

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA DE PETROLEO



**“REENTRY POZO 2413E –YACIMIENTO COBRA - PARA EL DESARROLLO
DE LA FORMACIÓN BASAL SALINA – NOROESTE PERUANO”**

TITULACIÓN POR EXAMEN PROFESIONAL

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE PETROLEO**

MIGUEL ANGEL UBILLÚS MELGAREJO

PROMOCION 1,992-0

LIMA – PERÚ

“REENTRY POZO 2413E -YACIMIENTO COBRA - PARA EL DESARROLLO DE LA FORMACION BASAL SALINA - NOROESTE PERUANO”

TEMARIO

1. INTRODUCCION
2. ANTECEDENTES
3. DEFINICIONES TEORICAS
 - HERRAMIENTAS UTILIZADAS PARA REPROFUNDIZACION DE POZOS VERTICALES
4. UBICACIÓN GEOGRAFICA DEL POZO 2413E
 - GEOLOGIA Y ESTRATIGRAFIA DEL ÁREA
 - BROCAS UTILIZADAS EN LA PERFORACION DEL POZO 2413E
 - HIDRÁULICA APLICADA
 - FLUIDO DE PERFORACIÓN
 - ENSAMBLAJE DE FONDO O BHA
5. REENTRY POZO 2413E
6. COSTOS Y PROYECCIONES DE DESARROLLO
7. CONCLUSIONES
8. RECOMENDACIONES
9. BIBLIOGRAFIA
10. ANEXOS

1. INTRODUCCIÓN

La Cía. Sapet Development Peru Inc. opera el Lote VI en el noroeste peruano desde Octubre del año 1995 con un estimado de 340 pozos activos entre los que se encuentran pozos de bombeo eléctrico (PUE), pozos de bombeo mecánico con motor a gas (PUG), Swab, desfogue y pozos flowing cuya producción actual es 2,740 BIs en este lote. Desde que la compañía tomó el lote ha perforado 25 pozos de desarrollo, lo que le ha permitido incrementar la producción de petróleo y gas. Ante el éxito de la reprofundización del pozo 2413E del Yacimiento Cobra que ha permitido desarrollar el potencial gasífero de la formación Basal Salina objetivo de este trabajo, originó que se tome la decisión de estudiar un mayor número de pozos que tengan condiciones de reentry tomando en consideración pozos vecinos con formaciones productivas de Basal Salina, la geología del subsuelo y el análisis técnico-económico de ingeniería tales como: brocas, fluido de perforación, hidráulica, que permiten tener un retorno de la inversión atractivo por el menor tiempo empleado, entre otros aspectos podemos considerar :

- Mayor conocimiento del potencial del yacimiento Cobra, en especial la formación Basal Salina, para incrementar la producción, lo que actualmente está dando buenos resultados.
- Reducir el tiempo de perforación.
- Reducir los costos de perforación.
- Minimizar el impacto ambiental.

La reprofundización de este pozo y los resultados obtenidos le permite a la compañía desarrollar la formación Basal Salina y es probable que por los medios económicos se reperforen otros pozos similares a este.

2. ANTECEDENTES

El pozo 2413E con coordenadas: milla cuadrada C-3, N : 115 m, E : 67m, elevación: 146.7 pies, del yacimiento Cobra se terminó de perforar en Marzo de 1,972 hasta la profundidad final de 8,106' y completado en la formación San Cristóbal en Marzo del mismo año. Estructuralmente el pozo 2413E se encuentra ubicado en un bloque limitado por las fallas : media, 13241, 13209 y Bellavista, por reinterpretación estructural en el área se ha determinado que la formación Basal Salina en este pozo se encontraría a la profundidad de 8,116', con un espesor de +/- 180', este pozo fue completado con forros de 9 5/8" de 24 lbs/pie que fueron cementados en el intervalo (0' - 387.8'), posteriormente se continuó la perforación con broca de 7 7/8" hasta la profundidad (T.D.) de 8,106' y completado con casing de producción de 5 1/2", 17 lbs/pie, cementado hasta un tope de 2,850 pies, quedando el zapato guía a 7,666.98' y el collar flotador a 7,623.58'. La formación productiva San Cristóbal fue abierta a producción con baleo y frac (7,307'-7,600'), asimismo fueron abiertas las formaciones de Mogollón (6,539'-6,813'), (6,057'- 6,447') y Pariñas, (4,986'- 5,189') asignándose un RPI de 85 x 3 x 1/4" x ST x 0.5 MMPC x 1,150 psi, luego de producir varios años hasta Junio de 1,999 tuvo un acumulado de 76,813 bls de crudo y 249.7 MMPC de gas, un GOR de 1,500 pie³ / barril, con una producción final de 5 x 0 x PU, posteriormente se reperfó, operación que duró 12 días desde el 28 de Junio al 10 de Julio de 1999, fue reperfó con una broca de 4 3/4" y completado con tubing de 2 7/8", grado N-80 y 6.5 lbs/pie, completándose en la formación Basal Salina con una producción inicial de 1.5 MMPCD de gas, con bean de 3/16" y presión en cabeza de 1,800 psi. La producción de gas permite vender a la compañía con posibilidades de aumentar este volumen según la demanda. El aporte productivo de la formación Basal Salina nos ha permitido incrementar la producción de petróleo y gas en el Lote VI y consideramos que en la perforación o la reprofundización de pozos similares cuyo objetivo sea la formación Basal Salina, se podrá desarrollar o incrementar las reservas probadas en el Yacimiento Cobra.

3. DEFINICIONES TEORICAS

a) HERRAMIENTAS UTILIZADAS PARA REPROFUNDIZACION DE POZOS VERTICALES :

Estabilizadores:

Son herramientas que se utilizan para controlar o modificar el ángulo de inclinación durante la perforación direccional, su posición depende de los requerimientos de la trayectoria para mantener, aumentar o reducir el ángulo de inclinación, su uso es necesario en los conjuntos rotarios.

Botellas (Drill Collars) :

Se utilizan en el conjunto de fondo para dar peso sobre la broca y proporcionar rigidez, también se emplean para controlar la dirección del pozo, se acostumbra utilizar las de tipo espiral para favorecer la circulación del lodo, minimizando los efectos de agarre por presión diferencial.

Botella no-magnética (Monel) :

Consiste en tubería no magnética la cual se utiliza para colocar los instrumentos de medición y con ello evitar cualquier interferencia magnética mientras se toman los registros, el monel es una aleación de Níquel (67 %) y Cobre (28%) con pequeñas adiciones de otros metales, entre ellos el Manganeso, lo que le provee de propiedades no-magnéticas además de ser estable ante la humedad, ácidos y álcalis.

Tubería de Transición (Heavy weight) :

Son tuberías que proporcionan un peso intermedio a la sarta de perforación, van colocados entre los drill collars y drill pipe, es capaz de soportar compresión reduciendo así el riesgo de falla por fatiga además reduce el torque y arrastre de la sarta de perforación.

Martillo (Drilling Jar) :

Herramienta que se coloca en la sarta de perforación para ser empleada en casos de agarre de tubería, su accionamiento es hacia arriba o hacia abajo (tensión y compresión).

Rodillo escariador (Roller reamer) :

Esta herramienta se utiliza para corregir la presencia de "pateperros" o canaletas al suceder cambios bruscos en la curvatura del pozo.

b) HERRAMIENTAS UTILIZADAS PARA REPROFUNDIZACION DE POZOS DIRECCIONALES

Además de las herramientas mencionadas para reprofundización de pozos verticales, los pozos direccionales emplean las siguientes herramientas :

Sustituto de Desviación (Bent Sub) :

Es una herramienta que tiene la punta de herramienta "pin" desviada del eje vertical en un cierto ángulo (de 1° a 3°). Esta herramienta va encima del motor de fondo para forzar a la broca a seguir una curvatura mientras se perfora, iniciando así la desviación del pozo.

Sub Orientador (Orienting Sub)

Es un pequeño niple con una camisa que se orienta en la dirección de la cara del sustituto de desviación y se coloca encima del sustituto desviado, facilitando además el acoplamiento de los instrumentos de medición. Esta herramienta también toma el nombre de UBHO ("Universal Bottom Hole Orientation").

Motor de desplazamiento positivo (PDM) :

Es un motor que tiene la característica de eliminar la rotación de la tubería, (como alternativa de operación), mediante una fuerza de torsión aplicada pozo abajo, originada por el flujo descendente presurizado del fluido de perforación.

Herramienta de deflexión (Whipstock)

Herramienta de deflexión compuesta de un elemento de desviación según el grado requerido, se aplica en desviación de pozos profundos y va ensamblado con: broca piloto, estabilizador, Conexión pin, UBHO y Drill collar no magnético.

Herramienta de corte de casing (K-mill) :

Compuesta por seis brazos con cuchillas cortadoras sirve para efectuar una "ventana" en la superficie interior del casing.

Herramienta de ensanche ("Rock Type Underreamer", RTU) :

Herramienta hidráulica de apertura que posee tres brazos de conos rolados la cual es colocada a la profundidad donde se ha efectuado la ventana y con el diseño agresivo de los conos se muele el cemento que permanecía tras la zona fresada.

Los gráficos correspondientes a estas herramientas se encuentran en las páginas : 10, 11 y 12.

4. UBICACIÓN GEOGRAFICA DEL POZO 2413E :

El pozo 2413E con coordenadas: milla cuadrada C-3, N: 115 m, E: 67, 146.7', corresponde al Lote VI, que opera bajo contrato SAPET DEVELOPMENT INC. SUCURSAL DEL PERU, este lote está ubicado a 7 Kms. al norte de la ciudad de Talara, en la costa Noroeste del Perú, en la Provincia de Talara, Departamento de Piura; tiene una extensión aproximada de 16,089 Hectáreas, limita al este con el Lote IV – Cía Mercantile y Lote IX – Unipetro ABC, al Norte con el Lote X – Perez Companc del Perú S.A., al Sur con el Lote I – Cía Graña y Montero y Lote IV - Cía. Mercantile y al Oeste con el Lote Z-2B – Petrotech.

GEOLOGIA Y ESTRATIGRAFIA DEL AREA

El reentry efectuado al pozo 2413E atraviesa las siguientes formaciones, de las cuales se seleccionó la arena de la formación Basal Salina como objetivo primario :

SAN CRISTÓBAL

Intervalo Perforado : (8,070' – 8,140')

Se perforaron 50 pies correspondientes esta formación, consistentes en : lutitas grises oscuras, grises aceradas, no calcáreas, sub laminares, sub bloques, micromicáceas, microcarbonosas, moderadamente duras a firmes, hacia la base, ocasionalmente glauconíticas.

