 kg/cm<sup>2</sup> de presión durante 20 minutos satisfactoriamente. Se rebajo cemento a 3641m. con tiempo promedio de 2.5 minutos por metro, se continuo rebajando cemento a 3683m. -- con tiempo promedio de 3 minutos por me-- tro. Observando por consiguiente baja con sistencia en el cemento.

Nota: Longitud del tapón 59m.

de 18-Nov-82 a 25-Nov-82

Con T.P. franca a 3683m. se colocó tapón por circulación con 21 toneladas de cemen to tipo II al 0.1% D-28, 0.79% D-60, 0.2%

F E C H A

Ó P E R A C I O N

D-46, se bombeo 8000 litros de CW-100 y - 18000 litros de espaciador 1001, a preventor cerrado, controlando circulación por árbol de estrangulación con gasto de 318 litros por minuto, se desplazó lechada con 31323 litros de lodo (197 barriles) sin - levantar presión, se observó pérdida parcial aproximadamente de 6360 litros de lodo finalizando con circulación normal en la superficie. Se espero fraguado 72 horas, se verificó cima de cemento a 3541m. se - probó con 12 toneladas de peso, se rebajó a 3546m. con tiempo de 2 minutos por metro. Leventó barrena a 3200m. baja a 3546 y rebajo cemento a 3548m. con tiempo de 2 minutos por metro, levanto barrena a la zapata por notar baja consistencia en el cemento, se espero fraguado 125 horas y se rebajo - cemento a 3600 m. con tiempo de 1,2,3 minutos por metro, se levantó a la zapata, se corrio registro micro calibrador de 3601-2781m. y con canasta de circulación inversa 11¼ a 11 3/4 corto núcleo de cemento -- a -3603m. recuperando 30cm = 33%.

F E C H A

O P E R A C I O N

de 17-Nov-82 a 26-Nov-82

Con T.P. franca a 3603m. se colocó tapón por circulación con 14.5 toneladas de cemento tipo II a granel, con aditivo, 0.5% D-60 y 0.3% D-65, 0.5% D-13 y 1.5% D-47. Con densidad de  $1.90 \text{ gr/cm}^3$ , se bombeo -- 795 litros de Cw-1000 de densidad 1.0gr/cc y 398 litros de espaciador Cw-100 se desplazó la lechada con 31323 litros de lodo (197 barriles). Se probó tapón con 12 toneladas (con 67 horas de fraguado), se verificó cima a 3517.95. Se rebajó a 3600m. saliendo abundante cemento, velocidad de penetración de 1.5 minutos por metro, deduciéndose baja consistencia en el cemento.

de 8-Dic-82 a 13-Dic-82

Con T.P. franca a 3600m. preparó bache de barrido y se bombeó 3000 litros de colchón lavador y 3000 litros de espaciador y 3000 litros de agua mezclado con 150 kg de sosa.

Se colocó tapón por circulación a 3600m. - con 20 toneladas de cemento dosificado a - 0.6% CFR-2, 15 libras de arena 20-40, 1% mudkin-2 se bombeó lechada, se desplazó -- con 636 litros de agua y 31164 litros de -

F E C H A

O P E R A C I O N

lodo, se espero fraguado 72 horas y se bajo con barrena 12 1/16"  $\emptyset$  a 3480m. donde se verificó cima de cemento notando cemento sin consistencia. Se espero 98:30 horas, se rebajo a 3509m. con promedio de 2,3,4 minutos por metro, y peso sobre la barrena de 4 toneladas y presión de bombeo de 90 kg/cm<sup>2</sup>.

Se bajo barrena a 3409m. circulo y suspendió por falla eléctrica, se rebajo cemento a 3499m. con tiempos de 3,4,5 minutos por metro se siguió rebajando hasta los 3509m. se circuló y se suspende por falla eléctrica, (corto circuito) se reparó falla, trato de levantar a la zapata sin éxito por encontrarse tubería de perforación pegada a 3504m.

Tapones de Cemento Agujero 8½" desviado\*

de 5-Feb-83 a 8-Feb-83

Con T.P. franca estacionada a 3463m. se colocó tapón por circulación con 8 toneladas de cemento Cruz Azul II modificado, - 40 kilogramos D-13, 2400 kg D-30, 4 litros

\* Consultar anexo - para verificar aditivos usados.

F E C H A

O P E R A C I O N

D-46, 240 litros D-73, bache 6000 litros, colchón lavador Cw-100 y 12000 litros de espaciador 1001. Se desplazó lechada con 3180 litros de agua y 20670 litros de lodo. Se espero fraguado de cemento 48 horas, se verificó cima de cemento a 3372.58m. se probó con 15 toneladas y  $60 \text{ kg/cm}^2$  satisfactoriamente se armo y metio herramienta para desviar.

de 26-Feb-83 a 1°-Mar-83

Con T.P. franca estacionada se colocó tapón por circulación a 3424m. con 15 toneladas de cemento Cruz Azul Tipo II de densidad  $=1.90 \text{ gr/cm}^3$ , aditivos 150 kg-D-65, 75 kg-D-13, 45 kg-D-46. Se bombeó 6360 litros de colchón Cw-100, 2067 litros de espaciador Cw-1000, se desplazó lechada de cemento con 21624 litros de lodo.

Se levantó T.P. franca circulo, se espero fraguado de cemento 72 horas y se sacó -- T.P. a la superficie. Con barrena  $8\frac{1}{2}$ " se verifico cima de cemento a 3165m. se probó tapón con 10 toneladas satisfactoriamente.

F E C H A

O P E R A C I O N

Se rebajo tapón de cemento a 3373m con --  
tiempos de 6-10-11 minutos por metro.

Se armo herramienta Navi-Drill para des--  
viar pozo.

de 1° Sep-83 a 2-Sep-83

Con T.P. franca a 3370m. circulo y se pre-  
paró colchón de barrido con los siguien--  
tes aditivos, Cw-100, 6000 litros de agua,  
5700 litros D-158, 150 litros I-237, 42 -  
litros D-47, se bombeo 4770 litros de col-  
chón Cw-100 y se colocó tapón de cemento  
por circulación con 5 toneladas de cemen-  
to tipo II al 0.4% D-13, se desplazó lecha-  
da de cemento con 24168 litros de lodo, --  
levantó T.P. círculo y se espero fraguado  
de cemento 48 horas.

de 2-Sep-83 a 3-Sep-83

Se saco T.P. franca a la superficie, se me-  
tío barrena 8½" tipo 1-2-1, y se checo --  
cima de cemento a 3325m. se probó tapón --  
de cemento con 20 toneladas y 50 kg/cm<sup>2</sup> de  
presión a preventor cerrado satisfactoria-  
mente

F E C H A

O P E R A C I O N

de 4-Sep-83 a 5-Sep-83

Con T.P. franca 4½" a 36m. se colocó tapón de abandono con 1.75 toneladas de cemento Tipo II sin aditivos y se colocó monumento.

Tapón de 36m. - a 2m.

Pescado Agujero Original 12 1/16\*

F E C H A	O P E R A C I O N
de 21-Sep-82 a 5-Oct-82	<p>Con barrena 12 1/16 tipo 1-1-1 y herramienta repasó tubo por tubo, estabilizó agujero a 3808m. Metio a 3836m. se observó resistencia repasó tubo por tubo, se estabilizó agujero a 3863m. (fondo) circuló y -- levantó barrena a 3000m. (viaje corto) se metio a 3833m. se observó resistencia, repasó tubo por tubo, estabilizó agujero -- 12 1/16 a 3863m. Circuló y acondicionó lodo. Levanto barrena a 3400m. libre (viaje corto) circuló y acondicionó lodo, se saco barrena a la superficie 129 triples (longitud 3762.5m.) se quedo pescado (Barrena -- 12 1/16 tipo 1-1-1), porta-barrena, Drill Collars normal, Estabilizador, 2 Drill- -- Collars normal, Estabilizador, 3 Drill- -- Collars normal, Estabilizador, combinación 65/8" x 41F, Bomper Shaffer 6¼ combinación, 4 tramos de H.W de 5") ( Longitud 100.50m.) ( Se observó rota la caja de H.W. 9 cm).</p>
	<p>Con barrena 12 1/16" T.1.1.1 Sin toberas 3 Drill-Collar normal 1 Estabilizador, 9 -</p>

\* Consultar Anexo-para la descripción y operación de las Herramientas de pesca.

F E C H A

O P E R A C I O N

tramos de H.W. y T.p.5" metio circulando por etapas a 3372m. se observó resistencia, circuló y repaso a 3382m. bajo libre a 3714m. detectó boca de pescado. Saco -- barrena a la superficie. Armó pescante -- Over-shot 9 5/8" cuñas canasta 6½" acondicionadas a 6 3/8" se metió a 3714 donde se conecto a la boca del pescado se intento detectar punto libre sin éxito por resistencia a 3716m. Se aplicó torsión a la izquierda con 8 vueltas regresando torsión y recuperando 4 toneladas de peso. Sacó a la superficie recuperando 3 tramos de tubería H.W 5" Longitud 27.37m. Metió barrena 12 1/16" Tipo 1-1-1,3 drill-collars normal 8". 1 Estabilizador, 9 tramos de H.w y T.P. 5" bajo a la zapata, se rompió circulación, metio a 3726m. observó resistencia, se circuló y repaso a 3741.90m. - saco a la superficie. Se armo herramienta de pesca- combinación 41F Caja a 4½ X.H. Junta de Seguridad M.C. 6½ por 2 13/16, - combinación 4½ FH piñón a 41 F caja, Martillo Jhoston 6½" x 2", combinación 4½ F.H. 4½ X.H, 9 tramos de H.w 5" y T.P.5" y se -

F E C H A

O P E R A C I O N

bajo, a 3741.90m. se intentó conectarse a boca del pescado sin éxito.

