

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA Y PETRÓLEOS

ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO DE LAS OPERACIONES DE PERFORACIÓN EN LAS SECCIONES DE 16", 12 ¼" Y 8 ½", DE POZOS QUE SE PERFORARON EN LOS CAMPOS FANNY Y MARIANN

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIEROS EN PETRÓLEOS

MANUEL SANTIAGO QUISHPE PILCO

santi_epnm1@yahoo.com

JORGE ALEXANDER RUIZ LALA

a.lxj@hotmail.com

DIRECTOR: ING. BLADIMIR CERÓN GUERRA

ivcgoil1@gmail.com

Quito, Diciembre 2015

DECLARACIÓN

Nosotros, Manuel Santiago Quishpe Pilco, Jorge Alexander Ruiz Lala, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Manuel Santiago Quishpe Pilco

Jorge Alexander Ruiz Lala

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Manuel Santiago Quishpe Pilco y Jorge Alexander Ruiz Lala, bajo mi supervisión.

Ing. Bladimir Cerón Guerra
DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por haberme guiado y protegido a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos más difíciles de mi vida y por enseñarme el camino correcto que debo seguir.

A mis padres Segundo y Blanquita, por ser pacientes en mis momentos de rebeldía, por demostrar su amor incondicional cuando más lo necesitaba y enseñarme el verdadero significado del trabajo.

A mis hermanas Martha y María, por enseñarme que con esfuerzo y perseverancia se puede conseguir grandes cosas en la vida y que nunca debo olvidar mi origen.

A mi hermano Marcelo, por enseñarme a ser más responsable y ordenado, por brindarme su amor y apoyo incondicional cuando más lo necesitaba.

A mi cuñada Natalia, por demostrar su bondad y amor a mi familia.

A mis hermosas sobrinas Marcelita y Danielita, por ser una bendición de Dios ya que llenan de alegría a toda mi familia.

A mi sobrino Marlon, por brindarme su cariño y alegría.

A mi pastor terrenal José Ortega, por brindarme consejos a lo largo mi vida, siempre basado en la palabra de Dios.

A nuestro director Ing. Bladimir Cerón, por habernos ayudado con sus conocimientos y experiencia, ya que más que un director ha sido un gran amigo.

A la Escuela Politécnica Nacional, por brindarme sus conocimientos para mi formación profesional.

A la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero (ARCH), por facilitarnos el tema y la información necesaria para realizar el proyecto.

A los Ingenieros Marcelo Rosero y Einstein Barrera, por toda la colaboración brindada y conocimientos compartidos, los cuales facilitaron la elaboración de este proyecto.

*“No temas, porque yo estoy contigo; no desmayes, porque yo soy tu Dios que te esfuerzo;
siempre te ayudaré, siempre te sustentaré con la diestra de mi justicia”*

Isaías 41: 10

AGRADECIMIENTOS

A mis padres y mi hermana, las personas más maravillosas de este mundo, por el apoyo incondicional para cumplir todas mis metas, enseñándome a nunca darme por vencido y ser una persona de bien.

Al Ing. Bladimir Cerón, director del proyecto de titulación, ya que gracias a su sabiduría y ayuda se nos ha permitido culminar el presente proyecto de titulación con éxito.

A la ARCH y de manera especial a los ingenieros Einstein Barrera y Marcelo Rosero, por facilitarnos todo lo necesario para llevar a cabo este proyecto.

A mis amigos y compañeros.

A la Escuela Politécnica Nacional.

Jorge Alexander

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía desde que nací.

A mis padres Segundo y Blanca, por ser pacientes y cariñosos

A mis hermanos y familia en general, por brindarme su apoyo incondicional

A mis amigos y compañeros

DEDICATORIA

A mis padres Jorge Ruiz C. y Ximena Lala A., que han hecho todos los sacrificios para que no me falte nada.

A mi hermana Jennifer, por todo su apoyo en los buenos y malos momentos.

Jorge Alexander Ruiz Lala

CONTENIDO

CARÁTULA	I
DECLARACIÓN	II
CERTIFICACIÓN	III
CONTENIDO	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	XIX
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XX
ÍNDICE DE TABLAS	XXVI
ÍNDICE DE ANEXOS	XXIX
CAPITULO I	1
DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA Y GEOLÓGICA DE LOS CAMPOS FANNY Y MARIANN	1
1.1 CAMPO FANNY	1
1.1.1 BREVE RESEÑA HISTÓRICA	1
1.1.2 DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA	1
1.1.2.1 Ubicación	1
1.1.3 DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA	2
1.1.3.1 Estratigrafía general	2
1.1.3.2 Arenas productoras	4
1.1.3.2.1 Arenisca M1	4
1.1.3.2.2 Arenisca U-Inferior	4
1.2 CAMPO MARIANN	5
1.2.1 BREVE RESEÑA HISTÓRICA	5
1.2.2 DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA	5
1.2.2.1 Ubicación	5
1.2.3 DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA	6
1.2.3.1 Arenas productoras	6
1.2.3.1.1 Arenisca Basal Tena	6
1.2.3.1.2 Arenisca M-1	6
1.2.3.1.3 Arenisca U inferior	6
1.2.3.1.4 Arenisca U superior	7

1.2.3.1.5	<i>Arenisca T superior</i>	7
1.2.3.1.6	<i>Arenisca T inferior</i>	7
CAPITULO II		8
FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LOS PARÁMETROS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE PERFORACIÓN		8
2.1 TIPOS DE PERFORACIÓN		8
2.1.1 PERFORACIÓN VERTICAL		8
2.1.2 PERFORACIÓN DIRECCIONAL		9
2.1.3 PERFORACIÓN HORIZONTAL		10
2.2 FACTORES QUE INCIDEN EN EL RENDIMIENTO DE LA SARTA DE LA PERFORACIÓN		11
2.2.1 FLUIDOS DE PERFORACIÓN		11
2.2.1.1 Propiedades del lodo de perforación		12
2.2.1.1.1 <i>Densidad (ρ)</i>		12
2.2.1.1.2 <i>Propiedades Reológicas</i>		12
2.2.1.1.3 <i>Filtrado</i>		13
2.2.1.1.4 <i>Potencial de Hidrogeno (pH)</i>		13
2.2.1.1.5 <i>Methylene Blue Test (MBT)</i>		13
2.2.2 BROCAS		13
2.2.2.1 Brocas Tricónicas		14
2.2.2.1.1 <i>Código IADC para Brocas Tricónicas</i>		15
2.2.2.2 Brocas de Cortadores Fijos		17
2.2.2.2.1 <i>Código IADC para Brocas de Cortadores Fijos</i>		19
2.2.2.3 Selección de brocas		20
2.2.3 BHA (BOTTOM HOLE ASSEMBLY)		21
2.2.3.1 Drill Collar (Barra de perforación)		21
2.2.3.2 Heavy Weight (Tubería pesada)		22
2.2.3.3 Estabilizadores		23
2.2.3.4 Accesorios		24
2.2.4 TUBERÍA DE REVESTIMIENTO		25
2.2.4.1 Clasificación de la Tubería de Revestimiento		25

2.2.4.1.1	<i>Tubería de Revestimiento Conductora</i>	27
2.2.4.1.2	<i>Tubería de Revestimiento Estructural</i>	27
2.2.4.1.3	<i>Tubería de Revestimiento Superficial</i>	27
2.2.4.1.4	<i>Tubería de Revestimiento Intermedio</i>	27
2.2.4.1.5	<i>Tubería de Revestimiento Corta o Liner</i>	27
2.2.4.1.6	<i>Tubería de Revestimiento de Explotación</i>	28
2.2.4.2	Diseño del Casing	28
2.2.4.3	Asentamiento del Casing	28
2.3	PARÁMETROS DE PERFORACIÓN	30
2.3.1	PESO SOBRE LA BROCA (WOB)	30
2.3.2	CAUDAL (GPM)	30
2.3.3	REVOLUCIONES POR MINUTO (RPM)	30
2.3.4	TORQUE	31
2.3.5	TASA DE PENETRACIÓN (ROP)	32
2.3.6	PRESIÓN CIRCULANTE	33
CAPÍTULO III		34
ANÁLISIS TÉCNICO DE LOS PARÁMETROS DE PERFORACIÓN DE LOS POZOS SELECCIONADOS DE LOS CAMPOS FANNY Y MARIANN		34
3.1	ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN	34
3.1.1	ESTRUCTURACIÓN DE LA INFORMACIÓN	34
3.2	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	34
3.2.1	COORDENADAS Y UBICACIÓN DE LOS POZOS SELECCIONADOS DEL CAMPO FANNY	35
3.2.2	COORDENADAS Y UBICACIÓN DE LOS POZOS SELECCIONADOS DEL CAMPO MARIANN	36
3.3	ANÁLISIS TÉCNICO DE LOS PARÁMETROS DE PERFORACIÓN EN EL CAMPO FANNY CON EL MÉTODO DE TENDENCIAS.	37
3.3.1	ANÁLISIS DE LA SECCIÓN DE 16”	37
3.3.1.1	Análisis de los parámetros de perforación	37
3.3.1.1.1	<i>Galonaje (gpm)</i>	37
3.3.1.1.2	<i>Presión (psi)</i>	37
3.3.1.1.3	<i>Revoluciones por minuto (RPM)</i>	39
3.3.1.1.4	<i>Peso sobre la broca (WOB)</i>	39

3.3.1.1.5	Torque (TQ)	39
3.3.1.1.6	Rata de penetración (ROP)	39
3.3.1.2	Análisis de los fluidos de perforación	42
3.3.1.2.1	Densidad	42
3.3.1.2.2	Viscosidad FUNN	43
3.3.1.2.3	Viscosidad plástica PV (cp)	43
3.3.1.2.4	Yield point (YP)	45
3.3.1.2.5	PH	45
3.3.2	ANÁLISIS DE LA SECCIÓN DE 12 ¼”	47
3.3.2.1	Análisis de los parámetros de perforación	47
3.3.2.1.1	Galonaje (gpm)	47
3.3.2.1.2	Presión (psi)	47
3.3.2.1.3	Revoluciones por minuto (RPM)	47
3.3.2.1.4	Peso sobre la broca (WOB)	47
3.3.2.1.5	Torque (TQ)	50
3.3.2.1.6	Rata de penetración (ROP)	50
3.3.2.2	Análisis de los fluidos de perforación	52
3.3.2.2.1	Densidad	52
3.3.2.2.2	Viscosidad FUNN	52
3.3.2.2.3	Viscosidad plástica (cp)	52
3.3.2.2.4	Yield point (YP)	52
3.3.2.2.5	PH	55
3.3.3	ANÁLISIS DE LA SECCIÓN DE 8 ½”	56
3.3.3.1	Análisis de los parámetros de perforación	56
3.3.3.1.1	Galonaje (gpm)	56
3.3.3.1.2	Presión (psi)	56
3.3.3.1.3	Revoluciones por minuto (RPM)	56
3.3.3.1.4	Peso sobre la broca (WOB)	56
3.3.3.1.5	Torque (TQ)	59
3.3.3.1.6	Rata de penetración (ROP)	59
3.3.3.2	Análisis de los fluidos de perforación	61
3.3.3.2.1	Densidad	61
3.3.3.2.2	Viscosidad FUNN	61
3.3.3.2.3	Viscosidad plástica (cp)	61

3.3.3.2.4	<i>Yield point (YP)</i>	61
3.3.3.2.5	<i>PH</i>	64
3.4	ANÁLISIS TÉCNICO DE LOS PARÁMETROS DE PERFORACIÓN EN EL CAMPO MARIANN CON EL MÉTODO DE TENDENCIAS.	65
3.4.1	ANÁLISIS DE LA SECCIÓN DE 16”	65
3.4.1.1	Análisis de los parámetros de perforación	65
3.4.1.1.1	<i>Galonaje (gpm)</i>	65
3.4.1.1.2	<i>Presión (psi)</i>	65
3.4.1.1.3	<i>Revoluciones por minuto (RPM)</i>	65
3.4.1.1.4	<i>Peso sobre la broca (WOB)</i>	67
3.4.1.1.5	<i>Torque (TQ)</i>	67
3.4.1.1.6	<i>Rata de penetración (ROP)</i>	69
3.4.1.2	Análisis de fluidos de perforación	70
3.4.1.2.1	<i>Densidad (lpg)</i>	70
3.4.1.2.2	<i>Viscosidad FUNN</i>	70
3.4.1.2.3	<i>Viscosidad plástica PV (cp)</i>	70
3.4.1.2.4	<i>Yield Point (YP)</i>	70
3.4.1.2.5	<i>PH</i>	73
3.4.2	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA SECCIÓN DE 12 ¼ ”	74
3.4.2.1	Análisis de los parámetros de perforación	74
3.4.2.1.1	<i>Galonaje (gpm)</i>	74
3.4.2.1.2	<i>Presión (psi)</i>	74
3.4.2.1.3	<i>Revoluciones por minuto (RPM)</i>	74
3.4.2.1.4	<i>Peso sobre la broca (WOB)</i>	74
3.4.2.1.5	<i>Torque (TQ)</i>	77
3.4.2.1.6	<i>Rata de penetración (ROP)</i>	77
3.4.2.2	Análisis de fluidos de perforación	79
3.4.2.2.1	<i>Densidad (lpg)</i>	79
3.4.2.2.2	<i>Viscosidad FUNN</i>	79
3.4.2.2.3	<i>Viscosidad plástica PV (cp)</i>	79
3.4.2.2.4	<i>Yield Point (YP)</i>	79
3.4.2.2.5	<i>PH</i>	82
3.4.3	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA SECCIÓN DE 8 ½ ”	83
3.4.3.1	Análisis de los parámetros de perforación	83

3.4.3.1.1	<i>Galonaje (gpm)</i>	83
3.4.3.1.2	<i>Presión (psi)</i>	83
3.4.3.1.3	<i>Revoluciones por minuto (RPM)</i>	83
3.4.3.1.4	<i>Peso sobre la broca (WOB)</i>	83
3.4.3.1.5	<i>Torque (TQ)</i>	86
3.4.3.1.6	<i>Rata de penetración (ROP)</i>	86
3.4.3.2	Análisis de fluidos de perforación	88
3.4.3.2.1	<i>Densidad (LPG)</i>	88
3.4.3.2.2	<i>Viscosidad FUNN</i>	88
3.4.3.2.3	<i>Viscosidad plástica PV (cp)</i>	88
3.4.3.2.4	<i>Yield Point (YP)</i>	88
3.4.3.2.5	<i>PH</i>	91
3.5	ANÁLISIS TÉCNICO DE LOS PARÁMETROS DE PERFORACIÓN EN EL CAMPO FANNY CON EL MÉTODO DE GAUSS.	92
3.5.1	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA SECCIÓN DE 16”	92
3.5.1.1	Análisis de los parámetros de perforación	92
3.5.1.1.1	<i>Galonaje (gpm)</i>	92
3.5.1.1.2	<i>Presión (PSI)</i>	92
3.5.1.1.3	<i>Revoluciones por minuto (RPM)</i>	94
3.5.1.1.4	<i>Peso sobre la broca (WOB)</i>	94
3.5.1.1.5	<i>Torque (TQ)</i>	94
3.5.1.1.6	<i>Rata de penetración (ROP)</i>	94
3.5.1.2	Análisis de fluidos de perforación	97
3.5.1.2.1	<i>Densidad (lpg)</i>	97
3.5.1.2.2	<i>Viscosidad FUNN (seg/qt)</i>	97
3.5.1.2.3	<i>PV (cp)</i>	99
3.5.1.2.4	<i>Yield Point (YP)</i>	99
3.5.1.2.5	<i>PH</i>	99
3.5.2	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA SECCIÓN DE 12 ¼”	102
3.5.2.1	Análisis de los parámetros de perforación	102
3.5.2.1.1	<i>Galonaje (GPM)</i>	102
3.5.2.1.2	<i>Presión (PSI)</i>	102
3.5.2.1.3	<i>Rpm total</i>	102
3.5.2.1.4	<i>Peso sobre la broca (WOB)</i>	102

3.5.2.1.5	<i>Torque (TQ)</i>	105
3.5.2.1.6	<i>Rata de penetración (ROP)</i>	105
3.5.2.2	Análisis de fluidos de perforación	107
3.5.2.2.1	<i>Densidad (LPG)</i>	107
3.5.2.2.2	<i>Viscosidad FUNN (seg/qt)</i>	107
3.5.2.2.3	<i>PV (cp)</i>	107
3.5.2.2.4	<i>Yield Point (YP)</i>	107
3.5.2.2.5	<i>PH</i>	110
3.5.3	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA SECCIÓN DE 8 ½”	111
3.5.3.1	Análisis de los parámetros de perforación	111
3.5.3.1.1	<i>Galonaje (gpm)</i>	111
3.5.3.1.2	<i>Presión (psi)</i>	111
3.5.3.1.3	<i>Rpm total</i>	111
3.5.3.1.4	<i>Peso sobre la broca (WOB)</i>	111
3.5.3.1.5	<i>Torque (TQ)</i>	114
3.5.3.1.6	<i>Rata de penetración (ROP)</i>	114
3.5.3.2	Análisis de fluidos de perforación	116
3.5.3.2.1	<i>Densidad (LPG)</i>	116
3.5.3.2.2	<i>Viscosidad FUNN (seg/qt)</i>	116
3.5.3.2.3	<i>PV (cp)</i>	116
3.5.3.2.4	<i>Yield Point (YP)</i>	116
3.5.3.2.5	<i>PH</i>	119
3.6	CUADRO TÉCNICO-COMPARATIVO DE LOS MÉTODOS DE TENDENCIAS Y GAUSS, APLICADO A LOS PARÁMETROS DE PERFORACIÓN DEL CAMPO FANNY.	120
3.7	ANÁLISIS TÉCNICO DE LOS PARÁMETROS DE PERFORACIÓN EN EL CAMPO MARIANN CON EL MÉTODO DE GAUSS.	121
3.7.1	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA SECCIÓN DE 16”	121
3.7.1.1	Análisis de los parámetros de perforación	121
3.7.1.1.1	<i>Galonaje (GPM)</i>	121
3.7.1.1.2	<i>Presión (PSI)</i>	121
3.7.1.1.3	<i>Rpm total</i>	123
3.7.1.1.4	<i>Peso sobre la broca (WOB)</i>	123
3.7.1.1.5	<i>Torque (TQ)</i>	123
3.7.1.1.6	<i>Rata de penetración (ROP)</i>	123

3.7.1.2	Análisis de fluidos de perforación	126
3.7.1.2.1	Densidad (LPG)	126
3.7.1.2.2	Viscosidad FUNN (seg/qt)	126
3.7.1.2.3	PV (cp)	128
3.7.1.2.4	Yield Point (YP)	128
3.7.1.2.5	PH	128
3.7.2	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA SECCIÓN DE 12 ¼”	131
3.7.2.1	Análisis de los parámetros de perforación	131
3.7.2.1.1	Galonaje (gpm)	131
3.7.2.1.2	Presión (psi)	131
3.7.2.1.3	Rpm total	131
3.7.2.1.4	Peso sobre la broca (WOB)	131
3.7.2.1.5	Torque (TQ)	134
3.7.2.1.6	Rata de penetración (ROP)	134
3.7.2.2	Análisis de fluidos de perforación	136
3.7.2.2.1	Densidad (LPG)	136
3.7.2.2.2	Viscosidad FUNN (seg/qt)	136
3.7.2.2.3	PV (cp)	136
3.7.2.2.4	Yield Point (YP)	136
3.7.2.2.5	PH	139
3.7.3	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA SECCIÓN DE 8 ½”	140
3.7.3.1	Análisis de los parámetros de perforación	140
3.7.3.1.1	Galonaje (gpm)	140
3.7.3.1.2	Presión (psi)	140
3.7.3.1.3	Rpm total	140
3.7.3.1.4	Peso sobre la broca (WOB)	140
3.7.3.1.5	Torque (TQ)	143
3.7.3.1.6	Rata de penetración (ROP)	143
3.7.3.2	Análisis de fluidos de perforación	145
3.7.3.2.1	Densidad (LPG)	145
3.7.3.2.2	Viscosidad FUNN (seg/qt)	145
3.7.3.2.3	PV (cp)	145
3.7.3.2.4	Yield Point (YP)	145
3.7.3.2.5	PH	148

3.8	CUADRO TÉCNICO-COMPARATIVO DE LOS MÉTODOS DE TENDENCIAS Y GAUSS, APLICADO A LOS PARÁMETROS DE PERFORACIÓN DEL CAMPO MARIANN.	149
CAPITULO IV		150
EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LOS PARÁMETROS DE PERFORACIÓN DE LOS POZOS SELECCIONADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS		150
4.1	INTRODUCCIÓN	150
4.2	EVALUACIÓN COMPARATIVA DEL CAMPO FANNY	151
4.2.1	POZOS ÓPTIMOS	151
4.2.1.1	Análisis de resultados de pozos óptimos	151
<i>4.2.1.1.1</i>	<i>Fanny-18B159</i>	151
<i>4.2.1.1.2</i>	<i>Fanny-18B166</i>	153
4.2.2	POZOS NO ÓPTIMOS	155
4.2.2.1	Análisis de resultados de pozos no óptimos	155
<i>4.2.2.1.1</i>	<i>Fanny-18B161</i>	155
<i>4.2.2.1.2</i>	<i>Fanny-18B162</i>	157
4.2.3	EVALUACIÓN COMPARATIVA ENTRE UN POZO ÓPTIMO Y UN NO ÓPTIMO	159
4.2.3.1	Análisis de resultados de la comparación entre un pozo óptimo y un no óptimo	159
4.2.4	APLICACIÓN DEL PCA A LOS POZOS SELECCIONADOS DEL CAMPO FANNY	163
4.2.4.1	Análisis de componentes principales (PCA)	163
4.2.4.2	PAleontological STatistics 3.08 (PAST)	163
4.2.4.3	Aplicación del PCA a las secciones de los pozos seleccionados del campo Fanny	165
<i>4.2.4.3.1</i>	<i>Sección 16"</i>	165
<i>4.2.4.3.2</i>	<i>Sección 12 ¼"</i>	167
<i>4.2.4.3.3</i>	<i>Sección 8 ½"</i>	169
4.3	EVALUACIÓN COMPARATIVA DEL CAMPO MARIANN	171
4.3.1	POZOS ÓPTIMOS	171
4.3.1.1	Análisis de resultados de pozos óptimos	171
<i>4.3.1.1.1</i>	<i>Mariann 4A-9</i>	171

4.3.1.1.2	<i>Mariann 35</i>	173
4.3.2	POZOS NO ÓPTIMOS	175
4.3.2.1	Análisis de resultados de pozos no óptimos	175
4.3.2.1.1	<i>Mariann 43</i>	175
4.3.2.1.2	<i>Mariann 45 ST</i>	177
4.3.3	EVALUACIÓN COMPARATIVA ENTRE UN POZO ÓPTIMO Y UN NO ÓPTIMO	179
4.3.3.1	Análisis de resultados de la comparación entre un pozo óptimo y un no óptimo	179
4.3.4	APLICACIÓN DEL PCA A LOS POZOS SELECCIONADOS DEL CAMPO MARIANN	183
4.3.4.1	Aplicación del PCA a las secciones de los pozos seleccionados del campo Mariann	183
4.3.4.1.1	<i>Sección 16"</i>	183
4.3.4.1.2	<i>Sección 12 ¼"</i>	185
4.3.4.1.3	<i>Sección 8 ½"</i>	187
CAPÍTULO V	189
ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO	189
5.1	DESCRIPCIÓN ECONÓMICA DE LOS POZOS	189
5.1.1	CAMPO FANNY	189
5.1.2	CAMPO MARIANN	190
5.2	DESCRIPCIÓN ECONÓMICA DE LOS POZOS POR SECCIÓN (16", 12 ¼" y 8 ½")	191
5.2.1	CAMPO FANNY	191
5.2.2	CAMPO MARIANN	192
5.3	APLICACIÓN DEL EVALUACIÓN ECONÓMICA A LOS POZOS DE LOS CAMPOS FANNY Y MARIANN	193
5.3.1	CAMPO FANNY	193
5.3.1.1	Fanny-18B123H	193
5.3.1.2	Fanny-18B153H	194
5.3.1.3	Fanny-18B155H	195
5.3.1.4	Fanny-18B157	196
5.3.1.5	Fanny-18B159	197

5.3.1.6	Fanny-18B161.....	198
5.3.1.7	Fanny-18B162.....	199
5.3.1.8	Fanny-18B166.....	200
5.3.2	CAMPO MARIANN.....	201
5.3.2.1	Mariann 4A-9.....	201
5.3.2.2	Mariann 14.....	202
5.3.2.3	Mariann 35.....	203
5.3.2.4	Mariann 36.....	204
5.3.2.5	Mariann 37.....	205
5.3.2.6	Mariann 41 H.....	206
5.3.2.7	Mariann 43.....	207
5.3.2.8	Mariann 45 ST.....	208
5.4	INTERPRETACIÓN GRÁFICA DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA	209
5.4.1	CAMPO FANNY.....	209
5.4.1.1	Sección 16”.....	209
5.4.1.2	Sección 12 ¼”.....	209
5.4.1.3	Sección 8 ½”.....	211
5.4.2	CAMPO MARIANN.....	212
5.4.2.1	Sección 16”.....	212
5.4.2.2	Sección 12 ¼”.....	212
5.4.2.3	Sección 8 ½”.....	212
CAPITULO VI.....		215
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		215
6.1	CONCLUSIONES.....	215
6.1.1	CAMPO FANNY.....	215
6.1.2	CAMPO MARIANN.....	218
6.2	RECOMENDACIONES.....	221

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1:	Localización del Campo Fanny 18B en el Bloque Tarapoa	2
Figura 1.2:	Columna Estratigráfica	3
Figura 1.3:	Localización del Campo Mariann en el Bloque Tarapoa	5
Figura 2.1:	Perforación de Pozos Verticales.....	9
Figura 2.2:	Tipos de Pozos Direccionales	9
Figura 2.3:	Perforación Horizontal	10
Figura 2.4:	Circulación del Fluido de Perforación	12
Figura 2.5:	Tipos de Brocas Tricónicas	14
Figura 2.6:	Componentes internos de una Broca Tricónica	14
Figura 2.7:	Broca de Cortadores Fijos	17
Figura 2.8:	Partes de una Broca de Cortadores Fijos	18
Figura 2.9:	Drill Collars	22
Figura 2.10:	Heavy Weight drill pipe.....	23
Figura 2.11:	Tipos de Estabilizadores	24
Figura 2.12:	Tipos de Tubería de Revestimiento	26
Figura 2.13:	Distribución de Tuberías de Revestimiento	26
Figura 2.14:	Selección de profundidades de asentamiento de Casing.....	29
Figura 3.1:	Ubicación de los pozos en el campo Fanny	35
Figura 3.2:	Ubicación de los pozos en el campo Mariann	36
Figura 4.1:	PAST 3.08	150
Figura 4.2:	Multivariable en PAST 3.08	164

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 3.1:	Comportamiento del Galonaje en la sección 16" del campo Fanny	38
Gráfico 3.2:	Comportamiento de la Presión en la sección 16" del campo Fanny.....	38
Gráfico 3.3:	Comportamiento de las RPM en la sección 16" del campo Fanny .	40
Gráfico 3.4:	Comportamiento del WOB en la sección 16" del campo Fanny	40
Gráfico 3.5:	Comportamiento del TQ en la sección 16" del campo Fanny	41
Gráfico 3.6:	Comportamiento de la ROP en la sección 16" del campo Fanny....	41
Gráfico 3.7:	Variación de la densidad del fluido de perforación en la sección de 16" del campo Fanny	43
Gráfico 3.8:	Variación de la viscosidad FUNN del fluido de perforación en la sección de 16" del campo Fanny	44
Gráfico 3.9:	Variación de PV del fluido de perforación en la sección de 16" del campo Fanny.....	44
Gráfico 3.10:	Variación de YP del fluido de perforación en la sección de 16" del campo Fanny.....	46
Gráfico 3.11:	Variación del PH del fluido de perforación en la sección de 16" del campo Fanny.....	46
Gráfico 3.12:	Comportamiento del Galonaje en la sección de 12 ¼" del campo Fanny.....	48
Gráfico 3.13:	Comportamiento de la Presión en la sección de 12 ¼" del campo Fanny.....	48
Gráfico 3.14:	Comportamiento de las RPM en la sección de 12 ¼" del campo Fanny.....	49
Gráfico 3.15:	Comportamiento del WOB en la sección de 12 ¼" del campo Fanny.....	49
Gráfico 3.16:	Comportamiento del TQ en la sección de 12 ¼" del campo Fanny	51
Gráfico 3.17:	Comportamiento de la ROP en la sección de 12 ¼" del campo Fanny.....	51
Gráfico 3.18:	Variación de la densidad del fluido de perforación en la sección de 12 ¼" del campo Fanny	53
Gráfico 3.19:	Variación de la viscosidad FUNN del fluido de perforación en la sección de 12 ¼" del campo Fanny.	53
Gráfico 3.20:	Variación de PV del fluido de perforación en la sección de 12 ¼" del campo Fanny.....	54
Gráfico 3.21:	Variación de YP del fluido de perforación en la sección de 12 ¼" del campo Fanny.....	54
Gráfico 3.22:	Variación del PH del fluido de perforación en la sección de 12 ¼" del campo Fanny	55
Gráfico 3.23:	Comportamiento del Galonaje en la sección de 8 ½" del campo Fanny.....	57
Gráfico 3.24:	Comportamiento de la Presión en la sección de 8 ½" del campo Fanny.....	57
Gráfico 3.25:	Comportamiento de las RPM en la sección de 8 ½" del campo Fanny.....	58

Gráfico 3.26:	Comportamiento del WOB en la sección de 8 ½” del campo Fanny.....	58
Gráfico 3.27:	Comportamiento del TQ en la sección de 8 ½” del campo Fanny .	60
Gráfico 3.28:	Comportamiento de la ROP en la sección de 8 ½” del campo Fanny.....	60
Gráfico 3.29:	Variación de la densidad del fluido de perforación en la sección de 8 ½” del campo Fanny	62
Gráfico 3.30:	Variación de la viscosidad FUNN del fluido de perforación en la sección de 8 ½” del campo Fanny.....	62
Gráfico 3.31:	Variación de PV del fluido de perforación en la sección de 8 ½” del campo Fanny.....	63
Gráfico 3.32:	Variación de YP del fluido de perforación en la sección de 8 ½” del campo Fanny.....	63
Gráfico 3.33:	Variación del PH del fluido de perforación en la sección de 8 ½” del campo Fanny.....	64
Gráfico 3.34:	Comportamiento del Galonaje en la sección de 16” del campo Mariann	66
Gráfico 3.35:	Comportamiento de la presión en la sección de 16” del campo Mariann	66
Gráfico 3.36:	Comportamiento de las RPM en la sección de 16” del campo Mariann	67
Gráfico 3.37:	Comportamiento del WOB en la sección de 16” del campo Mariann.....	68
Gráfico 3.38:	Comportamiento del TQ en la sección de 16” del campo Mariann .	68
Gráfico 3.39:	Comportamiento de la ROP en la sección de 16” del campo Mariann.....	69
Gráfico 3.40:	Variación de la densidad del fluido de perforación en la sección de 16” del campo Mariann.....	71
Gráfico 3.41:	Variación de la viscosidad FUNN del fluido de perforación en la sección de 16” del campo Mariann.....	71
Gráfico 3.42:	Variación de la PV del fluido de perforación en la sección de 16” del campo Mariann	72
Gráfico 3.43:	Variación del YP del fluido de perforación en la sección de 16” del campo Mariann	72
Gráfico 3.44:	Variación del PH del fluido de perforación en la sección de 16” del campo Mariann	73
Gráfico 3.45:	Comportamiento del Galonaje en la sección de 12 ¼” del campo Mariann	75
Gráfico 3.46:	Comportamiento de la presión en la sección de 12 ¼” del campo Mariann	75
Gráfico 3.47:	Comportamiento de las RPM en la sección de 12 ¼” del campo Mariann	76
Gráfico 3.48:	Comportamiento del WOB en la sección de 12 ¼” del campo Mariann.....	76
Gráfico 3.49:	Comportamiento del TQ en la sección de 12 ¼” del campo Mariann.....	78

Gráfico 3.50:	Comportamiento de la ROP en la sección de 12 ¼" del campo Mariann	78
Gráfico 3.51:	Variación de la densidad del fluido de perforación en la sección de 12 ¼" del campo Mariann.....	80
Gráfico 3.52:	Variación de la viscosidad FUNN del fluido de perforación en la sección de 12 ¼" del campo Mariann	80
Gráfico 3.53:	Variación de la PV del fluido de perforación en la sección de 12 ¼" del campo Mariann.....	81
Gráfico 3.54:	Variación del YP del fluido de perforación en la sección de 12 ¼" del campo Mariann.....	81
Gráfico 3.55:	Variación del PH del fluido de perforación en la sección de 12 ¼" del campo Mariann.....	82
Gráfico 3.56:	Comportamiento del Galonaje en la sección de 8 ½" del campo Mariann	84
Gráfico 3.57:	Comportamiento de la presión en la sección de 8 ½" del campo Mariann	84
Gráfico 3.58:	Comportamiento de las RPM en la sección de 8 ½" del campo Mariann	85
Gráfico 3.59:	Comportamiento del WOB en la sección de 8 ½" del campo Mariann	85
Gráfico 3.60:	Comportamiento del TQ en la sección de 8 ½" del campo Mariann.....	87
Gráfico 3.61:	Comportamiento de la ROP en la sección de 8 ½" del campo Mariann	87
Gráfico 3.62:	Variación de la densidad del fluido de perforación en la sección de 8 ½" del campo Mariann.....	89
Gráfico 3.63:	Variación de la viscosidad FUNN del fluido de perforación en la sección de 8 ½" del campo Mariann	89
Gráfico 3.64:	Variación del PV del fluido de perforación en la sección de 8 ½" del campo Mariann	90
Gráfico 3.65:	Variación del YP del fluido de perforación en la sección de 8 ½" del campo Mariann	90
Gráfico 3.66:	Variación del PH del fluido de perforación en la sección de 8 ½" del campo Mariann	91
Gráfico 3.67:	Análisis mixto del Galonaje en la sección de 16" del campo Fanny	93
Gráfico 3.68:	Análisis mixto de la Presión en la sección de 16" del campo Fanny.....	93
Gráfico 3.69:	Análisis mixto de las RPM en la sección de 16" del campo Fanny.....	95
Gráfico 3.70:	Análisis mixto del WOB en la sección de 16" del campo Fanny.....	95
Gráfico 3.71:	Análisis mixto del TQ en la sección de 16" del campo Fanny.....	96
Gráfico 3.72:	Análisis mixto de la ROP en la sección de 16" del campo Fanny ...	96
Gráfico 3.73:	Análisis mixto de la Densidad en la sección de 16" del campo Fanny.....	98
Gráfico 3.74:	Análisis mixto de la Viscosidad FUNN en la sección de 16" del campo Fanny.....	98
Gráfico 3.75:	Análisis mixto de la PV en la sección de 16" del campo Fanny.....	100

Gráfico 3.76:	Análisis mixto del Yield Point en la sección de 16" del campo Fanny.....	100
Gráfico 3.77:	Análisis mixto del PH en la sección de 16" del campo Fanny.....	101
Gráfico 3.78:	Análisis mixto de los GPM en la sección de 12 ¼" del campo Fanny.....	103
Gráfico 3.79:	Análisis mixto de la Presión en la sección de 12 ¼" del campo Fanny.....	103
Gráfico 3.80:	Análisis mixto de las RPM en la sección de 12 ¼" del campo Fanny.....	104
Gráfico 3.81:	Análisis mixto del WOB en la sección de 12 ¼" del campo Fanny	104
Gráfico 3.82:	Análisis mixto del Torque en la sección de 12 ¼" del campo Fanny.....	106
Gráfico 3.83:	Análisis mixto de la ROP en la sección de 12 ¼" del campo Fanny.....	106
Gráfico 3.84:	Análisis mixto de la Densidad en la sección de 12 ¼" del campo Fanny.....	108
Gráfico 3.85:	Análisis mixto de la Viscosidad FUNN en la sección de 12 ¼" del campo Fanny.....	108
Gráfico 3.86:	Análisis mixto de la PV en la sección de 12 ¼" del campo Fanny	109
Gráfico 3.87:	Análisis mixto del Yield Point en la sección de 12 ¼" del campo Fanny.....	109
Gráfico 3.88:	Análisis mixto del PH en la sección de 12 ¼" del campo Fanny ...	110
Gráfico 3.89:	Análisis mixto de los GPM en la sección de 8 ½" del campo Fanny.....	112
Gráfico 3.90:	Análisis mixto de la Presión en la sección de 8 ½" del campo Fanny.....	112
Gráfico 3.91:	Análisis mixto de las RPM en la sección de 8 ½" del campo Fanny.....	113
Gráfico 3.92:	Análisis mixto del WOB en la sección de 8 ½" del campo Fanny ..	113
Gráfico 3.93:	Análisis mixto del Torque en la sección de 8 ½" del campo Fanny.....	115
Gráfico 3.94:	Análisis mixto de la ROP en la sección de 8 ½" del campo Fanny	115
Gráfico 3.95:	Análisis mixto de la Densidad en la sección de 8 ½" del campo Fanny.....	117
Gráfico 3.96:	Análisis mixto de la Viscosidad FUNN en la sección de 8 ½" del campo Fanny.....	117
Gráfico 3.97:	Análisis mixto de la PV en la sección de 8 ½" del campo Fanny ..	118
Gráfico 3.98:	Análisis mixto del Yield Point en la sección de 8 ½" del campo Fanny.....	118
Gráfico 3.99:	Análisis mixto del PH en la sección de 8 ½" del campo Fanny	119
Gráfico 3.100:	Análisis mixto del galonaje en la sección de 16" del campo Mariann.....	122
Gráfico 3.101:	Análisis mixto de la presión en la sección de 16" del campo Mariann.....	122
Gráfico 3.102:	Análisis mixto de la RPM total en la sección de 16" del campo Mariann	124
Gráfico 3.103:	Análisis mixto del WOB en la sección de 16" del campo Mariann	124

Gráfico 3.104: Análisis mixto del TQ en la sección de 16" del campo Mariann	125
Gráfico 3.105: Análisis mixto de la ROP en la sección de 16" del campo Mariann.....	125
Gráfico 3.106: Análisis mixto de la densidad del fluido de perforación para la sección de 16" del campo Mariann.....	127
Gráfico 3.107: Análisis mixto de la viscosidad FUNN del fluido de perforación para la sección de 16" del campo Mariann.....	127
Gráfico 3.108: Análisis mixto del PV del fluido de perforación para la sección de 16" del campo Mariann.....	129
Gráfico 3.109: Análisis mixto del YP del fluido de perforación para la sección de 16" del campo Mariann.....	129
Gráfico 3.110: Análisis mixto del PH del fluido de perforación para la sección de 16" del campo Mariann.....	130
Gráfico 3.111: Análisis mixto del galonaje en la sección de 12 ¼" del campo Mariann	132
Gráfico 3.112: Análisis mixto de la presión en la sección de 12 ¼" del campo Mariann	132
Gráfico 3.113: Análisis mixto de la RPM total en la sección de 12 ¼" del campo Mariann	133
Gráfico 3.114: Análisis mixto del WOB en la sección de 12 ¼" del campo Mariann.....	133
Gráfico 3.115: Análisis mixto del TQ en la sección de 12 ¼" del campo Mariann	135
Gráfico 3.116: Análisis mixto de la ROP en la sección de 12 ¼" del campo Mariann.....	135
Gráfico 3.117: Análisis mixto de la densidad del fluido de perforación para la sección de 12 ¼" del campo Mariann	137
Gráfico 3.118: Análisis mixto de la viscosidad FUNN del fluido de perforación para la sección de 12 ¼" del campo Mariann	137
Gráfico 3.119: Análisis mixto del PV del fluido de perforación para la sección de 12 ¼" del campo Mariann.....	138
Gráfico 3.120: Análisis mixto del YP del fluido de perforación para la sección de 12 ¼" del campo Mariann.....	138
Gráfico 3.121: Análisis mixto del PH del fluido de perforación para la sección de 12 ¼" del campo Mariann.....	139
Gráfico 3.122: Análisis mixto del galonaje en la sección de 8 ½" del campo Mariann	141
Gráfico 3.123: Análisis mixto de la presión en la sección de 8 ½" del campo Mariann	141
Gráfico 3.124: Análisis mixto de la RPM total en la sección de 8 ½" del campo Mariann	142
Gráfico 3.125: Análisis mixto del WOB en la sección de 8 ½" del campo Mariann.....	142
Gráfico 3.126: Análisis mixto del TQ en la sección de 8 ½" del campo Mariann ..	144
Gráfico 3.127: Análisis mixto de la ROP en la sección de 8 ½" del campo Mariann.....	144
Gráfico 3.128: Análisis mixto de la densidad del fluido de perforación para la sección de 8 ½" del campo Mariann	146