BASAL SALINA

Intervalo Perforado : (8,140' – 8,325')

Perteneciente al Eoceno Inferior, zona Palinológica VI, consiste predominantemente de arenas de cuarzos hialinos, semihialinos, semilechosos, de grano grueso a muy grueso en parte conglomeradico, angulares, sub angulares de regular a pobre selección, ocasionalmente impregnados con pirita y con fragmentos líticos oscuros, grises, verdes intercalados con capas delgadas de areniscas blancas, cuarzosas de grano medio-grueso, sub angulares a sub redondeados de regular selección, no muy calcáreas, poco friables a moderadamente duras, con porosidad visual que va de regular a pobre, con lutitas grises oscuras, marrones y

COLUMNA ESTRATIGRAFICA
CUENCA TALARA
LOTE VI

ERA	CUENCA TALARA				LOTE VI						
	SISTEMA	SERIE	PISO	GRUPO	FORMACION	ARENA	LITOLOGIA	ESPEJOR PIES	FORMACION (COT. P.)		
C E N T R O Z O I C O	T E R C I A R I O	E O C E N O	S U P E R I O R	L A G U N I T O S	PARLAZO				PARLAZO		
					CONE HILL			3600			
					MIRADOR			3000			
					CHIRA			2300	CHIRA		
		VERDUN			7030						
		M E D I O	T A L A R A				APC. TALARA			1992	
							180				
							URT. TALARA			4600	URT. TALARA
							TEREBRATULA				
							OMOLA			1300	CHACRA
	PARINAS SUP.								1000	PARINAS SUP.	
	I N F E R I O R	S A L I N A				PARINAS INF.			2800	PARINAS INFERIOR	
						PALEGREDA				PALEGREDA	
						CERRO TANQUE			100	C. TANQUE	
						MOGOLLON			2000	MOGOLLON	
	M E S O Z O I C O	C R E T A C I O	S U P E R I O R	M A E S T R I C O	H A L P A S O	SAN CRISTOBAL			1800	SANCRISTOBAL	
						BALCONES			3900	BALCONES	
						MESA			1800	MESA	
						PETACAS ANCHA			1800	PETACAS ANCHA	
						100					
I N F E R I O R			M A E S T R I C O				MONTE OCHO			1000	
							REDONDO			3000	REDONDO
							100				
							500				
P A L E O Z O I C O	D E V O N I C O			A M O T A P E	PALAU			2333	AMOTAPE		
					CERRO PRETO			4330			
					4000						
					4000						

... DRAS PRODUCTIVAS

grisáceas, ocasionalmente verde, no calcáreas, firmes a moderadamente duras, de espesor : 120´ a 180´ en promedio.

LA DRAGA

Intervalo Perforado : (8,325´ – 8,416´)

Se presenta como una secuencia lutácea, las lutitas son grises aceradas, grises oscuras, sub bloques, en bloques, micromicáceas, microcarbonosas, firmes, ocasionalmente greda a limolita.

BALCONES

Intervalo Perforado : (8,416´ – PROF. FINAL)

Consiste principalmente de lutitas grises oscuras, marrones grisáceas, grises aceradas, no calcáreas, micromicáceas, microcarbonosas, moderadamente microfósilíferos, firmes, no laminares en sub -bloques.

BROCAS UTILIZADAS EN LA PERFORACION DEL POZO 2413E :

En función de la litología que conforma la formación Basal Salina que es el objetivo primario de perforación se seleccionaron y utilizaron 3 brocas tricónicas de insertos de 4 ¾" modelo ATJ-S33/S22 (IADC 537) y una de 4 ¾" modelo EHP51K (IADC 517) en esta formación de relativa dureza, con la finalidad de perforar huecos pequeños, la estructura de corte agresivo , compuesta de insertos de carburo de tungsteno, espaciados en hileras de superposición que al hincarse en la formación producen una acción similar a una barreta al moler la roca, reduciendo la tendencia al desgaste fuera del centro, manteniendo el calibre y eliminando el efecto de sobrepasar sobre la misma huella de los dientes de ataque. No se usaron las brocas de PDC por la experiencia en los pozos vecinos (13209, 13218, 13241 y 13243) donde similarmente se perforó la formación Basal Salina, encontrándose conglomerados, los cuales resultan muy difíciles de ser perforados con las brocas de PDC aun no modificadas con las que contamos en nuestros almacenes, aunque esto podría dar resultado con modelos modificados en su diseño.

A continuación se tienen los siguientes topes formacionales que se encontraron en el pozo de reentrada 2413E

FORMACION	TOPE	ESPESOR PERFORADO
San Cristobal	6820´	65´
Basal Salina	8140´	185´
La Draga	8325´	91´
Balcones	8416´	104´
Profundidad final	8520´	---

Según la experiencia que se tiene con las brocas de insertos, IADC 517 se obtiene una serie de ventajas respecto a su rendimiento, especialmente en la entrada a la formación Basal Salina tomando las siguientes precauciones :

Los viajes al fondo del pozo se realizan con precaución, apoyando la broca con el máximo cuidado durante 5 minutos con 5,000 libras a 10 / 15 RPM y 5 minutos con 10,000 libras a 30 RPM, de modo que gradualmente se alcanzan las condiciones de peso y RPM de acuerdo al programa, (70 RPM), al atravesar formaciones duras o abrasivas estas se hicieron lentamente (3.6 y 4.1 ft/hr) controlando el torque debido a la tubería que es de diámetro reducido (2 7/8") y con un peso sobre la broca que va de 10 a 13 Mlbs.

El lodo de base polímero coadyuda al enfriamiento de la broca debido a las altos RPM con los que estamos trabajando, el siguiente cuadro nos permite apreciar el comportamiento de las brocas de insertos y de dientes aplicadas :

RECORD DE BROCAS UTILIZADAS EN EL POZO DE REENTRADA 2413 E

Num.	Diam. Pulg.	Tipo	Prof. pies	Acum. pies	Rotac hr.	Rate pie / hr	RPM	Caudal	WOB 10³ lb	Lodo lpg	Jet	TFA	DESGASTE T-B-G	COMENTARIO
1	4 ¾	DR-5	8070	0	0	0.0	60	150	3 – 5	12	Chorro central		T-3 , B-5, G 1/16	Perforo C.F y Z.G.
2	4 ¾	EHP51HK	8145	75	37.5	2.0	70	137	10	11.7	13-13-14	0.4096	T-7 , B-5, G 1/16	Perf. Form. San Cristobal
3	4 ¾	ATJ-S33	8261	116	32	3.6	60	130	12-13	11.4	13-13-14	0.4096	T-5 , B-4, G 1/16	Perf. Form. Basal Salina
4	4 ¾	ATJ-S22	8419	158	39	4.1	60-70	130	11-12	11.4	13-13-14	0.4096	T-6 , B-5, G 1/16	Perf. Basal Salina y Balcones
5	4 ¾	ATJ-S22	8520	101	26	3.9	60-70	130	11-12	11.4	13-13-14	0.4096	T-3 , B-3, G 1/16	Perf. Form. Balcones

**BROCAS EMPLEADAS EN EL POZO
2413E**



**ATJ – S22
IADC 537**



**ATJ- S33
IADC 537**



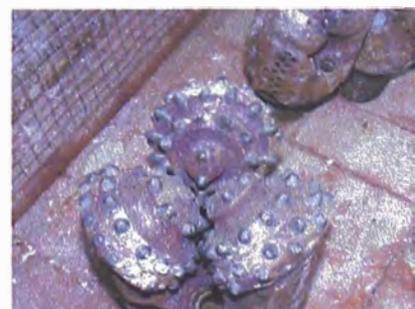
**EHP51K
IADC 517**

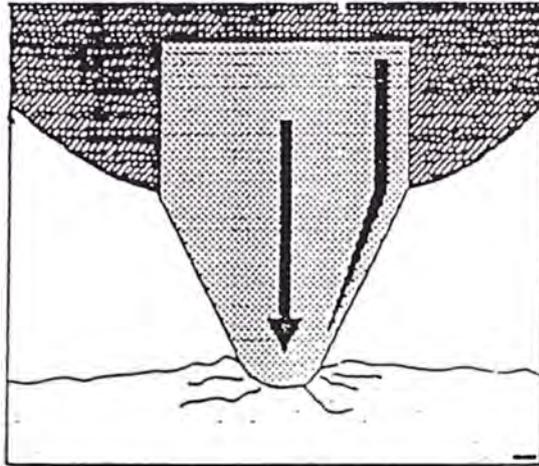


**EHP51K
IADC 517**

**DESGASTE EN 3ra. BROCA TRICONICA
IADC 537 (ATJ – S22) :**

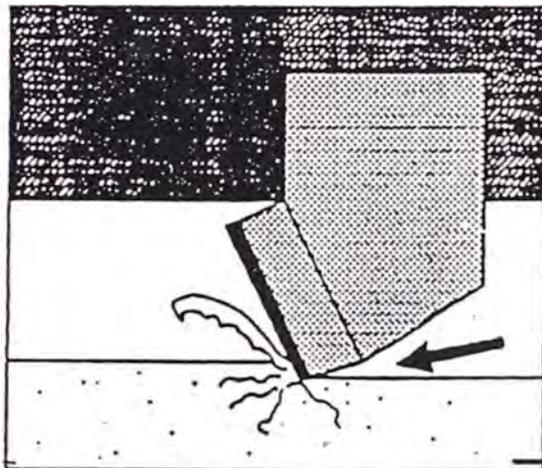
T – 5, B – 4, G – 1/16





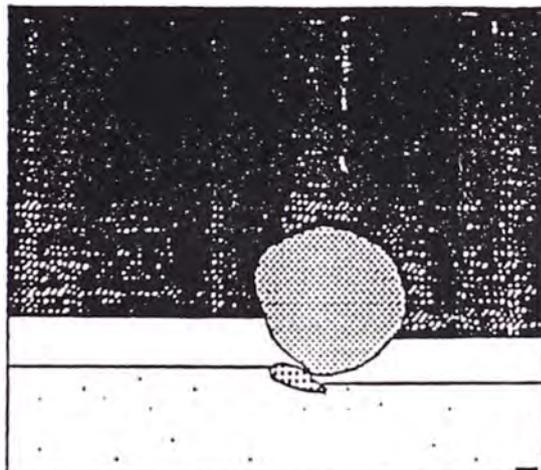
CORTADOR DE MECHA TRICONICA

TRITURACION



CORTADOR DE MECHA PDC

CIZALLAMIENTO



CORTADOR DE MECHA DE DIAMANTE

ARADO Y
TRITURACION

MECANISMO DE CORTE

HIDRAULICA APLICADA

En pozos del tipo "Slim Hole" (diámetro reducido), se tiene generalmente un espacio anular de ½" en comparación con el espacio anular de los pozos convencionales que va de 1 ½" a 8".

Debido a esta estrechez en el espacio anular es que se generan altas velocidades al mismo caudal de bombeo, resultando en una mayor limpieza del fondo del pozo, por el efecto del régimen turbulento reduciendo la concentración de recortes en el espacio anular y a su vez incrementando la caída de presión. De ello se deduce que la velocidad anular debe mantenerse en un rango de 223 a 257 pies / min y la concentración de recortes baja con la ayuda de la centrifuga, llegando a 5 % en volumen de sólidos para una densidad del lodo de 11.6 libras / galón.

A continuación tenemos algunas de las principales fórmulas aplicadas en el cuadro resumen del programa hidráulico que corresponde al pozo de reentrada 2413E :

$$\text{Caída de presión} = \frac{(\text{Régimen de flujo})^2 \times (\text{Peso del lodo})}{10,856 \times \text{TFA}^2}$$

Donde :

Caída de presión en lbs / pulg²
Régimen de flujo en gal / min
Peso del lodo lbs/gal
TFA: Area total de los chorros en pulg²
10.856 es un factor de conversión de unidades

$$\text{HSI} = \frac{(\text{Régimen de Flujo}) \times (\text{Caída de presión de la broca})}{1.714 \times \text{Area del pozo}}$$

Donde :

Régimen de flujo en gal / min
Caída de presión a través de la broca en lbs / pulg²
Area del pozo en pulg² = $\pi / 4 \times (\text{Diámetro del pozo})^2$
1.714 es un factor de conversión de unidades.

HIDRAULICA DE LA PERFORACION EN EL POZO DE REENTRADA 2413 E

Intervalo en pies		Diam. Broca Pulg.	BOQUILLAS pulg / 32	CAIDA DE PRESION		VELOCIDAD ANULAR		CABALLAJE HIDRAULICO		CAUDAL	HHP / AREA	PORCENTAJE HIDRAULICO %
De	A			SIST. Psi	BROCA Psi	Drill Collar pie / min	Drill Pipe pie / min	HHP en el Sist.	HHP en la broca	GPM	HSI	
8070	8145	4 ¾	13-13-14	2500	124	663	257	225	10	137	0.559	4.45
8145	8261	4 ¾	13-13-14	2200	106	529	223	159	8.02	130	0.4527	5.04
8261	8419	4 ¾	13-13-14	2200	106	529	223	161	8.02	130	0.4527	4.98
8419	8520	4 ¾	13-13-14	2200	106	529	223	163	8.02	130	0.4527	4.92

FLUIDOS DE PERFORACION

Se utilizó fluido base agua con características inhibitorias compuesto de un polímero orgánico de alta densidad iónica, que actúa como supresor de hidratación, otorgando además características viscoelásticas para una adecuada capacidad de limpieza y suspensión, la constitución polimérica a base de glicoles, que es un derivado orgánico, en combinación con sales de Sodio y Potasio permite la reducción del torque logrando adecuada estabilidad del pozo y efecto lubricante en la broca.