Se saco a la superficie herramienta de pesca y se acondicionó tubo chueco 5" y se armó herramienta de pesca (1 tubo chueco 5" "G", combinación 5XH-41F, junta de seguridad Mac-Collough 6½" por 2 13/16", combinación 41F a 4½ F.H., Martillo Hidráulico Jhonston 6½ x 2", Combinación 4½ F.H. a 5 XH, 9 tramos de H.W 5" y T.P. 5" y se metio a 3741.90m. Se intentó conectarse a la boca del pescado sin éxito. Se saco a la superficie y se desconectó herramienta de pesca.

Armó barrena 12 1/16" usada tipo 1-1-1 sin toberas y herramientas se metio a 3726m. donde se observó resistencia, repasó tubo por tubo, estabilizó agujero a 3749m. sin detectar boca de pescado. Levantó barrena a 1952m. se metió barrena a 3680m. donde observó resistencia, repasó tubo por tubo y estabilizó agujero, se metió libre a 3754.11 donde se detecto boca de pescado. Se verificó con 3 toneladas -

F E C H A

O P E R A C I O N

de peso. Acondicionó y emparejo columna de lodo. Se sacó a la superficie, observando rallones en los hombros y dientes de la barrena. Se armó herramienta de pesca y se acondicionó gufa 10 3/4 por 0.59m. de longitud al tubo chueco. Con gufa de 10 3/4", tubo chueco 5" "G" y misma herramienta antes anotada, se metió a 3741.90m. donde se tocó la boca del pescado. Se trató de colocar a la boca del pescado sin éxito. Se sacó a la superficie herramienta de pesca.

8 de Octubre de 1982

Con herramienta de pesca antes descrita, a 3741.90m. se intento conectarse a la boca del pescado sin éxito. Se sacó herramienta de pesca. Y se determinó dejar el pescado, se colocó tapón de cemento para desviar el pozo y librar el pescado.

2° Pescado Agujero Original 12 1/16.

de 14-Dic-82 a 16-Dic-82

Al estar rebajando cemento a la profundidad de 3509m. Se suspendió por falla eléctrica (corto circuito). Se reparó falla -

F E C H A

O P E R A C I O N

eléctrica y se trató de levantar a la zapata sin éxito, por encontrarse tubería de perforación pegada a 3504m. se trabajó sarta con 30 a 40 toneladas y 15-20 toneladas hacia abajo, sin éxito, se intentó efectuar punto libre sin éxito. Al trabajar sarta se desconectó a 3463m. perdiendo peso de 118-110 ton. (8 toneladas). Se sacó a la superficie y recuperando 52 triples de 5"  $\emptyset$  = 1479.42m. 29 triples grado "E" 826.25m, 36 triples grado "G" 1008.72, 2 tramos grado "G" = 18.26m, 2 triples de H.W. - 54.99m. 2 tramos de H.W. =18.34m. Total 3405-98m.

de 17-Dic-82 a 31-Dic-82

(Se dejo pescado- Consistiendo en, 1 barra na 12 1/16", porta barrena, 6 drill-collars 8"  $\emptyset$ , 12 Estabilizadores, combinación, 4 - tubos de H.W. Longitud del pescado=98.06m). Se armó barrena 12 1/16"  $\emptyset$  y se metió a -- 3405.98m. donde se toco boca de pescado. - Armó herramienta para pescar (junta de seguridad Mac-Collogh 6¼", martillo - - - -- Jhonston 6¼"  $\emptyset$ , 6 tramos de H.W. y T.P.5"  $\emptyset$ , se conectó a boca de pescado trabajo --

F E C H A

O P E R A C I O N

pescante sin éxito.

Se metió bahe de ácido Hcl al 15%, se --  
bombeo 795 barriles de agua limpia, bache  
10000 litros de ácido y 795 barriles de --  
agua limpia, se desplazó con 30528 litros  
de lodo, se trabajó sarta con martillo con  
60 toneladas sobre su peso hacia arriba y  
30 toneladas hacia abajo sin éxito. Se --  
desconectó junta de seguridad y sacó T.P.  
y junta a la superficie. Se metió zapata  
lavadora 9 5/8"  $\emptyset$  revestida de tungsteno --  
plana 9 5/8"  $\emptyset$  a 11 1/2"  $\emptyset$ , 6 tramos de tube--  
ría lavadora 9 5/8"  $\emptyset$  = 54.61m. y T.P. --  
5"  $\emptyset$  se circuló entre el "pescado" pasando  
libre a 3444.16m. se rebajó aleta de esta  
bilizador continuando a 3458m. Se cambio  
zapata lavadora, se metió media junta de  
seguridad y T.P. 5"  $\emptyset$  a 3405 y se conectó.  
Se trabajó sarta sin éxito. Se metió cordón  
explosivo de 700 gramos a 3453.80m. y se --  
disparó sin éxito. Se metió nuevamente --  
zapata lavadora, se sacó a la superficie,  
se operó martillo hidráulico sin éxito. --  
Trató de efectuar strin shot (punto libre)  
sin éxito, dando 12 vueltas a la izquierda

F E C H A

O P E R A C I O N

sin éxito.

Se desconectó media junta de seguridad --  
con 16 vueltas y 10 ton. se sacó a la su-  
perficie, se acondicionó lodo para tomar  
registro Rayos Gamma Neutrón compensado y  
de temperatura y además para cementar - -  
T.R. 9 5/8" Ø en base a los registros - -  
efectuados.

Pescado Agujero Desviado 8½" Diámetro.

F E C H A

O P E R A C I O N

de 16-Abr-83 a 20-Abr-83

Con barrena y herramienta, se metió a --  
3369m. (ventana) se circuló y se metio li  
bre a 3071m. se repasó a 3766m. se circu-  
ló y se tomó desviación orientada 7°45' -  
S 78 E. Se repasó tubo por tubo por haber  
resistencia y estabilizó agujero a 3779m.  
Se sacó a la superficie por no haber avan  
ce, se circuló tiempo de atraso; quedando  
como pescado (Barrena 8½" diámetro tipo -  
1-3-1, porta barrena liso 6½" diámetro, -  
estabilizador 6½ por 8½, 1 drill collars  
corto (Monel) salió rota la caja del --  
(drill-collars corto) Longitud del pesca-  
do 8.16m.

Solución. Con pescante 8 1/8", cuñas espi-  
ral 6½", 12 tramos de H.W y T.P. 4½ se me-  
tió a 3770.84m. se operó pescante, donde -  
se observó incremento de presión de 40-50  
kg/cm<sup>2</sup>, se intentó levantar sin éxito, por  
encontrarse pegada la sarta. Se trabajó --  
pescante a 70 toneladas arriba de su peso  
sin éxito. Se trató de desconectar pescante

F E C H A

O P E R A C I O N

dando rotación a la derecha sin éxito, -- por no haber admitido rotación. \* Con unidad de Geofísica se efectuó punto libre a 3760m. con 650 gr. por 1.50 de prima cord. a 3758.20m, se sacó a la superficie quedándose como 2° pescado ( pescante Bowen 8½, combinación 4½ 1F a 4IF y 1 tramo de T.P. 4½" grado "G" Longitud 12.08m).

Solución - Se armó junta de seguridad -- Bowen 6½, martillo Dailey 6½", 11 tramos de H.W. y T.P. 4½" y se metió a 3759.73m. operó martillo con 50 toneladas arriba -- de su peso, se sacó a la superficie recuperando 100% 2° pescado. Salió dañado pescante de las cuñas y cuerpo.

de 20-Abr-83 a 22-Abr-83

Se armó barrena 8½" Smith tipo 1-3-1-, -- usada 3 drill-collars de 6½, 1 estabiliza dor, 11 tramos de H.W. y T.P. y se metió a verificar boca del primer pescado a -- 3778.48m. Se sacó a la superficie se armó zapata revestida de Tugsteno 7 13/16 por 7", 1 tramo de tubería lavadora 7 5/8" -- 11.71m, 11 tramos de H.W. y T.P. 4½" y se

\* Consultar anexo - para el procedimiento analítico para detectar el punto libre.

F E C H A

O P E R A C I O N

metió a 3770.84m. y se lavó pescado, se sacó a la superficie y se armó pescante - - Bowen doble cuerpo 7 7/8" cuñas espiral - 6½" se colocó serchas y se metió con 11 - tramos de H.W. y T.P. 4½" a 3770.84m. se verificó boca del pescado, se circuló y - operó pescante, se tensionó con 15 tonela - das arriba de su peso, con un ligero au - mento 212000 libras mas media tonelada. - Se sacó pescante a la superficie recupe - rando 100% del pescado.

de 22-jun-83 a 1º-Jul-83

Se perforó a 4688m. se sacó a 4266m. con fricción de 20 toneladas a 30 toneladas, - se trabajo sarta con 40 toneladas hacia -- abajo sin éxito.

Elongaciones sobre su peso.

20 000 libras	- - - - -	23 pulgadas
30 000 libras	- - - - -	33 pulgadas
40 000 libras	- - - - -	46 pulgadas

Se continuó trabajando sarta con 40 tone - ladas hacia abajo sin éxito. Se colocó ba - che de aceite crudo 10m<sup>3</sup> y 1m<sup>3</sup> de "Delube" se trabajó sarta con 40 toneladas abajo --

F E C H A

O P E R A C I O N

sin éxito.

Se colocó bache de aceite crudo  $16m^3$ , se desplazó con 30448.5 litros de lodo. Se intentó detectar punto libre sin éxito -- por falla de sonda a 4040m.

