



T
622.25
9934

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

Revisión y Análisis de la Cementación Primaria de los Pozos B2 - P1X1, B2 - P2X1 y B1P3X1 de Belco Petroleum del Ecuador Inc. Ubicados en el Golfo de Guayaquil."

PROYECTO DE GRADO

**Previo a la Obtención del Título de:
INGENIERO EN PETROLEO**

Presentado por:

Wilson Oswaldo Guerrero Pazmiño

Guayaquil, Ecuador

1990

AGRADECIMIENTO

A BELCO PETROLEUM DEL ECUADOR, INC.
POR DARME SUS FACILIDADES PARA LA
PREPARACION DE ESTE INFORME TECNICO.

DEDICATORIA

A MIS PADRES SR. HUMBERTO GUERRERO Y SRA.
RAQUEL PAZMINO POR EL ESFUERZO QUE SIEMPRE HAN
REALIZADO POR MI.

QUIERO HACER LA PROMESA DE SEGUIR TRABAJANDO
POR EL BIEN DE MI FAMILIA EN ESPECIAL PARA:

MI HERMANO JACINTO HUMBERTO

MI HERMANA POLITICA EDITH Y

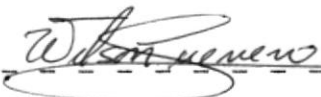
MIS QUERIDOS SOBRINOS DAVID Y LENNY.

A TODOS USTEDES LES DEDICO ESTE TRABAJO.

DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad por los hechos, ideas, y doctrinas expuestas en este PROYECTO DE GRADO, me corresponden exclusivamente ; y, el patrimonio intelectual del mismo, a la "ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".

(Reglamento de Exámenes y Títulos profesionales de la ESPOL).

A handwritten signature in cursive script, reading "Wilson Guerrero P.", is written over a horizontal dashed line.

WILSON GUERRERO P.

K. G. Malave!

ING. KLEBER G. MALAVE

DIRECTOR DEL TOPICO

Daniel Tapia

ING. DANIEL TAPIA

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Francisco Andrade

ING. FRANCISCO ANDRADE

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

RESUMEN

En este trabajo se hace una revisión de las operaciones de cementación primaria en los pozos B2-P1X1 B2-P2X1 y B1-P3X1 de los bloques uno y dos, pertenecientes a Belco Petroleum del Ecuador, Inc., y que se hallan ubicados en la zona del Golfo de Guayaquil.

La investigación se centra en la recolección de la información acerca de los trabajos efectuados en los mencionados pozos tales como: Diseño de Tubería de Revestimiento, Diseño de Lechadas de Cemento, información diaria del Reporte de Perforación y la información geológica de los pozos perforados.

Se analizan los citados parámetros junto con el registro de cementación, de manera que se pueda efectuar una evaluación completa del trabajo primario de cementación.

INDICE GENERAL

RESUMEN	6
INDICE GENERAL	7
INDICE DE FIGURAS	9
INDICE DE TABLAS	10
INTRODUCCION	11
I GENERALIDADES	12
II CLASIFICACION API DE CEMENTOS	14
2.1 CEMENTOS EMPLEADOS EN LOS POZOS.....	16
III ADITIVOS UTILIZADOS EN LA CEMENTACION	19
3.1 ADITIVOS PARA LA CEMENTACION DE TUBERIAS DE REVESTIMIENTO SUPERFICIALES	21
3.1.1 ADITIVOS ESPECIALES	21
3.1.2 ACELERADORES	23
3.1.3 REDUCTORES DE DENSIDAD	23
3.2 ADITIVOS EMPLEADOS EN LA CEMENTACION DE TUBERIAS DE REVESTIMIENTO DE PROTECCION Y PRODUCCION ...	24
3.2.1 RETARDADORES	24
3.2.2 CONTROL DE FILTRACION	25
3.2.3 REDUCTORES DE DENSIDAD	26
IV REVISION DE LAS OPERACIONES DE CEMENTACION	27
4.1 POZO B2-P1X1	27
4.1.1 HISTORIA DEL POZO	27
4.1.2 PROGRAMA DE CEMENTACION	28
4.2 POZO B2-P2X1	32
4.2.1 HISTORIA DEL POZO	32

4.2.2 PROGRAMA DE CEMENTACION	33
4.3 POZO B1-P3X1	36
4.3.1 HISTORIA DEL POZO	36
4.3.2 PROGRAMA DE CEMENTACION	37
V ANALISIS DE LAS OPERACIONES DE CEMENTACION	41
5.1 POZO B2-P1X1	41
5.2 POZO B2-P2X1	42
5.3 POZO B1-P3X1	43
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	45
BIBLIOGRAFIA	47

INDICE DE FIGURAS

FIG. # 1	MAPA DE UBICACION	13
FIG. # 2	RANGO DE PROFUNDIDAD Y TEMPERATURA DE CEMENTOS API	18
FIG. # 3	DIAGRAMA DEL POZO B2-P1X1	31
FIG. # 4	DIAGRAMA DEL POZO B2-P2X1	35
FIG. # 5	DIAGRAMA DEL POZO B1-P3X1	40

INDICE DE TABLAS

TABLA I	ADITIVOS UTILIZADOS EN LAS LECHADAS	20
TABLA II	RESUMEN DE LECHADAS DE CEMENTO POZO B2-P1X1	30
TABLA III	RESUMEN DE LECHADAS DE CEMENTO POZO B2-P2X1	34
TABLA IV	RESUMEN DE LECHADAS DE CEMENTO POZO B1-P3X1	39

INTRODUCCION

La cementación primaria de las tuberías de revestimiento en pozos de petróleo es una operación cuya importancia es indiscutible, toda vez que constituye un medio que permite poner en producción el pozo. Indudablemente el éxito de la operación de cementación radica en una adecuada planificación de la misma.

La finalidad de este trabajo es revisar y analizar las operaciones de cementación primaria efectuadas en los pozos exploratorios costa afuera B2- F1X1 y B2- F2X1 en el bloque dos y el B1- F3X1 en el bloque uno de la costa ecuatoriana perforados por Belco Petroleum del Ecuador, Inc.

La revisión y análisis se basa en la recopilación de la información del reporte diario de perforación, del programa de diseño de las tuberías de revestimiento, del programa de diseño de cementación y de la cantidad real de lechada de cemento usada en el pozo.

Esta información junto con los registros de cementación sirven para evaluar la operación de cementación efectuada en cada pozo.