En cuanto a la invasión del agua del filtrado esta es mínima, de 4 cc, se caracteriza por desarrollar una viscosidad marsh (viscosidad embudo) que va de 50 a 100 seg. y por tener solubilizados cationes de potasio, además el mínimo contenido de sólidos y el tener menor tiempo de exposición del lodo hacia la formación ya que el menor tiempo de perforación disminuye el daño a la formación.

Es un sistema de baja toxicidad y mínimo efecto sobre el medio ambiental ya que es tratado posteriormente manteniendo un Ph entre 8 y 10 al finalizar la operación de perforación. El siguiente cuadro resume las propiedades del lodo por intervalos y rango durante la operación:

PROPIEDADES DEL LODO EN EL POZO DE REPROFUNDIZACION POZO 2413E

Intervalo	8,106' – 8,140'	8.140' - 8,260'	8,260' - 8,520'
Peso del lodo (lb/gal)	12.0	11.6	11.4
Viscosidad (seg)	100	65	50 - 60
Viscosidad Plástica	24	24	24 - 28
Yield Point en Pa	16	14 - 18	16 -20
Filtrado en cc	4	4	4
Costra en mm	0.5	0.5	0.5
Gel Inicial en Pa	6 - 8	6 - 10	8 – 14
Gel Final en Pa	8 – 10	8.5 - 12	10 - 16
Solidos (% x volumen)	3 - 5	4 - 6	4 – 6
Agua (% x volumen)	95 – 97	94 - 96	94 - 96
Arena (% x volumen)	0.2	0.2	0.1
PH	8 – 10	8 - 10	8 - 10

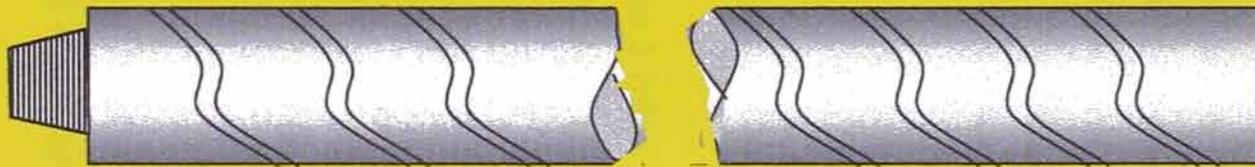
Nota : 1 Pa = 1 lb / (100 ft – pulg²)

ENSAMBLAJE DE FONDO (BHA)

El intervalo a perforar es muy corto (450 pies) y siendo la desviación promedio menor a 4° / 100 pies la sarta permanece estabilizada, sin necesitar el uso de estabilizadores como los del tipo 30´- 60´, necesarios para mantener la rigidez en perforación vertical, la operación se llevó a cabo con los siguientes conjuntos de fondo :

DÍAS	PROF.	ENSAMBLAJE DE FONDO
1	7,632	Broca No 1 de 4 ¾" + 10 Drill Collars 4 1/8" + Drill Pipes 2 7/8"
2	8,070	Broca No 1 de 4 ¾" + 10 Drill Collars 4 1/8" + Drill Pipes 2 7/8"
3	8,085	Broca No 2 de 4 ¾" + 10 Drill Collars 4 1/8" + Drill Pipes 2 7/8"
4	8,138	Broca No 2 de 4 ¾" + 16 Drill Collars 4 1/8" + Drill Pipes 2 7/8"
5	8,145	Broca No 2 de 4 ¾" + 16 Drill Collars 4 1/8" + Drill Pipes 2 7/8"
6	8,212	Broca No 3 de 4 ¾" + 16 Drill Collars 4 1/8" + Drill Pipes 2 7/8"
7	8,261	Broca No 3 de 4 ¾" + 16 Drill Collars 4 1/8" + Drill Pipes 2 7/8"
8	8,329	Broca No 4 de 4 ¾" + 16 Drill Collars 4 1/8" + Drill Pipes 2 7/8"
9	8,419	Broca No 4 de 4 ¾" + 16 Drill Collars 4 1/8" + Drill Pipes 2 7/8"
10	8,460	Broca No 4 de 4 ¾" + 16 Drill Collars 4 1/8" + Drill Pipes 2 7/8"
11	8,520	Broca No 5 de 4 ¾" + 10 Drill Collars 4 1/8" + Drill Pipes 2 7/8"

CARACTERISTICAS DE LA TUBERIA Y BOTELLAS DE PERFORACIÓN EN EL POZO DE DIÁMETRO REDUCIDO 2413E

COMPONENTES	GRADO DE ACERO	DIÁMETRO NOMINAL (pulg)	PESO NOMINAL (Lb/pie)	DIÁMETRO INTERNO (pulg)	RANGO	CONEXION			PROPIEDADES MECAN.	
						TIPO	D.E. (PULG)	D.I. (PULG)	TENSIÓN (LBS/PIE)	TORSIÓN (LBS/PIE)
TUBERÍA DE PERFORACION. DE ALTA RESISTENCIA (DRILL PIPE)	X - 95	2 7/8"	10.4	2.151	2	SL-H90	3 7/8"	2 1/16"	271,000	14,600
										
BOTELLA DE PERFORACIÓN ESPIRALADA (DRILL COLLAR)	-	4 1/8"	29	2 1/8"	2	SL-H90	3 7/8"	2 1/16"	442,750	23,690
										

5. REENTRY POZO 2413E

Se plantea re-perforar el pozo de desarrollo 2413E perteneciente al yacimiento Cobra hasta la profundidad final de 8,520' para obtener producción comercial de gas y petróleo. La formación objetivo Basal Salina fue encontrada con muy buenos desarrollos arenosos y con un espesor de 180' o 185' igual al del programado, esta formación presenta fluorescencia de hidrocarburos de hasta un 5 % (trazas).

El trabajo se efectuó con el equipo de perforación GMB-8 en la siguiente secuencia operativa:

- Se retiró unidad de bombeo mecánico. (2 horas).
- Se movilizó e instaló equipo de perforación GMB 8, se perforó hueco auxiliar, (24 horas).
- Se instaló BOP'S. anular y de exclusiva doble ciegos y rams de 2 7/8". (3 horas)
- Se probó BOP'S , se chequeó presiones en los tubos y espacio anular (1 hora).
- Se mató el pozo con petróleo, coordinándose con el Dpto. de Producción para la maniobra (1 hora).
- Se hizo un viaje con broca de 4 3/4" y escareador de 5 1/2" para limpiar casing frente a los perforados, hasta 7,500 pies y se verificó el estado de casing. (3 horas).
- Se cambia el fluido a lodo de perforación nativo, (2 horas).
- Se realiza una prueba de inyektividad (hermeticidad) con las bombas del equipo de perforación con 600 psi . hasta obtener una densidad equivalente mayor a 10.7 lpg, no admite lodo, (1 hora).
- Sacamos sarta, retiramos rima, (3 horas).
- Se baja sarta para perforar con broca de dientes DR-5, 4 3/4" OD. + 10 drill collars de 4 1/8" hasta el fondo del pozo, (3.5 horas).
- Se cambia a lodo de perforar con densidad 12 lpg (1.5 horas).

- Se perfora collar flotador y zapato guía de 5 ½" a 7,643' y a 7,682' respectivamente, (10 horas).
- Se limpia el hueco de rata de 7 7/8" hasta 8,070', encontrándose fondo, (18 horas).
- Se circula y acondiciona lodo, se saca sarta y se cambia broca por la segunda: EHP51HK, se perfora hasta 8,145' por excesivo desgaste se hace nuevo cambio por tercera broca ATJ-S33, (42.5 horas).
- La tercera broca corrió de 8145' a 8261', con 12,000 – 13,000 lbs de peso y a 60 RPM, (37 horas).
- Se cambió a cuarta broca ATJ-S22 la cual corrió de 8,261' a 8,419' a 4.1 pie / hora y a 65 RPM promedio, salió no reutilizable, (44 horas).
- Se sacó sarta para cambio por quinta broca ATJ-S22, que corrió de 8,419' a 8,520' a un tasa de penetración de 3.9 pie / hora, (30 horas).
- A 8,520' se sacó sarta y se toman registros DLL-GR-SP, (12 horas).
- Se hace viaje de limpieza sin el uso de estabilizadores, se saca y desarma sarta, (4 horas).
- Previo a la cementación se baja 269 tubing de 2 7/8" y 20 centralizadores 2 7/8" flexibles, colgándose de brida correspondiente y válvula maestra se circula lodo acondicionado de modo que sus propiedades permanezcan de acuerdo al programa de cementación, (9.5 horas).
- La tubería de revestimiento seleccionada fue tubing de 2 7/8" grado N-80, 6.5 libras/pie, EUE, de rosca S.T.C., en numero de 269 unidades, así como 20 centralizadores flexibles de 2 7/8".
- Se cementa pozo con tope de cemento a 300 pies dentro del casing de 5 ½" (12 horas)

A continuación se tienen los diagramas del pozo antes y luego de la operación de reprofundización :