Se detectó punto libre a T.P. 4114-4155--4131-4110-4095-4050-4027m. con T.P. pegada a 4027m. Se sacó sonda y se trabajó -- sarta con 40 toneladas, hacia abajo sin -- éxito.

Con barrena de 4266m y T.P. pegada a -- 4027m. se metió  $60m^3$  de aceite crudo y  $1m^3$  de "Delube", se desplazó con 29415 litros de lodo y se trabajó sarta con 50 toneladas.

Se estabilizó agujero y sacó a 4263m. con fricción de 15-30 toneladas.

Se cargó 40 toneladas sobre su peso y quedó libre T.P. pero se quedó atrapada nueva mente.

Se continuó trabajando sarta con 50 tonela das abajo sin éxito, se bajo tubo por tubo con resistencia de 10-20 toneladas a - - -

F E C H A

O P E R A C I O N

4313m. Continuo bajando a 4341m. se trató de dar rotación sin aceptar, se desplazó  $60m^3$  de aceite crudo reposó bache y se estabilizó a 4351m. Trató de sacar con éxito, saco tubo por tubo con fricción de -- 15-20 toneladas; circulando y dando rotación, observando abundante recorte, se observó torsión de 200-500 amperes.

de 2-Jul-83 a 18-Jul-83

A 3762m. se paro rotación por acuñarse la T.P. se trabajo sarta con 40 toneladas -- sobre su peso, se observó pérdida de peso de 15000 libras (6.8 toneladas), peso de la sarta 235000 libras (106.8 toneladas)- y se bajo la presión de  $130kg/cm^2$  a  $80Kg/cm^2$ .

Se quedo pescado (Barrena  $8\frac{1}{2}$ " tipo 5-1-7 sin toberas, estabilizador, drill-collars corto, estabilizador, drill-collars normal, estabilizador, 4 drill-collars normal, estabilizador, 3 drill collars normal, estabilizador y 4 drill-collars normal, (Longitud del pescado 146.25m. Se checo boca del pescado a 3658m.

F E C H A

O P E R A C I O N

Solución - Se metió pescante (combinación 41F a 4½ IF, junta de seguridad (Bumper - Mc. Collough 6 3/8" por 2 3/4", combinación 4½ 1F piñón a 41F caja, 41F a 4½ F.H., martillo hidráulico Jonston 5 3/4 x 2", - combinación 4½ F.H. a 41F, 9 tramos de -- H.W. 4½" y T.P. 4½" y se bajo a 3658m. se conecto al pescado, se intentó circular a través de la barrena sin éxito por encontrarse tapada la barrena, se opero martillo con 31.818 ton. sobre su peso, hacia arriba levantando el pescado a 3586m. el pescado.

Se recuperó 100% el pescado, observando - los drill-collars con rallones de fierro, estabilizadores con soldadura y aletas -- fracturadas, el inclinómetro colapsado por la presión.

de 19-Jul-83 a 23-Jul-83

Se intentó tomar registro de 4681m a - - - 4200m. doble "laterolog" sin éxito por falla del equipo, levanto sonda trabandose - posiblemente en la ventana, saco recuperando cable completo de 15/32", quedandose -- como pescado la sonda- se verifico boca --

F E C H A

O P E R A C I O N

del pescado a 4678m.

Se metio pescante Bowen 7 7/8" doble cuerpo y cuñas 3½", 9 tramos de H.W. y T.P. - 4½" se bajo a 4514m. donde se observó pérdida parcial de 20m<sup>3</sup> de lodo levanto pescante.

24 Julio 1983

Se controló pérdida parcial y se mitio pescante Bowen 7 7/8", cuñas 3½", gufa de pared 7 7/8", 1 tubo chueco 4½" y T.P. 4½", circulando cada 500m. se verificó boca -- del pescado a 4678m, se operó gancho de pared de 4682m. - 4678m., se operó pescante con 10 toneladas, observando incremento de presión de 40kg/cm<sup>2</sup> a 80kg/cm<sup>2</sup>, se saco pescante a la superficie, recuperando 100% del pescado (sonda).

de 25-Ago-83 a 30-Ago-83

Con estabilizador melón se conformó ventana de 3369-3375m. se sacó observando marca de trabajo sobre fierro con desgaste de -- 1/16, se metió barrena 8½ T.F. y se perforó de 4892m a 4900m. Notándose al perforar demasiada torsión de 200-300 amperes, se suspendió por no tener avance, se circuló

F E C H A

O P E R A C I O N

y desplazó recorte, con el 5% de rebaba - de fierro fino, se levantó barrena a los 4335m. se suspendió y se circuló por fricción de 12-20 toneladas.

de 25-Ago-83 a 30-Ago-83

Saco barrena con atorones de 4 toneladas sobre su peso, la T.P. paso ventana con fricción de 5 a 8 toneladas, saco barrena a 900m. suspendió por notar golpe al pasar cople a la altura del cabezal, desmantelo línea de flote, con maniobra recuperó pedazo de fierro de forma cuchara de 8 1/16 superior, 8 3/16 inferior 7½ inferior, y con ralladuras de 6 3/4 de largo, continuo sacando barrena a la superficie, sacando los conos atorados con pedazos de fierro.

Metio T.P. franca a 500m. saca T.P. y mete barrena 8½" tipo 2.1.1. sin toberas para verificar ventana, y continuar perforando a 3400m. resistencia franca, repasó a 3406m. levanto barrena a 3369m. repasó a 3406m. con torsión de 100-200 amperes. Trabajó sarta sin éxito con 20-30 toneladas, circuló saliendo 50% cemento duro y 50% de

F E C H A

O P E R A C I O N

caliza con rebaba. Continuo trabajando --  
sarta con 20 y 30 toneladas sobre su peso  
sin éxito, desconecto  $\frac{1}{2}$  junta de seguridad y saco T.P.  $4\frac{1}{2}$ ; (dejando-barrena  $8\frac{1}{2}$ ",  
porta barrena liso, estabilizador, drill-  
collars-corto, estabilizador, drill-collars  
normal, estabilizador, 2 drill collars -  
normal, estabilizador, 4 drill collars -  
normal, estabilizador, 1 combinación, ---  
longitud del pescado = 81.96m.)

Con media junta de seguridad, martillo --  
hidráulico Mc Collough de  $6\frac{1}{2}$ ", 6 drill --  
collars, 15 tramos de H.W. y T.P.  $4\frac{1}{2}$ ", --  
operó media junta de seguridad conectando  
se, opero martillo con 5 vueltas a la de-  
recha y tensión con 45 toneladas sobre su  
peso, desatorando sarta. Observó incre-  
mento de 11 toneladas, saca herramienta -  
con 15 toneladas de fricción recuperando  
pescado 100%, saliendo la barrena con el  
50% de los dientes quebrados y los estabi-  
lizadores con atorones en las 3 aletas y  
fracturada, la herramienta salió rallada  
a lo largo, desconecto pescado.

Operación de Apertura de ventana para desviar (Casing whistoc-Side-Track)

F E C H A

O P E R A C I O N

de 27 Ene-83 a 1º-Feb-83

Se efectuó registro sónico de cementación con microsismograma de 3377 a 2700m. Escala 1/200, se observó adherencia de cemento de tubo a formación del 100% en el intervalo 3377-3250m. de 3250-2920m. Adherencia regular a pobre por canalización - "Cima de cemento a 2920m". Se armó aparejo desviador (cuchara permanente 8", Molino iniciador 8½" (starter mill) BHO.8", - 1 tubo de aluminio 4½" 6 tramos de H.W. y T.P. 4½" y se metio a 3365m. donde se tomo desviación orientada con 6°30" y rumbo N 65 W. Se anclo cuchara permanente a - - 3374.67m. se rompio perno sacrificable con 6 toneladas y se procedió a ejecutar la operación ( Casing whistoc Side-Track) abrir ventanas, seguida de guiasonda integrada con molino iniciador (starting mill). Se - freso T.R. 9 5/8" Ø de 3369-3371m. se saco molino iniciador presentando un desgaste - del 15% en la parte superior y el 15% en - la parte inferior, se obtuvo una longitud de ventana de 2 m. se continuó con molino

F A L L A

O P E R A C I O N

8½" (windom-mill) CN-82-438, 9 tramos de H.W. y T.P. 4½" de 3371 - 3379m. salio -- a la superficie 100% de rebaba, de 3369-- 3364 100% fierro a 3375m. a 76.70% de cemento, 30% de fierro, de 3376 - 3377 90% de cemento, caliza 10%, de 3377 - 3378m. - 90% de cemento 10% de caliza, 3378-3379 70% de cemento, 30% de caliza, se saca mo lino (windom mill) presentando el 40% de desgaste. (Tiempo 73 minutos por metro).

Se bajo a conformar ventana con molino -- (Windon mill) y se perforó de 3380 a 3400 se registró desviación de 6°00". Sacó con barrena 8½ Ø tipo 1-2-1 se perforó de - - 3400m.-3463m. se registró desviación de - 5° 30', 5°45' y 6°45'.

A continuación se presentan las secuencias de las operaciones para abrir ventana .

(Fig. No. 18).