Gráfico 3.129: Análisis mixto de la viscosidad FUNN del fluido de perforación para la sección de 8 ½" del campo Mariann	146
Gráfico 3.130: Análisis mixto del PV del fluido de perforación para la sección de 8 ½" del campo Mariann.....	147
Gráfico 3.131: Análisis mixto del YP del fluido de perforación para la sección de 8 ½" del campo Mariann.....	147
Gráfico 3.132: Análisis mixto del PH del fluido de perforación para la sección de 8 ½" del campo Mariann.....	148
Gráfico 4.1: Sección 16" de los pozos seleccionados del campo Fanny	166
Gráfico 4.2: Sección 12 ¼" de los pozos seleccionados del campo Fanny.....	168
Gráfico 4.3: Sección 8 ½" de los pozos seleccionados del campo Fanny.....	170
Gráfico 4.4: Sección 16" de los pozos seleccionados del campo Mariann.....	184
Gráfico 4.5: Sección 12 ¼" de los pozos seleccionados del campo Mariann ...	186
Gráfico 4.6: Sección 8 ½" de los pozos seleccionados del campo Mariann	188
Gráfico 5.1: Evaluación económica para la sección de 16" del campo Fanny..	210
Gráfico 5.2: Evaluación económica para la sección de 12 ¼" del campo Fanny.....	210
Gráfico 5.3: Evaluación económica para la sección de 8 ½" del campo Fanny	211
Gráfico 5.4: Evaluación económica para la sección de 16" del campo Mariann.....	213
Gráfico 5.5: Evaluación económica para la sección de 12 ¼" del campo Mariann.....	213
Gráfico 5.6: Evaluación económica para la sección de 8 ½" del campo Mariann.....	214

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1:	Código IADC para Broca Tricónicas.....	16
Tabla 2.2:	Código IADC para Brocas de Cortadores Fijos.....	19
Tabla 2.3:	Criterios para selección de brocas.....	20
Tabla 3.1:	Coordenadas de latitud y longitud de los pozos seleccionados del campo Fanny.....	35
Tabla 3.2:	Coordenadas de latitud y longitud de los pozos seleccionados del campo Mariann.....	36
Tabla 3.3:	Parámetros óptimos de perforación para la sección de 16" del campo Fanny.....	42
Tabla 3.4:	Parámetros óptimos del fluido de perforación para la sección de 16" del campo Fanny.....	45
Tabla 3.5:	Parámetros óptimos de perforación para la sección de 12 ¼" del campo Fanny.....	50
Tabla 3.6:	Parámetros óptimos del fluido de perforación en la sección de 12 ¼" del campo Fanny.....	55
Tabla 3.7:	Parámetros de perforación óptimos para la sección de 8 ½" del campo Fanny.....	59
Tabla 3.8:	Parámetros óptimos del fluido de perforación en la sección de 8 ½" del campo Fanny.....	64
Tabla 3.9:	Parámetros óptimos de perforación para la sección de 16" del campo Mariann.....	69
Tabla 3.10:	Parámetros óptimos del fluido de perforación para la sección de 16" del campo Mariann.....	73
Tabla 3.11:	Parámetros óptimos de perforación para la sección de 12 ¼" del campo Mariann.....	77
Tabla 3.12:	Parámetros óptimos de los fluidos de perforación para la sección de 12 ¼" del campo Mariann.....	82
Tabla 3.13:	Parámetros óptimos de perforación para la sección de 8 ½" del campo Mariann.....	86
Tabla 3.14:	Parámetros óptimos del fluido de perforación para la sección de 8 ½" del campo Mariann.....	91
Tabla 3.15:	Parámetros óptimos de perforación con Gauss para la sección de 16" del campo Fanny.....	97
Tabla 3.16:	Parámetros óptimos del fluido de perforación con Gauss en la sección de 16" del campo Fanny.....	99
Tabla 3.17:	Parámetros óptimos de perforación con Gauss para la sección de 12 ¼" del campo Fanny.....	105
Tabla 3.18:	Parámetros óptimos del fluido de perforación con Gauss en la sección de 12 ¼" del campo Fanny.....	110
Tabla 3.19:	Parámetros óptimos de perforación con Gauss para la sección de 8 ½" del campo Fanny.....	114
Tabla 3.20:	Parámetros óptimos del fluido de perforación con Gauss en la sección de 8 ½" del campo Fanny.....	119

Tabla 3.21: Parámetros óptimos promedio para las secciones 16", 12 ¼" y 8 ½" del campo Fanny	120
Tabla 3.22: Parámetros óptimos de perforación con Gauss para la sección de 16" del campo Mariann	126
Tabla 3.23: Parámetros óptimos del fluido de perforación con Gauss para la sección de 16" del campo Mariann	128
Tabla 3.24: Parámetros óptimos de perforación con Gauss para la sección de 12 ¼" del campo Mariann	134
Tabla 3.25: Parámetros óptimos del fluido de perforación con Gauss para la sección de 12 ¼" del campo Mariann	139
Tabla 3.26: Parámetros óptimos de perforación con Gauss para la sección de 8 ½" del campo Mariann	143
Tabla 3.27: Parámetros óptimos del fluido de perforación con Gauss para la sección de 8 ½" del campo Mariann	148
Tabla 3.28: Parámetros óptimos promedio para las secciones 16", 12 ¼" y 8 ½" del campo Mariann	149
Tabla 4.1: Análisis comparativo del pozo FANNY-18B159	152
Tabla 4.2: Análisis comparativo del pozo FANNY-18B166	154
Tabla 4.3: Análisis comparativo del pozo FANNY-18B161	156
Tabla 4.4: Análisis comparativo del pozo FANNY-18B162	158
Tabla 4.5: Parámetros de perforación propuestos en el campo Fanny	159
Tabla 4.6: ROP finales de las secciones de 16", 12 ¼" y 8 ½" del campo Fanny	160
Tabla 4.7: Espesores de las secciones de 16", 12 ¼" y 8 ½" del campo Fanny	160
Tabla 4.8: Horas de las secciones de 16", 12 ¼" y 8 ½" de los pozos seleccionados del campo Fanny	160
Tabla 4.9: Evaluación técnica-comparativa del FANNY-18B159	161
Tabla 4.10: Evaluación técnica-comparativa del FANNY-18B162	161
Tabla 4.11: Parámetros de pozos seleccionados para evaluación comparativa del campo Fanny	162
Tabla 4.12: ROP para la sección 16" de cada pozo seleccionado del campo Fanny	165
Tabla 4.13: ROP para la sección 12 ¼" de cada pozo seleccionado del campo Fanny	167
Tabla 4.14: ROP para la sección 8 ½" de cada pozo seleccionado del campo Fanny	169
Tabla 4.15: Análisis comparativo del pozo MARIANN 4A-9	172
Tabla 4.16: Análisis comparativo del pozo MARIANN 35	174
Tabla 4.17: Análisis comparativo del pozo MARIANN 43	176
Tabla 4.18: Análisis comparativo del pozo MARIANN 45 ST	178
Tabla 4.19: Parámetros de perforación propuestos del campo Mariann	179
Tabla 4.20: ROP finales de las secciones 16", 12 ¼" y 8 ½" del campo Mariann	180
Tabla 4.21: Espesores de las secciones 16", 12 ¼" y 8 ½" del campo Mariann	180
Tabla 4.22: Horas de las secciones 16", 12 ¼" y 8 ½" de los pozos seleccionados del campo Mariann	180
Tabla 4.23: Evaluación técnica-comparativa del MARIANN 4A-9	181

Tabla 4.24: Evaluación técnica-comparativa del MARIANN 45 ST.....	181
Tabla 4.25: Parámetros de pozos seleccionados para evaluación comparativa del campo Mariann.....	182
Tabla 4.26: ROP para la sección 16" de cada pozo seleccionado del campo Mariann.....	183
Tabla 4.27: ROP para la sección 12 ¼" de cada pozo seleccionado del campo Mariann.....	185
Tabla 4.28: ROP para la sección 8 ½" de cada pozo seleccionado del campo Mariann.....	187
Tabla 5.1: Evaluación económica de los pozos del campo Fanny.....	189
Tabla 5.2: Evaluación económica de los pozos del campo Mariann.....	190
Tabla 5.3: Evaluación económica de los pozos por secciones del campo Fanny.....	191
Tabla 5.4: Evaluación económica de los pozos por secciones del campo Mariann.....	192
Tabla 5.5: Evaluación económica del pozo FANNY-18B123H.....	193
Tabla 5.6: Evaluación económica del pozo FANNY-18B153H.....	194
Tabla 5.7: Evaluación económica del pozo FANNY-18B155H.....	195
Tabla 5.8: Evaluación económica del pozo FANNY-18B157.....	196
Tabla 5.9: Evaluación económica del pozo FANNY-18B159.....	197
Tabla 5.10: Evaluación económica del pozo FANNY-18B161.....	198
Tabla 5.11: Evaluación económica del pozo FANNY-18B162.....	199
Tabla 5.12: Evaluación económica del pozo FANNY-18B166.....	200
Tabla 5.13: Evaluación económica del pozo MARIANN 4A-9.....	201
Tabla 5.14: Evaluación económica del pozo MARIANN 14.....	202
Tabla 5.15: Evaluación económica del pozo MARIANN 35.....	203
Tabla 5.16: Evaluación económica del pozo MARIANN 36.....	204
Tabla 5.17: Evaluación económica del pozo MARIANN 37.....	205
Tabla 5.18: Evaluación económica del pozo MARIANN 41 H.....	206
Tabla 5.19: Evaluación económica del pozo MARIANN 43.....	207
Tabla 5.20: Evaluación económica del pozo MARIANN 45 ST.....	208
Tabla 6.1: Parámetros óptimos del campo Fanny.....	215
Tabla 6.2: Tipos de lodos usados en el campo Fanny.....	216
Tabla 6.3: PCA para los pozos del campo Fanny.....	216
Tabla 6.4: Parámetros óptimos del campo Mariann.....	218
Tabla 6.5: Tipos de lodos usados en el campo Mariann.....	219
Tabla 6.6: PCA para los pozos del campo Mariann.....	219
Tabla 6.7: Cuadro General de beneficios.....	220
Tabla 6.8: Parámetros de los campos Fanny y Mariann.....	222

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Matriz general de los parámetros de perforación del campo Fanny..	232
Anexo A1: Matriz de los parámetros de perforación para la sección de 16" del campo Fanny.....	234
Anexo A2: Matriz de los parámetros de perforación para la sección de 12 ¼" del campo Fanny.....	236
Anexo A3: Matriz de los parámetros de perforación para la sección de 8 ½" del campo Fanny.....	238
Anexo B: Matriz general de los parámetros de perforación del campo Mariann.....	240
Anexo B1: Matriz de los parámetros de perforación para la sección de 16" del campo Mariann.....	242
Anexo B2: Matriz de los parámetros de perforación para la sección de 12 ¼" del campo Mariann.....	244
Anexo B3: Matriz de los parámetros de perforación para la sección de 8 ½" del campo Mariann.....	246
Anexo C: Matriz general de los parámetros del fluido de perforación del campo Fanny.....	248
Anexo C1: Matriz de los parámetros del fluido de perforación para la sección de 16" del campo Fanny.....	249
Anexo C2: Matriz de los parámetros del fluido de perforación para la sección de 12 ¼" del campo Fanny.....	250
Anexo C3: Matriz de los parámetros del fluido de perforación para la sección de 8 ½" del campo Fanny.....	251
Anexo D: Matriz general de los parámetros del fluido de perforación del campo Mariann.....	252
Anexo D1: Matriz de los parámetros del fluido de perforación para la sección de 16" del campo Mariann.....	253
Anexo D2: Matriz de los parámetros del fluido de perforación para la sección de 12 ¼" del campo Mariann.....	254

Anexo D3: Matriz de los parámetros de perforación para la sección de 8 ½" del campo Mariann.....	255
Anexo E: Evaluación comparativa a los pozos del campo Fanny aplicando los parámetros propuestos.....	256
Anexo F: Evaluación comparativa a los pozos del campo Mariann aplicando los parámetros propuestos.....	258
Anexo G: Evaluación técnica-económica a los pozos del campo Fanny.....	260
Anexo H: Evaluación técnica-económica a los pozos del campo Mariann.....	262
Anexo I: Proceso de cálculo de los porcentajes absolutos promedios y generales.....	264

RESUMEN

El proyecto “Estudio Técnico y Económico de las operaciones de perforación en las secciones de 16”, 12 ¼” y 8 ½”, de pozos que se perforaron en los campos Fanny y Mariann”, está dirigido a mejorar el proceso de perforación de los campos anteriormente mencionados, generando un ahorro a la empresa debido a que se reducirán los tiempos de perforación y consecuentemente los costos.

Los reportes finales de perforación facilitados por la ARCH han sido interpretados y representados en matrices para su posterior análisis.

A continuación, se mostrará la estructura del presente proyecto de acuerdo al contenido de cada capítulo.

En el primer capítulo se describen las generalidades y estratigrafía de los campos Fanny y Mariann en base a la información facilitada.

El segundo capítulo abarca lo referente a fundamentos teóricos que ayudaran a comprender de mejor manera el progreso de este proyecto. Entre los temas descritos están: tipos de perforación, fluidos, brocas, tubería de perforación, Casing, BHA y parámetros.

En el tercer capítulo se desarrolla el análisis de los parámetros más influyentes en la perforación aplicando dos métodos: Tendencias y Gauss. Luego entre estos métodos se obtienen los rangos óptimos finales.

El cuarto capítulo contiene una evaluación comparativa entre los pozos óptimos y no óptimos, además de un análisis de componentes principales para cada una de las secciones de los pozos de los campos Fanny y Mariann respectivamente.

En el quinto capítulo se presenta el estudio técnico-económico, mostrando el ahorro generado al aplicar los parámetros sugeridos en este proyecto, de acuerdo a cada sección analizada.

Finalmente, el sexto capítulo expone las conclusiones y recomendaciones del presente proyecto, las cuales van dirigidas a las secciones de 16”, 12 ¼” y 8 ½” de los campos Fanny y Mariann, cuyo objetivo principal es optimizar futuras perforaciones.

PRESENTACIÓN

La perforación de pozos petroleros es un proceso que representa una gran inversión, por lo que es de gran importancia controlar los parámetros manteniéndolos dentro de un rango permisible para llevar con éxito dicha actividad.

Generalmente los problemas que se presentan son debido a la aplicación de parámetros que pueden estar fuera de un rango aceptable, lo que implica un mayor tiempo de perforación y por consiguiente un gasto elevado al planeado.

Es así que el objetivo principal del presente proyecto es determinar parámetros óptimos de perforación para las secciones de 16", 12 ¼" y 8 ½" en los campos Fanny y Mariann mediante la interpretación y análisis de los reportes finales de perforación facilitados por la ARCH.

CAPITULO I

DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA Y GEOLÓGICA DE LOS CAMPOS FANNY Y MARIANN

1.1 CAMPO FANNY

1.1.1 BREVE RESEÑA HISTÓRICA

El Campo Fanny, fue descubierto con la perforación del pozo Fanny-1 por parte de la compañía Cayman en Enero de 1972. A partir del año 1975 se inicia la perforación de pozos fuera del límite del Bloque Tarapoa (Fanny 18B-1, B-2 y B-3), confirmándose la continuidad de la estructura hacia el sur en áreas pertenecientes a Petroproducción (Ex CEPE), por lo que se decide técnicamente y contractualmente realizar los trámites para la operación “unificada” de este campo.

La empresa Andes Petroleum Ecuador Ltd. asumió el control de la concesión del Bloque Tarapoa desde marzo de 2006, cuyo campo principal es el FANNY-18B.

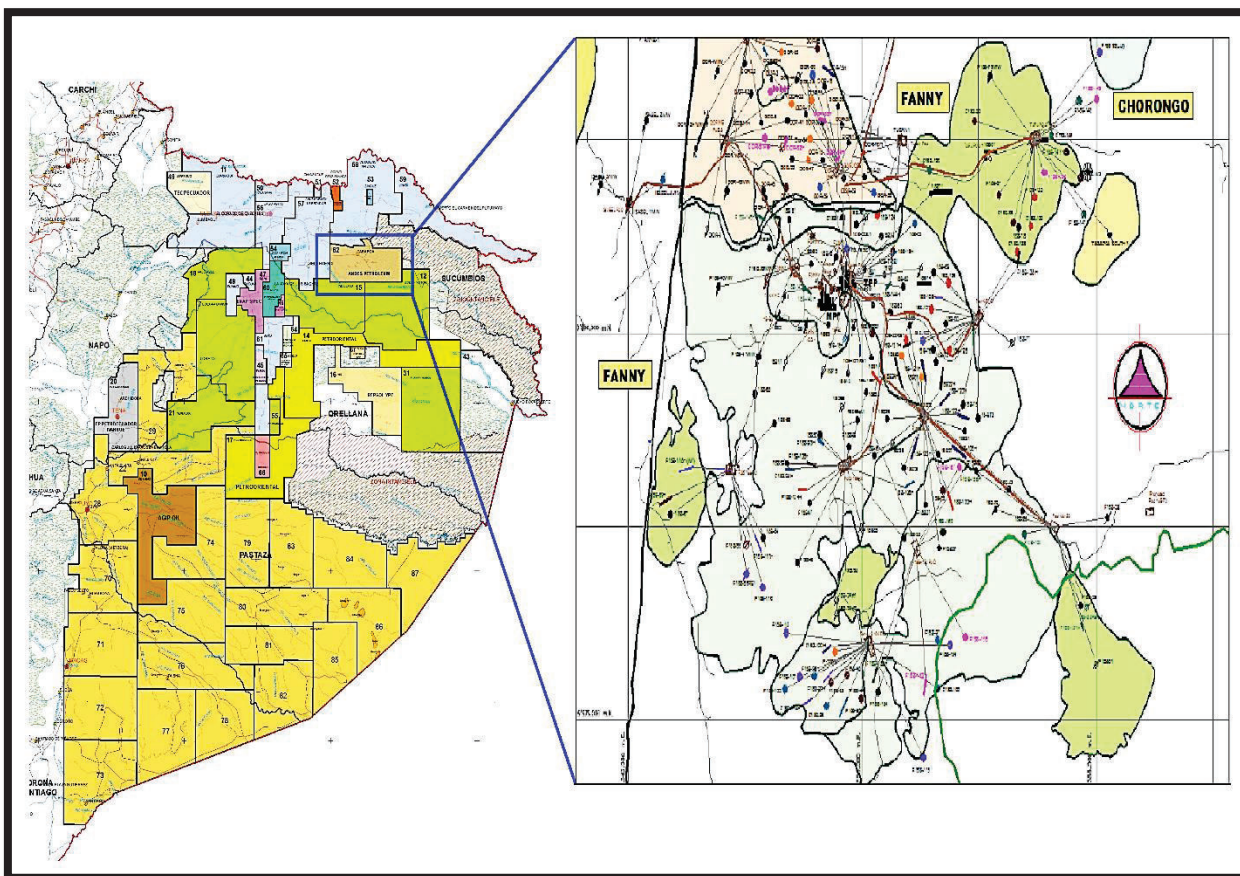
Hasta la fecha, el campo produce un crudo de 22.3 °API de la **arena Napo M1** y un crudo de 19.6 °API de la **arena Napo U Inferior**. Adicionalmente se han encontrado pequeñas acumulaciones de hidrocarburos en las formaciones **Napo T** y **Basal Tena**.

1.1.2 DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA

1.1.2.1 Ubicación

El campo Fanny se encuentra ubicado en la región central del Bloque Tarapoa de la Cuenca Oriente del Ecuador y al sur del campo Dorine. Las acumulaciones de petróleo en Fanny corresponden a una combinación de trampas estratigráficas y estructurales, las mismas que fueron desarrolladas con las pruebas iniciales de producción del pozo Fanny-1 que se realizaron en el primer semestre de 1978, descubriendo los yacimientos hidrocarbúferos “M-1” con un petróleo de alrededor de 22.3° API y “U Inferior” con un crudo de 19.6° API.

Figura 1.1: Localización del Campo Fanny 18B en el Bloque Tarapoa



Fuente: Secretaria de Hidrocarburos

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge


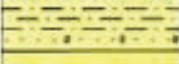












1.1.3 DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

1.1.3.1 Estratigrafía general

En estos campos, los principales reservorios productores son las areniscas “M-1” y “U” de la Formación Napo Superior. La Arenisca “M-2” ha sido considerada un reservorio marginal debido a sus características petrofísicas pobres (altamente calcárea y arcillosa), por otro lado, los yacimientos “U” superior e inferior en algunos campos tienden a formar un solo reservorio.

Para el reservorio “M-1”, se ha llegado a determinar dos unidades presentes que se constituyen en reservorio y que presentan características propias para cada una.

Figura 1.2: Columna Estratigráfica

EDAD	FORMACIÓN	DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA		
Q	MESA		Terrazas de arcillas y arenisca tobáceas, Conglomerados	
TERCIARIO	CHAMBIRA		Arcillas, areniscas, conglomerados	CONTIN.
			CONGLOMERADOS, arcillas en partes	
	CHALCANA		Arcillas, poca arenisca	MARINO
	ORTEGUASA		Lutitas pardas, poca arenisca	CONTINENT.
	TIYUYACU		Arcillas rojas, verdes, violeta, areniscas gruesas y conglomerado	
	CRETÁCICO	TENA		Arcilla roja y areniscas
M - 1			Arenisca blanca cuarzosa porosa, permeable	
NAPO			*A* - Arenisca *U* - Caliza *B* - Arenisca *T* - Caliza	
HOLLÍN			Arenisca cuarzosa blanca	
JURÁSICO	CHAPIZA		Flujos de lava, brechas, "Red Beds", arcillas, y arenisca, poco conglomerado	CONTINENTAL
	SANTIAGO		Calizas y esquistos (bituminosos), escasa arenisca	MARINO
PALEOZOICO	MACUMA		Caliza, lutita, dolomita, arenisca	
	PUMBUIZA		Lutita gris-negro	
P C	BASAMENTO		Esquisto, gneis, granito	

Fuente: Secretaria de Hidrocarburos

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

1.1.3.2 Arenas productoras

Las arenas productoras entrecruzadas dentro de las secuencias de la formación Napo se dividen en miembros del más antiguo al más reciente: T, U, M-2, M-1. Dentro del campo Fanny 18B en el bloque Tarapoa, la zona productora y de principal interés es la arenisca M-1, seguida en importancia por la arenisca U-INF.

1.1.3.2.1 Arenisca M1

La arenisca M1 se le interpreta como una depositación dentro de un ambiente estuarinos influenciado por mareas durante el transcurso de un prolongado descenso y sub-secuente levantamiento del nivel del mar. La arenisca M1, basada en el estudio de núcleos, representa una secuencia compleja de canales estuarinos dominados por secuencia fluviales y de marea que varían gradualmente a canales de marea abandonados y rellenos por secuencia de lodos. La arenisca M1 tiene base erosiva que termina en lutitas marinas subyacentes a la formación Napo Superior.

Sobre el carbón/lodolita y las arcillas carbonáceas, se encuentra una unidad regresiva de depósitos de llanura de inundación pertenecientes a la formación Tena. Estos depósitos representan la primera evidencia del levantamiento de los Andes al oeste, y ocurre durante el Cretácico Tardío a Terciario Temprano.

1.1.3.2.2 Arenisca U-Inferior

En base a análisis de núcleos, la arenisca U inferior dentro del campo Fanny del Bloque Tarapoa se interpreta como canales fluviales que pro gradan verticalmente a areniscas de canales de mareas estuarinas con sus correspondientes facies de abandono.

Los canales fluviales a la base de la secuencia de la arenisca U inferior erosionan a los depósitos de caliza B, que consiste de calizas costa afuera y lodolitas de playa. Sobreponiéndose a las arenas de canales estuarinos de marea están depósitos alternantes en capas de arena y lodo, que se formaron dentro del ambiente de llanura de marea.

1.2 CAMPO MARIANN

1.2.1 BREVE RESEÑA HISTÓRICA

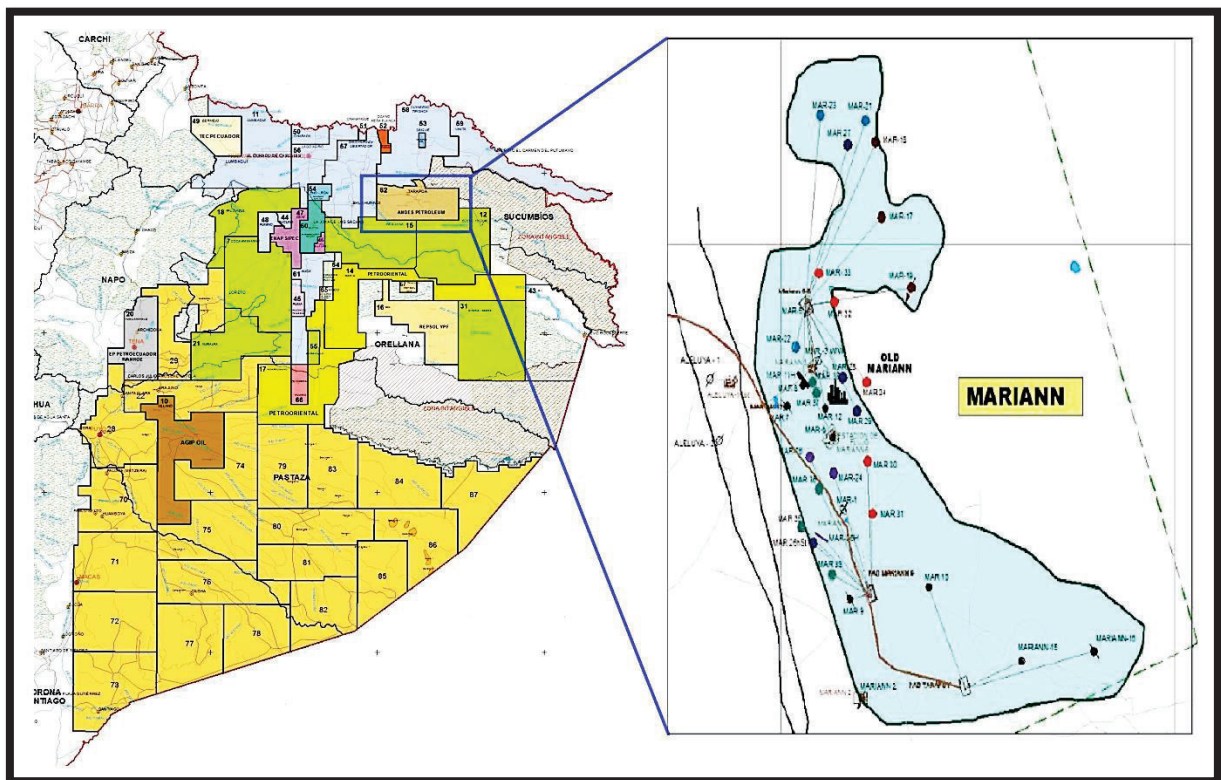
El campo Mariann fue descubierto en 1971 por la Corporación Cayman conjuntamente con City Investing Company y puesto en producción en 1978 después de que el pozo Mariann 1 diera buenos resultados.

1.2.2 DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA

1.2.2.1 Ubicación

El Bloque Tarapoa se encuentra ubicado en la región Oriental, Provincia de Sucumbíos. En general, todos los campos del Bloque Tarapoa, se definen y separan considerando como referencia las fallas locales y regionales. En este caso, el Campo Mariann, se desarrolla en el bloque levantado al este de la falla denominada Mariann.

Figura 1.3: Localización del Campo Mariann en el Bloque Tarapoa



Fuente: Secretaria de Hidrocarburos

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

1.2.3 DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

1.2.3.1 Arenas productoras

1.2.3.1.1 Arenisca Basal Tena

Arena con intercalaciones de limonita y arcillolita, el tamaño del grano es de muy fino a fino, con propiedades como: cuarzosa, subtransparente, cemento calcáreo y matriz caolinitica generalmente de color blanca lechosa a blanca. El espesor entre 6 a 90 pies con una permeabilidad de 600 a 1000 md y porosidad promedio de 17 %. Por lo general se muestra con CAP o mojada.

1.2.3.1.2 Arenisca M-1

Arena cuarzosa frecuentemente de color café clara su tamaño de grano de fino a mediano con forma subangular a subredondeada. Presenta manchas de hidrocarburo de color café oscuro, no existe fluorescencia natural. En el inferior de la arena presenta arenisca intercalada con lutita y su tamaño del grano es normalmente grueso. El espesor esta entre 15 a 100 pies con permeabilidad de 1000 a 450 md y porosidad promedio de 27 %. Arena por lo general de bajo potencial con presencia de CAP.

1.2.3.1.3 Arenisca U inferior

Esta formación tiene presencia de hidrocarburos su característica visual es de color gris oscuro, cuarzosa de grano muy fino a medio, sedimentario y arcilloso. Permeabilidad entre 50 y 400 md con porosidad promedio de 18 %.

Esta formación tiene presencia de hidrocarburos su característica visual es de color gris oscuro, cuarzosa de grano muy fino a medio, sedimentario y arcilloso.

Permeabilidad entre 50 y 400 md con porosidad promedio de 18 %. El espesor de la arena entre 20 a 140 pies, es una arenisca cuarzosa con un tipo de grano medio a fino, tiene pequeñas intercalaciones de lutitas y limonitas principalmente en el miembro superior, características del grano es subredondeado a subangular.

1.2.3.1.4 Arenisca U superior

Es una formación con un espesor entre 30 a 130 pies con características de arenisca cuarzosa de grano fino a medio, con intercalación de cuerpos lutíticos, y glauconíticos la forma del grano es subredondeado a subangular. La calidad de este reservorio es pobre a bueno. Es una arena con baja permeabilidad, pero tiene un bajo potencial que puede ser producido, aunque no se presenta en forma general en el Campo Mariann.

1.2.3.1.5 Arenisca T superior

Esta formación podría representar una sucesión fluvial entrelazada con areniscas de grano medio a grueso llegando de 74 a 118 pies de espesor e intercalada con delgadas capas de lodolita o arenisca arcillosa. La calidad petrofísica en promedio de este Reservorio es de buena a excelente.

Debido al espesor y la falta de interestratificación con depósitos finos de planicie, la conectividad de este reservorio es excelente. El petróleo presente en este reservorio tiene un promedio de 31°API y la salinidad promedio presente es de 3000 a 4000 ppm Equivalente de NaCl.

Comprende una serie de intercalaciones de arenisca y lutitas, las arenas en su mayoría glauconitas contienen variables cantidades de arcilla y carbonatos en la matriz, el espesor aumenta en dirección al sur del Campo, la permeabilidad varía entre 50 y 400 md con porosidad promedio de 17 %.

1.2.3.1.6 Arenisca T inferior

Comprende arenisca de grano fino a muy fino, generalmente de grano medio, la característica de la forma del grano es subangular a subredondeado. La porosidad promedio es del 14 % y con espesor entre 15 a 50 pies. Esta arena está generalmente formada por arenisca arcillosa o lodolita arenosa de grano fino a medio con altos contenidos de glauconita (a veces > 50 %) y abundante bioturbación, con cuerpos arenosos de 2 a 10 pies de espesor, separados por depósitos arcillosos marino-calcáreos y limolitas.

CAPITULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LOS PARÁMETROS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE PERFORACIÓN

La perforación de un pozo petrolero consiste en hacer un agujero desde la superficie hasta la zona de interés con la finalidad de extraer los hidrocarburos presentes en el subsuelo. (NOUS Group, s.f.)

2.1 TIPOS DE PERFORACIÓN

2.1.1 PERFORACIÓN VERTICAL

Este tipo de perforación consiste en construir el hoyo en dirección perpendicular a la horizontal, siendo esta técnica la más desafiante debido a la dificultad para mantener la verticalidad.

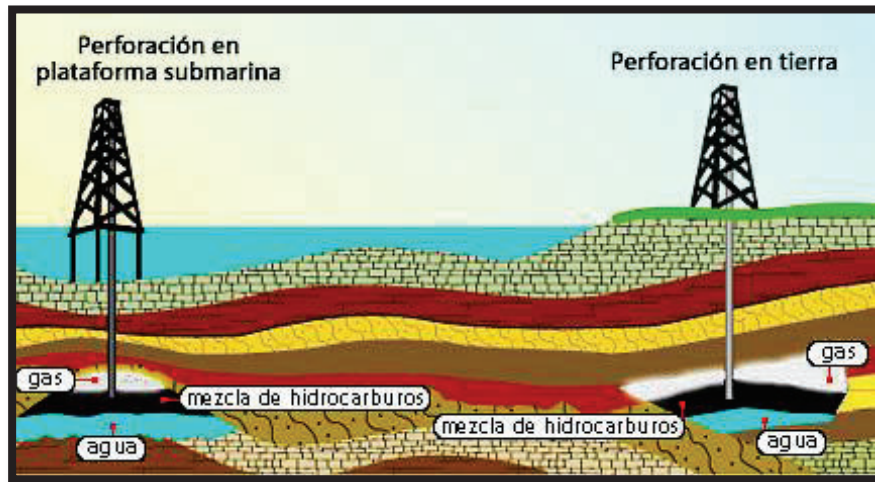
Se considera un hoyo vertical cuando su trayectoria está dentro del perímetro de un cilindro imaginario. (Dos santos et al., 2012)

Factores que afectan la verticalidad

- Características de la sarta de perforación.
- Clase de broca.
- Velocidad de rotación.
- Peso sobre la broca.
- Tipo de lodo.
- Hidráulica de perforación.
- Dureza de las rocas
- Buzamiento de la formación.

(La Comunidad Petrolera, 2009)

Figura 2.1: Perforación de Pozos Verticales



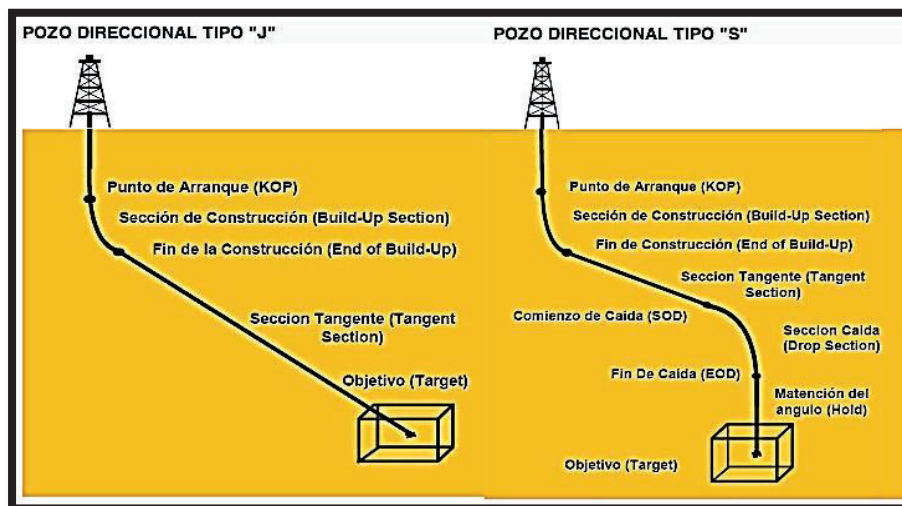
Fuente: INEGI.org

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

2.1.2 PERFORACIÓN DIRECCIONAL

En este tipo de perforación se procede a dirigir el pozo a lo largo de una trayectoria hacia la reserva de hidrocarburos. El hoyo debe estar contenido dentro de unos límites relativos al ángulo de inclinación y relación horizontal-vertical. (Bourgoyne et al., 1986)

Figura 2.2: Tipos de Pozos Direccionales



Fuente: Petroblogger.com

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Causas para realizar una Perforación Direccional

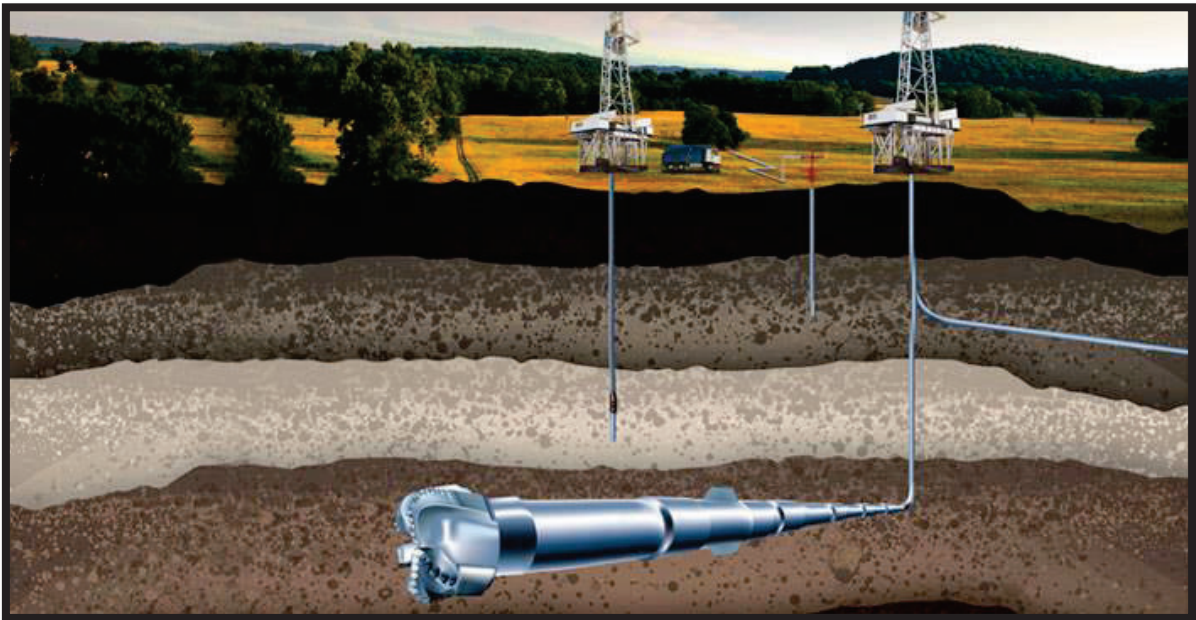
- Perforar múltiples pozos desde una misma plataforma.
- Evitar perforar domos salinos.
- Perforar pozos de alivio (contrarrestar presiones).
- Cambiar la dirección de un hoyo perforado originalmente (Side Track).
- Realizar control de desviación en pozos verticales.
- Mejor aprovechamiento del espesor del yacimiento.

(Sánchez, 2009)

2.1.3 PERFORACIÓN HORIZONTAL

Es el proceso de perforación desde la superficie hasta una ubicación en el subsuelo justo por encima del depósito de hidrocarburos conocida como Kickoff point (KOP) para luego desviarse de la vertical formando una curva y así llegar al reservorio con una inclinación horizontal o casi horizontal. (Helms, 2008)

Figura 2.3: Perforación Horizontal



Fuente: rockstone.com

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Características

- Mediante un pozo horizontal se puede retrasar significativamente problemas de tasas de producción bajas, baja eficiencia de extracción y/o abandono prematuro.
- Permite utilizar un lodo de perforación de menor densidad en la sección horizontal cuando el pozo está entubado.
- Una perforación horizontal puede costar hasta el 300% del valor de un pozo vertical.

(Perforación Horizontal, s.f.)