**EQUIPO
DE
PERFORACION
GMP - 8**

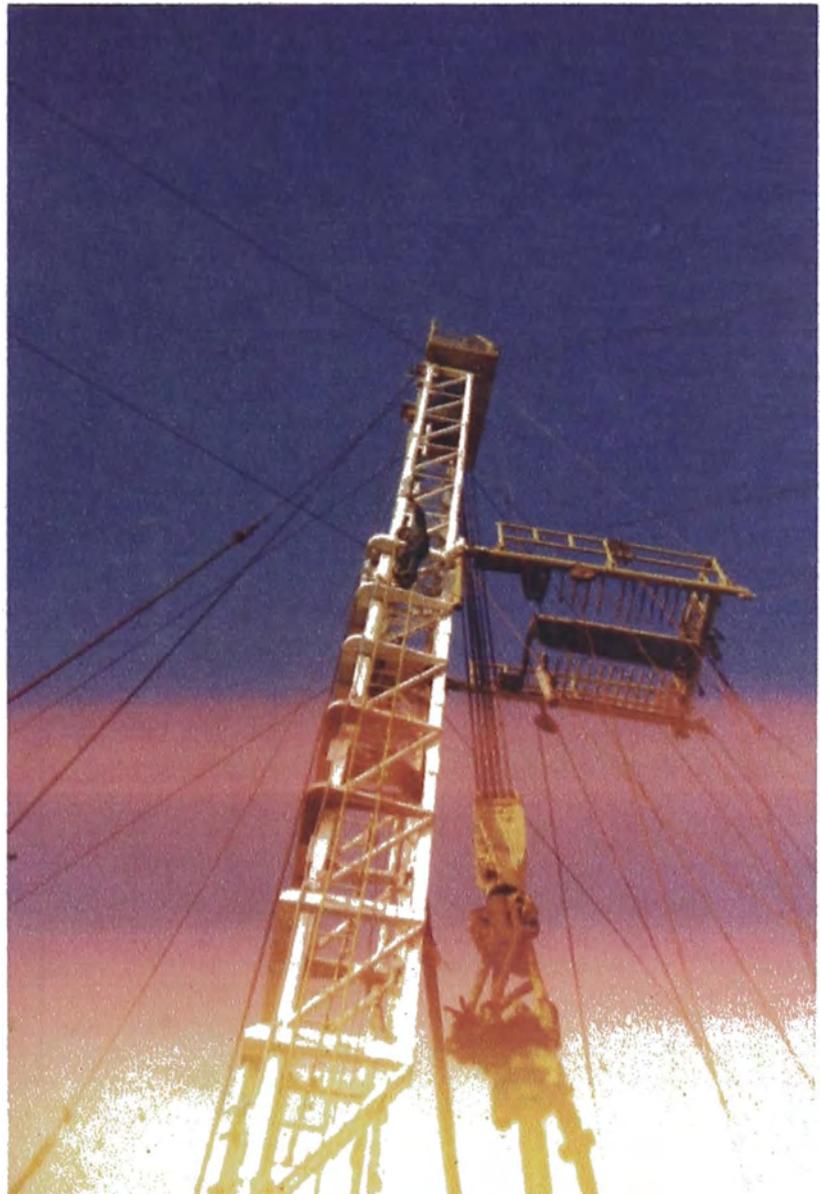


DIAGRAMA DEL POZO 2413E ANTES DE REPROFUNDIZACION

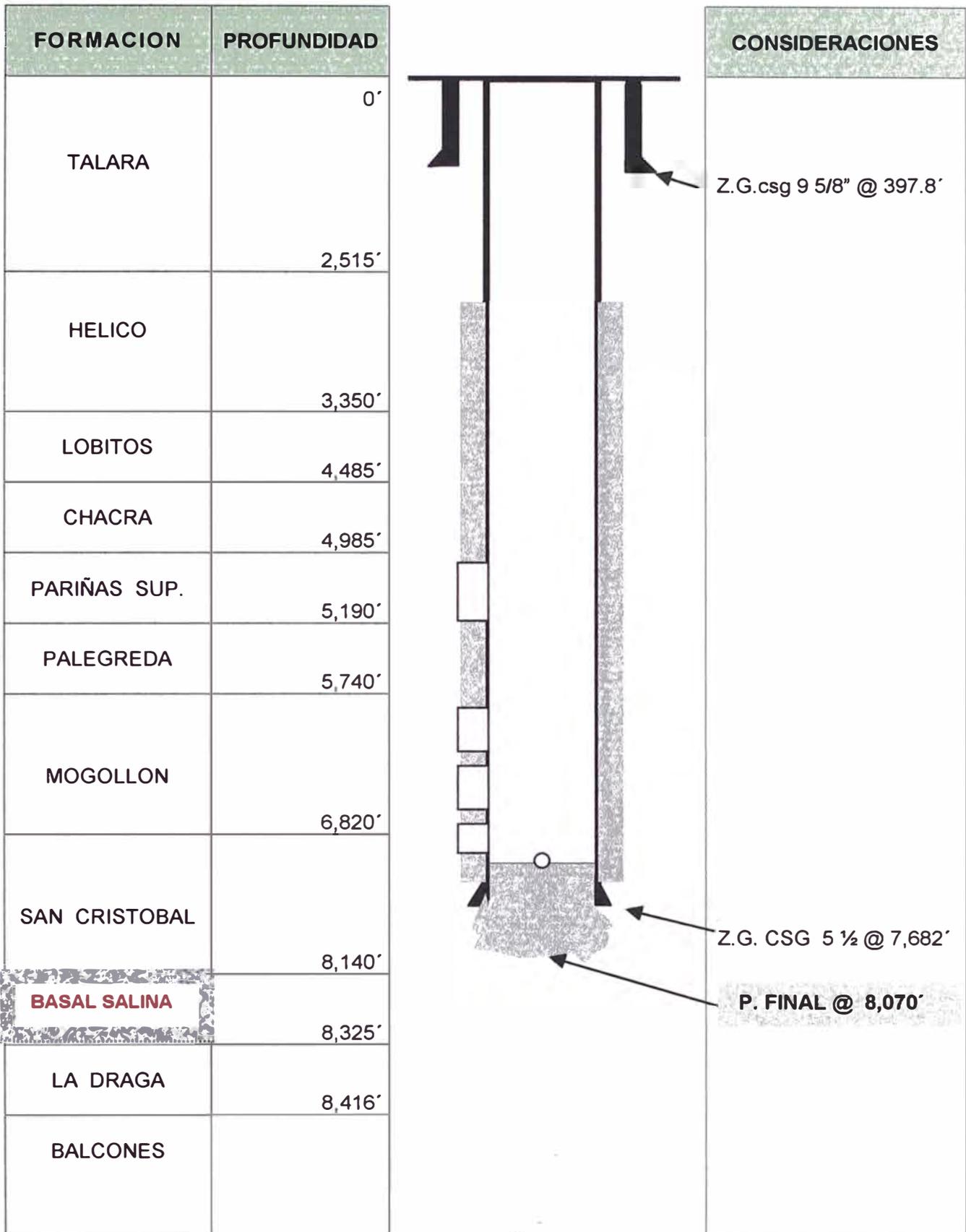
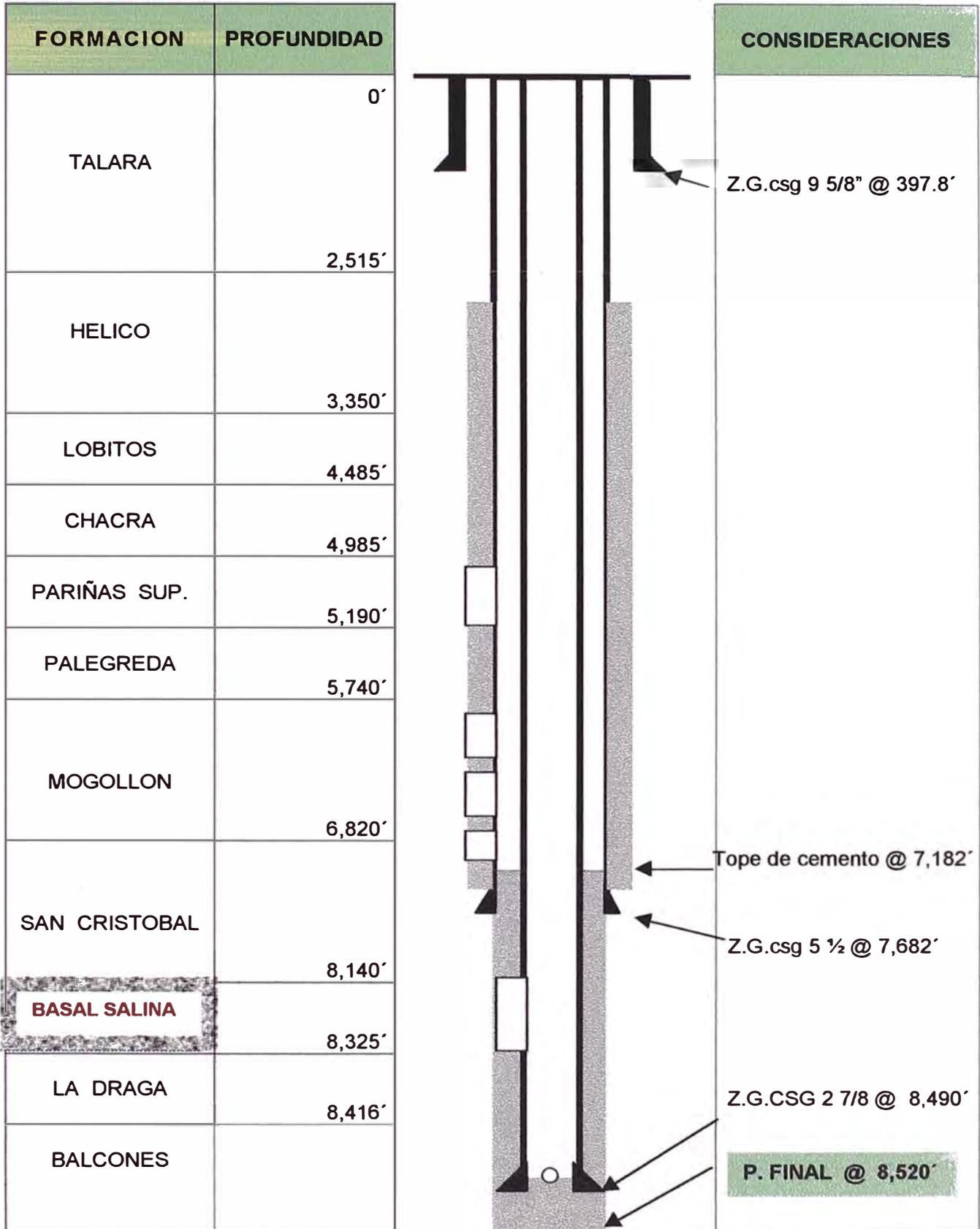


DIAGRAMA DEL POZO 2413E LUEGO DE REPROFUNDIZACION



6. COSTOS Y PROYECCIONES DE DESARROLLO

Tomaremos como base de comparación el costo promedio de los pozos: 13209,13218,13241 y 13243 perforados hasta la formación Basal Salina, yacimiento Cobra con el costo por reperfusión del pozo 2413E en el año 1,999 para contrastar numéricamente la diferencia de tiempo y de costos.

COSTOS PROMEDIO DE PERFORACIÓN Y COMPLETACION DE POZOS CONVENCIONALES

Pozo : CONVENCIONAL

Area : Cobra

Duración (días) : 37

Equipo N° : 10

Profund. hueco de producción 9,300'

A CONSTRUCCIÓN DE LA PLATAFORMA	COSTOS (US \$)	OBSERVACIONES
Maquinaria para construcción de plataforma	13,000	—
Recargo servicios mecánicos	7,000	—
Materiales para construcción de plataformas	500	—
SUB TOTAL (US \$)	20,500	—
B. DESARMADO, ARMADO Y MOVIMIENTO DEL EQUIPO	COSTOS (US \$)	DIAS PERFORACION
Gastos por equipo de perforación	14,150	1
Equipo automotriz flota liviana	1,200	
SUB TOTAL (US \$)	15,350	

G. PERFORACION DEL HUECO DE PRODUCCION	COSTOS (US \$)	DIAS PERFORACION
Gastos por equipo de perforación	311,520	36
Gastos generales del equipo de perforación contratado	3,870	
Brocas	77,000	
Forros de superficie	5,760	
Cemento para forros de superficie	1,700	
Aditivos usados en la cementación de forros de superficie	180	
Servicios de cementación forros de superficie	5,500	
Fluido de perforación –Lodo (Aditivos)	50,000	
Servicio de ingeniería de lodos	4,950	
Diesel para equipo y fluido de perforación	37,800	
Dpto. Técnico de Petróleo	6,600	
Dpto. Exploración-Producción	9,240	
Transporte de materiales contratado	25,000	
Registros Electrográficos	50,000	
Materiales para cementación de forros	5,000	
Forros de producción	83,000	
Cemento para forros de producción	10,880	
Aditivos usados en la cementación de forros de producción	12,000	
Servicio de cementación forros de producción	14,000	

Recargo, almacén de materiales	500	
Cabezal	15,000	
SUB TOTAL (US \$)	729,500	
D. COMPLETACION	COSTOS (US \$)	DIAS PERFORACION
Registro electrográfico en pozo entubado.	10,000	
Servicio de punzonamiento contratado	35,000	
Tubería de producción	23,240	
Maquinaria de Servicios y reacondicionamiento de pozos	18,000	
Imprevistos	28,200	
SUB TOTAL (US \$)	154,440	
TOTAL GENERAL (US \$)	879,800	37 dias

COSTOS DE PERFORACIÓN Y COMPLETACION DE POZO DE REPROFUNDIZACION

Pozo : 2413E - REPROFUNDIZACION

Area : Cobra

Duración (días) : 12

Equipo N° : 8

Intervalo de perforación : 8,070' - 8,520' (450')

A REPARACIÓN DE LA PLATAFORMA	COSTOS (US \$)	OBSERVACIONES
Maquinaria de reparación de plataforma	500	—
Recargo servicios mecánicos	500	—
Materiales para construcción de plataformas	0	—
SUB TOTAL (US \$)	1,000	—
B. DESARMADO, ARMADO Y MOVIMIENTO DEL EQUIPO	COSTOS (US \$)	DIAS PERFORACION
Gastos por equipo de perforación	11,100	1
Equipo automotriz flota liviana	1,200	
SUB TOTAL (US \$)	12,300	
C. PERFORACION DEL HUECO DE PRODUCCION	COSTOS (US \$)	DIAS PERFORACION
Gastos por equipo de perforación	103,840	11
Brocas	28,000	
Fluido de perforación –Lodo (Aditivos)	25,,000	
Servicio de ingeniería de lodos	1,000	
Diesel para equipo y fluido de perforación	8,000	
Transporte de materiales contratado	160	
Registros Electrográficos	4,000	
Materiales para cementación de forros	600	
Forros de producción	32,280	

Aditivos usados en la cementación de forros de producción	1,800	
Servicio de cementación forros de producción	4,000	
SUB TOTAL (US \$)	212,480	
D. COMPLETACION	COSTOS (US \$)	DIAS PERFORACION
Servicio de punzonamiento contratado	12,000	
Maquinaria de Servicios y reacondicionamiento de pozos	1,250	
SUB TOTAL (US \$)	13,250	
TOTAL GENERAL (US \$)	239,030	12 dias

La diferencia de costos entre un pozo convencional y un pozo reprofundizado es de: US \$ = 948,000 - 239,030 = \$ 708,970 ; lo que nos hace ver el contraste de inversión por esta operación.