SECUENCIA DE OPERACIONES PARA ABRIR VENTANA (CASING-SIDETRACK)

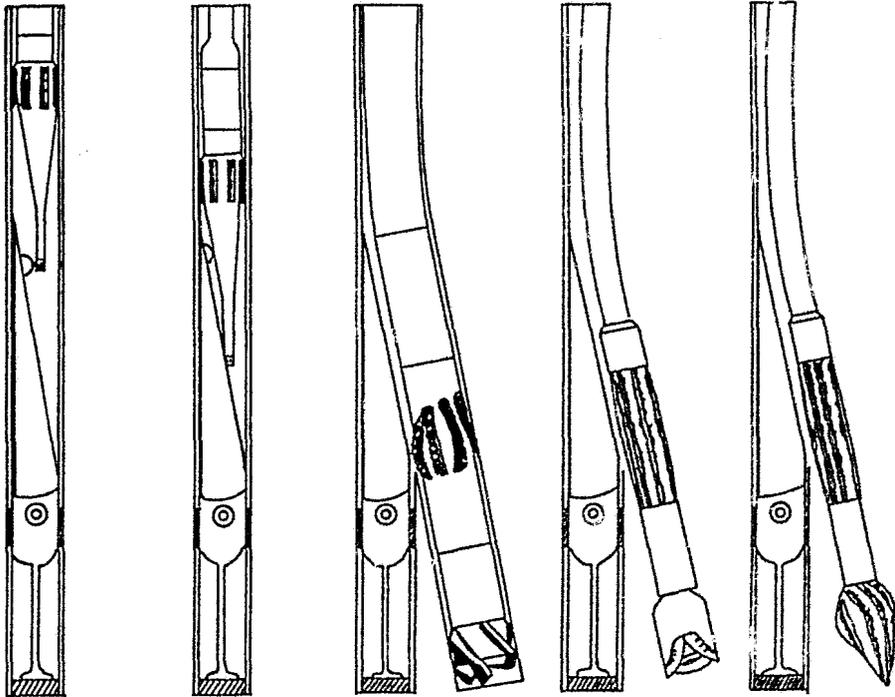


FIG. No. 18

C A P I T U L O        V I

R E S U M E N        Y        C O N C L U S I O N E S

EQUIPO DE PERFORACION UTILIZADO

Para la perforación del pozo Solosuchilt No. 1 se utilizó el equipo PM-0124- Marca EMSCO-CEH 142 de 454132.6 kg. de capacidad - y 43.28m. de altura y sub-estructura de 6.20m. x 10.17m. x 17.67m. Malacate EMSCO Modelo C-E 3000 Tipo D-E-CD.

Avance en la Perforación. En agujero original.

Para controlar el avance de la perforación es necesario obtener un registro de profundidad contra tiempo, a continuación se muestra un resumen de los tipos normales empleados en el pozo - -- Solosuchilt No. 1, el cual da una idea clara de la distribución de los tiempos normales, sin incluir problemas y tiempos de espera.

<u>PRIMERA ETAPA</u>	<u>DIAS</u>	<u>OPERACION</u>
Abril-Mayo-81	12.36	Perforado
	8.41	Ampliando
	4.83	Registrando
	4.875	Cementando T.R. 20"-
	<hr/>	492.76m.
	30.475	
<u>SEGUNDA ETAPA</u>		
Junio-81 - Febrero 82	138.34	Perforado
	45.915	Nucleando
	6.625	Registrando
	7.950	Cementando T.R. 13 3/8"
	<hr/>	a 2779.60m.
	151.005	

<u>TERCERA ETAPA</u>	<u>DIAS</u>	<u>OPERACION</u>
Marzo-Enero-83	118.235	Perforado
	7.535	Nucleando
	7.11	Registrando
	<u>18.125</u>	Cementando T.R. 9 5/8"
	151.005	a 3400.77m.

Total de días en operaciones normales - 380.31 días

Operación normal en agujero desviado - 39.69 días

<u>Días de Espera</u>	<u>Días.</u>
Personal y Rep. de Equipos	63.83
Otros Departamentos	188.09
Condiciones Climatológicas	13.42
Personal Sindicalizados	16.58
Compañías	5.54
Material y Equipo	<u>33.58</u>
T O T A L - - - - -	321.04 días

Operaciones con Problema

Acondicionando agujero	101.42
Pescas	66.38
Otros Departamentos	6.50
Ampliando Agujero	2.50
Cementa o Recementa 2° Etapa	51.92
Inst. y Probando Conex. Sup.	2.08
Perforando	<u>18.21</u>
T O T A L - - - - -	249.00

Resumen del Costo de Material Químico por año.

Costo año 1981	\$ 3 160,575.50
Costo año 1982	\$ 5 832,794.00
Costo año 1983	\$12 648,445.90
<b>T O T A L</b>	<b>\$21 641,815.40</b>

Costo por pozo perforado Solosuchilt No. 1

Transportando e Instalando	\$ 50 728,704.00
Perforando	\$874 000,000.00
Desmantelando	\$ 6 828,864.00
Barrenas	\$ 20 659,674.00
Material Químico	\$ 21 641,815.40
T.R. y Accesorios	\$155 236,163.00
Cementaciones y Tapones	\$ 39 223,659.00
Registros Eléctricos	\$ 8 730,175.10
Construcción-Para acondicionamiento- - Caminos.	\$ 60 000,000.00
Combustible	\$ 18 345,600.00
Herramientas perdidas	\$ 10 241,176.00
Herramientas especiales	(no se contabilizó)
<b>T O T A L - - - - -</b>	<b>-\$1265 635,830.50</b>

Resumen de Materiales y Accesorios\*

- a) Cabezal de Tuberías - 20" x 13 3/8" x 9 5/8".
- b) T.R. 20", 13 3/8", 9 5/8".
- c) Zapata gufa 20", 13 3/8", 9 5/8" (total 3 piezas)
- d) Cople flotador 20", 13 3/8", 9 5/8" (diferencial) total 3 pzas.
- e) Tapón de desplazamiento 20", 13 3/8", 9 5/8" (3 piezas)
- f) Tapón de desplazamiento inferior 13 3/8", 9 5/8", (2 piezas)
- g) Centraadores Auto fijables 20", 13 3/8", 9 5/8" (total 15,20,25).

\* Consultar - Anexos - Accesorios de T.R.

## C O N C L U S I O N E S

Dentro de lo expuesto anteriormente a lo largo de los 6 capítulos se pueden sacar las siguientes conclusiones.

a).- La perforación del pozo Exploratorio Solosuchilt No. 1 tenía como objetivo explorar rocas sedimentarias marinas del Mesozoico y del Terciario (Eoceno-Paleoceno) así como las de Cretácico y Jurásico, lográndose evaluar las rocas del Eoceno - Paleoceno y Cretácico, aunque esta última no en su totalidad y faltó por evaluar el Jurásico debido al accidente mecánico.

b).- De los datos con horizontes con fluidos se evaluaron 4 núcleos presentando en ellos acumulación de hidrocarburos en calizas del Cretácico Superior, con porosidades del orden del 17-18% y saturación de agua del 0.22 a 0.32 y de 0.52 a .73.

De los registros tomados durante la perforación el registro de inducción muestra un buen potencial natural, alta resistividad y baja conductividad, lo cual es indicativo para la acumulación de hidrocarburos como análisis cualitativo.

De esto se puede concluir que las rocas del Cretácico presentan almacenamiento de hidrocarburos, objetivo que se logró obtener debido a la perforación del Pozo Solosuchilt No. 1, pero sin posibilidades comerciales debido a que resultó invadido de agua -

salada el yacimiento en dicho pozo.

c).- De los datos de desviaciones tomados en el pozo, se observó una máxima desviación de 5°15' a la profundidad de 3353m. y a la profundidad de 3824m. de 6°15' que pudo ser la causa por la cual se haya quedado el pescado.

El pescado no se recupero porque posiblemente estaba recargado; aunque se utilizaron las herramientas especiales adecuadas -- no se logro detectar la boca de este. Esta conclusión se basa en el registro Microcalibrador analizado el cual presenta un diámetro mayor que el de la barrera de 12 1/16.

Se corrió la T.R. de 9 5/8" hasta 3400.70m. para asegurar parte del agujero, debido a que no se pudo desviar con cuchara tipo estandar.

Las cementaciones de las tuberías de revestimiento en sus 3 etapas se cementaron de acuerdo a los registros tomados durante la perforación; requisito indispensable para valorar la longitud de T.R. a cubrir con cemento.

De las barrenas utilizadas durante la perforación el mejor tipo de barrena por los avances logrados con ellas fueron;

Para agujero 17½" fue la barrena tipo 1-1-1

Para agujero de 14 3/4" fue la barrena tipo 1-3-1 y 1-2-1

Para agujero de 12 1/4" fue la barrena tipo 1-1-1 y 2-1-1

Para agujero de 8 1/2" fue la barrena tipo 1-2-1 y 5-2-7

lo cual deberá tenerse presente para la perforación de pozos vecinos.

d).- De los problemas de operaciones especiales - tapones de cemento: Se tuvo dificultad para la colocación de los tapones debido a la mala calidad del cemento o a probable contaminación de este, que le impartía baja consistencia, de esto no hay reporte fidedigno; - los tapones de cemento se encontraban siempre punteados lo que hace suponer que el peso del lodo era de mayor densidad que la lechada del cemento, por lo que por gravitación el cemento subía impartiendo baja consistencia.

e).- La operación de abrir ventana y desviar el pozo fue correcta, lo único fué que las cuñas de la cuchara dejaron de operar debido a que al sacar y meter barrena y perforar, las cuñas se destrabaron, además se concluye que la cuchara no operó eficientemente debido a la probable separación del disparador de fondo, ya que este va colocado en el extremo inferior de la cuchara, donde se recuperó el disparador menos la cuchara.

Para utilizar esta cuchara es necesario bajar con un empacador permanente y no es necesario colocar tapones de cemento para anclarla; lo cual no se realizó y fué el factor determinante para --

que se presentará el accidente mecánico y abandono del pozo como consecuencia de esto.