2.2 FACTORES QUE INCIDEN EN EL RENDIMIENTO DE LA SARTA DE LA PERFORACIÓN

2.2.1 FLUIDOS DE PERFORACIÓN

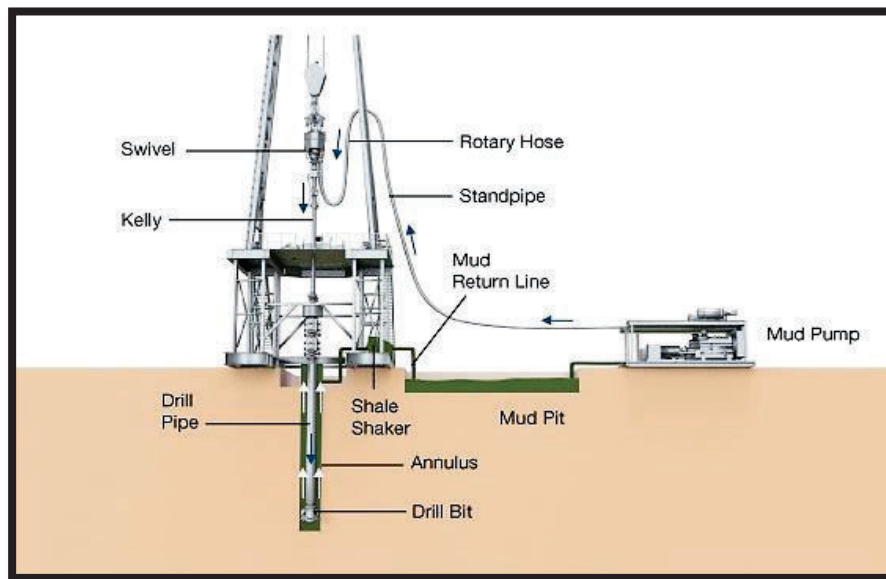
El lodo de perforación es básicamente un fluido ya sea base agua o aceite que realiza un recorrido desde la tubería de perforación saliendo por la broca y retornando por el espacio anular llevando los recortes del fondo del pozo hacia la superficie permitiendo así el buen progreso de la perforación. (Skalle, 2012)

Funciones del Fluido de Perforación

- Acarrear los recortes a la superficie
- Enfriar y lubricar la broca y la sarta de perforación
- Mantener los Sólidos en suspensión
- Limpiar la parte baja de la broca
- Balancear la presión de la formación
- Estabilizar el pozo
- Sellar formaciones permeables
- Minimizar el daño a la formación
- Controlar la corrosión de las herramientas del pozo

Las funciones más importantes en una operación de perforación en particular deberían tener la mayor importancia en el diseño del lodo. (Annis & Smith, 1996)

Figura 2.4: Circulación del Fluido de Perforación



Fuente: Petroleum online

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

2.2.1.1 Propiedades del lodo de perforación

2.2.1.1.1 Densidad (ρ)

Representa la masa por unidad de volumen comúnmente en libras por galón (lpg). Es una de las características más importantes debido a que la presión hidrostática controla el influjo a la formación lo cual influye en gran medida la eficiencia de perforación. Incrementa con la adición de materiales Sólidos y decrece con la adición de agua, aceite o la oxigenación del líquido. (Smith, 1996)

2.2.1.1.2 Propiedades Reológicas

2.2.1.1.2.1 Viscosidad Plástica (PV)

Es la viscosidad que resulta de la fricción mecánica entre Sólidos y líquidos es expresada en centipoise, depende de la concentración, tamaño y forma de los Sólidos presentes en el fluido. Es de mucha importancia el control de Sólidos para mejorar el comportamiento reológico y obtener altas tasas de penetración.

Una PV baja junto con un alto punto cedente permite una limpieza efectiva del hoyo con alta tasa de penetración. (American Petroleum Institute, 1962)

2.2.1.1.2.2 *Yield Point (YP)*

Es una medida de las fuerzas de atracción entre las partículas bajo condiciones dinámicas. Es la fuerza que ayuda a mantener el flujo. Está relacionado con la capacidad de limpieza del fluido en condiciones dinámicas, incrementando por la acción de contaminantes solubles como el carbonato, calcio, y Sólidos reactivos de formación. Es expresado en lb/100ft² (Smith, 1996)

2.2.1.1.2.3 *Resistencia de Gel*

La resistencia o fuerza de gel es una medida de la atracción física y electroquímica dentro de condiciones estáticas. Se relaciona con la capacidad de suspensión del fluido definiendo así el buen rendimiento del mismo. Se mide en lb/100ft² (Arab Oil Books, s.f.)

2.2.1.1.3 *Filtrado*

Indica la cantidad de fluido que pasa a través de una parte de la formación dejando un revoque en la pared cuando la presión de lodo es mayor a la presión de la formación. Un lodo ideal es aquel que ofrece un filtrado pequeño y un revoque delgado y resistente. (Khodja et al, 2010)

2.2.1.1.4 *Potencial de Hidrogeno (pH)*

Describe la acidez o la alcalinidad de un lodo, definido como el logaritmo negativo del ion hidrogeno (H⁺). Se debe mantener un valor mínimo de 7 para controlar la corrosión. Un rango de pH óptimo esta entre 8 y 11. (Arab Oil Books, s.f.)

2.2.1.1.5 *Methylene Blue Test (MBT)*

Generalmente en unidades de Kg/m³, es una medida de la concentración total de arcillas reactivas que posee el lodo de perforación ofreciéndonos un estimado del intercambio catiónico de las formaciones perforadas. (Obando, s.f.)

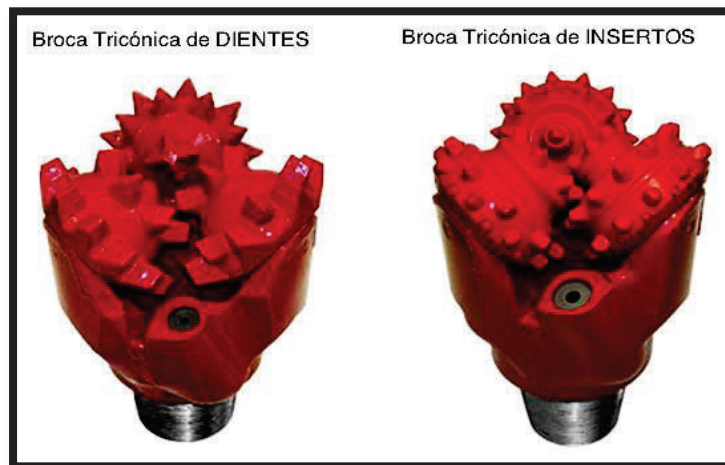
2.2.2 **BROCAS**

Broca de perforación o también conocida como barrena es la herramienta que desintegra la roca del fondo del pozo por la acción de movimientos giratorios y peso sobre la misma. (Farahat, 2006)

2.2.2.1 Brocas Tricónicas

Como lo dice su nombre, estas brocas poseen 3 conos los cuales van triturando la roca y luego limpiándose entre sí. Pueden ser de dientes de acero o insertos de carburo de tungsteno, esta selección va de acuerdo a la estructura de corte y los requerimientos del tipo de formación a perforar. (Smith Internacional, 2005)

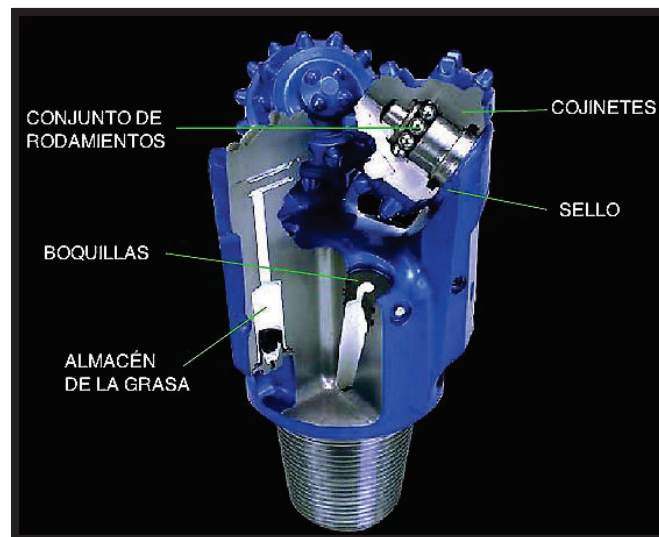
Figura 2.5: Tipos de Brocas Tricónicas



Fuente: Geopetróleo

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Figura 2.6: Componentes internos de una Broca Tricónica



Fuente: Halliburton

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Las brocas de dientes de acero son utilizadas para formaciones blandas y de baja resistencia a la compresión, mientras que los insertos sirven para perforar formaciones semiduras, duras semiabrasivas y duras abrasivas. Se tiene mayor rata de penetración cuando el peso sobre la broca es mayor por lo que se debe evitar demasiado peso ya que podría resultar contraproducente para la broca.

Como componentes principales de los conos de una broca Tricónica se tienen:

- Estructura cortadora
- Almacén de la grasa
- Cojinete (De la Torre, 2008)
- Sello

2.2.2.1.1 Código IADC para Brocas Tricónicas

Una metodología estándar ha sido desarrollada por la International Association of Drilling Contractors (IADC) para clasificar y describir las barrenas empleadas.

El código se enfoca en tres caracteres numéricos que serán descritos a continuación:

- **Primer Dígito.** Abarca un rango del 1 al 8 donde trata sobre el sistema de corte y la dureza de la formación, 1 a 3 para dientes de acero y 4 a 8 para dientes de insertos, mientras mayor sea la numeración mayor será la dureza de la formación.
- **Segundo Dígito.** Clasifica la intensidad de la dureza para cada sistema de corte expresado en el primer dígito con una numeración de 1 a 4 (suave a dura).
- **Tercer Dígito.** Indica el sistema de rodamiento involucrando varios parámetros como tipo de perforación, fluidos, lubricación, protecciones, etc.

Tabla 2.1: Código IADC para Brocas Tricónicas

	1er Dígito		2do Dígito		3er Dígito								
	Sistema de Corte		Dureza		Sistema de Rodamiento								
					1	2	3	4	5	6	7	8	9
DIENTES DE ACERO	1	Dientes de acero para formación blanda	1	Suave	TOBERAS PARA LODO Y BALEROS ESTÁNDAR	TOBERAS AIRE/LODO Y BALERO ESTÁNDAR	PROTECCIÓN AL CALIBRE Y BALERO ESTÁNDAR	BALERO SELLADO AUTOLUBRICANTE	BALERO SELLADO Y PROTECCIÓN AL CALIBRE	CHUMACERA SELLADA	CHUMACERA SELLADA Y PROTECCIÓN AL CALIBRE	PARA PERFORACIÓN DIRECCIONAL	OTROS
			2	Media Suave									
			3	Media Dura									
			4	Dura									
	2	Dientes de acero para formación media	1	Suave									
			2	Media Suave									
			3	Media Dura									
			4	Dura									
	3	Dientes de acero para formación dura	1	Suave									
			2	Media Suave									
			3	Media Dura									
			4	Dura									
DIENTES DE INSERTOS	4	Dientes de inserto para formación muy blanda	1	Suave									
			2	Media Suave									
			3	Media Dura									
			4	Dura									
	5	Dientes de inserto para formación blanda	1	Suave									
			2	Media Suave									
			3	Media Dura									
			4	Dura									
	6	Dientes de inserto para formación media	1	Suave									
			2	Media Suave									
			3	Media Dura									
			4	Dura									
	7	Dientes de inserto para formación dura	1	Suave									
			2	Media Suave									
			3	Media Dura									
			4	Dura									
8	Dientes de inserto para formación extra dura	1	Suave										
		2	Media Suave										
		3	Media Dura										
		4	Dura										

Fuente: Código IADC para Brocas Tricónicas

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

2.2.2.2 Brocas de Cortadores Fijos

Este tipo de brocas no poseen partes móviles, su cuerpo puede ser de acero o de carburo de tungsteno con los cortadores incrustados, los mismos que de acuerdo a su material pueden ser:

- Cortadores de compactos de diamante policristalinos (PDC)
- Cortadores de diamante térmicamente estable (TSP)
- Cortadores de diamante natural

(CEDIP, s.f.)

Figura 2.7: Broca de Cortadores Fijos



Fuente: Geopetróleo

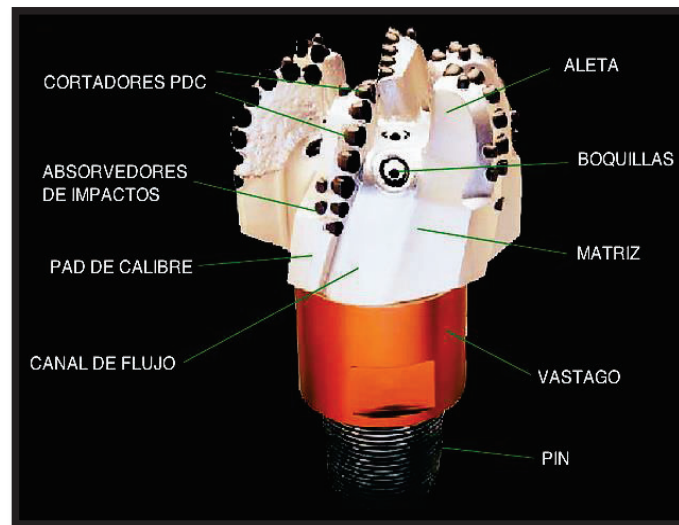
Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Entre las partes más importantes de las brocas de Cortadores Fijos tenemos:

- Cortadores
- Absorvedores de impactos
- Pad de calibre
- Canal de flujo
- Aleta
- Boquillas
- Matriz
- Vástago
- Pin

(Halliburton, s.f.)

Figura 2.8: Partes de una Broca de Cortadores Fijos



Fuente: Halliburton

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

- **Cortadores de compactos de diamante policristalinos (PDC):** En la actualidad es el tipo de broca más utilizada para la perforación de pozos petroleros, desempeñándose de mejor manera en formaciones no abrasivas suaves, firmes y semiduras.

No se las debe utilizar en formaciones gomosas. Se obtiene un óptimo rendimiento con poco peso sobre la broca, altas RPM y altas velocidades de lodo. (Farahat, 2006)

- **Cortadores de diamante térmicamente estable (TSP):** Las brocas con estos cortadores son utilizadas para formaciones de extrema dureza como caliza dura, basalto y arenas finas duras. (Morales, 2013)
- **Cortadores de diamante natural:** El diamante es el material más duro conocido, este tipo de brocas se lo utiliza en casos únicos de extrema dureza y abrasión. (Morales, 2013)

2.2.2.2.1 Código IADC para Brocas de Cortadores Fijos

Este código contiene una letra y tres números (cuatro dígitos) por medio de los cuales se puede determinar las características más elementales de las brocas de cortadores fijos como son:

- Tipo de cortador
- Material del cuerpo
- Perfil del cuerpo
- Diseño hidráulico
- Tamaño y densidad de cortadores

Tabla 2.2: Código IADC para Brocas de Cortadores Fijos

1er Dígito	2do Dígito		3er Dígito			4to Dígito			
	Perfil del cuerpo		Diseño Hidráulico			Tamaño y densidad de cortadores			
D	Diamante Natural	Material del cuerpo	Diseño de cortadores			En aletas	En costilla	No agrupado	O = Impregnado
			Salida abierta						
M	PDC	Material del cuerpo	Diseño de cortadores			En aletas	En costilla	No agrupado	O = Impregnado
			Orificio fijo						
S	PDC	Material del cuerpo	Diseño de cortadores			En aletas	En costilla	No agrupado	O = Impregnado
			Toberas						
T	TSP	Material del cuerpo	Diseño de cortadores			En aletas	En costilla	No agrupado	O = Impregnado
			R = Flujo radial X = Flujo cruzado O = Otro						
D	Diamante Natural	Material del cuerpo	Diseño de cortadores			En aletas	En costilla	No agrupado	O = Impregnado
			Salida abierta						
M	PDC	Material del cuerpo	Diseño de cortadores			En aletas	En costilla	No agrupado	O = Impregnado
			Orificio fijo						
S	PDC	Material del cuerpo	Diseño de cortadores			En aletas	En costilla	No agrupado	O = Impregnado
			Toberas						
T	TSP	Material del cuerpo	Diseño de cortadores			En aletas	En costilla	No agrupado	O = Impregnado
			R = Flujo radial X = Flujo cruzado O = Otro						

Fuente: Código IADC para Brocas de Cortadores Fijos

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

2.2.2.3 Selección de brocas

Este constituye uno de los aspectos de mayor importancia en el proceso de perforación de pozos petroleros. Un proceso de perforación involucra varios tipos de brocas, las cuales serán seleccionadas tomando en cuenta todas las características de la estructura de corte como son:

- Propiedades de la Formación
 - Compresión
 - Elasticidad
 - Abrasión
 - Atrapamiento
 - Porosidad
 - Intercalaciones
 - Reactividad hidráulica
 - Vibración
- (REED HY-CATALOG, 2012)

Tabla 2.3: Criterios para selección de brocas

ESTRUCTURA DE CORTE		DISEÑO DE BROCAS
PROPIEDADES DE LAS FORMACIONES	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Alta densidad de cortadores Insertos durables Alto WOB , Bajas RPM
	Abrasión	Insertos resistentes al desgaste Insertos de diamantes Bajas RPM Protección del calibre
	Intercalaciones	Broca de alta duración Ajuste de WOB y RPM
Reactividad hidráulica		Baja densidad de cortadores Boquillas asimétricas Dientes largos
Vibración del conjunto de fondo		Calibre durable Placas estabilizadoras Cambios de RPM

Fuente: REED HY-CATALOG

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

2.2.3 BHA (BOTTOM HOLE ASSEMBLY)

Constituye la sección de herramientas de la sarta de perforación comprendida entre la tubería de perforación y la broca.

El BHA además de aportar con el peso suficiente a la broca también ayuda a gran cantidad de fines útiles durante el proceso de la perforación, de los cuales se puede mencionar:

- Controlar la dirección y desviación del hoyo.
- Prevenir doglegs (pata de perro) y key seats (ojo de llave).
- Producir un buen agujero y de tamaño completo.
- Mejorar el desempeño de la broca.
- Minimizar problemas durante la perforación.
- Reducir al mínimo las vibraciones nocivas.
- Minimizar la pega de presión diferencial.

(Smith International, 2001)

Los componentes principales del BHA son:

- Drill Collar (Barra de perforación)
- Heavy Weight (Tubería pesada)
- Estabilizadores
- Accesorios

Además, puede incluir un motor de fondo y herramientas de medición.

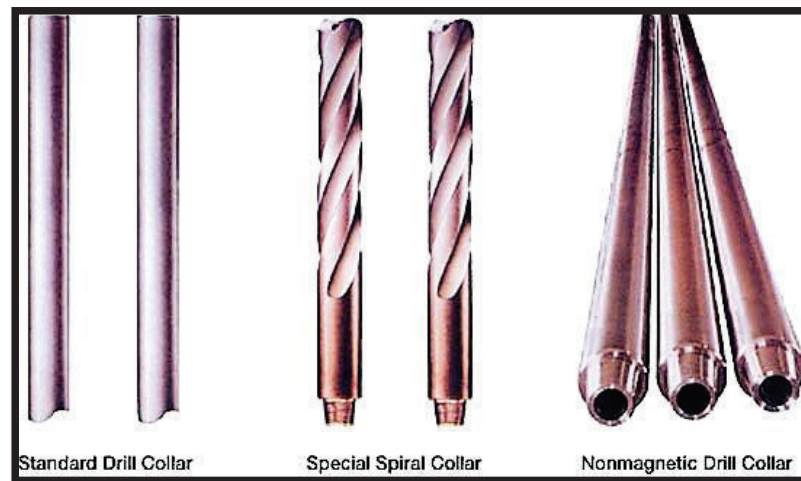
2.2.3.1 Drill Collar (Barra de perforación)

Son tubulares pesados de pared gruesa generalmente de acero, utilizados para poner peso sobre la broca.

Funciones

- Proveer el peso para sobre la broca.
- Mantener la tensión en la tubería de perforación.
- Prevenir el pandeo de la sarta de perforación.
- Dar el efecto de péndulo en la perforación de agujeros rectos.

Figura 2.9: Drill Collars



Fuente: PEMSCO

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Tipos

- Diámetros Externos OD generalmente usados van de 4 ¾" a 9 ½"
- Longitudes de 30 a 31 ft
- En forma de barra cuadrada para zonas con gran tendencia natural a la desviación.
- Espiralados para zonas propensas al atrapamiento de la sarta.
- No magnéticos para incrementar la resistencia a la corrosión.

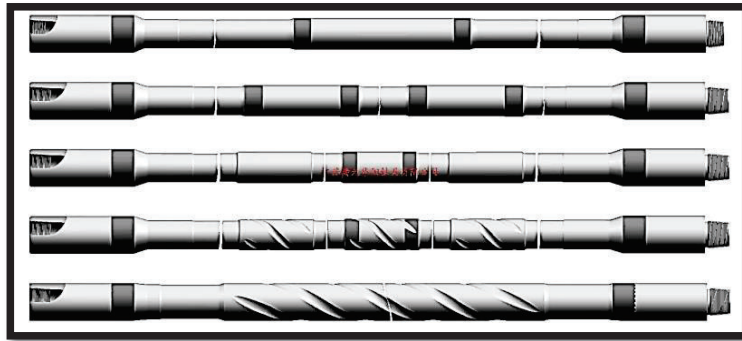
(Schlumberger, s.f.)

2.2.3.2 Heavy Weight (Tubería pesada)

Es un tubo de pared gruesa con una longitud mayor a la tubería de perforación, pero con las mismas dimensiones de las conexiones, constituyendo una zona de transición entre la tubería de perforación y los Drill Collar.

Cuentan con un refuerzo metálico externo en el centro del tubo y también se los encuentra disponibles con un diseño espiralado. (Cruz, 2009)

Figura 2.10: Heavy Weight drill pipe



Fuente: HERTZ-ENG

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Funciones

- Prevenir el combamiento de la tubería de perforación.
- Resistir la compresión sin sufrir causar daño a los acoples.
- Mantener la Tubería de Perforación rotando en tensión.
- Utilizado como reemplazo de los Drill Collar en ciertas situaciones.

(Schlumberger, s.f.)

2.2.3.3 Estabilizadores

Son herramientas que controlan la desviación del pozo que se está perforando además de cuidar al BHA del contacto con las paredes del hoyo y permitir una correcta entubación. La distribución de los estabilizadores se la realizara de acuerdo a la trayectoria de la perforación. (Christensen-Roder, 2015)

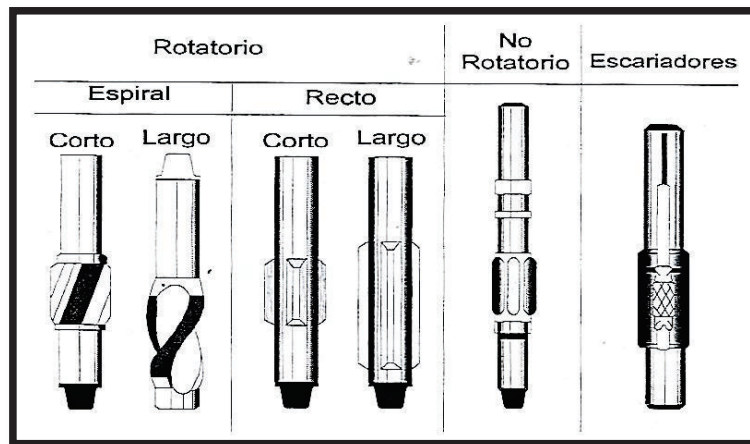
Tipos

- Estabilizadores de camisa rotatoria
- Estabilizadores de camisa no rotatoria
- Estabilizadores escariadores

Funciones

- Disminuir la fatiga en las conexiones al reducir el pandeo de la sarta.
- Reducir la pega de tubería al separar las barras de las paredes del hoyo.
- Prevenir cambios bruscos de ángulo al aumentar la rigidez del BHA.
- Minimizar la desviación del hoyo. (PerfoBlogger, 2012)

Figura 2.11: Tipos de Estabilizadores



Fuente: Fundamentos de Ingeniería de Petróleo

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

2.2.3.4 Accesorios

El uso de estos accesorios en el ensamblaje de fondo es de gran importancia para lograr una perforación sobresaliente. A continuación, se describirá su función y ubicación de ensamblaje.

- **Amortiguador (SOC Absorber).** Ubicado sobre la broca con la función de minimizar la vibración de la sarta de perforación.
- **Martillo (Drilling Jar).** Se encarga de proveer energía de impacto en las sartas atascadas, su posición es intercalada en la tubería pesada tensionada.
- **Acelerador (Drilling Accelerator).** Su ensamblaje se lo realiza una junta por encima del martillo con el trabajo de incrementar la energía del martillo.
- **Motores (Drilling Motors).** El objetivo de los motores es suministrar rotación de fondo, aplicado en perforación direccional y se encuentra sobre la broca.
- **Herramientas de Medición (MWD).** Se las puede instalar ya sea encima de la barrena, amortiguador o motor, su función es medir los parámetros de fondo en tiempo real. (Cruz, 2009)

2.2.4 TUBERÍA DE REVESTIMIENTO

En la perforación de pozos petroleros una de las operaciones esenciales es la de revestir el hoyo con tubería de acero (Casing). Conforme aumenta la profundidad, los diámetros sucesivamente son más pequeños enroscados entre sí para conformar una tubería a lo largo de la toda la profundidad necesaria. Una vez instalado el revestimiento se lo cementa con la finalidad de ofrecer soporte adicional y sello de presión al pozo.

Funciones

- Evitar el derrumbe de las formaciones dentro del pozo.
- Aislar formaciones inestables, zonas de alta presión, acuíferos, zonas de gas, etc.
- Proteger las formaciones productoras.
- Controlar presiones cada vez mayores a medida que la profundidad aumenta.
- Posibilitar la realización de pruebas de producción.
- Servir para la conexión de equipo de superficie y de producción.

(Hawker et al, 2001)

2.2.4.1 Clasificación de la Tubería de Revestimiento

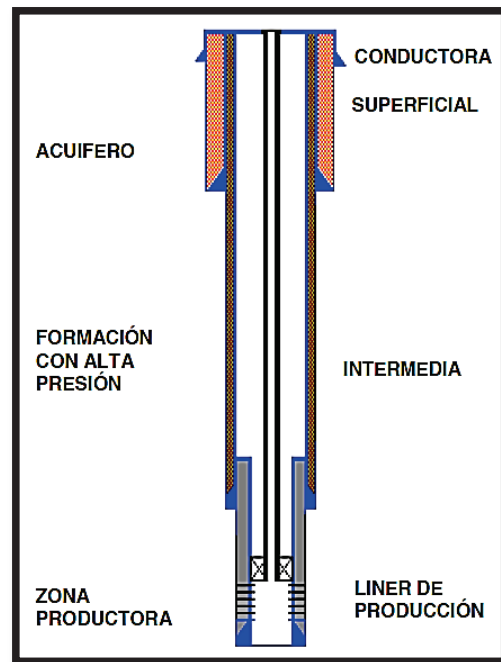
Cada uno de los tipos de Casing cumple con determinadas funciones dentro de las operaciones de perforación.

La tubería de revestimiento se clasifica en:

- Conductora
- Estructural
- Superficial
- Intermedia
- Cortas (Liners)
- Explotación o Producción

(UNAM, 2010)

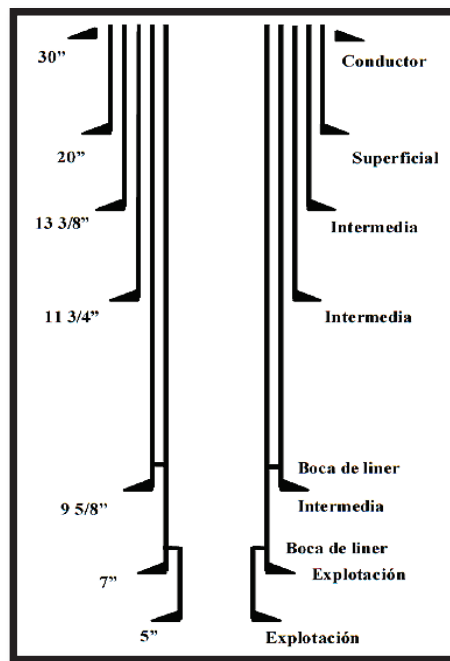
Figura 2.12: Tipos de Tubería de Revestimiento



Fuente: UNAM

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Figura 2.13: Distribución de Tuberías de Revestimiento



Fuente: CEDIP

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

2.2.4.1.1 Tubería de Revestimiento Conductora

Es el primer Casing que se instala al iniciar la perforación del pozo, su objetivo principal es proporcionar un medio de circulación y control del lodo de perforación que retorna del fondo del pozo además de posibilitar el avance de la perforación hasta la profundidad de instalación de la tubería superficial. En determinadas ocasiones se instala un desviador de flujo (diverter) para manejar flujos de agua o gas superficial y enviarlos afuera de la localización. (CEDIP, 2012)

2.2.4.1.2 Tubería de Revestimiento Estructural

Constituye una tubería de revestimiento adicional entre el Casing conductor y superficial con la finalidad de solucionar inconvenientes de pérdida de circulación, derrumbes y flujos superficiales. (UNAM, 2010)

2.2.4.1.3 Tubería de Revestimiento Superficial

Instalada para servir de anclaje a la BOP para controlar problemas relacionados con zonas de presión anormal. Este revestimiento debe tener la capacidad de soportar la BOP, resistir presiones de fluidos a mayor profundidad, proteger formaciones de agua dulce y evitar el derrumbe de formaciones poco consolidadas. (Hawker et al, 2001)

2.2.4.1.4 Tubería de Revestimiento Intermedio

Este revestimiento facilita el control del pozo en zonas de presiones anormales, aísla formaciones problemáticas que puedan contaminar el lodo de perforación, así como flujos de agua salada y permite disminuir la densidad del lodo para perforar zonas normales debajo de zonas de alta presión. (La Comunidad Petrolera, 2009)

2.2.4.1.5 Tubería de Revestimiento Corta o Liner

Las tuberías de revestimiento Cortas no se instalan hasta la superficie, sino que solo se colocan hasta una altura determinada con un traslape de aproximadamente 300 a 500 pies. Son empleadas como una alternativa para controlar las presiones de formación o fractura a un costo menor. (UNAM, 2010)

2.2.4.1.6 *Tubería de Revestimiento de Explotación*

Es la tubería es instalada hasta cubrir la zona productora a través de la cual se completa, produce, controla y repara el pozo durante toda su vida productiva.

Entre las funciones principales tenemos:

- Aislar las formaciones para facilitar la producción de arenas diferentes.
- Evitar el flujo cruzado.
- Proteger al equipo de producción.
- Trabajar como un conducto de fluidos a la superficie.

(Hawker et al, 2001)

2.2.4.2 Diseño del Casing

El objetivo principal del diseño es seleccionar la tubería adecuada en cuanto a peso, grado y juntas de tal forma que asegure la integridad de la perforación, completación y demás requerimientos del pozo. Además, este diseño debe ser económicamente rentable ya que la tubería de revestimiento representa aproximadamente el 18% del costo total óptimo del pozo.

En la selección de la tubería de revestimiento apropiada se tienen que tomar en cuenta tres fuerzas muy importantes que son:

- Presión interna
- Presión externa (colapso)
- Carga axial y longitudinal (tensión y compresión)

(CEDIP, 2012)

2.2.4.3 Asentamiento del Casing

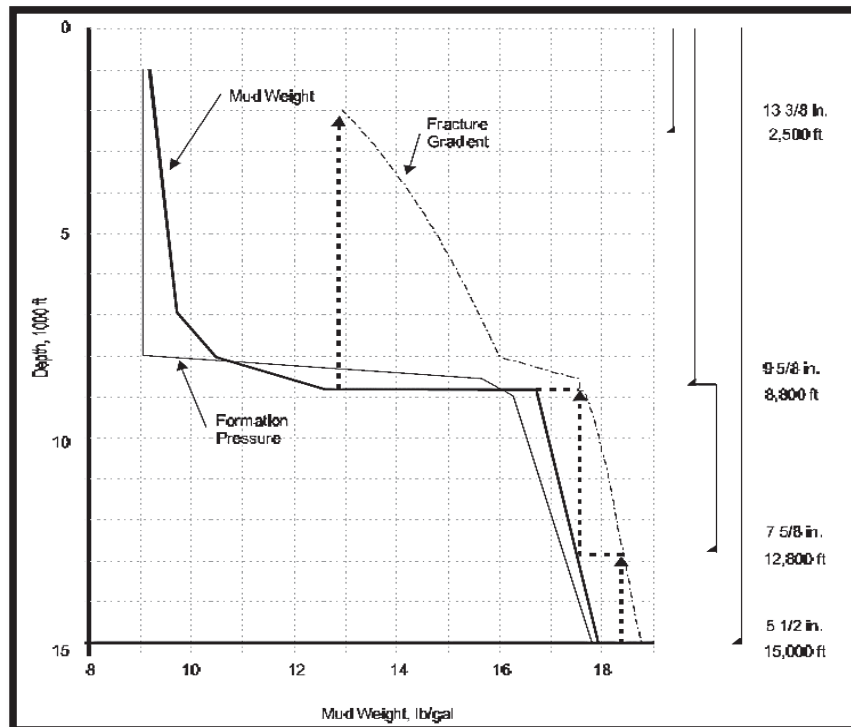
Para llevar a cabo la planificación del asentamiento de las tuberías de revestimiento es importante considerar la siguiente información:

- Profundad total del pozo
- Diámetro del Casing de producción o del agujero en la última etapa.
- Trayectoria programada del pozo.
- Columna geológica del agujero a perforar.
- Sección estructural.

- Presión de fractura y de poro.
- Márgenes de viaje empleados en el movimiento de tuberías.
- Margen del lodo para control de posibles brotes.
- Densidades del fluido de perforación.

Esta información es obtenida de datos de perforación de pozos vecinos y evaluaciones sísmicas y geológicas. Con la cual se puede realizar un gráfico de gradientes de densidad equivalente de la presión de poro y de fractura. A los valores de la presión de poro y fractura se les deberá aplicar un margen de control considerando los efectos de viaje de la tubería y el posible ingreso de fluidos al pozo. (Castro, 2013)

Figura 2.14: Selección de profundidades de asentamiento de Casing



Fuente: ENI

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

La selección de la profundidad de asentamiento como se puede apreciar en la figura 2.14, inicia en el fondo proyectando la densidad del lodo a la profundidad total hasta el punto en que choca con gradiente de fractura y se repite el proceso para los demás revestidores. (ENI, 1999)

2.3 PARÁMETROS DE PERFORACIÓN

2.3.1 PESO SOBRE LA BROCA (WOB)

Su significado es peso sobre la broca y es la cantidad de fuerza hacia abajo ejercida sobre la broca; este peso es ejecutado por los Drill Collar y los Heavy Weight. El peso debe aplicarse continuamente a la broca y así mantener la broca en profundidad con el objetivo de estabilizarla y evitar que se produzcan remolinos. (Calispa y Villegas ,2013)

Conforme la estructura de corte de la broca se desgasta, se requerirá más peso para mantener la tasa de penetración. En general, se debe aplicar peso, antes de que se supere la velocidad rotaria, de manera que la estructura de corte se mantenga en profundidad para estabilizar la broca y evitar remolino. (Arab Oil Books, s.f.)

2.3.2 CAUDAL (GPM)

Es la medida de la tasa de circulación dada por el número de golpes por minuto o ciclos producidos por las bombas de lodo, esta medida puede ser convertida en galones por minuto (gpm), y es importante para determinar tiempos necesarios de llenado del lodo en el pozo. (Calispa y Villegas ,2013)

También se lo conoce como tasa de flujo; el caudal está relacionado directamente con la limpieza del hueco y de la broca, ya que es el encargado de la remoción de los cortes o ripios del fondo del pozo hacia la superficie. (UNAM, 2010)

2.3.3 REVOLUCIONES POR MINUTO (RPM)

La velocidad de rotación total de la broca es igual a la velocidad de rotación en superficie más la velocidad de rotación del motor en profundidad y no es limitada por el uso de brocas PDC. (Calispa y Villegas ,2013)

Se debe evitar una alta velocidad de rotación en formaciones abrasivas para que no exista un rápido desgaste por abrasión; mientras que velocidades de rotación altas en formaciones duras pueden reducir la tasa de penetración,

porque los cortadores no penetran en la formación para seguir cortándola. (Calispa y Villegas ,2013). Cuando la broca empieza a crear remolino no se debe tener una alta velocidad de rotación porque puede iniciar resonancia (altos niveles de vibración) de la sarta, problema que no se desea tener. (Schlumberger, s.f.)

2.3.4 TORQUE

También conocido como torsión, es la propiedad de la fuerza para hacer girar al cuerpo se mide con una magnitud física la cual se denomina torque y se la mide en libras fuerza/pie. (Albán y Álvarez, 2014)

$$\tau = \left(\frac{lbf}{ft} \right)$$

El incremento del torque produce:

- Cambios en los ángulos del agujero
- Cambio de formación
- Propiedades no adecuadas del lodo
- Incremento en el WOB
- Limpieza inadecuada del pozo

(CEDIP, 2012)

La disminución del torque produce:

- Cambios de formación
- Cambios en la velocidad de rotación
- Disminución en el WOB
- Mejora en las propiedades del lodo

(Albán y Álvarez, 2014)

El torque irregular/variable produce:

- Broca embolada
- Perforación de formación arenosa
- Fugas en la tubería
- WOB excesivo
- Cambios en la velocidad de rotación

(Castro, 2013)

El torque rotativo es un indicador de lo que está pasando al nivel de la broca de perforación. Por ejemplo:

Alto torque en la PDC implica que la broca está excavando; bajo torque indica que la PDC podría estar patinando en una formación dura y la estructura de corte podría estar embolada. (Schlumberger, s.f.)

Alto torque en la broca Tricónica podría significar que los conos están bloqueados, en dicho caso el torque se reduce a medida que los dientes se desgastan; torque medio implicaría que puede estar excavando; mientras que el torque bajo indica que la estructura de corte podría estar embolada. (Calispa y Villegas ,2013)

2.3.5 TASA DE PENETRACIÓN (ROP)

Es la velocidad con la cual la broca penetra la formación, es la medida de los pies perforados en una hora, se la mide en ft/h; es un indicador del estado de la broca, ya que si no se encuentra en un rango de trabajo es señal de que es tiempo de cambiarla, esto también dependerá del modo de perforación, rotando o deslizando. (Albán y Álvarez, 2014)

Un incremento en el ROP podría indicar:

- Cambio en la formación
- Perforación cerca del balance (reduciendo sobrebalance)

(Castro, 2013)

Una disminución en la ROP puede resultar de una o más de las siguientes condiciones:

- Barrena desgastada
- Los parámetros WOB, RPM o hidráulicos no están optimizados
- Cambios en la formación
- Fugas hidráulicas en la sarta
- Transferencia inconsistente del WOB

(Albán y Álvarez, 2014)

2.3.6 PRESIÓN CIRCULANTE

Es aquella presión que es ejercida por las bombas de lodo antes de entrar al circuito circulatorio. El incremento de presión circulante podría ser debido a una o más de las siguientes causas:

- Peso mayor del lodo o propiedades inadecuadas del lodo
- Toberas de la barrena taponadas o parcialmente taponadas
- Tasa de flujo (gasto) incrementada
- Restricción anular

(Albán y Álvarez, 2014)

La disminución de presión circulante puede deberse a una o más de las siguientes causas:

- Peso del lodo más liviano
- Fuga en la sarta
- Reducción en la tasa de flujo (caudal o gasto)
- Aire en el lodo
- Mal funcionamiento de la bomba

(Perfoblogger, s.f)

CAPÍTULO III

ANÁLISIS TÉCNICO DE LOS PARÁMETROS DE PERFORACIÓN DE LOS POZOS SELECCIONADOS DE LOS CAMPOS FANNY Y MARIANN

3.1 ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN

La organización de la información obtenida a través de los reportes finales de perforación, se la realizará mediante matrices, generadas con Microsoft Excel, el cual nos permite elaborar cuadros estadísticos y gráficos que representen la información ingresada de cada pozo.

3.1.1 ESTRUCTURACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Las matrices presentadas en los anexos A y B se han organizado todos los parámetros de perforación que serán objeto del presente análisis en las secciones 16", 12 ¼" y 8 ½" para cada pozo de los campos FANNY y MARIANN.

En el anexo A y B se puede encontrar información de los parámetros de perforación como GPM, presión en las bombas, RPM, WOB, TQ, ROP promedio, tipo de perforación y formaciones además del récord de brocas en donde constan el tipo, marca, modelo, IADC, boquillas, área total de flujo e intervalo perforado. El anexo C y D, hace referencia al tipo de fluido de perforación, profundidad, densidad, viscosidades, Yield point y PH.

