

**CAPÍTULO 5****EJEMPLO DE MÉTODO DE PERFORACIÓN (BURGOS 83)****5.1 NOMBRE DEL POZO**

Pozo Burgos 83.

**5.2 CARACTERÍSTICAS DE POZO Y YACIMIENTO**

El pozo Burgos 83 corresponde a un pozo direccional tipo “S” terrestre, de desarrollo. Las características esperadas del yacimiento se muestran en la tabla 5.1., los valores mostrados, corresponden al pozo de correlación Burgos – 8.

PRESIÓN DEL YACIMIENTO	170 Kg/cm <sup>2</sup> en cabeza, referencia al intervalo 1750 – 1758 m. (qc – 2) Burgos – 8 (26 de Octubre de 2001)
TEMPERATURA DEL YACIMIENTO	90 °C

Tabla 5.1. Datos de presión y temperatura esperada en el yacimiento.

**5.3 OBJETIVO DEL POZO**

El objetivo que se persigue con la perforación, es evaluar el potencial de los posibles yacimientos de las secuencias: CM – 1 @ 1512 m TVD, QC – 2 @ 1730 m TVD, QC – 3 @ 1793 m TVD, QC – 4 @ 1979 m TVD y QC – 5 @ 2053 m TVD. La producción estimada esperada es de 1.0 mmpcd.

**5.4 LOCALIZACIÓN Y PROFUNDIDAD**

El pozo se encuentra ubicado en el municipio Dr. Coss, en el estado de Nuevo León. A 401 [m] al N 85°56' 11" W del pozo Burgos 8, con una elevación de 124.20 m.s.n.m.; su posición estructural corresponde a 10 [m] más alto a nivel Queen City – 2 con respecto al pozo Burgos 8.

El pozo se perforó a una distancia de 45 [m] del pozo Burgos 30, ubicado en una macropera tipo sky top (Fig. 5.1), la profundidad programada del pozo es de 2,200 (m.v.b.k.b.). La tabla 5.2., muestra las coordenadas U.T.M., de la superficie y el objetivo; así como también las coordenadas geográficas.

<b>COORDENADAS U.T.M. SUPERFICIE</b>	<b>ESTE =X= 507,458.65</b>	<b>NORTE=Y= 2,868,308.53</b>
<b>COORDENADAS U.T.M. OBJETIVO</b>	<b>ESTE =X= 507, 227.00</b>	<b>NORTE=Y= 2,867,929.00</b>
<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS</b>	<b>LATITUD 25°56'05.4537" N</b>	<b>LONGITUD 98°55'31.8494" W</b>

Tabla 5.2. Datos de ubicación del pozo a perforar.

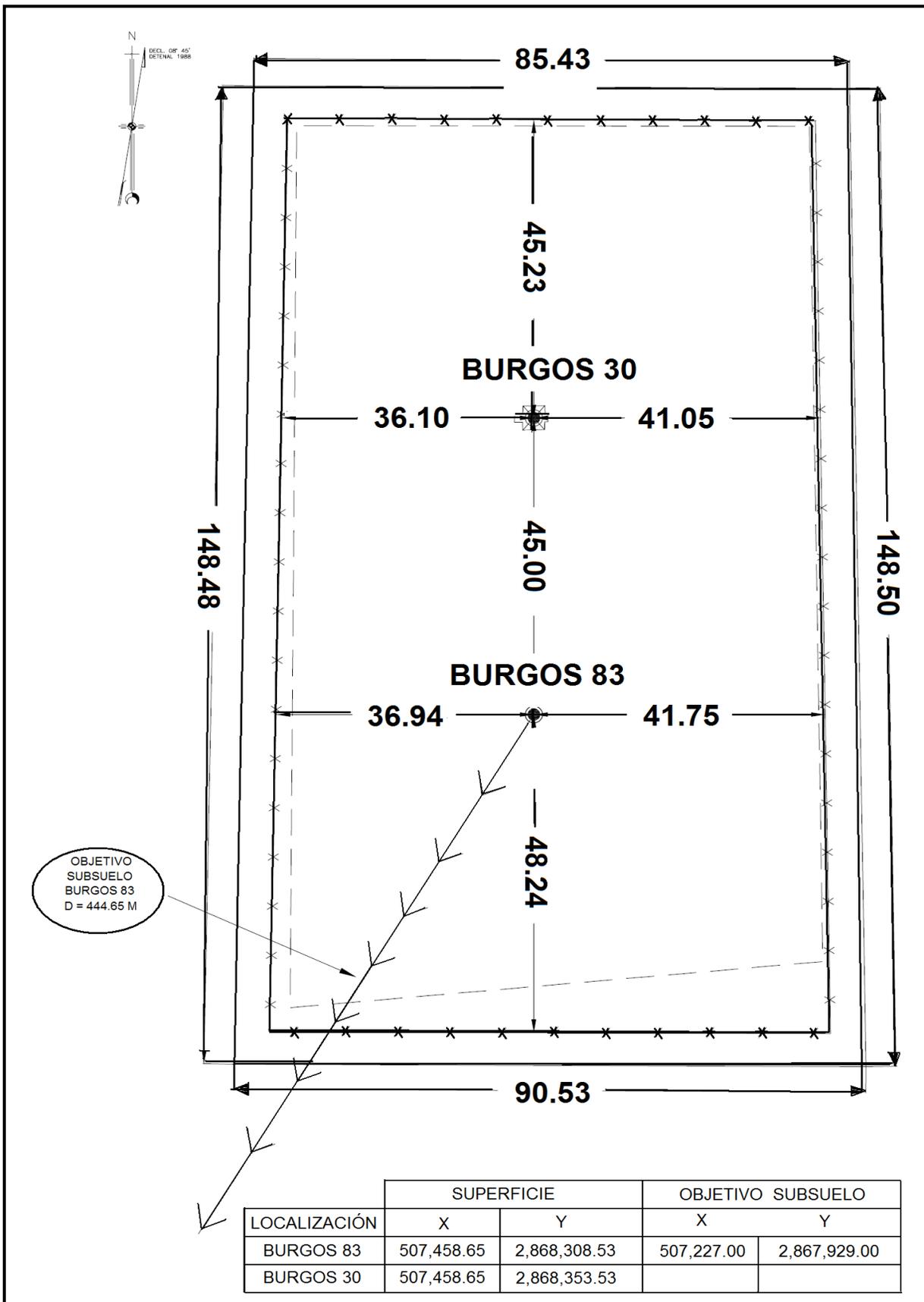


Fig. 5.1 Localización del pozo Burgos 83 en la Macropera tipo sky top (Tomado del reporte de actividades de perforación, PEMEX 2008).

## 5.5 PROBABLE COLUMNA GEOLÓGICA A ATRAVESAR

Es importante tener un conocimiento previo de la posible litología que se perforara con la barrena, ya que con esto se evitarán futuros problemas durante la perforación, la tabla 5.3, indica la litología, el espesor, profundidad y la edad o formación que se esperan durante la perforación del pozo.

EDAD O FORMACIÓN	PROFUNDIDAD (MBMR)	ESPESOR (M)	LITOLOGÍA PROBABLE
E. JACKSON	AFLORA	777	Lutita
E. YEGUA	777	241	Lutita - arenisca
E. COOK MOUNTAIN	1018	494	Lutita - arenisca
CM - 1	1512	142	Arenisca
E. QUEEN CITY	1654	76	Lutita - arenisca
QUEEN CITY 2	1730	63	Arenisca
QUEEN CITY 3	1793	186	Arenisca
QUEEN CITY 4	1979	74	Arenisca
QUEEN CITY 5	2053	236	Arenisca
PROFUNDIDAD TOTAL	2200		

Tabla 5.3. Columna geológica esperada al perforar el pozo.

## 5.6 REGISTROS GEOFÍSICOS Y MUESTREO GEOLÓGICO

El pozo Burgos 83, correspondió a un pozo de desarrollo, debido a esto, durante su perforación se llevo a cabo la toma de registros geofísicos y corte de núcleos en ciertos intervalos, la tabla 5.4., muestra el tipo de registro e intervalo en cual se utilizaron. La tabla 5.5., indica los registros utilizados en cada intervalo, así como también la obtención de núcleos.

REGISTRO	INTERVALO (M.V.B.K.B)
DOBLE INDUCCIÓN (RG)	150 - 2200
SONICO DE POROSIDAD (BHC)	150 - 2200
LITODENSIDAD (LDT)	150 - 2200
NEUTRÓN COMPENSADO (CNL)	ETAPA DE EXPLOTACIÓN

Tabla 5.4. Tipos de registros utilizados durante la perforación del pozo.

INTERVALO (MBMR)	TIPO DE REGISTRO	NÚCLEO	INTERVALO (MBMR)
0 - 150	NO SE TOMARÁN	NO	----
150 - 1064	DIL - RG, BHC, LDT	NO	----
1064 - 2200	DIL - RG, BHC, CNL, LDT	NO	----

Tabla 5.5. Intervalos de toma de registros y corte de núcleos.

## 5.7 PROGRAMA DE PERFORACIÓN

El programa de perforación del pozo Burgos 83, incluye la selección de barrenas, tuberías de perforación, tuberías de revestimiento, tipo de terminación, pruebas de presión a las tuberías, ubicación de los intervalos productores, el tiempo programado de la perforación, así como también los costos estimados de la misma. A continuación se presenta cada uno de estos aspectos del programa de perforación.

### 5.7.1 BARRENAS

Las barrenas seleccionadas para el pozo Burgos 83, se obtuvo mediante un análisis de pozos de correlación que fueron perforados en esta misma área, la tabla 5.6., muestra las características de las barrenas que se utilizaron y los intervalos donde fueron ocupadas.

ETAPA	INTERVALO (MBMR)	DIÁMETRO (PG)	TIPO
SUPERFICIAL	0 - 150	12 ¼ "	PDC
INTERMEDIA	150 - 1064	8 ½ "	PDC
EXPLOTACIÓN	1064 - 2289	6 1/8 "	PDC

Tabla 5.6. Características de las barrenas utilizadas durante la perforación.

### 5.7.2 PROGRAMA DE TUBERÍAS DE PERFORACIÓN

La tabla 5.7., indica las características de la tubería de perforación que se utilizo en la perforación del pozo.

ETAPA	INTERVALO (m.b.m.r.)	DIÁMETRO (Pg)	TIPO
SUPERFICIAL	0 - 150	N/A	N/A
INTERMEDIA	150 - 1064	4 1/2 "	X - 95
EXPLOTACIÓN	1064 - 2289	3 1/2 "	X - 95

Tabla 5.7. Características de la tubería de perforación.

### 5.7.3 PROGRAMA DE TUBERÍAS DE REVESTIMIENTO

La tabla 5.8., Indica el tipo y diámetro de la tubería de revestimiento, el intervalo en la cual se asentó y también el volumen y densidad del cemento que se utilizó para su cementación.

TIPO Y DIÁMETRO DE TR (PG)	INTERVALO (MBMR)	VOLUMEN DE CEMENTO (TON)	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )
SUPERFICIAL 9 5/8 " 32.3 # N - 80 STC	0 - 150	7.5	1.89
INTERMEDIA 7 " 23# N - 80 BCN	0 - 1064	7.0 6.3	1.55 1.89
PRODUCCIÓN 3 ½ " 9.3# N - 80 8 HRR	0 - 2289	20.8	1.89

Tabla 5.8. Características de la tubería de revestimiento y del cemento utilizado.

### 5.7.4 PRESIONES DE PRUEBA A LAS TUBERÍAS Y CONEXIONES SUPERFICIALES

Los valores de resistencia a la presión interna, al colapso, cabezal, preventores y conexiones superficiales, se indican en la tabla 5.9.

TR	RESISTENCIA PRESIÓN INTERNA	RESISTENCIA AL COLAPSO	PRUEBA DE CABEZAL	PRUEBA DE PREVENTORES Y CONEXIONES
9 5/8 "	2270 [PSI]	1370[PSI]	600 [PSI]	4000 [PSI]
7 "	6340 [PSI]	3830 [PSI]	4000 [PSI]	4000 [PSI]
3 ½ "	10160 [PSI]	10540 [PSI]	4000 [PSI]	4000 [PSI]

Tabla 5.9. Valores de resistencia de las tuberías, cabezal, preventores y conexiones superficiales.

### 5.7.5 TERMINACIÓN PROYECTADA

El tipo de terminación, diámetro del aparejo de producción, tipo de sistema artificial, así como también si se le realizara un tipo de estimulación al pozo Burgos 83, se indica en la tabla 5.10.

TIPO DE TERMINACIÓN	CORRESPONDE A UNA TERMINACIÓN SENCILLA CON AGUJERO ENTUBADO
DIAMETRO DEL APAREJO DE PRODUCCIÓN (PG)	3 ½ "
TIPO DE SISTEMA ARTIFICIAL	NO CUENTA CON SISTEMA ARTIFICIAL.
TIPO DE ESTIMULACIÓN	SE REALIZARÁ UN FRACTURAMIENTO

Tabla 5.10. Características de la terminación realizada al pozo Burgos 83.

### 5.7.6 INTERVALOS PRODUCTORES

La profundidad de los intervalos productores y su producción esperada, se indica en la tabla 5.11.

DE (mbmr)	A (mbmr)	PRODUCCIÓN ESPERADA	
		ACEITE (BPD)	GAS (MMPCD)
1512	1532		0.2
1730	1750		0.2
1793	1813		0.2
1979	1999		0.2
2053	2073		0.2

Tabla 5.11 Intervalos en los que se espera obtener producción.

### 5.7.7 TIEMPO PROGRAMADO

El tiempo de perforación, terminación, la fecha de inicio y de la terminación de la misma, se muestra en la tabla 5.12.

PERFORACIÓN	15 DIAS
TERMINACIÓN	7 DIAS
TOTAL	22 DIAS
FECHA PROGRAMADA PARA EL INICIO DE LA PERFORACIÓN	24 DE SEPTIEMBRE DE 2008
FECHA PROGRAMADA PARA LA CONCLUSIÓN DE LA PERFORACIÓN	8 DE OCTUBRE DE 2008

Tabla 5.12. Tiempo programado para la perforación del pozo Burgos 83.

### 5.7.8 COSTOS ESTIMADOS

Los costos estimados que se presentan en la tabla 5.13., están en pesos mexicanos.