A continuación se presenta como quedo anclada la cuchara para - - abrir ventana, sin utilizar el empacador permanente. (Fig. No. 19).

# GUIASONDAS PARA TUBERIAS DE REVESTIMIENTO.---

FRESADA INICIADORA CON PILOTO

EL PASADOR TROZABLE DE LA OREJA "PRESABLE" DE SEGURIDAD FIJA LA FRESADORA INICIADORA AL OBRASORBA HASTA DESPUES DE QUE ESTE QUEDE INYECTADO

LA CUÑA DE PARED ANCLA EL GUIASONDAS

EL DISPARADOR DE FONDO DESPRENDE LA CUÑA DE FIJACION



FIG. No. 19

A N E X O S

MATERIAL QUIMICO USADO EN EL LODO DE PERFORACION

## LODO DE PERFORACION

Las funciones principales del lodo de perforación son:

- 1.- Mantener el agujero libre de recortes
- 2.- Mantener una presión hidrostática mayor que la del yacimiento
- 3.- Evitar que se derrumben las paredes del agujero
- 4.- Enfriar y lubricar la barrena y sarta de perforación
- 5.- Suspender los recortes al momento de parar circulación.

El fluido de perforación es una suspensión de sólidos en líquido "lodos".

En algunas áreas la perforación se empieza con agua y a medida que progresa la perforación, las arcillas y lutitas recogidas de la formación se dispersarán en el agua dando por resultado un lodo de perforación razonablemente bueno. En otras áreas se puede encontrar calizas, arenas o esquistos que no forman lodo. Bajo esas condiciones será necesario agregar arcillas que sirvan a un propósito doble primero de dar cuerpo o viscosidad al fluido de perforación y segundo darle buenas propiedades de filtración.

Lodo de Emulsión Inversa. La emulsión es la dispersión de un líquido inmiscible en otro líquido, para su formación se requiere de tres componentes, aceite, agua, emulsificante y agitación mecánica densificante. Las partículas de agua dispersas en el aceite actúan

como viscosificante y contribuyen a la formación del gel. La agitación mecánica es para dispersar la fase interna en pequeñas gotas y el agente tenso activo se absorbe a dichas gotas y las mantiene separadas unas de otras para evitar la coalencia al suspender - la agitación mecánica.

Descripción del Material Químico usado en el pozo.

Super - Caltex - Es un reductor de viscosidad y filtrado (dispersante) Cromo - ligno- sulfato para todo tipo de lodo base agua. Es un resultado de la separación de la madera en dos componentes -- básicos, celulosa y lignina.

Es utilizado como inhibidor de la hinchazón de la arcilla y -- también como dispersante, cuando se usa en concentraciones mayores de 24kg/ m<sup>3</sup> de lodo, éste trabaja como inhibidor, a concentraciones menores trabaja como dispersante. Normalmente se usa con PH mayores de 9.

Lignex.- Es un lignito cáustico, emulsionante de alto poder a base de ácido húmico, obtenido por un proceso especial de solubilización y purificación con una combinación balanceada de metales alcalinos y debido a la presencia de sales alcalinas es rápidamente soluble en agua e inhibe la dispersión de las arcillas perforadas - es auxiliar en el control del filtrado, se usa con un PH entre 7.5 y 13 y hasta temperaturas de 236° C.

Estos elementos anteriores para lodos a base de ligno sulfonatos y la emulsión se forma al agregar aceite al lodo.

Hidróxido de Sodio (Sosa cáustica)- Es un material alcalino - que aumenta el PH del lodo, éste aditivo es usado con el supercaltex para mejorar las características de viscosidad del lodo en pozos de mayor profundidad de 2500m.

Carbonato de Sodio.- (Soda AHS) y, Ceniza.- Estos dos aditivos precipitan al ion calcio en contaminaciones de cemento. Al contaminarse con cemento el fluido es el calcio que afecta directamente - la viscosidad y la gelatinosidad aumentándolas.

Carboximetil Celulosa.- (CMC).- Es un producto compuesto a base de almidón tratado con sal que lo preserva de las bacterias. -- Usado como reductor de filtrado y como viscosificante, al agregarse al lodo bentonítico deberá tener un PH arriba de 10, si es agua salada deberá tener un peso específico mínimo de  $1.05 \text{ gr/cm}^3$ .

Pirofosfato- Pertenece a los fosfatos, es útil hasta los 2000m. cuando los sólidos no presentan algún problema, tiene un PH de 7, - rara vez excede de 0.2 lb/brl su tratamiento.

La adición de los fosfatos constantemente bajan el PH del lodo y puede parar al rango de acidez, esto puede evitarse agregando sosa cáustica y un dispersante orgánico. Si aumenta la temperatura, -

el fosfato puede resultar inefectivo como reductor de viscosidad. Los fosfatos se rompen abajo de una temperatura de 71 a 82° C, en estas temperaturas los fosfatos cambian a Ortofosfatos los cuales en vez de ser dispersantes flocculan al lodo.

Drill-Sal- Se define como un material fibroso a base de asbesto, usado principalmente como obturante en agua salada y su concentración es de 15 kg/m<sup>3</sup> de agua salada.

A N E X O S

ADITIVOS USADOS EN LAS CEMENTACIONES

Y

TAPONES DE CEMENTO.

## CEMENTACIONES

La cementación de un pozo, es el proceso de mezclar cemento - con agua formando una lechada que es bombeada a través de la tubería de revestimiento y, que es desplazada entre el espacio anular (entre la tubería de revestimiento y la pared del agujero).

Las funciones principales de la cementación son:

- a).- Controlar o nulificar el movimiento de fluidos indeseables, de manera tal que no ocasione problemas durante la perforación -- del pozo.
- b).- Proporcionar soporte a las tuberías por medio de la adherencia de éstas y el agujero.

Cuando se perforan zonas que contengan, ya sea gas, aceite o agua tienen la siguiente función:

- c).- Proteger a la tubería de revestimiento de la corrosión.
- d).- Proporcionar una base firme para el soporte del equipo de seguridad en la superficie.
- e).- Sellar o aislar zonas de pérdidas de circulación.

A continuación se da un breve resumen de los tipos de cementos

y los aditivos utilizados durante la cementación de las T.R. y colocación de los tapones de cementos.

TABLA DE CLASIFICACION API DE LOS CEMENTOS UTILIZADOS.

Clase A - Se emplean desde la superficie hasta profundidades de 1830m.

Clase B - Se emplean desde la superficie hasta profundidades de 1830m. se requiere que sea resistente a la acción de los sulfatos en concentración moderados y elevados.

Clase G - Se emplea para profundidades de cero a 2440m, básicamente su uso puede generalizarse para cualquier tipo de presión y temperatura y también para la acción de los sulfatos.

Clase H - Su uso es similar al de la clase "G" pero su acción a la reacción de los sulfatos es moderada.

ADITIVOS USADOS EN LAS CEMENTACIONES

ADITIVOS	DESCRIPCION
Cemento Tipo "G"	Cemento
D-28	Retardador para alta temperatura
D-42	Gilsonita
D-60	Reductor de pérdida de agua
D-65	Reductor de pérdida de fricción

ADITIVO	DESCRIPCION
D-79	Extendedor (Metasil de Sodio)
D-112	Reductor de pérdida de fluidos

ADITIVOS USADOS EN LOS TAPONES DE CEMENTO.

D-13	Retardador de fraguado de cemento
D-18	Agente para aumentar peso
D-47	Antiespumante
D-30	Arena Malla 100
D-65	Reductor de pérdida de fricción
D-73	Líquido para pérdida de fluidos
CW-1000	Bache lavador
SAM-4	Bache de aceite

HR - 12 (Kebracho blend)

Rango de uso

Profundidad	3658 a 6096m.
Temperatura Estática	77 a 171.6
Concentración	0.1 a 2.5% por el peso de cemento
Gravedad específica	1.22 gr/cc

Halad - 22 - A (Polímero Orgánico)

Rango de uso

Profundidad	1219 a 6096 m.
Temperatura Estática	52 a 182° C
Concentración	0.4 a 2.5% por el peso de cemento
Gravedad específica	1.43 gr/cc

Arena - 20 - 40 (OTTAWA).- Por la dureza que le dá al cemento, la arena ottawa es especialmente eficiente en colocar los tapones -

por circulación en fracturamientos funciona como agente apuntador.

Rango de uso:

Profundidad	hasta 6096m.
Temperatura	27 a 204° C
Concentración	hasta 37kg/saco de 50 kg
Gravedad específica	2.63 gr/cc

Dispersantes.- Reducen la viscosidad aparente de la lechada por lo que también se le conoce como reductores de fricción. Ejemplo:

b-65

C FR -2 (Polvos orgánicos)

Rango de uso:

Temperatura estática	15°5 - 177°C
Concentración	0.5 a 1.5 por el peso de cemento
Gravedad específica	1.30 gr/cc

Materiales para alta temperatura.

SSA-1 (Arena Sílica) Ayuda al cemento a mantener su resistencia - y evita que llegue a ser mas permeable.

Rango de uso:

Profundidad	2438 a 9144m
Temperatura estática	110 a 371° C
Concentración	35 a 80% y del 10 al 50%
Gravedad específica	2.63 gr/cc

SAM-4 Es un bache de aceite para lavar la zona a cementar con - -  
gravedad específica de 1.10 gr/cc.

A N E X O S

C A P I T U L O    V

PROBLEMAS Y OPERACIONES ESPECIALES

Procedimiento analítico para determinar el punto libre.

