

52

201



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**HISTORIA DEL POZO
JUJO NO. 27**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO PETROLERO

P R E S E N T A :

EDUARDO RAFAEL ROMAN GARCIA



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



Universidad Nacional
Autónoma

FACULTAD DE INGENIERIA

Dirección
60-I-151

Señor ROMAN GARCIA EDUARDO R.
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que aprobado por esta Dirección, propuso el Prof. Ing. - Carlos Balderas Joers, para que lo desarrolle como tesis para su Examen Profesional de la carrera de INGENIERO PETROLERO.

"HISTORIA DEL POZO JUJO No. 27"

- I INTRODUCCION.
- II RESUMEN.
- III DATOS GEOLOGICOS.
- IV DATOS GENERALES DEL POZO.
- V PROPIEDADES DEL YACIMIENTO.
- VI ETAPA DE PERFORACION.
- VII TERMINACION DEL POZO.
- VIII CONCLUSIONES.
- BIBLIOGRAFIA.

Ruego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento con lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar -- Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como -- requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así -- como de la disposición de la Coordinación de la Administración -- Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de los -- ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Atentamente.

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cd. Universitaria, D.F., Julio 25 de 1985.

EL DIRECTOR

Dr. Octavio A. Rascón Chávez

ARCH'RV:gtg

I N D I C E

	PAG.
1.- INTRODUCCION	1
2.- RESUMEN	4
3.- DATOS GEOLOGICOS	7
3.1 Antecedentes geológicos que justifican al Campo Jujo	7
3.2 Localización del área	9
3.3 Trabajos previos	11
3.4 Estratigrafía	11
3.5 Columna geológica perforada	16
3.6 Litología y espesor de cada una de las formaciones perforadas	17
3.7 Rocas generadoras	21
3.8 Análisis de la información geoquímica	21
3.9 Grado de madurez, generación y migra- ción de hidrocarburos	22
3.10 Rocas almacenadoras	22
3.11 Rocas selladoras	23
3.12 Tipo de trampa	23
4.- DATOS GENERALES DEL POZO	25

	PAG.
5.- PROPIEDADES DEL YACIMIENTO	27
5.1 Datos del yacimiento	28
5.2 Datos de la prueba de presión	30
5.3 Cálculo de la capacidad de flujo y de la permeabilidad	33
5.4 Cálculo del efecto de daño	33
5.5 Caída de presión debida al daño de la formación	34
5.6 Cálculo de la presión media	34
5.7 Registro de presión de fondo cerrado	36
5.8 Cálculo de los índices de productivi- dad y la eficiencia de flujo	38
6.- ETAPA DE PERFORACION	39
6.1 Historia de perforación	40
6.2 Barrenas utilizadas en la perforación	55
6.3 Fluidos de perforación	58
6.4 Diseño de las tuberías de revestimiento utilizadas	60
6.5 Cementaciones efectuadas	77
6.6 Registros tomados durante la perforación	86
7.- TERMINACION DEL POZO	94
7.1 Historia de terminación	95
7.2 Análisis de la muestra recuperada	101

	PAG.
7.3 Registros tomados durante la terminación	102
7.4 Estado mecánico del pozo	103
8.- CONCLUSIONES	104
BIBLIOGRAFIA	107

CAPITULO I

INTRODUCCION

La búsqueda de los hidrocarburos es uno de los principales objetivos de Petróleos Mexicanos lo que da como resultado una necesidad de incrementar la exploración petrolera tanto en el sentido areal como el vertical y con esto poder cubrir las necesidades internas de este energético y que los excedentes puedan ser exportados.

Por primera vez en la historia del petróleo en México se -

ha llegado a un yacimiento a más de 6000 metros de profundidad, para obtener producción comercial de hidrocarburos. Se trata - del pozo de desarrollo Jujo No. 27, localizado en la Zona Sureste, aproximadamente a 85 kilómetros al SW de la ciudad de Villahermosa, capital del Estado de Tabasco y cerca del poblado de - Ocuapan perteneciente al municipio de Huimanguillo.

La perforación de este pozo se inició el 6 de Agosto de -- 1983 y terminó el 20 de Julio de 1984, es decir se emplearon -- 350 días, pero lo significativo de este pozo consiste en que -- resultó productor de aceite y gas en un intervalo muy profundo, comprendido entre los 6062 a 6124 metros en rocas del Jurásico-Superior Kimmeridgiano, lo cual no sólo implica un record en toda Latinoamérica, sino que además confirma la existencia de yacimientos de hidrocarburos líquidos a profundidades donde generalmente sólo se localizan acumulaciones de gas.

El pozo resultó ser buen productor debido a que en su primera prueba aportó 4100 barriles de aceite y 5 millones de pies cúbicos de gas asociado por día, fluyendo por un estrangulador de media pulgada de diámetro y con una presión en la cabeza de 180 kg/cm^2 .

El aceite es de buena calidad 33.9 grados API (0.855 ---- gr/cm^3 de densidad), es decir aceite ligero del tipo denomina-

do Istmo. El espesor neto de roca impregnada con aceite se estima en 374 metros y a la profundidad total del pozo que es de 6200 metros no existe evidencia de presencia de agua .

Por el hecho que representa el que por primera vez un pozo resultó productor de hidrocarburos líquidos más allá de los -- 6000 metros, fué que se decidió tomarlo como base para el desarrollo del presente trabajo, haciendo una breve historia de los sucesos más importantes que se presentaron desde su localiza -- ción hasta terminarlo como productor de aceite volátil .

CAPITULO 2

RESUMEN

El pozo Jujo No. 27 se encuentra localizado al NE de la estructura del Campo Jujo, aproximadamente a 85 kilometros de Villahermosa, Tab.

Su etapa de perforación se inició el 6 de Agosto de 1983 y terminó el 19 de Junio de 1984, haciendo un total de 319 días .

La perforación se efectuó con el equipo Pemex 311 a una profundidad total de 6200 metros, para poder alcanzar esta profundidad fué necesario cementar 6 diferentes tuberías de revestimiento que variaron de 16 a 5 pulgadas de diámetro .

Durante esta etapa, después de cementar la tubería de revestimiento de 10 3/4" y al estar perforando a 5317 metros, se tuvo un problema de pérdida de lodo, que se debió a una ruptura en esta tubería de 2349 a 2368 metros, la cual se resolvió satisfactoriamente y la perforación continuó normalmente hasta su profundidad total .

El 20 de Junio de 1984 se inició la etapa de terminación y concluyó el 20 de Julio del mismo año, es decir se emplearon un total de 31 días .

El aparejo de producción quedó constituido por un multi - "v" 80-32 con 10 unidades selladoras, enchufado a un empacador permanente de 7 5/8" anclado a 3998 metros, una camisa de circulación de 3 1/2" cerrada a 3988.89 metros y tubería de producción de 3 1/2" hasta la superficie, quedando con una longitud total de 4003.74 metros .

En el intervalo seleccionado 6062-6124 m.b.m.r. se utilizaron pistolas scallop de 2" con 13 cargas por metro, fluyendo

aceite y gas con 81 kg/cm^2 en la cabeza, a través de un estrangulador de $1/2''$ de diámetro .

Posteriormente se efectuó una estimulación de limpieza con - 20 metros cúbicos de HCl al 15 %, desalojando aceite y gas con presión de 180 kg/cm^2 por $1/2''$.

Este pozo quedó oficialmente como productor de aceite volátil y gas, entrando a producción el 14 de Enero de 1985 con una producción de aceite de $407 \text{ m}^3/\text{día}$ y una RCA de $210 \text{ m}^3/\text{m}^3$, fluyendo por un estrangulador de $1/2''$ de diámetro, con una presión en la cabeza de 152 kg/cm^2 .

CAPITULO 3

DATOS GEOLOGICOS

3.1 ANTECEDENTES GEOLOGICOS QUE JUSTIFICAN AL CAMPO JUJO. ⁽¹⁾

El área mesozoica Chiapas - Tabasco ha sido explorada desde principio del siglo por algunas compañías extranjeras que -- operaban en México.

En 1930 la compañía " El Aguila " llevó a cabo estudios -- gravimétricos en algunas zonas del estado de Tabasco detectando

un eje de máximos en las cercanías del poblado de Jalpa de Méndez, con base en estos estudios, la compañía perforó en 1934 el pozo Jalpa No. 1 ubicado aproximadamente a 5 km. al SW del poblado antes mencionado, este pozo alcanzó la profundidad total de 2368 m., con una producción no comercial de aceite en sedimentos del Mioceno Inferior .

Petróleos Mexicanos continuó e intensificó los trabajos exploratorios mediante el método sísmológico de reflexión, dando como resultado el descubrimiento de numerosos campos productores de aceite y gas en rocas terciarias, tales como : Mecoaacán (1956), Tupilco (1959), Samaria (1960), Crisol (1961), Carriza y Peluzal (1962), El Golpe y Flatanal (1963), Santuario (1966), Castarrical (1967), Alameda, Tintal y Tres Palmas (1968), Caracolillo (1969), Gusano y Marañón (1970) y Ayapa (1971) .

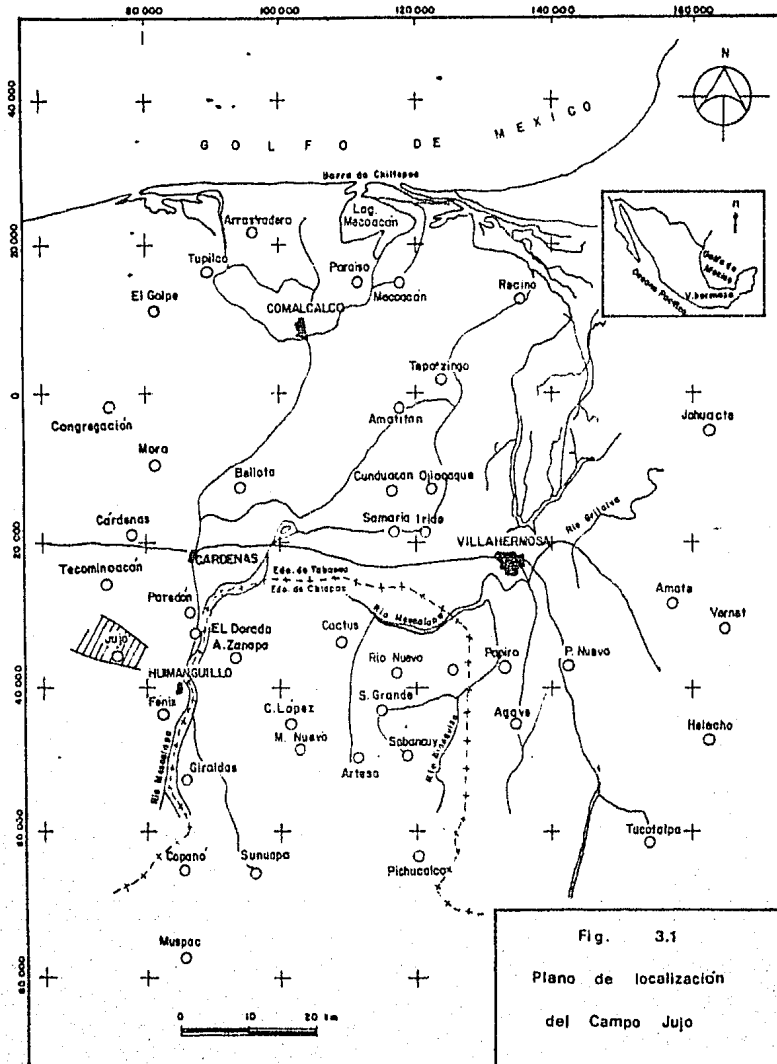
En 1969 se perforó el pozo Jalpa No. 3 situado aproximadamente 8 km. al SW del poblado con el mismo nombre, este pozo tenía como objetivo principal penetrar rocas del Cretácico Superior cuya cima se localizaba a 2430 m. de profundidad, siendo este el primero en alcanzar sedimentos del Mesozoico en la planicie costera del Golfo de México.

Al reinterpretarse la información geofísica del área perte

reciente al Sur de Reforma, Chiapas, se comprobó que los reflejos sísmicos existentes correspondían a sedimentos del Mesozoico, por lo que en ese mismo año se propusieron las localizaciones exploratorias denominadas Cactus 1 y Sitio Grande 1, mismas que fueron programadas para perforarse con el objetivo de alcanzar las rocas del Cretácico Superior y Medio a las profundidades de 3500 y 4200 m., respectivamente. En el mes de Mayo de 1972 ambos pozos se dieron por terminados como productores de aceite y gas. Estos descubrimientos fueron el inicio del desarrollo de una de las provincias de mayor potencialidad de hidrocarburos, puesto que a partir de los mismos, la exploración petrolera se intensificó, dando como resultado la detección de numerosas estructuras que han resultado productoras, entre las cuales se encuentra la del campo Jujo, descubierta en el año de 1980, que por sus características geológicas se encuentra entre las de mayor atractivo económico petrolero.

3.2 LOCALIZACION DEL AREA .

El campo Jujo se encuentra ubicado al SW de la ciudad de Cárdenas Tabasco., a una distancia aproximada de 35 km. (Fig.- 3.1). Geográficamente se localiza entre los meridianos $93^{\circ} 18' 33''$ y $98^{\circ} 38' 17''$ de latitud Norte y los paralelos $17^{\circ} 43' 37''$ y $17^{\circ} 59' 53''$ de longitud Oeste.



Geológicamente está en la provincia de las cuencas terciarias del Sureste y forma parte del área petrolera Mesozoica de Chiapas - Tabasco, cuyos límites son: Al Norte, la plataforma continental del Golfo de México, al Sur con la Sierra de Chiapas, al Este limita con la cuenca de Macuspana y al Oeste con la cuenca salina del Istmo.

3.3 TRABAJOS PREVIOS .

Los trabajos previos que se efectuaron en el área consistieron en: Sismología, Gravimetría y la interpretación de los datos en los pozos perforados, en estructuras vecinas como son: Iris, Fénix y Parédón. Dichos trabajos marcaron la pauta para iniciar la perforación del pozo exploratorio Jujo No. 2-A, que dió como consecuencia el descubrimiento de una nueva estructura, el campo Jujo. El 16 de Octubre de 1980 este pozo quedó terminado como productor de aceite y gas en el intervalo 5570-5547 m. que corresponde a la formación Cretácico Inferior. (El pozo -- Jujo No. 1 solo se perforó hasta el Terciario y el pozo Jujo No. 2 fué taponado por accidente mecánico).

3.4 ESTRATIGRAFIA .

La secuencia estratigráfica que se presenta en el campo -- Jujo, va desde el Jurásico Superior Kimmeridgiano hasta la for-

mación Paraje Solo (Fig. 3.2) .

Las características de las diferentes épocas y formaciones que integran la columna estratigráfica del campo se definieron con base en el análisis litológico de las muestras de conal, núcleos y en determinaciones paleontológicas y así se establecieron marcas eléctricas que sirvieron para efectuar correlaciones geológicas entre los pozos perforados vecinos .

En el presente trabajo se muestra la sección geológica estructural diagramática del pozo Jujo No. 27 con los pozos vecinos 25, 23-A, 22-A y 24, donde se muestran las profundidades de los puntos que se pudieron correlacionar (Fig. 3.3) .

Asimismo en la Fig. 3.4 se presenta la configuración estructural del Campo Jujo correspondiente a la cima del Cretácico Inferior .