3.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Los pozos fueron elegidos tomando en cuenta su ubicación con el objetivo de que sean representativos de cada uno de los campos con la finalidad de obtener un análisis confiable que describa la realidad de los campos. Se han elaborado tablas que contienen la ubicación de cada uno de los pozos con sus respectivas coordenadas geográficas que se encuentran dentro de la zona UTM 18S, estas ubicaciones han sido representadas en mapas elaborados en Google Earth.

3.2.1 COORDENADAS Y UBICACIÓN DE LOS POZOS SELECCIONADOS DEL CAMPO FANNY

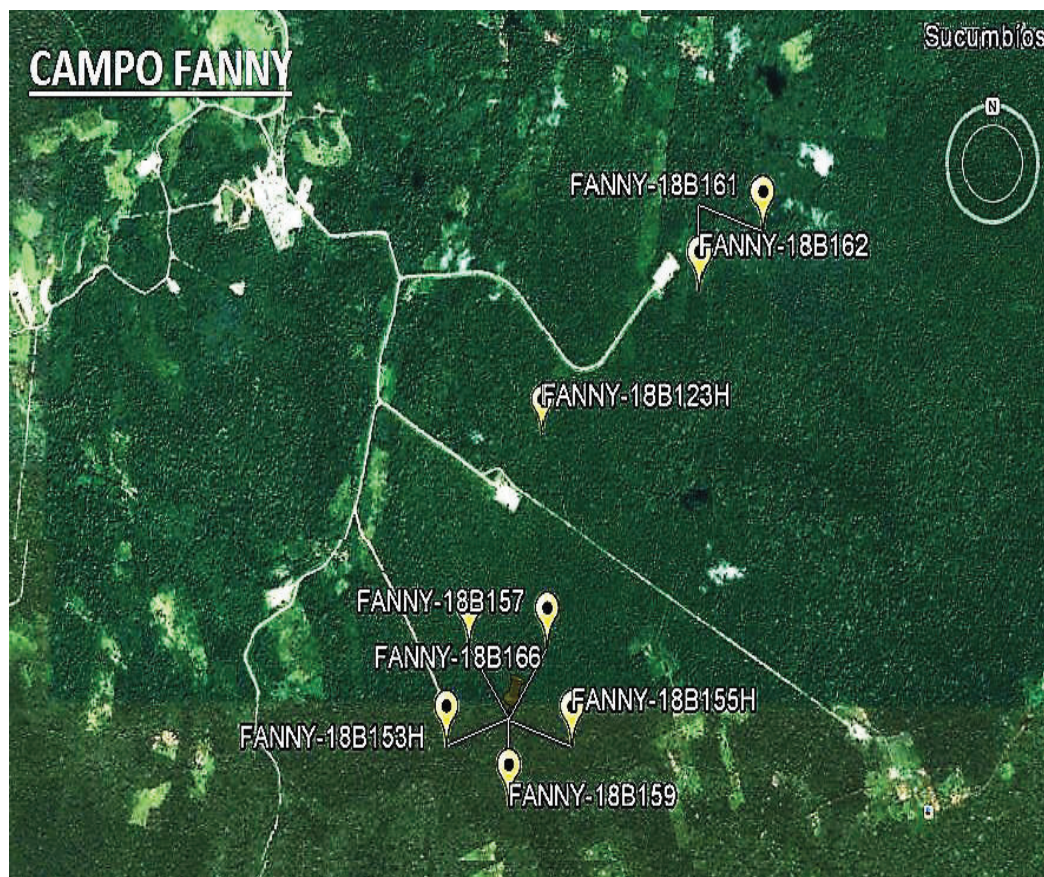
Tabla 3.1: Coordenadas de latitud y longitud de los pozos seleccionados del campo Fanny

POZO	LATITUD	LONGITUD
FANNY-18B123H	0° 11' 27.090" S	76° 20' 8.640" W
FANNY-18B153H	0° 12' 22.229" S	76° 20' 14.098" W
FANNY-18B155H	0° 12' 22.543" S	76° 20' 13.933" W
FANNY-18B157	0° 12' 22.017" S	76° 20' 14.208" W
FANNY-18B159	0° 12' 22.12355" S	76° 20' 14.15261" W
FANNY-18B161	0° 10' 43.725" S	76° 19' 30.560" W
FANNY-18B162	0° 10' 43.807" S	76° 19' 30.644" W
FANNY-18B166	0° 12' 21.912" S	76° 20' 14.263" W

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Figura 3.1: Ubicación de los pozos en el campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.2.2 COORDENADAS Y UBICACIÓN DE LOS POZOS SELECCIONADOS DEL CAMPO MARIANN

Tabla 3.2: Coordenadas de latitud y longitud de los pozos seleccionados del campo Mariann.

POZO	LATITUD	LONGITUD
MARIANN-4A 9	0° 5' 34.290 S	76° 16' 11.890 W
MARIANN-14	0° 10' 27.979 S	76° 14' 13.266 W
MARIANN-35	0° 9' 58.007" S	76° 14' 51.989 W
MARIANN-36	0° 9' 58.11953" S	76° 14' 51.94963" W
MARIANN-37	0° 8' 26.61489" S	76° 15' 19.37912" W
MARIANN-41	0° 10' 28.093 S	76° 14' 13.231 W
MARIANN-43	0° 10' 27.641 S	76° 14' 13.375 W
MARIANN-45ST	0° 12' 2.55" S	76° 13' 55.23" W

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Figura 3.2: Ubicación de los pozos en el campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.3 ANÁLISIS TÉCNICO DE LOS PARÁMETROS DE PERFORACIÓN EN EL CAMPO FANNY CON EL MÉTODO DE TENDENCIAS.

El presente análisis nos permitirá realizar un estudio a las secciones de 16", 12 ¼" y 8 ½", para poder determinar los diferentes parámetros de perforación. Para alcanzar dicho objetivo utilizaremos el método de tendencias que nos permitirá determinar rangos, tendencias y promedios de cada parámetro tiene a lo largo del campo. La información se encuentra tabulada en el Anexo A, el cual muestra toda la información del campo en un cuadro estadístico realizado en Excel.

3.3.1 ANÁLISIS DE LA SECCIÓN DE 16"

3.3.1.1 Análisis de los parámetros de perforación

Mediante la lectura de los reportes finales de perforación se ha logrado obtener la información de cada uno de los parámetros como galonaje, presión, RPM, WOB, torque y ROP los cuales han sido representados en el Anexo A1 para la sección de 16".

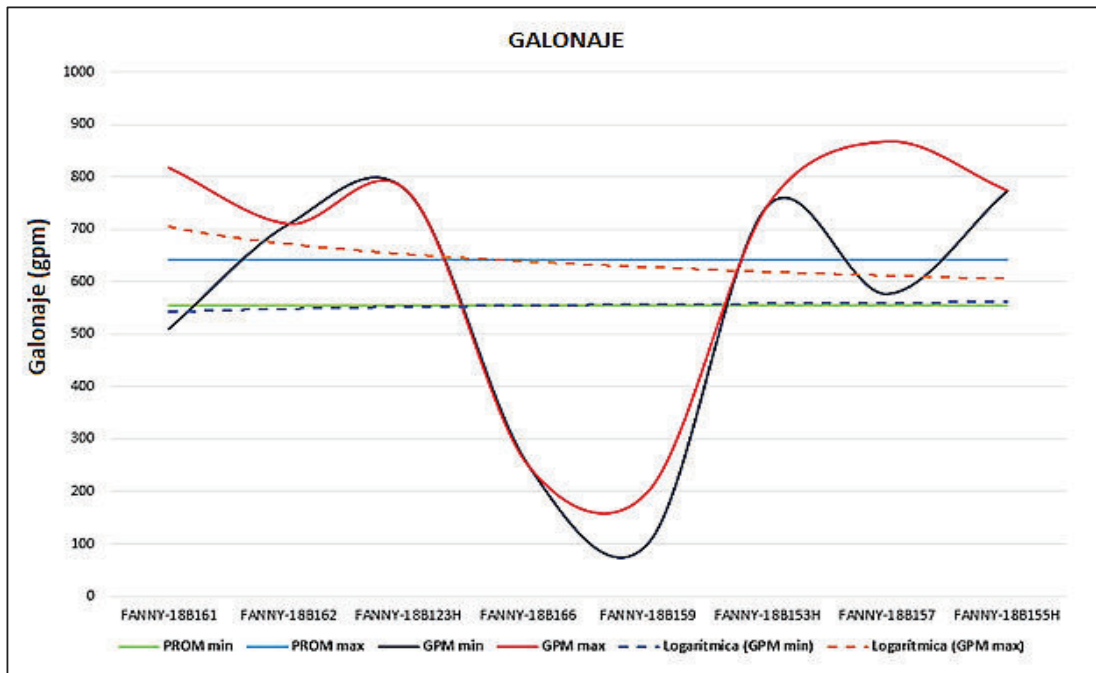
3.3.1.1.1 Galonaje (gpm)

El Gráfico 3.1, muestra que el promedio mínimo del galonaje es de 554 gpm con una tendencia a permanecer constante a lo largo del campo. También indica que el promedio máximo del galonaje es de 642 gpm presentando una tendencia a disminuir mientras se dirige hacia el sur del campo. De tal forma, se señalan los valores entre 554 gpm y 642 gpm como rango permisible de los GPM para la sección de 16" en el campo Fanny.

3.3.1.1.2 Presión (psi)

En el Gráfico 3.2, se observa que el promedio mínimo de la presión es de 1186 psi con una tendencia a mantenerse en el campo. Por otra parte, el promedio máximo de la presión es de 1573 psi determinando una tendencia a disminuir dirigiéndose hacia el sur del campo. Por consiguiente, se indican los valores entre 1186 psi y 1573 psi como rango tolerable de la presión para la sección de 16" en el campo Fanny.

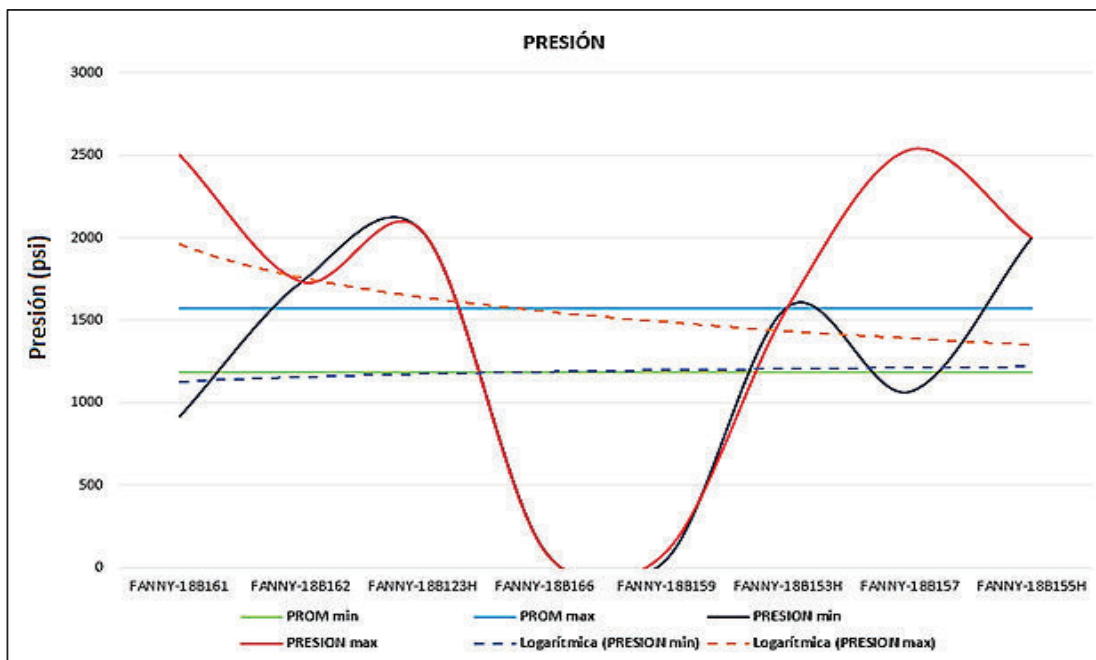
Gráfico 3.1: Comportamiento del Galonaje en la sección 16" del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Gráfico 3.2: Comportamiento de la Presión en la sección 16" del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.3.1.1.3 Revoluciones por minuto (RPM)

El Gráfico 3.3, indica que el promedio mínimo de RPM es de 138 rpm aumentando su valor hacia el sur del campo. Se observa que el promedio máximo de RPM es de 165 rpm con una ligera tendencia a disminuir según se dirige hacia el sur del campo.

De acuerdo con lo anterior, se determinan los valores entre 138rpm y 165 rpm como rango aceptable de RPM para la sección de 16" en el campo Fanny.

3.3.1.1.4 Peso sobre la broca (WOB)

El Gráfico 3.4, muestra que el promedio mínimo del WOB es de 6 Klbs con una tendencia a aumentar notablemente hacia el sur del campo. Además, el promedio máximo del WOB es del 15 Klbs, presentando una tendencia a disminuir mientras se dirige hacia el sur del campo.

De tal forma, se señalan los valores entre 6 Klbs y 15 Klbs como rango permisible del WOB para la sección de 16" en el campo Fanny.

3.3.1.1.5 Torque (TQ)

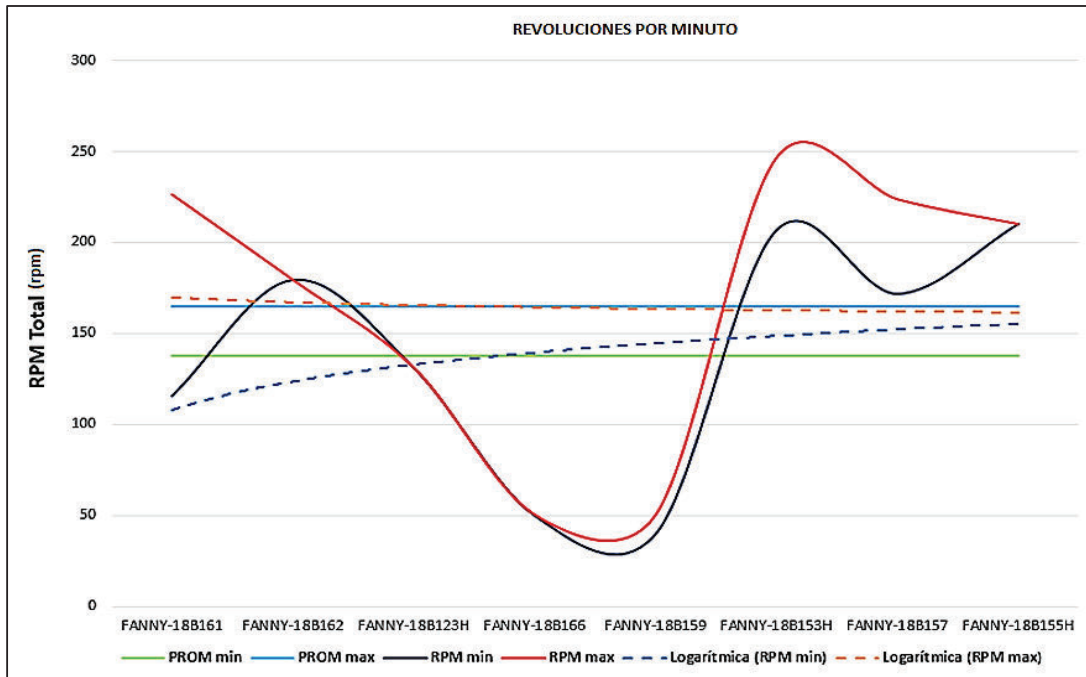
El Gráfico 3.5, indica que el promedio mínimo del TQ es de 3 Klbs*ft con una tendencia a disminuir hacia el sur del campo. Además, muestra que el promedio máximo del TQ es de 7 Klbs*ft con una tendencia a disminuir de forma considerable mientras se dirige hacia el sur del campo.

De tal forma, se señalan los valores entre 3 Klbs*ft y 7 Klbs*ft como rango adecuado del torque TQ para la sección de 16" en el campo Fanny.

3.3.1.1.6 Rata de penetración (ROP)

Los valores de la rata de penetración ROP mínimos y máximos encontrados en la sección de 16" van desde 40 ft/hr a 90 ft/hr, aproximadamente como se puede observar en el Gráfico 3.6, por lo que se ha determinado como promedio a 67 ft/hr, con una tendencia a aumentar considerablemente hacia la dirección sur del campo Fanny.

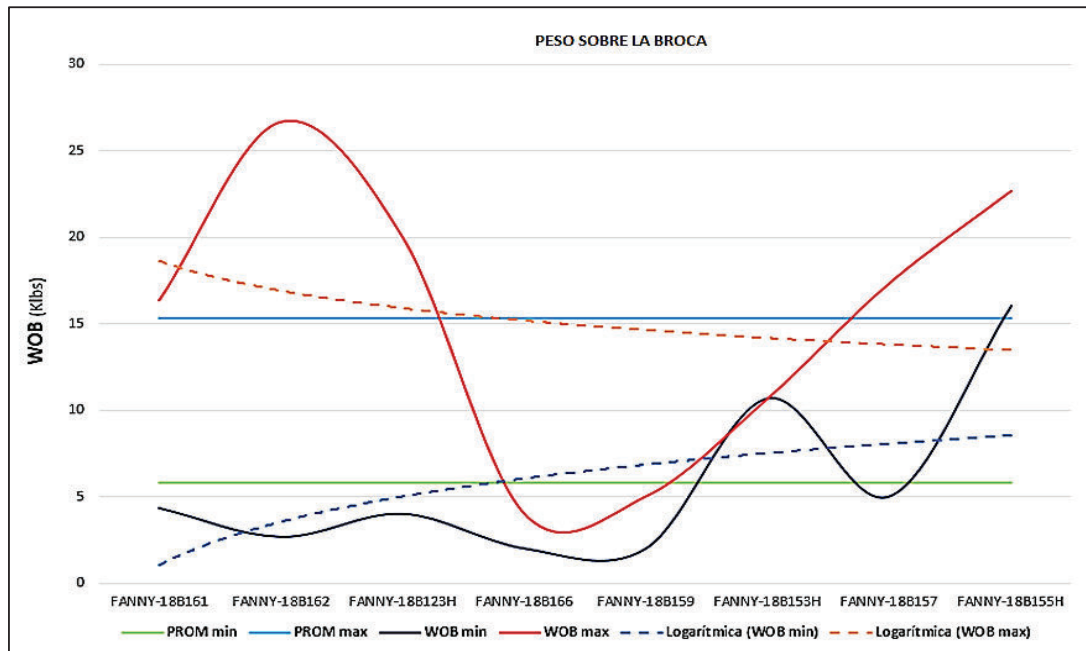
Gráfico 3.3: Comportamiento de las RPM en la sección 16" del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

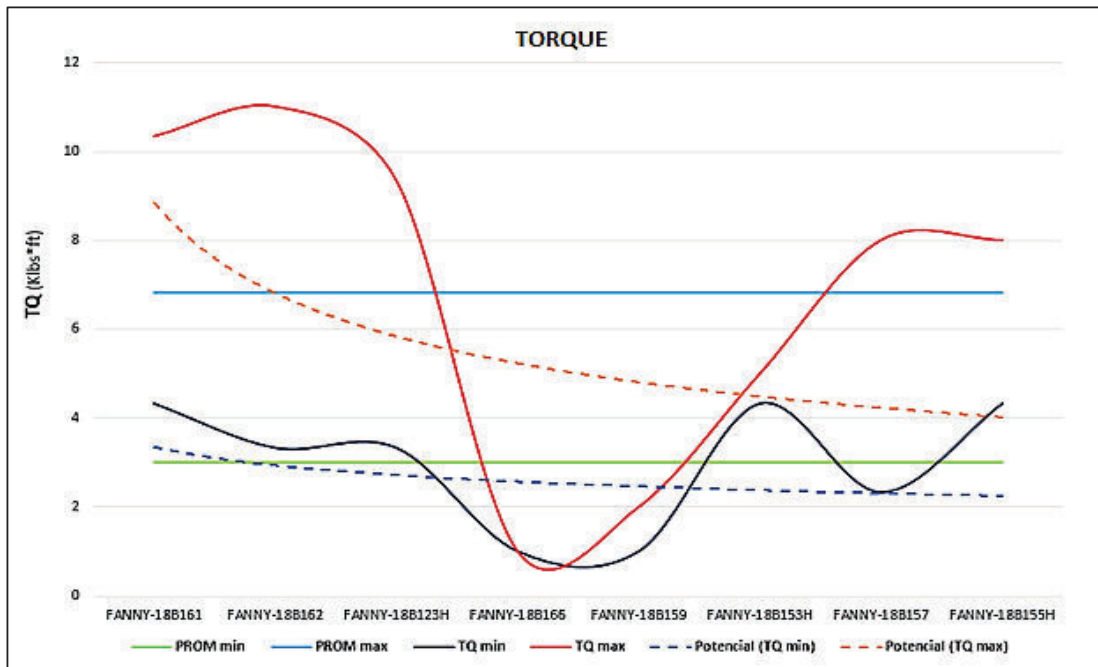
Gráfico 3.4: Comportamiento del WOB en la sección 16" del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

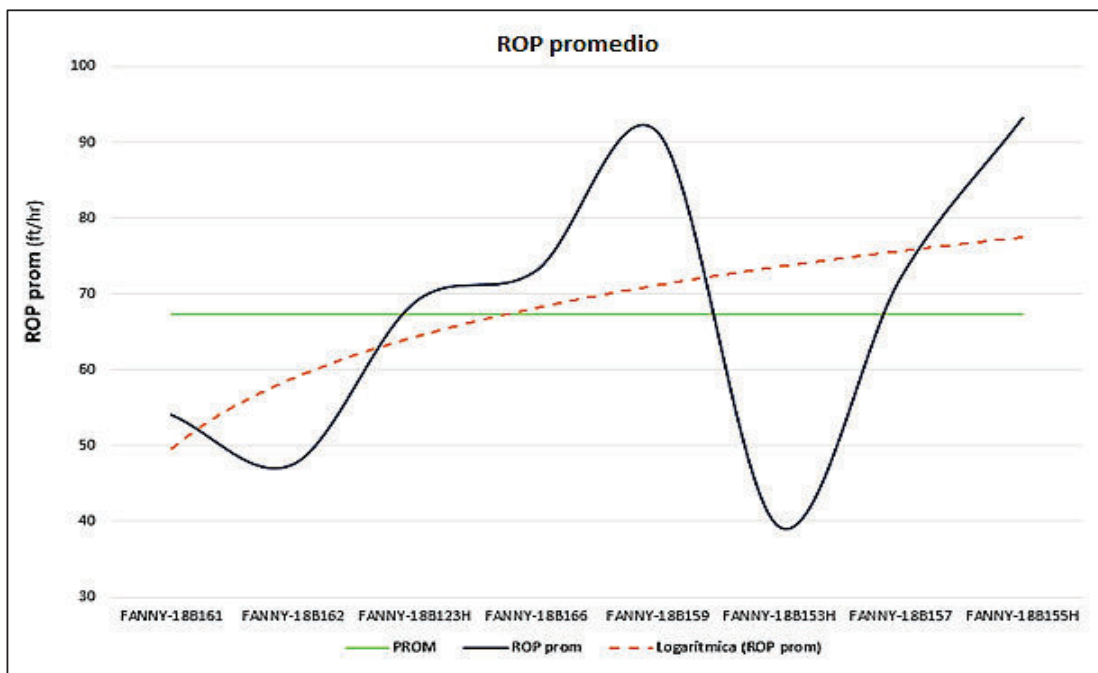
Gráfico 3.5: Comportamiento del TQ en la sección 16" del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Gráfico 3.6: Comportamiento de la ROP en la sección 16" del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Finalmente, como resultado de los análisis anteriores de cada uno de los parámetros de perforación se logró obtener los rangos óptimos para cada uno de ellos y cómo se comportan a lo largo del campo los mismos que están representados en la Tabla 3.3 para la sección de 16”.

Tabla 3.3: Parámetros óptimos de perforación para la sección de 16” del campo Fanny

Parámetros de perforación para la sección de 16” del campo Fanny	
Parámetro	Rango óptimo
Galonaje (gpm)	554 - 642
Presión (psi)	1186 - 1573
RPM	138 - 165
WOB (klbs)	6 - 15
TQ (klbs*ft)	3 - 7
ROP (ft/hr)	67 $\sigma = 19,5$

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.3.1.2 Análisis de los fluidos de perforación

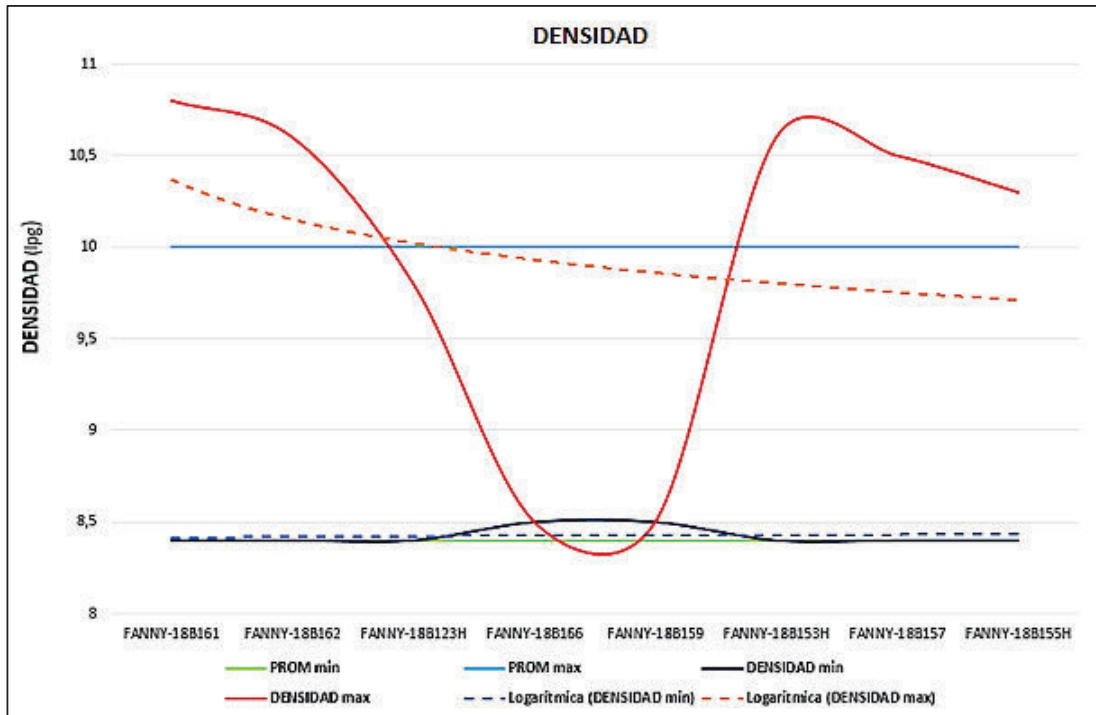
La información de cada uno de los parámetros como densidad, viscosidad FUNN, viscosidad plástica, Yield point y PH han sido obtenidos del Anexo C1 en donde se encuentra lo que corresponde a fluidos de perforación para la sección de 16”.

3.3.1.2.1 Densidad

El Gráfico 3.7, indica que el promedio mínimo de la densidad del fluido de perforación es de 8.4 lpg con una tendencia a mantenerse con un ligero aumento hacia el sur del campo. También el promedio máximo de la densidad del fluido de perforación es de 10 lpg con una tendencia a disminuir conforme se dirige hacia el sur del campo.

Por lo tanto, se determinan los valores entre 8.4 lpg y 10 lpg como rango admisible de la densidad del fluido de perforación para la sección de 16” en el campo Fanny.

Gráfico 3.7: Variación de la densidad del fluido de perforación en la sección de 16" del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

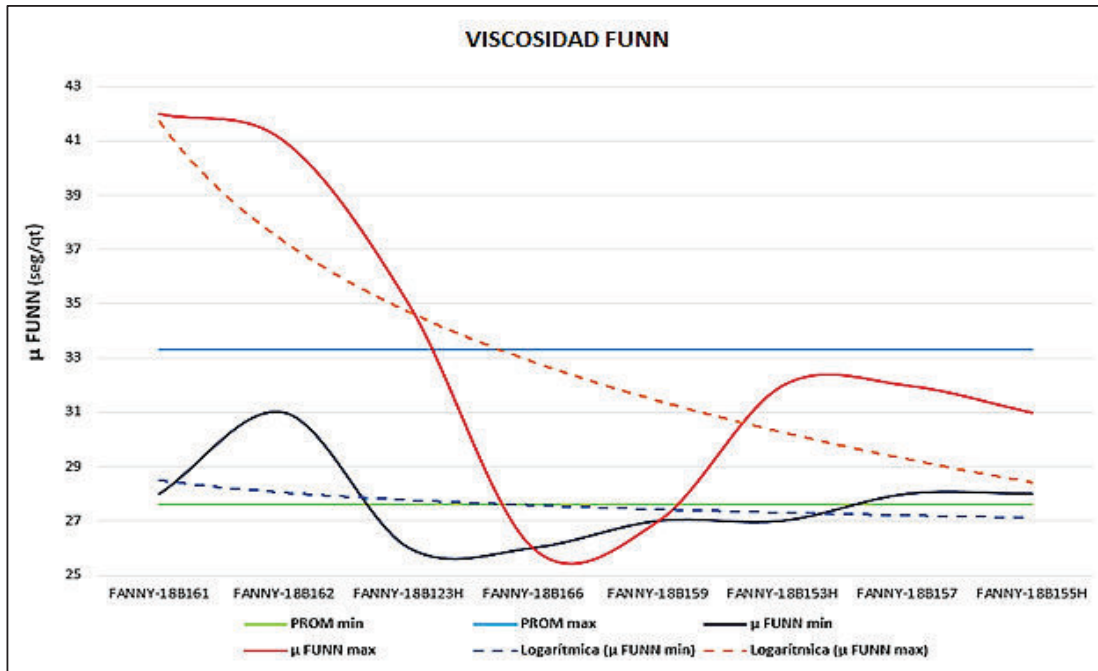
3.3.1.2.2 Viscosidad FUNN

El Gráfico 3.8, muestra que el promedio mínimo de la viscosidad FUNN del fluido de perforación es 28 seg/qt con una tendencia a disminuir hacia el sur del campo. El promedio máximo de la viscosidad FUNN del fluido de perforación es 33 seg/qt con una tendencia a disminuir mientras se dirige hacia el sur del campo. Finalmente, el rango está entre 28 seg/qt y 33 seg/qt para la viscosidad FUNN del fluido de perforación para la sección de 16" en el campo Fanny.

3.3.1.2.3 Viscosidad plástica PV (cp)

El Gráfico 3.9, indica que el promedio mínimo de la viscosidad plástica del fluido de perforación es 3 cp con una tendencia a aumentar hacia el sur del campo. El promedio máximo de la viscosidad plástica del fluido de perforación es 6 cp con una tendencia a disminuir dirigiéndose hacia el sur del campo. Por consiguiente, el rango está entre 3 cp y 6 cp para la viscosidad plástica del fluido de perforación para la sección de 16" en el campo Fanny.

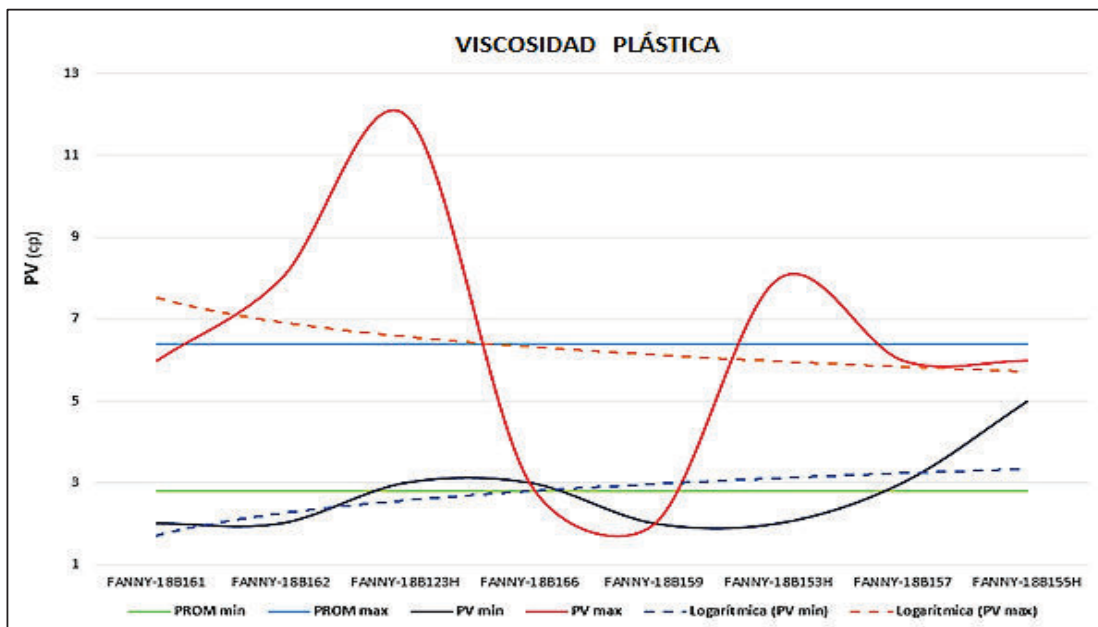
Gráfico 3.8: Variación de la viscosidad FUNN del fluido de perforación en la sección de 16" del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Gráfico 3.9: Variación de PV del fluido de perforación en la sección de 16" del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.3.1.2.4 Yield point (YP)

El Gráfico 3.10, muestra que el promedio mínimo de YP del fluido de perforación es de 4 manteniéndose su valor a lo largo del campo. El promedio máximo de YP del fluido de perforación es de 15 con una tendencia a disminuir considerablemente según se dirige hacia el sur del campo. De acuerdo con lo anterior, se determinan los valores entre 4 y 15 como rango aceptable de YP del fluido de perforación para la sección de 16" en el campo Fanny.

3.3.1.2.5 PH

El Gráfico 3.11, indica que el promedio mínimo del PH del fluido de perforación es de 7.3 presentando una tendencia a aumentar hacia la dirección sur del campo. El promedio máximo del PH del fluido de perforación es de 8.3 con una tendencia a aumentar considerablemente según se dirige hacia el sur del campo. De acuerdo con lo anterior, se determinan los valores entre 7.3 y 8.3 como rango aceptable de PH del fluido de perforación para la sección de 16" en el campo Fanny.

En la Tabla 3.4 se representan los tipos de fluido utilizados con los rangos óptimos para la sección de 16" en el campo Fanny.

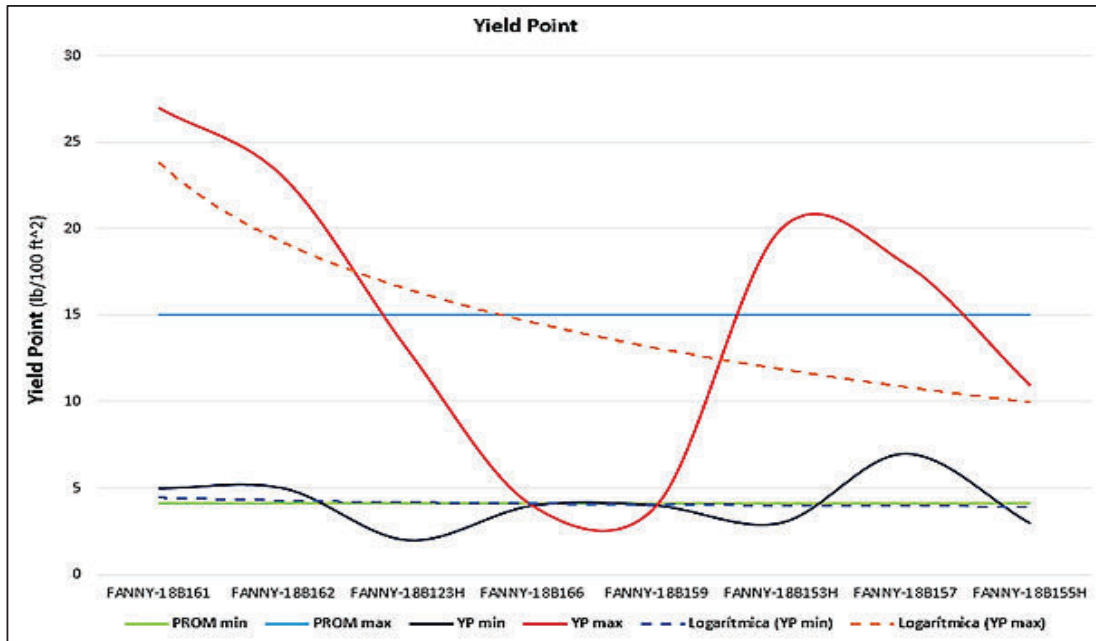
Tabla 3.4: Parámetros óptimos del fluido de perforación para la sección de 16" del campo Fanny

Parámetros del fluido de perforación para la sección de 16" del campo Fanny	
Parámetro	Rango óptimo
Densidad (lpg)	8,4 - 10
μ FUNN (seg/qt)	28 - 33
PV (cp)	3 - 6
YP	4 - 15
PH	7.3 - 8.3
Tipo de Lodo	AQUAGEL/CALCIUM NITRATE NATIVO DISPERSO AGUA FRESCA

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

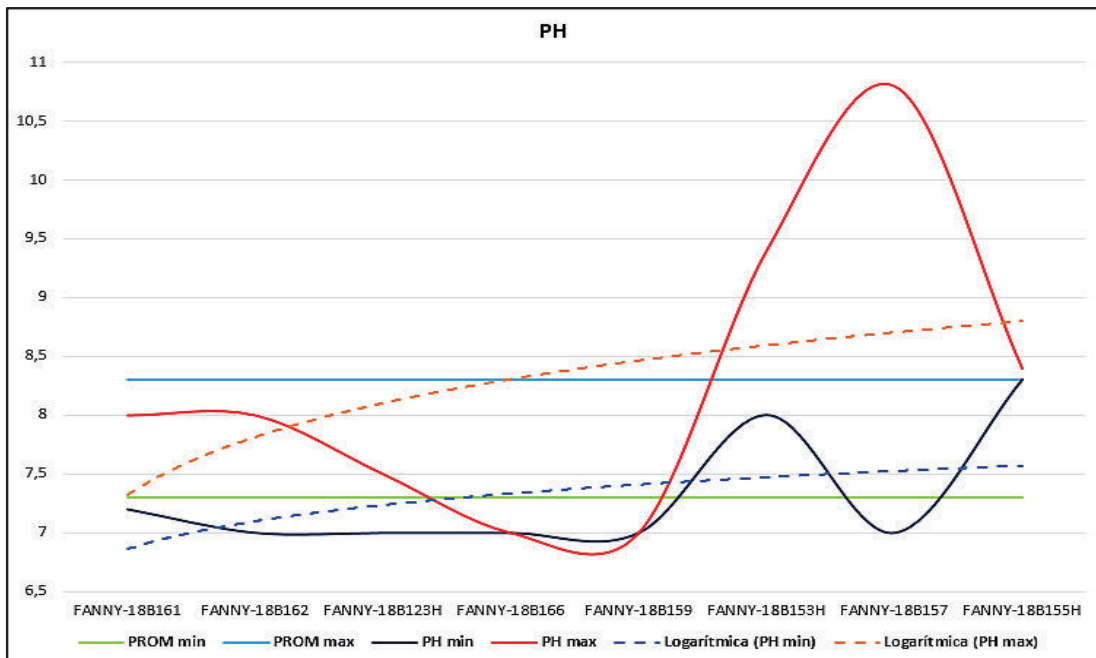
Gráfico 3.10: Variación de YP del fluido de perforación en la sección de 16" del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Gráfico 3.11: Variación del PH del fluido de perforación en la sección de 16" del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.3.2 ANÁLISIS DE LA SECCIÓN DE 12 ¼”

3.3.2.1 Análisis de los parámetros de perforación

La información de cada uno de los parámetros como galonaje, presión, RPM, WOB, torque y ROP los cuales han sido representados en el Anexo A2 para la sección de 12 ¼”.

3.3.2.1.1 Galonaje (gpm)

El Gráfico 3.12, indica que el promedio mínimo del galonaje es de 690 gpm con una tendencia a permanecer constante a lo largo del campo. Se observa que el promedio máximo del galonaje es de 815 gpm presentando una tendencia pequeña a disminuir mientras se dirige hacia el sur del campo. De tal forma, se señalan los valores entre 690 y 815 gpm como rango permisible de los GPM para la sección de 12 ¼” en el campo Fanny.