PERFORACIÓN	8,042,394.99
TERMINACIÓN	1,782,000.00
TOTAL	9,824,394.99

Tabla 5.13. Costos estimados de la perforación y terminación del pozo Burgos 83.

## 5.8 DISTRIBUCIÓN DE TIEMPOS DE LA PERFORACIÓN

### 5.8.1 Etapa 1 Agujero de 12 ¼”

La tabla 5.14., muestra la distribución de los tiempos de las actividades que se necesitan realizar en la primera etapa de perforación, para perforar el agujero de 12 ¼”.

ACTIVIDAD	TIEMPO ESTIMADO			
	UNITARIO [hrs]	Acum. Fase [Días]	Acum. Total [Días]	Prof. [m]
Mudanza	96	4.00	4	0
Armar BNA 12 ¼” y bajar hasta base contrapozo	2	0.08	4.08	7
Perforar hasta 150 m (20m/h)	7.5	0.40	4.40	150
Circular	1.5	0.48	4.46	150
Bombear bache ecológico	0.5	0.48	4.48	150
Sacar barrena a superficie	4	0.65	4.65	150
Instalar equipo, bajada de TR	1.5	0.71	4.71	150
Conectar zapata guía + junta + cople flotador	2	0.79	4.79	150
Bajar TR 9 5/8 “ @ 150 m	4	0.96	4.96	150
Desmontar equipo TR/ instalar equipo cementaciones	2	1.04	5.04	150
Circular	1	1.08	5.08	150
Cementar	3	1.21	5.21	150
Desmantelar equipo Cementación	1	1.25	5.25	150
Limpiar contrapozo	2	1.33	5.33	150
Cortar tubo ancla 9 5/8” / Eliminar	3	1.46	5.46	150
Soldar y probar cabezal	2	1.54	5.54	150
Instalar sección “B” del cabezal y BOP’s	12	2.04	6.04	150
Probar BOP’s/CSC/Manifold/Sid Pipe	10	2.46	6.46	150
Instalar buje de desgaste	1	2.50	6.50	150
Conectar campana – charola – Flote - Llenad	4	2.67	6.67	150

Tabla 5.14. Distribución de tiempos para la etapa 1, agujero de 12 1/4”.

### 5.8.2 Etapa 2 Agujero de 8 ½"

La tabla 5.15., muestra la distribución de los tiempos de las actividades que se necesitan realizar en la primera etapa de perforación, para perforar el agujero de 8 ½".

ACTIVIDAD	TIEMPO ESTIMADO			
	UNITARIO [hrs]	Acum. Fase [Días]	Acum. Total [Días]	Prof. [m]
Armar BNA 8 1/2" con sarta de navegación y bajar @ CF	8	0.33	7.00	150
Desplazar, circular /Probar TR	2	0.42	7.08	150
Perforar cople flotador /Cemento/Zapata	2	0.50	7.17	150
Perforar hasta 180 m (25m/h)	1.5	0.56	7.23	180
Perforar construyendo angulo hasta 485m (20m/h)	21	1.44	8.10	565
Perforar hasta 1064 m (20m/h)	32	2.77	9.44	1207
Circular para sacar barrena	1.5	2.83	9.50	1207
Hacer viaje de reconocimiento/Sacar barrena a superficie	10	3.25	9.92	1207
Instalar unidad y equipo de registros eléctricos	2	3.33	10.00	1207
Correr registros	4.5	3.52	10.19	1207
Desmantelar unidad de registros eléctricos	1.5	3.58	10.25	1207
Recuperar buje de desgaste/Cambiar y probar rams	4	3.75	10.42	1207
Instalar equipo para bajar TR	1.5	3.81	10.48	1207
Conectar Zapata guía + junta + cople flotador	2	3.90	10.56	1207
Bajar TR 7" @ 1064 m	12	4.40	11.06	1207
Desmontar equipo TR/Instalar equipo de cementaciones.	1	4.44	11.10	1207
Circular pozo	2	4.52	11.19	1207
Cementar	5	4.73	11.40	1207
Desmantelar equipo de cementación	1	4.77	11.44	1207
Instalar y probar sellos de colgador.	2	4.85	11.52	1207

Tabla 5.15. Distribución de tiempos para la etapa 2, agujero de 8 1/2".

### 5.8.3 Etapa 3 Agujero de 6 1/8"

La tabla 5.16., muestra la distribución de los tiempos de las actividades que se necesitan realizar en la primera etapa de perforación, para perforar el agujero de 6 1/8".

ACTIVIDAD	TIEMPO ESTIMADO			
	UNITARIO [hrs]	Acum. Fase [Días]	Acum. Total [Días]	Prof. [m]
Armar BHA 6 1/8" con sarta de navegación y bajar @ CF	12	0.50	12.02	1207
Desplazar, circular /Probar TR	3	0.63	12.15	1207
Perforar cople Flotador /Cemento/Zapata	2	0.71	12.23	1207
Perforar hasta 2289 m verticalizando (20m/h).	60	3.21	14.73	1,510
Circular	2	3.29	14.81	1,510
Realiza viaje de reconocimiento a la zapata.	6	3.54	15.06	1,510
Circula y observa pozo	2	3.63	15.15	1,510
Sacar barrena a superficie	14	4.21	15.73	2,110
Instalar unidad y equipo de registros eléctricos	2	4.29	15.81	2,110
Correr registros	5	3.83	16.02	2,110
Desmantelar unidad de registro eléctricos	2	3.63	16.10	2,110
Recuperar buje de desgaste	1	3.67	16.15	2,110
Instalar equipo bajada TR	1.5	3.73	16.21	2,110
Conectar zapata guía + junta + cople flotador.	2	3.81	16.29	2,110
Bajar TL 3 1/2 " @ TD 2,289 m	16	4.48	16.96	2,110
Desmontar equipo TR/Instalar equipo cementaciones	2	4.56	17.04	2,110
Circular pozo	2	4.65	17.13	2,110
Cementar	3	4.77	17.25	2,110
Desmantelar equipo de cementación/Espera fraguado	24	5.77	18.25	2,110
Desmantelar charola. Linea de flota	3	5.90	18.36	2,110
Instalar y probar sellos del colgador	2	5.98	18.46	2,110
Retirar BOP's	12	6.48	18.96	2,110
Instalar Bonete y probar	2	6.56	19.04	2,110
Tiempo total de perforación del pozo Burgos 83.	361	15.04	19.04	

Tabla 5.16. Distribución de tiempos para la etapa 3, agujero de 6 1/8".

## **5.9 ASPECTOS RELEVANTES DE LA PERFORACIÓN**

El pozo Burgos 83 corresponde a un pozo Tipo A3 DIR (3 TR'S, Prof. final: 2200 m TVD / 2289 m MD y presiones mayores de 3M psi). Los objetivos de Producción primarios son los horizontes: CM-1, QC-2, QC-3, QC-4 Y QC-5.

### **5.9.1. Etapa 1 Agujero de 12 1/4"**

Para la perforación de esta etapa se utilizó una barrena PDC DSX117 (4 Aletas cortadores de 19 mm) con 4 toberas de 12/32" y 4 de 9/32". Como lodo de perforación se utilizó un lodo bentonítico no contaminante, ya que este agujero atraviesa los acuíferos superficiales. Se perforó los primeros 20 metros con bajo gasto, para evitar que las paredes del agujero se laven y/o existan pérdidas de circulación. Se tuvo estricto control de la viscosidad del lodo, para tener una buena limpieza del pozo, así como también una estricta vigilancia en los parámetros de tensión y torsión de la sarta al momento de estar perforando o realizando el viaje a superficie.

### **5.9.2. Etapa 2 Agujero de 8 1/2"**

En esta sección se utilizó una barrena DSX117GSW (4 Aletas cortadores de 19 mm) con 4 toberas de 12/32" con sarta direccional. El plan direccional contemplo iniciar la construcción de ángulo a 180 m, con severidades de 2.5°/30 m, hasta alcanzar un ángulo máximo de 25 grados a 480 m MD /470.57 m TVD. De la profundidad de 480 [m] MD a la profundidad final de la etapa (1,064[m] MD) se perforó de manera tangencial con un ángulo de 25 grados. En esta sección se perforó las formaciones del Eoceno Jackson y Eoceno Yegua, las cuales tienen valores bajos de presión de poro, la densidad final programada fue de 1.35 gr/cm<sup>3</sup> a 1,064 m (1,000 m TVD) al final de la sección de 8 1/2". Se tuvo especial cuidado a la profundidad de 600 a 750 m MD donde se observa una zona de baja presión de acuerdo al análisis de geopresiones del pozo de correlación Burgos 132. Por lo cual se tuvo un estricto control de las propiedades reológicas del lodo.

También se tuvo especial cuidado con la limpieza del agujero ya que de acuerdo a los pozos de correlación esta sección es de altos ROP's, por lo cual se circuló cuando fue necesario para evitar exceso de recortes en el espacio anular e inducir pérdida de circulación. Cuando se inició la circulación con la TR de 7" en profundidad se inició a bajo gasto y con una sola bomba hasta observar buen retorno en superficie, después se incrementó el gasto hasta obtener la misma velocidad anular que se obtuvo durante la perforación.

### **5.9.3. Etapa 3 Agujero de 6 1/8"**

En esta sección se utilizó una barrena PDC RSX516M-A1 (5 Aletas cortadores de 16 mm) con sarta direccional para realizar el decremento de ángulo a 1227 m MD / 1148 m TVD y estar verticales a 1,527 m MD / 1,438 m TVD. Se continuó perforando hasta la profundidad final de 2,289 m MD / 2,200 m TVD manteniendo el control de la verticalidad. La densidad que se tuvo para sacar la barrena a superficie fue de 1.67 gr/cm<sup>3</sup>, al igual que en la etapa anterior se tuvo un estricto control de la densidad del lodo ya que en el pozo Burgos 10 terminó de perforar con una densidad de 1.53 gr/cm<sup>3</sup>. Debido a esto se tuvo un estricto control de las propiedades reológicas del lodo. Cuando se llegó a la profundidad final del pozo se circuló el tiempo necesario para garantizar la limpieza del agujero, se realizó viaje de reconocimiento a la zapata de 7", para verificar las condiciones del pozo.

## 5.10 DISEÑO DE SARTA DE FONDO

Las tablas que se presentan a continuación, muestran las características de los accesorios utilizados en las sarts de perforación, los fluidos y agujero, de cada etapa de perforación.

### 5.10.1 SARTA DE FONDO #1 (AGUJERO DE 12 1/4”).

La tabla 5.17., muestra la longitud del agujero que se perforó, la densidad del lodo de perforación y el factor de flotación, la tabla 5.18., contiene las características y cantidades de los accesorios, que se necesitaron para la perforación y finalmente la tabla 5.19., muestra las características de la bomba y barrena que se utilizaron para la perforación de esta etapa. Cabe mencionar que el peso disponible sobre la BNA (BHA) fue de 13.59 toneladas y el margen de tensión disponible con flotación en tubería de perforación fue de 84.16 toneladas.

DENSIDAD DEL LODO: 1.15 gr/cm <sup>3</sup>
FACTOR DE FLOTACIÓN: 0.8535
LONGITUD DEL AGUJERO: 150 metros.

Tabla 5.17. Densidad, factor de flotación y longitud del agujero de la etapa 1.

CANTIDAD	SARTA DE FONDO	Diam. Ext. (Pulg.)	Diam. Int. O Peso/metro	Longitud (m)	Longitud Total (m)	Longitud Acum. (m)	Peso en aire (Ton)	Peso con Flot (Ton)	Peso con Flot Acum. (Ton)	Tensión Máxima (Ton)
10	4 ½" Tubería Extra -	4 ½"	2 7/8"	9.45	90.59	150	5.81	4.96	15.99	115
5	6 ½" Lastrarbarrena - Espiral	6 ½"	2 3/16"	9.45	47.25	59.41	11.08	9.45	11.03	
1	12 - 1/8" X 6 ½"	6 ½"	2 1/4"	1.7	1.7	12.16	0.25	0.21	1.58	
1	6 ½" Lastrarbarrena - Espiral	6 ½"	2 13/16"	9.3	9.3	10.46	1.27	1.08	1.36	
1	6 ½" Portabarrena C/válvula de flotación	6 ½"	2 1/4"	1	1	1.16	0.23	0.2	0.28	
1	12 ¼" Barrena	12 ¼"	1 ½"	0.16	0.16	0.16	0.09	0.08	0.08	
							19 TON	16 TON		

Tabla 5.18. Cantidades y características de accesorios para la sarta de perforación

CAMISAS DE BOMBAS: 5 ½" X 8"
BNA PDC FM 2565 TOB 8 12/32" TFA=0.884
PSB 2/15 TON RPM 60/120
GPM: 600 PRESIÓN BOMBA: 901 PSI

Tabla 5.19. Características de la bomba y barrena.

**5.10.2 SARTA DE FONDO #2 (AGUJERO DE 8 1/2").**

La tabla 5.20., muestra la longitud del agujero que se perforó, la densidad del lodo de perforación y el factor de flotación, la tabla 5.21., contiene las características y cantidades de los accesorios, que se necesitaron para la perforación y finalmente la tabla 5.22., muestra las características de la bomba y barrena que se utilizaron para la perforación de esta etapa. Cabe mencionar que el peso disponible sobre la BNA (BHA) fue de 16.55 toneladas, el peso disponible sobre la barrena debajo del martillo fue de 8.46 toneladas y el margen de tensión disponible con flotación en tubería de perforación fue de 69.40 toneladas.

DENSIDAD DEL LODO: 1.35 gr/ cm <sup>3</sup>
FACTOR DE FLOTACIÓN: 0.8280
LONGITUD DEL AGUJERO: 1064 metros.

Tabla 5.20. Densidad, factor de flotación y longitud del agujero de la etapa 2.