ERA	PERIODO	EPOCA	EDAD		FORMACION	
			EDAD	FORMACION		
MESOZOICO	CUATERNARIO	RECIENTE	—		—	
		PLEISTOCENO	—		—	
	TERTIARIO	PLOCENO	ASTIANO			PARAJE SOLO
			PLAISANCIANO			FILISOLA
		MIOCENO	SUP.	SAHELIANO		CONCEP. SUPERIOR
			MED.	VINDOBIANO		CONCEP. INFERIOR
			INF.	BURDIGALIANO	ENCANTO	DEPOSITO
		OLIGOCENO	SUP.	CHATTIANO		///
	MED.		RUELIANO		OLIGOCENO MEDIO	
	INF.		TONGRIANO		OLIGOCENO INF.	
	EOCENO	SUP.	LUPIANO		EOCENO SUPERIOR	
			BARTONIANO			
		AUVERSIANO		EOCENO MEDIO		
		MED.	LUTECIANO			
		INF.	CUISIANO		EOCENO INFERIOR	
			YPRESIANO			
	PALEOCENO	SUP.	THANETIANO		PALEOCENO	
		MED.	MONTIANO			
		INF.	DANIANO			
	MESOZOICO	CRETACICO	SUPERIOR	MAESTRICHTIANO		MENDEZ
				CAMPANIANO		
SANTONIANO						
MEDIO			CONIACIANO		SAN FELIPE	
			TURONIANO			
			CENOMANIANO			
INFERIOR		ALBIANO		DOLOMIA CALIZAS ARCILLOSAS		
		APTIANO				
		BARREMIANO				
		HAUTERIVIANO				
		VALANGINIANO				
		BERRIASIANO				
JURASICO	SUPERIOR	TITHONIANO		TITHONIANO		
		KIMMERIDGIANO		KIMMERIDGIANO		
		OXFORDIANO				
	MEDIO	CALLOVIANO				
		BATONIANO				
		BAJOCIANO				

/// AUSENTE POR EROSION O NO DEPOSITO

SECUENCIA ESTRATIGRAFICA DEL CAMPO JUJO

FIGURA 3.2

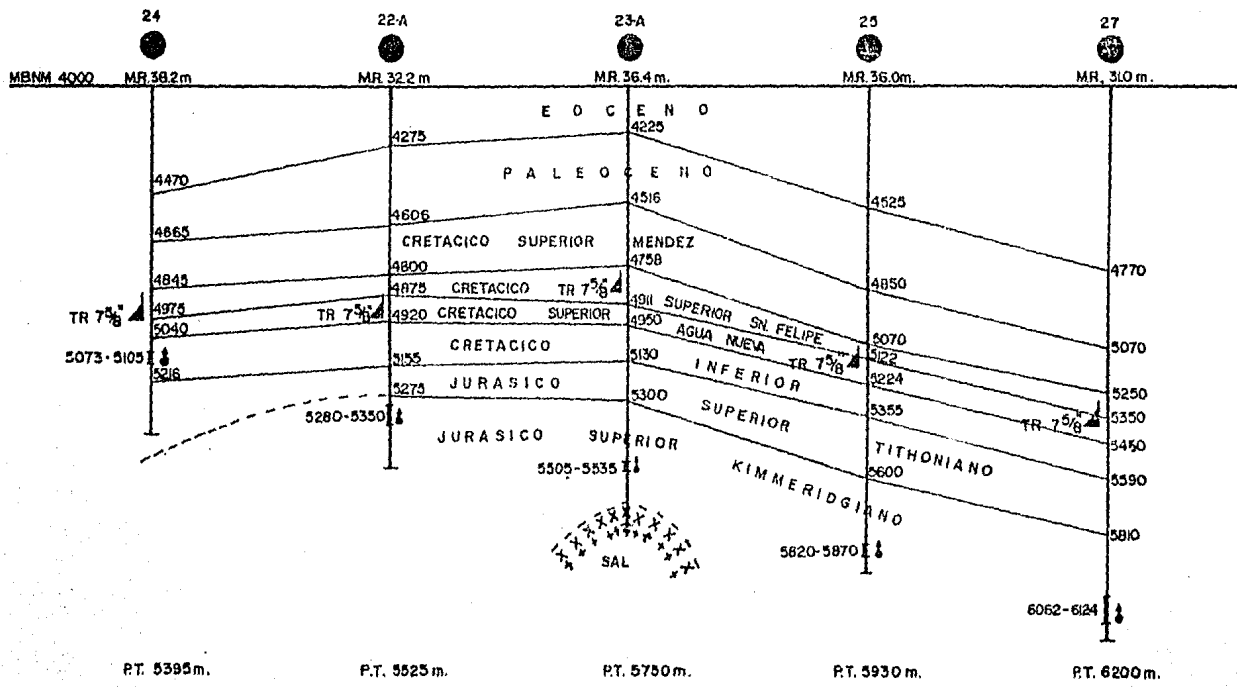
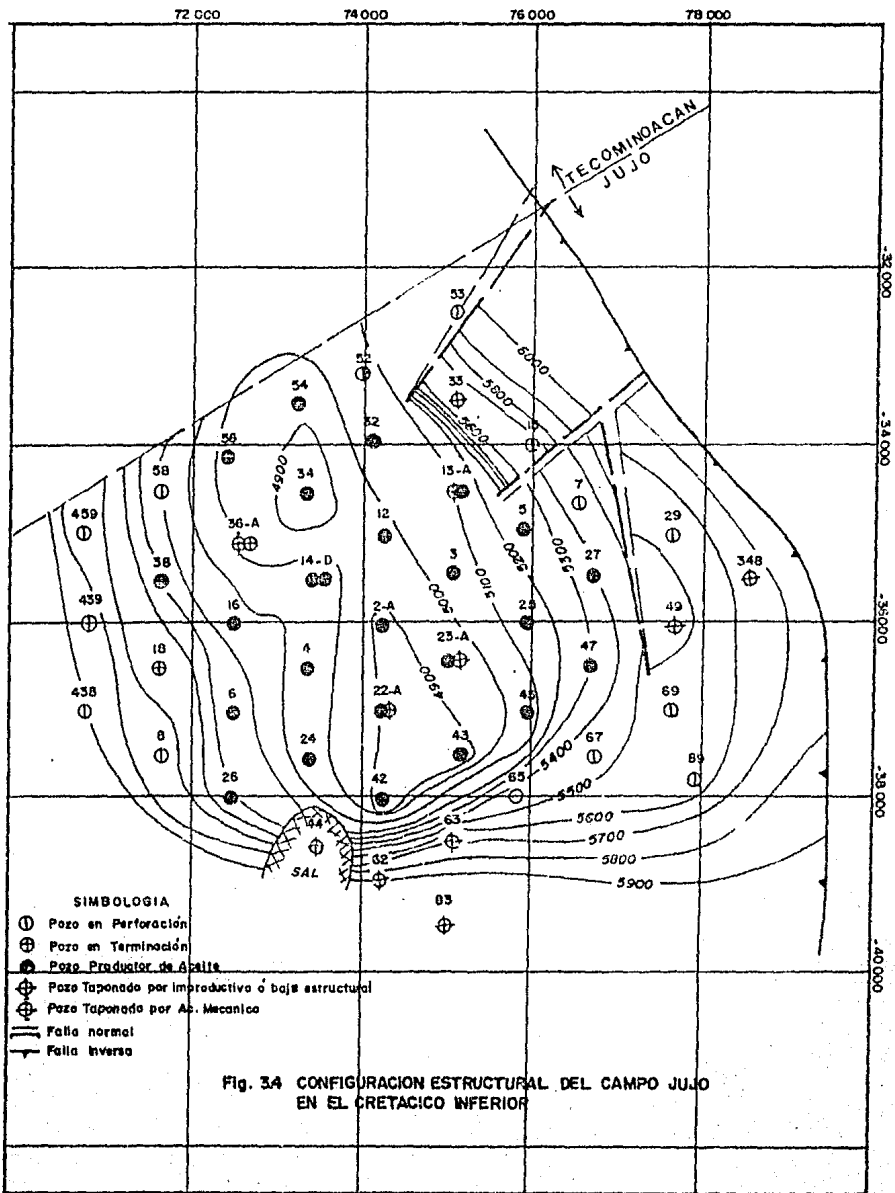


FIG. 3.3 SECCION GEOLOGICA ESTRUCTURAL DEL POZO JUJO NR 27 CON LOS POZOS 25, 23-A, 22-A y 24

ESC. 1:200 HORIZONTAL y VERT.



3.5 COLUMNA GEOLOGICA PERFORADA (2)

FORMACION	PROFUNDIDAD (m.b.m.r.)
Paraje Solo	Aflora
Concepción Superior	1300
Encanto	1525
Depósito	2175
Oligoceno	3385
Eoceno	3710
Paleoceno	4770
Cretácico Superior (Méndez)	5070
Cretácico Superior (San Felipe)	5250
Cretácico Superior (Agua Nueva)	5350
Cretácico Inferior	5450
Jurásico Superior Tithoniano	5590
Jurásico Superior Kimmeridgiano	5810
Profundidad Total	6200

3.6 LITOLOGIA Y ESPESOR DE CADA UNA DE LAS FORMACIONES PERFORADAS

PARAJE SOLO.- Se compone de arena gris claro a gris pardusco, de grano medio a grueso y de lutita gris claro a gris verdoso, laminar y de horizontes de arenisca gris de grano fino bien cementada con presencia de material carbonoso y fragmentos de moluscos; hacia la parte inferior de esta formación la arcillosidad aumenta. Su espesor promedio es de 870 m.

CONCEPCION SUPERIOR.- Formado principalmente de lutita gris verdosa a café grisáceo, suave a plástica con intercalaciones de arenas gris claro, de grano fino y areniscas gris de grano fino, bien cementada y encontrándose también delgados horizontes de lignita. Su espesor varía de 100 a 250 m.

ENCANTO.- Está compuesta de lutita gris verdoso, plástica y suave, en partes arenosa y bentonítica, se encuentra alternando con arenisca de grano fino, mal cementadas en matriz arcillosa, su cima se determinó por micropaleontología y por correlación eléctrica. Su espesor varía entre 100 y 800 m.

DEPOSITO.- Consiste de lutita gris claro a pardusco, suave a semidura, calcárea, laminar y lutita gris oscura, semidura a dura, ligeramente calcárea, con intercalaciones de arenis-

ca gris claro de grano fino, bien cementada, así como de horizontes pequeños de bentonita verde claro. Tiene espesor aproximado de 1800 m.

OLIGOCENO.- Está representado por lutita gris claro a pardusco, suave a semidura, en partes arenosas, calcárea y lutita-gris oscuro, semidura a dura, con intercalaciones de arenisca-gris claro a oscuro, de grano fino, ligeramente calcárea, así como delgados horizontes de bentonita gris claro. Su espesor promedio es de 400 m.

EOCENO.- Constituida esencialmente en la parte superior por lutitas de color gris claro a gris verdoso, suave a semidura, plástica, ligeramente calcárea y en partes fosilífera; hacia su base se va volviendo ligeramente arenosa, encontrándose intercalaciones de brechas calcáreas y bentoníticas. Su espesor es de 1000 m. aproximadamente. A estas rocas solamente se les ha determinado su cima por medio de la paleontología, ya que eléctricamente no hay diferencia con el Oligoceno .

PALEOCENO.- Litológicamente esta formada por un potente cuerpo de lutita gris verdoso y gris oscuro, semidura a dura, arenosa, calcárea, con delgadas intercalaciones de arena gris claro y gris oscuro de grano que varían de fino a muy fino, en partes bien cementadas por material calcáreo. Su espesor es cercano a los 400 m.

CRETACICO SUPERIOR (MENDEZ).- Está constituida por una-
marga de color café claro a café rojizo, semidura a dura, con -
intercalaciones de bentonita gris a gris verdoso y verde claro-
con lutita calcárea de color verde grisáceo a café suave con pe
queños cuerpos de brechas formadas por fragmentos de packstone-
de bioclastos y mudstone crema arcilloso y compacto. Su espes-
sor varía de 100 a 300 m.

CRETACICO SUPERIOR (SAN FELIPE).- Está representada por
mudstone gris verdoso, bentonítico, compacto, con fracturas se-
lladas por calcita, con intercalaciones de mudstone-wackestone-
de foraminíferos plantónicos, crema y café claro arcilloso. Ha
cia la parte inferior, los cuerpos de bentonita son frecuentes,
lo que significa una capa clave que puede localizarse en toda -
el área. Su espesor varía de 100 a 200 m.

CRETACICO SUPERIOR (AGUA NUEVA).- Está constituida por-
dos tipos de rocas; la parte superior consiste de un mudstone a
wackestone crema a café claro , con fracturas selladas por cal-
cita, en partes manifiesta arcillosidad, presenta pedernal ne-
gro ahumado y algunos horizontes finos de bentonita. Por lo --
que respecta a la parte inferior, figura un espesor de sedimen-
tos dolomitizados, representados por dolomía gris a obscuro, mi
crocristalina, de aspecto sacaroide, con fracturas selladas por
calcita, dolomita. Su espesor promedio es aproximadamente de -
170 m.

CRETACICO INFERIOR.- En la parte superior los sedimentos están constituidos por mudstone verde claro y gris verdoso arcilloso, bentonítico y legeramente dolomitizado, siendo éste el horizonte que se forma para marcar el contacto litológico entre las rocas del Cretácico Superior e Inferior. La parte media y basal se caracteriza por estar formado por dolomías y calizas dolomíticas, café claro, gris claro y verde grisáceo, arcillosas, criptocristalinas y microcristalinas, con escasas fracturas selladas de calcita con impregnación de aceite ligero. Su espesor promedio es de 300 m.

JURASICO SUPERIOR (TITHONIAND).- Estas rocas están constituidas por dolomías microcristalinas, arcillosas de color café oscuro y gris oscuro, con fracturas selladas por calcita y con intercalaciones de mudstone a wackestone fracturado, su espesor es de aproximadamente 150 m.

JURASICO SUPERIOR (KIMMERIDGIAND).- Constituido por dolomía mesocristalina y microcristalina, de color gris oscuro y café claro por impregnación de aceite, ligeramente arcillosa -- con microcavidades de disolución, encontrandose tambien microfrazuras selladas por dolomita blanca. Frecuentemente alterna con packstone y grainstone de oolitas y bioclastos e intercalaciones de anhidrita, su espesor no se ha determinado ya que a 6200 m. no se ha alcanzado su base sin embargo se espera sea el Jurásico Superior Oxfórdiano, tal como se presenta en la columna estratigráfica del área mesozoica de Chiapas - Tabasco .

3.7 ROCAS GENERADORAS

Con base en los estudios efectuados en el área mesozoica e de Chiapas - Tabasco se considera que las rocas generadoras de hidrocarburos son las calizas arcillosas del Jurásico Superior Tithoniano junto con los cuerpos arcillosos y bituminosos dolomitizados del Cretácico Inferior. Ya que estas rocas tienen un alto contenido de materia orgánica de tipo sapropélico que se cree dió origen a los hidrocarburos líquidos .

3.8 ANALISIS DE LA INFORMACION GEOQUIMICA (3)

En este campo no se han efectuado estudios geoquímicos y únicamente se cuenta con los resultados de estudios efectuados a pozos cercanos como son: Tres Pueblos No. 1-A, Sitio Grande Nos. 1-A, 82 y 92, Cunduacán No. 69, ubicados en el área mesozoica Chiapas - Tabasco .

Los estudios geoquímicos efectuados en 208 muestras tuvieron como objetivo principal el determinar la roca madre y fueron realizados por el Instituto Francés del Petróleo, en el año de 1978, los resultados obtenidos demuestran que las rocas madre son del Jurásico Superior (Tithoniano), por lo que el aceite de esta área tuvo su origen en el Jurásico y posiblemente en el Cretácico Inferior. En lo referente al contenido orgáni-

co en el Mesozoico se clasificó de buena a excelente, con valores promedio de 1.9-1%, el tipo de materia no se determinó pero se considera que corresponde a materia marina algacea; la madurez termal tampoco fué determinada, pero según la opinión de -- los analistas, las rocas del Jurásico y Cretácico reúnan las -- condiciones geoquímicas adecuadas para generar hidrocarburos -- líquidos .

3.9 GRADO DE MADUREZ, GENERACION Y MIGRACION DE HIDROCARBUROS

El gradiente geotérmico es relativamente bajo, permitiendo encontrar acumulación de aceite a más de 5200 m. de profundidad lo que indica que la roca generadora se encuentra en un grado de madurez adecuado para generar hidrocarburos líquidos. La migración de los hidrocarburos debe haberse iniciado cuando la roca generadora fué sometida a temperatura del orden de 60°C y para alcanzarla debe haberse sufrido un sepultamiento mínimo de - 2700 m., que en general coincide con el período Eoceno. (4)

Los hidrocarburos así formados emigraron aumentando su volumen en su recorrido vertical y lateral ascendente, hacia planos de menor presión en la secuencia dolomítica .

3.10 ROCAS ALMACENADORAS

Las rocas almacenadoras consisten esencialmente de dolomita

mías de edad Cretácico Inferior y Jurásico y el ambiente de depósito varía desde plataforma a mar abierto.

Estas rocas reúnen las características físicas necesarias como son: La porosidad y permeabilidad que les permite almacenar a los hidrocarburos.

La porosidad que se presenta en el área es de dos tipos:

- 1.- Porosidad intercrystalina que se presenta en la dolomía y se debe principalmente a que el carbonato doble de calcio y magnesio reemplaza al carbonato de calcio.
- 2.- Porosidad por disolución, es del tipo de cavernas e intrafósilar.

3.11 ROCAS SELLADORAS

Las rocas que constituyen el sello del yacimiento del campo Jujo son las correspondientes a las formaciones Méndez y San Felipe debido a que contienen un alto grado de material arcilloso calcáreo .

3.12 TIPO DE TRAMPA

La estructura que almacena los hidrocarburos del campo Jujo es del tipo anticlinal, alargada y de forma cómica, con - -

orientación NW-SE y paralelas al anticlinorio de la Sierra de Chiapas de la cual constituyen su buzamiento al NW, presenta -- además algunos plegamientos que están delimitados por buzamiento normal de sus capas y otros afectados por fallas inversas o del tipo normal .

CAPITULO 4

DATOS GENERALES DEL POZO

El pozo de desarrollo Jujo No. 27 perteneciente al Distrito Villahermosa, tuvo como objetivo obtener producción comercial de hidrocarburos de las rocas dolomitizadas del Cretácico y Jurásico productoras en el Campo Jujo. Dicho objetivo se logró en 350 días .

Es un pozo terrestre perforado con el equipo Pemex 311, cuya localización con respecto al pozo Jujo No. 25 es de 1000 m.-

al N 60° E y estructuralmente 300 metros más abajo aproximadamente .

Sus coordenadas en el Sistema Punta Gorda son :

X = 76704.04 Y = - 35476.27

y sus elevaciones :

Terreno Natural : 20.666 m.s.n.m.

Piso de la pera : 20.015 m.s.n.m.

Mesa Rotaria : 31.445 m.s.n.m.

Este pozo quedó oficialmente como productor de aceite y gas, entrando a producción el 14 de Enero de 1985, fluyendo por un estrangulador de 1/2" de diámetro con 152 kg/cm², una producción de aceite de 407 m³/día y una RGA de 210 m³/m³ .

CAPITULO 5

PROPIEDADES DEL YACIMIENTO

Actualmente las pruebas de presión constituyen una herramienta muy poderosa para la caracterización de un yacimiento -- que almacena hidrocarburos. En este capítulo se presenta el -- análisis de los datos obtenidos en una prueba de incremento de presión tomada en el pozo Jujo No. 27 (Tabla 5.1). Asimismo se muestran los cálculos efectuados y los resultados obtenidos que nos proporcionan el conocimiento de la capacidad de flujo del yacimiento, la permeabilidad promedio del área de influencia, la presión del área de drenaje, el factor de daño total .

La toma de datos tuvo una duración de dos horas, tiempo que se consideró suficiente para que se alcanzara el período de flujo radial. El equipo que se utilizó fue una HP TPT con una resolución de 0.02 lb/pg² y se colocó a 5400 m.b.m.r. Se escogió esta profundidad debido a que la sonda efectúa mediciones no -- confiables a temperaturas mayores de 150°C. En el registro de presiones de fondo cerrado, tabla No. 5.2 se muestra como varía la temperatura y presión con la profundidad .