3.3.2.1.2 Presión (psi)

El Gráfico 3.13, muestra que el promedio mínimo de la presión es de 2383 psi con una tendencia a disminuir en pequeña cantidad hacia el sur del campo. Además, el promedio máximo de la presión es de 3058 psi determinando una tendencia a disminuir dirigiéndose hacia el sur del campo. Por consiguiente, se indican los valores entre 2383 y 3058 psi como rango tolerable de la presión para la sección de 12 ¼” en el campo Fanny.

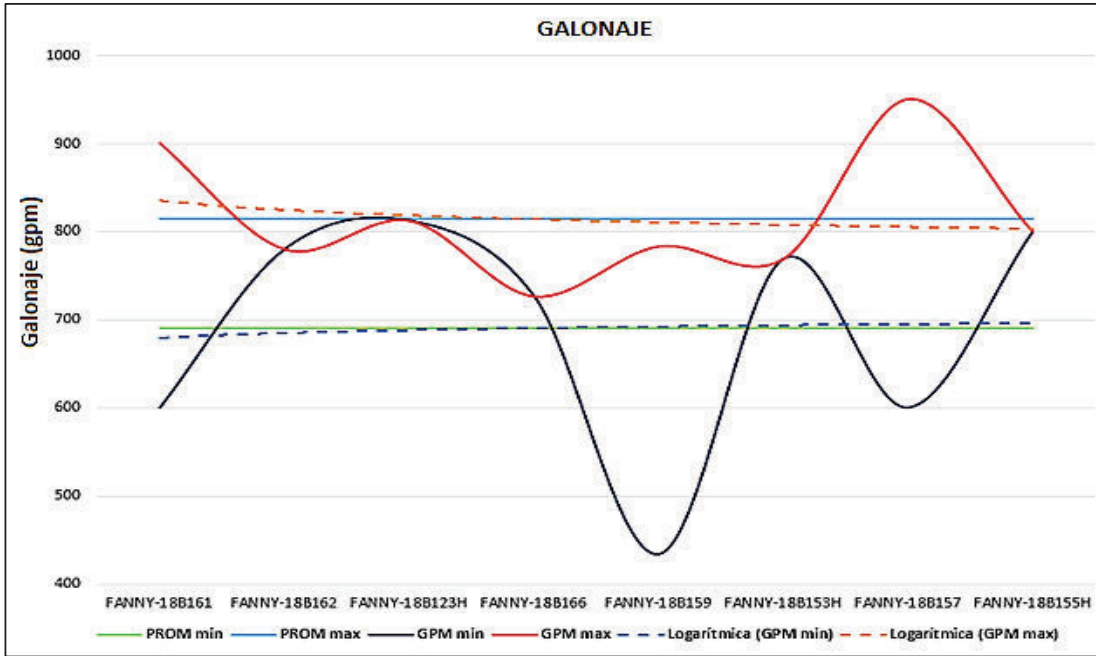
3.3.2.1.3 Revoluciones por minuto (RPM)

El Gráfico 3.14, muestra que el promedio mínimo de RPM es de 147 rpm disminuyendo su valor hacia el sur del campo. Además, el promedio máximo de RPM es de 186 rpm con una ligera tendencia a disminuir según se dirige hacia el sur del campo. De acuerdo con lo anterior, se determinan los valores entre 147 y 186 rpm como rango aceptable de RPM para la sección de 12 ¼” en el campo Fanny.

3.3.2.1.4 Peso sobre la broca (WOB)

El Gráfico 3.15, indica que el promedio mínimo del WOB es de 8 Klbs con una tendencia a mantener su valor a lo largo del campo. El promedio máximo del WOB es del 24 Klbs, presentando una tendencia a disminuir mientras se dirige hacia el sur del campo. De tal forma, se señalan los valores entre 8 y 24 Klbs como rango permisible del WOB para la sección de 12 ¼” en el campo Fanny.

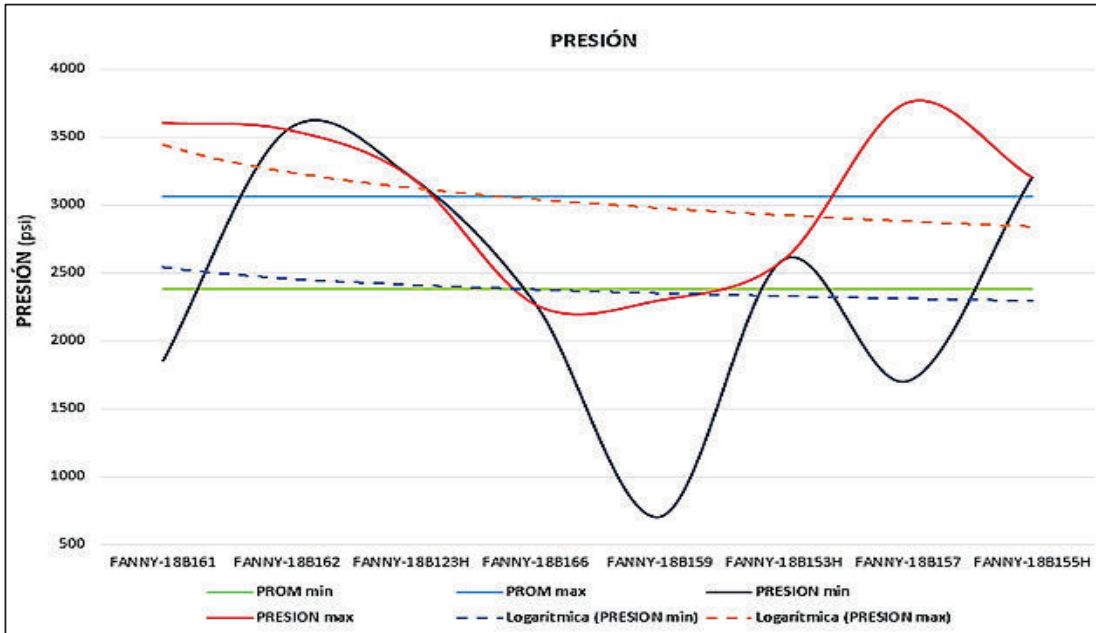
Gráfico 3.12: Comportamiento del Galonaje en la sección de 12 ¼” del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

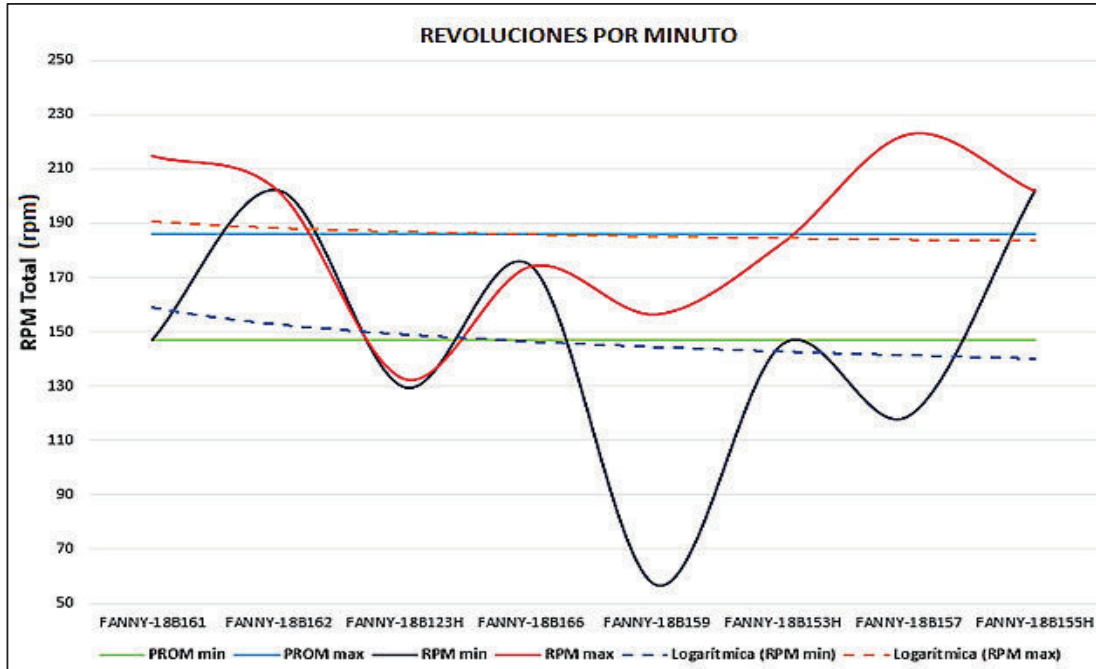
Gráfico 3.13: Comportamiento de la Presión en la sección de 12 ¼” del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

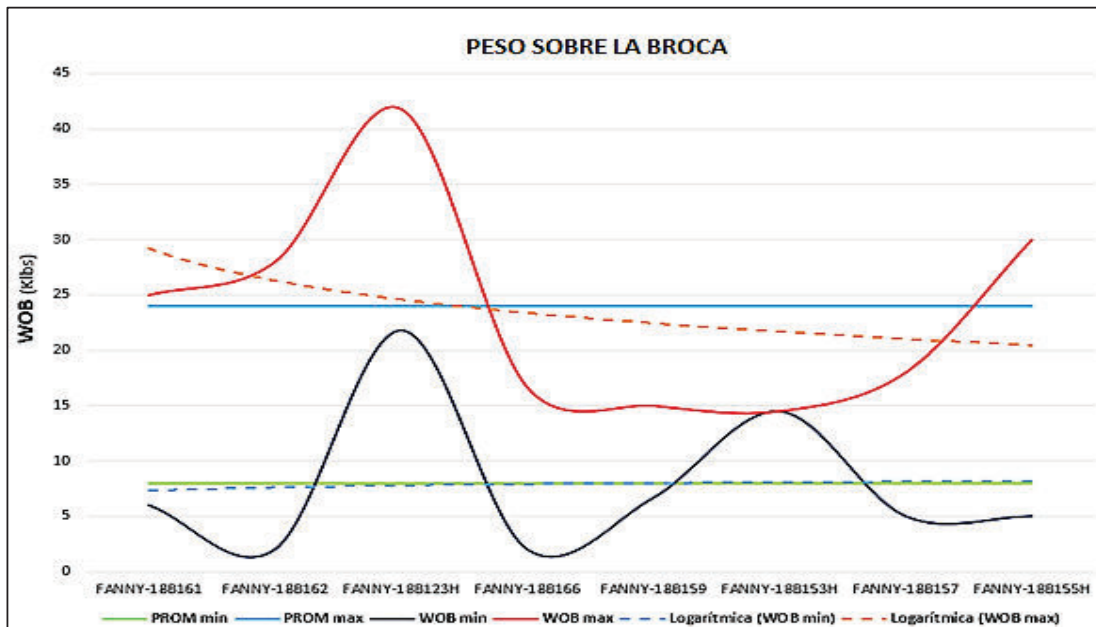
Gráfico 3.14: Comportamiento de las RPM en la sección de 12 ¼" del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Gráfico 3.15: Comportamiento del WOB en la sección de 12 ¼" del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.3.2.1.5 Torque (TQ)

El Gráfico 3.16, indica que el promedio mínimo del TQ es de 8 Klbs*ft con una tendencia a disminuir hacia el sur del campo. El promedio máximo del TQ es de 18 Klbs*ft, mostrando una tendencia a disminuir en la dirección sur del campo.

De tal forma, se señalan los valores entre 8 y 18 Klbs*ft como rango adecuado del torque TQ para la sección de 12 ¼" en el campo Fanny.

3.3.2.1.6 Rata de penetración (ROP)

Los valores de la rata de penetración ROP mínimos y máximos encontrados en la sección de 12 ¼" van desde 20 a 110 ft/hr aproximadamente como se puede observar en el Gráfico 3.17, por lo que se ha determinado como promedio a 47 ft/hr con una tendencia a aumentar hacia la dirección sur del campo Fanny.

Finalmente, como resultado de los análisis anteriores de cada uno de los parámetros de perforación se logró obtener los rangos óptimos para cada uno de ellos y cómo se comportan a lo largo del campo los mismos que están representados en la Tabla 3.5 para la sección de 12 ¼".

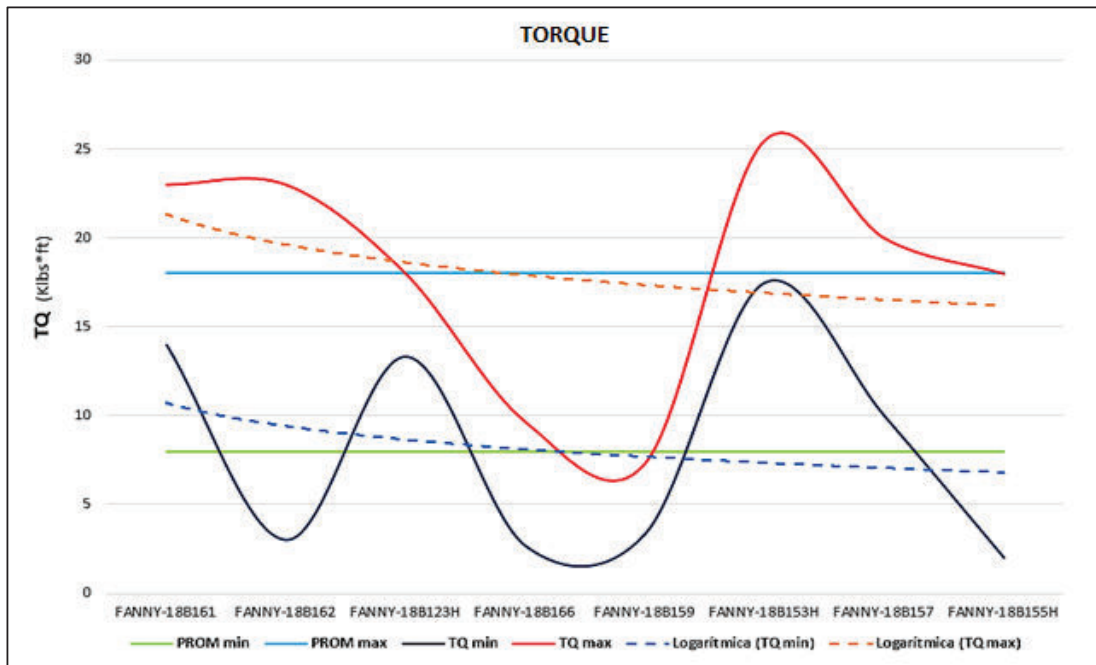
Tabla 3.5: Parámetros óptimos de perforación para la sección de 12 ¼" del campo Fanny

Parámetros de perforación para la sección de 12 ¼" del campo Fanny	
Parámetro	Rango óptimo
Galonaje (gpm)	690 - 815
Presión (psi)	2383 - 3058
RPM	147 - 186
WOB (klbs)	8 - 24
TQ (klbs*ft)	8 - 18
ROP (ft/hr)	47 $\sigma = 32,5$

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

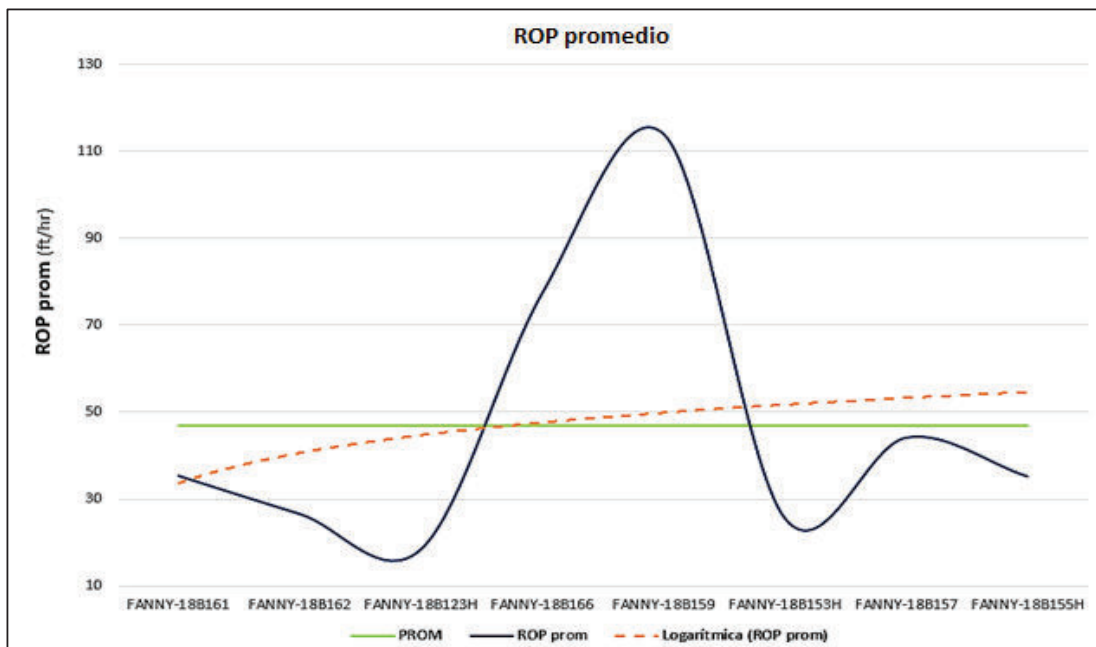
Gráfico 3.16: Comportamiento del TQ en la sección de 12 ¼" del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Gráfico 3.17: Comportamiento de la ROP en la sección de 12 ¼" del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.3.2.2 Análisis de los fluidos de perforación

La información de cada uno de los parámetros ha sido obtenida del Anexo C2 en donde se encuentra lo que corresponde a fluidos de perforación para la sección de 12 ¼”.

3.3.2.2.1 Densidad

El Gráfico 3.18, muestra que el promedio mínimo de la densidad del fluido de perforación es de 9.4 lpg con una tendencia a disminuir hacia el sur del campo. El promedio máximo de la densidad del fluido de perforación es de 10.4 lpg con una tendencia a disminuir hacia el sur del campo. Por lo tanto, se indica los valores entre 9.4 lpg y 10.4 lpg como rango admisible de la densidad del fluido de perforación para la sección de 12 ¼” en el campo Fanny.

3.3.2.2.2 Viscosidad FUNN

El Gráfico 3.19, muestra que el promedio mínimo de la viscosidad FUNN del fluido de perforación es de 33 seg/qt con una tendencia aumentar hacia el sur del campo. El promedio máximo de la viscosidad FUNN del fluido de perforación es de 43 seg/qt con una tendencia a disminuir mientras se dirige hacia el sur del campo. De tal forma, se señalan los valores entre 33 seg/qt y 43 seg/qt como rango permisible de la viscosidad FUNN del fluido de perforación para la sección de 12 ¼” en el campo Fanny.

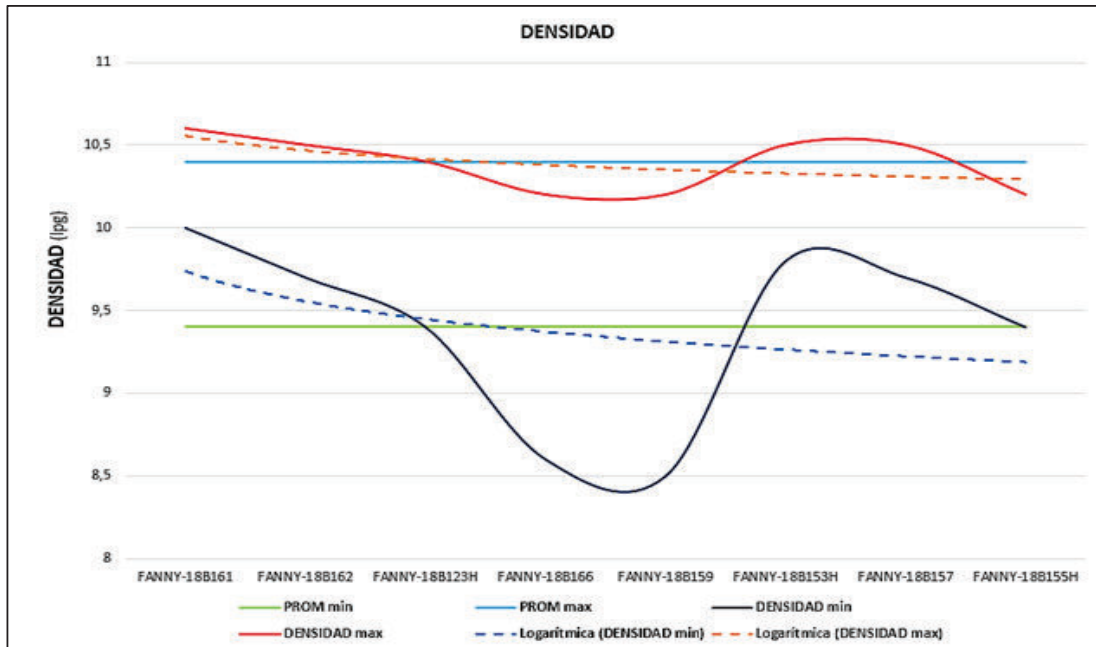
3.3.2.2.3 Viscosidad plástica (cp)

El Gráfico 3.20, indica que el promedio mínimo de la viscosidad plástica del fluido de perforación es de 5 cp, se mantiene a lo largo del campo. El promedio máximo de la viscosidad plástica del fluido de perforación es de 13 cp con una tendencia a disminuir dirigiéndose hacia el sur del campo. Por consiguiente, se indican los valores entre 5 cp y 13 cp como rango tolerable de la viscosidad plástica del fluido de perforación para la sección de 12 ¼” en el campo Fanny.

3.3.2.2.4 Yield point (YP)

El Gráfico 3.21, indica que el promedio mínimo de YP del fluido de perforación es de 10 con una tendencia leve a disminuir hacia el sur del campo. El promedio máximo de YP del fluido de perforación es de 20 con una tendencia a disminuir según se dirige hacia el sur del campo. De acuerdo con lo anterior, se determinan los valores entre 10 y 20 como rango aceptable de YP del fluido de perforación para la sección de 12 ¼” en el campo Fanny.

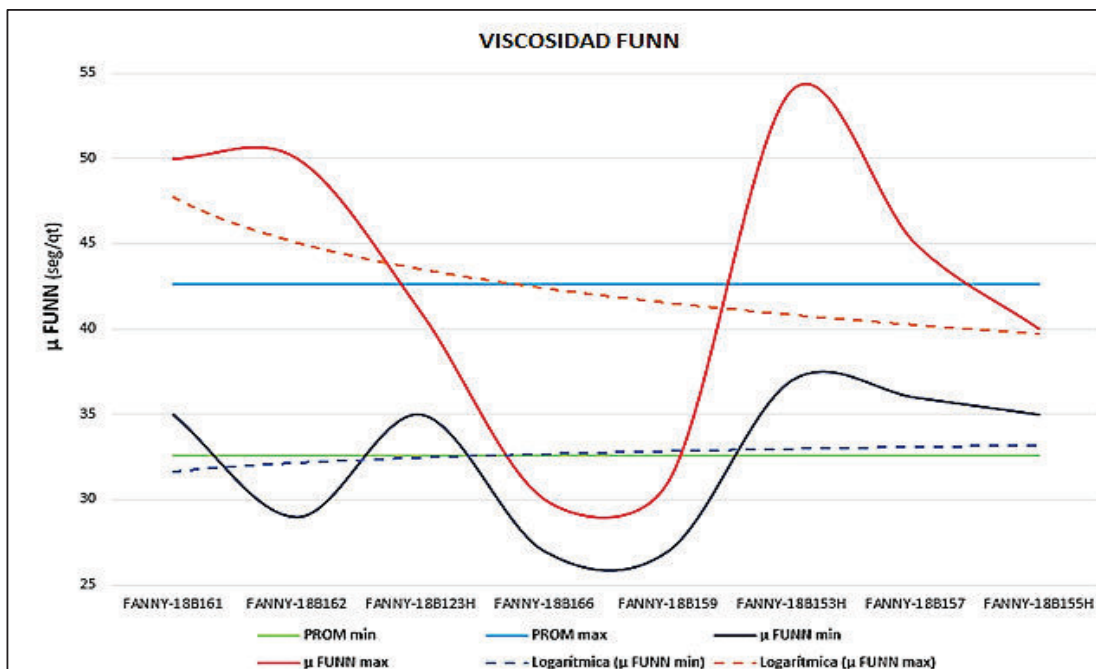
Gráfico 3.18: Variación de la densidad del fluido de perforación en la sección de 12 ¼" del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

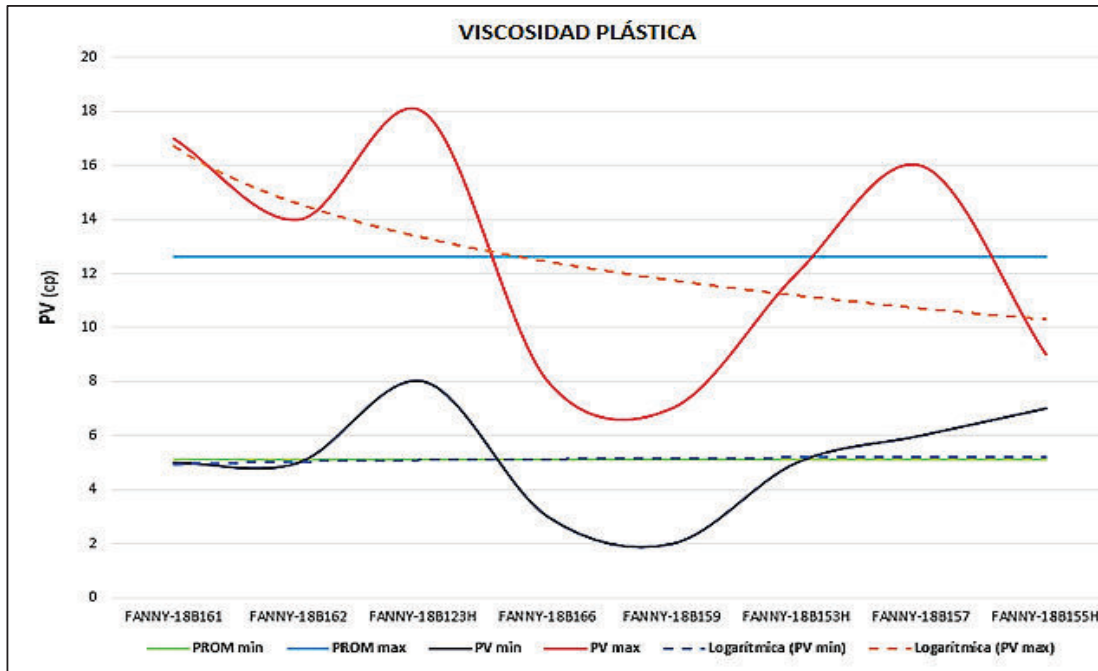
Gráfico 3.19: Variación de la viscosidad FUNN del fluido de perforación en la sección de 12 ¼" del campo Fanny.



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

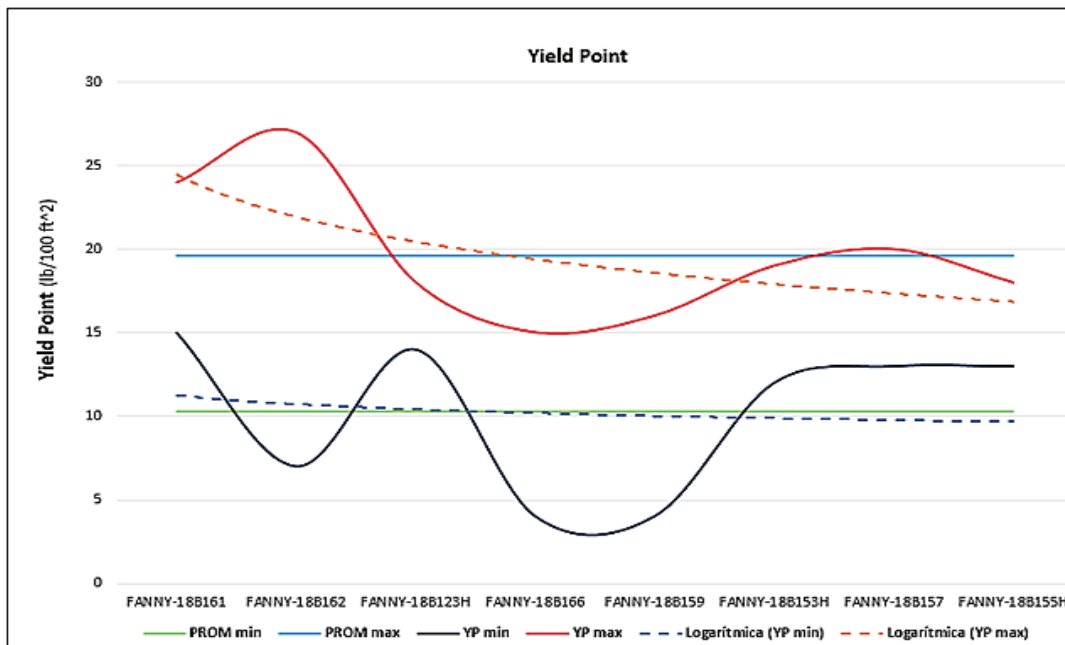
Gráfico 3.20: Variación de PV del fluido de perforación en la sección de 12 ¼” del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Gráfico 3.21: Variación de YP del fluido de perforación en la sección de 12 ¼” del campo Fanny



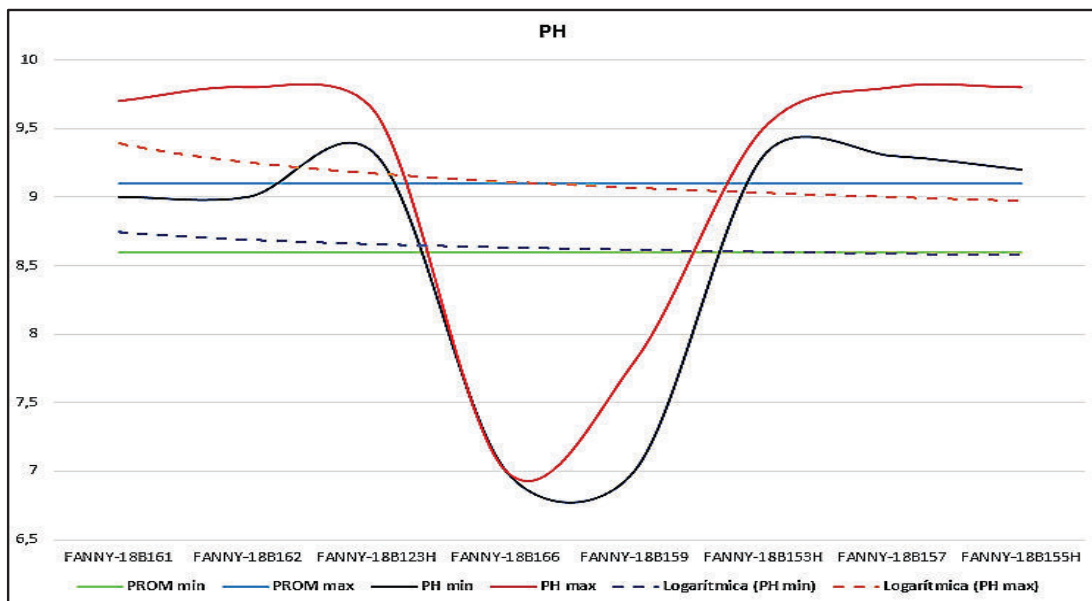
Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.3.2.2.5 PH

El Gráfico 3.22, muestra que el promedio mínimo del PH del fluido de perforación es de 8.6 con una tendencia a disminuir hacia el centro del campo. El promedio máximo del PH del fluido de perforación es de 9.1 con una tendencia a disminuir hacia el sur del campo. Entonces se indica los valores entre 8.6 y 9.1 como rango aceptable de PH del fluido de perforación para la sección de 12 ¼” en el campo Fanny.

Gráfico 3.22: Variación del PH del fluido de perforación en la sección de 12 ¼” del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Tabla 3.6: Parámetros óptimos del fluido de perforación en la sección de 12 ¼” del campo Fanny

Parámetros del fluido de perforación para la sección de 12 1/4" del campo Fanny	
Parámetro	Rango óptimo
Densidad (lpg)	9,4 - 10,4
μ FUNN (seg/qt)	33 - 43
PV (cp)	5 - 13
YP	10 - 20
PH	8,6 - 9,1
Tipo de Lodo	EZ-MUD CLAYSEAL AQUAGEL/CALCIUM NITRATE EZ-MUD KLAS-STOP

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.3.3 ANÁLISIS DE LA SECCIÓN DE 8 ½”

3.3.3.1 Análisis de los parámetros de perforación

la información de cada uno de los parámetros como galonaje, presión, RPM, WOB, torque y ROP los cuales han sido representados en el Anexo A3 para la sección de 8 ½”.

3.3.3.1.1 Galonaje (gpm)

El Gráfico 3.23, indica que el promedio mínimo del galonaje es de 456 gpm con una tendencia a incrementar hacia el sur del campo. El promedio máximo del galonaje es de 504 gpm con una tendencia a disminuir mientras se dirige hacia el sur del campo. De tal forma, se señalan los valores entre 456 gpm y 504 gpm como rango permisible de galonaje para la sección de 8 ½” en el campo Fanny.

3.3.3.1.2 Presión (psi)

El Gráfico 3.24, muestra que el promedio mínimo de la presión es de 2185 psi con una tendencia a aumentar en hacia el sur del campo. El promedio máximo de la presión es de 2622 psi con una tendencia a mantener su valor a lo largo del campo. Por consiguiente, se indican los valores entre 2185 psi y 2622 psi como rango tolerable de la presión para la sección de 8 ½” en el campo Fanny.

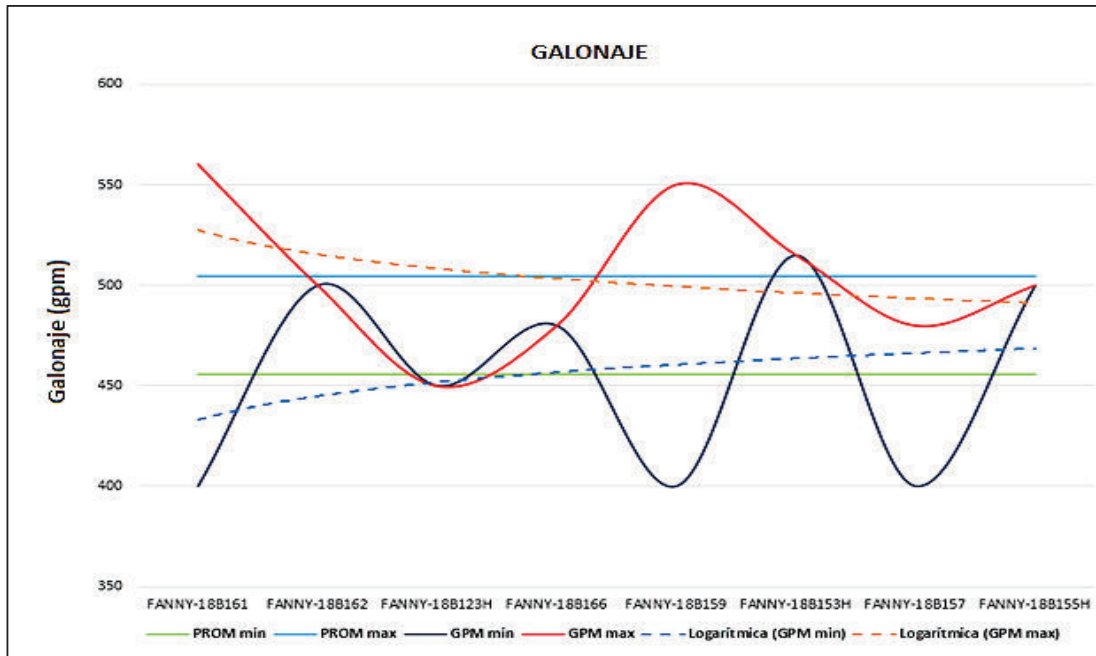
3.3.3.1.3 Revoluciones por minuto (RPM)

El Gráfico 3.25, se observa que el promedio mínimo de RPM es de 174 rpm aumentando su valor en gran cantidad hacia el sur del campo. El promedio máximo de RPM es de 202 rpm con una tendencia a disminuir según se dirige hacia el sur del campo. De acuerdo con lo anterior, se determinan los valores entre 174 rpm y 202 rpm como rango aceptable de RPM para la sección de 8 ½” en el campo Fanny.

3.3.3.1.4 Peso sobre la broca (WOB)

El Gráfico 3.26, indica que el promedio mínimo del WOB es de 6 Klbs con una tendencia a aumentar su valor en la dirección sur del campo. El promedio máximo del WOB es del 23 Klbs, presenta una tendencia a incrementar mientras se dirige hacia el sur del campo. De tal forma, se señalan los valores entre 6 Klbs y 23 Klbs como rango permisible del WOB para la sección de 8 ½” en el campo Fanny.