El tiempo promedio de perforación para pozos convencionales es de 37 días a una profundidad de 9,300 pies; con objetivo primario en Basal Salina, los gráficos de control de la perforación nos indican que si se perforasen simultáneamente los pozos 13209,13218,13243 y 13241 en una misma oportunidad que el pozo de reentrada 2413E , la diferencia de tiempo es la suma del intervalo del primer al noveno día y del día 23 al 37avo. día aproximadamente, lo que hace una suma de 24 días en total de diferencia de tiempo.

Los gráficos correspondientes a los pozos en mención se encuentran desde la pagina 39 a 43. La estadística de producción del acumulado en petróleo y gas de acuerdo a los pozos comparados líneas arriba se muestran en las paginas 44 y 45, relevando que el volumen de gas producido desde agosto de 1999 a junio del 2000 es de 960 MMPC de gas. En Junio de 1999 antes de llevar a cabo la operación el pozo 2413E tenía 76.8 Mbbls de petróleo producido, luego mediante un estimado de reservas del Yacimiento Cobra se determinó que el gas asociado a recuperar en la formación Basal Salina para el pozo 2413E asciende a: 3.1×10^3

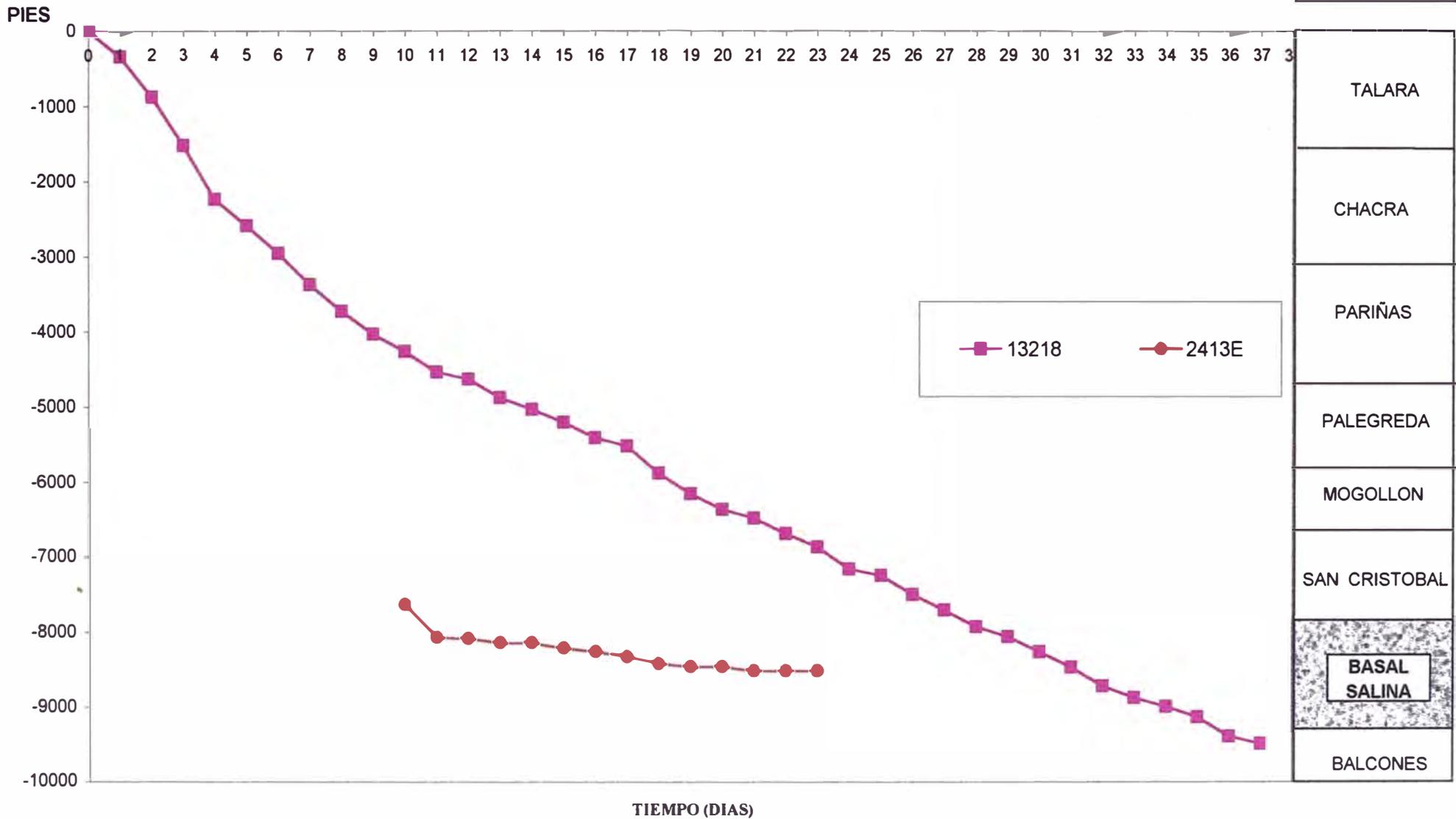
MMPC, calculándose que al precio actual de venta de : \$ 2 por cada MPC de gas se tiene un valor comercial rentable, a ser negociable luego de la reperforación, adicionalmente a los pozos que producen un promedio acumulado de 19.78 MMPC del mismo reservorio, este pozo fue reperforado con la finalidad de desarrollar el potencial gasífero del yacimiento.

PRODUCCION ACUMULADA TOTAL A JUNIO DEL 2000				
INICIO DE PRODUCCION	POZO	OIL (MBbl)	AGUA (MBbl)	GAS (MMPC)
May. 1997	13218	522.61	10	989.7
Oct.1997	13243	344.39	0	464.9
Nov.1996	13209	180.92	0	24.15
Jun.1997	13241	31.70	7.01	7.98
Agost.1999	2413E	76.81	0.16	960

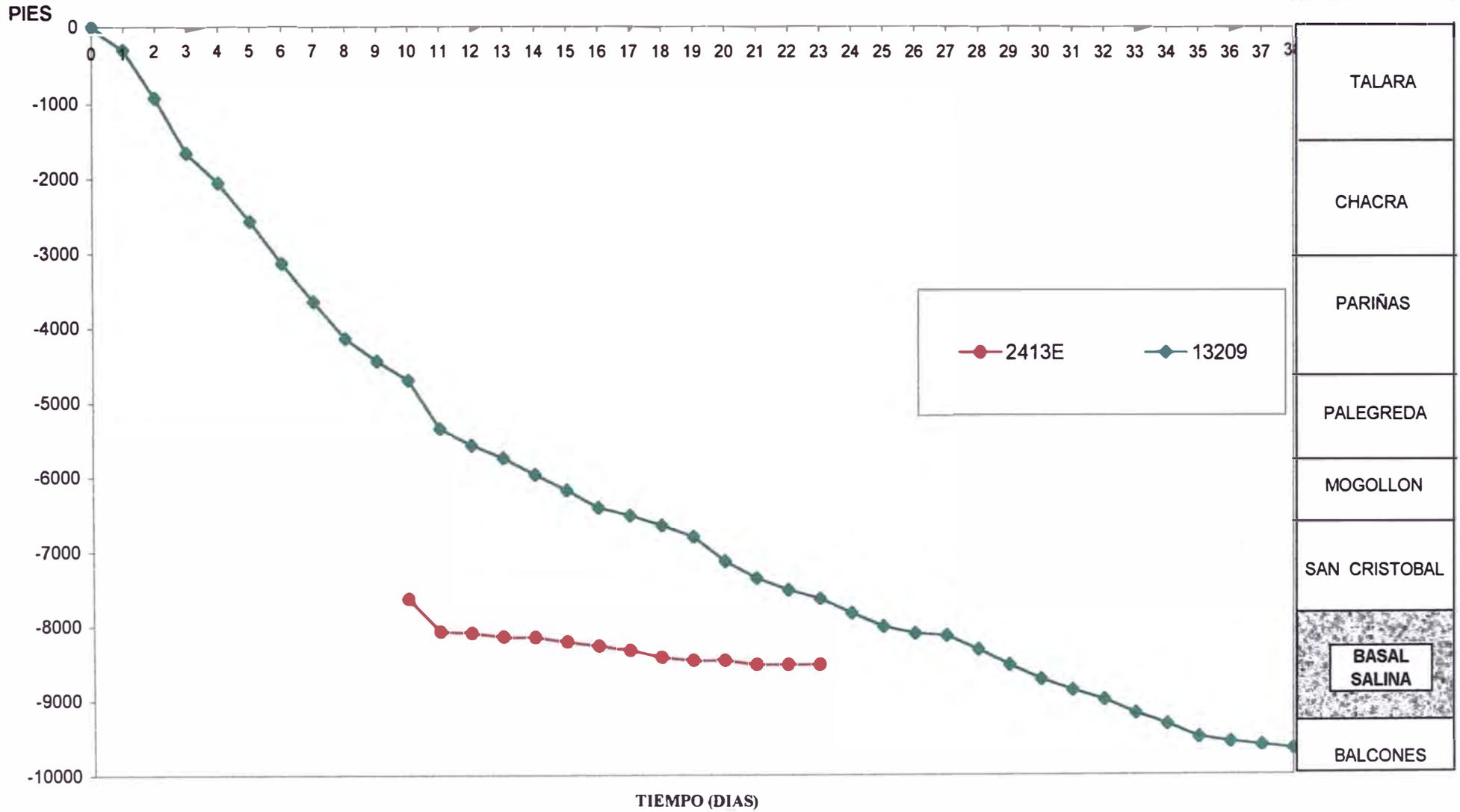
Como resultado de la factibilidad técnico-comercial de la operación los geólogos modificaron los mapas estructurales originales que no incluían al pozo 2413E, (ver pag.46 y 49) por mapas estructurales actualizados que lo consideran en el yacimiento, (pag.47 y 50) además la empresa se proyecta a la reperforación del pozo 5236 perteneciente a la misma zona, para la producción de crudo y gas con objetivo primario la formación Basal Salina, según el mapa estructural (pag.48) este pozo se encuentra a 343 pies de esta y no presenta interferencia como si ocurre en los pozos JX16 y 4553 próximos a la formación pero con interferencia (ver pag.47) lo que nos da una idea de los beneficios económicos a lograr si la empresa pone en marcha esta ventajosa alternativa de perforación