CAPITULO I

GENERALIDADES

Belco Petroleum del Ecuador, Inc., inició en 1987 la campaña exploratoria en busca de petróleo en los bloques uno y dos de la costa ecuatoriana. Fig # 1

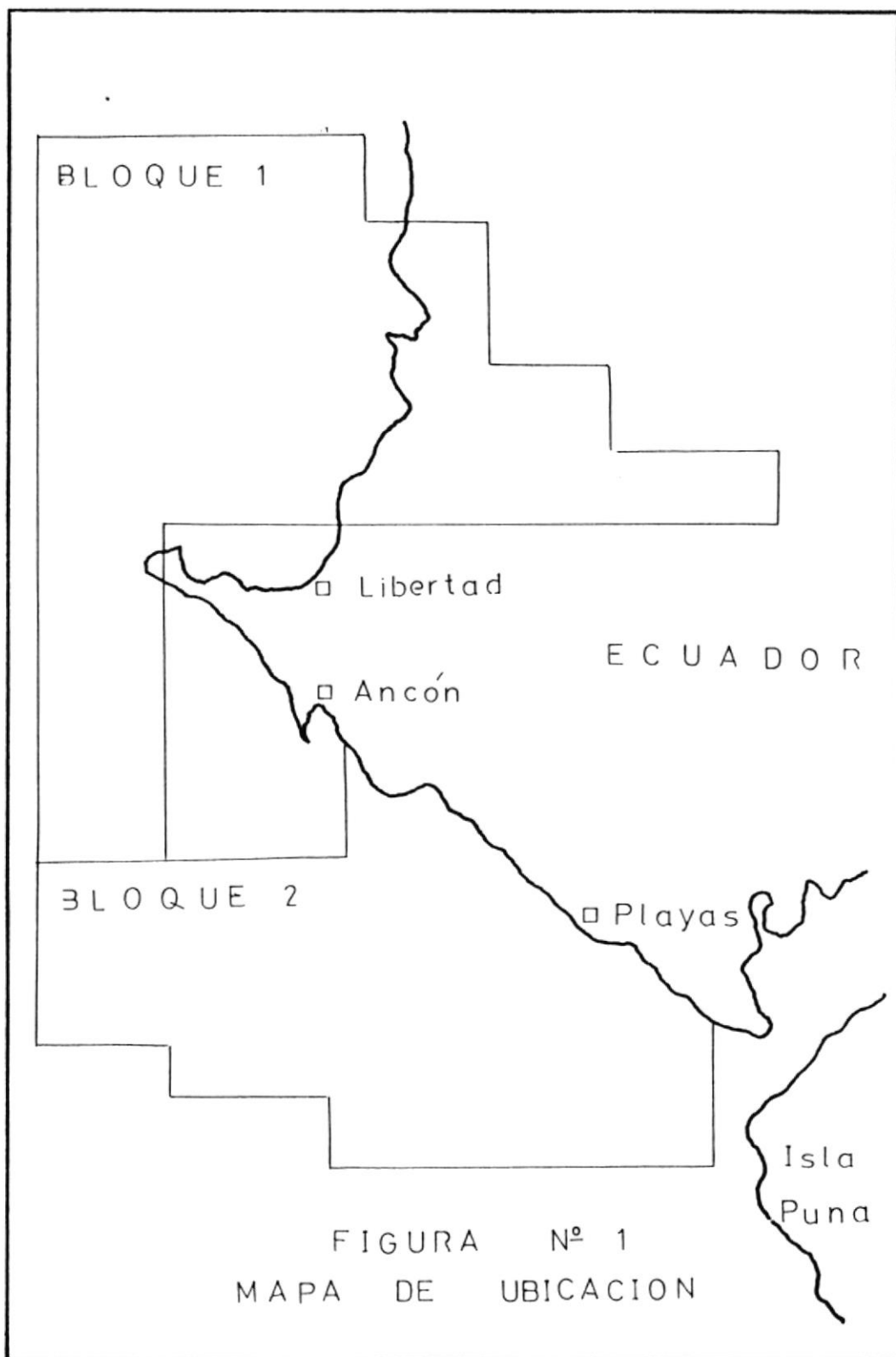
En base a la evaluación geológica del área decidió perforar dos pozos exploratorios costa afuera en el bloque dos y tres pozos en el bloque uno.

Los pozos B2-P1X1 y B2-P2X1 ubicados en el bloque dos y el B1-P3X1 ubicado en el bloque uno son los que se consideran en este estudio con el objeto de revisar y analizar la operación de cementación en ellos efectuada.

El programa de diseño de las tuberías de revestimiento de estos pozos sigue el mismo patrón, el cual básicamente consiste en los siguientes tipos:

- Conductora de 20".
- De superficie de 13 3/8".
- De protección de 9 5/8";y
- De producción de 7".

Las operaciones de cementación fueron realizadas por la compañía Halliburton. En consecuencia los cementos, los nombres de aditivos y el equipo usado para la cementación son productos de esta compañía de servicios.



CAPITULO II

CLASIFICACION API DE CEMENTOS

El API ("AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE"), ha establecido una clasificación general para los cementos que se utilizan en pozos de petróleo y/o gas.

Son "Cementos Portland" que tienen diferentes proporciones de aluminato tricálcico, aluminoferrito tetracálcico, silicato tricálcico y silicato dicálcico, que los hace útiles para cumplir ciertas condiciones de presión y temperatura específica que presente cada pozo.

Nueve tipos de "cemento Portland" se agrupan en esta clasificación cuyo uso cubre profundidades hasta de 16000', variadas condiciones de presión - temperatura, esfuerzo compresivo, resistencia a los sulfatos y facilidad para modificar las propiedades iniciales del cemento mediante el uso de aditivos aceleradores o retardadores.

Estos tipos son:

CLASE A : Usado para cementar intervalos que van desde la superficie hasta profundidades de 6000' a temperaturas entre 80 F y 170 F.

Es útil cuando el cemento no necesita propiedades especiales.

CLASE B: Empleado hasta 6000' de profundidad a temperaturas entre 80 F y 170 F.

Para estos cementos la resistencia al ataque de los sulfatos es de moderada a alta.

CLASE C: Usado hasta 6000' de profundidad a temperaturas entre 80 F y 170 F.

La resistencia al ataque de los sulfatos es de moderada a alta y el esfuerzo compresivo es mayor que el clase A en las primeras 30 horas.

CLASE D: Utilizado entre 6000' y 10000' a temperaturas entre 170 F y 230 F.

La resistencia al ataque de los sulfatos es de moderada a alta.

CLASE E: Usado entre 10000' y 14000' a temperaturas entre 170 F y 290 F.

La resistencia al ataque de los sulfatos es de moderada a alta.

CLASE F: Empleado entre 10000' y 16000' a temperaturas entre 230 F y 320 F.

La resistencia al ataque de los sulfatos es de moderada a alta.

CLASE G y H: Usado hasta 8000' a temperaturas entre 80oF^o y 200 F.

La resistencia al ataque de los sulfatos es moderada.

CLASE J: Utilizado entre 12000' y 16000'.