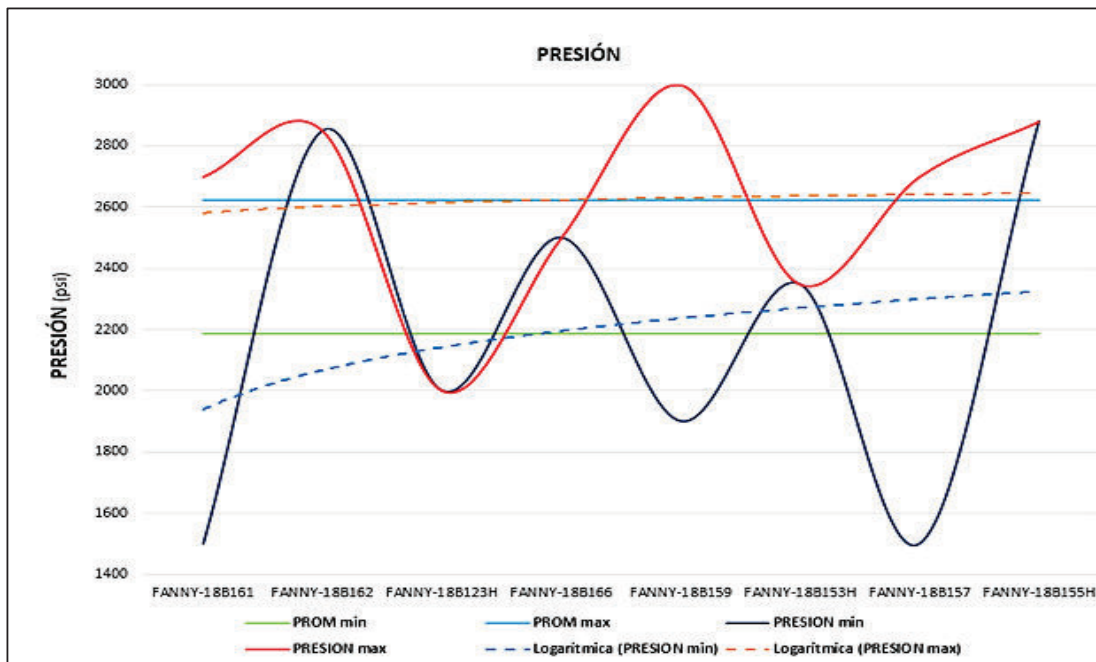
Gráfico 3.23: Comportamiento del Galonaje en la sección de 8 ½” del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

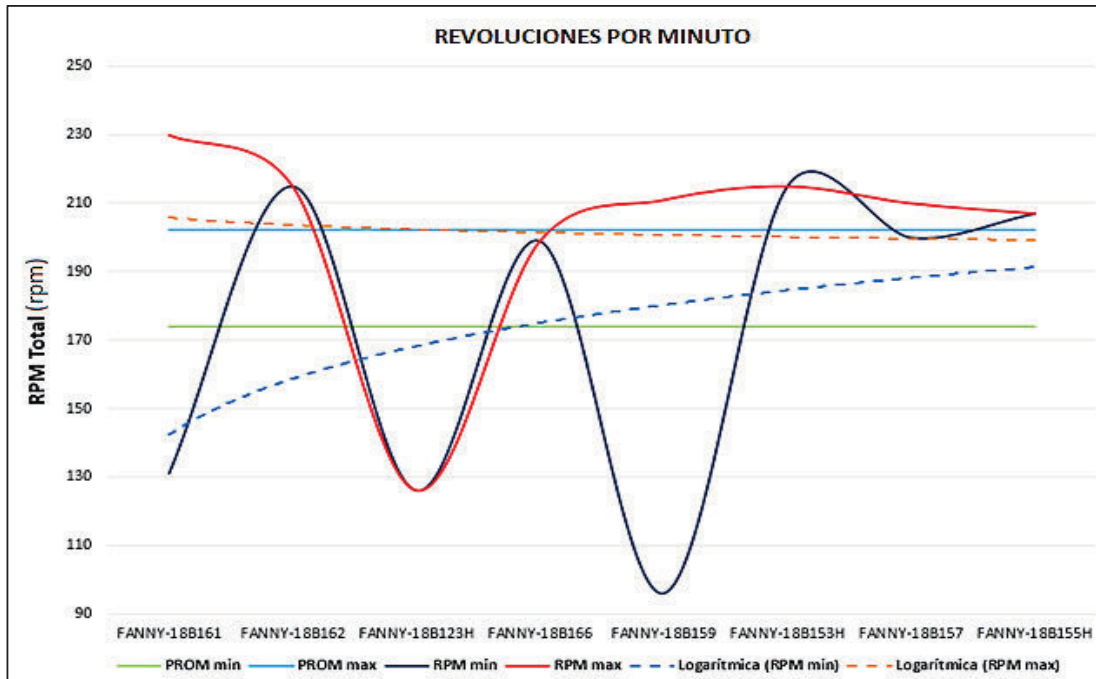
Gráfico 3.24: Comportamiento de la Presión en la sección de 8 ½” del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

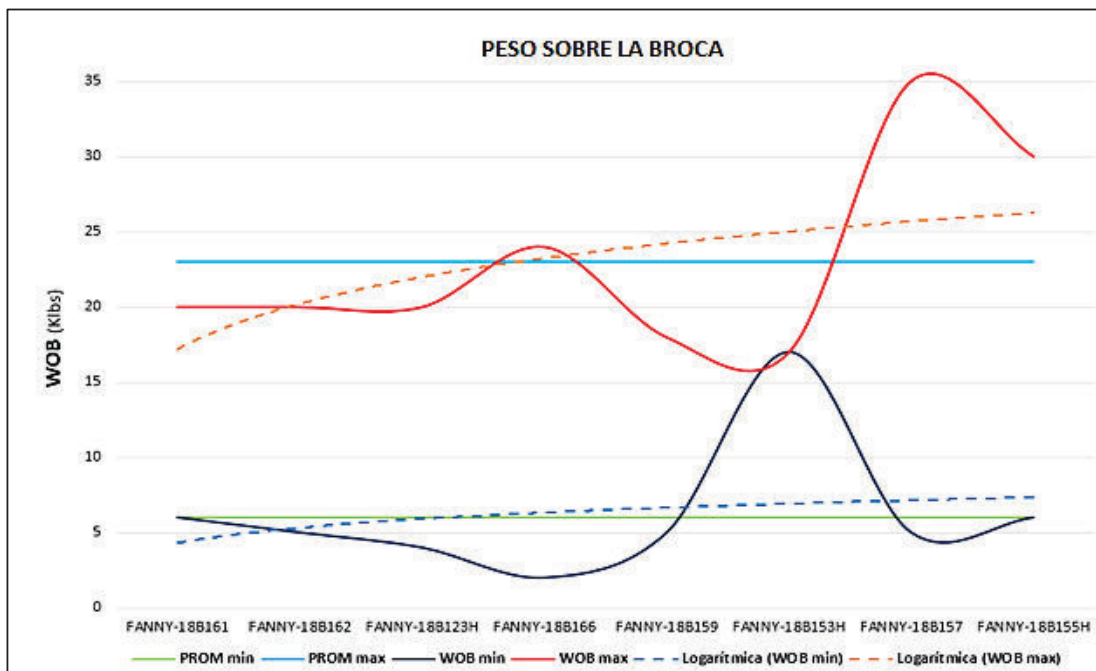
Gráfico 3.25: Comportamiento de las RPM en la sección de 8 ½" del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Gráfico 3.26: Comportamiento del WOB en la sección de 8 ½" del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.3.3.1.5 Torque (TQ)

El Gráfico 3.27, muestra que el promedio mínimo del TQ es de 15 Klbs*ft con una tendencia a disminuir en gran cantidad hacia el sur del campo. El promedio máximo del TQ es de 21 Klbs*ft, muestra una tendencia a reducir su valor considerablemente en la dirección sur del campo.

De tal forma, se señalan los valores entre 15 Klbs*ft y 21 Klbs*ft como rango adecuado del torque TQ para la sección de 8 ½” en el campo Fanny.

3.3.3.1.6 Rata de penetración (ROP)

Los valores de la rata de penetración ROP mínimos y máximos encontrados en la sección de 8 ½” van desde 20 ft/hr a 50 ft/hr aproximadamente como se puede observar en el Gráfico 3.28, por lo que se ha determinado como promedio a 32 ft/hr con una tendencia a aumentar hacia la dirección sur del campo Fanny.

En la Tabla 3.7 se muestran los parámetros de perforación y el rango en que se encuentran para la sección de 8 ½”.

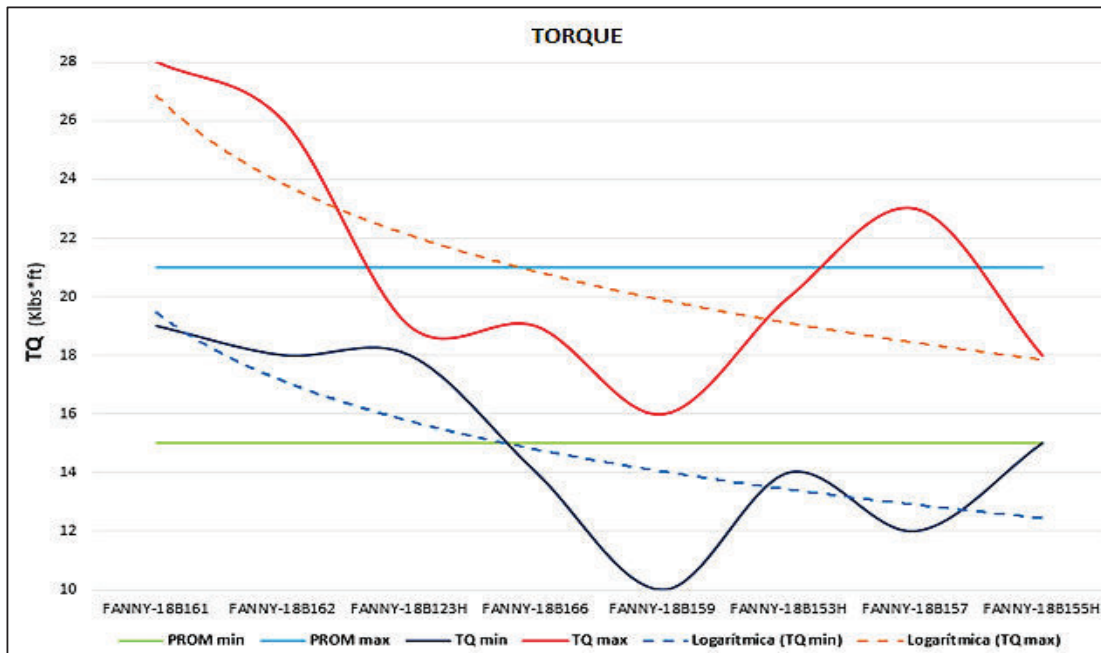
Tabla 3.7: Parámetros de perforación óptimos para la sección de 8 ½” del campo Fanny

Parámetros de perforación para la sección de 8 1/2" del campo Fanny	
Parámetro	Rango óptimo
Galonaje (gpm)	456 - 504
Presión (psi)	2185 - 2622
RPM	174 - 202
WOB (klbs)	6 - 23
TQ (klbs*ft)	15 - 21
ROP (ft/hr)	32 $\sigma = 12$

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

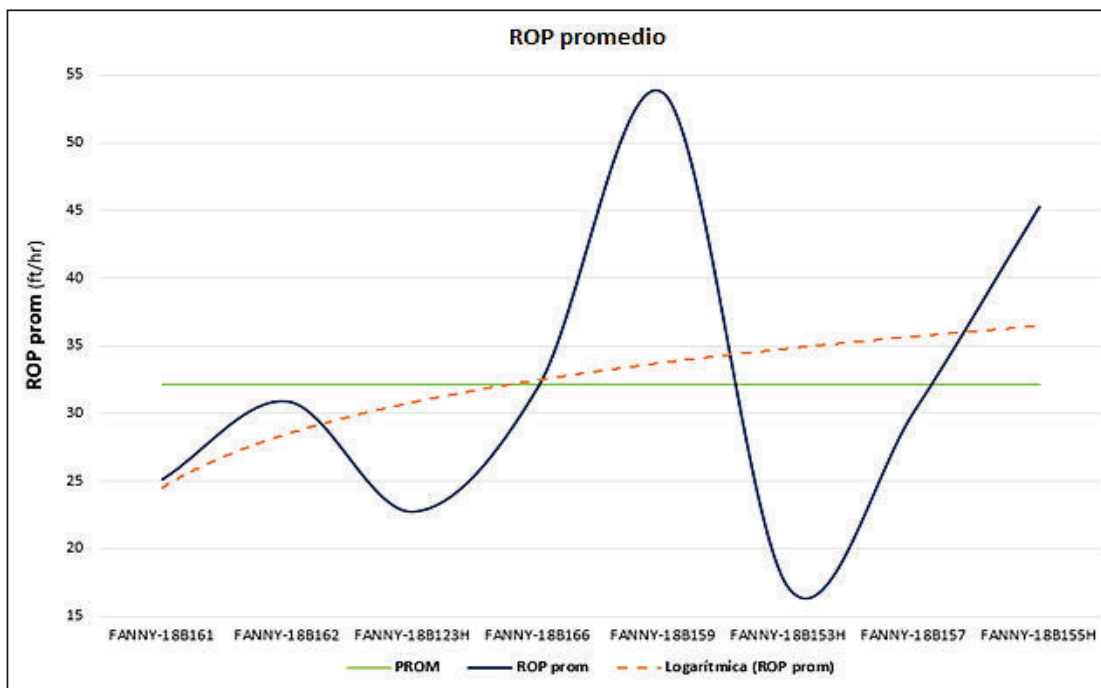
Gráfico 3.27: Comportamiento del TQ en la sección de 8 ½" del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Gráfico 3.28: Comportamiento de la ROP en la sección de 8 ½" del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.3.3.2 Análisis de los fluidos de perforación

La información de cada uno de los parámetros ha sido obtenida del Anexo C3 en donde se encuentra lo que corresponde a fluidos de perforación para la sección de 8 ½”.

3.3.3.2.1 Densidad

El Gráfico 3.29, muestra que el promedio mínimo de la densidad del fluido de perforación es de 9.7 lpg con una tendencia a aumentar hacia el sur del campo. El promedio máximo de la densidad del fluido de perforación es de 10.2 lpg con una tendencia a disminuir su valor hacia el sur del campo. Por lo tanto, se determinan los valores entre 9.7 lpg y 10.2 lpg como rango admisible de la densidad del fluido de perforación para la sección de 8 ½” en el campo Fanny.

3.3.3.2.2 Viscosidad FUNN

El Gráfico 3.30, indica que el promedio mínimo de la viscosidad FUNN del fluido de perforación es de 37 seg/qt con una tendencia a reducir su valor hacia el sur del campo. El promedio máximo de la viscosidad FUNN del fluido de perforación es de 44 seg/qt con una tendencia a disminuir notablemente mientras se dirige hacia el sur del campo. De tal forma, se señalan los valores entre 37 seg/qt y 44 seg/qt como rango permisible de la viscosidad FUNN del fluido de perforación para la sección de 8 ½” en el campo Fanny.

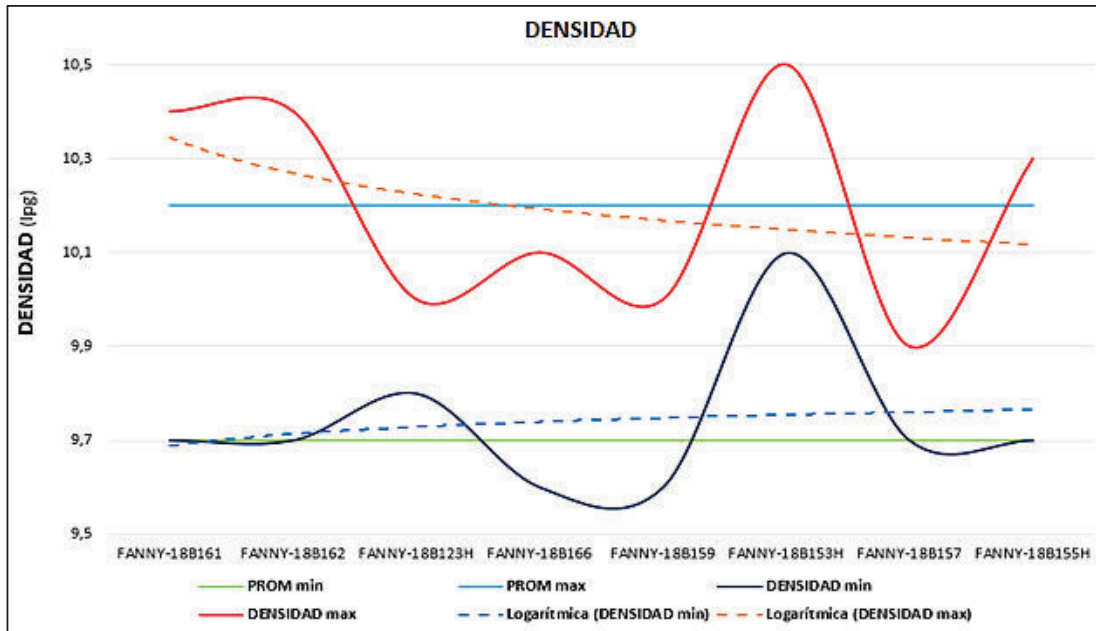
3.3.3.2.3 Viscosidad plástica (cp)

El Gráfico 3.31, muestra que el promedio mínimo de la viscosidad plástica del fluido de perforación es de 9 cp y se mantiene a lo largo del campo. El promedio máximo de la viscosidad plástica del fluido de perforación es de 17 cp con una tendencia a disminuir hacia el sur del campo. Por consiguiente, se indican los valores entre 9 cp y 17 cp como rango tolerable de la viscosidad plástica del fluido de perforación para la sección de 8 ½” en el campo Fanny.

3.3.3.2.4 Yield point (YP)

El Gráfico 3.32, indica que el promedio mínimo de YP del fluido de perforación es de 14 presentando una tendencia a disminuir hacia el sur del campo. El promedio máximo de YP del fluido de perforación es de 20 con una tendencia a disminuir según se dirige hacia el sur del campo. De acuerdo con lo anterior, se determinan los valores entre 14 y 20 como rango aceptable de YP del fluido de perforación para la sección de 8 ½” en el campo Fanny.

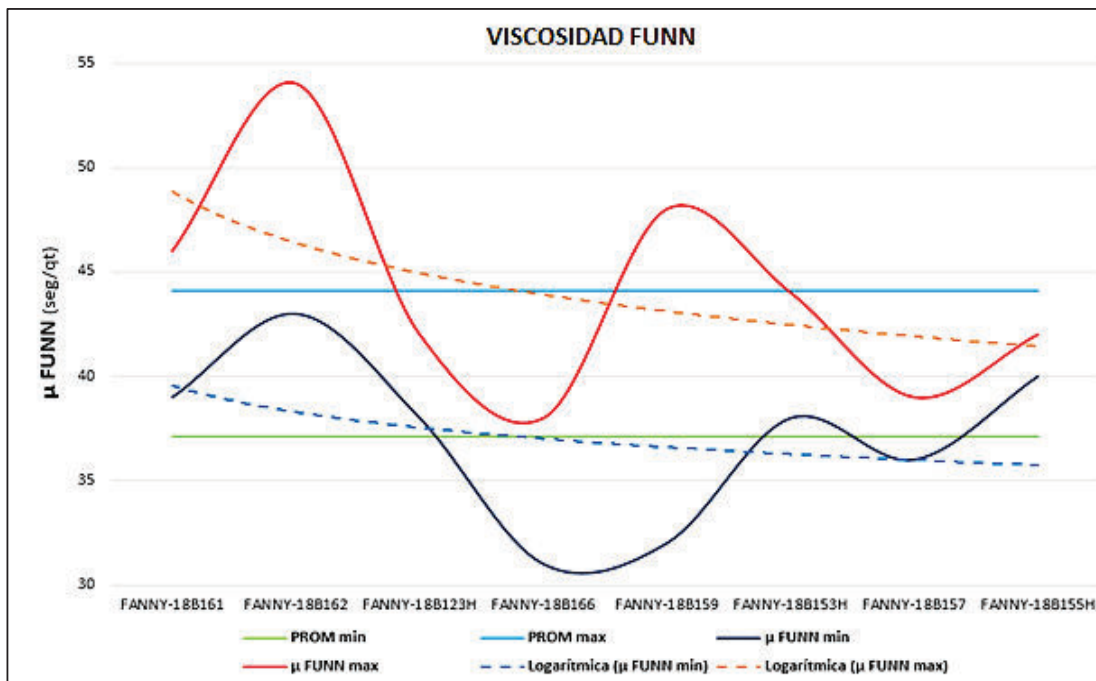
Gráfico 3.29: Variación de la densidad del fluido de perforación en la sección de 8 ½" del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

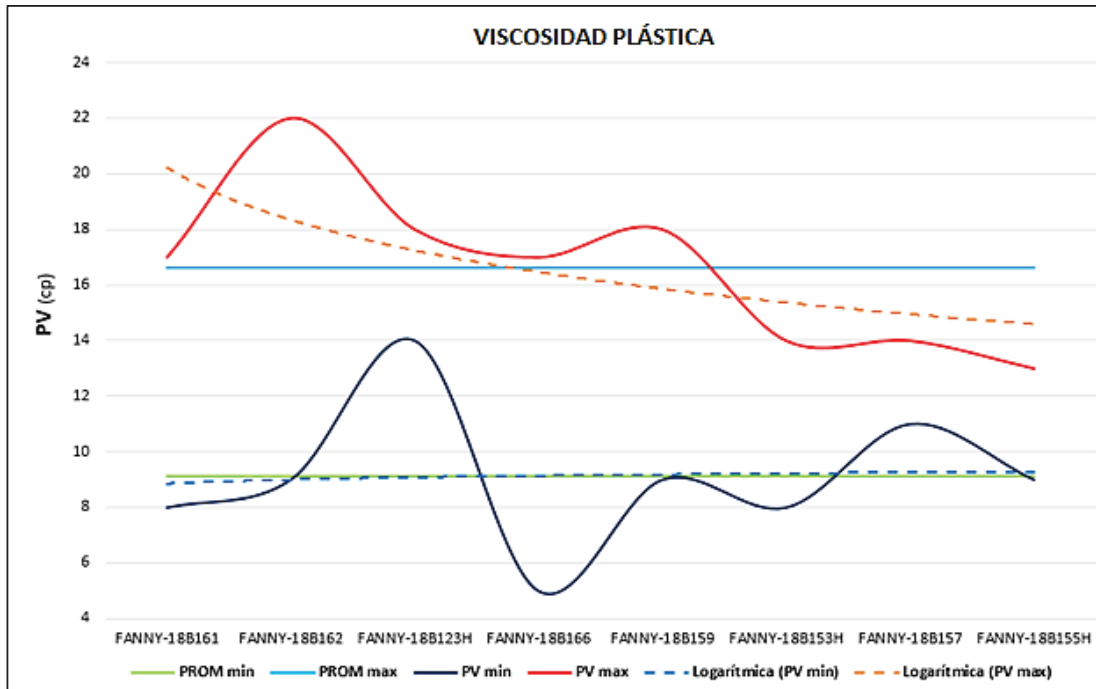
Gráfico 3.30: Variación de la viscosidad FUNN del fluido de perforación en la sección de 8 ½" del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

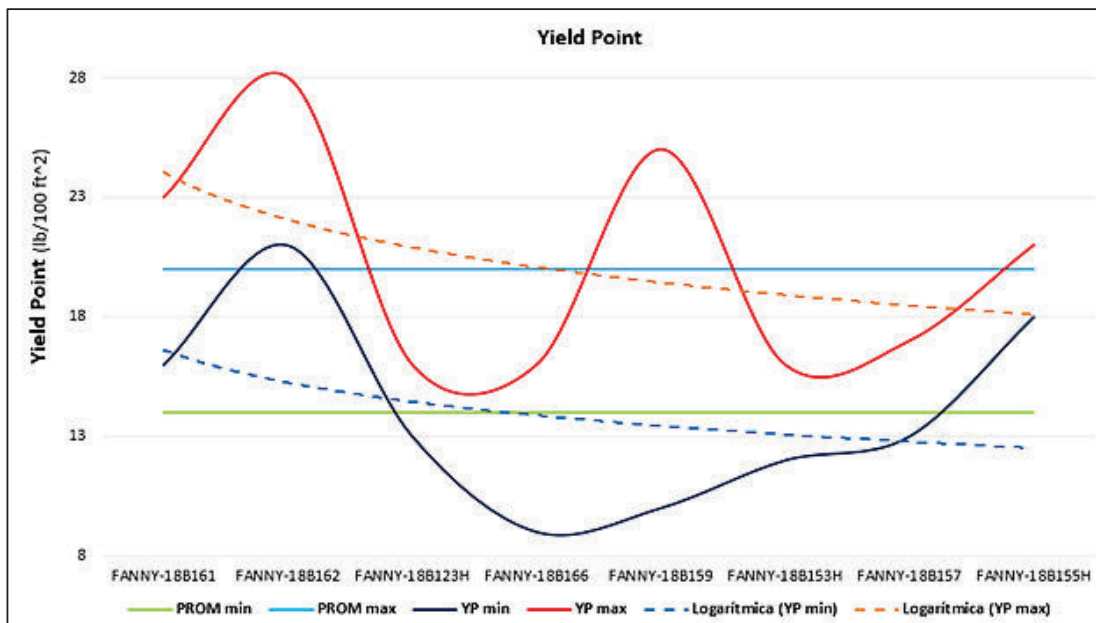
Gráfico 3.31: Variación de PV del fluido de perforación en la sección de 8 ½” del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Gráfico 3.32: Variación de YP del fluido de perforación en la sección de 8 ½” del campo Fanny



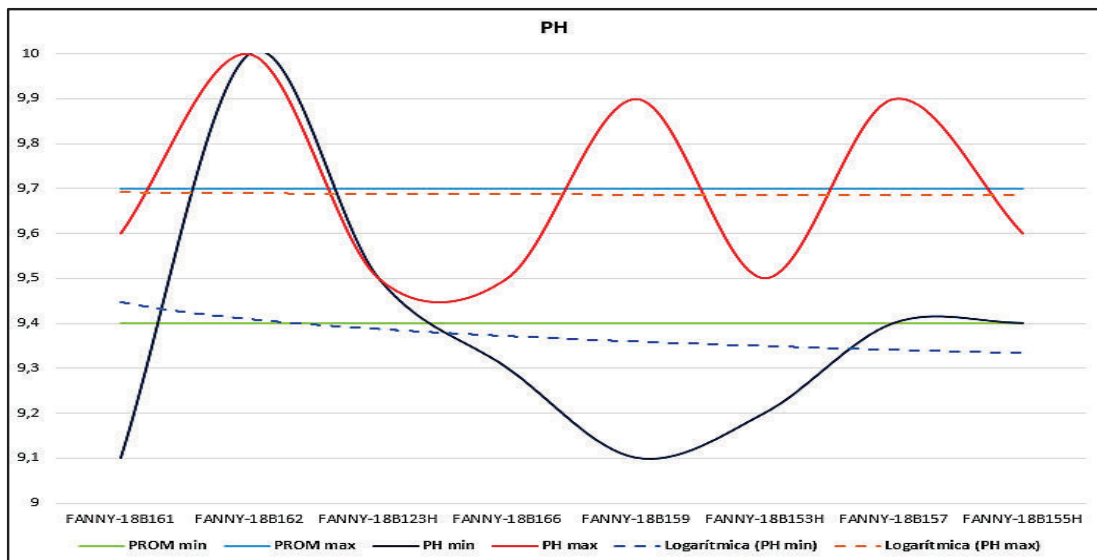
Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.3.3.2.5 PH

El Gráfico 3.33, indica que el promedio mínimo del PH del fluido de perforación es de 9.4 presentando una tendencia a disminuir hacia la dirección sur del campo. Además, el promedio máximo del PH del fluido de perforación es de 9.7 con una tendencia a mantener su valor a lo largo del campo. De acuerdo con lo anterior, se determinan los valores entre 9.4 y 9.7 como rango aceptable de PH del fluido de perforación para la sección de 8 ½" en el campo Fanny.

Gráfico 3.33: Variación del PH del fluido de perforación en la sección de 8 ½" del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Tabla 3.8: Parámetros óptimos del fluido de perforación en la sección de 8 ½" del campo Fanny

Parámetros del fluido de perforación para la sección de 8 ½" del campo Fanny	
Parámetro	Rango óptimo
Densidad (lpg)	9,7 - 10,2
μ FUNN (seg/qt)	37 - 44
PV (cp)	9 - 17
YP	14 - 20
PH	9,4 - 9,7
Tipo de Lodo	EZ-MUD CLAYSEAL CLAY SEAL KLAS-STOP

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.4 ANÁLISIS TÉCNICO DE LOS PARÁMETROS DE PERFORACIÓN EN EL CAMPO MARIANN CON EL MÉTODO DE TENDENCIAS.

La información se encuentra tabulada en los Anexos B y D, los cuales muestran toda la información del campo en cuadros estadísticos realizados en Excel.

3.4.1 ANÁLISIS DE LA SECCIÓN DE 16”

3.4.1.1 Análisis de los parámetros de perforación

La información de cada uno de los parámetros como galonaje, presión, RPM, WOB, torque y ROP los cuales han sido representados en el Anexo B1 para la sección de 16”.

3.4.1.1.1 Galonaje (gpm)

El Gráfico 3.34, indica que el promedio mínimo del galonaje es de 503 gpm con una tendencia a estar constante a lo largo del campo. Se observa que el promedio máximo del galonaje es de 660 gpm presentando una tendencia a incrementar mientras se dirige hacia el sur del campo. De tal forma, se señalan los valores entre 503-660 gpm como rango permisible de los GPM para la sección de 16” en el campo Mariann.

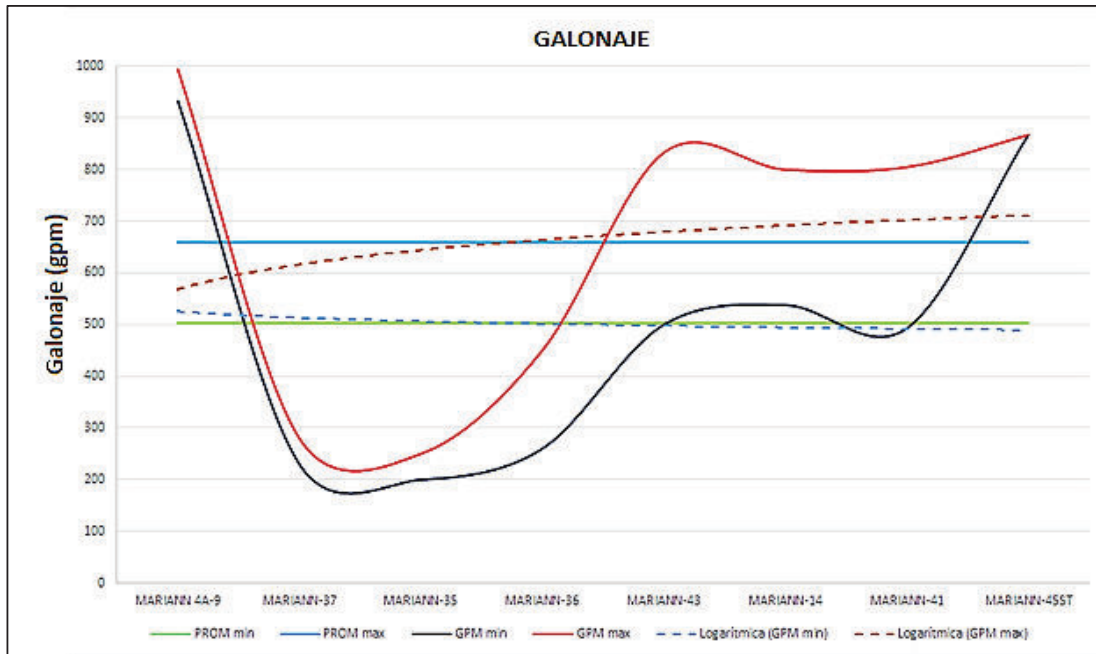
3.4.1.1.2 Presión (psi)

El Gráfico 3.35, indica que el promedio mínimo de la presión es de 1085 psi con una tendencia a incrementar hacia el sur del campo. Se observa que el promedio máximo de la presión es de 1564 psi presentando una tendencia a incrementar mientras se dirige hacia el sur del campo. De tal forma, se señalan los valores entre 1085-1564 psi como rango permisible de la presión para la sección de 16” en el campo Mariann.

3.4.1.1.3 Revoluciones por minuto (RPM)

El Gráfico 3.36, indica que el promedio mínimo de RPM es de 96 rpm con una tendencia a incrementar hacia el sur del campo. Se observa que el promedio máximo de RPM es de 131 rpm presentando una tendencia a incrementar mientras se dirige hacia el sur del campo. De tal forma, se señalan los valores entre 96-131 rpm como rango permisible de RPM para la sección de 16” en el campo Mariann.

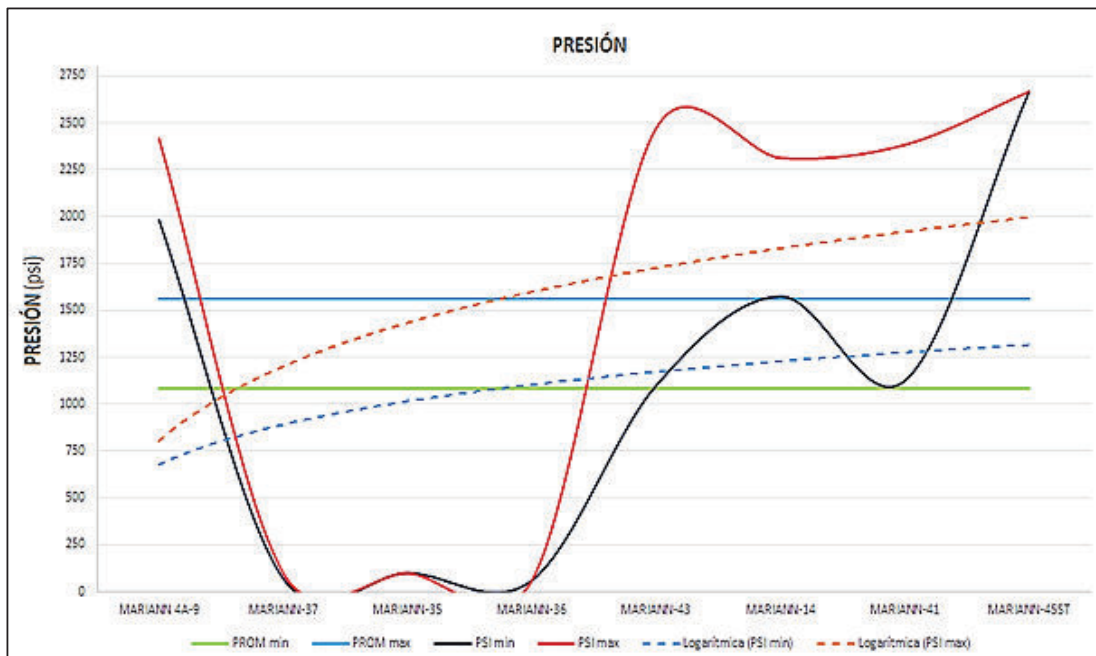
Gráfico 3.34: Comportamiento del Galonaje en la sección de 16" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

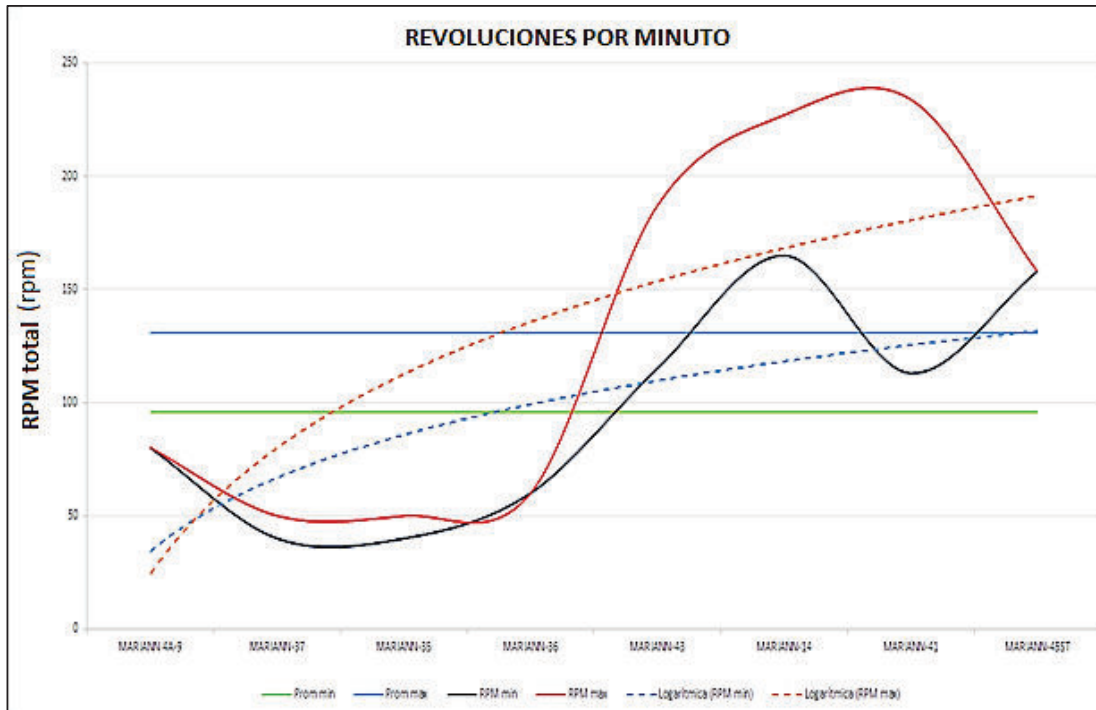
Gráfico 3.35: Comportamiento de la presión en la sección de 16" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Gráfico 3.36: Comportamiento de las RPM en la sección de 16" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

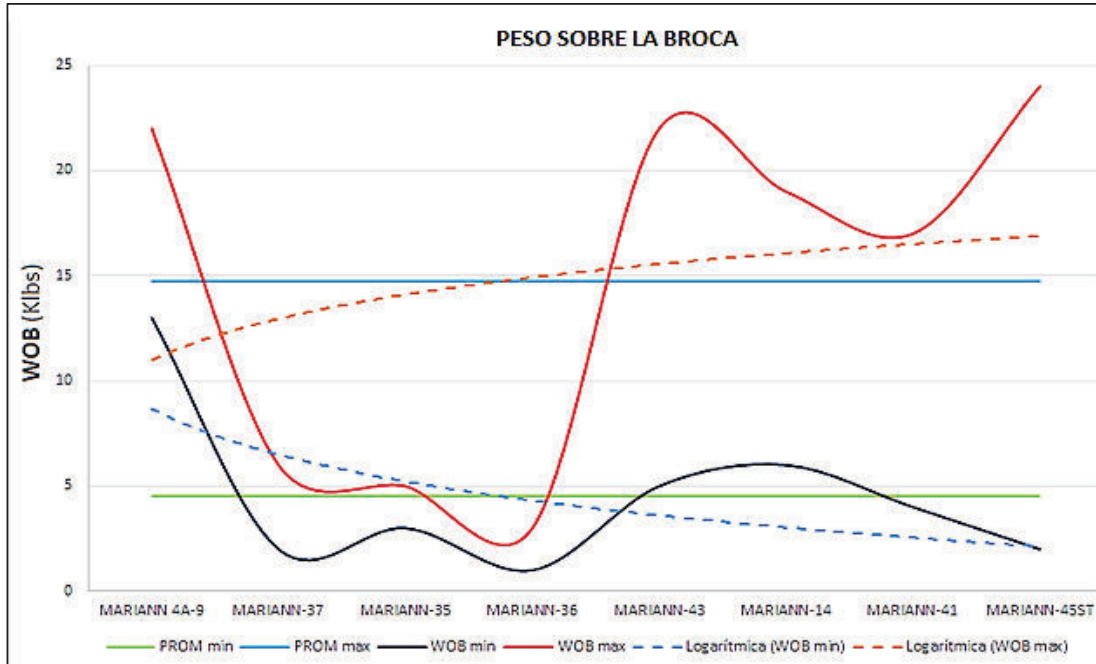
3.4.1.1.4 Peso sobre la broca (WOB)

El Gráfico 3.37, indica que el promedio mínimo del WOB es de 4,5 Klbs con una tendencia a disminuir hacia el sur del campo. Se observa que el promedio máximo del WOB es de 14,75 Klbs presentando una tendencia a incrementar mientras se dirige hacia el sur del campo. De tal forma, se señalan los valores entre 4,5 – 14,75 Klbs como rango permisible de WOB para la sección de 16" en el campo Mariann.

3.4.1.1.5 Torque (TQ)

El Gráfico 3.38, indica que el promedio mínimo del TQ es de 3,375 Klbs*ft con una tendencia a mantenerse constante hacia el centro-sur del campo. Se observa que el promedio máximo del TQ es de 7,6255 Klbs*ft presentando una tendencia a incrementar mientras se dirige hacia el sur del campo. De tal forma, se señalan los valores entre 3,375 – 7,6255 Klbs como rango permisible de la presión para la sección de 16" en el campo Mariann.