CONTROL DE PERFORACION POZOS CONVENCIONALES - POZO REENTRADA

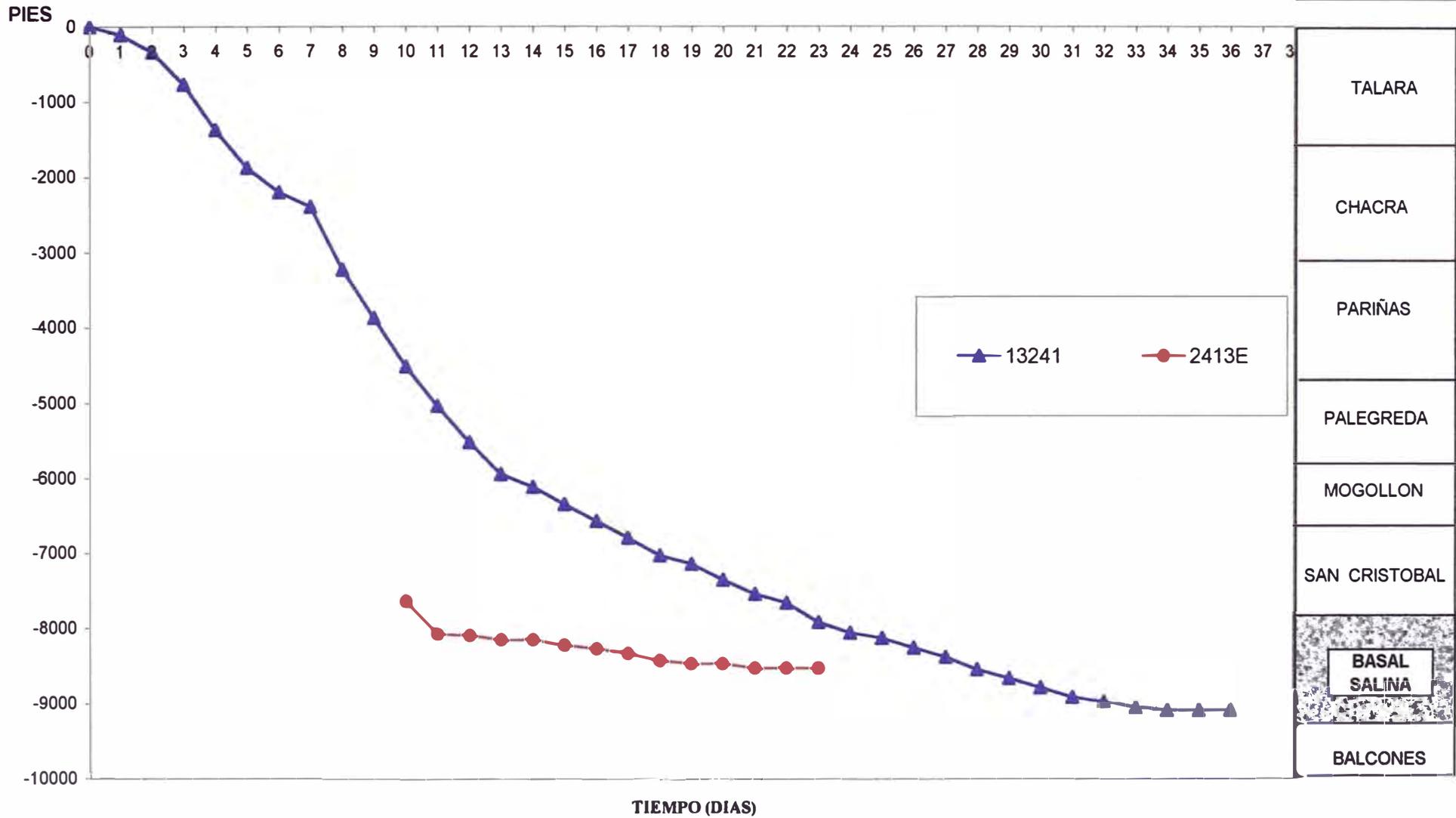
COLUMNA
GEOLOGICA



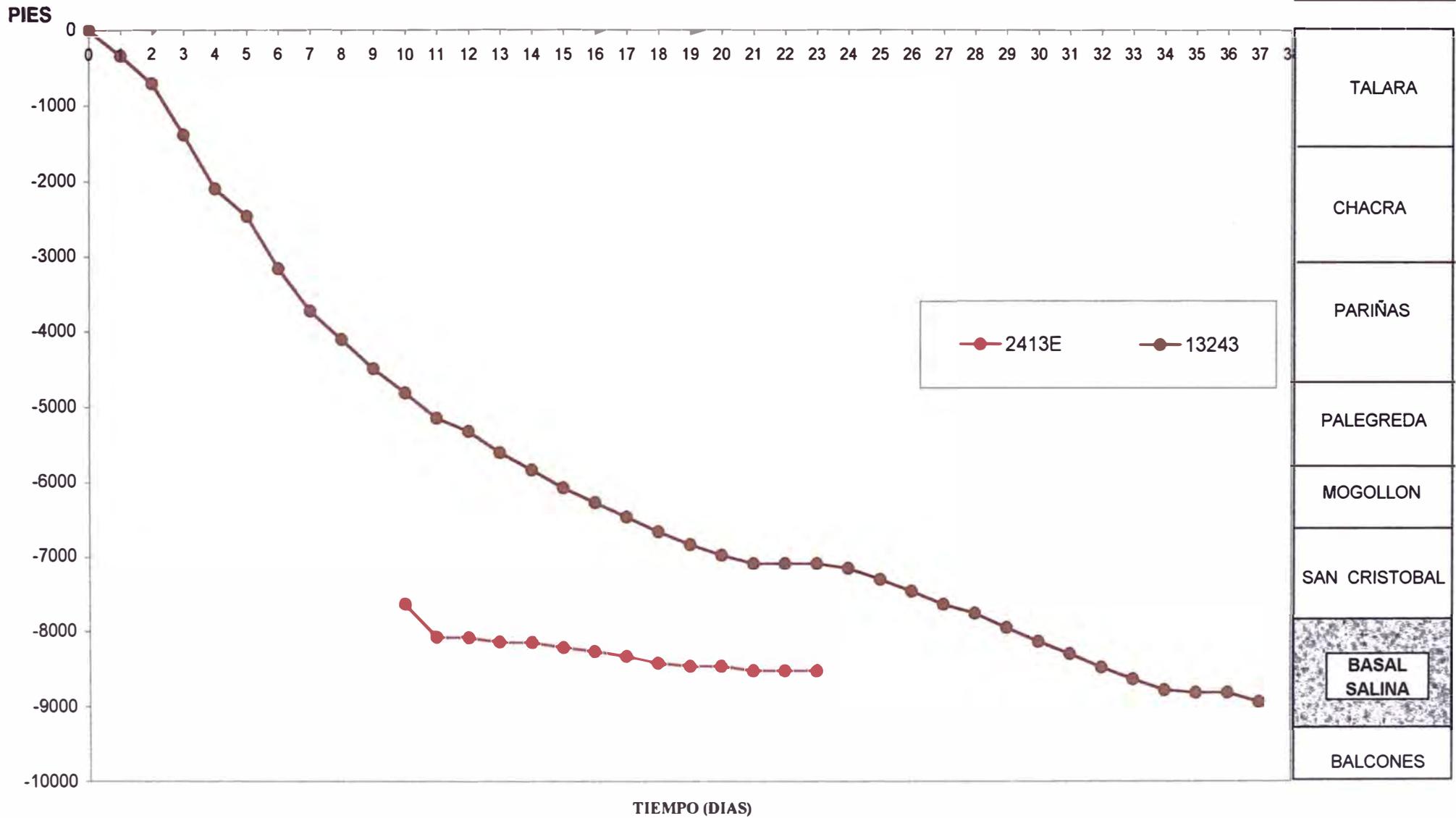
CONTROL DE PERFORACION POZOS CONVENCIONALES - POZO REENTRADA



CONTROL DE PERFORACION POZOS CONVENCIONALES - POZO REENTRADA

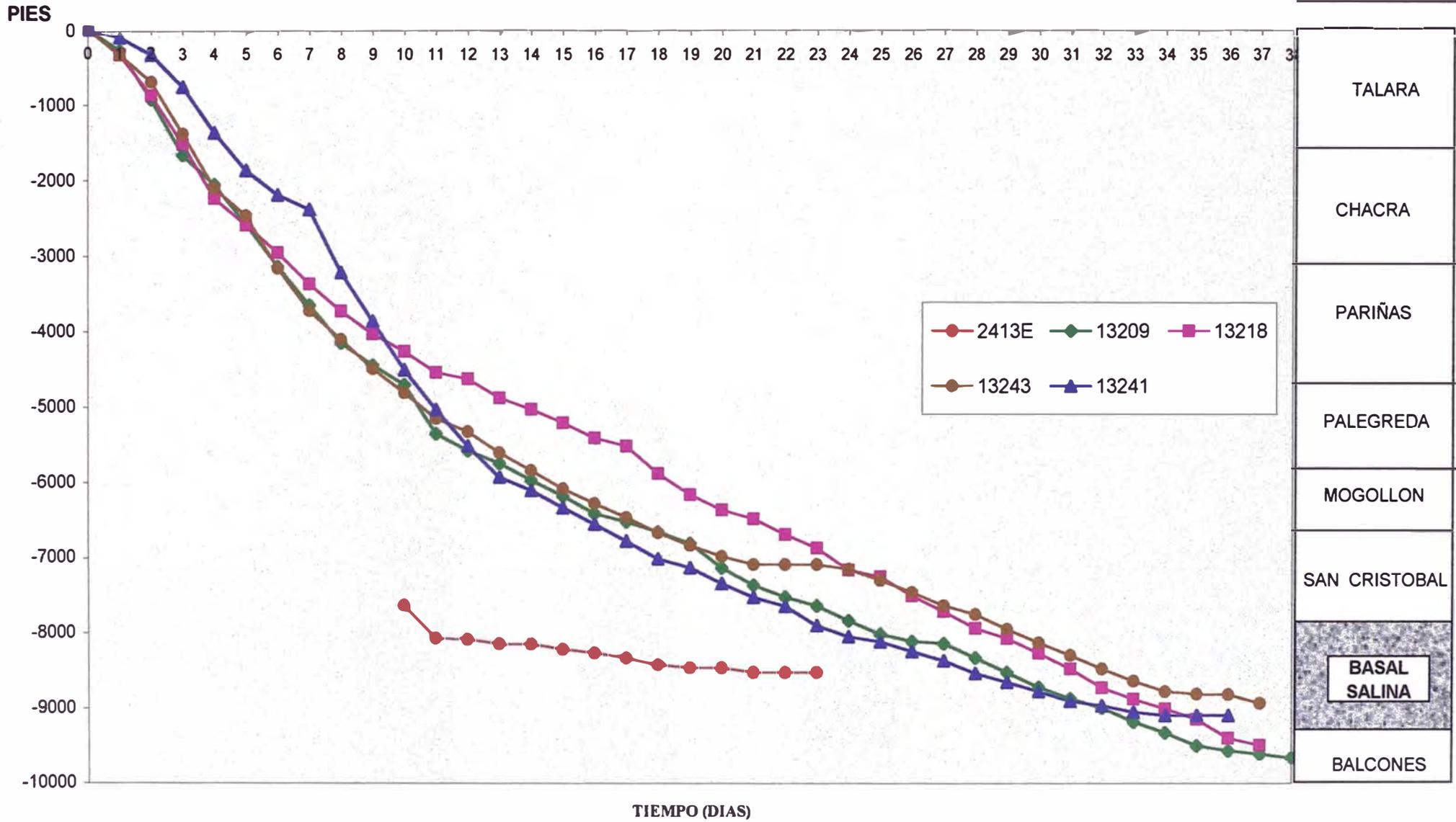


CONTROL DE PERFORACION POZOS CONVENCIONALES - POZO REENTRADA

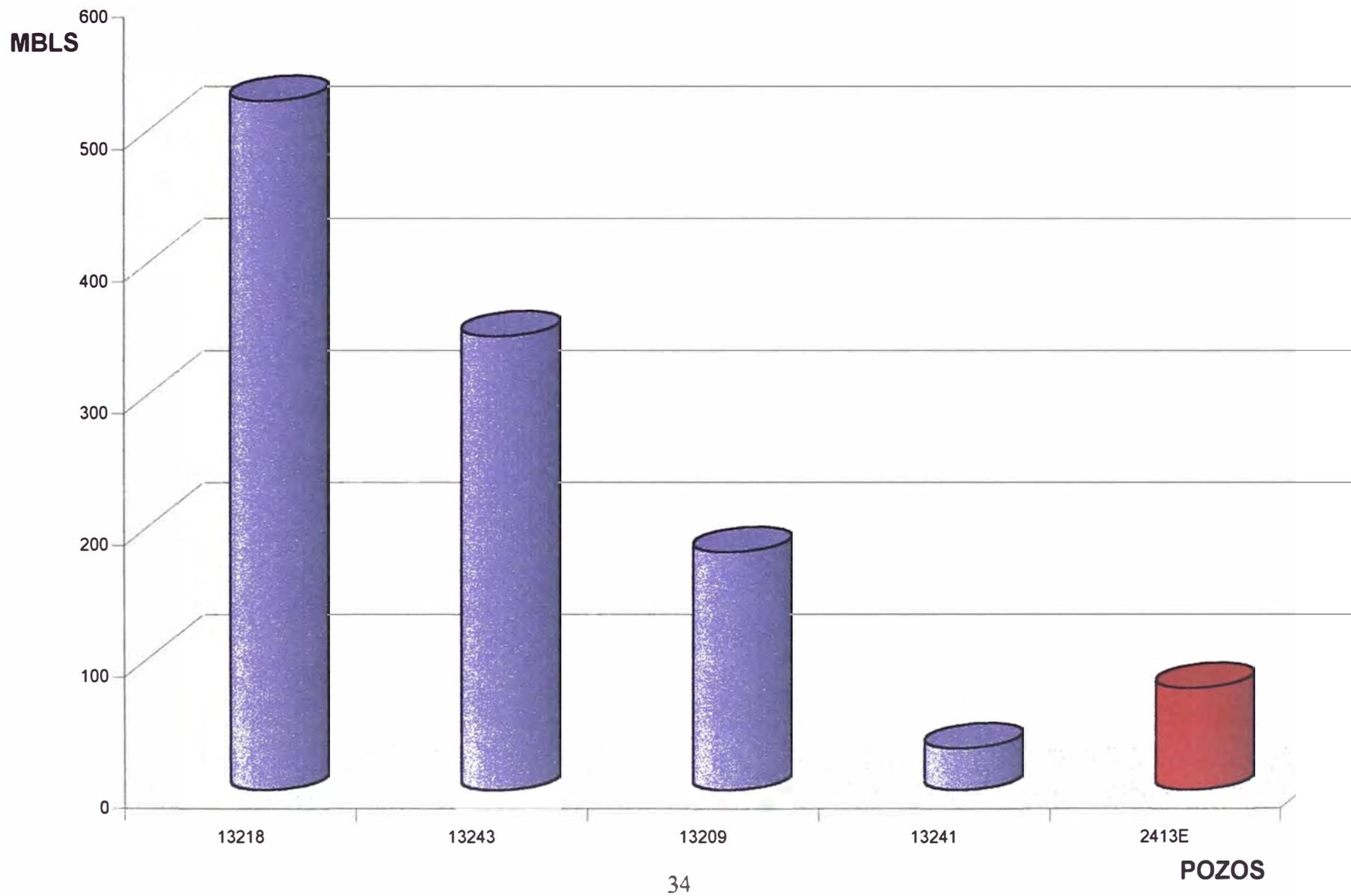


CONTROL DE PERFORACION POZOS CONVENCIONALES - POZO REENTRADA

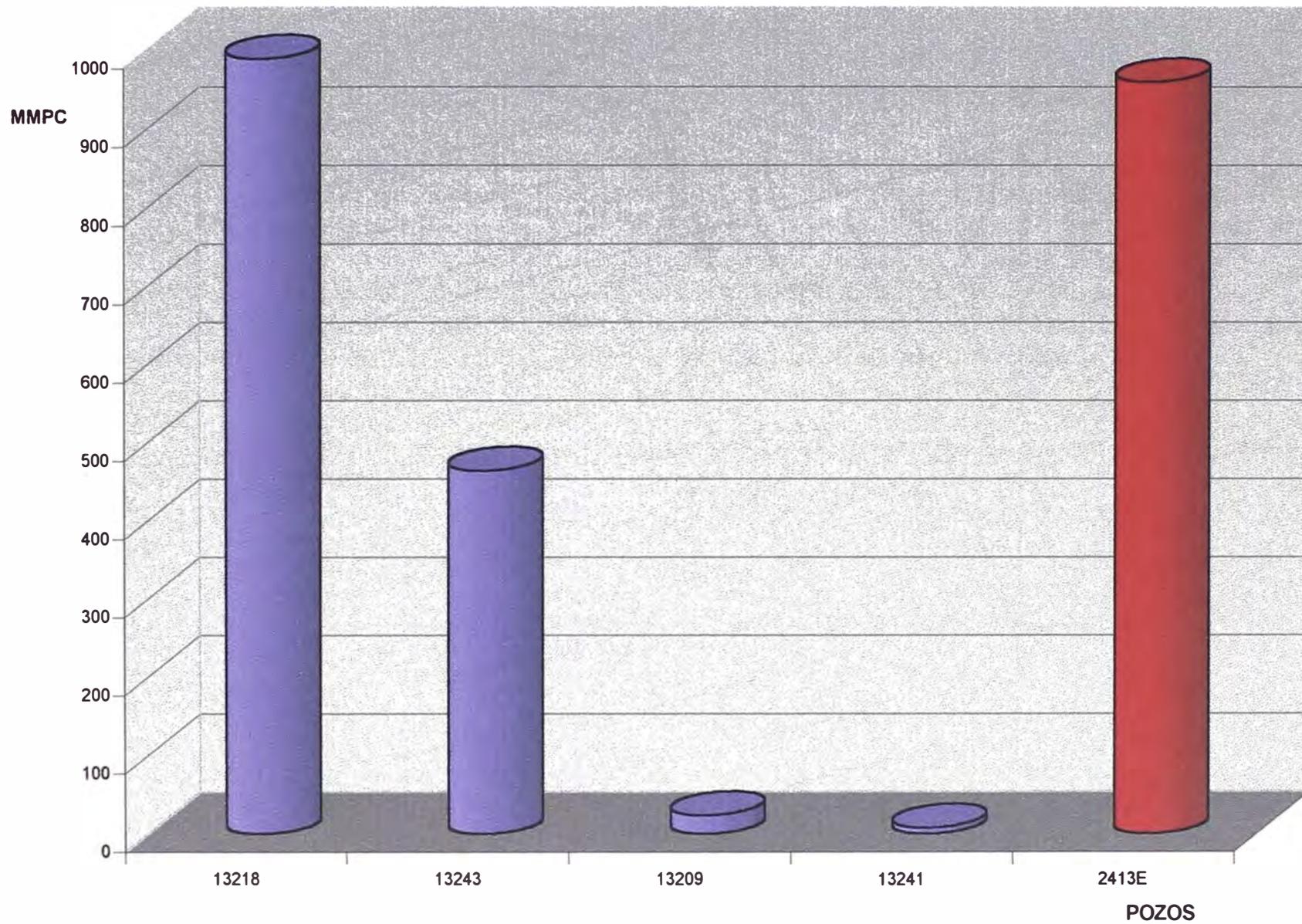
COLUMNA
GEOLOGICA

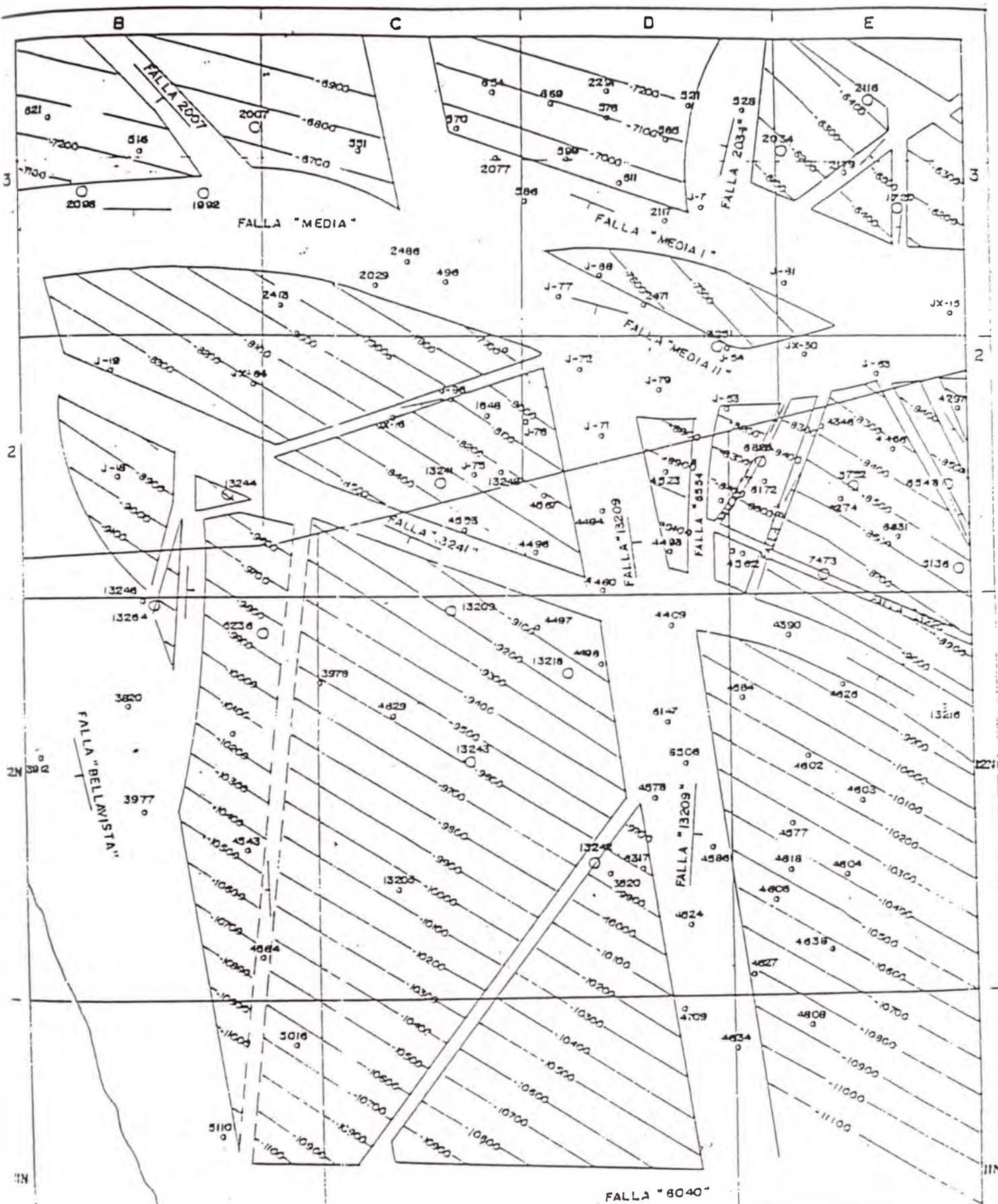


PRODUCCION ACUMULADA TOTAL DE CRUDO POR POZOS REPRESENTATIVOS A JUNIO DEL 2000



PRODUCCION ACUMULADA TOTAL DE GAS POR POZOS REPRESENTATIVOS A JUNIODEL 2000





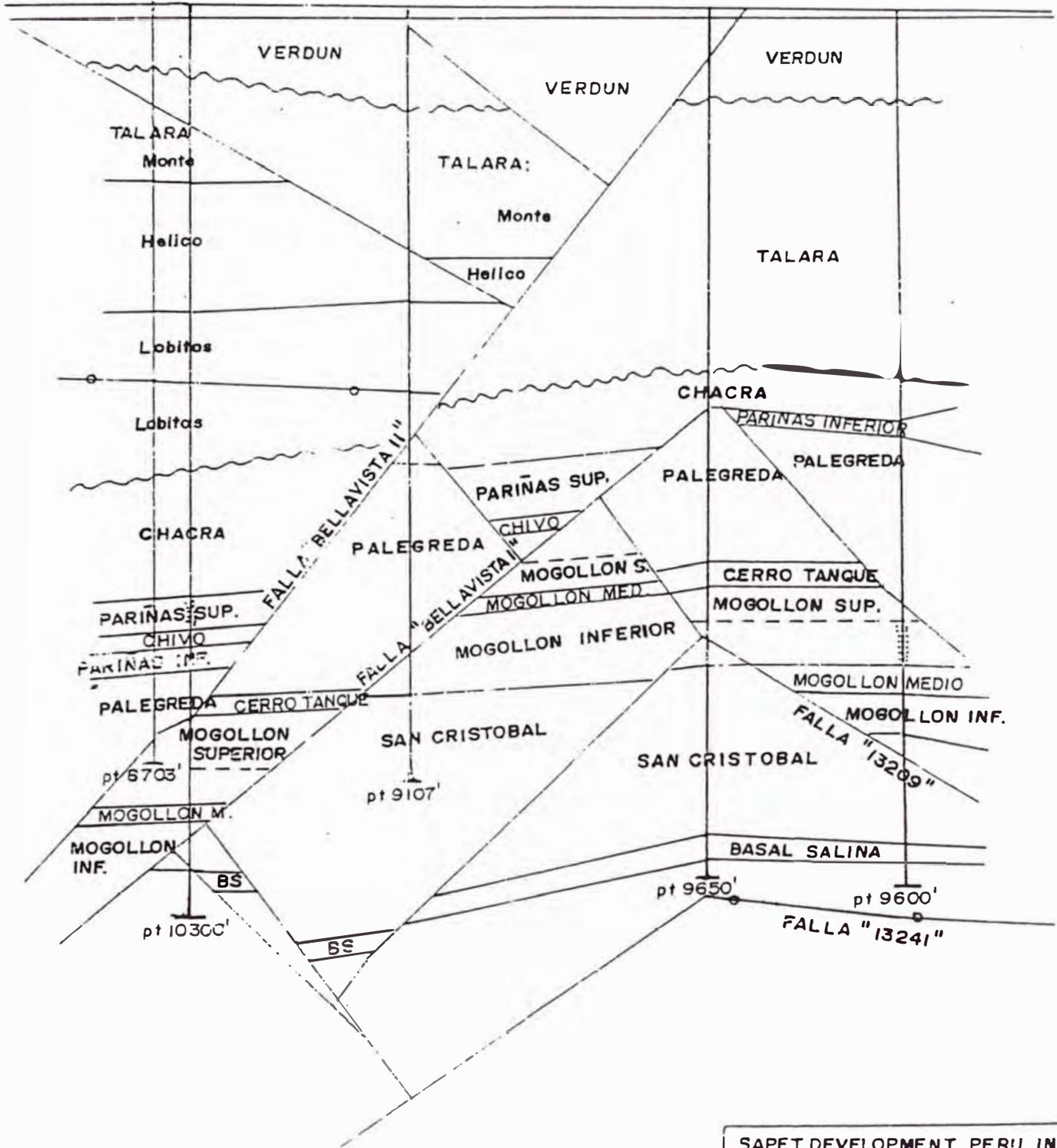
SAPET DEVELOPMENT PERU INC
 Sucursal del Peru

LOTE VI
 YACIMIENTO COBRA-MEDIA

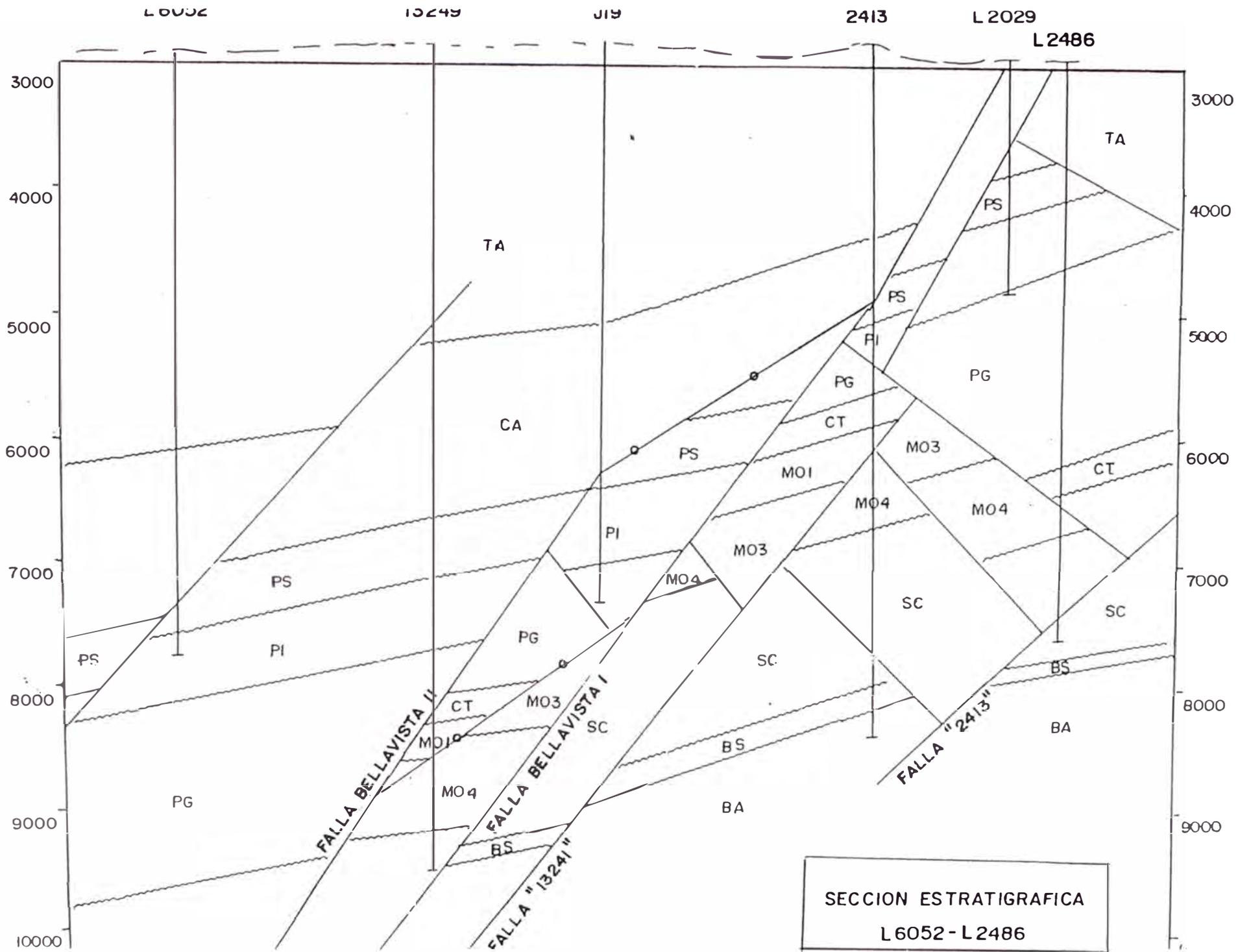
MAPA ESTRUCTURAL A LINEAS
 RECTAS
 TOPE FM. BASAL SALINA

Autor: Ing. M.G.P.

13264
 13246 5236 13209 13218



SAPET DEVELOPMENT PERU INC Sucursal del Perú
LOTE VI YACIMIENTO CCBRA
SECCION ESTRUCTURAL POZO 13264



7. CONCLUSIONES

- ❖ La ventaja económica que da la reprofundización del pozo 2413E se manifiesta en un ahorro que proviene de la menor cantidad de materiales empleados; tubería de menor diámetro, lodos de perforación, aditivos del mismo, brocas, cemento y menor tiempo de operación, tanto del equipo de perforación contratado GMB-8, como de los servicios involucrados: RR.EE y de cementación.