CANTIDAD	SARTA DE FONDO	Diam. Ext. (Pulg.)	Diam. Int. O	Longitud (m)	Longitud Total (m)	Longitud Acum. (m)	Peso en aire (Ton)	Peso con Flot	Peso con Flot Acum. (Ton)	Tensión Máxima (Ton)
85	Tubería de perforación 4 IF	4 ½	3 17/50	9.45	802.24	1064	16.77	13.88	33.36	115
18	4 ½" Tubería extra pesada 4 IF	4 ½	2 7/8	9.3	167.4	261.76	10.74	8.89	19.47	
1	6 ½" Martillo 4 IF	6 ½	2 ¾	5.48	5.48	94.36	0.76	0.63	10.58	
6	6 ½" Lastrabarrena - Espiral	6 ½	2 7/8	9.26	55.54	88.88	7.62	6.31	9.96	
1	Combinación 4 ½" IF X 4" IF	6 5/8	2 7/8	0.81	0.7	33.34	0.1	0.08	3.65	
1	DC Monel	6 ¾	3 1/4	9.37	9.38	32.64	1.31	1.08	3.56	
1	DC Monel/MWD/EM MP	6 ¾	3 ¾	9.41	9.41	23.26	1.31	1.08	2.48	
1	Mule Shoe	6 5/8	2 1/8	1.11	1.11	13.85	0.17	0.14	1.4	
1	6 ½" X 8 3/8" Estabilizador C/VCP	6 ½	2 3/8	1.49	1.49	12.74	0.22	0.18	1.25	
1	6 ½" DC Monel Corto	6 ¾	3 ¾	2.94	2.94	11.25	0.41	0.34	1.08	
1	Motor de Fondo 6/7 @ 1.5	6 ¾	4 1/2	8.03	8.03	8.31	0.81	0.67	0.74	
1	8 ½" Barrena	8 1/2		0.28	0.28	0.28	0.08	0.07	0.07	
							40 TON	33TON		

Tabla 5.21. Cantidades y características de accesorios para la sarta de perforación

CAMISAS DE BOMBAS: 5 ½" X 8"
BNA PDC FM X 453 TOB 6 12/32" TFA=0.663
PSB 2/12 TON RPM 80 + MF
GPM: 450 - 400 PRESIÓN BOMBA: 1700 PSI

Tabla 5.22. Características de la bomba y barrena.

### 5.10.3 SARTA DE FONDO #3 (AGUJERO DE 6 1/8").

La tabla 5.23., muestra la longitud del agujero que se perforó, la densidad del lodo de perforación y el factor de flotación, la tabla 5.24., contiene las características y cantidades de los accesorios, que se necesitaron para la perforación y finalmente la tabla 5.25., muestra las características de la bomba y barrena que se utilizaron para la perforación de esta etapa. Cabe mencionar que el peso disponible sobre la BNA (BHA) fue de 7.28 toneladas, el peso disponible sobre la barrena debajo del martillo fue de 4.03 toneladas y el margen de tensión disponible con flotación en tubería de perforación fue de 62.04 toneladas.

DENSIDAD DEL LODO: 1.67 gr/cm <sup>3</sup>
FACTOR DE FLOTACIÓN: 0.7873
LONGITUD DEL AGUJERO: 2289 metros.

Tabla 5.23. Densidad, factor de flotación y longitud del agujero de la etapa 3.

CANTIDAD	SARTA DE FONDO	Diam. Ext. (Pulg.)	Diam. Int. 0	Longitud (m)	Longitud Total (m)	Longitud Acum. (m)	Peso en aire (Ton)	Peso con Flot	Peso con Flot Acum. (Ton)	Tensión Máxima (Ton)
215	Tubería de perforación 3 1/1 IF	3 1/2	3 17/50	9.45	2032.73	2,289.00	42.48	33.45	42.01	115
17	3 1/2" HWDP 3 1/2" IF	3 1/2	2 1/4	9.45	160.65	256.27	4.59	3.62	8.57	
1	Martillo	4 3/4	2 1/4	4.73	4.73	95.62	0.33	0.26	4.95	
1	HWDP 3 1/2" IF	3 1/2	2 1/4	9.45	9.45	90.89	0.27	0.21	4.69	
1	4 3/4" Combinación NC 35 X 3 1/2" IF	4 3/4	2 1/4	0.81	0.81	81.44	0.06	0.04	4.48	
6	LASTRABARRENA - ESPIRAL	4 3/4	2 1/4	9.45	56.7	80.63	3.95	3.11	4.43	
1	Combinación 3 1/2" IF X NC 35	4 3/4	2 1/4	0.81	0.81	23.93	0.06	0.04	1.33	
1	Monel MWD	4 3/4	2 1/4	9.5	9.5	23.12	0.66	0.52	1.28	
1	UBHO	4 3/4	2 1/4	1.5	1.5	13.62	0.1	0.08	0.76	
1	Estabilizador 4 3/4" X 5 7/8	4 3/4	2 1/4	1.5	1.5	12.12	0.1	0.08	0.68	
1	Válvula de contrapresión	4 3/4	2 1/4	1	1	10.62	0.07	0.05	0.6	
1	Motor de fondo 3 1/2 IF	4 3/4	2 1/4	9.4	9.4	9.62	0.65	0.52	0.54	
1	6 1/8" Barrena PDC	6 1/8		0.22	0.22	0.22	0.03	0.03	0.03	
							11TON	9 TON		

Tabla 5.24. Cantidades y características de accesorios para la sarta de perforación

CAMISAS DE BOMBAS: 5 " X 8"
BNA PDC FM 2463 TOB 4 13/32" TFA=0.518
PSB 2/8 TON RPM 80 + MF
GPM: 220 PRESIÓN BOMBA: 2707 PSI

Tabla 5.25. Características de la bomba y barrena.

## 5.11 DESCRIPCIÓN DE LAS BARENAS UTILIZADAS.

Los pozos de correlación que se utilizaron para la selección de las barrenas fueron los siguientes: Burgos 148,192, 207, 216,10, 531, 604, 609, 623. Al final de las descripciones de las barrenas para cada etapa se presenta la tabla 5.29., la cual contiene las características y recomendaciones de uso para cada una de las barrenas.

### 5.11.1 PERFORACIÓN ETAPA 12 ¼" (Profundidad de la barrena 150.00 m.)

Se utilizó una barrena PDC Tipo FM2565 con 8 toberas de 12/32" TFA 0.884 in<sup>2</sup>. Barrena de cuerpo de Matriz, serie 2000, 5 aletas, cortadores de 19 mm Ring Claw, (Fig. 5.2). La formación que se perforo fue la Eoceno Jackson que aflora, está constituida por Lutita suave y plástica. . Las características del fluido que se ocupo se presentan en la tabla 5.26.:

<b>Densidad del lodo</b>	1.15 sg
<b>Viscosidad plástica</b>	18 cp
<b>Punto de cedencia</b>	15.0 lbf/100ft <sup>2</sup>

Tabla 5.26. Características del fluido de perforación.

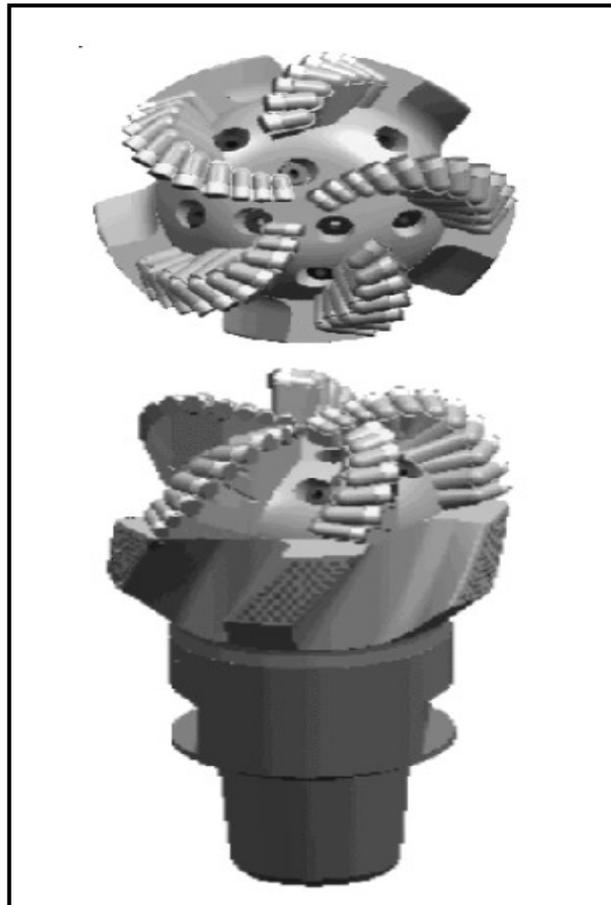


Fig. 5.2. Barrena PDC Tipo FM2565 con 8 toberas de 12/32" TFA 0.884 in<sup>2</sup>. (Tomado de reporte de perforación del pozo MOJARREÑAS 540 DIR: PEMEX, 2008).

**5.11.2 PERFORACIÓN ETAPA 8 ½” (Profundidad de la barrena 1064.00 m)**

Se utilizó una barrena PDC Tipo FMX453 con 6 toberas 12/32” TFA 0.663 in<sup>2</sup>. Barrena de cuerpo de Matriz, 4 aletas, cortadores de 16 mm Development Cutter, (Fig. 5.3). Utilizada para perforar la formación Eoceno Jackson, está constituida por Lutita suave y plástica. Las características del fluido que se ocupo se presentan en la tabla 5.27.:

Densidad del lodo	1.35 sg
Viscosidad plástica	20 cp
Punto de cedencia	10.0 lbf/100ft <sup>2</sup>

Tabla 5.27. Características del fluido de perforación.

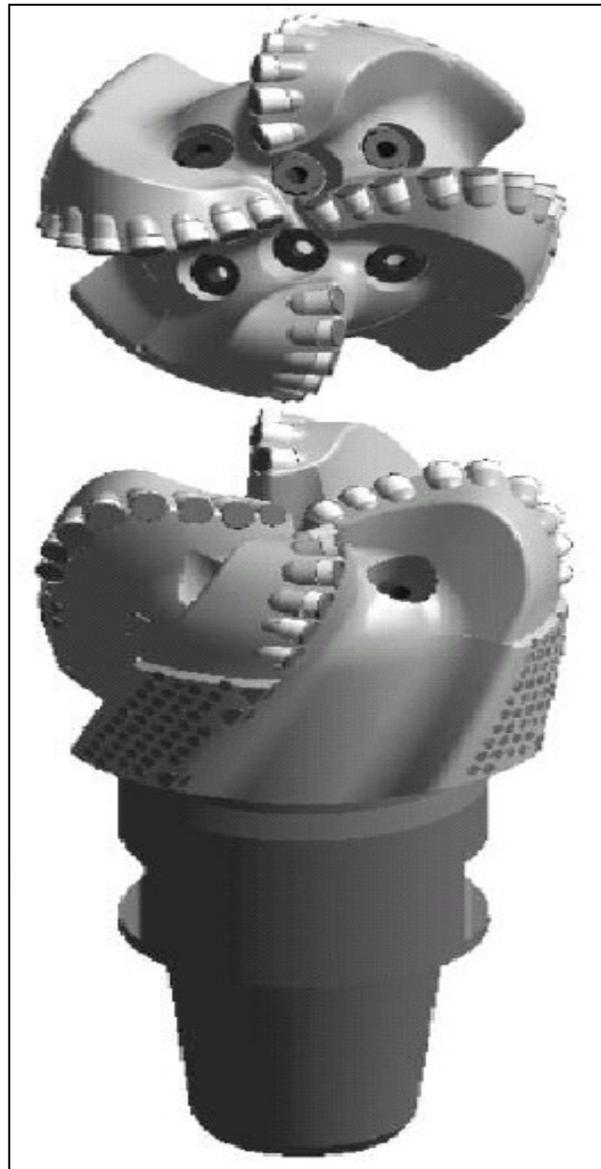


Fig. 5.3. Barrena PDC Tipo FMX453 con 6 toberas 12/32” TFA 0.663 in<sup>2</sup>.  
(Tomado de reporte de perforación del pozo MOJARREÑAS 540 DIR: PEMEX, 2008).

### 5.11.3 PERFORACIÓN ETAPA 6 1/8" (Profundidad de la barrena 2289.00 m.)

Se utilizó una barrena PDC tipo FM2463 con 4 Toberas de 13/32" TFA 0.518 in<sup>2</sup>. Barrena de cuerpo de matriz, 4 aletas, cortadores de 19 mm, (Fig. 5.4). Utilizada para perforar la formación Eoceno Cook Mountain, está constituida por Lutita suave con horizontes de Arenisca de granos medios, semicompacta, también se utilizó para perforar la formación Queen City, constituida por una intercalación de Lutitas semiduras y Areniscas de granos medios. Las características del fluido que se ocupó se presentan en la tabla 5.28.:

Densidad del lodo	1.67 sg
Viscosidad plastica	30 cp
Punto de cedencia	18.0 lbf/100ft <sup>2</sup>

Tabla 5.28. Características del fluido de perforación.



Fig. 5.4. Barrena PDC tipo FM2463 con 4 Toberas de 13/32" TFA 0.518 in<sup>2</sup>. (Tomado de reporte de perforación del pozo MOJARREÑAS 540 DIR: PEMEX, 2008).

No	MEDIDA	TIPO	IADC	TOBERAS		T.F.A	PROF.	METROS	ESTIMADO		RECOMENDADO		GASTO	LODO	PSI
				32's	32's				HRS	ROP MT/HR	PESO TONS	RPM			
1	12 ¼"	FM2565	M324	8	12	0.884	150	150	2.7	55.6	2-15	60-120	600	1.15 BENTON	901
2	8 ½"	FMX453	S434	6	12	0.663	1064	914	13	70.3	2-12	80+MF	425	1.35 E.INVER	1,700
3	6 1/8"	FM2463	F424	4	13	0.518	2289/3011	1225/722	37	33.1	02-ago	80+MF	220	1.67 E.INVER	2,707

Tabla 5.29 Características y recomendaciones para cada una de las barrenas.

## 5.12 DESARROLLO DE LA PERFORACIÓN DEL POZO BURGOS 83.

Las tablas 5.30., 5.31. y 5.32., contienen los parámetros más sobresalientes durante la perforación del pozo Burgos 83; así como también las profundidades de asentamiento y localización de los horizontes productores.