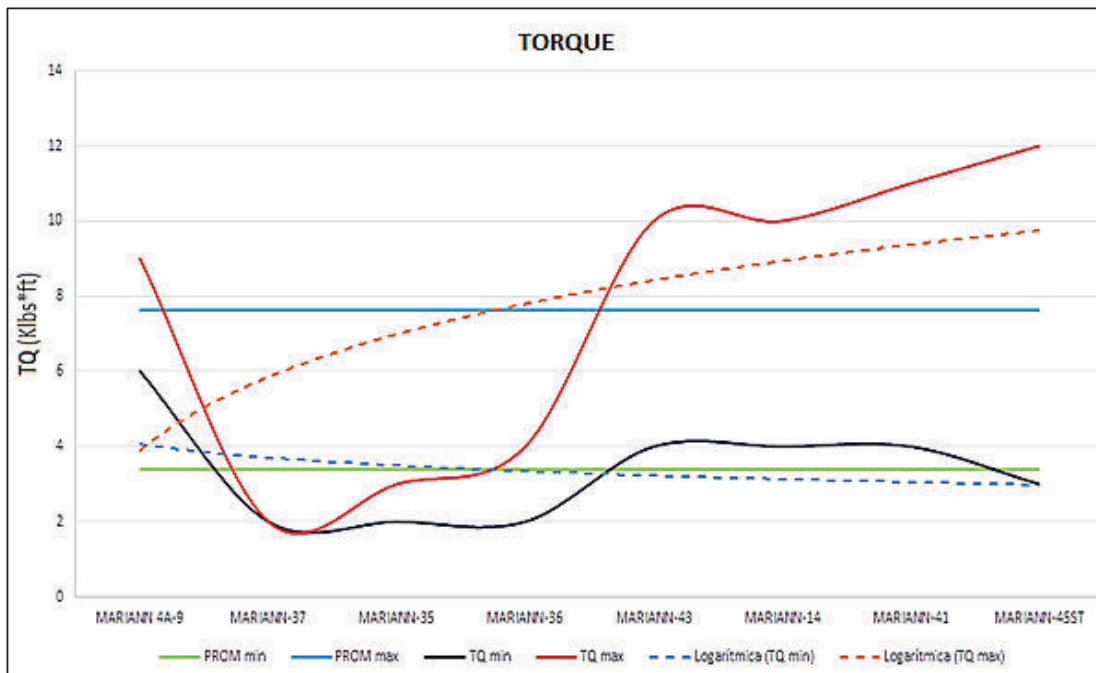
Gráfico 3.37: Comportamiento del WOB en la sección de 16" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Gráfico 3.38: Comportamiento del TQ en la sección de 16" del campo Mariann



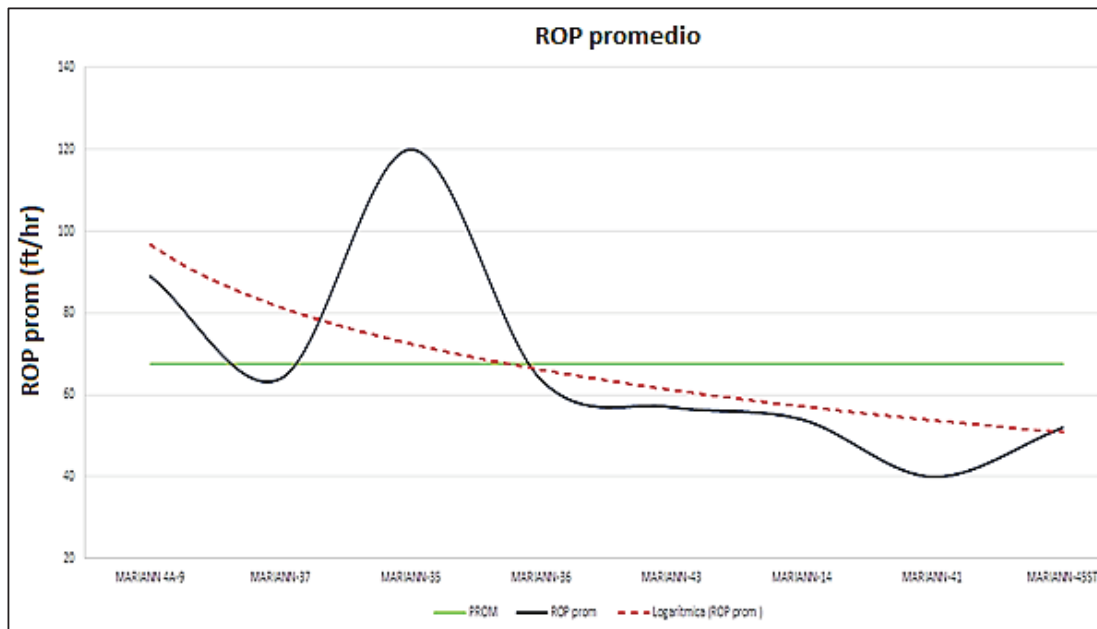
Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.4.1.1.6 Rata de penetración (ROP)

El valor promedio de la ROP encontrado en la sección de 16" es de 67,45 ft/hr aproximadamente como se puede observar en el Gráfico 3.39, por lo que se ha determinado una tendencia a disminuir hacia la dirección sur del campo Mariann.

Gráfico 3.39: Comportamiento de la ROP en la sección de 16" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Tabla 3.9: Parámetros óptimos de perforación para la sección de 16" del campo Mariann

Parámetros de perforación para la sección de 16" del campo Mariann	
Parámetro	Rango óptimo
Galonaje (gpm)	503-660
Presión (psi)	1085-1564
RPM	96-131
WOB (Klbs)	4,5-14,75
TQ (Klbs*ft)	3,375-7,625
ROP (ft/hr)	67,45 $\sigma = 25,45$

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.4.1.2 Análisis de fluidos de perforación

La información de cada uno de los parámetros ha sido obtenida del Anexo D1 en donde se encuentra lo que corresponde a fluidos de perforación para la sección de 16”.

3.4.1.2.1 Densidad (lpg)

El Gráfico 3.40, indica que el promedio mínimo de la densidad del fluido de perforación es de 8,5 lpg con una tendencia constante hacia el sur del campo. El promedio máximo de la densidad del fluido de perforación es de 10 lpg con una tendencia a crecer hacia el sur del campo. Por lo tanto, se señalan los valores entre 8,5 lpg y 10 lpg como rango admisible de la densidad del fluido de perforación para la sección de 16” en el campo Mariann.

3.4.1.2.2 Viscosidad FUNN

El Gráfico 3.41, indica que el promedio mínimo de la viscosidad FUNN del fluido de perforación es de 28,2 seg/qt con una tendencia a crecer hacia el sur del campo. El promedio máximo de la viscosidad FUNN del fluido de perforación es de 44,6 seg/qt con una tendencia a crecer hacia el sur del campo. Por lo tanto, se indica los valores entre 28,2 seg/qt y 44,6 seg/qt como rango admisible de la viscosidad FUNN del fluido de perforación para la sección de 16” en el campo Mariann.

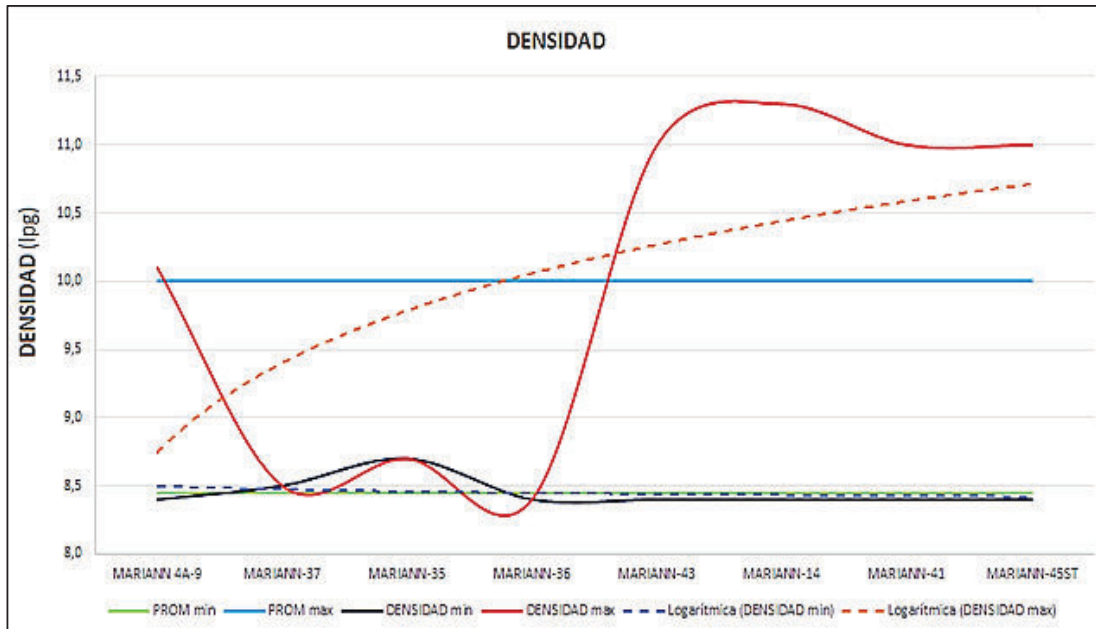
3.4.1.2.3 Viscosidad plástica PV (cp)

El Gráfico 3.42, indica que el promedio mínimo de la viscosidad plástica del fluido de perforación es de 2,75 cp con una tendencia a incrementar hacia el sur del campo. El promedio máximo de la viscosidad plástica del fluido de perforación es de 7,63 cp con una tendencia a crecer hacia el sur del campo. Entonces, se indica los valores entre 2,75 cp y 7,63 cp como rango admisible de la viscosidad plástica del fluido de perforación para la sección de 16” en el campo Mariann.

3.4.1.2.4 Yield Point (YP)

El Gráfico 3.43, indica que el promedio mínimo del Yield point del fluido de perforación es de 4,8 con una tendencia a crecer hacia el sur del campo. El promedio máximo del Yield point del fluido de perforación es de 13,4 con una tendencia a crecer hacia el sur del campo. Por lo tanto, se indica los valores entre 4,8 y 13,4 como rango admisible del Yield point del fluido de perforación para la sección de 16” en el campo Mariann.

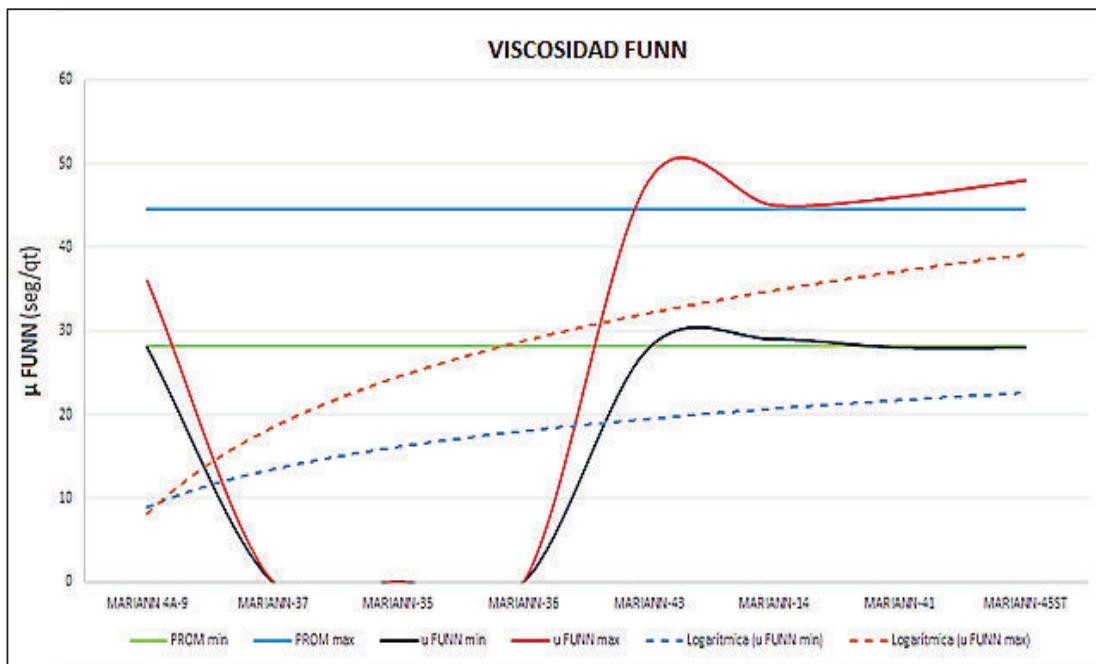
Gráfico 3.40: Variación de la densidad del fluido de perforación en la sección de 16" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

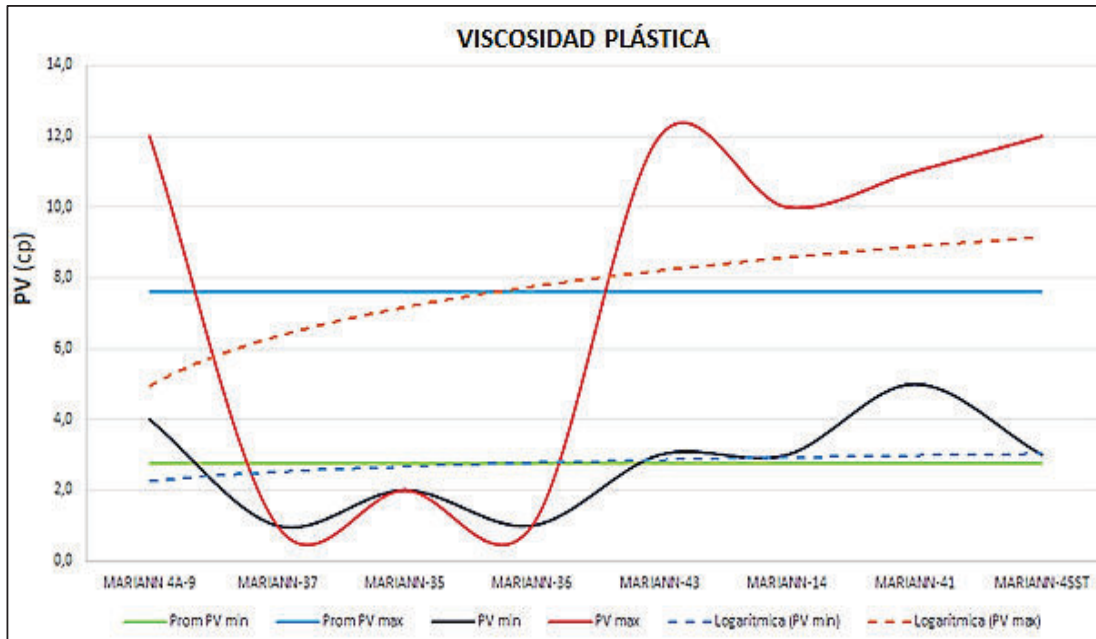
Gráfico 3.41: Variación de la viscosidad FUNN del fluido de perforación en la sección de 16" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

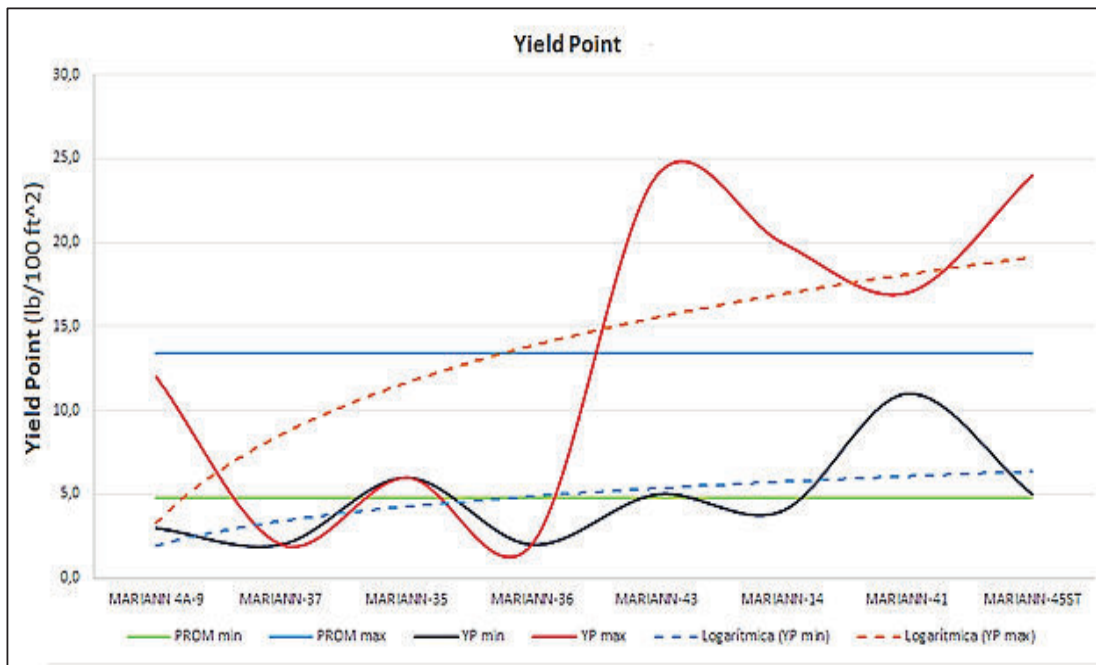
Gráfico 3.42: Variación de la PV del fluido de perforación en la sección de 16" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Gráfico 3.43: Variación del YP del fluido de perforación en la sección de 16" del campo Mariann



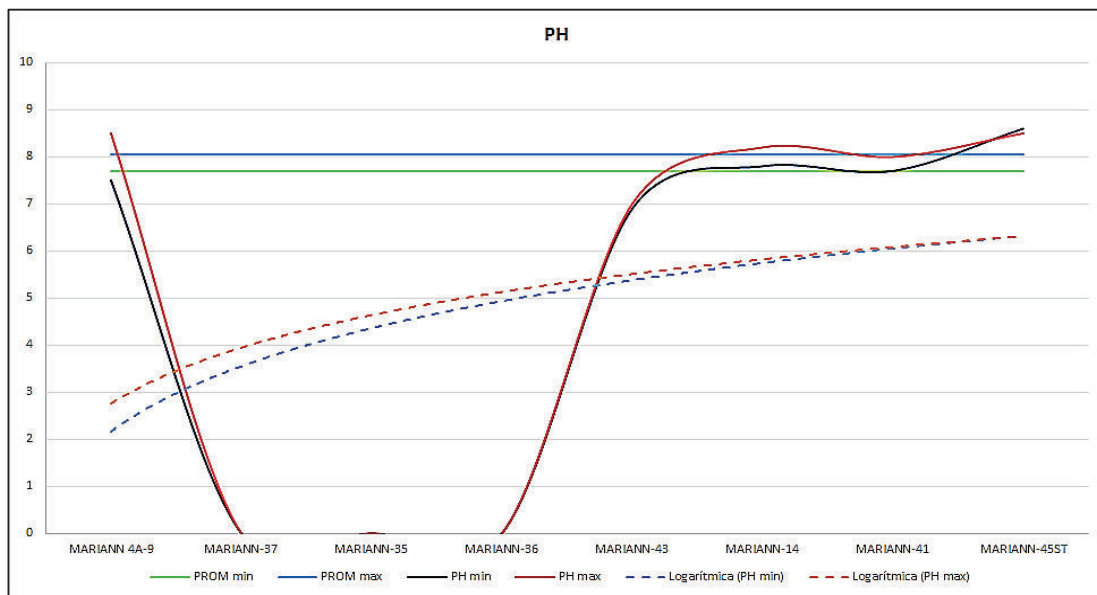
Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.4.1.2.5 PH

El Gráfico 3.44, indica que el promedio mínimo del PH del fluido de perforación es de 7,7 con una tendencia a incrementar hacia el sur del campo. El promedio máximo del PH del fluido de perforación es de 8,04 con una tendencia a incrementar hacia el sur del campo. Por lo tanto, se determinan los valores entre 7,7 y 8,04 como rango admisible del PH del fluido de perforación para la sección de 16" en el campo Mariann.

Gráfico 3.44: Variación del PH del fluido de perforación en la sección de 16" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Tabla 3.10: Parámetros óptimos del fluido de perforación para la sección de 16" del campo Mariann

Parámetros del fluido de perforación para la sección de 16" del campo Mariann	
Parámetro	Rango óptimo
Densidad (lpg)	8,5-10
μ FUNN (seg/qt)	28,2-44,6
PV (cp)	2,75-7,63
YP	4,8-13,4
PH	7,7-8,04
Tipo de Lodo	Nativo disperso AQUAGEL Agua fresca

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.4.2 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA SECCIÓN DE 12 ¼”

3.4.2.1 Análisis de los parámetros de perforación

La información de cada uno de los parámetros como galonaje, presión, RPM, WOB, torque y ROP los cuales han sido representados en el Anexo B2 para la sección de 12 ¼”.

3.4.2.1.1 Galonaje (gpm)

El Gráfico 3.45, indica que el promedio mínimo del galonaje es de 659 gpm con una tendencia a estar constante a lo largo del campo. El promedio máximo del galonaje es de 822 gpm presentando una tendencia constante hacia el sur del campo. De tal forma, se señalan los valores entre 659-822 gpm como rango permisible de los GPM para la sección de 12 ¼” en el campo Mariann.

3.4.2.1.2 Presión (psi)

El Gráfico 3.46, indica que el promedio mínimo de la presión es de 2176 psi con una tendencia a incrementar a lo largo del campo. El promedio máximo de la presión es de 3053 psi presentando una tendencia a incrementar hacia el sur del campo. De tal forma, se señalan los valores entre 2176-3053 psi como rango permisible de la presión para la sección de 12 ¼” en el campo Mariann.

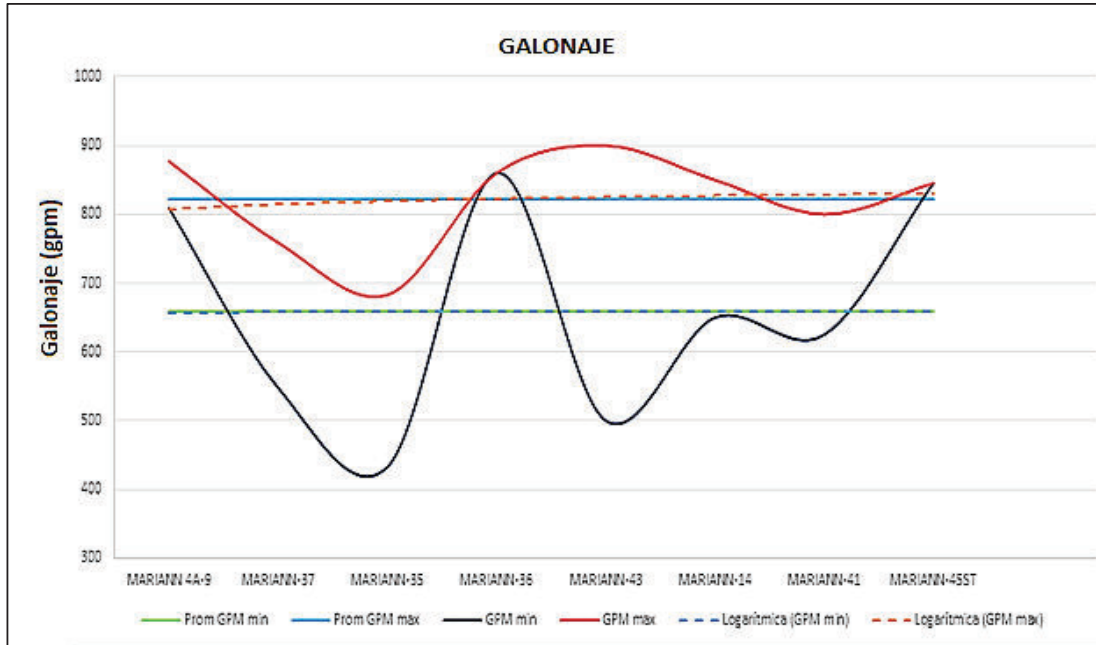
3.4.2.1.3 Revoluciones por minuto (RPM)

El Gráfico 3.47, indica que el promedio mínimo de RPM es de 148 rpm con una tendencia a estar constante a lo largo del campo. El promedio máximo de RPM es de 188 rpm presentando una tendencia a incrementar mientras se dirige hacia el sur del campo. De tal forma, se señalan los valores entre 148-188 rpm como rango permisible de RPM para la sección de 12 ¼” en el campo Mariann.

3.4.2.1.4 Peso sobre la broca (WOB)

El Gráfico 3.48, indica que el promedio mínimo de WOB es de 7 Klbs con una tendencia a una ligera disminución a lo largo del campo. Se observa que el promedio máximo de WOB es de 27 Klbs presentando una tendencia a incrementar levemente mientras se dirige hacia el sur del campo. De tal forma, se señalan los valores entre 7-27 Klbs como rango permisible de WOB para la sección de 12 ¼” en el campo Mariann.

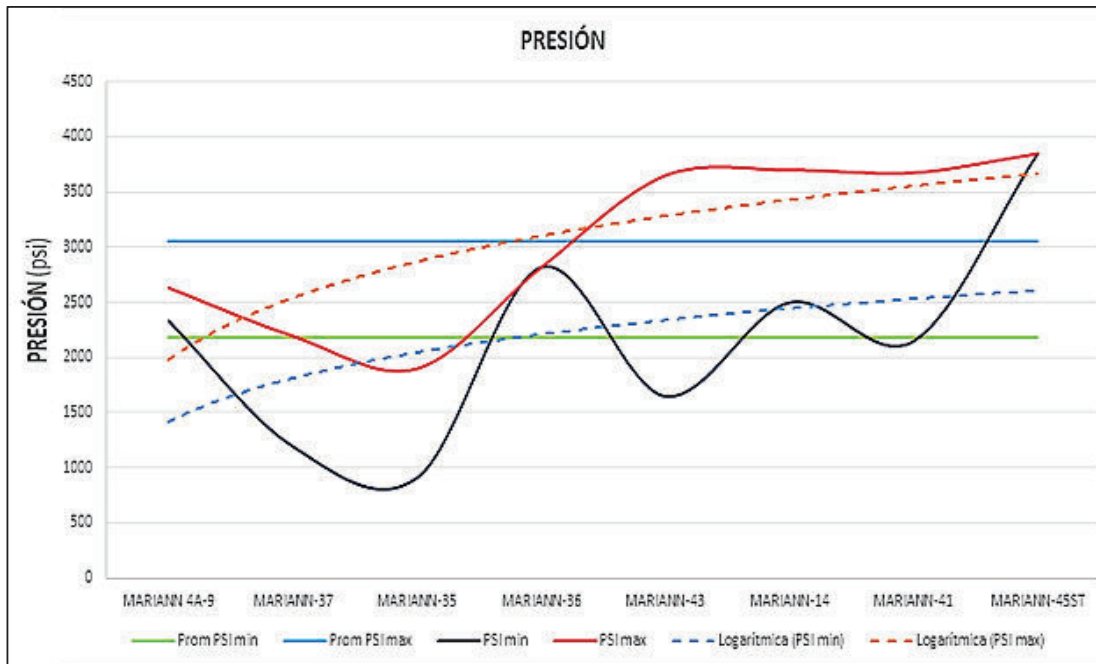
Gráfico 3.45: Comportamiento del Galonaje en la sección de 12 ¼" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

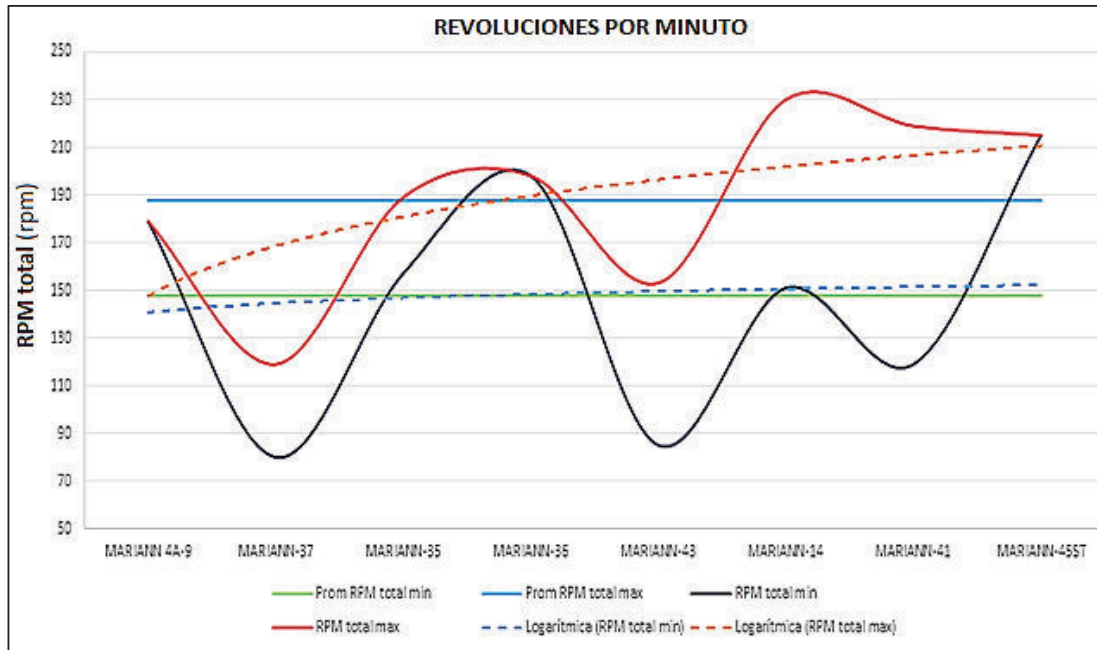
Gráfico 3.46: Comportamiento de la presión en la sección de 12 ¼" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

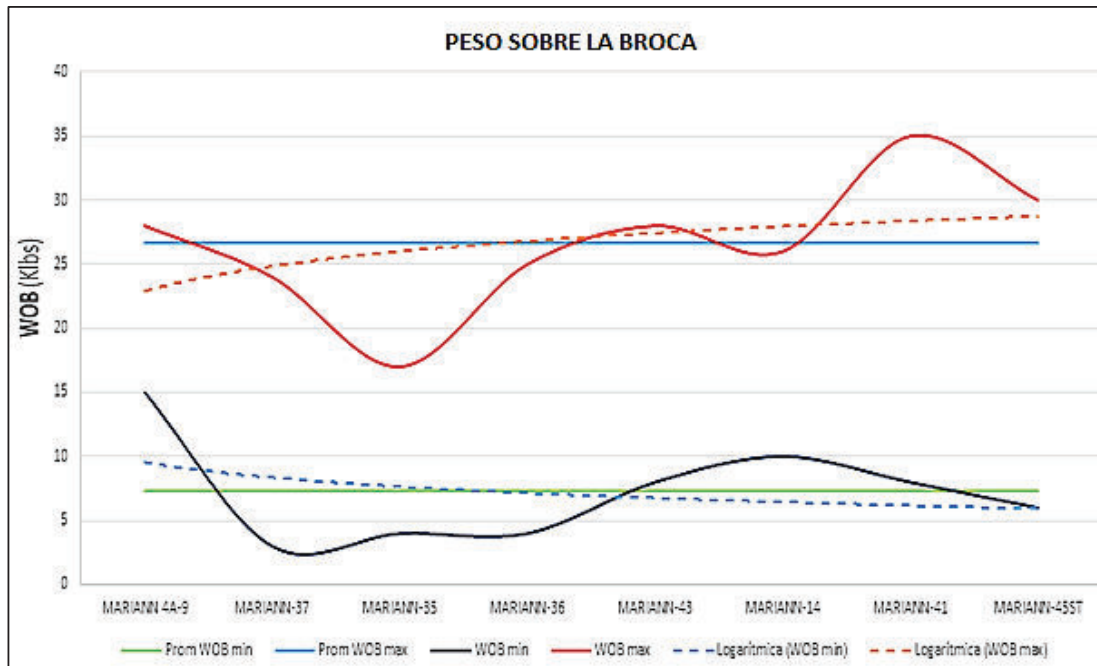
Gráfico 3.47: Comportamiento de las RPM en la sección de 12 ¼" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Gráfico 3.48: Comportamiento del WOB en la sección de 12 ¼" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.4.2.1.5 Torque (TQ)

El Gráfico 3.49, indica que el promedio mínimo de TQ es de 8 Klbs*ft con una tendencia a un ligero aumento a lo largo del campo. Se observa que el promedio máximo de TQ es de 16 Klbs*ft presentando una tendencia a incrementar mientras se dirige hacia el sur del campo.

De tal forma, se señalan los valores entre 8-16 Klbs*ft como rango permisible de TQ para la sección de 12 ¼" en el campo Mariann.

3.4.2.1.6 Rata de penetración (ROP)

El valor promedio de la ROP encontrado en la sección de 12 ¼" es de 45,7 ft/hr aproximadamente como se puede observar en el Gráfico 3.50, por lo que se ha determinado una tendencia a disminuir hacia la dirección sur del campo Mariann.

Finalmente, como resultado de los análisis anteriores de cada uno de los parámetros de perforación se logró obtener los rangos óptimos los cuales están representados en la Tabla 3.11 para la sección de 12 ¼".

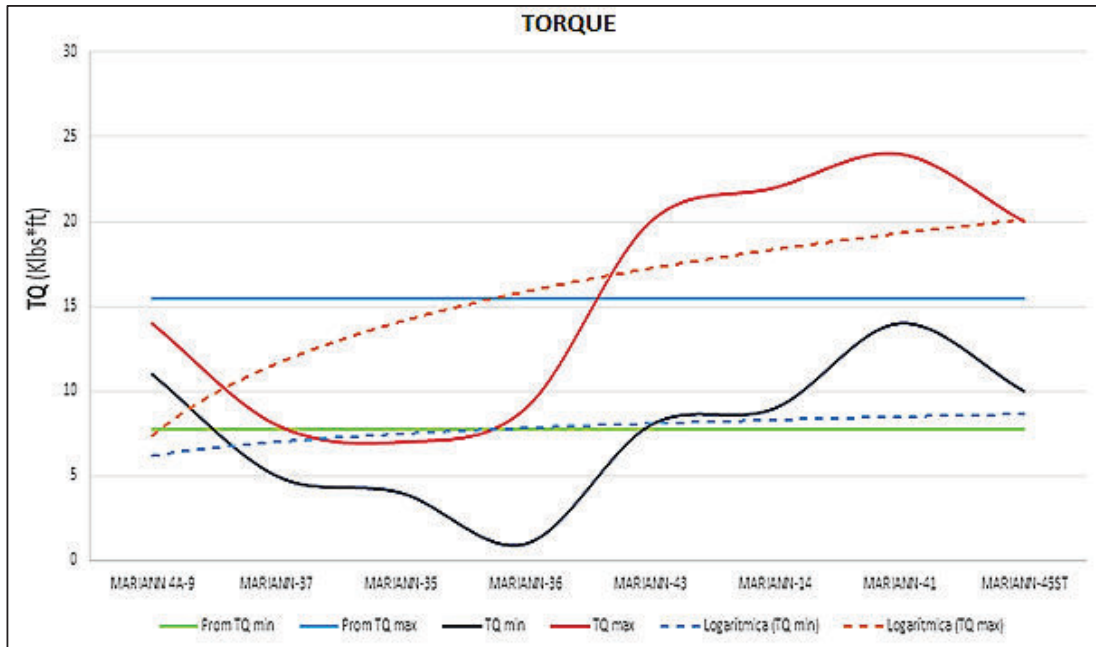
Tabla 3.11: Parámetros óptimos de perforación para la sección de 12 ¼" del campo Mariann

Parámetros de perforación para la sección de 12 ¼" del campo Mariann	
Parámetro	Rango óptimo
Galonaje (gpm)	659-822
Presión (psi)	2176-3053
RPM	148-188
WOB (Klbs)	7-27
TQ (Klbs*ft)	8-16
ROP (ft/hr)	46,033 $\sigma = 18,46$

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

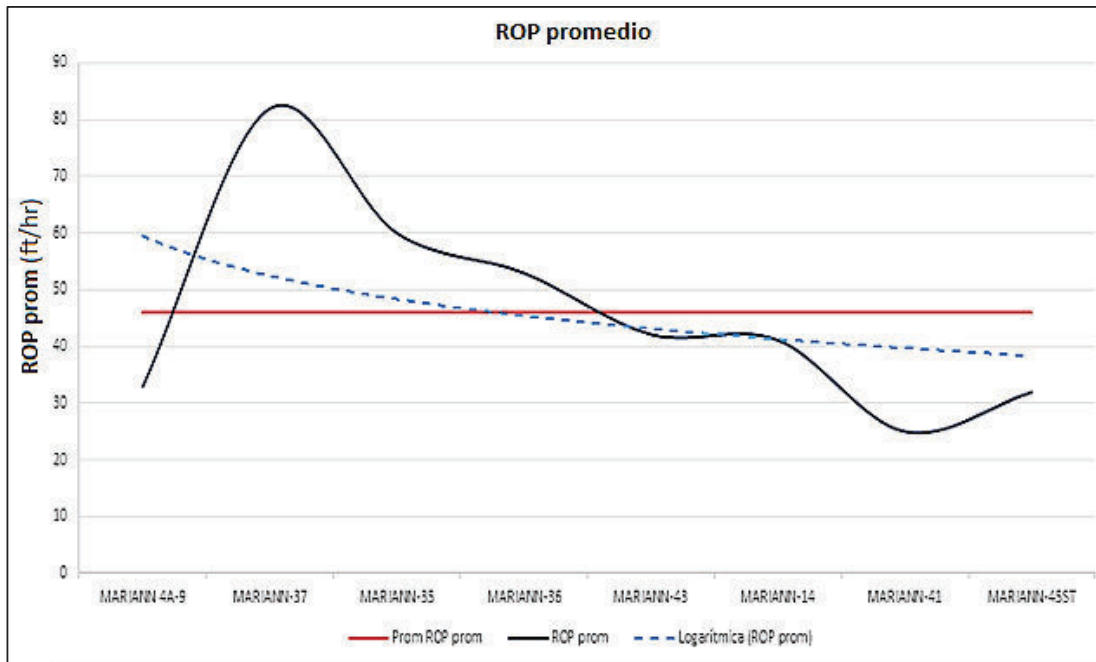
Gráfico 3.49: Comportamiento del TQ en la sección de 12 ¼" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Gráfico 3.50: Comportamiento de la ROP en la sección de 12 ¼" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.4.2.2 Análisis de fluidos de perforación

La información de cada uno de los parámetros ha sido obtenida del Anexo D2 en donde se encuentra lo que corresponde a fluidos de perforación para la sección de 12 ¼”.

3.4.2.2.1 Densidad (lpg)

El Gráfico 3.51, indica que el promedio mínimo de la densidad del fluido de perforación es de 9,6 lpg con una tendencia constante hacia el sur del campo. El promedio máximo de la densidad del fluido de perforación es de 10,8 lpg con una tendencia a incrementar hacia el sur del campo. Por lo tanto, se indica los valores entre 9,6 lpg y 10,8 lpg como rango admisible de la densidad del fluido de perforación para la sección de 12 ¼” en el campo Mariann.

3.4.2.2.2 Viscosidad FUNN

El Gráfico 3.52, indica que el promedio mínimo de la viscosidad FUNN del fluido de perforación es de 34 seg/qt con una tendencia a crecer hacia el sur del campo. El promedio máximo de la viscosidad FUNN del fluido de perforación es de 47 seg/qt con una tendencia a crecer hacia el sur del campo. Por lo tanto, se determinan los valores entre 34 seg/qt y 47 seg/qt como rango de la viscosidad FUNN del fluido de perforación para la sección de 12 ¼” en el campo Mariann.

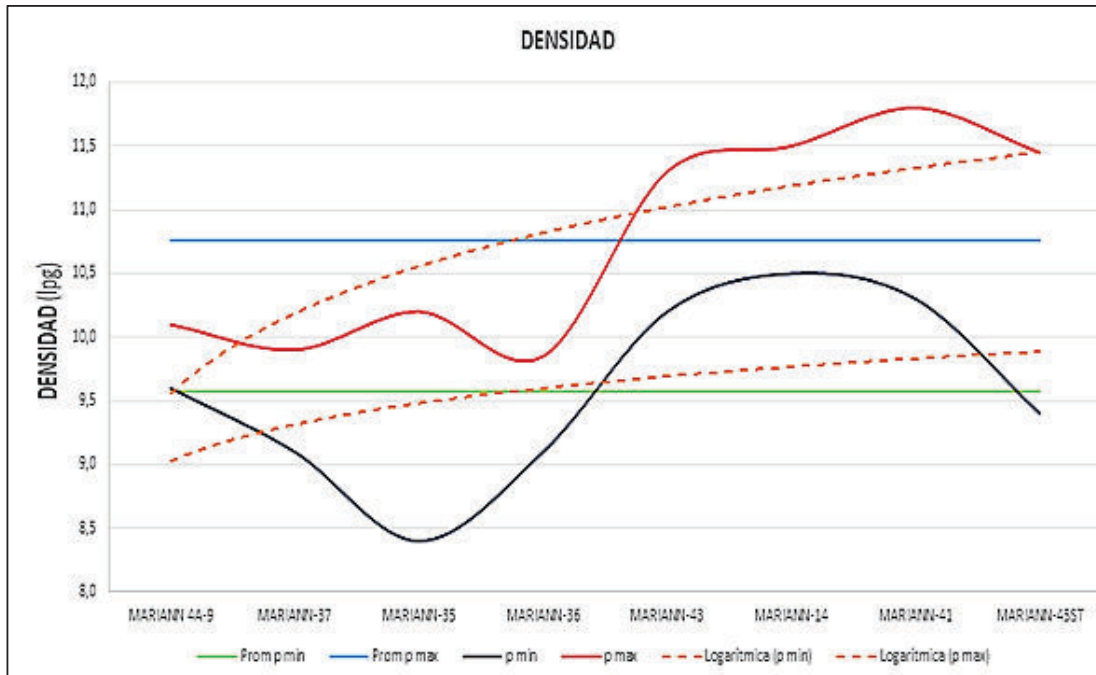
3.4.2.2.3 Viscosidad plástica PV (cp)

El Gráfico 3.53, indica que el promedio mínimo de la viscosidad plástica del fluido de perforación es de 7 cp con una tendencia a crecer hacia el sur del campo. El promedio máximo de la viscosidad plástica del fluido de perforación es de 13 cp con una tendencia a crecer hacia el sur del campo. Por lo tanto, se determinan los valores entre 7 cp y 13 cp como rango admisible de la viscosidad plástica del fluido de perforación para la sección de 12 ¼” en el campo Mariann.