- ❖ La diferencia de inversión entre la perforación de un pozo vertical promedio y un pozo de reprofundización es aproximadamente el 25 % del costo de un pozo convencional vertical y el tiempo de ejecución se reduce notablemente a 32.4 % del tiempo que se emplearía en perforar uno nuevo.
- ❖ El resultado de la eficiencia de las brocas con insertos mejorados en la perforación de formaciones duras como la de Basal Salina se resume en lo siguiente: menos tiempos de perforación, menor número de viajes, ahorro de costos por acondicionamiento del lodo por cada viaje, mejora en la hidráulica consecuentemente se tiene un mejor control de la operación.
- ❖ Aunque se pudieron utilizar brocas de PDC para perforar Basal Salina, nuestra compañía no las empleó por las siguientes razones :
 - 1) Debido al diámetro reducido de la tubería de perforación (2 7/8"), los bajos pesos sobre la broca y a un caudal moderado por la limitación del diámetro del hueco en el pozo de reentrada.
 - 2) Debido a la disponibilidad de brocas tricónicas del tipo HTC y ATJ en almacenes de la compañía.
- ❖ Las brocas tricónicas del tipo IADC 517, no tuvieron dificultad alguna en la perforación de la formación Basal Salina, inclusive al atravesar los conglomerados.

- ❖ También se pensó que se podía perforar los pozos JX16 y 4553 a pesar que sus profundidades actuales son parte del requisito técnico pero la decisión de no ejecutarla se debió a la interferencia con el pozo 13241 como se puede confirmar en el mapa estructural correspondiente.