5.1 DATOS DEL YACIMIENTO

Para la caracterización del yacimiento, además de los datos de la prueba de presión, se requiere del conocimiento previo de algunas propiedades del sistema roca-fluidos tales como:

Intervalo disparado	= 6062-6124	m.b.m.r.
Nivel medio de disparos	= 6093	m.b.m.r.
Temperatura del yacimiento	= 154'	°C
Densidad del aceite a 20°C	= 0.855	gr/cm ³ (33.9° API)
Relación gas-aceite	= 210	m ³ g/m ³ o
Gradiente del pozo	= 0.063	kg/cm ² /m.
Presión de saturación	= 262.45	kg/cm ²
Saturación agua congénita	= 16	%
Tiempo de producción	= 50	hr.
Gasto estabilizado	= 4047.95	bl/dfa

*Viscosidad del aceite	= 0.248	cp
*Factor de volumen del aceite	= 1.824	m ³ o a c.y./m ³ o a c.s.
Espesor neto	= 373	m
Presión de fondo fluyendo	= 524.57	kg/cm ²
Porosidad	= 0.01	fracc.
Radio del pozo	= 2.5	pc
Compresibilidad total	= 60.0x10 ⁻⁶	pc ² /lb
Area del radio de drene	= 8.45x10 ⁶	pies ²

* Datos tomados del análisis PVT del pozo Jujo No. 42-D, ya que este pozo no cuenta con el análisis de una muestra representativa .

Como se puede ver de acuerdo a las propiedades que se muestran se trata de un yacimiento que se encuentra en la etapa de bajo saturación ($p_y > p_b$) .

5.2 DATOS DE LA PRUEBA DE PRESION

La prueba se efectuó con equipo HP TPT y tuvo una duración de aproximadamente dos horas .

TABLA 5.1 DATOS DE LA PRUEBA DE INCREMENTO DE PRESION :

Δt (horas)	$t_p + \Delta t$ Δt	P_{ws} (lb/pg ²)
0.0000	∞	8300.97
0.0003	166668	8301.05
0.0006	83334	8301.32
0.0008	62501	8302.01
0.0011	43456	8303.51
0.0014	35715	8307.51
0.0017	29413	8309.41
0.0044	11365	8350.45
0.0056	8930	8369.00
0.0092	5436	8385.00
0.0136	3677	8390.00
0.0544	920	8397.00
0.1044	480	8398.19
0.4378	115	8399.78
0.9378	54	8400.47
1.4378	36	8401.20
1.9378	27	8401.70

En la tabla 5.1 se muestran en las columnas 1 y 3 los datos obtenidos de la prueba de presión y que son el tiempo acumulado de la prueba y la presión de fondo medida, en la columna 2 se muestran los resultados obtenidos después de hacer intervenir el tiempo de cierre de la prueba .

El contar con las columnas 2 y 3 permite utilizar el método de análisis tradicional de pruebas de incremento de presión propuesto por Horner (5) y que consiste esencialmente en graficar en papel semilogarítmico p_{ws} contra $(t_p + \Delta t) / \Delta t$ tal como se muestra en la Fig. 5.1.

De esta curva se obtiene con los últimos puntos una sección de línea recta que corresponde al período de flujo radial, se calcula la pendiente de esta recta m , en $lb/pg^2/ciclo$ para ser utilizada en el cálculo de la permeabilidad promedio de la formación.

Si la línea recta es extrapolada a un tiempo de cierre, Δt infinito $(t_p + \Delta t) / \Delta t = 1$ se obtiene la presión extrapolada, ó presión estrella p^* , que servirá para el cálculo de la presión promedio del yacimiento y la eficiencia de flujo. La presión a una hora se lee en la sección de línea recta y se utiliza para calcular el factor de daño de la formación .

POZO: JUJO 27

$P_{ws}, \text{lb/ps}^2$

8420
8400
8380
8360
8340
8320
8300

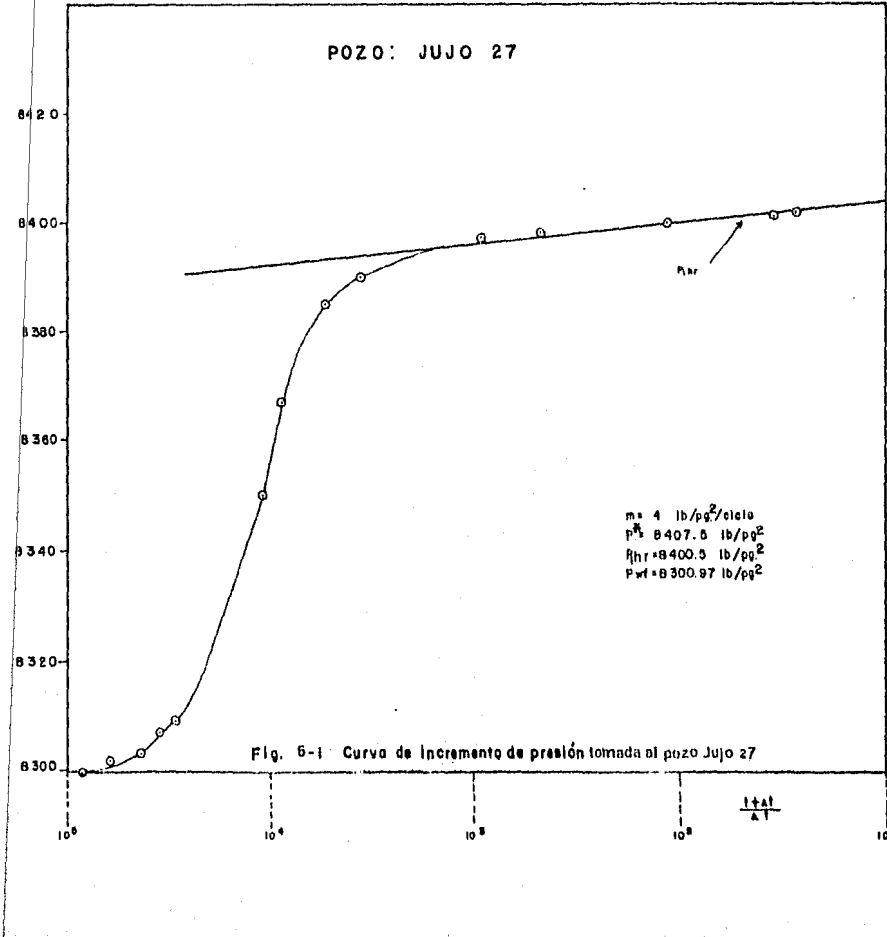
$m = 4 \text{ lb/ps}^2/\text{ciclo}$
 $P^* = 8407.5 \text{ lb/ps}^2$
 $q_{hr} = 8400.5 \text{ lb/ps}^2$
 $P_{wf} = 8300.97 \text{ lb/ps}^2$

P_{hr}

Fig. 6-1 Curva de incremento de presión tomada al pozo Jujo 27

10^0 10^4 10^8 10^{12} 10^{16}

$\frac{t+\Delta t}{\Delta t}$



5.3. CALCULO DE LA CAPACIDAD DE FLUJO Y DE LA PERMEABILIDAD

Para calcular la capacidad de flujo se utilizó la siguiente expresión :

$$kh = \frac{162.6 q_o \mu_o B_o}{m}$$

Sustituyendo datos y con $m = 4$ (Fig. 5.1) en dicha ecuación tenemos :

$$kh = 74434.1 \text{ md-pie}$$

Sabemos que $h = 374$ m. Por lo tanto, la permeabilidad será:

$$k = 60.7 \text{ md}$$

5.4 CALCULO DEL EFECTO DE DAÑO (s)

Para calcular el efecto de daño (6) (7) se utilizó la siguiente expresión :

$$s = 1.151 \left[\left(\frac{P_{1hr} - P_{wf}(\Delta t=0)}{m} \right) - \log \left(\frac{k}{\mu_o c_t r_w^2} \right) + 3.23 \right]$$

Sustituyendo datos y teniendo en cuenta que $r_w^2 = 0.043$ - pies², tenemos :

$$s = 20.9$$

5.5 CAIDA DE PRESION DEBIDA AL DAÑO DE LA FORMACION

Para calcular la caída de presión debida al daño de la formación se utilizó la siguiente ecuación :

$$\Delta p_s = \frac{141.2 q_o B_o \mu_o}{kh} s$$

Sustituyendo datos en dicha ecuación tenemos :

$$\Delta p_s = 72.6 \text{ lb/pg}^2$$

5.6 CALCULO DE LA PRESION MEDIA

La presión media del yacimiento se calculó utilizando el método de Matthews Brons Hezebroek. ⁽⁸⁾

Sustituyendo datos en el término del eje de las abcisas, -- Fig. 5.2, obtenemos :

$$\frac{0.000264 k t_p}{\beta M_o c_t A} = 0.6$$

Con el valor anterior y suponiendo que se tiene un área de drenaje circular, obtenemos para el término de la ordenada en la misma Fig. 5.2 un valor de :

$$\frac{p^* - \bar{p}}{70.6 q_o M_o B_o / kh} = 2.95$$

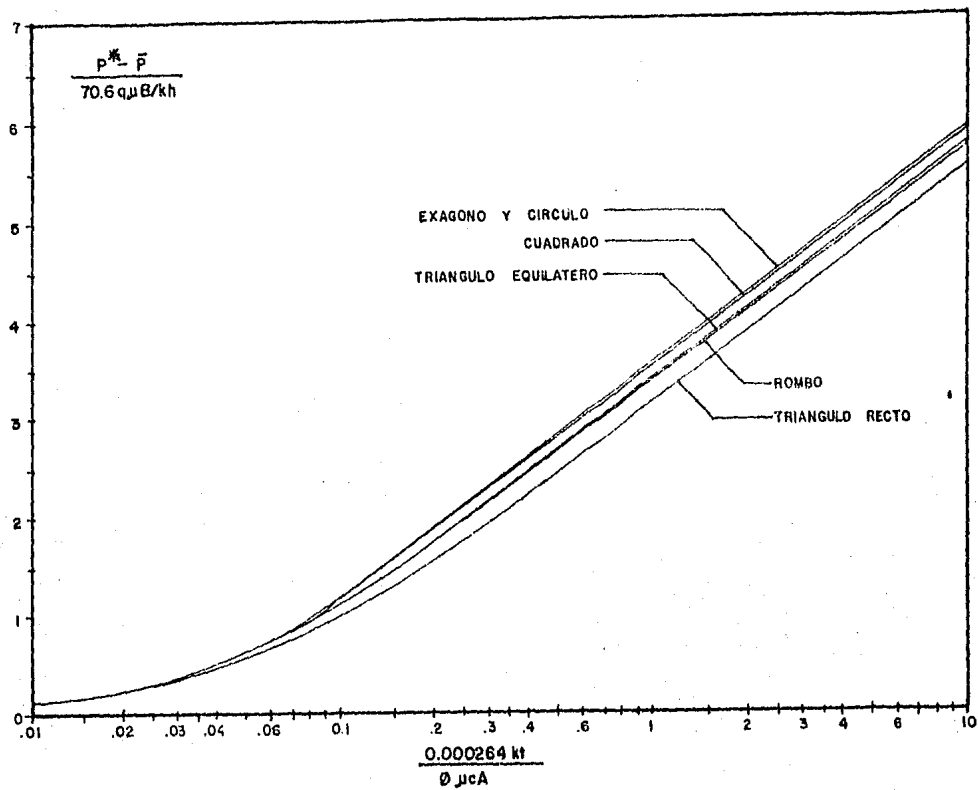


Fig. 5-2 Función presión para un pozo en el centro de un equilatero.

Despejando \bar{p} se tiene :

$$\bar{p} = p^* - \frac{(2.95) (70.6) \rho_0 \mu_0 B_0}{kh}$$

Sustituyendo valores obtenemos :

$$\bar{p} = 8402.4 \text{ lb/pg}^2 = 590.9 \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{a } 5400 \text{ m})$$

Llevando esta presión al nivel medio de los disparos tenemos :

(prof. del nivel medio de disparos - prof. del registro)

(gradiente de presión)

$$(6093 - 5400) (0.063) = 43.6 \text{ kg/cm}^2$$

Por lo tanto :

$$\begin{aligned} \bar{p}_{\text{n.m.d.}} &= 590.9 + 43.6 \\ &= 634.5 \text{ kg/cm}^2 \text{ (presión calculada) .} \end{aligned}$$

5.7 REGISTRO DE PRESION DE FONDO CERRADO

Al terminar la prueba de incremento de presión se efectuó un registro de presión de fondo cerrado por estaciones, el cual se presenta en la tabla No. 5.2

TABLA 5.2 REGISTRO DE PRESION DE FONDO CERRADO

PROFUNDIDAD MEDIDA m	PRESION ABSOLUTA kg/cm ²	AP kg/cm ²	GRADIENTE kg/cm ² /m	TEMPERATURA °C
0	234.480	6.670	0.067	34.6
100	241.150	6.665	0.067	52.6
200	247.815	19.583	0.065	55.1
500	267.398	34.154	0.068	61.1
1000	301.552	67.426	0.067	70.1
2000	368.978	65.551	0.066	91.7
3000	434.529	65.932	0.066	113.2
4000	500.461	64.756	0.065	128.1
5000	565.217	25.620	0.064	143.9
5400	590.837	6.591	0.066	149.9
5500	597.428	6.327	0.063	150.6
5600	603.755	6.326	0.063	151.2
5700	610.081	6.302	0.063	151.9
5800	616.383		0.063	152.7

El valor de presión* de la última estación se llevó a la -- profundidad del nivel medio de los disparos para compararla con la presión promedio calculada por el método de Matthews Brons - Hezebroek .

$$(6093 - 5600) (0.063) = 18.4$$

$$p.n.m.d. = 616.3 + 18.4$$

$$= 634.7 \text{ kg/cm}^2 \text{ (presión registrada) .}$$

5.8 CALCULO DE LOS INDICES DE PRODUCTIVIDAD Y LA EFICIENCIA DE FLUJO

Indice de Productividad Real :

$$J_R = \frac{q_o}{P^* - P_{wf}}$$

Sustituyendo valores tenemos que :

$$J_R = 38 \text{ bl/dfa/lb/pg}^2$$

Indice de Productividad Ideal :

$$J_I = \frac{q_o}{(P^* - P_{wf}) - \Delta p_s}$$

Sustituyendo valores tenemos que :

$$J_I = 119.5 \text{ bl/dfa/lb/pg}^2$$

Por lo tanto tenemos que la eficiencia de flujo sera :

$$E.F. = \frac{J_R}{J_I}$$

$$= 0.32$$

$$= 32 \%$$

CAPITULO 6

ETAPA DE PERFORACION

En este capítulo se expone brevemente la secuencia de las diferentes etapas que se efectuaron durante la perforación, los problemas que se presentaron durante esta y las operaciones más importantes que se realizaron. Asimismo, en forma tabulada se indican las barrenas utilizadas y los fluidos de perforación empleados. De las tuberías de revestimiento utilizadas se muestran sus diseños analíticos con sus respectivas comprobaciones gráficas y cementaciones. También se presentan los registros geofísicos tomados durante la perforación, mostrándose el análisis

sis y resultados obtenidos con cada uno de ellos. Finalmente se proporciona una figura en la cual se muestra la profundidad-contra días en perforación, asimismo se tiene las profundidades de las cimas esperadas en cada formación y las reales, las densidades de los lodos programadas y las que se utilizaron, así como las profundidades programadas de las tuberías de revestimiento y donde realmente fueron cementadas .

6.1 HISTORIA DE PERFORACION ⁽⁹⁾

A continuación en la columna 1 se encuentran las fechas de inicio y terminación de la operación. En la columna 2 se muestra la profundidad final a la que se realizó la operación, la cual se describe brevemente en la columna 3, donde se presentan lodos y barrenas utilizadas durante la misma .

FECHA	PROF.m	OPERACION
6-7/ AGO/83	50	Lodo Bentonítico 1.08 gr/cm ³ . Con barrena - 30", se perforó y se metió tubo conductor 24" a 50 m. donde se cementó mismo con 25 toneladas de cemento tipo "G" con 2% de acelerador de fraguado.
8-26/	1000	Lodo Bentonítico 1.22 gr/cm ³ . Se metió barrena de 22" a 44 m. tocando cima de cemento, rebajó mismo y perforó. Se tomó registro de Inducción de 1000 a 50 m.

FECHA	PROF. M	OPERACION
27-30/ AGO/83	1000	Lodo Bentonítico 1.22 gr/cm ³ . Mete barrena 22" a 60 m. sacó misma y suspende por falla del malacate .
31/AGO/83	1000	Lodo Bentonítico 1.22 gr/cm ³ . Se metió barrena 22" a 135 m. encontrándose resistencia al tratar de circular sin éxito por pérdida parcial abrió llenadera y llenó -- por espacio anular con 8 m ³ de lodo, abatiéndose espejo a 10 m. sin lograr circular. Se sacó barrena y se acondicionó lodo en presas .
1/SEP/83	1000	Lodo Bentonítico 1.14 gr/cm ³ . Se metió tubería de perforación de 5" a 60 m. dónde se colocó tapón por circulación con 20 toneladas de cemento tipo "G", bombeó lechada de 1.80 gr/cm ³ con presión de 28 kg/cm ² sin observar circulación. Mete barrena 22" a 85 m. dónde se checó cima de cemento, rebajó cemento a 90 m. suspende por pérdida parcial de 30 m ³ de lodo. Aumenta y acondiciona lodo en las presas:

FECHA	PROF. m	OPERACION
2/SEP/83	1000	Lodo Bentonítico 1.08 gr/cm ³ . Con barrena 22", rebajó cemento a 100 m. observando -- circulación, bajó libre a 136 m. y se sacó barrena .
3-5/ SEP/83	1000	Lodo Bentonítico 1.22 gr/cm ³ . Se metió -- barrena 22" a 136 m. donde encontró resistencia, llenó pozo observando espejo 30 minutos normal. Repasa tramo por tramo a -- fondo, circulando normal y desalojando a-- bundante recorte y arena de grano fino .
6-8/ SEP/83	1000	Lodo Bentonítico 1.22 gr/cm ³ . Se metió TR 16" a 870 m. encontrando resistencia, circuló y al tratar de levantar encontró la T.R. pegada. Circuló trabajando la T.R. con 20-30 toneladas hacia arriba y hacia -- abajo sin éxito. Cementó T.R. 16" a -- 871.95 m.
9-14/ SEP/83	1108	Lodo Bentonítico 1.22 gr/cm ³ . Instaló y -- probó conexiones superficiales de control con 210 kg/cm ² . Bien. Metió barrena 14 3/4" a 830 m. Probó T.R. 16" con 60 kg/cm ² . Bien.