La mínima temperatura donde se usa es a 230 F^o y su resistencia a los sulfatos es alta.

Los cementos clase G y H se llaman básicos y son químicamente similares al B, pero su fabricación demanda especificaciones más rigurosas, para obtener un producto uniforme, que no contiene agentes de control de viscosidad, aceleradores o retardadores.

La mayoría de cementos API han sido reemplazados por los cementos llamados básicos.

Un resumen de la clasificación API de cementos se muestra en la figura #2.

2.1 CEMENTOS EMPLEADOS EN LOS POZOS

Dos tipos de cementos API se emplearon en la cementación de los tres pozos. El clase A fue el más usado debido a las condiciones de presión y temperatura en que trabaja y a las profundidades alcanzadas.

El clase G fue usado solamente en la cementación de la

tubería de Revestimiento de 7" en el pozo B2-P1X1 debido a que el cemento clase A se agotó en bodega.

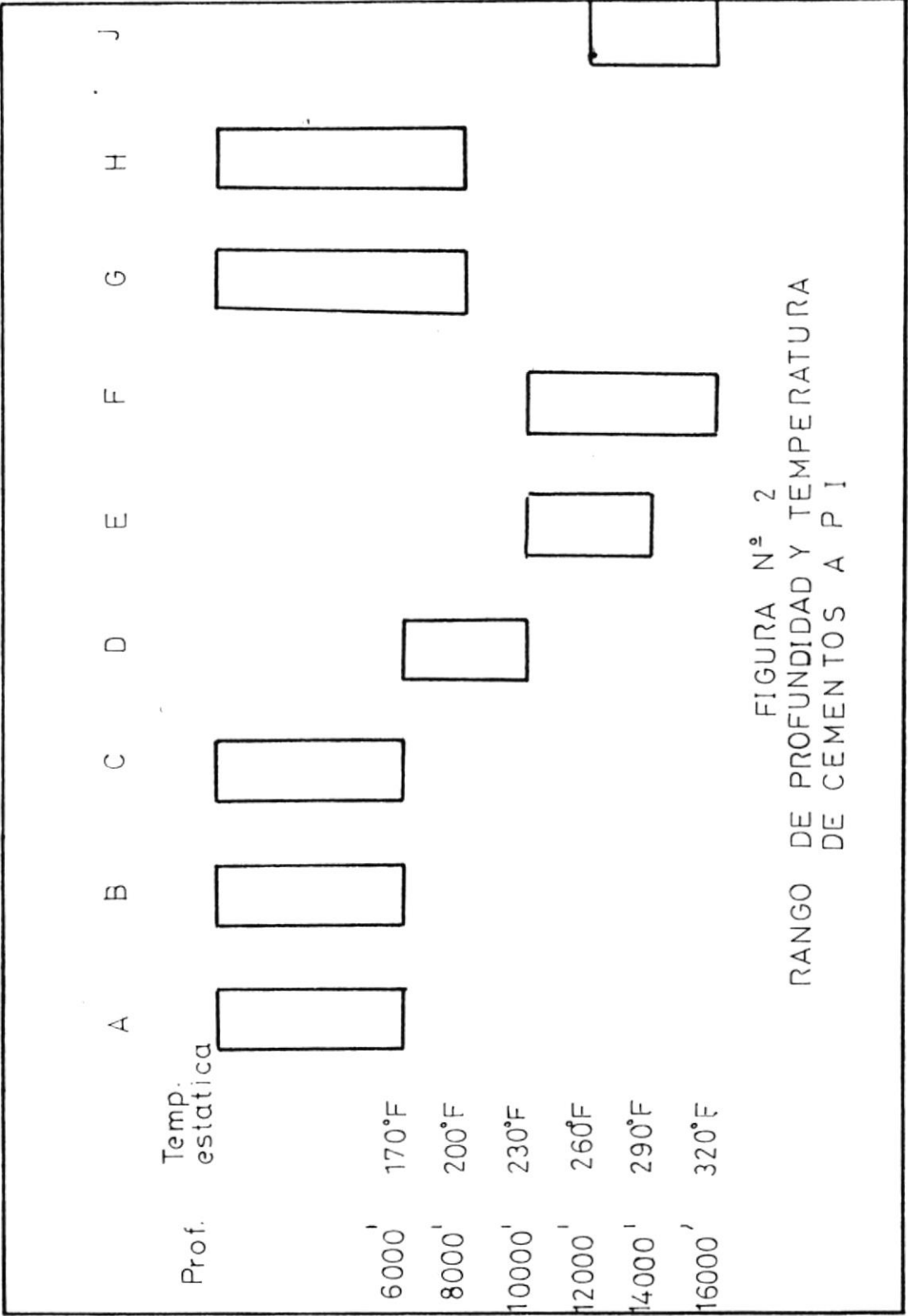


FIGURA N° 2
RANGO DE PROFUNDIDAD Y TEMPERATURA
DE CEMENTOS A P I

CAPITULO III

ADITIVOS UTILIZADOS EN LA CEMENTACION

Por las condiciones de presión y temperatura de fondo, las lechadas de cemento fueron modificadas mediante el uso de aditivos.

Los aditivos utilizados y las funciones que debían cumplir en la lechada, se seleccionaron en base al tipo de tubería de revestimiento a cementar. En la Tabla I se muestra un resumen de los mismos.

TABLA I

Aditivos utilizados
en las lechadas

Tipo de Tubería de revestimiento	Funciones de Aditivos empleados
Superficial	- Especiales - Aceleradores - Reductores de densidad
Protección y Producción	- Retardadores - Control de pérdida de filtrado - Reductores de densidad

3.1 ADITIVOS PARA LA CEMENTACION DE TUBERIAS DE REVESTIMIENTO SUPERFICIALES.

3.1.1 ADITIVOS ESPECIALES.

Para mejorar las propiedades tixotropicas se utilizaron dos aditivos, Thixset A y Thixset B, cuyas funciones son desarrollar un rápido esfuerzo de gel cuando la lechada se encuentra en condiciones estáticas o a bajas tasas de circulación.

El rápido esfuerzo del gel desarrollado permite que la lechada se autosoporte, reduciendo de esta forma el contraflujo de cemento y pérdidas de circulación.

Aditivos como el "Thixset A" y "Thixset B" permiten suministrar estas características a la lechada. Deben mezclarse en conjunto de manera que se obtengan propiedades tixotropicas únicas.

A continuación se da una breve explicación de cada aditivo.

Thixset A:

Se usa en áreas poco consolidadas, altamente permeables, fracturadas o en formaciones cavernosas.

Es un polímero granular utilizado en conjunto con el "Thixset B". Se los mezcla seco o con agua y producen rendimiento de 5.2 a 13.8 gal/sx. Sin embargo los mejores

resultados se encuentran cuando la lechada tiene de 14 a 15.6 lb/gal.