- ❖ Uno de los grandes aportes que trajo la perforación del pozo 2413E fue confirmar la extensión del tope del reservorio Basal Salina, modificándose el mapa estructural anterior, y procediéndose a delinear el nuevo tope estructural con la inclusión de este pozo.
- ❖ Como conclusión final se puede decir que esta operación sirve de base para el anteproyecto del plan de desarrollo del yacimiento Cobra y de este modo incrementar el volumen de reservas probadas de petróleo y gas.

8. RECOMENDACIONES

- ❖ Se recomienda que la próxima reentrada a efectuarse en el yacimiento Cobra sea la del pozo 5236, el cual reúne los requisitos de profundidad mínima, tal como se visualiza en el mapa de corte estructural (pag. 48) y de acreaje mínimo sin interferencia, que para la formación Basal Salina es de ± 60 Acres.
- ❖ Se recomienda la correlación en pozos vecinos pertenecientes a zonas cercanas al pozo 2413E a fin de desarrollar el yacimiento Cobra, formación Basal Salina.

9. BIBLIOGRAFIA

- 1 "Drilling Practices Manual" - Preston Moore.
- 2 "Slim Hole Horizontal Re-Entries Provide Alternative to new Drills" Pitard. Weeks & Wasson, Petroleum Engineer International – November 1992
- 3 "Advanced Oilwell Drilling Engineering" – J. Mitchell.
- 4 "An Expert System for Drill Bit Selection" – Smith-Reed International, 1997.
- 5 "Effects of Drilling Fluid/Shale Interactions on Borehole Stability" – Simpson, J.P.

10. ANEXOS