Profundidad Medida [m]	Inclinación [°]	Azimuth [°]	Profundidad Vertical [m]	+N/-S [m]	+E/-W [m]	Sección Vertical [m]	Ritmo de construcción de la pata de perro [°/30m]	Ritmo de construcción [°/30m]	Velocidad de giro [°/30m]	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
30.00	0.00	0.00	30.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
60.00	0.00	0.00	60.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
90.00	0.00	0.00	90.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
120.00	0.00	0.00	120.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
150.00	0.00	0.00	150.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			<b>9 5/8 "</b>							
180.00	0.00	0.00	180.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			<b>Inicia construcción 2.500</b>							
210.01	2.50	211.43	210.00	-0.56	-0.34	0.65	2.50	2.50	0.00	
240.08	5.01	211.43	240.00	-2.24	-1.37	2.62	2.50	2.50	0.00	
270.26	7.52	211.43	270.00	-5.05	-3.08	5.92	2.50	2.50	0.00	
300.62	10.05	211.43	300.00	-9.00	-5.50	10.55	2.50	2.50	0.00	
331.22	12.60	211.43	330.00	-14.13	-8.64	16.56	2.50	2.50	0.00	
362.12	15.18	211.43	360.00	-20.46	-12.50	23.98	2.50	2.50	0.00	
393.41	17.78	211.43	390.00	-28.03	-17.13	32.86	2.50	2.50	0.00	
425.16	20.43	211.43	420.00	-36.90	-22.55	43.25	2.50	2.50	0.00	
457.47	23.12	211.43	450.00	-47.13	-28.80	55.23	2.50	2.50	0.00	
480.00	25.00	211.43	470.57	-54.97	-33.59	64.42	2.50	2.50	0.00	
			<b>Start 747.26 hold at 480.00 MD</b>							
490.40	25.00	211.43	480.00	-58.72	-35.88	68.81	0.00	0.00	0.00	
523.51	25.00	211.43	510.00	-70.65	-43.18	82.80	0.00	0.00	0.00	
556.61	25.00	211.43	540.00	-82.59	-50.47	96.79	0.00	0.00	0.00	
589.71	25.00	211.43	570.00	-94.53	-57.77	110.78	0.00	0.00	0.00	
622.81	25.00	211.43	600.00	-106.46	-65.06	124.77	0.00	0.00	0.00	
655.91	25.00	211.43	630.00	-118.40	-72.36	138.76	0.00	0.00	0.00	
689.01	25.00	211.43	660.00	-130.34	-79.65	152.75	0.00	0.00	0.00	
722.11	25.00	211.43	690.00	-142.27	-86.95	166.74	0.00	0.00	0.00	
755.21	25.00	211.43	720.00	-154.21	-94.24	180.73	0.00	0.00	0.00	
788.32	25.00	211.43	750.00	-166.15	-101.54	194.72	0.00	0.00	0.00	
818.11	25.00	211.43	777.00	-176.89	-108.10	207.31	0.00	0.00	0.00	

Tabla 5.30. Parámetros medidos durante la perforación del pozo burgos 83.

Profundidad Medida [m]	Inclinación [°]	Azimuth [°]	Profundidad Vertical [m]	+N/-S [m]	+E/-W [m]	Sección Vertical [m]	Ritmo de construcción de la pata de perro [°/30m]	Ritmo de construcción [°/30m]	Velocidad de giro [°/30m]
			<b>E. Yegua</b>						
821.42	25.00	211.43	780.00	-178.08	-108.83	208.71	0.00	0.00	0.00
854.52	25.00	211.43	810.00	-190.02	-116.13	222.70	0.00	0.00	0.00
887.62	25.00	211.43	840.00	-201.96	-123.42	236.69	0.00	0.00	0.00
920.72	25.00	211.43	870.00	-213.89	-130.72	250.67	0.00	0.00	0.00
953.82	25.00	211.43	900.00	-225.83	-138.01	264.66	0.00	0.00	0.00
986.92	25.00	211.43	930.00	-237.77	-145.31	278.65	0.00	0.00	0.00
1,020.03	25.00	211.43	960.00	-249.70	-152.60	292.64	0.00	0.00	0.00
1,053.13	25.00	211.43	990.00	-261.64	-159.90	306.63	0.00	0.00	0.00
1,064.16	25.00	211.43	1,000.00	-265.62	-162.33	311.29	0.00	0.00	0.00
			<b>7 "</b>						
1,084.02	25.00	211.43	1,018.00	-272.78	-166.71	319.69	0.00	0.00	0.00
			<b>Cook Mountain</b>						
1,086.23	25.00	211.43	1,020.00	-273.58	-167.19	320.62	0.00	0.00	0.00
1,119.33	25.00	211.43	1,050.00	-285.51	-174.49	334.61	0.00	0.00	0.00
1,152.43	25.00	211.43	1,080.00	-297.45	-181.78	348.60	0.00	0.00	0.00
1,185.53	25.00	211.43	1,110.00	-309.39	-189.08	362.59	0.00	0.00	0.00
1,218.63	25.00	211.43	1,140.00	-321.32	-196.37	376.58	0.00	0.00	0.00
1,227.26	25.00	211.43	1,147.81	-324.43	-198.27	380.22	0.00	0.00	0.00
			<b>Star Drop - 2.500</b>						
1,251.54	22.98	211.43	1,170.00	-332.86	-203.42	390.09	2.50	-2.50	0.00
1,283.82	20.29	211.43	1,200.00	-343.01	-209.63	401.99	2.50	-2.50	0.00
1,315.54	17.64	211.43	1,230.00	-351.80	-215.00	412.30	2.50	-2.50	0.00
1,346.81	15.04	211.43	1,260.00	-359.31	-219.59	421.10	2.50	-2.50	0.00
1,377.69	12.46	211.43	1,290.00	-365.57	-223.42	428.44	2.50	-2.50	0.00
1,408.28	9.91	211.43	1,320.00	-370.64	-226.51	434.37	2.50	-2.50	0.00
1,438.62	7.39	211.43	1,350.00	-374.53	-228.89	438.94	2.50	-2.50	0.00
1,468.80	4.87	211.43	1,380.00	-377.28	-230.57	442.16	2.50	-2.50	0.00
1,498.86	2.37	211.43	1,410.00	-378.90	-231.56	444.05	2.50	-2.50	0.00
1,527.26	0.00	0.00	1,438.39	-379.40	-231.87	444.64	2.50	-2.50	0.00
			<b>Start 761.61 hold at 1527.26 MD</b>						
1,528.87	0.00	0.00	1,440.00	-379.40	-231.87	444.64	0.00	0.00	0.00
1,558.87	0.00	0.00	1,470.00	-379.40	-231.87	444.64	0.00	0.00	0.00
1,588.87	0.00	0.00	1,500.00	-379.40	-231.87	444.64	0.00	0.00	0.00
1,600.87	0.00	0.00	1,512.00	-379.40	-231.87	444.64	0.00	0.00	0.00

Tabla 5.31. Parámetros medidos durante la perforación del pozo burgos 83.

Profundidad Medida [m]	Inclinación [°]	Azimuth [°]	Profundidad Vertical [m]	+N/-S [m]	+E/-W [m]	Sección Vertical [m]	Ritmo de construcción de la pata de perro [°/30m]	Ritmo de construcción [°/30m]	Velocidad de giro [°/30m]
			<b>CM - 1</b>						
1,618.87	0.00	0.00	1,530.00	-379.40	-231.87	444.64	0.00	0.00	0.00
1,648.87	0.00	0.00	1,560.00	-379.40	-231.87	444.64	0.00	0.00	0.00
1,678.87	0.00	0.00	1,590.00	-379.40	-231.87	444.64	0.00	0.00	0.00
1,708.87	0.00	0.00	1,620.00	-379.40	-231.87	444.64	0.00	0.00	0.00
1,738.87	0.00	0.00	1,650.00	-379.40	-231.87	444.64	0.00	0.00	0.00
1,742.87	0.00	0.00	1,654.00	-379.40	-231.87	444.64	0.00	0.00	0.00
			<b>E. Queen City</b>						
1,768.87	0.00	0.00	1,680.00	-379.40	-231.87	444.64	0.00	0.00	0.00
1,798.87	0.00	0.00	1,710.00	-379.40	-231.87	444.64	0.00	0.00	0.00
1,818.87	0.00	0.00	1,730.00	-379.40	-231.87	444.64	0.00	0.00	0.00
			<b>QC-2</b>						
1,828.87	0.00	0.00	1,740.00	-379.40	-231.87	444.64	0.00	0.00	0.00
1,858.87	0.00	0.00	1,770.00	-379.40	-231.87	444.64	0.00	0.00	0.00
1,881.87	0.00	0.00	1,793.00	-379.40	-231.87	444.64	0.00	0.00	0.00
			<b>QC-3</b>						
1,888.87	0.00	0.00	1,800.00	-379.40	-231.87	444.64	0.00	0.00	0.00
1,918.87	0.00	0.00	1,830.00	-379.40	-231.87	444.64	0.00	0.00	0.00
1,948.87	0.00	0.00	1,860.00	-379.40	-231.87	444.64	0.00	0.00	0.00
1,978.87	0.00	0.00	1,890.00	-379.40	-231.87	444.64	0.00	0.00	0.00
2,008.87	0.00	0.00	1,920.00	-379.40	-231.87	444.64	0.00	0.00	0.00
2,038.87	0.00	0.00	1,950.00	-379.40	-231.87	444.64	0.00	0.00	0.00
2,067.87	0.00	0.00	1,979.00	-379.40	-231.87	444.64	0.00	0.00	0.00
			<b>QC-4</b>						
2,068.87	0.00	0.00	1,980.00	-379.40	-231.87	444.64	0.00	0.00	0.00
2,098.87	0.00	0.00	2,010.00	-379.40	-231.87	444.64	0.00	0.00	0.00
2,128.87	0.00	0.00	2,040.00	-379.40	-231.87	444.64	0.00	0.00	0.00
2,141.87	0.00	0.00	2,053.00	-379.40	-231.87	444.64	0.00	0.00	0.00
			<b>QC-5</b>						
2,158.87	0.00	0.00	2,070.00	-379.40	-231.87	444.64	0.00	0.00	0.00
2,188.87	0.00	0.00	2,100.00	-379.40	-231.87	444.64	0.00	0.00	0.00
2,218.87	0.00	0.00	2,130.00	-379.40	-231.87	444.64	0.00	0.00	0.00
2,248.87	0.00	0.00	2,160.00	-379.40	-231.87	444.64	0.00	0.00	0.00
2,278.87	0.00	0.00	2,190.00	-379.40	-231.87	444.64	0.00	0.00	0.00
2,288.87	0.00	0.00	2,200.00	-379.40	-231.87	444.64	0.00	0.00	0.00
			<b>TD at 2288.87</b>						

Tabla 5.32 Parámetros medidos durante la perforación y ubicación de los horizontes productores del pozo Burgos 83.

Las siguientes tablas son un resumen de las tuberías colocadas y formaciones perforadas en el pozo Burgos 83. La tabla 5.33., indica la profundidad medida, la profundidad vertical, el nombre y diámetro de las tuberías colocadas en el pozo, así como también el diámetro del agujero en el cual fueron asentadas. La tabla 5.34., contiene de igual forma la profundidad medida y profundidad vertical de las formaciones u horizontes ubicados durante la perforación del pozo.

Profundidad Medida [m]	Profundidad Vertical [m]	Nombre	Diámetro de la tubería [pg]	Diámetro del agujero
1064.16	1000.00	7"	7	8.50
150.00	150.00	9 5/8"	9.625	12.25
2288.87	2200.00	3 1/2"	3.500	6.13

Tabla 5.33. Profundidades y diámetro de agujero y tuberías.

Profundidad Medida [m]	Profundidad Vertical [m]	Nombre	Dip [°]
818.11	777.00	E.Yegua	0.00
1084.02	1018.00	Cook Mountain	0.00
1600.87	1512.00	CM-1	0.00
1742.87	1654.00	E. Queen City	0.00
1818.87	1730.00	QC-2	0.00
1881.87	1793.00	QC-3	0.00
2067.87	1979.00	QC-4	0.00
2141.87	2053.00	QC-5	0.00

Tabla 5.34. Profundidad de los horizontes encontrados durante la perforación del pozo

Los datos obtenidos anteriormente corresponden a las etapas de perforación del pozo Burgos 83, la figura 5.5 muestra el diseño del pozo, así como también la profundidad de asentamiento de las tuberías de revestimiento, la cima de las formaciones y los ángulos de desviación.

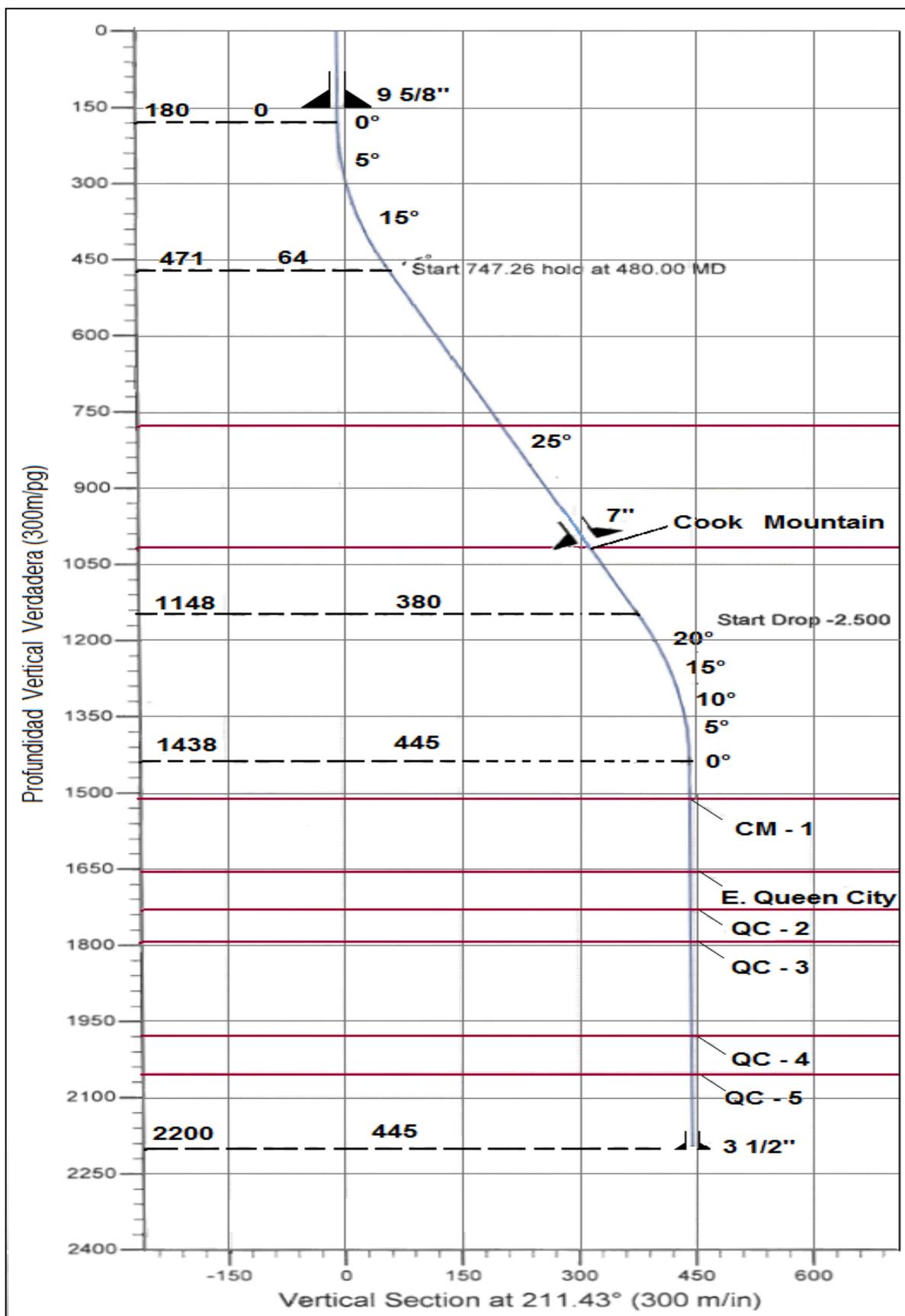


Fig. 5.5. Diseño del pozo Burgos 83  
 (Tomado de reporte de perforación del pozo MOJARREÑAS 540 DIR: PEMEX, 2008).