FECHA	PROF. m	OPERACION
		Rebajó cople flotador y cemento a 900 m.- Metió libre a 1000 m. y perfora .
15 SEP/ 21 OCT/83	3060	Lodo LSE. 1.30-1.50 gr/cm ³ . Con barrenas 14 3/4" perfora lutita gris verdosa semi- dura .
22-23/ OCT/83	3060	Lodo LSE 1.50 gr/cm ³ . Se tomó registro - de Inducción de 3060 a 860 m. y registro- de desviación con calibrador de 3060 a -- 870 m.
24 OCT/ 1 NOV/83	3220	Lodo LSE 1.52-1.58 gr/cm ³ . Con barrena-- 14 3/4" perforó. Tomó registro de desvia- ción con calibrador de 3220 a 871 m. y re- gistro de Inducción de 3220 a 3000 m.
2-3/ NOV/83	3220	Lodo LSE 1.58 gr/cm ³ . Metió barrena 14 - 3/4" a fondo, circuló acondicionando lodo para T.R. de 10 3/4".
4/NOV/83	3220	Lodo LSE 1.58 gr/cm ³ . Levantó barrena a- 2700 m. y metió a 3095 m., resistencia, re- pasó tramo por tramo a 3105 m. al hacer - conexión observó tubería pegada. Trabajó-

FECHA

PROF. m

OPERACION

sarta con 25 toneladas sobre su peso, logrando liberarla, se sacó barrena a la zapata, circula acondicionando lodo.

5-7/
NOV/83 3220 Lodo LSE 1.58 gr/cm³. Se metió barrena - 14 3/4" a 3105 m., resistencia, circuló. - Repasó tramo por tramo a fondo desalojando abundante derrumbe. Se circuló y se sacó barrena a la zapata en viaje de reconocimiento, metió a fondo, circuló acondicionando lodo, se sacó barrena a la superficie. Preparativos para meter TR 10 3/4"

8-11/
NOV/83 3220 Lodo LSE 1.58 gr/cm³. Se metió T.R. 10 3/4" a fondo y cementó misma en 2 etapas.

12-14/
NOV/83 3220 Lodo LSE 1.58 gr/cm³. Instaló conexiones superficiales de control y probó mismas - con 210 kg/cm², durante 30 minutos. Bien.

15/NOV/83 3220 Lodo LSE 1.58 gr/cm³. Se metió barrena - 9 1/2" a 1251.90 m. donde checó cople "G" perforó mismo y probó con 100 kg/cm², durante 30 minutos. Bien. Metió barrena libre a 3179m. Rebajó tapón y cople diferencial.

FECHA	PROF. m	OPERACION
16/NOV/83	3225	Lodo LSE 1.58 gr/cm ³ . Circuló y probó TR- con 100 kg/cm ² . Rebajó cemento a 3219.50 m. perforó zapata guía y 5 m. más, levantó - bna. a 3218 m. y probó efectividad de TR 10 3/4" con lodo LSE de 1.58 gr/cm ³ y presión de 140 kg/cm ² para una densidad equivalen- te de 2.01 gr/cm ³ , abatiéndose la presión a 136 kg/cm ² en 10 minutos. Represionó con 10 .5 barriles y con un gasto de 0.5 barril - por minuto. Descargó presión a 0 regresan- do 10 barriles .
17-19/ NOV/83	3225	Lodo LSE 1.58 gr/cm ³ . Se sacó barrena 9 - 1/2". Colectora recupero 3 kg. de chatarra. Mete misma barrena a 3000 m. Lava presa de asentamiento, mezclado y succión 100 %. Es- pera transporte de lodo Drilex.
20-21/ NOV/83	3225	Cambia lodo Ligno Sulfonato Emulsionado -- por lodo Drilex.
22/NOV/83 16/ENE/84	5317	Lodo DLEX 1.85 gr/cm ³ . Con barrena 9 1/2" perfora y suspende por pérdida parcial de-

FECHA

PROF. m

OPERACION

12 m³. de lodo. Suspende bombeo observando abatimiento de espejo lentamente por espacio anular .

17-18 ENE/84 5317 Lodo DLEX 1.85 gr/cm³. Levantó barrena 9-1/2" a 600 m., observando abatimiento de espejo sin encontrarlo. Metió a 1035 m. y bombeó por espacio anular 2.4 m³ de lodo - Dlex. de 1.27 gr/cm³. Sacó barrena y metió tubería franca 5" a 2006 m. sin observar espejo, llenó por espacio anular con 10.3-m³ de lodo Dlex. de 1.27 gr/cm³. Observó - pozo abatiéndose espejo lentamente .

19-20 ENE/84 5317 Lodo DLEX 1.80 gr/cm³. Con TP franca 5" a 2006 m., se efectuó registro de ruidos de - 3200 a 0.00 m.

21-22 ENE/84 5317 Lodo DLEX 1.80 gr/cm³. Con TP 5" a 3250 m circuló emparejando columnas entrada y salida a 1.80 gr/cm³ y colocó T x C de apoyo con 10 toneladas de cemento tipo "G" al 0. 2 % LD-13, 4 % IM-117, 0.6 % DS-60, 1.5 --

FECHA

PROF. m

OPERACION

lt/sc D-47, con un rendimiento de 38 lt/sc y una densidad de 1.90 gr/cm^3 , entre batches de 7.5 y 2 barriles de espaciador E-1001, desplazó con 178 barriles de lodo Dlex, de 1.80 gr/cm^3 con presión de circulación de 52.5 kg/cm^2 . Desplazó normal .

23-25 5317 Lodo DLEX $1.80 - 1.30 \text{ gr/cm}^3$. Con barrena 9 1/2" a 1009 m., esperó fraguado llegando constantemente por espacio anular, al principio con lodo Dlex, de 1.80 gr/cm^3 y luego con lodo de 1.30 gr/cm^3 .

ENE/84

26-29 5317 Lodo DLEX 1.30 gr/cm^3 . Metió barrena 9 1/2" circulando directo y emparejando columnas a 1.30 gr/cm^3 a 2968 m, donde checó cima de cemento del T x C de apoyo con 10 toneladas de peso. Sacó, mete misma barrena y escariador 10 3/4" a 2800 m. Sacó barrena y escariador .

ENE/84

30-31 5317 Lodo DLEX $1.30-1.40 \text{ gr/cm}^3$. Metió RTTS a 2006 m. Circuló 2 horas. Observó li-

ENE/84

FECHA

PROF. m

OPERACION

gero flujo por espacio anular de 1 lt/min, aumentando a 4 lt/min. Cerró preventor -- anular y densificó lodo de 1.30 a 1.40 gr/cm³, abrió preventor y circuló emparejando columnas a 1.40 gr/cm³. Observó pozo sin manifestar. Ancló empacador RTTS a 2006m. Probó TR con 70 kg/cm² por espacio anular durante 30 minutos. Bien. Probó por TP con los siguientes resultados: Presión de admisión = 63 kg/cm², Presión de inyección = 63-84 kg/cm², gasto = 1 bl/min, abatiéndose a 50 kg/cm² en 15 minutos. Inyectó 8 bl. y al descargar la presión a cero regresó 2 barriles .

1 - 2
FEB/84

5317

Lodo DLEX 1.45 gr/cm³. Con RTTS 10 3/4"- localizó ruptura en TR 10 3/4" de 2349 a - 2368 m.

3/FEB/84

5317

Lodo DLEX 1.45 gr/cm³. Con extremo de TP franca 5" a 2373 m. efectuó T x C y cementación forzada entre baches de 15 y 4 barriles de SAM IV con densidad de 1.60 gr/-

FECHA PROF. m

OPERACION

cm^3 , con 15 toneladas de cemento clase "G" al 0.5 % CFR-2, 0.2 % D-AIR-1, 3 % KCl, 0.5 % HR-5 con densidad de lechada de 1.90 - gr/cm^3 . Desplazó con 118 barriles de lodo Dlex con densidad de 1.45 gr/cm^3 . Levantó extremo de TP a 1916 m. llenó por espacio-anular con 10 barriles de lodo. Cerró --- preventor anular de 5" y forzó 53 barriles de lechada a través del intervalo de ruptura 2349-2366 m. con presión máxima de inyección de 70 kg/cm^2 , gasto de inyección - 1-0.5 bl/min. y presión final de 56 kg/cm^2 dejando pozo cerrado con dicha presión .

4/FEB/84 5317

Lodo DLEX 1.45 gr/cm^3 . Abrió pozo y descargó presión a 0 kg/cm^2 . Observó nivel del espejo estático. Sacó TP franca y se probaron conexiones superficiales con 210- kg/cm^2 durante 30 minutos, bien.

5 - 7 5317

FEB/84

Lodo DLEX 1.63 gr/cm^3 . Metió barrena 9 - 1/2" a 2363 m. cima de cemento, probó TR - con 110 kg/cm^2 durante 30 minutos. Bien .-

FECHA	PROF. m	OPERACION
		<p>Rebajó cemento a 2378 m. Probó TR 10 3/4" con 110 kg/cm² durante 30 minutos. Bien. - Circula aumentando densidad al lodo a 1.91 gr/cm³.</p>
8 - 9 FEB/84	5317	<p>Lodo DLEX 1.91 gr/cm³. Con barrena 9 1/2" a 2378 m. Observó espejo sin abatimiento del mismo, rebajó cemento a 2450 m. Observa pozo bien. Metió a 2969 m. Rebajó cemento del T x C de apoyo a 3246 m. Metió barrena libre a 3346 m., levantó misma a 3220 m, donde circuló desalojando recortes. Observó pozo bien.</p>
10-17 FEB/84	5345	<p>Lodo DLEX 1.91 gr/cm³. Metió barrena 9 1/2" a fondo y perforó. Tomó registro de Inducción-Rayos Gamma, registro de Calibración y Desviación de 5333 a 3220 m. Y registro de Neutrón Compensado-Rayos Gamma de 5333 a 4900 m.</p>
18-28 FEB/84	5345	<p>Lodo DLEX 1.91 gr/cm³. Mete TR 7 5/8" - corta a 5340.70 m. donde encontró resis -</p>

FECHA	PROF. m	OPERACION
29/FEB 10/MZO/84	5345	Lodo DLEX 1.91-1.80 gr/cm ³ . Metió barrena 9 1/2" a 2580 m. donde encontró resisten - cia. Rebajó cemento a 3003 m., donde che - có la boca de Liner (B.L.) 7 5/8". Sacó - barrena 9 1/2" y metió barrena 6 1/" a B.- L. continúa rebajando cemento a 3050 m. y - mete libre a 5303 m. Resistencia. Rebaja cemento, tapón de desplazamiento, cople -- flotador y cemento 5330 m. Circuló y bajó densidad al lodo de 1.91 a 1.80 gr/cm ³ con rima 7 7/8" conformó B.L. a 3004.70 m.
11-15 MZO/84	5345	Lodo DLEX 1.80 gr/cm ³ . Metió TR 7 5/8" -- complemento a 3003 m. donde checó B.L. 7 - 5/8" cementó mismo. Instala conexiones su perficiales y probó mismas con 350 kg/cm ² , durante 30 minutos satisfactoriamente .
18-21 MZO/84	5345	Lodo DLEX 1.80 gr/cm ³ . Mete barrena 6 1/2" a 2978 m., donde checó cima de cemento, re - baja mismo a 3007 m. Mete libre a 5330 m. rebaja cemento y perforó zapata a 5345 m.

FECHA	PROF. m	OPERACION
22-31 MZO/84	5408	Lodo DLEX 1.80 gr/cm ³ -Lodo LSE 1.26 gr/cm ³ Con barrena 6 1/2" perforó, levantó misma a 5340 m. Limpió presas y desplazó lodo - Drilex por LSE emparejando columnas de lo do a 1.26 gr/cm ³ . Perfora .
1-30 ABRIL/84	5813	Lodo LSE 1.28 gr/cm ³ . Con barrena 6 1/2" perfora dolomía café oscuro, microcrista lina con impregnación de aceite .
1 - 4 MAYO/84	5820	Lodo LSE 1.28 gr/cm ³ . Con barrena 6 1/2" perforó. Tomó registros: Sónico de Porq- sidad de 5820 a 5336 m., HDT de 5820 a -- 5700 m., Echados de 5364 a 5826 m., De-- ble Laterolog-Microesférico Enfocado, Dea viación con Calibrador y Neutrón Compensa do-Rayos Gamma de 5820 a 5340 m .
5-20 MAYO/84	6002	Lodo LSE 1.28 gr/cm ³ . Con barrena 6 1/2" perforó a 5998 m., sacó misma y metió co- rona 6 1/2" x 2 5/8" y barril muestrero - 4 3/4" x 2 5/8" a 5998 m. Circuló y cog- tó núcleo 1 de 5998 a 6002 m. Sacó a la -

FECHA PROF. m

OPERACION

superficie recuperando 70 cm. del núcleo 1 (17.5 %). Tomó registros; Doble Laterolog-Microesférico Enfocado, Neutrón - Compensado-Rayos Gamma de 6002 a 5340 m., BHC de 6002 a 5770 m., VDL de 6002 a - - 5755 m., Espectroscopía, Litodensidad-RG - de 6002 a 5340 m., HDT de 6000 a 5700 m.

21/MAYO 6200
5/JUN/84

Lodo LSE 1.26 gr/cm³. Con barrena 6 1/2" perforó dolomía café claro microcristalina partes mesocristalinas con ligeras imnaciones de aceite. Tomó registros : DLL - MSFL-GR de 6200 a 5900 m., BHC de 6200 a 5950 m., HDT, Geometría y Gráfica de Q -- rientación de 6200 a 5340m. Litodensidad-Compensada-RG de 6200 a 5950 m.

6 - 9 6200
JUN/84

Lodo LSE 1.26 gr/cm³. Metió TR 5" corta a 6200 m. donde ancló, soltó y cementó - misma. Metió barrena 6 1/2" a 4864 m. - donde tocó cima de cemento y rebajó mismo a 5110 m., donde checó B.L. 5".

FECHA	PROF. m	OPERACION
12-14 JUN/84	6200	Lodo LSE 1.26 gr/cm ³ . Metió molino 4 1/8" a 5117 m., donde encontró resistencia. Resistencia. Rebajó cemento a 5149 m. Metió molino libre a 6124 resistencia, rebajó cemento a 6176.47 m., donde checó cople de retención. Levantó molino 4 1/8" a - - 5107 m. y probó B.L. 5" con 170 kg/cm ² durante 30 minutos. Bien. Con rima 5 3/16" conforma B.L. 5 " a 5111.8 m.
15-19 JUN/84	6200	Lodo LSE 1.26 gr/cm ³ . Meste TR 5" extensión y cementó misma a 5110 m. Prueba cabezal 7 5/8" conjunto de preventores, líneas superficiales de control y árbol de estrangulación con 490 kg/cm ² durante 30 minutos. Satisfactoriamente .

6.2 BARRENAS UTILIZADAS EN LA PERFORACION

En la siguiente tabla en la columna 1 se muestra el número de la barrena que se utilizó, en la columna 2 se presenta el -- diámetro en pulgadas de la misma. En la columna 3 y 4 se tiene los metros perforados y los metros acumulados respectivamente .

El tiempo efectivo que empleó cada barrena se muestra en - la columna 5 y está dado en horas .

No. BNA.	DIA. (PG)	METROS PERFORADOS	METROS ACUM.	HORAS
1	30	50	50	-
2	22	494	544	43
3	22	132	676	21
4	22	87	763	11
5	22	155	918	21
6	20	82	1000	18
7	14 3/4	300	1300	36
8	14 3/4	346	1646	35
9	14 3/4	281	1927	29
10	14 3/4	274	2201	26
11	14 3/4	127	2328	27
12	14 3/4	119	2447	26
13	14 3/4	136	2583	30
14	14 3/4	101	2684	27

No. BNA.	DIA. (PG)	METROS PERFORADOS	METROS ACUM.	HORAS
15	14 3/4	68	2752	28
16	14 3/4	54	2806	23
17	14 3/4	29	2835	20
18	14 3/4	37	2872	18
19	14 3/4	42	2914	21
20	14 3/4	66	2980	45
21	14 3/4	81	3060	26
22	14 3/4	112	3171	32
23	14 3/4	49	3220	37
24	9 1/2	552	3777	38
25	9 1/2	67	3814	5
26	9 1/2	493	4270	45
27	9 1/2	375	4645	48
28	9 1/2	257	4902	59
29	9 1/2	157	5059	49
30	9 1/2	34	5093	28
31	9 1/2	30	5123	45
32	9 1/2	78	5200	80
33	9 1/2	64	5264	85
34	9 1/2	53	5317	78
35	9 1/2	28	5345	33
36	6 1/2	65	5450	65
37	6 1/2	83	5493	64

No. BNA.	DIA. (PG)	METROS PERFORADOS	METROS ACUM.	HORAS
38	6 1/2	61	5554	59
39	6 1/2	81	5635	75
40	6 1/2	63	5698	68
41	6 1/2	56	5754	63
42	6 1/2	66	5820	50
43	6 1/2	67	5887	53
44	6 1/2	68	5955	59
45	6 1/2	47	6002	27
46	6 1/2	75	6077	37
47	6 1/2	65	6142	46
48	6 1/2	58	6200	36

6.3 FLUIDOS DE PERFORACION

Durante la perforación del pozo se utilizaron 3 tipos diferentes de lodos , los cuales a continuación se mencionan en forma tabular, a que profundidad y en que formaciones fueron utilizadas, así como sus características principales .