Durante la perforación de pozos, eventualmente se presenta el problema de una "pegada" de tubería y por razones obvias es necesario saber lo más rápido que sea posible la longitud de la sarta que está libre. Generalmente este punto se le llama "punto libre" y se detecta por medio de una unidad de Geofísica.

Sin embargo, existen otros medios para detectar este "punto libre", y a continuación se enuncia por medio del procedimiento analítico para el cual solo es necesario conocer una ecuación (aplicable a la mayoría de los casos) y hacer un cálculo sencillo.

Ecuación Básica.

$$L = 40.49 \frac{W_{tp}xe}{T_2 - T_1} \text{ ----- (1)}$$

Donde:

- L = Longitud de la tubería libre en (m)
- W<sub>tp</sub> = Peso unitario de la tubería en (Lb/pie)
- T<sub>1</sub> = Tensión inicial en ( tons.)
- T<sub>2</sub> = Tensión final en (tons.)
- e = Elongación de la tubería en (cm.)

Descripción del Procedimiento.

- 1.- Poner la sarta en su peso o en su valor cercano y marcar el tubo o flecha al nivel del piso ( $T_1$ ).
- 2.- Tensionar la sarta 5,10,15 ó más toneladas sobre su peso ó  $T_1$ , según se considere conveniente y suficiente. Medir la elongación de la sarta en cm. de la marca en el tubo al piso.
- 3.- Definir los valores numéricos de los literales de la ecuación 1, de la siguiente forma.

$T_1$  = Peso de la o tensión inicial en tons.

$T_2$  = Tensión final obtenida en el 2° punto en tons.

e = Elongación medida en cm.

Wtp = Libraje de la T.P. en lb/pie

- 4.- Calcular el valor de L.
- 5.- Repetir este procedimiento dos o tres veces y promediar los valores obtenidos de L.

El procedimiento cambiará cuando se trata de una sarta combinada o sea constituida por T.P. 4½" y T.P. 3½".

Determinación analítica del punto libre.

1.- Calcular las elongaciones respectivas de cada sección de tubería de la sarta a diferentes valores de tensión (5,10,15 y 20 - tons.) con estos datos elaborar la siguiente tabla.

$T_2 - T_1$	$e_1$	$e_2$	$e_s = e_1 + e_2$
5			
10			
15			
20			

Donde:

$e_1$  = elongación correspondiente a la T.P.  $3\frac{1}{2}$ "

$e_2$  = elongación correspondiente a la T.P.  $4\frac{1}{2}$ "

$e_s$  = elongación total de las dos tuberías juntas.

2.- Colocar la sarta en su peso o en un valor cercano y marcar el tubo del nivel del piso.

3.- Tensionar la sarta 5,10,15,20 toneladas sobre su peso y medir la elongación de la sarta de la marca del tubo al piso.

4.- Definir los valores de los siguientes litorales.

:

$T_1$  = Tensión inicial en toneladas.

$T_2$  = Tensión final en toneladas

$e$  = Elongación de la sarta medida en el paso (3)

$Wtp_1$  = Peso de la T.P. 3½" en Lb/pie

$Wtp_2$  = Peso de la T.P. 4½" en Lb/pie

$Wdc$  = Peso de los Drill Collars en Lb/pie

$L_1$  = Longitud de la T.P. 3½" en m.

$L_2$  = Longitud de la T.P. 4½" en m.

5.- Seleccionar la ecuación adecuada para calcular la "L" según las condiciones indicadas para un valor  $(T_2 - T_1)$  determinado.

Si  $0 < e \leq e_2$  entonces  $L = \frac{40.49 \times Wtp_2 \times e}{T_2 - T_1}$  --- (2)

Si  $e_2 < e \leq e_s$  entonces  $L = \frac{40.49 \times Wtp_1}{T_2 - T_1} (e - e_2) + L_2$  --- (3)

Si  $e_s < e$  entonces  $L = (L_1 + L_2) + \frac{40.49 \times Wdc}{T_2 - T_1} (e - e_s)$  --- (4)

6.- Se repite el procedimiento 2 o 3 veces y se obtiene el promedio de L.

Donde:

$<$  = menor que

$\leq$  = menor que o igual a

PESCA Y RECUPERACION DE TUBERIA PEGADA

"Pesca" es una palabra generalmente usada para indicar la -- operación de recuperar o tratar de recuperar material perdido en el agujero. Aún con equipo moderno, herramientas especiales y personal especializado, las pescas cuestan aproximadamente un 30% -- del costo total de la perforación.

La cantidad anual en millones de pesos gastados en esta parte de la industria, ha traído como consecuencia la creación de un departamento especializado dentro de la Industria Petrolera.

Para explicar y discutir todas las herramientas y técnicas -- empleadas en los diferentes tipos de pesca requeriría un libro -- voluminoso; por lo tanto, esta discusión estará limitada a los -- problemas más comunes y los métodos generalmente aceptados para -- solucionarlos. Se debe de recordar que los métodos aceptados hoy pueden ser obsoletos mañana.

Para fines de referencia a continuación se da una síntesis de pesca de la discusión a seguir:

1.- Rotura de la tubería de perforación:

- a) Uso de enchufe de pesca.
- b) Uso de enchufe y un tubo de perforación chueco.
- c) Uso de enchufe con junta articulada y gancho de pared.

d) Uso de enchufe y junta de seguridad.

2.- Recuperación de barrenas, conos o pedacerías de fierro.

3.- Recuperación de tubería de perforación pegada.

#### Causas

- a) Tubería pegada en o cerca del fondo.
- b) Tubería pegada metiendo tubería.
- c) Tubería pegada sacando tubería.

#### 1.- Solución para recuperar tubería rota.

a).- La pesca mas frecuente es cuando se rompe la tubería. La tubería de perforación generalmente se rompe al estar perforando. La rotura puede ocurrir en el tubo o en sus juntas, el enchufe de pesca es la herramienta aceptada para agarrar este tipo de "pesca do". Un enchufe de pesca debe ser equipo "standard" en todos los equipos de perforación se debe mantener en buenas condiciones para uso inmediato con las cuñas y empaque de hule adecuados para enchufar cualquier tamaño de tubería, juntas, o drill-collars que se estén usando en el pozo.

Es muy importante obtener medidas precisas de la distancia -- de la gafa del enchufe a las cuñas y la distancia que el pescado puede entrar dentro del enchufe después de pasar las cuñas.

Esta información será de utilidad al estar pescando, más im--  
portante aún es el determinar la profundidad exacta de la boca --  
del pescado y el tener medidas exactas del aparejo de pesca.

Muchas operaciones de pesca han fallado porque el operador es  
tuvo operando arriba o abajo de la boca del pescado.

Después que el pescante se ha metido cerca de la boca del pes  
cado, se debe circular para limpiar la herramienta.

Se recomienda que el lodo y agujero estén en condiciones antes  
de meter el pescante.

La pesca no suele ser tan sencilla y a veces puede requerir --  
horas de levantar y bajar la tubería, dándole vuelta y probando.

Después de haber agarrado y despejado el pescado, se debe de  
poner candado a la rotaria y sacar el pescado sin rotación para -  
no soltarlo.

Si el pescado está pegado, el enchufe de pesca soltará el pes  
cado aplicándole peso y dándole rotación a la derecha.

b). Uso de enchufe de pesca y tubo de perforación chueco.

Muy a menudo es imposible encontrar la boca del pescado con el

enchufe (Bowen) de pesca. Esto es ocasionado por cavernas en el -- pozo que permiten al pescado recargarse a un lado, pasando el en-- chufe a su lado.

La primera y más económica operación es enchuecar el primer -- tramo de tubería arriba del enchufe. El tramo chueco forzará el -- labio de la gufa del enchufe hacia la pared del agujero. Hay bue-- nas probabilidades de entrar a la boca del pescado si se levanta -- y baja el aparejo de pesca dándole una fracción de vuelta a la tu-- bería durante cada operación.

Debe de tenerse cuidado al meter el aparejo de pesca, pues -- la gufa, del enchufe irá rasgando la pared del pozo.

c ).- Uso de enchufe de pesca conjunta articulada y gancho de pared.

La junta articulada y gancho de pared son una combinación de herramientas usadas para sacar tubería de una cavidad y colocarla en una posición tal que se pueda agarrar con un enchufe de pesca -- colocado abajo de la junta articulada. Esta es la herramienta que normalmente se usa después de que se ha operado y fallado con un -- tubo chueco. La acción articulada se obtiene con la presión hidráulica del lodo de perforación al ir bajando y dándole vuelta al -- aparejo de pesca con circulación, el gancho de pared es forzado ha -- cia afuera y enganchará la tubería.

Después de haber enganchado la tubería, se le da una vuelta --

de torsión al parejo de pesca, se le coloca el candado a la rotaria, se para la bomba y se levanta el enchufe hasta que desapareca la torsión y se vuelve a bajar. El peso del gancho de pared y la torsión deben de jalar al pescado al centro del agujero directamente abajo del enchufe, el cual al bajarlo agarrará al pescado. - Aquí nuevamente las medidas son importantes, puesto que puede - - ser necesario bajar el enchufe unos 6 o 9 metros abajo de la boca del pescado a fin de engancharlo con el gancho de pared. Esta operación requiere experiencia y puede requerir horas y aún días para hacerlo acertadamente. A veces se mete un martillo arriba del enchufe para ayudar a desprender un pescado pegado y se debe de recordar que la junta articulada aguantará golpes hacia arriba; mas no hacia abajo.

d).- Uso de machuelo y junta de seguridad.

Muy a menudo habrá un tramo chueco en la boca del pescado, haciendo imposible que el pescado entre al enchufe arriba de la junta articulada y gancho de pared. En ese caso una buena herramienta será un machuelo "arreglado" con una junta de seguridad en el primer tramo arriba del machuelo.