## 5.13 PROGRAMA DE FLUIDOS DE PERFORACIÓN

### 5.13.1. RESUMEN DE ETAPAS

- Etapa I  
Intervalo: 0-150 m,  
Fluido: Base Agua Bentonítico.  
Rango de Densidad: 1.05 - 1.15 gr/cm<sup>3</sup>.
- Etapa II  
Intervalo: 150 - 1064 md  
Fluido: Emulsión Inversa Base Aceite.  
Rango de densidad: 1.15 - 1.35 gr/ cm<sup>3</sup>.
- Etapa III.  
Intervalo: 1064 – 2289 md  
Fluido: Emulsión Inversa Base Aceite  
Rango de Densidad: 1.45 - 1.67 gr/ cm<sup>3</sup>.

Para la elaboración del programa de fluidos del pozo Burgos 83, se utilizaron los pozos de correlación: Burgos: 132, 10 y 8.

### 5.13.2 Intervalo 12 1/4"

*De 0 a 150 m (Intervalo de 150 m) Volumen total = 60 m<sup>3</sup>*

La tabla 5.35., contiene el tipo de fluido, los materiales requeridos para su elaboración, el equipo de control de sólidos y las condiciones de riesgo en su uso. La tabla 5.36., son las propiedades del fluido de perforación para este intervalo.

<b>Sistema de lodo</b>	Base agua bentonítico
<b>Materiales requeridos</b>	Bentonita= fuente de coloides viscosificantes. Sosa cáustica= alcalinizante Lignitos= dispersante C.m.c.= polímero viscosificante
<b>Equipo de control de Sólidos</b>	(2) temblorinas vibrador lineal de a. I.) Usar mallas 84 mesh a 175 mesh en las temblorinas de alto impacto
<b>Condiciones de riesgo</b>	Limpieza de pozo y altas tasas de penetración e hidratación de arcillas.

Tabla 5.35. Características de fluido de perforación, etapa 12 1/4"

Profundidad (mts)	Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )	Viscosidad De embudo	Punto de Cedencia	Filtrado API	Viscosidad Plástica	Sólidos %
0 - 150	1.05 - 1.15	40 - 60	5 - 12	10-18	10 - 22	3 - 9

Tabla 5.36. Propiedades del fluido de perforación, etapa 12 1/4"

### 5.13.2.1 PROCEDIMIENTO OPERATIVO (ETAPA 12 1/4").

Cuando se terminó de perforar el intervalo de 12 ¼" a 150 m, se preparó un bache de limpieza viscoso de 100 - 120 seg de viscosidad esto con el objetivo de lograr una mejor limpieza del pozo y para la limpieza interior del espacio anular durante la perforación, se prepararon y corrieron baches viscosos de lodo de 10 bbls cada uno, cada 50 m perforados, esto fue para mejorar la limpieza del pozo de recortes acumulados en el espacio anular. Cuando se alcanzó la profundidad del programa (150 m) se circuló hasta observar que en las temblorinas no existiera presencia de recortes, finalizado esto se continuó con la siguiente etapa.

### 5.13.3 Intervalo 8 1/2"

*De 150 a 1064 m (Intervalo de 914 m) Volumen total = 140 m<sup>3</sup>*

La tabla 5.37., contiene el tipo de fluido, los materiales requeridos para su elaboración, el equipo de control de sólidos y las condiciones de riesgo en su uso. La tabla 5.38., son las propiedades del fluido de perforación para este intervalo.

<b>Sistema de lodo</b>	Base aceite emulsión inversa.
<b>Materiales Requeridos</b>	<p>Diesel: fluido base del sistema</p> <p>Imn mul 101: emulsificante primario</p> <p>Imn mul 102: agente humectante</p> <p>Imn organo clay: arcilla organofílica para ajustar reologías</p> <p>Cacl2: sal para control de actividad del agua, rango 220,000 a 260.000 ppm</p> <p>Cal: alcalinizante que combinado con el emulsificante primario saponifica el sistema para promover la emulsión del agua en aceite.</p> <p>Imn filtrate: reductor de filtrado.</p> <p>Barita: material densificante.</p>
<b>Equipo de Control sólidos</b>	<p>(2) temblorinas alto impacto.</p> <p>Usar mallas 175 mesh a 210 mesh en las temblorinas de alto impacto</p>
<b>Condiciones de Riesgo</b>	Limpieza de pozo y altas tasas de penetración.

Tabla 5.37. Características de fluido de perforación, etapa 8 1/2".

Prof ( mts )	Densidad ( gr/cm <sup>3</sup> )	Viscosidad de embudo	Punto de Cedencia	Filtrado APAT	Viscosidad Plástica	Sólidos %	Emulsión Volts.
150 - 1064	1.15 - 1.35	40 - 60	10 - 18	4 - 8	10 - 26	8 - 18	500-700

Tabla 5.38. Propiedades del fluido de perforación, etapa 8 1/2".

### 5.13.3.1 PROCEDIMIENTO OPERATIVO (ETAPA 8 1/2").

El intervalo de 8 1/2" se perforó de 150 a 1064 m, con el sistema de fluido de emulsión inversa, con una densidad de 1.15 – 1.35 gr/cm<sup>3</sup>. Cuando se llegó a la profundidad programada se bombeo un bache limpiador de 30 bls, se circulo y se saco el bache a superficie y se observo que no existía presencia de recortes en las temblorinas, por lo cual se inició la introducción de la TR de 7".

Durante la operación, se tuvo mucho cuidado con el volumen en presas y tanque de viajes, ya que se estuvieron presentando indicios de brote. Por lo cual se verificaba cualquier aumento de volumen en las presas de lodo.

Cuando se llego a la profundidad de +- 550 m, se bombearon baches preventivos de 30 a 40 Kg/m<sup>3</sup> de CaCO<sub>3</sub> y celulósico fino y medio cada tres tramos perforados y a partir de los 600 m, se circulo cada 2 lingadas, esto como una medida preventiva para no sobrecargar el espacio anular de recortes de perforación. Se trató de tener un exceso de cal alrededor de los 12 kg/m<sup>3</sup> durante toda la etapa.

La relación aceite/agua, que se manejo en esta etapa se considero en un rango de 75/25-80/20, debido a que la densidad máxima que se alcanzo fue de 1.35 gr/ cm<sup>3</sup>, esto fue consultado de las tablas del Manual de formulas Técnicas de PEMEX, donde se tiene que la mínima R.A.A. es de 70/30.

### 5.13.4 Intervalo 6 1/8"

*De 1064 a 2289 md (Intervalo de 1225 m) Volumen total 145 m<sup>3</sup>*

La tabla 5.39., contiene el tipo de fluido, los materiales requeridos para su elaboración, el equipo de control de sólidos y las condiciones de riesgo en su uso. La tabla 5.40., son las propiedades del fluido de perforación para este intervalo.

<b>Sistema de lodo</b>	<b>Base aceite emulsión inversa.</b>
<b>Materiales Requeridos</b>	Diesel: fluido base del sistema Imn mul 101: emulsificante primario Imn mul 102: agente humectante Imn organo clay: arcilla organofílica para ajustar reologías Cacl <sub>2</sub> : sal para control de actividad del agua, rango 220,000 a 260.000 ppm Cal: alcalinizante que combinado con el emulsificante primario saponifica el sistema para promover la emulsión del agua en aceite. Imn filtrate: reductor de filtrado. Barita: material densificante.
<b>Equipo de Control sólidos</b>	Se recomienda que todo el equipo de control de sólidos permanezca funcionando. Usar mallas 210 mesh al inicio de la perforación de esta etapa e ir cerrando mallas hasta 250 mesh en las temblorinas de alto impacto.
<b>Condiciones de Riesgo</b>	Pérdidas de circulación. Pérdidas por incremento de presión al deslizar la sarta (inyección de fluido). Presencia de gasificaciones, incremento de sólidos por altas ROP, limpieza del Pozo.

Tabla 5.39. Características del fluido de perforación y equipo de control etapa 6 1/8".

Prof. ( mts )	Densidad ( gr/cm <sup>3</sup> )	Viscosidad embudo [seg]	Punto de cedencia	Filtrado APAT	Viscosidad Plástica [cps]	Sólidos %	Emulsión Volts.	Rel. Ac/Ag %
1064 - 2289	1.45 - 1.67	50 - 75	10 - 23	04 - 6	16 - 28	13 - 25	700-900	75/25 - 80/20

Tabla 5.40. Propiedades del fluido de perforación, etapa 6 1/8".

#### 5.13.4.1 PROCEDIMIENTO OPERATIVO (ETAPA 6 1/8").

El intervalo de 6 1/8" de 1064 a 2289 m, fue perforado con el Sistema de Fluido Emulsión inversa, con una densidad de 1.45 gr/cm<sup>3</sup> - 1.67 gr/cm<sup>3</sup>, en este intervalo se tuvo presencia de gases dado que aquí se tienen las arenas de interés. Se tuvo una concentración no inferior de 12 kg/m<sup>3</sup> de exceso de cal, para mantener un rango de seguridad que permitiera resistir apropiadamente la presencia de cualquier tipo de gas de formación, se monitoreo la relación AC/AG y la estabilidad de la emulsión manteniendo un rango de trabajo: 75/25 - 80/20 y mayor de 700 Volts.

Se monitoreo constantemente los niveles de las presas y tanque de viajes a fin de detectar cualquier indicio de pérdida de circulación ó aportación del pozo y la limpieza del pozo también. Durante la etapa se mantuvo el filtrado entre 4 - 8 ml sin agua, esto es para minimizar el volumen perdido en filtración. También se mantuvo las propiedades reológicas lo más bajas posibles para no inducir una pérdida por ECD altos en formaciones no consolidadas y con alta permeabilidad.

La tabla 5.41., es un resumen de todas las características de las propiedades de los fluidos de perforación, que se utilizaron durante la perforación del pozo Burgos 83.

General	Unidades	Etapa I 12 1/4"	Etapa II 8 1/2"	Etapa III 6 1/8"
Tipo de Fluido		Base agua Bentonítico	Emulsión Inversa	Emulsión Inversa
Intervalo	mts	150	914	1225
Densidad	gr/cm <sup>3</sup>	1.05 - 1.15	1.15 - 1.35	1.45 - 1.67
Viscosidad	Seg/litro	40 - 60	40 - 60	50—75
Viscosidad Plástica	cp	10 - 22	10 - 26	16—28
Punto de Cedencia	Lb/100pie <sup>2</sup>	5 - 12	10 - 18	10—23
Geles	Lb/100pie <sup>2</sup>	3/8 - 4/14	6/14 - 8/25	6/20 - 8/25
Filtrado API / APAT	ml	10 - 18	4 - 8	4 - 6
Relación Aceite /agua	% RAA	N /A	75/25 80/20	75/25 80/20
Sólidos	%	3 - 9	8 - 18	13 - 25
Emulsión	Volts	N/A	500-700	700-900
pH		8 - 9	Exc. Cal = 12	Exc. Cal = 12
MBT	Kg/m <sup>3</sup>	20 - 80	N/A	N/A
Salinidad	ppm	800 - 5,000	220,000 - 260,000	220,000 - 260,000

Tabla 5.41. Resumen de las propiedades de los fluidos de perforación.

### 5.13.5 EQUIPO DE CONTROL DE SÓLIDOS

Para el buen funcionamiento del ECS se contó con un stock suficiente de mallas y se brindó un adecuado mantenimiento a los equipos, esto trajo consigo que se pudieran mantener bajos los valores de viscosidad plástica y la remoción de los sólidos finos del fluido de perforación. La tabla 5.42., muestra las mallas para las temblorinas de acuerdo a cada etapa de perforación.

Etapa	Mallas
12 ¼"	84 / 175
8 ½"	175 / 210
6 1/8"	210 / 250

Tabla 5.42. Mallas utilizadas en el equipo de control de sólidos.

### 5.13.6. POZOS DE CORRELACIÓN

#### 5.13.6.1 POZO BURGOS 10

La tabla 5.43., contiene los datos del pozo Burgos 10 que fue utilizado como pozo de correlación para diseñar el programa de fluidos para el pozo Burgos 83, la tabla contiene: profundidad, densidad y tipo de fluido, con sus respectivas observaciones para cada intervalo.

Profundidad (m)	Densidad (gr/ cm <sup>3</sup> )	OBSERVACIONES	TIPO DE FLUIDO
0	1.05	Se perforó, bajo TR 9 5/8" y cemento sin problemas.	BASE AGUA
151	1.12		
151	1.20	Se perforó, bajo TR 7" y cemento sin problemas.	BASE ACEITE
1,050	1.29		
1,050	1.50	Se perforó, bajo TL 3 1/2" y cemento sin problemas.	BASE ACEITE
2,181	1.55		

Tabla 5.43. Características del fluido de perforación del pozo Burgos 10.