Tipo de Lodo	Prof. m	Formación	Densidad gr/cm ³	Viscosidad Seg.
BENT.	0- 50	Paraje Solo	1.08	50
BENT.	- 951	"	1.14	35
"	-1000	"	1.22	80
"	-1108	"	1.26	60
L.S.E.	-1300	"	1.26	60
"	-1525	Concep. Sup.	1.26	60
"	-1646	Encanto	1.30	60
"	-2175	"	1.30	60
"	-2201	Depósito	1.33	60
"	-2328	"	1.38	60
"	-2447	"	1.42	60
"	-2583	"	1.43	60
"	-2684	"	1.45	70
"	-2806	"	1.46	60
"	-2835	"	1.47	60
"	-2914	"	1.50	60

Tipo de Lodo	Prof. m	Formación	Densidad gr/cm ³	Viscosidad Seg.
L.S.E.	-3060	Depósito	1.50	65
"	-3220	"	1.53	60
"	-3225	"	1.58	70
DLEX.	-3385	"	1.85	130
"	-3710	Oligoceno	1.85	130
"	-3814	Eoceno	1.85	75
"	-4270	"	1.85	90
"	-4770	"	1.85	130
"	-4902	Paleoceno	1.85	85
"	-5070	"	1.85	130
"	-5123	K.S. Méndez	1.85	90
"	-5200	"	1.85	95
"	-5250	"	1.85	130
"	-5264	K.S. Sn. Felipe	1.89	115
"	-5317	"	1.85	105
"	-5345	"	1.91	110
L.S.E.	-5350	"	1.26	60
"	-5450	"	1.26	55
"	-5493	Cretácico Inf.	1.28	60
"	-5554	"	1.28	65
"	-5754	J.S. Tithoniano	1.28	60
"	-5810	"	1.28	60
"	-5887	J.S. Kimmeridgiano	1.26	60
"	-6002	"	1.27	60
"	-6200	"	1.26	60

6.4 DISEÑO DE LAS TUBERÍAS DE REVESTIMIENTO UTILIZADAS

Para el diseño de las tuberías de revestimiento se deben de considerar los esfuerzos de : Presión Interna, Colapso y Tensión principalmente .

En el Distrito de Villahermosa para el diseño de las tuberías de revestimiento se involucra, primeramente, el esfuerzo al colapso, siendo necesario hacer una revisión del mismo por tensión, ya que como nos indica la elipse de esfuerzos axiales, la resistencia al colapso disminuirá conforme aumenta la tensión .

La reducción en la presión mínima de colapso debido a una carga de tensión axial se calcula usando la ecuación basada en la teoría de la distorsión de la energía al esfuerzo máximo para la credencia de Hecky-Von Mises, (10) (11) la cual se presenta a continuación :

$$P_{ca} = \left[\sqrt{1 - 0.75 (S_a/Y_p)^2} - 0.5 (S_a/Y_p) \right] P_{co} \dots 6.4.1.$$

$$S_a = W/A \dots 6.4.2.$$

$$A = \pi/4 (D_o^2 - D_i^2) \dots 6.4.3.$$

Donde :

P_{ca} = Presión mínima de colapso, bajo esfuerzo de tensión axial
lb/pg² .

W = Peso de la T.R., lb
 A = Área de la sección transversal, pg^2
 Do = Diámetro exterior de la T.R., pg
 Di = Diámetro interior de la T.R., pg
 Yp = Punto de cedencia mínimo de la T.R., lb/pg^2
 Pco = Presión mínima de colapso nominal, libre de tensión axial,
 lb/pg^2

En el desarrollo de este trabajo se presenta el diseño de la T.R. de 10 3/4" detalladamente. Para los diseños de las T.R. de 16", 7 5/8" (corta y complemento) y 5" (corta y extensión) -- solo se dan los datos necesarios que se requieren para utilizar las ecuaciones 6.4.3., 6.4.2., 6.4.1. y los resultados se pre -- sentan en forma tabular. Cada uno de los diseños de la tubería de revestimiento fué comprobado graficamente .

DISEÑO DE LA TUBERIA DE REVESTIMIENTO $Do = 10 \frac{3}{4}"$

Datos :

Profundidad : 3220 m.

Densidad del fluido de control 1.58 gr/cm^3

Factores de diseño : Colapso 1.125, Tensión 1.8

Tuberías de revestimiento disponibles :

$$\text{TAC-110, } 60.7 \text{ lb/pie, } D_i = 9.660", P_{co} = 8350 \text{ lb/pg}^2, Y_p = 110000 \text{ lb/pg}^2$$

$$\text{P-110, } 60.7 \text{ lb/pie, } D_i = 9.660", P_{co} = 5860 \text{ lb/pg}^2, Y_p = 110000 \text{ lb/pg}^2$$

$$\text{P-110, } 55.5 \text{ lb/pie, } D_i = 9.760", P_{co} = 4630 \text{ lb/pg}^2, Y_p = 110000 \text{ lb/pg}^2$$

Resistencia de los coples :

$$\text{TAC-110, } 60.7 \text{ lb/pie, } \text{BCN } 2064 \times 10^3 \text{ lb (c/factor } 1146.6 \times 10^3 \text{ lb)}$$

$$\text{P-110, } 60.7 \text{ lb/pie, } \text{BCN } 1912 \times 10^3 \text{ lb (c/factor } 1062.2 \times 10^3 \text{ lb)}$$

$$\text{P-110, } 55.5 \text{ lb/pie, } \text{BCN } 1745 \times 10^3 \text{ lb (c/factor } 969.4 \times 10^3 \text{ lb)}$$

Cálculos :

Primera sección de T.R. seleccionada TAC-110, 60.7 de 3220 a 2000 m.

$$P_{ca_B} = P_{ca} \text{ en la base} = P_{co}$$

Sustituyendo valores en las ecuaciones 6.4.3, 6.4.2 y 6.4.1 tenemos:

$$A_1 = \frac{\pi}{4} (10.750^2 - 9.660^2) = 17.4 \text{ pg}^2$$

$$\Psi_1 = 1220 \times 60.7 \times 3.28 = 242897.1 \text{ lb}$$

$$S_{a_1} = \Psi_1 / A_1 = 13902.0 \text{ lb/pg}^2$$

$$P_{ca_C} = P_{ca} \text{ en la cima}$$

$$P_{ca_C} = \left[\sqrt{1 - 0.75 (13902.0/110000)^2} - 0.5 (13902.0/110000) \right] 8350 \\ = 7772.1 \text{ lb/pg}^2 = 547.3 \text{ kg/cm}^2$$

2a. sección de T.R. seleccionada P-110, 60.7 de 2000 a 1400 m.

$$P_{ca_E} = \left[\sqrt{1 - 0.75 (13902.0/110000)^2} - 0.5 (13902.0/110000) \right] 5860 \\ = 5454.4 \text{ lb/pg}^2 = 384.1 \text{ kg/cm}^2$$

$$W_2 = 600 \times 60.7 \times 3.28 = 119457.6 \text{ lb}$$

$$W_3 = W_1 + W_2 = 362354.7 \text{ lb}$$

$$Sa_2 = W_3/A_1 = 20739.1 \text{ lb/pg}^2$$

$$Pca_c = \left[\sqrt{1 - 0.75 (20739.1/110000)^2} - 0.5 (2073.1/110000) \right] 5860$$

$$Pca_c = 5228.9 \text{ lb/pg}^2 = 368.2 \text{ kg/cm}^2$$

3a. sección de T.R. P-110, 55.5 de 1400 a 500 m.

$$A_2 = \pi/4 (10.750^2 - 9.760^2) = 15.9 \text{ pg}^2$$

$$Sa_3 = W_3/A_2 = 22721.8 \text{ lb/pg}^2$$

$$Pca_E = \left[\sqrt{1 - 0.75 (22721.8/110000)^2} - 0.5 (22721.8/110000) \right] 4630$$

$$= 4077.1 \text{ lb/pg}^2 = 287.1 \text{ kg/cm}^2$$

$$W_4 = 900 \times 55.5 \times 3.28 = 163836 \text{ lb}$$

$$W_5 = W_3 + W_4 = 526190.7 \text{ lb}$$

$$Sa_4 = W_5/A_2 = 32995.3 \text{ lb/pg}^2$$

$$Pca_c = \left[\sqrt{1 - 0.75 (32995.3/110000)^2} - 0.5 (30116.2/110000) \right] 4630$$

$$Pca_c = 3776.6 \text{ lb/pg}^2 = 265.9 \text{ kg/cm}^2$$

4a. sección de T.R. P-110, 60.7 de 500 a 0 m.

$$Sa_4 = W_5/A_1 = 30116.2 \text{ lb/pg}^2$$

$$Pca_B = \left[\sqrt{1 - 0.75 (30116.2/110000)^2} - 0.5 (30116.2/110000) \right] 5860$$

$$= 4890.7 \text{ lb/pg}^2 = 344.4 \text{ kg/cm}^2$$

$$W_6 = 500 \times 60.7 \times 3.28 = 99548 \text{ lb}$$

$$W_7 = W_5 + W_6 = 625738.72 \text{ lb}$$

$$S_{a_5} = W_7/A_1 = 35813.8 \text{ lb/pg}^2$$

$$P_{ca_c} = \left[\sqrt{1 - 0.75 (35813.8/110000)^2} - 0.5 (35813.9/110000) \right] 5860$$
$$= 4668.2 \text{ lb/pg}^2 = 328.6 \text{ kg/cm}^2$$

$$W_7 = \text{Peso total de la T.R.}$$

Presión hidrostática del lodo con factor :

$$P_h = 3220 \times 1.58 \times 1.125/10 = 572.3 \text{ kg/cm}^2$$

DISEÑO DE LA TUBERIA DE REVESTIMIENTO

Do = 10 3/4"

TR Disponibles:

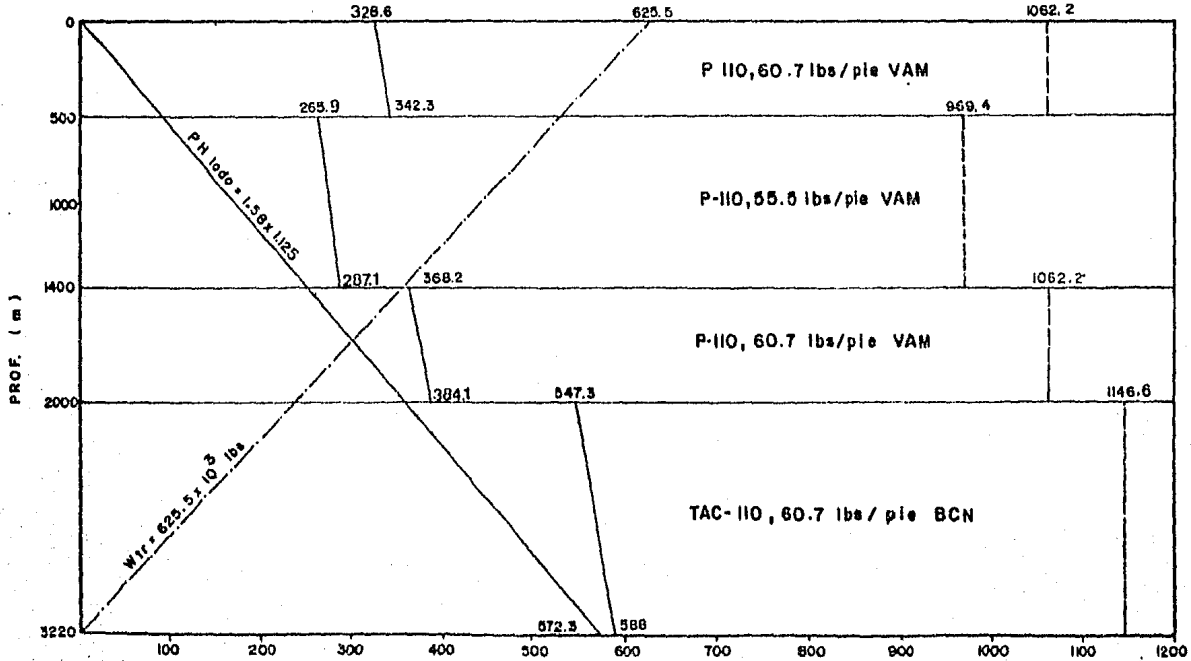
TAC-110, 60.7 lb/pie, Di = 9.660, Pco = 8350 lb/pg2, Yp = 110000 lb/pg2
 P-110, 60.7 lb/pie, Di = 9.660, Pco = 5860 lb/pg2, Yp = 110000 lb/pg2
 P-110, 55.5 lb/pie, Di = 9.760, Pco = 4630 lb/pg2, Yp = 110000 lb/pg2

Profundidad: 3,220 m. F.S.C. 1.125 F.S.T. 1.8 Densidad del lodo: 1.58 gr/cm3.

PROF. M	SECCION	GRADO	PESO lb/pie	COPLÉ	PESO SECCION 10 ³ lb	PESO ACUMULADO 10 ³ lb	RESISTENCIA A COLAPSO kg/cm2	RESISTENCIA DEL COPLÉ C/FST 10 ³ lb
3220	BASE	TAC-110	60.7	BCN	0	0	588.0	1146.6
2000	CIMA	TAC-110	60.7	BCN	242.8	242.8	547.3	1146.6
2000	BASE	P-110	60.7	VAM	0	242.8	384.1	1062.2
1400	CIMA	P-110	60.7	VAM	119.4	362.3	368.2	1062.2
1400	BASE	P-110	55.5	VAM	0	362.3	287.1	969.4
500	CIMA	P-110	55.5	VAM	163.8	526.1	265.9	969.4
500	BASE	P-110	60.7	VAM	0	526.1	342.3	1062.2
00	CIMA	P-110	60.7	VAM	99.5	625.5	328.6	1062.2

POZO JUJO N.º 27

COMPROBACION GRAFICA AL DISEÑO DE LA T.R. 10 3/4"



----- TENSION 10⁵ lbs ——— PRESION kg/cm²

Fig. 6.4.1.

Los diseños de las tuberías de revestimiento de 16", 7 5/8" (corta y complemento) y 5" (corta y extensión) a continuación se muestran en forma tabular .

En la columna 1 se muestra la profundidad, en metros, a la cual se diseñó la tubería de revestimiento indicándose del fondo hacia la superficie, correspondiendo a la base y cima de la columna 2 respectivamente. Dependiendo del número de tuberías de revestimiento que intervengan en el diseño, ese mismo número de bases y cimas se tendrá .

Las columnas 3, 4 y 5 se refieren a las especificaciones de grado, peso en lb/pie y tipo de rosca del cople de la tubería de revestimiento analizada respectivamente.

El peso de la sección analizada, como el acumulado se muestra en la columnas 6 y 7 respectivamente y está expresado en libras.

La reducción en la resistencia a la presión de colapso de la tubería de revestimiento, debido a una carga de tensión axial, se da en la columna 8 en kg/cm^2 . Lógicamente el primer valor dado en esta columna corresponde a la presión mínima de colapso nominal, libre de tensión axial .

Finalmente en la columna 9, tenemos el valor de la resistencia del cople de la tubería de revestimiento afectado por el factor de seguridad a la tensión .

La comprobación gráfica del diseño de cada una de las tuberías de revestimiento se muestra en las figuras : 6.4.1., 6.4.2., 6.4.3. y 6.4.4. Cada comprobación se realizó de la siguiente manera :

Se graficaron los valores de la columna 1 con sus respectivos valores de las columnas 8 y 9 .

También es graficada la línea dada por la columna hidrostática del lodo afectada por su factor de seguridad, así como la línea dada por el peso total de la tubería de revestimiento .

DISEÑO DE LA TUBERIA DE REVESTIMIENTO

Do = 16"

TR Disponible:

K-55, 84 lb/pie, 8 hrr, Di = 15.010", Pco = 1410 lb/pg², Yp = 55000 lb/pg²

* Profundidad: 1 000 m. Densidad del lodo: 1.22 gr/cm³ F.S.C. = 1.125 F.S.T. = 1.8

PROF. M	SECCION	GRADO	PESO lb/pie	COPLÉ	PESO SECCION 10 ³ lb	PESO ACUMULADO 10 ³ lb	RESISTENCIA A COLAPSO kg/cm ²	RESISTENCIA DEL COPLÉ C/FST, 103 lb
1 000	BASE	K-55	84	8 hrr	0	0	99.2	480.5
0	CIMA	K-55	84	8 hrr	275.5	275.5	87.2	480.5

POZO JUJO N° 27

COMPROBACION GRAFICA AL DISEÑO DE LA T.R. 16 "

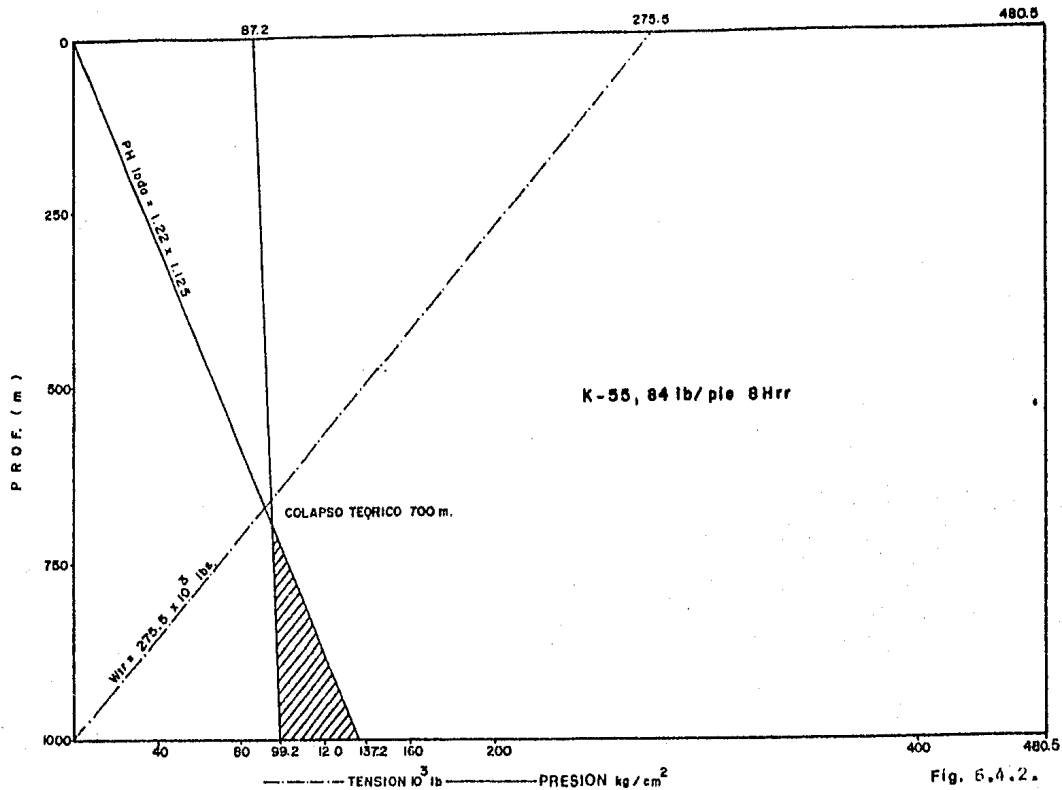


Fig. 6.4.2.