Tiene las siguientes ventajas:

- Compatible con todos los cementos API.
- Puede ser mezclado en forma seca o con agua.
- Puede ser acelerado o retardado en combinación con la mayoría de aditivos de cemento.
- El esfuerzo compresivo es bastante alto para la cementación primaria.
- Ofrece un buen control para pérdidas de filtración.

Thixset B:

Es un aditivo útil en dos tipos de situaciones; problemas de pérdidas de circulación y problemas de ingreso de gas en la lechada.

Con este aditivo estos problemas son controlados debido al alto esfuerzo de gel que desarrolla en periodos cortos de tiempo cuando la lechada esta bajo condiciones estáticas.

Las ventajas que presentan son:

- No tiene restricciones de temperatura
- No presenta viscosidades extremas cuando se lo mezcla y previene el contraflujo de la lechada por la tixotropía que desarrolla.

3.1.2 ACELERADORES

El empleo de un aditivo acelerador fue necesario para disminuir el tiempo de espesamiento de la lechada y producir un rápido fraguado.

El Ca Cl en concentraciones de 2% en peso fue conveniente para acelerar el fraguado de la lechada.

3.1.3 REDUCTORES DE DENSIDAD

Sirven para disminuir el costo de la lechada y aumentar el rendimiento. Se empleó 0.8% en peso de Halliburton gel.

Halliburton gel:

Es una bentonita. Esta arcilla debido a sus propiedades coloidales absorbe y mantiene varias veces su peso en el agua.

Es compatible con todos los cementos API. Las ventajas que tienen son:

- Aumenta el volumen y rendimiento de la lechada
- Disminuye apreciablemente del costo del llenado.
- Reduce el peso de la columna de lechada.
- Reduce las pérdidas de filtración.
- Actúa como lubricante para permitir una fácil rotación de la tubería de revestimiento con los raspadores de pared.

3.2 ADITIVOS EMPLEADOS EN LA CEMENTACION DE TUBERIAS DE REVESTIMIENTO DE PROTECCION Y DE PRODUCCION

El diseño de las lechadas para la cementación de estas tuberías utiliza los mismos aditivos; es decir:

- Retardadores
- Aditivos para controlar pérdidas de filtración y
- Reductores de densidad.

3.2.1 RETARDADORES

Los incrementos de temperaturas que se presentaban al ir profundizando la perforación y el consecuente fraguado rápido fueron contrarrestando por el empleo de HR-4 y HR-7 en concentraciones de 0.2% y 0.25% en peso, respectivamente.

HR-4:

Es un químico retardador compatible con los cementos API clase A, B, D, E, G y H.

Una pequeña cantidad de este químico retarda el tiempo de espesamiento y proporciona una reducción mínima del esfuerzo compresivo en las primeras 24 horas. Se mezcla con el cemento en condiciones seca.

HR-7:

Es un químico retardador igual al HR-4, con la diferencia de que tiene mejores propiedades dispersantes. Se usa cuando el cemento tiene altos porcentajes de Halliburton gel.

Dá una apreciable disminución en la viscosidad y apariencia uniforme de la lechada. Se lo mezcla en forma seca con el cemento.

3.2.2 ADITIVOS PARA CONTROLAR LA FILTRACION

Para prevenir la deshidratación de la lechada se empleó HALAD-9 y CFR-2 en concentraciones de 0.5% y 0.75% en peso, respectivamente.

HALAD-9

Se usa para controlar las pérdidas de agua en las composiciones de lechadas. Sus ventajas son:

- Ayuda a proteger a las lutitas sensitivas al agua
- Reduce el prematuro fraguado del cemento
- Mantiene la viscosidad baja consiguiendo reducir la presión de circulación.
- Reduce el "agua libre" de la lechada.
- Puede ser mezclado en forma seca o con agua.

CFR-2

Es un agente usado en concentraciones altas de Halliburton gel. Es un buen controlador de filtrado y hace que se

aumente el esfuerzo compresivo y que se mejoren las condiciones de flujo, permitiendo que la lechada pueda ser puesta en condiciones de turbulencia.

3.2.3 REDUCTORES DE DENSIDAD

Una baja concentración de Halliburton gel de 0.8% a 0.4% en peso para la tubería de revestimiento de protección y producción, respectivamente, fué necesaria para reducir la densidad de las lechadas.

CAPITULO IV

REVISION DE LAS OPERACIONES DE CEMENTACION

4.1 POZO B2-P1x1

4.1.1 HISTORIA DEL POZO.

Este fué el primer pozo exploratorio costa afuera perforado por Belco Petroleum en el bloque dos.

La operación comenzó el 4 de Octubre y finalizó el 12 de Diciembre de 1987 alcanzando una profundidad total (TD) de 7640'. La secuencia estatigráfica atravezada fué de sedimentos recientes, del eoceno superior, medio e inferior y del paleoceno, principalmente arenas calcáreas, limolitas, lutitas, arenosas y arenas.

Durante la perforación se usaron tres tipos de fluido:

- Agua salada de 8.8 lb/gal hasta 758'
- "Salt Water Gel"* con "New Drill"* de 9.6 lb/gal hasta 2277' y
- "New Drill"* de 10.4 lb/gal hasta 7640'

Después de clavar una tubería conductora de 20" a 195' se perforó y completó cada intervalo de la siguiente manera:

<u>BROCAS</u>	<u>TUBERIA DE</u> <u>REVESTIMIENTO</u>	<u>TIPO</u>	<u>LB/PIE</u>	<u>PROF.</u>
17 1/2"	13 3/8"	J-55	61.0	750'
12 1/4"	9 5/8"	N-80	43.5	2276'
8 1/2"	7"	N-80	26.0	7347'

Las pruebas de formación se hicieron a hueco entubado y los intervalos escogidos eran los mejores para evaluar el potencial de flujo, como sugerían los registros eléctricos (alta porosidad y baja arcillosidad).

Cuatro pruebas DST (Drill Steam Test) se realizaron y los resultados obtenidos probaron que las formaciones en estos intervalos no presentaban condiciones de yacimiento. Por esta razón se decidió taponar y abandonar el pozo.

4.1.2 PROGRAMA DE CEMENTACION

Dos tipos de lechada de cemento se diseñaron para cementar cada tubería de revestimiento de acuerdo a la profundidad y condiciones de presión y temperaturas de fondo.

Antes de la cementación, se bombeó 10 bls de agua salada de 8.8 lb/gal como fluido de colchón para propósitos de acondicionar el hueco abierto.

De acuerdo a las propiedades reológicas de la lechada se usó agua salada entre 8 y 10 bls/min. como desplazante. La tubería de revestimiento de 13 3/8" fué cementada totalmente hasta la superficie.