**5.13.6.2 POZO BURGOS 132**

La tabla 5.44., contiene los datos del pozo Burgos 132 que fue utilizado como pozo de correlación para diseñar el programa de fluidos para el pozo Burgos 83, la tabla contiene: profundidad, densidad y tipo de fluido, con sus respectivas observaciones para cada intervalo.

Prof. (m)	Densidad (gr/ cm <sup>3</sup> )	OBSERVACIONES	TIPO DE FLUIDO
0	1.05	Se perforó, bajo TR 9 5/8" y cemento sin problemas.	BASE AGUA
151	1.16		
151	1.15	Se perforó a 1,103 m y se observó gasificación del 37% a 840 m y 17% a 1065 m, se sacó la barrena a superficie libre, se tomaron registros eléctricos, y se bajó la TR de 7" a 1099 m y se cementó con éxito.	BASE ACEITE
1,103	1.37		
1,103	1.45	Se perforó a 1,470 con 38 % de gasificación, con corte de densidad de entrada 1.58 gr/cm <sup>3</sup> y salida 1.51 gr/ cm <sup>3</sup> , se perforó a 2156 m, se densificó a 1.67 gr/ cm <sup>3</sup> paulatinamente sacando barrena a superficie, se tomó registros eléctricos y se bajó T Less de 3 1/2" a 2,152 m, libre, y se cementó sin problemas.	BASE ACEITE
2,156	1.67		

Tabla 5.44 Características del fluido de perforación del pozo Burgos 132.

**5.13.6.3 POZO BURGOS 8**

La tabla 5.45., contiene los datos del pozo Burgos 10 que fue utilizado como pozo de correlación para diseñar el programa de fluidos para el pozo Burgos 83, la tabla contiene: profundidad, densidad y tipo de fluido, con sus respectivas observaciones para cada intervalo.

Prof (mts.)	Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )	OBSERVACIONES	TIPO DE FLUIDO
0	1.05	Se perforó, bajo TR 9 5/8" y cemento sin problemas.	BASE AGUA
53	1.10		
53	1.15	Se perforó a 409 m (1.40 gr/ cm <sup>3</sup> ) y se sacó a superficie por embolamiento de barrena. Se ajustó fluido y densificó a 1.48 gr/ cm <sup>3</sup> y bajó y continúan perforando a 610 m, no se toman registros y bajó TR 7" a 598 m y se cementó con éxito.	BASE ACEITE
610	1.52		
610	1.50	Se perforó a 1,087 m con gasificación con una densidad de 1.62 gr/ cm <sup>3</sup> bajando a 1.43 gr/ cm <sup>3</sup> ; a 2,200 m de 1.63 gr/ cm <sup>3</sup> a 1.58 gr/ cm <sup>3</sup> y observa ligero escurrimiento (8 lt por 15 min). Bombea bache obturante e incrementa densidad. Se toman registros eléctricos, meten T Less de 3 1/2" y a 2,168 mts. Se observa represionamiento y sacan a superficie. Realiza viaje de reconocimiento y se mete nuevamente T Less 3 1/2" a 2167 m y se cementa sin problemas.	BASE ACEITE
2,200	1.67		

Tabla 5.45 Características del fluido de perforación del pozo Burgos 8.

Finalmente el programa de fluidos que se utilizo para la perforación del Pozo Burgos 83, es el que se muestra en la figura 5.5., en ella se observan los intervalos con sus respectivas tuberías, barrenas, densidades y tipo de fluido a utilizar.

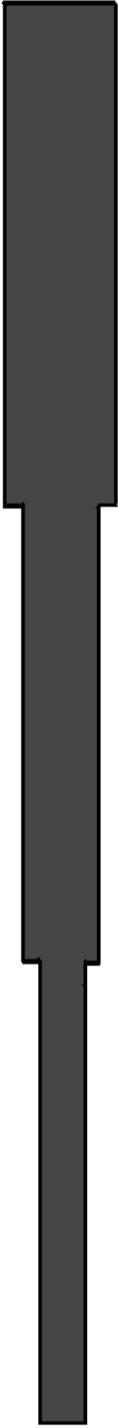
Prog. T.R (in)	Bnas. (in)	Programa de T. Rs.	Intervalo (mts)	Sistema de Lodo Recomendado	Dens. (gr/cc)	Volumen Estimado (m <sup>3</sup> )
9 5/8"	12 1/4"		0 -150	BASE AGUA BENTONITICO	1.05 -1.15	60
7"	8 1/2"		150 – 1064 MD 1000 TVD	EMULSIÓN INVERSA	1-15 - 1.35	140
3 1/2"	6 1/8"		1064-2289 MD 2200 TVD	EMULSIÓN INVERSA	1.45 - 1.67	145

Fig. 5.5. Diseño del programa de fluidos del POZO MOJARREÑAS 540 DIR.  
(Tomado de reporte de perforación del pozo MOJARREÑAS 540 DIR: PEMEX, 2008).

## 5.14 PROGRAMA DE CEMENTACIÓN DE LAS TUBERÍAS

### 5.14.1 CEMENTACIÓN DE TR 9 5/8".

#### ***Cementación de TR de 9 5/8", 32.3 Lb/ft, J-55, STC - @ 150 MD***

La tabla 5.46., corresponde a los datos que se requieren para el diseño de la cementación, estos son: el diámetro de la TR, cima de cemento, distancia cople – zapata, diámetro de la barrena, gradiente de fractura, presión de poro, gradiente de temperatura (estática y circulante) y finalmente el fluido del pozo que se ocupo para esta etapa.

<b>DATOS</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
Diámetro T.R.	9 5/8", 32.3 lb/ft, J-55, STC @ 150 MD
Cima de cemento	1.89 g/cm <sup>3</sup> @ superficie
Distancia cople – zapata	12 m.(estimada)
Diámetro Barrena	12 ¼" + 20% exceso
Gradiente de Fractura	2.0 g/cm <sup>3</sup> (Supuesto)
Presión de Poro	1.06 g/cm <sup>3</sup> (Supuesto)
Gradiente de Temperatura	3.21°F/100 ft
Temperatura Estática	95°F
Temperatura Circulante	85°F
Fluido del pozo	Lodo Base Agua /Densidad: 1.15 g/cm <sup>3</sup>

Tabla 5.46. Datos para el diseño

La tabla 5.47., contiene los datos de la tubería a cementar los cuales son: grado, libraje, junta, diámetro y la profundidad de la etapa donde se cemento.

<b>Profundidad [m]</b>	<b>Etapas</b>	<b>Diámetro [pg]</b>	<b>Grado</b>	<b>Libraje [Lb/ft]</b>	<b>Junta</b>
0 - 150	Superficial	9 5/8"	J-55	32.3	STC

Tabla 5.47. Características de la TR a cementar para la etapa superficial.

La tabla 5.48., contiene la cantidad, descripción y medida de los accesorios que se necesitaron para llevar a cabo la etapa superficial de cementación del pozo Burgos 83.

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Medida</b>	<b>Libraje</b>	<b>Grado</b>	<b>Junta</b>
1	Zapata Guía	9 5/8"	32.3	J-55	
1	Cople Flotador	9 5/8"	32.3	J-55	STC
1	Tapón Diafragma	9 5/8"			
1	Tapón Sólido	9 5/8"			
3	Centradores	9 5/8" X 12 ¼"			
	Collarines	9 5/8"			

Tabla 5.48. Accesorios para la cementación de la etapa superficial.

### 5.14.1.1 LECHADA DE CEMENTO

La tabla 5.49., contiene los aditamentos y porcentaje que necesita contar la lechada de cemento para la cementación de la etapa superficial del pozo. Es importante mencionar que la distancia mínima entre los centralizadores es de 6.0 m y la distancia máxima de 50.0 m

ADITIVO	DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE
CEMENTO	Cemento Clase "H"	100 %
D AIR -3000	Anti Espumante	0.10 %
CaCl2	Acelerador	1.50 %

Tabla 5.49. Componentes de la lechada de cemento de la etapa superficial.

La tabla 5.50., indica las características, propiedades y requerimientos de la lechada de cemento para la etapa superficial de cementación del pozo Burgos 83.

Tópico		Unidad
Densidad	1.89	g/cm <sup>3</sup>
Exceso	20	%
Cima	Superficie	m
Tirante	150	m
Traslape	-----	m
Volumen	7.5	TON
Volumen	150	sacos
Volumen	5.73	m <sup>3</sup>
Rendimiento	38.37	L/saco
Agua de Mezcla	22.5	L/saco
Tiempo Bombeable	3:00 – 3:30	hr:min
VP	63	Cp.
YP	25	Lb/100ft <sup>2</sup>

Tabla 5.50. Requerimientos, propiedades y características de la lechada de cemento para la etapa superficial del pozo Burgos 83.

La tabla 5.51., contiene las características y propiedades del bache espaciador, que se utilizó durante la cementación de la etapa superficial. Cabe mencionar que los aditivos surfactantes utilizados en este espaciador son con la finalidad de dejar mojado en agua, para que se tenga mejor adherencia de cemento.

Tipo	Base del Fluido	Volumen
Espaciador	Agua	4.77 m <sup>3</sup>
Densidad	1.02	g/cm <sup>3</sup>
Viscosidad Plásticas	2	cp.
Punto de cedencia	1	Lb/100ft <sup>2</sup>

Tabla 5.51. Características y propiedades del bache espaciador.

### 5.14.1.2 PERFIL DE TEMPERATURAS

La tabla 5.52., indica el perfil de temperatura cuando se circula dentro de la tubería y por el espacio anular.

Prof. Medida [m]	Temp de circulación en la tub. [°F]	Temp. de circulación en el EA [°F]
0	80	85
150	85	85

Tabla 5.52. Temperaturas de circulación dentro de la tubería y en el espacio anular.

### 5.14.1.3 PERFIL DE GRADIENTE DE FRACTURA/PRESIÓN DE PORO

La tabla 5.53., contiene la información de presión de poro, presión de fractura, gradiente de yacimiento y gradiente de fractura. Estas características corresponden al intervalo de 0 a 150 m.

Prof. Medida	Prof. Vertical Verdadera	Presión de poro	Gradiente de yacimiento	Densidad del yacimiento	Gradiente de fractura	Densidad de fractura	Presión de fractura
[m]	[m]	psi	psi/ft	g/cm <sup>3</sup>	psi/ft	g/cm <sup>3</sup>	psi
150.0	150.0	213	0.434	1.000	0.867	2.000	427

Tabla 5.53. Propiedades del yacimiento para el intervalo de 0 a 150 m.

### 5.14.1.4 VELOCIDAD CRÍTICA EN LA ZONA DE FRACTURA

La tabla 5.54., contiene la información de velocidad y gasto crítico de bombeo, al cual pueden ser bombeados los fluidos de control, el bache espaciador y la lechada de cemento en la zona de fractura.

Descripción de La etapa	Gasto crítico [bpm]	Velocidad Crítica [ft/s]	GHB número de Reynolds efectivo
LODO BASE AGUA 1.15 g/cm <sup>3</sup>	25.21	6.28	3904.94
Mud Flush 1.02 g/cm <sup>3</sup>	6.51	1.62	4276.30
Halcem 1.89 gr/cm <sup>3</sup>	27.25	6.78	3516.08
Lodo E.I. 1.15 g/cm <sup>3</sup>	22.64	5.64	3795.33

Tabla 5.54. Condiciones de bombeo críticas para la etapa superficial de cementación en la zona de fractura.

### 5.14.1.5 VELOCIDAD CRÍTICA EN LA ZONA DEL YACIMIENTO

La tabla 5.55., Contiene la información de velocidad y gasto crítico de bombeo, al cual pueden ser bombeados los fluidos de control, el bache espaciador y la lechada de cemento en la zona del yacimiento.

Descripción de La etapa	Gasto crítico [bpm]	Velocidad Crítica [ft/s]	GHB número de Reynolds efectivo
LODO BASE AGUA 1.15 g/cm <sup>3</sup>	25.21	6.28	3904.94
Mud Flush 1.02 g/cm <sup>3</sup>	6.51	1.62	4276.30
Halcem 1.89 gr/cm <sup>3</sup>	27.25	6.78	3516.08
Lodo E.I. 1.15 g/cm <sup>3</sup>	22.64	5.64	3795.33

Tabla 5.55. Condiciones de bombeo críticas para la etapa superficial de cementación en la zona del yacimiento.

### 5.14.1.6 PROCEDIMIENTO OPERATIVO

1. Se aseguro el control completo del pozo, evitando gasificación y pérdida de circulación.
2. Se determino la temperatura circulante de fondo más adecuada ya que una sobre valoración nos podría representar cemento sin consistencia en la zapata y en su defecto al considerar una temperatura menor a la real se tiene el riesgo de inducir un fraguado prematuro del cemento.
3. Se determino el volumen total de cemento a usarse en base a un registro de calibración de agujero.
4. Se acondiciono el fluido de perforación, procurando tener valores de viscosidad plástica y punto de cedencia bajos y que no presentara precipitación de sólidos.
5. Se utilizó un volumen de espaciador adecuado para cubrir un mínimo de 500 a 1000 pies en espacio anular ó 10 min de tiempo de contacto al gasto de circulación para efectuar la cementación.
6. Se acondiciono el fluido de perforación hasta obtener los valores más bajos posibles de  $V_p$  y  $Y_p$  asegurándose de tener el control del mismo.
7. Se verificaron las condiciones generales operativas y de seguridad antes de realizar la operación.
8. Se efectuó una reunión de seguridad, cuidado ecológico y acuerdos entre el personal que intervino en la operación.
9. Se efectuó una prueba de presión a las líneas superficiales de control con 3,000 psi.
10. Se soltó el tapón limpiador y se bombearon 4.77 m<sup>3</sup> de bache espaciador de 1.02 g/cm<sup>3</sup>.
11. Se mezclo y bombeo la lechada de cemento con una densidad de 1.89 g/cm<sup>3</sup>.
12. Se soltó el tapón de desplazamiento y se desplazo al máximo gasto permitido para las condiciones operativas.
13. Se continúo el desplazamiento hasta el volumen previamente calculado, verificando acoplamiento de taponos y la llegada del tapón de desplazamiento con 500 psi sobre la presión de bombeo y se verifico la efectividad del equipo de flotación.