DISEÑO DE LA TUBERIA DE REVESTIMIENTO

Do = 7 5/8" (Corta)

TR Disponibles:

TAC-140, 39 lb/pie, Di = 6.625", Pco = 14700 lb/pg², Yp = 140000 lb/pg²
V-150, 39 lb/pie, Di = 6.625", Pco = 13450 lb/pg², Yp = 150000 lb/pg².

Profundidad: de 5340 a 3000 m. F.S.C. 1.125 F.S.T. 1.8 Densidad del lodo: 1.80 gr/cm³

PROF. M	SECCION	GRADO	PESO lb/pie	COPLÉ	PESO SECCION 10 ³ lb	PESO ACUMULADO 10 ³ lb	RESISTENCIA A COLAPSO kg/cm ²	RESISTENCIA DEL COPLÉ C/FST 10 ³ lb
5340	BASE	TAC-140	39	BCN	0	0	1035.2	865.5
3830	CIMA	TAC-140	39	BCN	193.1	193.1	965.4	865.5
3830	BASE	V-150	39	BCN	0	193.1	887.9	947.7
3000	CIMA	V-150	39	BCN	106.1	299.2	851.3	947.7

DISENO DE LA TUBERIA DE REVESTIMIENTO

Do = 7 5/8" (Complemento)

TR Disponibles:

P-110, 39 lb/pie, Di = 6.625", Pco = 11060 lb/pg2, Yp = 110000 lb/pg2
 N-80, 39 lb/pie, Di = 6.625", Pco = 8810 lb/pg2, Yp = 88000 lb/pg2
 C-75, 39 lb/pie, Di = 6.625", Pco = 8430 lb/pg2, Yp = 75000 lb/pg2

Profundidad: de 3,000 a 00.00 m. F.S.C. 1.125 F.S.T. 1.8 Densidad del lodo: 1.80 gr/cm3.

PROF. M	SECCION	GRADO	PESO lb/pie	COPLA	PESO SECCION 10 ³ lb	PESO ACUMULADO 10 ³ lb	RESISTENCIA A COLAPSO kg/cm2	RESISTENCIA DEL COPLA C/FST 10 ³ lb
3000	BASE	P-110	39.	BCN	0	0	778.8	698.8
1835	CIMA	P-110	39	BCN	149.0	149.0	730.8	698.8
1835	BASE	N-80	39	VAM	0	149.0	566.2	545.0
955	CIMA	N-80	39	VAM	112.5	261.5	517.5	545.0
955	BASE	C-75	39	VAM	0	261.5	487.4	516.1
0	CIMA	C-75	39	VAM	122.1	383.6	423.6	516.1

POZO JUJO N.º 27

COMPROBACION GRAFICA AL DISEÑO DE LA T.R 75/8" LINERY COMP.

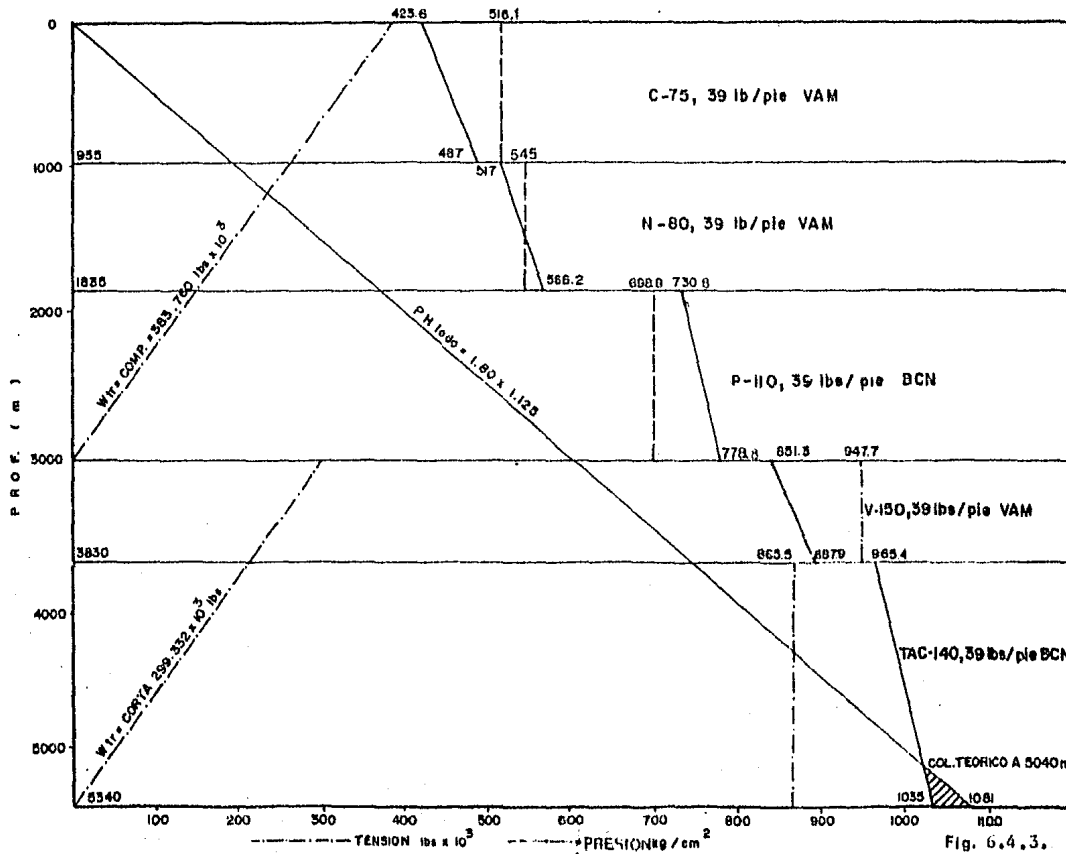


Fig. 6.4.3.

DISEÑO DE LA TUBERIA DE REVESTIMIENTO

Do = 5" (CORTA)

TR Disponibles:

TAC-140, 18 lb/pie, Di = 4.476", Pco = 17210 lb/pg2, Yp = 140000 lb/pg2

P-110, 18 lb/pie, Di = 4.276", Pco = 13450 lb/pg2, Yp = 110000 lb/pg2

Prundidad: de 6200 a 5110 m. Densidad del lodo: 1.30 F.S.C. 1.125 F.S.T. 1.8

PROF. M	SECCION	GRADO	PESO lb/pie	COPLA	PESO SECCION 10 ³ lb	PESO ACUMULADO 10 ³ lb	RESISTENCIA A COLAPSO kg/cm2	RESISTENCIA DEL COPLA C/FST 10 ³ lb
6200	BASE	TAC-140	18	BCN	0	0	1211.9	412.2
6165	CIMA	TAC-140	18	BCN	2.0	2.0	1210.2	412.2
6165	BASE	P-110	18	BCN	0	2.0	945.4	336.6
5110	CIMA	P-110	18	BCN	62.2	64.2	890.2	336.6

DISEÑO DE LA TUBERIA DE REVESTIMIENTO

Do = 5 (Extensión)

TR Disponible:

C-95, 18 lb/pie, Di = 4.276", Pco = 12010 lb/pg2. Yp = 95000 lb/pg2.

Profundidad: de 5110 a 4000 m. Densidad del lodo: 1.60 gr/cm3. F.S.C. 1.125 F.S.T. 1.8

PROF. M	SECCION	GRADO	PESO lb/pie	COPLÉ	PESO SECCION 10 ³ lb	PESO ACUMULADO 10 ³ lb	RESISTENCIA A COLAPSO kg/cm2	RESISTENCIA DEL COPLÉ C/FST 103 lb
5110	BASE	C-95	18	8 hh	0	0	845.7	231.1
4000	CIMA	C-95	18	8 hrr	65.5	65.5	785.0	231.1

POZO JUJO N° 27

COMPROBACION GRAFICA AL DISEÑO DE LA T.R. 5" LINER Y STUB

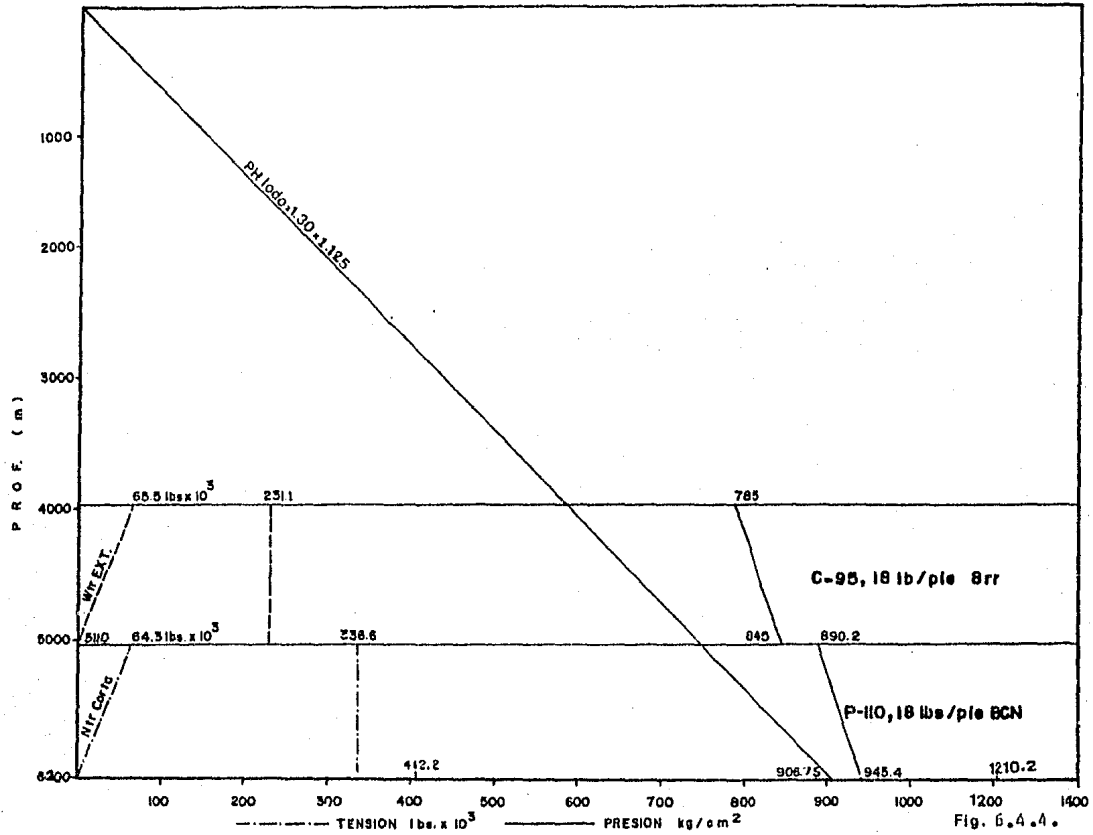


Fig. 6.4.4.

6.5 CEMENTACIONES EFECTUADAS⁽¹²⁾

Las operaciones de cementación se describen a continuación mencionandose en cada una cantidad y tipo de cemento utilizado, así como los aditivos agregados al mismo, densidad de la lechada, volumen de lodo para desplazar y observaciones de la operación. También se menciona como quedó distribuida la TR, el -- objetivo y la presión de prueba de la misma .

7 de Agosto de 1983 Profundidad 50 m. Lodo Bent. 1.08 gr/cm^3 .

Se cementó tubo conductor de 24" a 50 m. con 25 toneladas de cemento tipo "G". Desplazó con 75 barriles de lodo bentonítico de 1.08 gr/cm^3 , saliendo cemento a la superficie.

Objetivo : Aislar acuíferos superficiales y tener un medio para la circulación del fluido de perforación .

8 de Septiembre de 1983 Profundidad 1000 m. Lodo Bent. 1.25 gr/cm^3 .

Con T.R. 16" K-55 84 lb/pie 8 hrr pegada a 871.95 m., trabajó misma intentando bajar con circulación sin éxito. Se cementó T.R. con 85 toneladas de cemento tipo "G" al 1.0 % D-79, 0.4 % D-28, 0.6 % D-60 con densidad de lechada de 1.60 gr/cm^3 y 35 toneladas de cemento tipo "G" al 0.2 % D-28 con densidad de 1.90 gr/cm^3 , previo bache de 3 m^3 de agua. Desplazó con bombe-

del equipo con 96.6 m³. de lodo bentonítico de 1.25 gr/cm³ con presión máxima de desplazamiento de 50 kg/cm² sin alcanzar presión final. Durante la operación se observó pérdida de circulación durante 8 minutos. Suspendió bombeo durante 10 minutos, - reanudó mismo y estableció circulación saliendo a superficie lodo deshidratado contaminado con cemento. Checó equipo de flotación sin trabajar. Dejó pozo represionado con 35 kg/cm².

La T.R. se equipó con 120 centradores y quedó distribuida de la siguiente manera:

Zapata guía 16" 8 hrr	871.95 - 871.45 m .
2 tramos T.R. 16" K-55 84 lb/pie 8 hrr	871.45 - 847.28 m .
Cople flotador	847.28 - 846.76 m .
77 tramos T.R. 16" K-55 84 lb/pie 8 hrr	846.76 - 00.00 m .

Objetivo: Proteger el agujero de derrumbes y servir de base a las instalaciones superficiales de control.

Presiones de prueba : Conexiones superficiales 210 kg/cm², - -
Cabezal 210 kg/cm², T.R. 60 kg/cm².

10 de Noviembre de 1983 Profundidad 3220 m. Lodo LSE 1.58 - -
gr/cm³.

Se cementó T.R. 10 3/4" 1a. etapa a 3220 m. con 60 toneladas de cemento tipo "G" al 1 % D-79, 0.8 % D-60, 0.8 % D-13, --
0.3 % D-46, con densidad de lechada de 1.52 - 1.72 gr/cm³ y 20-
toneladas de cemento tipo "G" al 0.6 % D-60, 0.3 % D-65, 0.3 %
D-13, 0.3 % D-46, con densidad de lechada de 1.90 gr/cm³, pre--
vió bache de 3 m³ de agua.

Soltó tapón y desplazó con 151.3 m³ de lodo LSE de densi--
dad de 1.58 gr/cm³, con presión de desplazamiento de 60 kg/cm²,
alcanzando presión final de 105 kg/cm².

Durante la operación se observó circulación normal y el e-
quipo de flotación trabajó satisfactoriamente.

Lanzó torpedo, abrió cople de cementación múltiple "G" con
60 kg/cm² y circuló normal.

La tubería de revestimiento se equipó con 60 centradores y
quedó distribuida de la siguiente manera :

Zapata gufa BCN	3220.00 - 3219.65 m
3 tramos TAC-110, 60.7 lb/pie BCN.	3219.65 - 3183.98 m.
Combinación (piñon) BCN - (caja) 8 hrr.	3183.93 - 3183.41 m.
Cople diferencial 8 hrr.	3183.41 - 3182.91 m.
Combinación (P) 8 hrr. - (C) BCN.	3182.91 - 3182.31 m.
109 tramos TAC - 110, 60.7 lb/pie BCN.	3182.31 - 2013.15 m.
Combinación (P) BCN - (C) VAM.	2013.15 - 2006.85 m.
52 tramos P-110, 60.7 lb/pie VAM.	2006.85 - 1407.18 m.
13 tramos P-110, 55.5 lb/pie VAM.	1407.18 - 1253.29 m.
Combinación (P) VAM - (C) 8 hrr.	1253.29 - 1252.72 m.
Cople de cementación múltiple "G" 8 hrr.	1252.72 - 1252.02 m.
Combinación (P) 8 hrr - (C) VAM.	1252.02 - 1251.41 m.
67 tramos P-110, 55.5 lb/pie VAM.	1251.41 - 490.68 m.
43 tramos P-110, 60.7 lb/pie VAM.	490.68 - 00.00 m.

11 de Noviembre de 1983. Profundidad 3220 m. Lodo LSE 1.58 - - gr/cm³ . Con T.R. 10 3/4" cementada en su primera etapa a -- 3220 m. Se cementó la 2a. etapa a través del cople "G" a - - - 1252.02 m. previo bache de 3 m³ de agua - Lignex, con 50 toneladas de cemento tipo "G" al 1% D-79, 0.8% D-60, 0.8% D-13, 0.3% D-47, con densidad de lechada de 1.65 gr/cm³ y 30 toneladas de cemento tipo "G" al 0.6% D-60, 0.3% D-65, 0.3% D-13, 0.3% D-46- con densidad de lechada de 1.88 gr/cm³. Desplazó con 377 barriles de lodo LSE de 1.58 gr/cm³ con presión de desplazamiento de 25-50 Kg/cm² y presión final de 90 kg/cm². Observó cierre del cople "G" con 70 kg/cm² y checó cierre del mismo . Bien.

Durante la operación se observó circulación normal y salida de cemento a la superficie.