Los topes de cemento alcanzado por las lechadas estan a 1724' y 3910' para las tuberías de revestimiento de 9.5/8 y 7", respectivamenté.

El diagrama del pozo B2-P1X1 se muestra en la figura #3. El resumen de las lechadas usadas en cada operación de cementación se presenta en la tabla II.

TABLA II

RESUMEN DE LECHADAS DE CEMENTO POZO B2-P1X1

TUBERIA DE REVESTIMIENTO	VOLUMEN BIs	COMPOSICION DE LA LECHADA	P lb/gal	Y PC/SX
13 3/8"	80	CEMENTO CLASE A + 0.1% THIXSET A + 0.25% THIXSET B + 2% DE CACL	14.0	1.84
		CEMENTO CLASE A + 2% DE CACL		
9 5/8"	98	CEMENTO CLASE A + 0.25% DE HR-7	13.3	2.21
		CEMENTO CLASE A + 0.5% DE HALAD-9 + 0.75% CFR-2		
7"	111	CEMENTO CLASE A + 0.5% HALAD-9 + 0.4% DE GEL	14.3	1.78
		CEMENTO CLASE G + 0.5% DE CFR-2 + 0.5% DE HALAD-9 + 0.4% DE GEL		

DIAGRAMA DEL POZO B2-P1X1

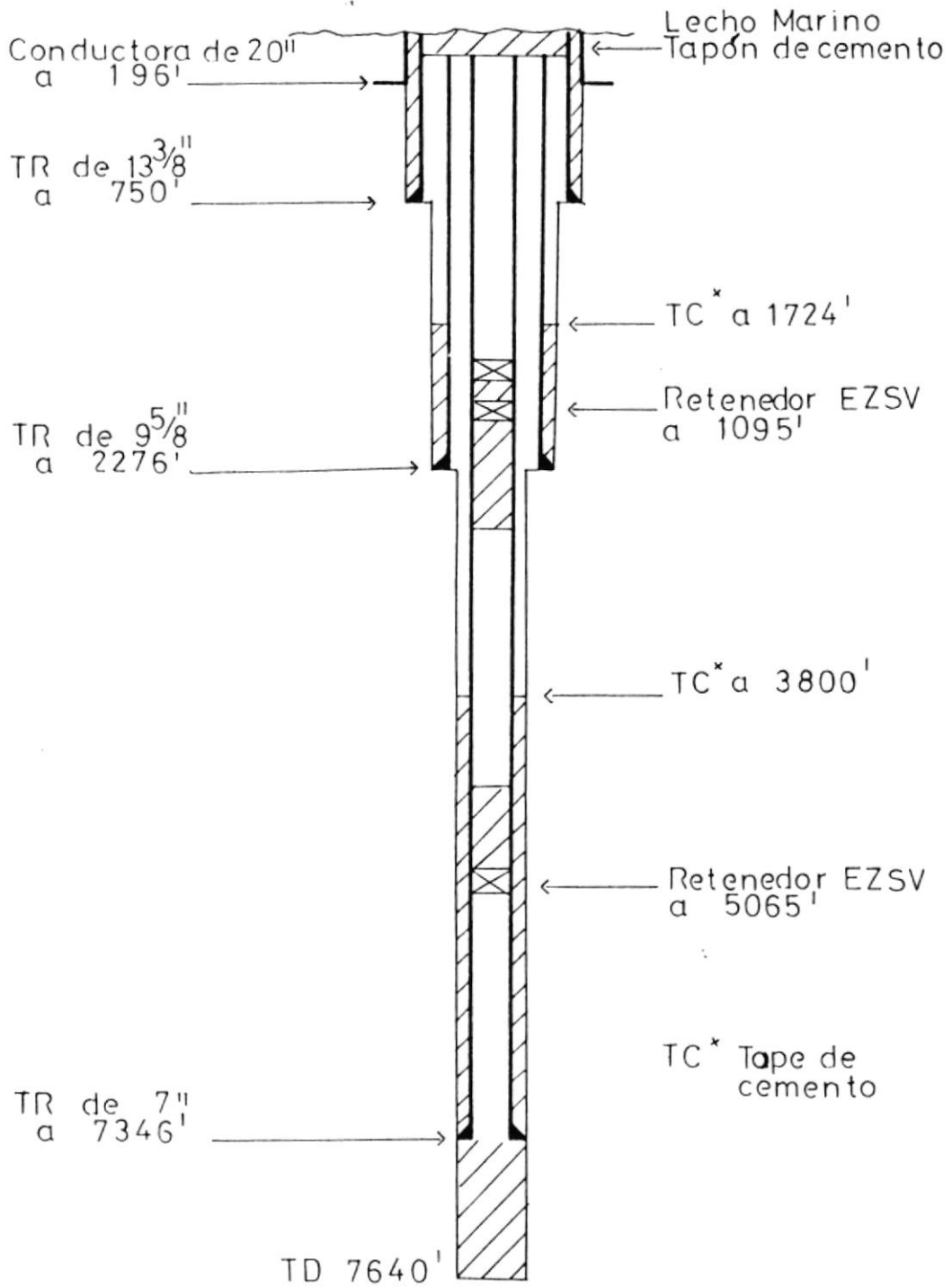


FIGURA N° 3

4.2 POZO B2- P2X1

4.2.1 HISTORIA DEL POZO.

Fue el segundo y último pozo exploratorio perforado en el bloque dos.

Se comenzó a perforar el 28 de Diciembre de 1987 y fué terminado el 3 de Febrero de 1988, alcanzando una profundidad total (TD) de 7209'.

La secuencia estatigráfica atravezada fué de sedimentos recientes, del eoceno superior, medio e inferior, paleoceno y cretaceo, principalmente areniscas, limolitas y lutitas limosas. Durante la perforación se usaron tres tipos de fluidos:

- "Native Gel"* de 9.6 lb/gal hasta 1026'.
- "New Drill"* de 10.4 lb/gal hasta 5605'.
- "Fac Salt"* de 10.4 lb/gal hasta 7209'.

Después de clavar una tubería conductora de 20" a 184' se perforó y completó cada intervalo de la siguiente manera:

<u>BROCAS</u>	<u>TUBERIA DE</u> <u>REVESTIMIENTO</u>	<u>TIPO</u>	<u>LB/PIE</u>	<u>PROF.</u>
17 1/2"	13 3/8"	J-55	61.0	1025'
12 1/4"	9 5/8"	N-80	43.5	3975'
8 1/2"	-----	-----	-----	7209'

Debido a que los 4000' se encontraron arenas impermeables con ausencia de porosidad y permeabilidad, no se completó el último intervalo. Este fué el motivo para abandonar y taponar el pozo.