### 5.14.2 CEMENTACIÓN DE TR 7"

#### **Cementación de TR de 7", 20 lb/ft, N-80, BCN @ 1,064 m MD**

La tabla 5.56., corresponde a los datos que se requieren para el diseño de la cementación, estos son: el diámetro de la TR, cima de cemento, distancia cople – zapata, diámetro de la barrena, gradiente de fractura, presión de poro, gradiente de temperatura (estática y circulante) y finalmente el fluido del pozo que se ocupo para esta etapa.

<b>DATOS</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
Diámetro T.R.	7", 23 lb/ft, N-80, BCN de 0 - 1,064 m MD
Profundidad Vertical	1,100 M
Desviación máxima:	25°
Zapata Anterior	150 MD
Cima de cemento	1.55 g/cm <sup>3</sup> @ 100 MD/ 1.89 g/cm <sup>3</sup> @ 764 MD
Distancia cople - zapata	14 m.(estimada)
Diámetro Barrena	8 ½" + 20 % de exceso
Ultima T. R. cementada	9 5/8", N-80, 32.3 lb/ft, STC @ 150 MD
Gradiente de Fractura	1.886 gr/cm <sup>3</sup>
Presión de Poro	0.996 gr/cm <sup>3</sup>
Gradiente de Temperatura	1.59 °F/100 ft
Temperatura Estática	136°F
Temperatura Circulante	100 °F
Fluido del pozo	Lodo Emulsión Inversa /Densidad: 1.35 gr/cm <sup>3</sup>

Tabla 5.56. Datos para el diseño

La tabla 5.57., contiene los datos de la tubería a cementar los cuales son: grado, libraje, junta, diámetro y la profundidad de la etapa donde se cemento.

<b>Profundidad [m]</b>	<b>Etapas</b>	<b>Diámetro [pg]</b>	<b>Grado</b>	<b>Libraje [Lb/ft]</b>	<b>Junta</b>
0 - 1,064	Intermedia	7"	N - 80	20	BNC

Tabla 5.57. Características de la TR a cementar para la etapa intermedia.

La tabla 5.58., contiene la cantidad, descripción y medida de los accesorios que se necesitaron para llevar a cabo la etapa intermedia de cementación del pozo Burgos 83.

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Medida</b>	<b>Libraje</b>	<b>Grado</b>	<b>Junta</b>
1	Zapata Guía	7"	20	N - 80	
1	Cople Flotador	7"	20	N - 80	BCN
1	Tapón Diafragma	7"			
1	Tapón Sólido	7"			
19	Centradores	7" X 8 1/2"			
1	Collarines	7"			

Tabla 5.58. Accesorios para la cementación de la etapa intermedia.

### 5.14.2.1 LECHADA DE CEMENTO (1)

La tabla 5.59., contiene los aditamentos y porcentaje que requirió la lechada de cemento (1), para la cementación de la etapa intermedia del pozo. Es importante mencionar que la distancia mínima entre los centralizadores es de 6.1 m y la distancia máxima de 80.0 m.

Aditivo	Descripción	Porcentaje
Cemento	Cemento Clase "H"	100 %
HR - 5	Retardador	0.06 %
GasStop LT	Control de Gas	0.60 %
D Air -300	Anti Espumante	0.10 %
FWCA	Control de agua Libre	0.05 %

Tabla 5.59. Componentes de la lechada de cemento de la etapa intermedia.

La tabla 5.60., indica las características, propiedades y requerimientos de la lechada de cemento para la etapa intermedia de cementación del pozo Burgos 83.

Tópico		Unidad
Densidad	1.55	g/cm <sup>3</sup>
Exceso	20	%
Cima	100	m
Tirante	664	m
Traslape	50	m
Volumen	7.05	TON
Volumen	141	sacos
Volumen	9.49	m <sup>3</sup>
Rendimiento	67.53	L/saco
Agua de Mezcla	49.68	L/saco
Tiempo Bombeable	3:30-4:00	hr:min
VP	100	cpoise
YP	29	Lb/100ft <sup>2</sup>

Tabla 5.60. Requerimientos, propiedades y características de la lechada de cemento para la etapa intermedia del pozo Burgos 83.

### 5.14.2.2 LECHADA DE CEMENTO (2)

La tabla 5.61., contiene los aditamentos y porcentaje que necesita contar la lechada de cemento (2) para la cementación de la etapa superficial del pozo. Es importante mencionar que la distancia mínima entre los centralizadores es de 6.0 m, la distancia máxima de 50.0 m y el tope del centralizador se encuentra a una profundidad de 690 m.

Aditivo	Descripción	Porcentaje
Halad 344	Control de filtrado	0.90 %
FWCA	Control de agua libre	0.25%
D Air - 3000	Anti Espumante	0.10 %
Silicalite	Evita Retrogradación	10.0%
CaCl <sub>2</sub>	Acelerador	3.00 %

Tabla 5.61. Componentes de la lechada de cemento (2) de la etapa intermedia.

La tabla 5.62., indica las características, propiedades y requerimientos de la lechada (2) de cemento para la etapa intermedia de cementación del pozo Burgos 83.

Tópico		Unidad
Densidad	1.89	g/cm <sup>3</sup>
Exceso	20	%
Cima	764	m
Tirante	300	m
Traslape	-----	m
Volumen	5.9	TON
Volumen	118	sacos
Volumen	4.54	m <sup>3</sup>
Rendimiento	38.34	L/saco
Agua de Mezcla	22.47	L/saco
Tiempo Bombeable	3:00-3:30	hr:min
VP	174	cpoise
YP	30	Lb/100ft <sup>2</sup>

Tabla 5.62. Requerimientos, propiedades y características de la lechada de cemento(2) para la etapa intermedia del pozo Burgos 83.

La tabla 5.63., contiene las características y propiedades del bache espaciador, que se utilizó durante la cementación de la etapa intermedia. Cabe mencionar que los aditivos surfactantes utilizados en este espaciador son con la finalidad de dejar mojado en agua, para que se tenga mejor adherencia de cemento. Los baches que se utilizaron son 100% compatibles con el fluido del pozo.

Tipo	Base del Fluido	Volumen
Tipo	Base del Fluido	Volumen
Espaciador	Agua	4.77 m <sup>3</sup>
Densidad	1.45	g/cm <sup>3</sup>
VP	15	cpoise

Tabla 5.63. Características y propiedades del bache espaciador.

### 5.14.2.3 PERFIL DE TEMPERATURAS

La tabla 5.64., indica el perfil de temperatura cuando se circula dentro de la tubería y después por el espacio anular.

Prof. Medida [m]	Temp de circulación en la tub. [°F]	Temp. de circulación en el EA [°F]
0	80	95
1064.0	100	100

Tabla 5.64. Temperaturas de circulación dentro de la tubería y en el espacio anular.

### 5.14.2.4 PERFIL DE GRADIENTE DE FRACTURA/PRESIÓN DE PORO

La tabla 5.65., contiene la información de presión de poro, presión de fractura, gradiente de yacimiento, gradiente de fractura, estas características corresponden al intervalo de 161 a 1064 m.

Profundidad Medida	Profundidad Vertical Verdadera	Presión de poro	Gradiente De yacimiento	Densidad del yacimiento	Gradiente De fractura	Densidad De fractura	Presión de fractura
[m]	[m]	psi	psi/ft	g/cc	psi/ft	g/cc	psi
161.00	161.00	260.00	0.49	1.14	0.74	1.72	393.00
250.00	249.90	355.00	0.43	1.00	0.78	1.81	643.00
350.00	348.30	503.00	0.44	1.02	0.79	1.83	906.00
450.00	443.10	668.00	0.46	1.06	0.80	1.86	1169.00
550.00	534.00	757.00	0.43	1.00	0.80	1.85	1403.00
650.00	624.60	844.00	0.41	0.95	0.80	1.84	1637.00
750.00	715.30	785.00	0.34	0.77	0.78	1.80	1829.00
850.00	805.90	1282.00	0.49	1.12	0.83	1.92	2203.00
950.00	896.50	1288.00	0.44	1.01	0.82	1.89	2411.00
1064.00	999.90	1397.00	0.43	0.98	0.82	1.89	2682.00

Tabla 5.65. Propiedades del yacimiento para el intervalo de 161 a 1064 m

### 5.14.2.5 VELOCIDAD CRÍTICA EN LA ZONA DE FRACTURA

La tabla 5.66., contiene la información de velocidad y gasto crítico de bombeo, al cual pueden ser bombeados los fluidos de control, el bache espaciador y la lechada de cemento en la zona de fractura.

Descripción de la etapa	Gasto crítico	Velocidad crítica	GHB número De Reynolds efectivo
	bpm	ft/s	
Lodo Emulsion Inversa 1.35 gr/cc	11.05	6.79	3603.26
Dual Spacer 1.45 gr/cm3	6.31	3.88	3598.89
GasStop Cement TM 1.55 g/cm3	26.77	16.46	3280.95
GasStop TM Cement 1.89 g/cm3	36.73	22.59	3194.56
Lodo Emulsion Inversa 1.35 gr/cc	11.05	6.79	3603.26

Tabla 5.66 Condiciones de bombeo críticas para la etapa intermedia de cementación en la zona de fractura.

### 5.14.2.6 VELOCIDAD CRÍTICA EN LA ZONA DEL YACIMIENTO

La tabla 5.67., contiene la información de velocidad y gasto crítico de bombeo, al cual pueden ser bombeados los fluidos de control, el bache espaciador y la lechada de cemento en la zona del yacimiento.

Descripción de La etapa	Gasto crítico	Velocidad crítica	GHB número De Reynolds efectivo
	bpm	ft/s	
Lodo Emulsion Inversa 1.35 gr/cc	11.05	6.79	3603.26
Dual Spacer 1.45 gr/cm3	6.31	3.88	3598.89
GasStop Cement TM 1.55 g/cm3	26.77	16.46	3280.95
GasStop TM Cement 1.89 g/cm3	36.73	22.59	3194.56
Lodo Emulsion Inversa 1.35 gr/cc	11.05	6.79	3603.26

Tabla 5.67. Condiciones de bombeo críticas para la etapa intermedia de cementación en la zona del yacimiento.

### 5.14.2.7 PROCEDIMIENTO OPERATIVO

1. Se acondiciono el fluido de perforación hasta obtener los valores más bajos posibles de viscosidad plástica y punto de cedencia y se aseguro de tener el control del mismo.
2. Se verificaron las condiciones generales operativas y de seguridad antes de realizar la operación.

3. Se efectuaron reuniones de seguridad, cuidado ecológico y acuerdos entre el personal que participo en la operación.
4. Se efectuó una prueba de presión a las líneas superficiales de control con 4,000 psi.
5. Se soltó el tapón limpiador y se comenzó a bombear el bache espaciador de 1.45 g/cm<sup>3</sup>.
6. Se mezclo y bombeo la lechada de cemento (1) con densidad de 1.55 g/cm<sup>3</sup>.
7. Se mezclo y bombeo la lechada de cemento (2) con densidad de 1.89 g/cm<sup>3</sup>.
8. Se soltó el tapón de desplazamiento y se desplazó a un gasto inicial recomendado de 7 hasta 2 bpm.
9. Se continuó el desplazamiento hasta el volumen previamente calculado, y se verifico la llegada del tapón de desplazamiento con 500 psi sobre la presión de bombeo, se verifico la efectividad del equipo de flotación.

### 5.14.3 CEMENTACIÓN DE TR 3 1/2"

#### Cementación de TR de 3 1/2", 9.3 lb/ft, N-80, 8HRR @ 2,289m MD

La tabla 5.67., corresponde a los datos que se requieren para el diseño de la cementación, estos son: el diámetro de la TR, cima de cemento, distancia cople – zapata, diámetro de la barrena, gradiente de fractura, presión de poro, gradiente de temperatura (estática y circulante) y finalmente el fluido del pozo que se ocupo para esta etapa.

<b>DATOS</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
Diámetro T.R.	3 ½", 9.3 lb/ft, N-80, 8HRR de 0 – 2,289m MD
Cima de cemento	1.89 g/cm <sup>3</sup> @ 914 m MD
Distancia cople – zapata	14 m.
Diámetro Barrena	6 1/8" + 20% exceso
Gradiente de Fractura	2.096 gr/cm <sup>3</sup>
Presión de Poro	1.56 gr/cm <sup>3</sup>
Gradiente de Temperatura	1.48°F/100 ft
Temperatura Estática	194°F
Temperatura Circulante	136°F
Fluido del pozo	Lodo Emulsión Inversa/ Densidad: 1.67 gr/cm <sup>3</sup>

Tabla 5.67. Datos para el diseño

La tabla 5.68., contiene los datos de la tubería a cementar los cuales son: grado, libraje, junta, diámetro y la profundidad de la etapa donde se cemento.

Profundidad [m]	Etapas	Diámetro [pg]	Grado	Libraje [Lb/ft]	Junta
0 - 2,289	Producción	3 1/2 "	N - 80	9.3	8HRR

Tabla 5.68. Características de la TR a cementar para la etapa de producción.

La tabla 5.69., contiene la cantidad, descripción y medida de los accesorios que se necesitaron para llevar a cabo la etapa de cementación de la tubería de producción del pozo Burgos 83.

Cantidad	Descripción	Medida	Libraje	Grado	Junta
1	Zapata Flotadora	3 1/2"	9.3	N - 80	
1	Cople Flotador	3 1/2"	9.3	N - 80	8HRR
2	Tapón Diafragma	3 1/2"			
1	Tapón Sólido	3 1/2"			
20	Centradores	3 1/2" X 6 1/8"			
1	Collarines	3 1/2"			

Tabla 5.69. Accesorios para la cementación de la etapa de producción.

#### 5.14.3.1 LECHADA DE CEMENTO

La tabla 5.70., contiene los aditamentos y porcentaje que necesita contar la lechada de cemento para la cementación de la etapa de producción del pozo. Es importante mencionar que la distancia mínima entre los centralizadores es de 10 m y la distancia máxima de 80.0 m

ADITIVO	DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE
Cemento	Cemento Clase "H"	100.00%
Halad 413	Control de Filtrado	0.30%
D Air 3000	Anti Espumante	0.10%
GasStop LT	Control de gas	0.60%
HR 6L	Retardador	0.08 L/s

Tabla 5.70. Componentes de la lechada de cemento de la etapa de producción.

La tabla 5.71., indica las características, propiedades y requerimientos de la lechada de cemento para la etapa de cementación de la tubería de producción del pozo Burgos 83.