Objetivo: Proteger el agujero de derrumbes, aislar zonas de arenas y lutitas de presión moderada de la zona de alta presión y así permitir elevar la densidad al lodo.

Presiones de Prueba: Conexiones superficiales 210 kg/cm^3 , cabezal 210 kg/cm^2 T.R. 105 kg/cm^2 .

24-25 Febrero de 1984. Profundidad 5345 m. Lodo Flex. 1.91 gr/cm^3

Metió T.R. 7 5/8" corta a 5340.71 m. donde ancló, soltó y cementó misma con 110 toneladas de cemento tipo "G" al 35% SSA-2, 0.6% hallad 22-A, 0.75% CFR-2, 1.5% HR-12, 0.5% TB-41, 0.25% D-AR-1, 4 % kcl con densidad de lechada de 2.00 gr/cm^3 , bombeando previo bache de 3 m^3 de Hy-flow-3 y 3 m^3 de SAM IV. Desplazó con 497 barriles de lodo LSE de 1.91 gr/cm^3 , con presión de circulación de 105 kg/cm^2 , alcanzando presión final de 175 kg/cm^2 .

No se observó el acoplamiento de tapones. El equipo de flotación trabajó satisfactoriamente. Al sacar observó ligera descompensación de columnas.

La T.R. se equipó con 40 centradores y quedó distribuida de la siguiente manera:

Zapata flotador tipo "V"	5340.71 - 5340.21 m.
2 tramos T.R. 7 5/8" TAC-140 39,1b/pie,BCN.	5340.21 - 5318.11 m.
Cople flotador.	5318.11 - 5317.63 m.
1 tramo TR. 7 5/8" TAC-140, 39 lb/pie,BCN.	5317.63 - 5306.24 m.

Cople de retención.	5306.24 - 5305.94m.
133 tramos T.R. 7 5/8" TAC-140, 39 lb/pie, BCN	5305.94 - 3830.35m.
Combinación (P) BCN - (C) VAM.	3830.35 - 3829.86m.
79 tramos T.R. 7 5/8" V-150 39 lb/pie, VAM.	3829.88 - 3010.63m.
Combinación (P) VAM (C) 8 hrr.	3010.63 - 3010.14m.
Unión giratoria.	3010.14 - 3009.28m.
Cople porta tapón.	3009.28 - 3008.97m.
Colgador mecánico.	3008.97 - 3004.97m.
Válvula de charnela.	3004.97 - 3004.57m.
Cople soldador.	3004.57 - 3002.67m.

13 Marzo de 1984 Profundidad 5345 m. Lodo Dlex. 1.80 gr/cm³.

Con T.R. 7 5/8" complemento a 3003 probó efectividad del -- tie-back con 25 toneladas de peso y 60 kg/cm² de presión sin éxi to por observar circulación. Levantó T.R. 2 metros y efectuó -- cementación con 90 toneladas de cemento tipo "G" al 0.5% CFR-2 y 0.5% RC-301, previo bache de 3 m³ de agua. Bombeó lechada con - densidad de 1.90 gr/cm³. Soltó tapón y desplazó mismo con 66 m³ de lodo Dlex. de 1.80 gr/cm³, con la bomba del equipo durante 53 minutos con presión de circulación de 100 kg/cm² y presión máxi- ma de desplazamiento de 125 kg/cm², alcanzando presión final de- 170 kg/cm². Descargó presión a cero, checando equipo de flota-- ción satisfactoriamente, durante la operación de observó circula- ción normal saliendo bache de agua y cemento contaminado. Bajó - tie-back a C-2 y enchufó el mismo dejando T.R. con el 100% de su

peso. La T.R. se equipó con 60 centradores y quedó distribuida de la siguiente manera:

1 tie-back 7 5/8"	3003.00 - 3000.95m.
1. Combinación 7 5/8" (P) 8 hrr (C) BCN.	3000.95 - 3000.45m.
2 Tramos T.R. 7 5/8" P-110, 39 lb/pie, BCN.	3000.45 - 2975.78m.
1 Combinación 7 5/8" (P) BCN (C) 8 hrr.	2975.78 - 2975.38m.
1 Cople flotador orificio.	2975.38 - 2975.11m.
1 Combinación (P) 8 hrr (C) BCN.	2975.11 - 2974.61m.
93 tramos T.R. 7 5/8" P-110, 39 lb/pie, BCN.	2974.61 - 1835.15m.
1 Combinación (P) BCN (C) VAM.	1835.15 - 1834.68m.
80 tramos T.R. 7 5/8" N-80, 39 lb/pie, VAM.	1834.68 - 954.88m.
86 Tramos T.R., 7 5/8" C-75, 39 lb/pie, VAM.	954.88 - 00.00m.

Objetivo: Aislar la zona de presiones anormales para poder bajar la densidad al lodo y perforar el yacimiento.

Presiones de Prueba: Conexiones superficiales 350 kg/cm², cabezal 350 kg/cm² T.R. corta y complemento 140 kg/cm².

8-9/JUN/84 Prof. 6200 m. Lodo LSE 1.26 gr/cm³.

Ancló, soltó y cementó T.R. 5" corta a 6200 m. con 16 toneladas de cemento tipo "G" al 35 % LD-30, 1.5 lts/sc DS-75, 0.5% D-28, 7 lts/sc D-47 con una densidad de lechada de 1.60 gr/cm³, previo bache de 3 m³ CW-101. Soltó tapón y desplazó lechada -- con 62 barriles de lodo LSE con densidad 1.40 gr/cm³ y 124 barriles de lodo LSE de densidad 1.26 gr/cm³. Observó acoplamiento de tapones rompiendo pernos con 88 kg/cm², presión de despla

zamiento 105 kg/cm^2 alcanzando una presión final de 175 kg/cm^2 .

Durante la operación se observó circulación normal y el -- equipo de flotación trabajó satisfactoriamente. La T.R. quedó distribuida de la siguiente manera:

Zapata flotadora tipo "V"	6200.00 - 6199.50 m.
1 tramo T.R.5" TAC-140, 18 lb/pie, BCN.	6199.50 - 6180.41 m.
Cople flotador.	6180.41 - 6187.95 m.
1 tramo T.R.5" TAC-140, 18 lb/pie, BCN.	6187.95 - 6176.95 m.
Cople de retención.	6176.95 - 6176.72 m.
1 tramo T.R.5" TAC-140, 18 lb/pie, BCN.	6176.72 - 6166.47 m.
Combinación (P) BCN (C) 8 hrr.	6166.47 - 6165.96 m.
93 Tramos T.R.5" P-110, 18 lb/pie, 8 hrr.	6165.96 - 5120.84 m.
Combinación (P) 8 hrr (C) BCN.	5120.84 - 5120.27 m.
Unión giratoria.	5120.27 - 5119.45 m.
Colgador mecánico.	5119.45 - 5116.36 m.
PBR.	5116.36 - 5111.75 m.
C - 2.	5111.75 - 5109.98 m.

16-17/JUN/84 Prof. 6200 m. LODO LSE 1.80 gr/cm^3 .

Enchufó tie-back en la C-2 de 5" y probó efectividad de -- los sellos sin éxito observó circulación con 60 kg/cm^2 . Desen-- chufó tie-back y cementó T.R. 5" "Stub" con 16 toneladas de ce-- mento tipo "G" al 35% LD-30, 0.6% DS-60, 0.3% D-28 con una den-- sidad de lechada de 1.87 gr/cm^3 , previo bache de 2 m^3 de agua.-- Soltó tapón y desplazó con 63 barriles de lodo LSE con densidad

de 1.80 gr/cm² y 97 barriles de lodo LSE con densidad de 1.26 - gr/cm³. Checó acoplamiento de tapones y rompió pernos con 105-gr/cm². Durante el desplazamiento observó una presión de desplazamiento de 91 a 126 kg/cm² y se alcanzó una presión final de 175 kg/cm². Durante la operación observó circulación normal y el equipo de flotación trabajó satisfactoriamente.

Enchufó tie-back en la C-2, cargó 24 toneladas de peso y - soltó T.R. quedó distribuida de la siguiente manera:

1 Tie-back 5" 8 hrr.	5110.00 - 5107.87 m.
2 Tramos T.R. 5" C-95,18 lb/pie, 8 hrr.	5107.87 - 5086.49 m.
Cople flotador.	5186.49 - 5086.26 m.
1 Tramo T.R. 5" C -95,18 lb/pie, 8 hrr.	5086.26 - 5075.42 m.
Combinación (P) 8 hrr (C) BCN.	5075.42 - 5074.89 m.
Cople retención.	5074.89 - 5074.66 m.
Combinación (P) BCN (C) 8 hrr.	5074.66 - 5074.39 m.
94 Tramos C-95 18 lb/pie, 8 hrr.	5074.39 - 4006.15 m.
Combinación (P) 8 hrr. (C) BCN.	4006.15 - 4005.60 m.
PBR.	4005.15 - 4001.16 m.
C-2.	4001.16 - 3999.30 m.

Objetivo: Aislar las zonas impregnadas de hidrocarburos de las de agua salada para permitir su explotación.

Presiones de Prueba: 210 kg/cm². Boca de T.R. corta y Boca de Stub.

6.6 REGISTROS TOMADOS DURANTE LA PERFORACION

En esta sección se presenta en forma muy breve los diferentes tipos de registros geofísicos que se tomaron. Se menciona el intervalo en el que se efectuaron y el objetivo que se perseguía - con cada uno de ellos, así podemos ver que el registro de inducción se tomó para determinar la presencia de acuíferos y zonas de presiones anormales, el de Desviación continua con calibrador para observar la desviación del pozo y el tamaño del agujero, el registro de ruidos para medir y analizar el sonido generado por el movimiento de fluidos dentro del pozo y finalmente el registro de rayos gamma-neutrón compensado que se efectuó en la zona de interés para determinar límites de capas, litología, tipo de fluidos y porosidad.

También se muestra el resumen del análisis cuantitativo que se efectuó en la zona de interés, tabla 6.6.1., donde se puede ver la formación, el intervalo analizado, el espesor neto de ese intervalo, las propiedades del mismo y de acuerdo a estas el fluido contenido .

FECHA	INTERVALO m.	REGISTRO
25/AGO/83	1000 - 50	Inducción - SP (RI - SP)

OBSERVACIONES : Con este registro se determinó la profundidad de

los acuíferos de agua dulce a 300 m.. Por los que el asentamiento de la T.R. 16" a 1000 m. fue el adecuado para aislar estos .

FECHA	INTERVALO m.	REGISTRO
23/OCT/83	3060 - 860	Inducción - SP (RI - SF)
23/OCT/83	3060 - 870	Desviación continua-calibrador (DR - CAL)

OBSERVACIONES : El registro RI se realizó para determinar si ya se encontraba dentro de la zona de presiones anormales, al realizar la gráfica de profundidades contra conductividades de lutas se observó que aún no se llegaba por lo que se decidió seguir perforando. Lo que respecta al DR-CAL nos permitió conocer las variaciones en el diámetro del agujero y la verticalidad del pozo .

FECHA	INTERVALO m.	REGISTRO
29/OCT/83	3230 - 871	Desviación continua-calibrador
1/NOV/83	3220 - 3000	Inducción - SP (RI - SF)

OBSERVACIONES : El registro RI tuvo el mismo objetivo que el anterior y al complementar la gráfica mencionada se observó que ya se encontraba 200 m. dentro de la zona de presiones anormales por lo que se decidió asentar la T.R. 10 3/4" a 3220 m. con lo cual se asegura poder subir la densidad del lodo y así permitir

tir realizar la siguiente etapa de perforación. El DR - CAL -- tuvo el mismo objetivo que el anterior, además que se utilizó para el calculo del volumen de cemento a utilizar en la cementación de la T.R. 10 3/4".

FECHA	INTERVALO m.	REGISTRO
20/ENE/84	3220 - 0	Ruidos (sonido)

OBSERVACIONES : Con este registro se determinó la ruptura en la T.R. 10 3/4" a 2349 m.. Este registro es una técnica para medir y analizar el sonido generado por el movimiento de fluidos (líquidos ó gases) dentro del pozo. Las amplitudes de cuatro diferentes frecuencias del sonido se registran contra la profundidad para producir un registro con el cual se puede localizar un flujo subterráneo y trazarlo desde su fuente hasta su salida .

FECHA	INTERVALO m.	REGISTRO
16/FEB/84	5333 - 3220	Inducción-Rayos-Gamma (RI-RG)
16/FEB/84	5333 - 4900	Neutrón Comp.-R.G. (CNL-RG)
17/FEB/84	5345 - 3220	Desv. Cont. - Calib. (DR-CAL)

OBSERVACIONES : Los registros RI-RG, CNL-RG, se tomaron para verificar que ya se había llegado, con la perforación, a la formación San Felipe (calizas altamente resistivas), ya que esta for

mación es compacta y facilita la cementación de la T.R. 7 5/8" corta. En particular el CNL-RC dentro de su interpretación comprendió la determinación de límites de capas, litología, tipo de flujos y porosidades de las brechas del Cretácico Superior las cuales presentan características de saturación de hidrocarburos con posibilidades de explotación. El DR-CAL como ya se mencionó nos proporciona las variaciones del diámetro y verticalidad del agujero, además que se utilizó para el cálculo del volumen de cemento a utilizar en la cementación de la T.R. 7 5/8" corta .

FECHA	INTERVALO m.	REGISTRO
3/MAY/84	5820 - 5336	Sónico de Porosidad (BHC)
3/MAY/84	5820 - 5338	H D T
3/MAY/84	5369 - 5826	Echados
4/MAY/84	5820 - 5340	Desv. Cont. - Calib. (DR-CAL)
4/MAY/84	5820 - 5340	Doble Laterolog-Micro Esférico-Rayos Gamma (DLL-MSFL-RC)
4/MAY/84	5820 - 5340	Neutrón Compensado-Rayos Gamma (CNC - RC)
18/MAY/84	6002 - 5755	Sónico de Porosidad (BHC)
18/MAY/84	6002 - 5340	Doble Laterolog-Micro Esférico Enfocado-R.G(DLL-MSFL-RC)
18/MAY/84	6002 - 5340	C N L
18/MAY/84	6002 - 5755	Amplitud (VDL)

FECHA	INTERVALO m.	REGISTRO
20/MAY/84	6002 - 5340	Espectroscopia
20/MAY/84	6002 - 5700	H D T
20/MAY/84	6002 - 5340	Litodensidad - R G
20/MAY/84	5781 - 6200	Echados
2/JUN/84	6200 - 5900	DLL-MSFL-RG
2/JUN/84	6200 - 5950	E H C
3/JUN/84	6200 - 5340	H D T
3/JUN/84	6200 - 5340	Geometría y Gráfica de Orient.
4/JUN/84	6200 - 5950	Litodensidad Compensada - R. G.

OBSERVACIONES : Estos registros se tomaron para evaluar las zonas de interés, dichas zonas se escogen tomando en cuenta la limpieza de las mismas así como sus porosidades (CNL, BHC ó LDT) los valores de la porosidad primaria fueron del orden del 1% al 4%. Sin embargo el HDT presentó anomalías de resistividad en el intervalo de interés que es característico de una zona fracturada. En el registro MSFL se observó separación de las curvas de resistividad profunda y como lo cual es otro indicio de fractura y movilidad de hidrocarburos.

En la siguiente tabla se presentan los resultados obtenidos del análisis combinado de estos registros .

TABLA 6.6.1 ANALISIS CUANTITATIVO DE REGISTROS GEOFISICOS

FORMACION	INTERVALO	h	ϕ	S_w	Ih	PREDIC CION
	m.b.m.r.	m	FRAC.	FRAC.	m^3/m^2	
J.S.T.	5590-5598	7	0.01	0.19	0.16	Aceite
"	5603-5615	9	0.01	0.27	0.07	"
"	5615-5633	11	0.01	0.17	0.09	"
"	5660-5664	3	0.04	0.10	0.11	"
"	5664-5697	16	0.01	0.17	0.13	"
"	5697-5734	20	0.01	0.17	0.08	"
"	5734-5754	14	0.01	0.17	0.06	"
"	5760-5772	6	0.01	0.17	0.05	"
"	5772-5783	4	0.01	0.17	0.03	"
"	5783-5800	5	0.01	0.17	0.04	"
"	5800-5804	2	0.01	0.25	0.02	"
"	5804-5806	1	0.01	0.24	0.01	"
J.S.K.	5813-5823	4	0.01	0.23	0.03	Aceite
"	5823-5833	5	0.02	0.10	0.09	"
"	5833-5846	9	0.02	0.13	0.16	"
"	5846-5853	3	0.02	0.10	0.05	"
"	5853-5860	6	0.02	0.11	0.11	"
"	5860-5873	8	0.02	0.10	0.14	"
"	5873-5880	6	0.02	0.10	0.11	"
"	5880-5892	11	0.02	0.10	0.20	"
"	5892-5915	17	0.02	0.12	0.30	"

FORMACION	INTERVALO	h	ϕ	Sw	lh	PREDIC
	m.b.m.r.	m	FRAC.	FRAC.	m^3/m^2	CION.
J.S.K.	5915-5925	5	0.03	0.10	0.14	Aceite
"	5925-5933	6	0.03	0.10	0.16	"
"	5933-5940	4	0.03	0.10	0.11	"
"	5940-5943	1	0.04	0.10	0.04	"
"	5943-5957	5	0.01	0.17	0.04	"
"	5957-5975	9	0.01	0.17	0.07	"
"	5975-5986	8	0.01	0.17	0.07	"
"	5986-6005	15	0.01	0.16	0.13	"
"	6005-6020	12	0.01	0.16	0.10	"
"	6020-6035	7	0.01	0.16	0.06	"
"	6035-6050	6	0.01	0.17	0.05	"
"	6050-6060	6	0.01	0.18	0.05	"
"	6060-6080	18	0.01	0.16	0.15	"
"	6080-6100	18	0.01	0.16	0.15	"
"	6100-6117	14	0.01	0.16	0.15	"
"	6117-6125	2	0.01	0.16	0.12	"
"	6125-6140	8	0.04	0.10	0.02	"
"	6140-6150	8	0.02	0.10	0.29	"
"	6150-6167	17	0.01	0.16	0.14	"
"	6167-6179	8	0.01	0.16	0.07	"
"	6179-6197	13	0.01	0.16	0.11	"

hr = 374 m

$\bar{S}_w = 0.15$

$\bar{\phi} = 0.01$

Ihr = $4.51 m^3/m^2$

CAPITULO 7

TERMINACION DEL POZO

La historia de terminación del pozo es presentada brevemente en este capítulo, mencionandose en la misma los registros tomados en esta etapa, la distribución del aparejo de producción, tipo de pistolas utilizadas en el intervalo disparado y la estimulación de limpia efectuada entre otras cosas.