4.2.2 PROGRAMA DE CEMENTACION

En este pozo se cementaron tuberías de 13.3/8" y 9.5/8", utilizándose dos tipos de lechada en cada tubería.

Agua salada de 8.8 lb/gal bombeada entre 8 y 10 bls/min. se empleó como fluido desplazante. La tubería de 13.3/8" fué cementada totalmente hasta la superficie. El tope de cemento se encuentra a 2000' en la tubería de 9.5/8".

Debido a la presencia de arenas impermeables, fue necesario colocar tapones de cemento a 3500' y 180'. Para taponar y abandonar el pozo se empleó 100 y 50 sacos de cemento API clase A, respectivamente.

No se corrió registro de cementación en el pozo. El diagrama del pozo B2- P2X1 se muestra en la figura #4 y el resumen de las lechadas empleadas se presenta en la tabla III.

TABLA III

RESUMEN DE LECHADAS DE CEMENTO POZO B2-P2X1

TUBERIA DE REVESTIMIENTO	VOLUMEN B1s	COMPOSICION DE LA LECHADA	F lb/gal	Y PC/SX
13 3/8"	72	CEMENTO CLASE A + 0.8% DE GEL + 2% DE CAOL	13.3	2.18
	113	CEMENTO CLASE A + 2% DE CAOL	15.6	1.37
9 5/8"	204	CEMENTO CLASE A + 0.8% DE GEL	13.3	2.10
	43	CEMENTO CLASE A	15.6	1.37

DIAGRAMA DEL POZO B2-P2X1

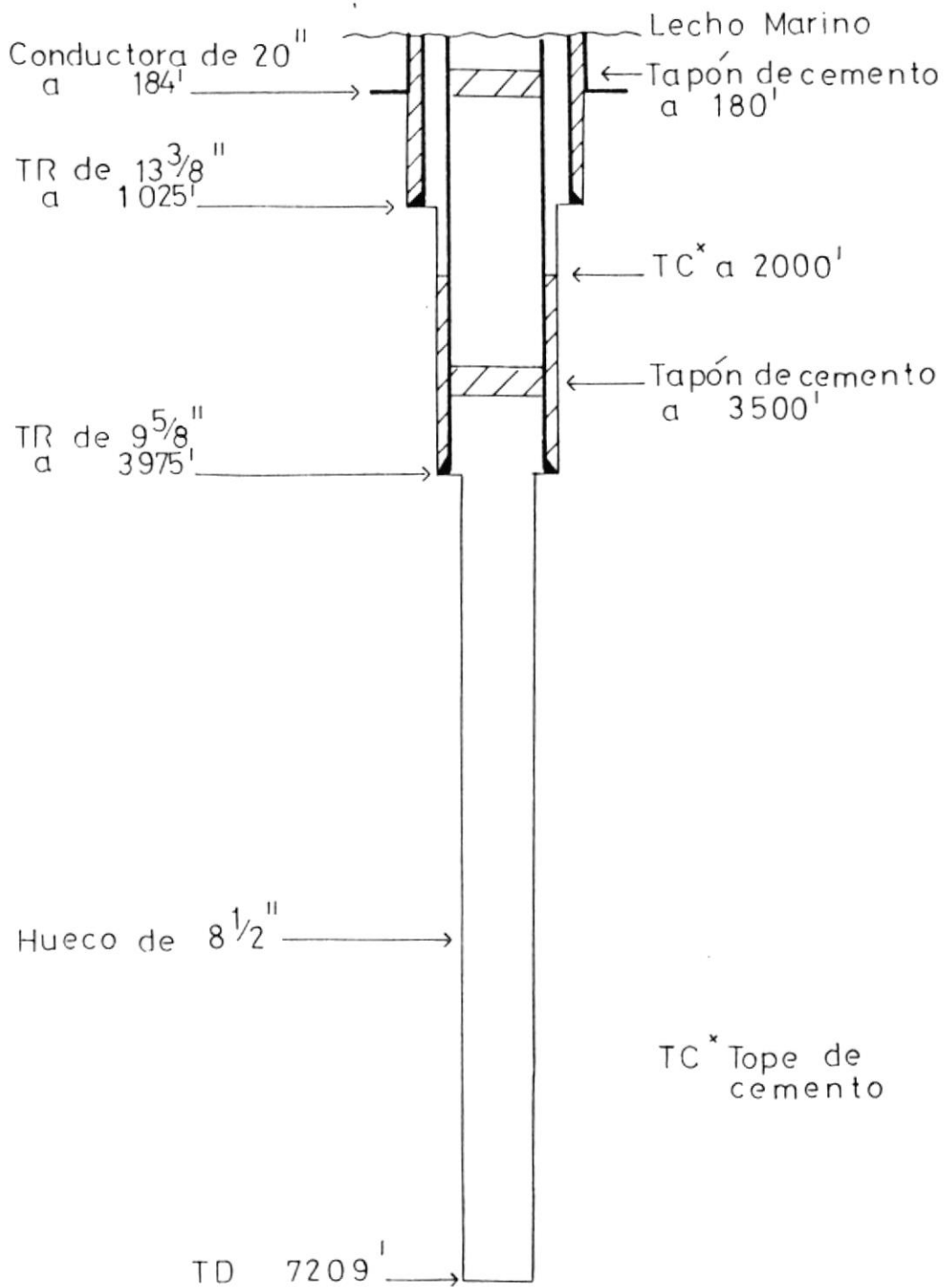


FIGURA N° 4

4.3 POZO B1- P3X1

4.3.1 HISTORIA DEL POZO.

Fue el tercer pozo exploratorio perforado y el primero en el bloque uno.

Se comenzó a perforar el 13 de Febrero y terminado el 30 de Marzo de 1988, alcanzando una profundidad total (TD) de 7942'.

La sección estatigráfica atravezada fué de sedimentos recientes, del eoceno medio e inferior, Paleoceno y Cretaceo, principalmente areniscas, limolitas, margas, calizas y chert en pocas cantidades.

Durante la perforación se emplearon tres tipos de fluidos:

- Agua salada con gel prehidratado de 9.2 lb/gal hasta 1028'.
- "Gel Pac System"* de 10.8 lb/gal hasta 4087'.
- "Weighted Gel-Pac"* de 15.5 lb/gal hasta 7942'.

Después de clavar una tubería conductora de 20" a 184' se perforó y completó cada intervalo de la siguiente manera:

<u>BROCAS</u>	<u>TUBERIA DE</u> <u>REVESTIMIENTO</u>	<u>TIPO</u>	<u>LB/PIE</u>	<u>PROF.</u>
17 1/2"	13 3/8"	J-55	61.0	1024'
12 1/4"	9 5/8"	N-80	43.5	4087'
8 1/2"	7"	N-80	26.0	7930'

Las pruebas de formación se hicieron con hueco entubado, debido a que mostró presencia de hidrocarburos tanto en los núcleos de la pared del pozo como en los perfiles.