<b>Tópico</b>		<b>Unidad</b>
Densidad	1.89	g/cm <sup>3</sup>
Exceso	20	%
Cima	914	m
Tirante	1,375	m
Traslape	150	m
Volumen	27.55	TON
Volumen	551	sacos
Volumen	21.12	m <sup>3</sup>
Rendimiento	38.34	L/saco
Agua de Mezcla	22.47	L/saco
Tiempo Bombeable	3:00-4:00	hr:min
VP	128	cpoise
YP	26	Lb/100ft <sup>2</sup>

Tabla 5.71. Requerimientos, propiedades y características de la lechada de cemento para la etapa de cementación de la TR de producción del pozo Burgos 83.

La tabla 5.72., contiene las características y propiedades del bache espaciador, que se utilizó durante la cementación de la TR de producción. Cabe mencionar que los aditivos surfactantes utilizados en este espaciador son con la finalidad de dejar mojado en agua, para que se tenga mejor adherencia de cemento. Los baches propuestos son 100% compatibles con el fluido del pozo.

<b>Tipo</b>	<b>Base del Fluido</b>	<b>Volumen</b>
Espaciador	Agua	6.36 m <sup>3</sup>
Densidad	1.75	g/cm <sup>3</sup>
VP	13.5	cpoise
YP	9	Lb/100ft <sup>2</sup>

Tabla 5.72. Características y propiedades del bache espaciador.

### 5.14.3.2 PERFIL DE TEMPERATURAS

La tabla 5.73., indica el perfil de temperatura cuando se circula dentro de la tubería y después por el espacio anular.

<b>Prof. Medida [m]</b>	<b>Temp de circulación en la tub. [°F]</b>	<b>Temp. de circulación en el EA [°F]</b>
<b>0.0</b>	<b>80</b>	<b>130</b>
<b>2,289.0</b>	<b>136</b>	<b>136</b>

Tabla 5.72. Temperaturas de circulación dentro de la tubería y en el espacio anular.

### 5.14.3.3 PERFIL DE GRADIENTE DE FRACTURA/PRESIÓN DE PORO

La tabla 5.73., contiene la información de presión de poro, presión de fractura, gradiente de yacimiento, gradiente de fractura, del intervalo de 1064 a 2289 m.

Prof. Medida	Prof. Vertical Verdadera	Presión de poro	Gradiente De yacimiento	Densidad del yacimiento	Gradiente De fractura	Densidad De fractura	Presión de fractura
[m]	[m]	psi	psi/ft	g/cm <sup>3</sup>	psi/ft	g/cm <sup>3</sup>	psi
1064.00	999.90	1392.00	0.42	0.98	0.85	1.97	2803.00
1150.00	1077.80	1407.00	0.40	0.92	0.86	1.97	3025.00
1250.00	1168.60	1687.00	0.44	1.02	0.86	1.98	3291.00
1350.00	1263.10	2181.00	0.53	1.21	0.87	2.01	3607.00
1450.00	1361.30	1950.00	0.44	1.01	0.84	1.95	3768.00
1550.00	1461.10	2255.00	0.47	1.09	0.85	1.97	4092.00
1650.00	1561.10	2416.00	0.47	1.09	0.84	1.94	4301.00
1750.00	1661.10	2710.00	0.50	1.15	0.85	1.95	4607.00
1850.00	1761.10	2823.00	0.49	1.13	0.84	1.94	4857.00
1950.00	1861.10	2975.00	0.49	1.12	0.84	1.94	5135.00
2050.00	1961.10	3654.00	0.57	1.31	0.86	1.99	5551.00
2150.00	2061.10	4485.00	0.66	1.53	0.90	2.07	6060.00
2289.00	2200.10	4847.00	0.67	1.55	0.91	2.10	6559.00

Tabla 5.73. Propiedades del yacimiento para el intervalo de 1064 a 2289 m.

### 5.14.3.4 VELOCIDAD CRÍTICA EN LA ZONA DE FRACTURA

La tabla 5.74., Contiene la información de velocidad y gasto crítico de bombeo, al cual pueden ser bombeados los fluidos de control, el bache espaciador y la lechada de cemento en la zona de fractura.

Descripción de La etapa	Gasto critico	Velocidad crítica	GHB número De Reynold efectivo
	bpm	ft/s	
LODO E.I. 1.67 gr/cc	10.22	5.78	3781.30
DUAL SPACER 1.750g/cc	10.74	6.08	3766.55
GasStop Cement 1.89 g/cm <sup>3</sup>	22.52	12.74	3352.17
Salmuera Potasica 1.02 g/cc	10.51	5.95	3772.90

Tabla 5.74. Condiciones de bombeo críticas para la etapa de cementación en la zona de fractura.

### 5.14.3.5. PROCEDIMIENTO OPERATIVO

- Se acondiciono el fluido de perforación hasta obtener los valores más bajos posibles de Viscosidad plástica y punto de cedencia y se aseguro de tener el control del mismo.
- Se verificaron las condiciones generales operativas y de seguridad antes de realizar la operación.
- Se efectuó una reunión de seguridad, cuidado ecológico y acuerdos entre el personal que realizó la operación
- Se efectuó una prueba de presión a las líneas superficiales de control con 5,000 psi.
- Se premezclo el volumen total de cemento a utilizarse.
- Se soltó el tapón diafragma y se bombeo el bache espaciador de 1.75 g/cm<sup>3</sup>.
- Se bombeo la lechada de cemento con una densidad de 1.89 g/cm<sup>3</sup> con aditivo para migración de gas.
- Se lavaron las líneas superficiales y equipo de bombeo hasta que se obtuvo la salida de agua limpia.
- Se soltó el tapón de desplazamiento y se desplazo a un gasto inicial recomendado de 6 hasta 2 bpm, se verifico la llegada del tapón de desplazamiento con 500 psi sobre la presión de bombeo y se verifico la efectividad del equipo de flotación.
- Se recomienda completar el desarrollo de mínimo 500 psi de esfuerzo compresivo del cemento.

Después de la operación de cementación, se realizo una buena limpieza del espacio entre los preventores y el tubo madrina eliminando con ello los sólidos que puedan decantarse en la tubería al momento de eliminar el conjunto anterior. La figura 5.7., muestra el diseño final de la cementación de las tuberías, la colocación de los centradores, zapatas y cimas de cemento. La figura 5.8., muestra el estado final del pozo, con la colocación de las tuberías, diámetro de los agujeros perforados, propiedades de los fluidos de perforación, propiedades de las lechadas de cemento y los diferentes horizontes y su profundidad a la cual fueron encontrados.

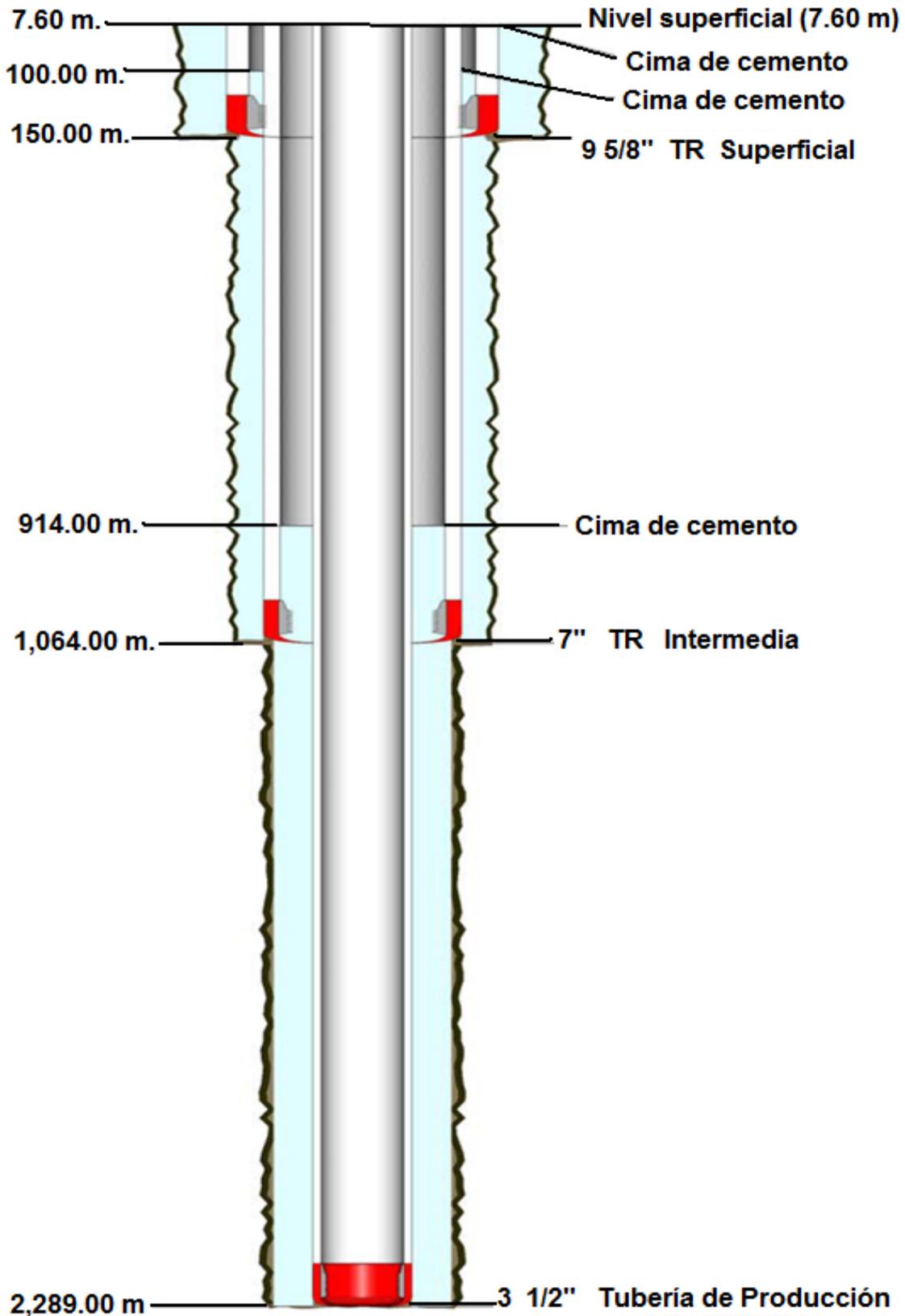


Fig. 5.7. Diseño del programa de cementación del POZO MOJARREÑAS 540 DIR.  
(Tomado de reporte de perforación del pozo MOJARREÑAS 540 DIR: PEMEX, 2008).

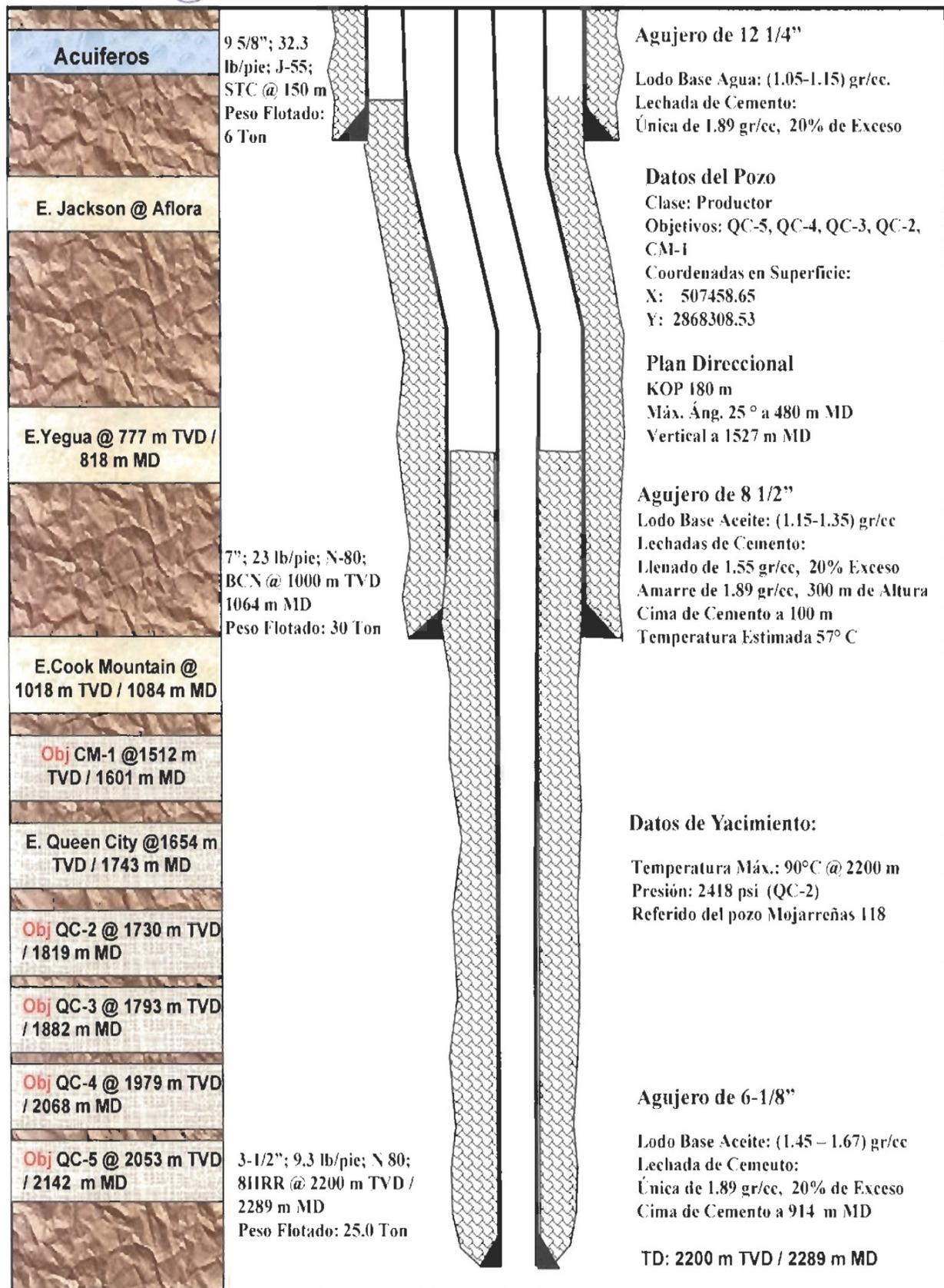


Fig. 5.8. Diseño final del Pozo Burgos 83 (Tomado de reporte de perforación del pozo MOJARREÑAS 540 DIR: PEMEX, 2008).