Este machuelo se prepara de la manera siguiente:

El agujero de circulación en el extremo inferior del machuelo se tapa y a continuación se corta un agujero a un lado del machuelo

para que la presión de circulación force la punta del machuelo hacia los lados del agujero.

A continuación se baja el machuelo dentro del pescado y se enrosca. Después de haber enroscado el machuelo al pescado, se conecta la Junta de Seguridad. A continuación debe de ser posible entrar a la boca de la junta de seguridad con corta-tubo exterior y tubería lavadora. Se recupera la parte cortada y se continúa pescando con un enchufe de pesca (Bowen).

## 2.- Recuperación de Barrenas, Conos y/o Pedacería de Fierro.

La pedacería de fierro se puede recuperar metiendo una canasta magnética en la parte inferior de la tubería. Se debe circular en el fondo para levantar los recortes y así permitir que el imán tenga contacto directo con el fierro.

Se puede usar también una canasta (tipo globo). Esta canasta consiste de un barril de muestreo de 60cm. a 1 metro de largo. Para operarlo, se corta un núcleo, atrapando los fierros que entren al barril. Hay además varios tipos de canasta laterales diseñadas con una bolsa lateral para agarrar la pedacería de fierro cuando estos se bombean del fondo. La canasta se conecta inmediatamente arriba de la barrena. El secreto está en romper el fierro en pedazos chicos y alternativamente arrancar y parar la bomba. Este método tiene la ventaja de permitir continuar perforando al atrapar la pedacería de fierro sin necesidad de sacar tubería.

### 3.- Recuperación de tubería de perforación pegada.

Antes de tratar de despegar tubería pegada, se debe de hacer un análisis cuidadoso de las razones por lo que se pegó, pues la manera de despegarla depende de la causa que le pegó. Básicamente, es usual tratar de despegarla en la posición opuesta al movimiento de la tubería cuando se pegó. Las causas por las cuales se pegan tuberías son:

1.- Derrumbe o acumulación de recortes en ó cerca del fondo debido a que se corta la formación más rápido de lo que se transporta.

Cuando la tubería se pega en o cerca del fondo al estar perforando, haciendo conexión o al empezar a sacar tubería, se debe generalmente a derrumbes o acumulación de recortes en la barrena y -drill-collars.- Analizando la cantidad y tipo de recortes que salen en la zaranda, dará idea de que tan grande y a que profundidad está el derrumbe. A continuación es una buena práctica el circular y acondicionar el lodo para mejorar sus propiedades no solamente - para acarrear eficientemente los recortes, sino para evitar de---rrumbes adicionales. La tubería se debe de trabajar hacia arriba y hacia abajo frecuentemente para evitar que se pegue más arriba. -- Si se trabaja la tubería con demasiado vigor y rapidez se corre el peligro de dañar las paredes del agujero y causar derrumbes adicionales.

Después de acondicionar el lodo debidamente, se puede colocar aceite, agua o ácido alrededor de la barrena y drill-collars. Si se decide usar aceite crudo, el procedimiento más común es llenar la tubería de perforación de aceite y desplazarlo poco a poco hacia afuera cada 30 minutos. Acido y agua, cuando son efectivos, son rápidos. El aceite requiere de 8 a 48 horas para despegar tuberías. La experiencia previa dictará cual es el líquido más efectivo en cada campo.

Si lo anterior falla, lo indicado es meter dentro de la tubería un indicador de punto libre o Magna-tector para determinar el punto libre inferior. Estos instrumentos indican a que profundidad la tubería deja de tomar tensión y/o torsión aplicada desde la superficie. La tubería se puede desenrocar aplicándole torsión a la izquierda acompañada de una explosión "primacord" en la primera junta libre arriba del punto de pegadura.

El procedimiento mas seguro a seguir para recuperar la tubería pegada en el pozo es meter tubería lavadora. El diámetro de agujero, diámetro exterior de tubería y juntas, longitud del pescado y condición general del agujero determinará el tamaño y longitud de la tubería lavadora y tipo de zapata a usar.

b) Tubería pegada al meter tubería.

Fozando la barrena en un derrumbe o en un agujero reducido --

perforado por una barrena ya gastada.

Tubería pegada al meter tubería generalmente se puede despegar recuperando con un "string-shot" la tubería libre, re-enroscar con un martillo y golpear hacia arriba. Si esto no es efectivo es indicado lavar el resto del pescado.

c) Sacando tuberías.

1.- Se acumulan recortes en la parte superior de la barrena; y - - alrededor de los drill-collars hasta que se pega la tubería.

2.- Acuñaamiento en los drill-collars.

Tubería pegada al sacar tubería se debe desenroscar en el punto libre inferior y después con un martillo se debe martillar hacia abajo primero y hacia arriba después. Se debe de usar un enchufe de pesca abajo del martillo para poder soltar el pescado en caso de -- que no se pueda despegar. Se deben de colocar suficientes drill- - collars sobre el martillo a fin de tener suficiente peso para dar - un golpe efectivo hacia abajo. Al martillar la tubería se debe de - tomar en consideración el daño que se puede hacer al mástil.

## HERRAMIENTAS ESPECIALES

### Enchufes Bowen Overshot.

Es una de las herramientas más comunes de pesca, se utiliza para conectar exteriormente tubería de perforación, así como herramientas. Se utilizan para esfuerzos grandes y esfuerzos menores. La ventaja de su diseño es un mecanismo de agarre y de desconexión del pescado en el momento deseado.

Se recomienda el tipo de cuña (espiral o canasta) y la medida de la misma de acuerdo a la boca del pescado. Se utilizan cuñas de canasta con topes superior con el objeto de que el pescado no sobrepase del interior del enchufe. Las cuñas de espiral se utilizan por lo general para pescar drill-collars, juntas de seguridad cople.

### Martillo Hidráulico.

Esta herramienta se utiliza para producir un impacto en el pescado que se tenga acuñado en el interior del pozo a fin de recuperarlo por percusión. En el martillo se libera la energía potencial de la herramienta, la cual se convierte en energía cinética al someter al martillo al esfuerzo de tensión. Esta energía cinética se transforma en energía de trabajo al producirse el impacto, el cual será mayor o menor conforme el desplazamiento.

Su diseño consta de las siguientes partes:

- 1.- Conexión Superior
- 2.- Cuerpo (parte hidráulica)
- 3.- Anillos
- 4.- Sellos
- 5.- Conexión inferior

Esta herramienta soporta tensión y rotación tanto derecha como izquierda.

Marillo Mecánico de doble Acción.

Se define igual que el anterior con la diferencia de diseño y funcionamiento. Se constituye por:

- 1.- Cuerpo
- 2.- Mandrill
- 3.- Empaques interiores

Su funcionamiento, para golpear hacia arriba es aplicado por un peso, torsión a la derecha y aguantar ésta con el candado de la rotaria, por último tense la sarta hasta que "dispare" el martillo.

Para golpear hacia abajo, cargar con peso, aplicar torsión a la derecha ésta debe aguantar con el candado de la rotaria y bajar

la sarta cargando peso hasta que dispare el martillo. En los dos tipos de golpe estos dependen de la torsión aplicada a la tubería, para repetir la operación debe eliminarse la torsión.

Para golpear en ambas direcciones mantener la torsión, tensión para golpear hacia arriba y cargue peso para golpear hacia abajo.

#### Molinos.

Es una herramienta de molienda de empacadores, cementadores, tapones, puentes, etc. conformar bocas de pescado, rimar parcialmente tubería de revestimiento colapsada ensanchando las restricciones. Por lo que existe una gran variedad.

Para la estabilización deberá usarse suficientes drill-collars y estabilizadores.

Los recortes obtenidos deben ser expulsados del agujero mediante la circulación del fluido de control.

#### Zapata lavadora.

Está diseñada para usarse en el extremo de la sarta de lavada para cortar en el espacio entre el pescado y el agujero, ya que cuenta con dientes en el fondo y cubiertas con un metal duro convencionalmente (carburo de tungsteno).

Canasta Magnética.

Esta herramienta se utiliza para captar los residuos de materiales en operación de molienda, tales como chatarra o residuos de pistolas, pedaceras de mandril y cilindros, conos de barrenas, balines, etc.

### Herramienta de perforación direccional (Monel)

Los tubos lastra-barrenas no magnéticos se usan en el conjunto de perforación direccional, justamente arriba de la barrena o -- cerca del estabilizador de la barrena.

Dichos tubos suministran una sección antimagnética permanente, para tener la certeza de que las tomas sencillas y múltiples con -- instrumentos magnéticos no se afecten adversamente con el magnetis-- mo de los lastra-barrenas de acero situados arriba o con la barre-- na y el estabilizador.

Los instrumentos de toma sencilla y tomas múltiples se usan -- con lastra-barrenas no magnéticos. Los registros magnéticos que se toman dentro de un lastra-barrenas de longitud apropiada son efi-- cientes para efectuar estudios direccionales en el fondo del pozo. El inclinómetro se puede introducir dentro de la sarta de perfora-- ción por medio del cable de sondeo, o se puede dejar caer, se res-- cata se recupera cuando haya un cambio de barrena.

### Instrumento de Toma Sencilla.

El instrumento de toma sencilla para pozos direccionales regis-- tran, simultáneamente, la inclinación (ángulo de desviación y la -- dirección magnética (rumbo) en el fondo del pozo.

Los registros de estudios direccionales de toma sencilla son -

necesarios para controlar la perforación direccional de pozos y - para calcular la posición del extremo inferior del fondo del pozo con relación a la superficie.