Se realizaron cinco pruebas DST. En el DST #3A, después de un lavado con ácido, se obtuvo 54 bls de petróleo en el intervalo 4564'-4580'.

4.3.2 PROGRAMA DE CEMENTACION

En este pozo se cementaron tres tuberías de revestimiento de 13. 3/8", 9. 5/8" y 7"

El programa de cementación fué similar a las operaciones realizadas en los otros pozos. La tubería de 13. 3/8" fué cementada totalmente hasta la superficie. Los topes de cemento se encuentran a 2000' y 3400' en las tuberías de 9. 5/8" y 7", respectivamente.

Debido a que las arenas productoras no eran suficientemente atractivas para producirla se taponó el pozo para abandonarlo.

El diagrama del pozo B1- P3X1 se muestra en la figura #5.

El resumen de las lechadas empleadas se presenta en la tabla IV.

* MARCA REGISTRADA DE MILCHEM.

TABLA IV

RESUMEN DE LECHADAS DE CEMENTO POZO B1-P3X1

TUBERIA DE REVESTIMIENTO	VOLUMEN B1s	COMPOSICION DE LA LECHADA	P lb/gal	Y FC/SX
13 3/8"	97	CEMENTO CLASE A	13.3	2.18
		+ 0.8% DE GEL + 2% DE CACL		
	123	CEMENTO CLASE A	15.6	1.38
		+ 2% DE CACL		
9 5/8"	272	CEMENTO CLASE A	13.3	2.18
		+ 0.8% DE GEL		
	49	CEMENTO CLASE A	15.6	1.38
		+ 0.2% DE HR-4		
7"	19	CEMENTO CLASE A	12.5	2.18
	231	CEMENTO CLASE A	15.6	1.37
		+ 0.75% DE CFR-2		
		+ 0.5% DE HALAD-9 + 0.3% DE HR-4		

DIAGRAMA DEL POZO B1-P3X1

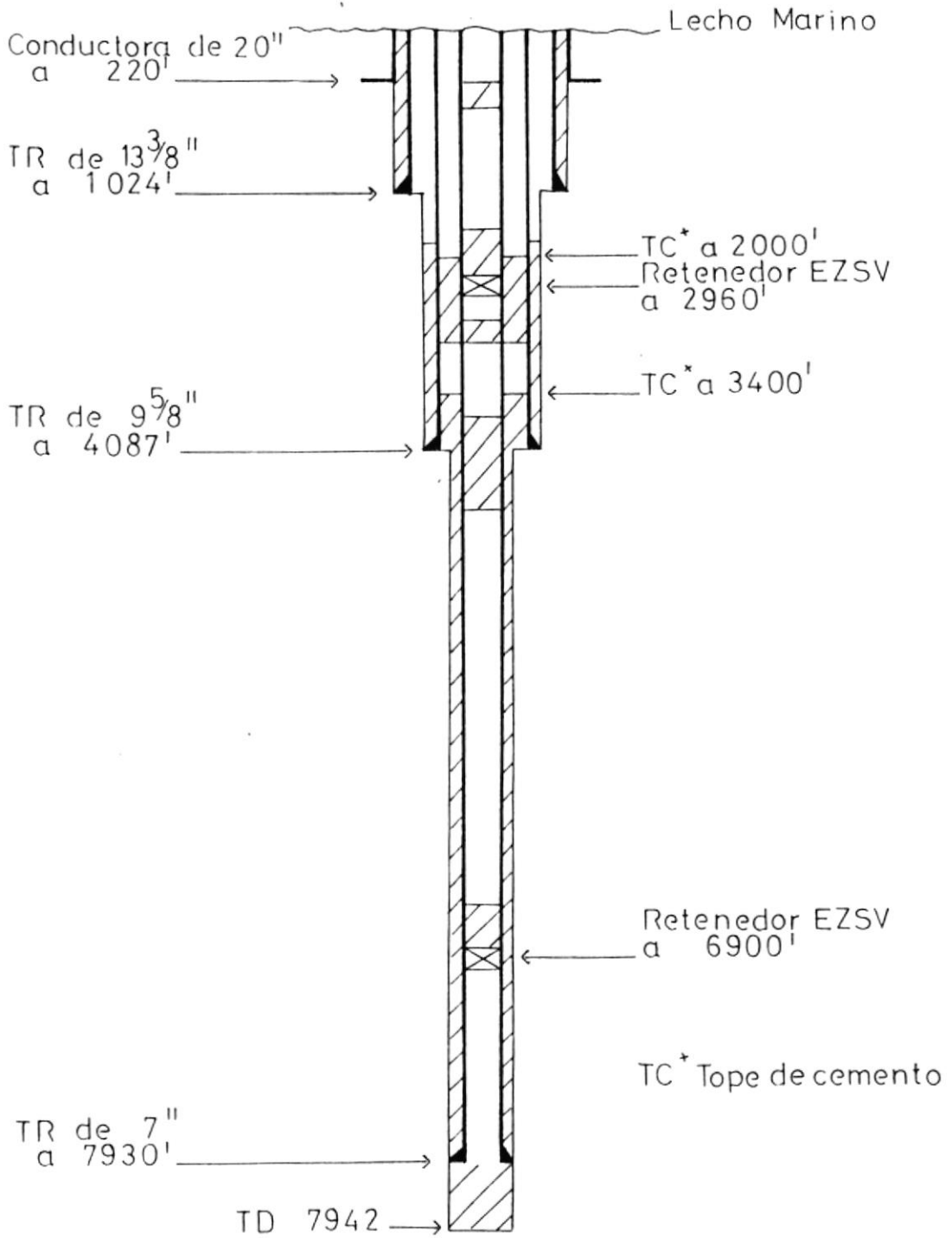


FIGURA N° 5

CAPITULO V

ANALISIS DE LAS OPERACIONES DE CEMENTACION

El análisis de la cementación se realiza en base a la interpretación de los registros de cementación de cada pozo.

Las curvas GR (Gamma Ray), TT (Travel Time), CBL (Cement Bond Log) y VDL (Variable Density Log), integran el registro de cementación.

5.1 POZO B2- P1X1

Se corrieron dos registros para evaluar el trabajo de cementación en las tuberías de 9. 5/8" y 7".

El registro tomado en la tubería de 9. 5/8" no estuvo disponible al momento de la investigación. Sólo se tiene referencia de que el tope de cemento se encuentra a 1724', como se menciona en el reporte final del pozo.

El registro tomado en la tubería de 7" fué corrido desde 3600' hasta 7272'. El tope de cemento se encuentra a 3910'.