Al final de este capítulo se presenta el estado mecánico actual del pozo. (Fig. 7)

7.1 HISTORIA DE TERMINACIÓN ⁽⁹⁾ (11)

20-26/JUNIO/84 Se metió barrena 6 1/2" a 3730 m., cima de cemento, rebajó mismo a 3999 m. donde checó C-2 de la T.R. 5" extensión. Probó misma con 120 kg/cm² durante 30 minutos. Bien. Sacó barrena y con molino de 4 1/8" metió a 4900 m., donde encontró resistencia. Rebajó cemento a 5074.66 m., checando el cople de retención. Probó T.R. con 150 kg/cm² durante 30 minutos. Bien. Rebaja cemento a 5119 m y metió libre a 6166 m. Se circuló y acondicionó lodo. Se levanta molino a 5155.64 m., se bombeó 10 barriles de agua cubriendo el intervalo 4950-5155.64m. desplazando con 104.2 barriles de lodo LSE de 1.21 gr/cm³ y se probó boca de liner (B.L) 5" (5110 m.) con 245 kg/cm². Se observó durante 30 minutos, sin abatirse la presión, resultando dicha prueba satisfactoria. Se desalojó bache de agua y se sacó molino a superficie.

27-30/JUNIO/84 Se metió molino 4 1/8" y escariador de 5" a 6166.5 m. Checó cople de retención. Sacó molino y escariador; y con tubería de perforación franca combinada 2 7/8" y 3 1/2" metió a 6155 m. Instala unidad de alta presión y lava pozo desplazando lodo por agua, con presión máxima de 245 kg/cm² y presión mínima de 112 kg/cm², gasto inicial 25 bl/min y gasto final de 4 bl/min. Terminó de lavar con bomba del equipo con 175 kg/cm², 70 emb/min y gasto de 3.5 bl/min.

1-8/JULIO/84 Tomó registro CET/RG de 6170 a 4000 m., RGN de -- 6170 a 5340 m. y RG/CCL de 6170 a 2800 m. Se corrió canasta ca libradora 7 5/8" hasta 3999 m. Se metió empacador 415-01 para T.R de 7 5/8" a 3998 m., donde se ancló mismo. Armó, midió, ca libró y metió aparejo sencillo de producción a 4003.74 m. cali-brando con 2 3/4" y 2 5/8" tramo por tramo. Probó efectividad de sellos por espacio anular con 70 kg/cm² y con 140 kg/cm² di-recto, comportandose bien. Efectuó ajuste de aparejo sencillo de producción quedando distribuido de la siguiente manera :

	D.E. (pg)	D.I. (rg)	LONG. (m)	PROFUNDIDAD (m) de a
Multi "V" 80-32 c/10 uni- dades selladoras	3 3/16	2 7/16	5.74	4003.74-3998.00
Tope localizador	3 3/8	2 9/16	0.32	3998.00-3997.78
Combinación (piñon) 2 7/8" x (caja) 3 1/2" 8 hrr	4 3/8	2 1/2	0.16	3997.68-3997.52
1 tramo T.P. C-75 12.95 lbs/pie 8 hrr	3 1/2	2 3/4	7.43	3997.52-3990.09
Camisa 3 1/2" "RA" cerrada 1 tramo T.P. C-75 12.95 lbs/pie 8 hrr	4 1/4	2 9/16	1.20	3990.09-3988.89
129 tramos T.P. N-80 9.3 lbs/pie 8 hrr	3 1/2	2 3/4	9.46	3988.84-3979.43
192 tramos T.P. C-75 9.3 lbs/pie 8 hrr	3 1/2	2.992	1198.43	3979.43-2760.80
111 tramos T.P. C-75 12.95 lbs/pie 8 hrr	3 1/2	2.992	1787.63	2760.80- 993.17
lbs/pie 8 hrr	3 1/2	2 3/4	993.17	00.00- 0.00

9-11/JULIO/ 84 Con unidad de línea de acero, calibre con sello de plomo 2 1/4" libre hasta 6166 m. y con sello de plomo de 2 -- 1/2" hasta 3990 m. Colocó válvula "H" al niple colgador, sentó-aparejo a la bola colgadora 3 1/2". Quitó preventores, carrete control, bridas adaptadoras y recuperó válvulas "H". Se conectó 1/2 árbol de válvulas de producción y probó mismo con 700-kg/cm² durante 30 minutos satisfactoriamente .

12-15/JULIO/84 Operó unidad de disparos con pistolas Scallop 2" 13 cargas por metro. 1a. corrida intervalo 6116-6124 6108-6116 m., 3a. corrida intervalo 6100-6108 m., 4a. corrida intervalo -- 6092-6100 m., 5a. corrida intervalo 6084-6092". Espera luz diu-
na para continuar con los disparos. Con pozo cerrado. Continúa disparando los intervalos 6076-6084 m., 6068-6076 m., y 6062-6068 m. A continuación se presenta una tabla del comportamiento de -
presiones del pozo cuando se efectuaron los disparos.

<u>HORA</u>	<u>PTP (kg/cm²)</u>	<u>PIR (kg/cm²)</u>
09:00	42	0
10:00	45.5	0
11:00	56	0
12:00	56	0
13:00	49	0
14:00	49	0
15:00	49	0
16:00	56	0
17:00	56	0
18:00	56	0
19:00	105	70
20:00	112	63
21:00	112	63
22:00	112	63
23:00	115.5	63
24:00	115.5	63
01:00	119	63
02:00	119	63
03:00	119	63
04:00	119	63
05:00	126	63
06:00	126	63
07:00	126	63
08:00	129.5	63

<u>HORA</u>	<u>PTP (kg/cm²)</u>	<u>PTR (kg/cm²)</u>
09:00	129.5	63
10:00	178.5	63
11:00	178.5	63
12:00	112	0
13:00	182	0
14:00	182	0
15:00	182	0

16/JULIO/84 Con extremo de aparejo de producción a 4003.74m y camisa "RA" 3 1/2" cerrada efectuó prueba de admisión al intervalo disparado 6124 - 6062 m. Con los siguientes resultados:

Presión de admisión = 427 kg/cm².

Presión máxima de inyección = 490 kg/cm².

Gasto de inyección = 1 bl/min.

Volumen inyectado = 20 barriles.

Suspendió bombeo y observó abatimiento de presión a 189 kg/cm² en 16 min. Abrió pozo por estrangulador de 1/2" abajándose la presión de 189 kg/cm² a 21 kg/cm² en 5 min, estabilizándose, desalojando agua y poco gas, posteriormente se incrementó la presión lentamente a 70 kg/cm² desalojando agua, aceite, gas y sedimento. La tubería de revestimiento se reprimió con 245 kg/cm² comportándose bien. Recuperó muestras para su análisis respectivo.

17/JULIO/84 Observó pozo abierto por estrangulador de 1/2" quemando gas y aceite presión en T.P. = 81 kg/cm², T.R. = 0. Instaló protector de árbol y probó línea de 3 1/2" de T.P. con 700 -- kg/cm² y T.R. con 350 kg/cm². Efectuó estimulación de limpia al intervalo disparado 6124-6062 m, con 20 m³ de HCL al 15%, al 5%-LU-66, 2% A-200, 1% A-201, 1% F-75-N y 1.5% W-35. Desplazó e inyectó ácido con 229 bl. de agua registrandose los siguientes - - datos :

Presión regresando fluidos contra formación = 280 kg/cm², al llegar inyectados los primeros 30 barriles de ácido, observó abatimiento de presión lento de 280 kg/cm² a 35 kg/cm², checó espacio anular con 175 kg/cm² satisfactoriamente.

Presión de inyección de 210 kg/cm² a 35 kg/cm²

Gasto de inyección = 2 - 0.5 bl/min

Presión de cierre instantáneo = 63 kg/cm²

Presión final = 53 kg/cm²

Durante la operación la T.R. 7 5/8" se represionó con 140-kg/cm² desfogandose al disminuir la presión. Eliminó protector de árbol. Abrió pozo x 1/4" con 56 kg/cm² desalojando agua de inyección. Observó pozo abierto al quemador por estrangulador de 1/4" con presión en T.P. 53 kg/cm² incrementandose a 95 kg/cm² T.R. = 0 kg/cm², desalojando agua.

18-20/JULIO/84 Observó pozo abierto al quemador de 1/4" por estrangulador. Cambió mismo a 1/2" incrementandose la presión de

95 a 180 kg/cm². Observó pozo por estrangulador de 1/2" desalojando ácido, aceite y gas, presión en T.P. de 180 kg/cm², T.R. = 0 kg/cm², recuperando muestra cada 2 horas. Cerró pozo. T.P. = 190 kg/cm² T.R. = 0, observó pozo cerrado T.P. = 246 kg/cm² --- T.R. = 0 kg/cm², Instala unidad de registro para registro de fondo con pozo cerrado. Tomó registro de presión de fondo a -- 5600 m. Se sacó sonda a 5400 m. Abrió pozo por estrangulador de 1/2" por T.P. con 243 kg/cm² y tomó registro curva de incremento. Tomó registro RPFC a pozo cerrado (T.P. = 243 kg/cm² - T.R. = 0 kg/cm²) de 5800 - 5700 - 5600 - 5500 - 5400 - 500 - 200 - 100 - 0 , presión máxima a 5800 m. 616 kg/cm². Observó pozo cerrado con presión en T.P. de 240 kg/cm² y en T.R. = 0 .

7.2 ANÁLISIS DE LA MUESTRA DE ACEITE RECUPERADA

Fecha	Hora	Agua	Sedimentos	Densidad
		%	%	gr/cm ³
18/JUL/84	12:00	0.2	0.1 (trazas)	0.855
18/JUL/84	13:00	0.3	0.1 (trazas)	0.855

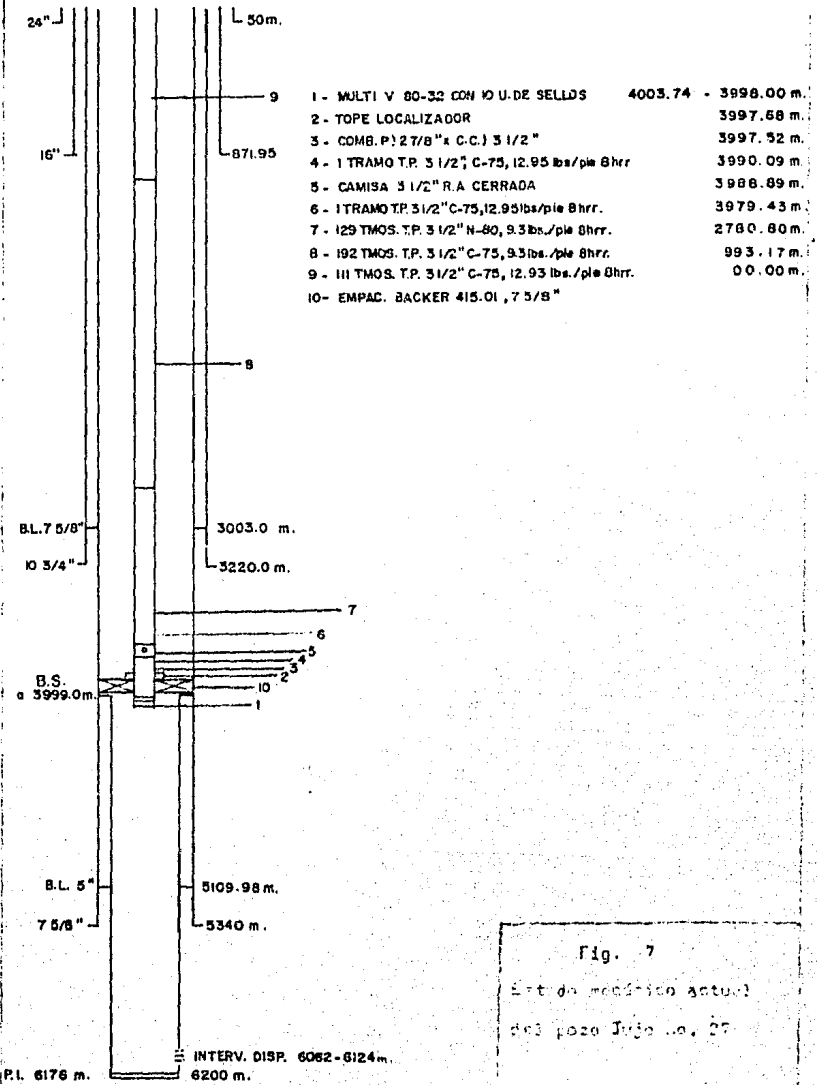
7.3 REGISTROS TOMADOS DURANTE LA TERMINACION

FECHA	INTERVALO m.	REGISTRO
1/JUL/84	6170-4000	CET
1/JUL/84	6170-5340	RCN
1/JUL/84	6170-2800	RG-CCL

OBSERVACIONES : El registro CET se tomó con la finalidad de -- evaluar la calidad de la cementación, de la tubería de revesti- miento de 5" (corta y extensión) .

Los registros RCN, RG-CCL fueron correlacionados con el regis- tro CNL para afinar el intervalo programado para dispararse .

DIST. DEL APAREJO SENCILLO DE PRODUCCION



CAPITULO 8

CONCLUSIONES

Debido a la variedad de herramientas, equipo, etc., utilizados durante la perforación de un pozo, implica que se genere una gran cantidad de información, la cual es muy difícil de abarcar en un trabajo de esta naturaleza. Sin embargo se pretendió mencionar los hechos mas relevantes que se suscitaron durante el transcurso de la misma .

El intervalo que se seleccionó y que resultó productor de aceite volátil se encuentra en rocas dolomitizadas, fracturadas, perteneciente a la unidad estratigráfica del Jurásico Superior-Kimmeridgiense .

Considerando que en este yacimiento, al que pertenece el pozo en cuestión, no se conoce el contacto agua-aceite, es recomendable que los pozos a perforar se programen a mayores profundidades con el fin de determinar el límite inferior del yacimiento y así calcular con mayor exactitud el volumen de hidrocarburos almacenados .

En la prueba de presión que se efectuó, se observa que se alcanzó el período de flujo radial, lo que indica que los resultados obtenidos son representativos del yacimiento .

Antes de tomar el registro de presiones, se efectuó una estimulación de limpieza para eliminar el daño en las vecindades del pozo, pero al realizar el análisis se encontró un daño grande ($cs = 20.9$). lo cual se podría explicar por una penetración parcial en la zona productora ó un régimen de turbulencia alrededor del pozo, lo cual solo se podrá determinar por medio de otras pruebas .

Debido a que el gasto de aceite es alto, se considera que

el daño no afecta la producción y el daño calculado es un daño-aparente .

La isopaca neta de este pozo es de 374 m. y es un yacimiento fracturado con porosidad primaria de 1% y saturación de agua congénita de 16% .

La introducción de las tuberías de revestimiento se debe - de hacer con todas sus recomendaciones pertinentes, ya que en - este pozo la tubería de revestimiento de 16" programada para ce - mentarse a 1000 m., se cementó a 871.95 m. por problema de pega - dura de la misma al estar introduciendola al pozo .

Debido a la profundidad del pozo y al peso del lodo, la tu - bería de revestimiento de 7 5/8" corta, por diseño está colapsa - da, pero cabe hacer mención que actualmente no se dispone en el - país de tuberías de revestimiento con mayor resistencia al co - lapso .

El pozo fué oficialmente terminado como productor de acei - te volátil y gas en el intervalo 6062-6124" que en ese entonces - se consideró como el más profundo de Latinoamérica .

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Informes geológicos e informes finales de pozos. Superintendencia General de Distritos de Exploración, PEMEX, Zona Sureste .
- 2.- Columnas geológicas perforadas en el Campo Jujo. Superintendencia de Ingeniería Petrolera, División Desarrollo de Campos, PEMEX, Zona Sureste .
- 3.- González Pech Gustavo (1977) "Estudio geológico estructural del Campo Sitio Grande". PEMEX .
- 4.- Sánchez Sánchez Eduardo (1982) "Nuevos descubrimientos en la porción Noroeste del área mesozoica de Chiapas-Tabasco en la Zona Sureste" .
- 5.- Horner D.R. "Pressure Build-up in Wells". Proc., Third World Pet. Cong., E.J. Brill, Leiden (1951) 11, 503 .
- 6.- Van Everdingen, A.F. : "The Skin Effect and Its Influence on the Productive Capacity of a Well", Trans., AIME (1953) 198, 171-176 .
- 7.- Hurst, W. : "Establishment of the Skin Effect and Its - -

Impediment. to 'Fluid Flow in to a Wellbore", Pet. Eng. - -
(Oct., 1953) 25, B-6 .

- 8.- Mathews, C.S., Brons, F and Hezebroek, P. : "A Method for-Determination of Average Pressure in a Bounded Reservoir", Trans., AIME (1954) 201, 182-191 . .
- 9.- Reporte diario de perforación del pozo Jujo No. 27 Dpto. - de Perforación, PEMEX, Zona Sureste .
- 10.- "Formula and calculations for casing, tubing, drill pipe -- and line pipe properties" API (1980).
- 11.- Boletín SC3 API (Mzo. 1980) .
- 12.- Departamento de Ingeniería Petrolera, Sección Operaciones, PEMEX, Zona Sureste, Villahermosa, Tab. . .