El instrumento completo consta de un dispositivo cronométrico, sección de baterías, cámara, portadisco y unidad de ángulo. Todas las piezas son alojadas en una camisa. El cronómetro cuenta para lapsos máximos de 33 o de 66 minutos regulados mecánicamente.

#### Guiasondas para tuberías de revestimiento (o cuchara)

El guiasondas para tuberías de revestimiento se usa para desviar el pozo paralelamente a tramos de sartas aplastadas o sueltas, o para operaciones de re-entrada y fresado en pozos viejos.

Su función es la de desviar las herramientas fresadoras para cortar una ventana en la tubería de revestimiento a fin de poder - comenzar la desviación del pozo (perforación direccional).

Según sea su aplicación, la herramienta debe o no orientarse para fijarle el rumbo.

El guiasondas se sitúa y se fija mediante un mecanismo de gatillo. El pasador trozable se rompe y se inicia así las operaciones de fresado.

Además cuenta con una oreja "sacrificable" de seguridad para guiar los cortadores directamente hacia la pared de la T.R., cosa de evitar que empujen contra la cuchara. Una larga fresa piloto, ahusada, le da guía adicional a la fresadora inicial. A causa de esta extensión, la fresadora inicial sólo se usa para cortar los primeros pies de ventana en la T.R., o sea mientras quede amplio espacio entre la cuchara y la T.R.

A continuación se ilustra la tabla con sus respectivas especificaciones y la figura para la secuencia del fresado.

Guíasondas para tubería de Revestimiento con Mecanismo de Gatillo

Diámetro T.R. (pulgadas)	Peso de la T.R. Libras/pie	D.E. de la cu- chara (pulg.)	Longitud del ahu- sado (pies)	Angulo (Gra- dos)	Long. Total (pies)	Peso Total (libras)
4½	9½ - 13½	3½	9	2.0	13	400
5½	17 - 23	4½	12½	1.9	17½	600
5½	13 - 17	4½	12½	1.9	17½	600
6 5/8	17 - 20	5½	13	2.3	18½	970
7	17 - 35	5½	13	2.3	18½	970
7 5/8	20 - 30	6½	13	2.5	18½	1100
8 5/8	24 - 49	7	13	2.9	18½	1600
8 5/8	29 - 53	8	13	3.2	18½	1800
10 3/4	32 - 55	9	13½	3.1	19	2100

Fresadoras para tubería de revestimiento.

Para iniciar la desviación del pozo a través de la T.R. se han desarrollado fresadoras rápidas (molinos) de corte rápido y de óptimo rendimiento.

Las superficies cortadoras, autoafilantes de carburo de tungsteno hacen máximo contacto con el material que se va a cortar pudiendo resistir altas temperaturas y cargas de impacto.

La fresadora inicial va equipada con un piloto largo y ahusado que guía las caras de los cortadores hacia la parte de la T.R. (a lo largo de unos pocos pies).

El piloto ahusado en su extremo inferior tiene un orificio por el cual pasa el tornillo sacrificable que se sujeta con la cuchara hasta que éste quede fijo y orientado.

La fresadora rápida tiempo ventana termina su operación -- abriendo la ventana en la T.R. Las caras de los cortadores de carburo de tungsteno mantienen constante acción cortadora en el fondo y en los lados. El fluido circulante (lodo) arrastra las rebabas.

A continuación se ilustran en la (Fig. No. 20) las herramientas especiales utilizadas para abrir ventana.

PETROLEOS MEXICANOS

ZONA SUR

DISTRITO EL PLAN, VER.

DEPARTAMENTO DE PERFORACION

SECCION TECNOLOGIA.

HERRAMIENTAS ESPECIALES REQUERIDAS PARA ABRIR VENTANA (CASING WHIPSTOCK - SIDETRACK )

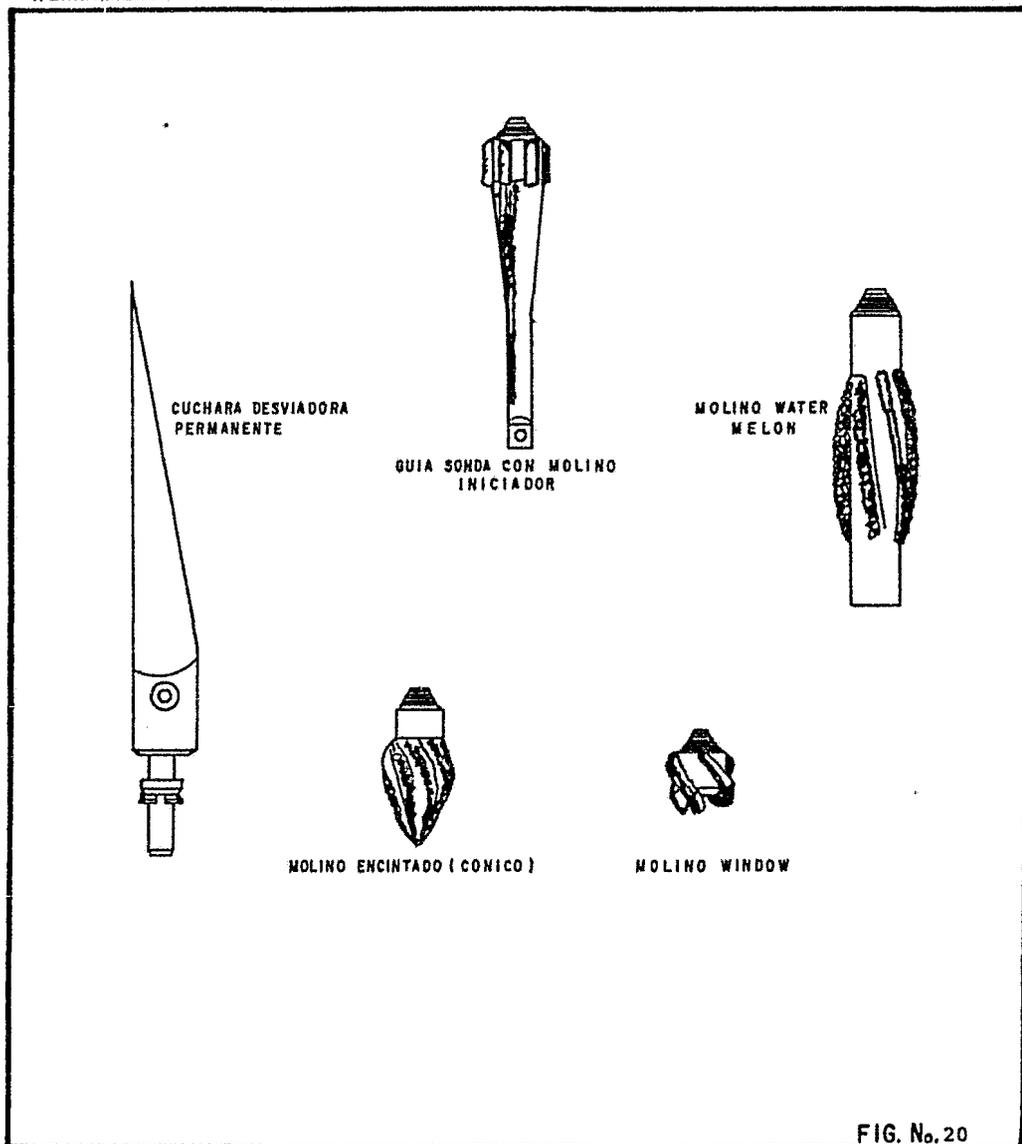


FIG. No. 20

DIB. M. PALOMEZ C/93.

A N E X O S

## ACCESORIOS PARA T.R.

### Zapata flotadora tipo "v"

Es una herramienta guía provista de un mecanismo interior -- que permite el paso de fluido hacia afuera de ella e impide el re greso de éstos, haciendo que la T.R. corta baje flotando en el -- fluido de control del pozo, en la parte interior está provista de aletas que permiten que estas en caso de que no opere el colgador esta pueda apoyarse en el fondo, efectuándose la circulación del fluido (lodo y cementos) a través de los orificios del fondo o -- laterales; esta difiere de la zapata guía y/o zapata flotadora es- tandar, esta se usa unicamente cuando se va colgar (liner).

### Cople flotador.

Es una unión entre dos tramos que contiene en su interior un mecanismo (tipo charnela o de canica) que funciona como elemento de flotación, es generalmente instalado a dos tramos arriba de la zapata.

### Colpe de retención.

Sirve como asiento a los tapones de cemento, es instalado ge- neralmente un tubo arriba del cople flotador.

Centrador.

Dispositivo utilizado para centrar la tubería de revestimiento con respecto a la pared del agujero, sirve para obtener la uniformidad de la capa de cemento alrededor de la T.R. Estos centradores se colocan a intervalos en la T.R. el número de centradores está en función del intervalo a cubrir con cemento.

Zapata Gufa.

Dispositivo utilizado durante la operación de cementación -- del pozo, es una sección pesada, corta y cilíndrica, llena de concreto y redondeada en su extremo inferior, se coloca en el extremo inferior del primer tramo de tubería de revestimiento. Evita que la T.R. se encaje en el agujero mientras se corre la tubería de revestimiento.

B I B L I O G R A F I A

- 1.- Procedimientos de Instalación y Pruebas Hidráulicas de Conexiones Superficiales - Información Técnica.- Depto. Perforación.
- 2.- Registros de Pozos - Orlando Gómez Rivero.
- 3.- Manual de Herramientas Especiales.- I.M.P.
- 4.- Catálogo General - Eastman - Whipstock
- 5.- Manual de Procedimiento para la Rama de Perforación de Pemex.
- 6.- Informe Final, Prospecto Manati.