A 4600' y 4800' se muestran ligeras fallas en la cementación como se pone en evidencia por las altas lecturas en el CBL y fuerte llegada de la onda sónica en la tubería de revestimiento. Dichas fallas son aproximadamente de 4' y se ven en cinco intervalos.

La falla más crítica se presenta en el intervalo comprendido entre 4669' y 4686' donde el cemento se encuentra parcialmente adherido a la tubería y no existe en la formación.

Después de este intervalo, de 4600' y 4800', la característica principal en el registro son valores estables de las lecturas del CBL, alrededor de 1 mv, indicando una buena unión entre la tubería y el cemento.

El VDL no muestra llegadas a la tubería, pero patrones ondulantes indican una excelente unión entre el cemento y formación.

La curva de tiempo de viaje se mantiene estable indicando una buena centralización de la onda sónica. En resumen la cementación de este pozo fue buena.

5.2 POZO B2-P2X1

Se realizaron dos trabajos de cementación, en la tubería de revestimiento de 13. 3/8" y 9. 5/8". No hubo problemas en la cementación, encontrándose el tope de cemento en la tubería de 9. 5/8" a 2000'.

El cálculo teórico del cemento coincide bastante con el tope real del cemento. Debido a que las formaciones no tenían porosidad y permeabilidad no se corrió registro de cementación para evaluar la operación .

5.3 POZO B1- P3X1

Se efectuaron los trabajos de cementación en las tuberías de 13. 3/8", 9. 5/8" y 7".

La cementación de las tuberías de 13. 3/8" y 9. 5/8" se realizó sin problema. El programa diseñado se cumplió como estaba planificado.

Una tasa de bombeo de 5 a 8 bls/min fue apropiada para tener éxito en la cementación. No se corrió ningún registro para evaluar el trabajo.

Un registro fue corrido en la tubería de 7" entre 3100' y 7826', encontrándose el tope de cemento a 3400'. Valores elevados en el CBL y moderadas respuestas en el VDL son características del registro arriba del zapato guía en la tubería de 9. 5/8".

Esto hace presumir que existen fallas, pero se descarta esta posibilidad por el aumento de lectura en la curva de tiempo de viaje, que indica justamente lo contrario.

La cementación en esta tubería presenta fallas (formación de canales gelatinizados de lodos) en los siguientes intervalos:

4087' - 4400'

5200' - 5250'

7180' - 7300'

Las formaciones porosas y permeables que se hallaron y los problemas de atascamiento presentados antes de la cementación, fueron las causas para variar continuamente las propiedades del lodo.

Un excesivo tiempo de exposición del hueco con el lodo antes de la operación contribuyó a la existencia de la falla en la cementación.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. Las operaciones de cementación ha sido exitosa en los pozos B2- P1X1 y B2- P2X1.
2. El éxito de estas operaciones se debe a los siguientes motivos:
 - Baja porosidad y permeabilidad de las formaciones atravezadas.
 - La disminución del esfuerzo de gel y la viscosidad en el fluido de perforación antes de la operación de cementación mejoraron las condiciones de desplazamiento del lodo con la lechada.
 - La presencia de aditivos en adecuadas concentraciones en el fluido de perforación para controlar pérdidas debido a filtración impidieron el acumulación de lodo en las paredes del hueco abierto.
 - El uso de agua salada para acondicionar el hueco abierto antes de la cementación.
 - La adecuada tasa de bombeo, de 8 a 10 bls/min., para colocar las lechadas; y
 - La buena colocación de los equipos accesorios (raspadores) en las tuberías de revestimiento.
3. La cementación del pozo B1- P3X1 presenta fallas en los intervalos:

4087 - 4400'

5200' - 5250'

7180' - 7300'

4. Dichas fallas se originaron por:

- Atascamiento de la tubería de perforación antes de la cementación.
- Variación continua de las propiedades del lodo.
- Demasiado tiempo de exposición del hueco con el lodo ocasionó la acumulación del lodo en las paredes del hueco.
- La presencia de formaciones porosas-permeables y fractuadas.

RECOMENDACIONES

1. Acondicionar el hueco antes de la operación de cementación.
2. En la cementación de la tubería de 7" del pozo B1-F3X1, se podrían haber evitado fallas prolongando el tiempo de espesamiento de la segunda lechada con un aumento en concentración de HR-4 para lograr mejorar las condiciones de la turbulencia de la lechada. De esta manera se consigue un mejor desplazamiento del lodo.
3. Tener la Tubería de Revestimiento lo más centrada posible en el hueco, con la finalidad de disminuir perturbaciones que se pueden presentar en el registro de cementación.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Allen O. Tomas and Alan P. Roberts. Production Operations .OGCJ. tomo II.
- 2.- Beteman, Richard M, Cased Hole Log Analisis and Reservoir Perfomance Monitoring, HRDC, Boston 1985, Cap 13.
- 3.- Belco Petroleum del Ecuador, Inc, Reporte Final de Completación del Pozo B2-P1X1, Guayaquil 1988
- 4.- Belco Petroleum del Ecuador, Inc, Reporte Final de Completación del Pozo B2-P2X1, Guayaquil, 1988
- 5.- Belco Petroleum del Ecuador, Inc, Reporte Final de Completación del Pozo B1-P1X1, Guayaquil, 1988
- 6.- Brothers, L.E and Deblonc F.X, Deep Cementing Succes,JPT (Jun. 1989), P.611, P. 614
- 7.- Halliburton Services, Halliburton Cementing Tables, Dunkan OK, 1972.
- 8.- Halliburton Services, Sales and Services Catalog, Dunkan OK, 1986.
- 9.- Jutten, J.J. and Corrigal Erleng, studies with Narrow Cement Thickness Lead to Improve CBL in Concentric Casing, JFT (Nov. 1989), P1158-P1192.
- 10.-Milchen, Information Thecnical of Fluids Drilling Well, P1-P3X1, Guayaquil, 1988.
- 11.-Parker Drilling, Daily Report Drilling Well B2-P1X1, Guayaquil,1987.
- 12.-Parker Drilling, Daily Report Drilling Well B2-P2X1, Guayaquil, 1987.

- 13.-Parker Drilling, Daily Report Drilling Well B1-P3X1, Guayaquil, 1988.
- 14.-Poblano R.O y Acuña A. Diseño de Cementación Primaria, revista instituto mexicano del petróleo, (Oct. 1985), P.28, P.37.
- 15.-Suman O.G and Ellis R.C, Cementing oil and gas well, serie de 8 paper, word oil, (Mar. hasta Nov. 1977).
- 16.-Word Oil, Composit Catalog of Oil Field Equipment and Services, Volumen 2, Gulf Published Company Publication, 1986, P 2400, P 2473.
- 17.-Wright, Thomas R, Guide to Drilling, Completion and Workover Fluids, Word Oil, (Jun. 1984) P. 55, P. 136.