3.4.2.2.4 Yield Point (YP)

El Gráfico 3.54, indica que el promedio mínimo del Yield point del fluido de perforación es de 10 con una tendencia a crecer hacia el sur del campo. El promedio máximo del Yield point del fluido de perforación es de 18 con una tendencia a crecer hacia el sur del campo. Por lo tanto, se determinan los valores entre 10 y 18 cp como rango admisible del Yield point del fluido de perforación para la sección de 12 ¼” en el campo Mariann.

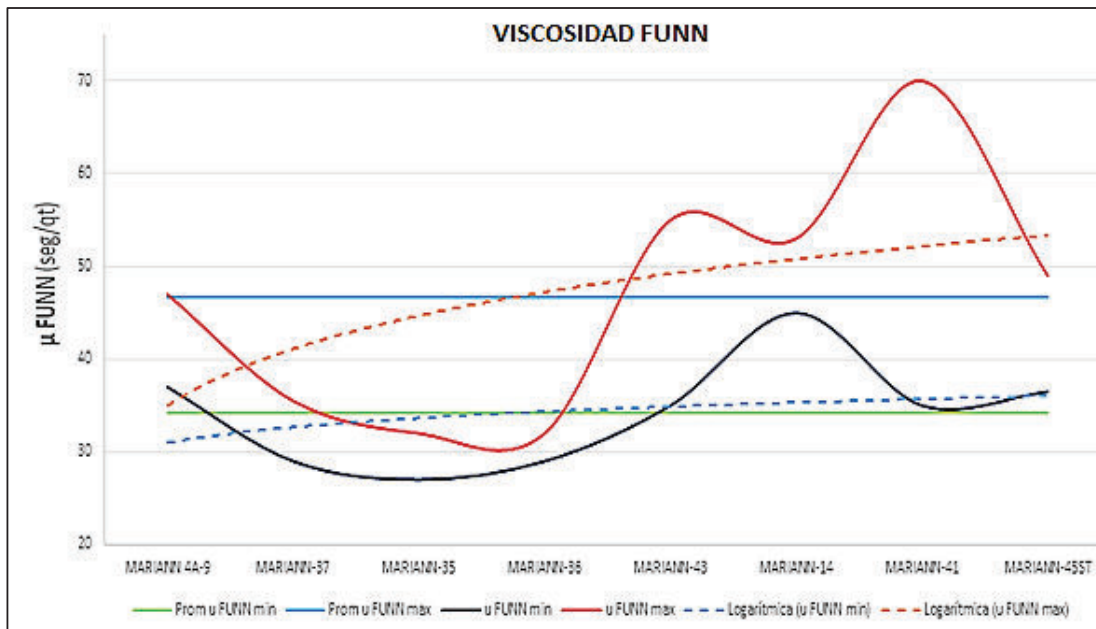
Gráfico 3.51: Variación de la densidad del fluido de perforación en la sección de 12 ¼" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

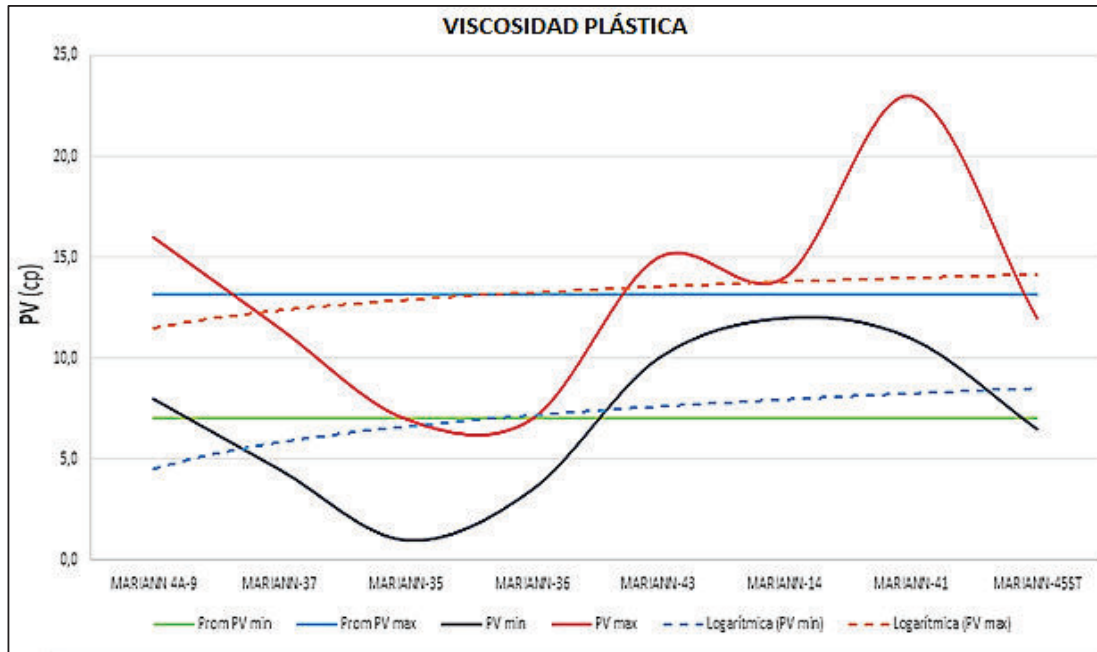
Gráfico 3.52: Variación de la viscosidad FUNN del fluido de perforación en la sección de 12 ¼" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

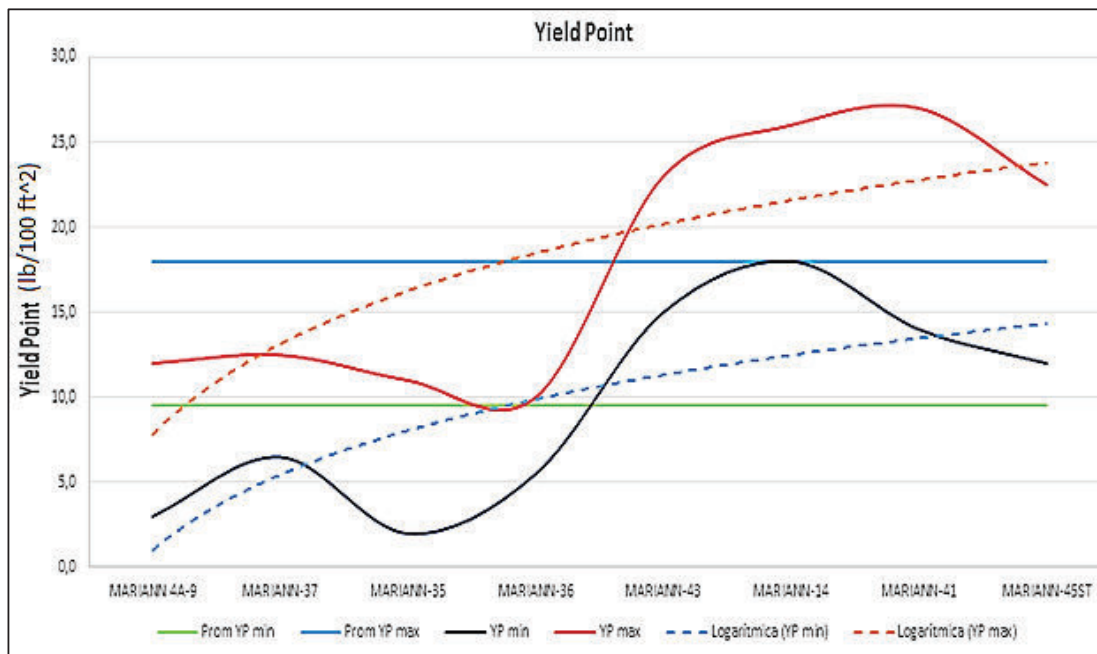
Gráfico 3.53: Variación de la PV del fluido de perforación en la sección de 12 ¼" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Gráfico 3.54: Variación del YP del fluido de perforación en la sección de 12 ¼" del campo Mariann



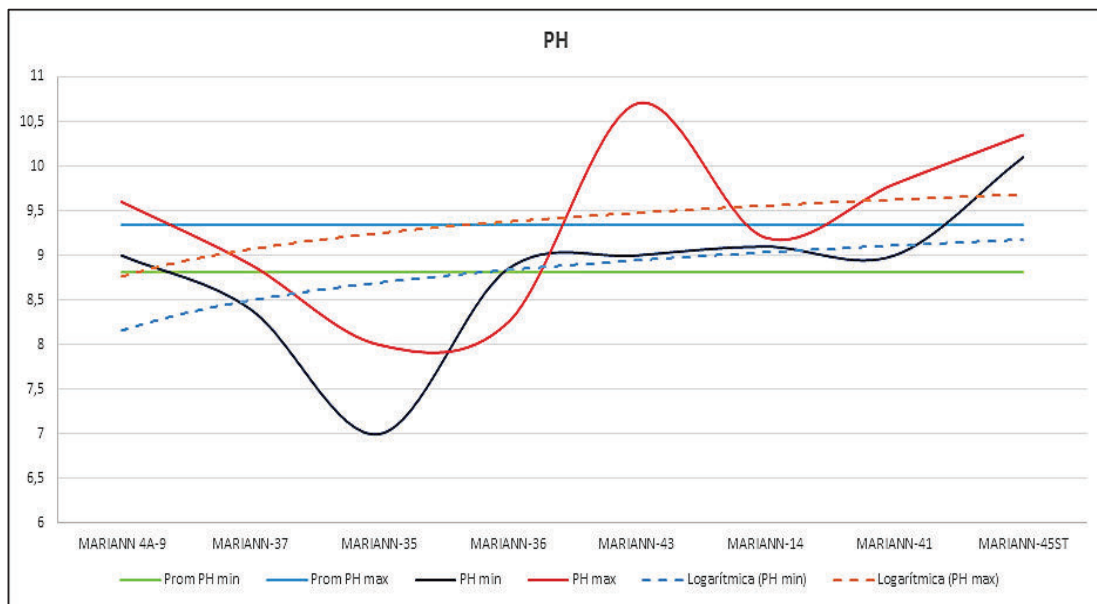
Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.4.2.2.5 PH

El Gráfico 3.55, indica que el promedio mínimo del PH del fluido de perforación es de 9 con una tendencia a incrementar hacia el sur del campo. El promedio máximo del PH del fluido de perforación es de 9,4 con una tendencia a incrementar hacia el sur del campo. Por lo tanto, se determinan los valores entre 9-9,4 como rango admisible del PH del fluido de perforación para la sección de 12 ¼” en el campo Mariann.

Gráfico 3.55: Variación del PH del fluido de perforación en la sección de 12 ¼” del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Tabla 3.12: Parámetros óptimos de los fluidos de perforación para la sección de 12 ¼” del campo Mariann

Parámetros del fluido de perforación para la sección de 12 ¼” del campo Mariann	
Parámetro	Rango óptimo
Densidad (lpg)	9,6-10,8
μ FUNN (seg/qt)	34-47
PV (cp)	7-13
YP	10-18
PH	9-9,4
Tipo de Lodo	EZ-MUD CLAYSEAL KLAS-STOP

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.4.3 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA SECCIÓN DE 8 ½”

3.4.3.1 Análisis de los parámetros de perforación

La información de cada uno de los parámetros como galonaje, presión, RPM, WOB, torque y ROP los cuales han sido representados en el Anexo B3 para la sección de 8 ½”.

3.4.3.1.1 Galonaje (gpm)

El Gráfico 3.56, indica que el promedio mínimo del galonaje es de 476 gpm con una tendencia a disminuir a lo largo del campo. El promedio máximo del galonaje es de 511 gpm con una tendencia a disminuir mientras se dirige hacia el sur del campo. De tal forma, se señalan los valores entre 476-511 gpm como rango permisible de los GPM para la sección de 8 ½” en el campo Mariann.

3.4.3.1.2 Presión (psi)

El Gráfico 3.57, indica que el promedio mínimo de la presión es de 1903 psi con una tendencia a permanecer constante a lo largo del campo. Se observa que el promedio máximo de la presión es de 2394 psi presentando una tendencia a incrementar mientras se dirige hacia el sur del campo. De tal forma, se señalan los valores entre 1903-2394 psi como rango permisible de la presión para la sección de 8 ½” en el campo Mariann.

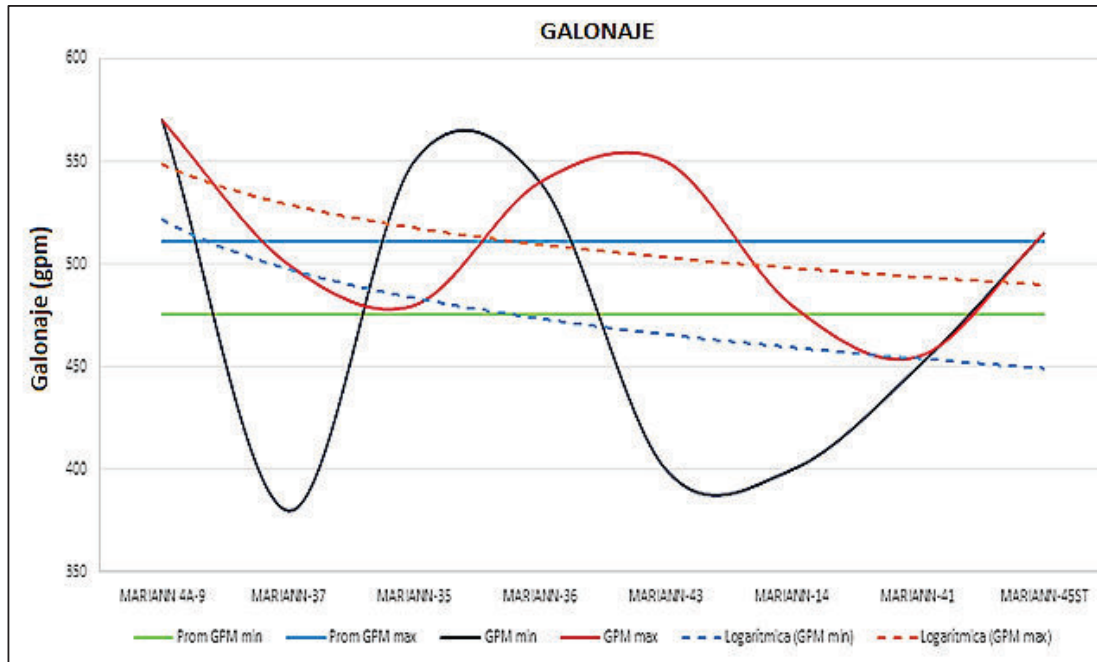
3.4.3.1.3 Revoluciones por minuto (RPM)

El Gráfico 3.58, indica que el promedio mínimo de RPM es de 159 rpm con una tendencia a estar constante a lo largo del campo. Se observa que el promedio máximo de RPM es de 200 rpm presentando una tendencia a incrementar mientras se dirige hacia el sur del campo. De tal forma, se señalan los valores entre 159-200 rpm como rango permisible de RPM para la sección de 8 ½” en el campo Mariann.

3.4.3.1.4 Peso sobre la broca (WOB)

El Gráfico 3.59, indica que el promedio mínimo de WOB es de 6 Klbs con una tendencia a disminuir un poco a lo largo del campo. Se observa que el promedio máximo de WOB es de 24 Klbs presentando una tendencia a disminuir levemente mientras se dirige hacia el sur del campo. De tal forma, se señalan los valores entre 6-24 Klbs como rango permisible de WOB para la sección de 8 ½” en el campo Mariann.

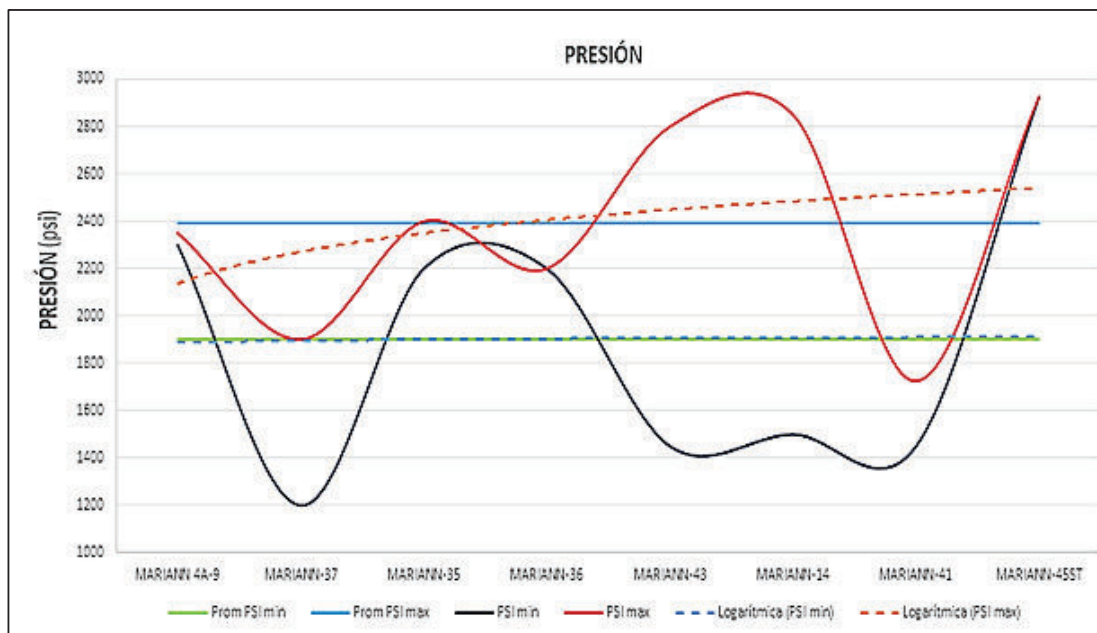
Gráfico 3.56: Comportamiento del Galonaje en la sección de 8 ½" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

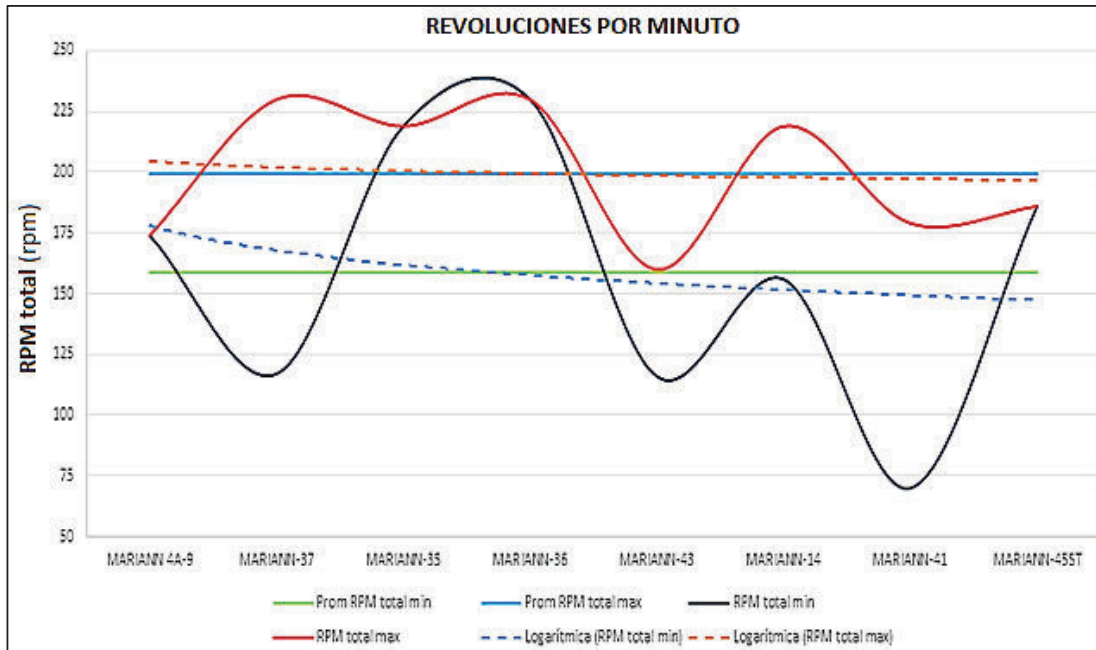
Gráfico 3.57: Comportamiento de la presión en la sección de 8 ½" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

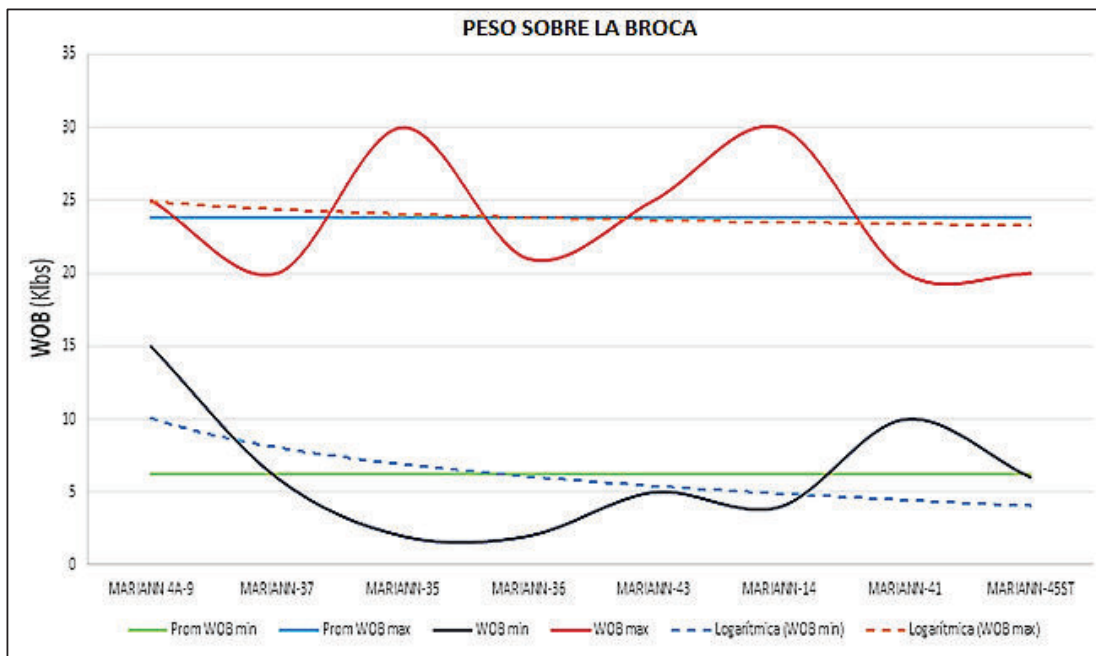
Gráfico 3.58: Comportamiento de las RPM en la sección de 8 ½" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Gráfico 3.59: Comportamiento del WOB en la sección de 8 ½" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.4.3.1.5 Torque (TQ)

El Gráfico 3.60, indica que el promedio mínimo de TQ es de 15 Klbs*ft con una tendencia a incrementar a lo largo del campo. Se observa que el promedio máximo de TQ es de 20 Klbs*ft presentando una tendencia a incrementar mientras se dirige hacia el sur del campo.

De tal forma, se señalan los valores entre 15-20 Klbs*ft como rango permisible de TQ para la sección de 8 ½" en el campo Mariann.

3.4.3.1.6 Rata de penetración (ROP)

El valor promedio de la ROP encontrado en la sección de 8 ½" es de 41 ft/hr aproximadamente como se puede observar en el Gráfico 3.61, por lo que se ha determinado una tendencia a disminuir hacia la dirección sur del campo Mariann.

Finalmente, como resultado de los análisis anteriores de cada uno de los parámetros de perforación se logró obtener los rangos óptimos los cuales están representados en la Tabla 3.13 para la sección de 8 ½".

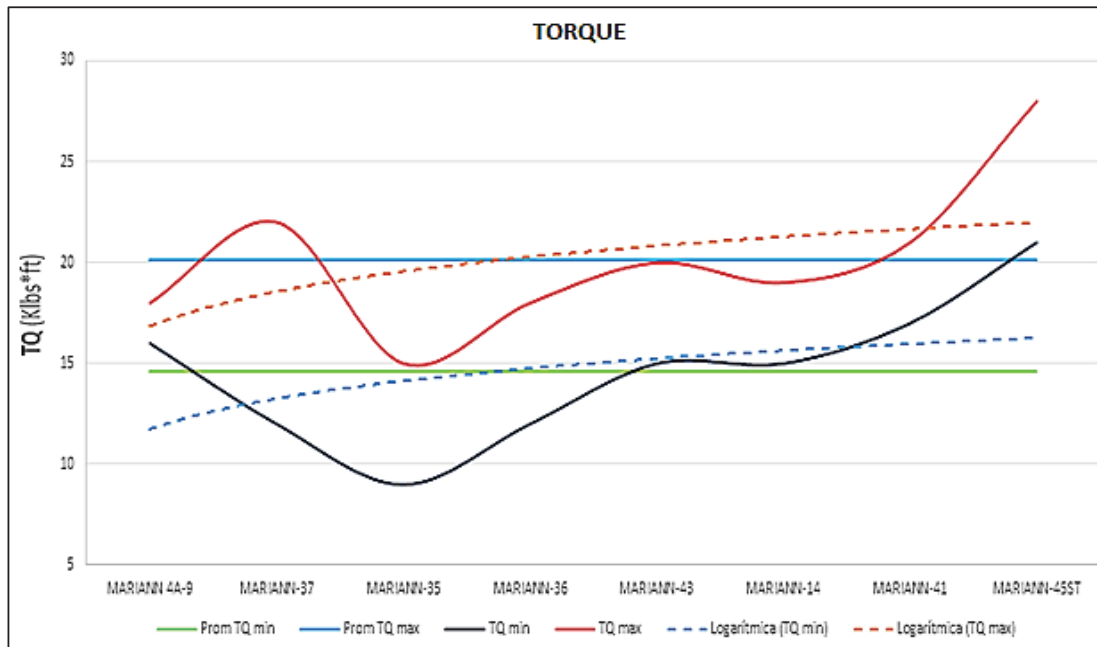
Tabla 3.13: Parámetros óptimos de perforación para la sección de 8 ½" del campo Mariann

Parámetros de perforación para la sección de 8 1/2" del campo Mariann	
Parámetro	Rango óptimo
Galonaje (gpm)	476-512
Presión (psi)	1903-2394
RPM	159-200
WOB (Klbs)	6-24
TQ (Klbs*ft)	15-20
ROP (ft/hr)	40,71 $\sigma = 8$

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

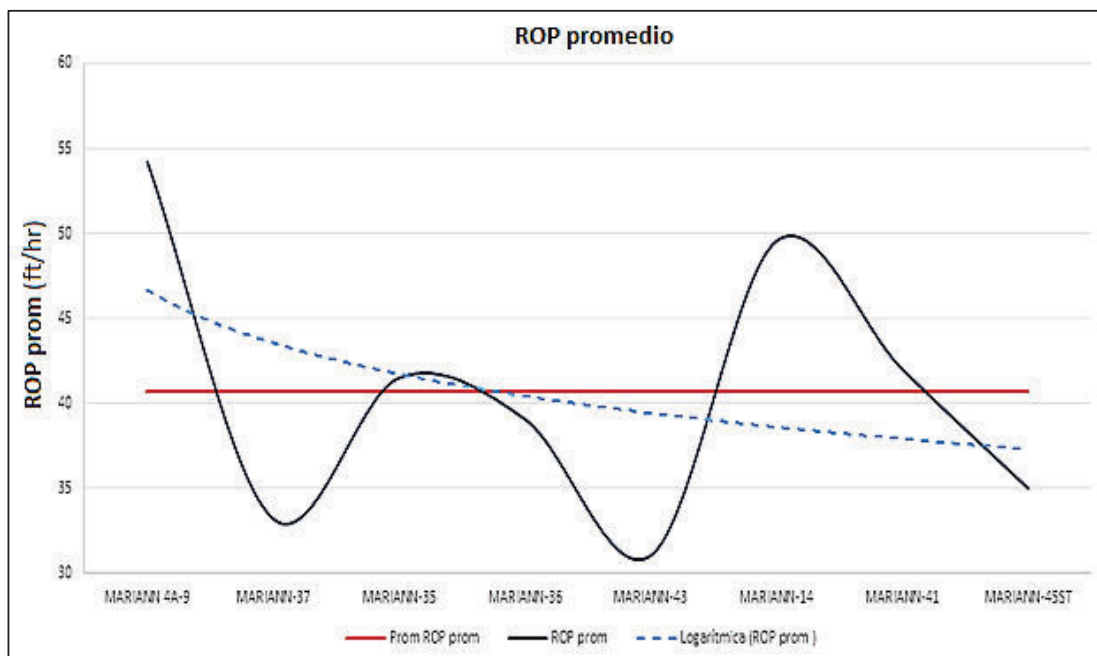
Gráfico 3.60: Comportamiento del TQ en la sección de 8 ½" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Gráfico 3.61: Comportamiento de la ROP en la sección de 8 ½" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.4.3.2 Análisis de fluidos de perforación

La información de cada uno de los parámetros ha sido obtenida del Anexo D3 en donde se encuentra lo que corresponde a fluidos de perforación para la sección de 8 ½”.

3.4.3.2.1 Densidad (LPG)

El Gráfico 3.62, indica que el promedio mínimo de la densidad del fluido de perforación es de 9,8 lpg con una tendencia constante hacia el sur del campo. El promedio máximo de la densidad del fluido de perforación es de 10,1 lpg con una tendencia a incrementar hacia el sur del campo. Por lo tanto, se indica los valores entre 9,8 lpg y 10,1 lpg como rango de la densidad del fluido de perforación para la sección de 8 ½” en el campo Mariann.

3.4.3.2.2 Viscosidad FUNN

El Gráfico 3.63, indica que el promedio mínimo de la viscosidad FUNN del fluido de perforación es de 43 seg/qt con una tendencia a crecer hacia el sur del campo. El promedio máximo de la viscosidad FUNN del fluido de perforación es de 51 seg/qt con una tendencia a crecer hacia el sur del campo. Por lo tanto, se determinan los valores entre 43 seg/qt y 51 seg/qt como rango de la viscosidad FUNN del fluido de perforación para la sección de 8 ½” en el campo Mariann.

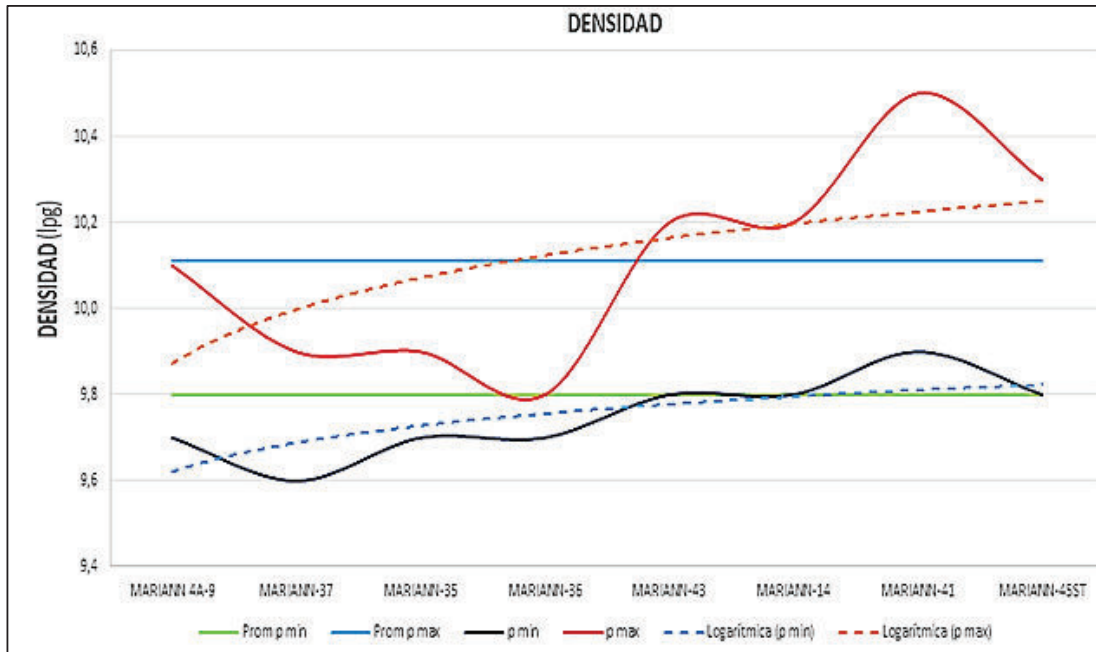
3.4.3.2.3 Viscosidad plástica PV (cp)

El Gráfico 3.64, indica que el promedio mínimo de la viscosidad plástica del fluido de perforación es de 10,5 cp con una tendencia a aumentar hacia el sur del campo. El promedio máximo de la viscosidad plástica del fluido de perforación es de 16 cp con una tendencia a crecer hacia el sur del campo. Por lo tanto, se determinan los valores entre 10,5 cp y 16 cp como rango de la viscosidad plástica del fluido de perforación para la sección de 8 ½” en el campo Mariann.

3.4.3.2.4 Yield Point (YP)

El Gráfico 3.65, indica que el promedio mínimo del Yield point del fluido de perforación es de 17 con una tendencia a aumentar hacia el sur del campo. También el promedio máximo del Yield point del fluido de perforación es de 23 con una tendencia a crecer hacia el sur del campo. Por lo tanto, se determinan los valores entre 17 y 23 como rango del Yield point del fluido de perforación para la sección de 8 ½” en el campo Mariann.

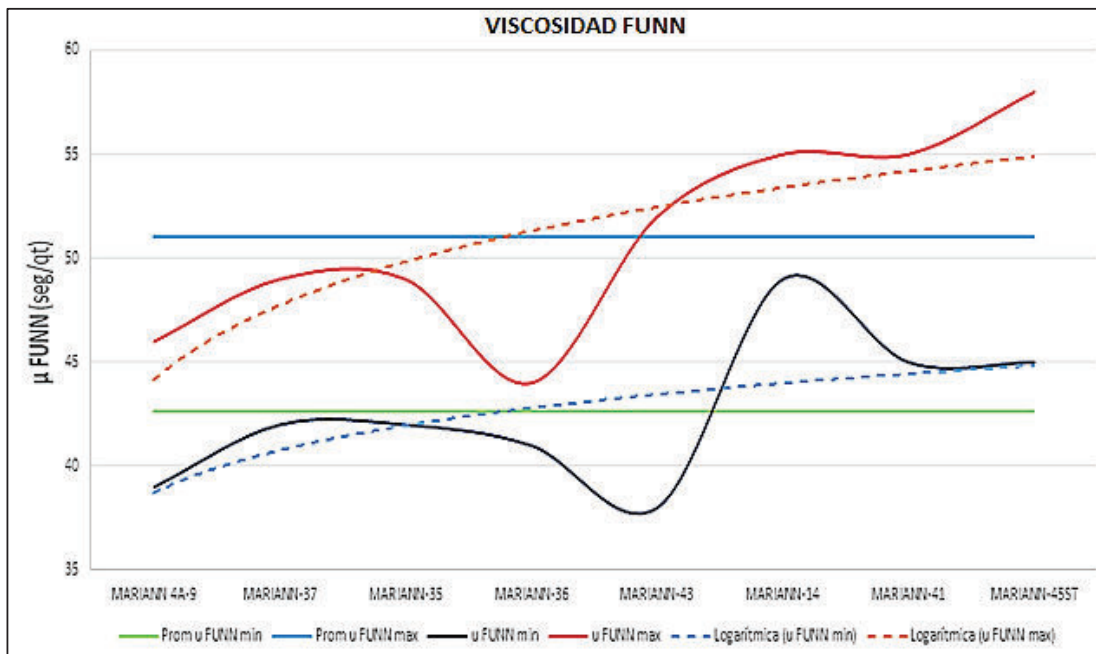
Gráfico 3.62: Variación de la densidad del fluido de perforación en la sección de 8 ½" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

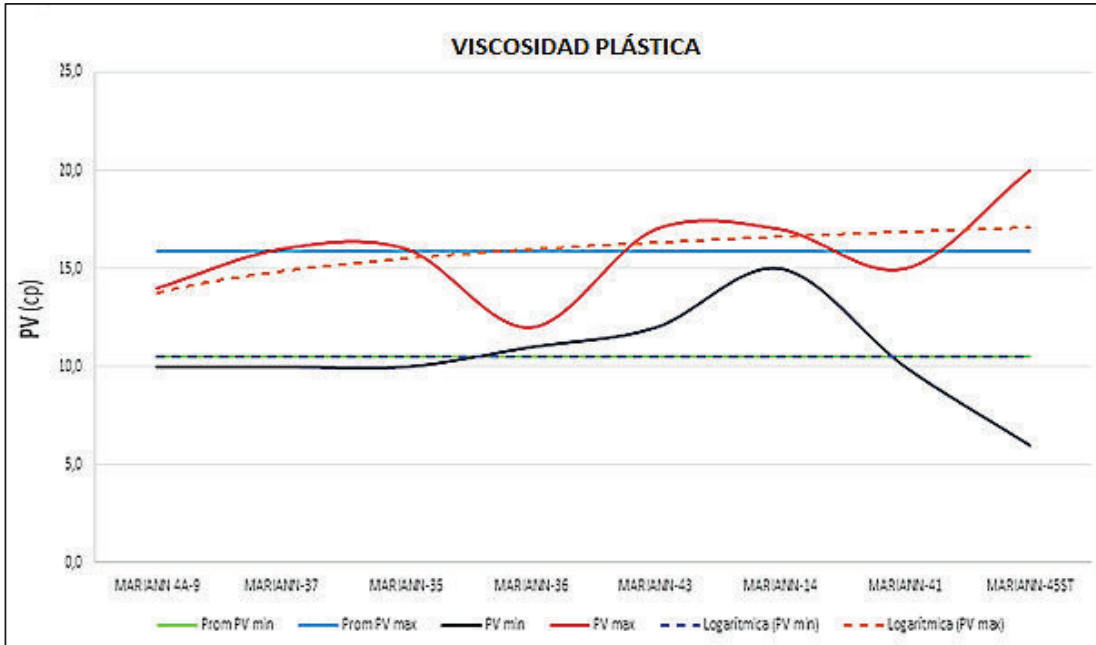
Gráfico 3.63: Variación de la viscosidad FUNN del fluido de perforación en la sección de 8 ½" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

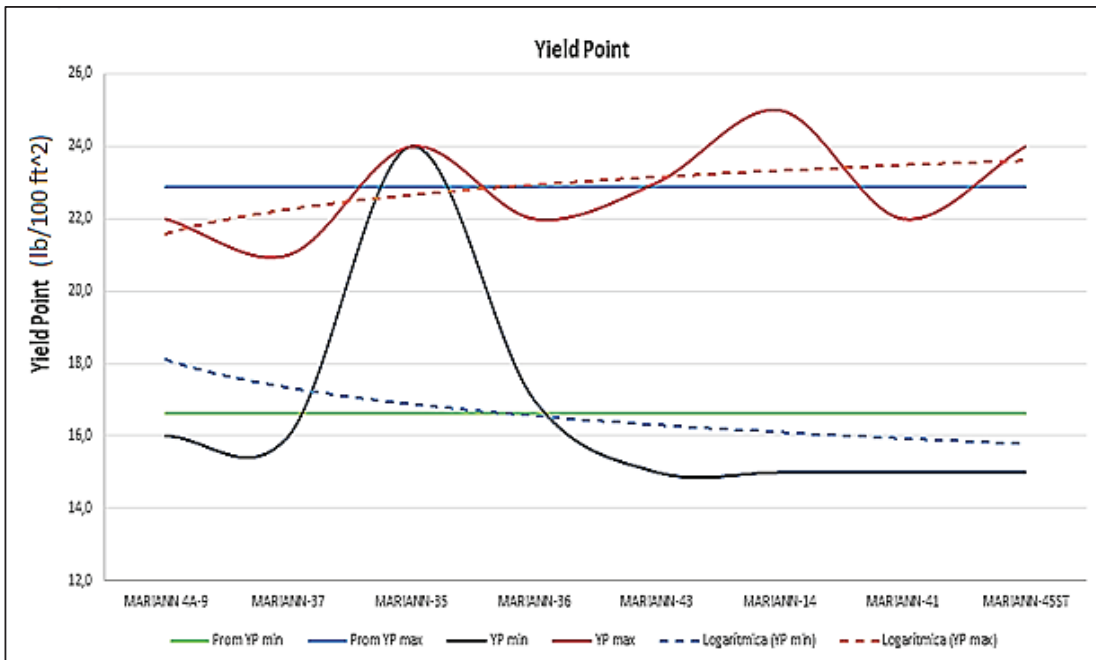
Gráfico 3.64: Variación del PV del fluido de perforación en la sección de 8 1/2” del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Gráfico 3.65: Variación del YP del fluido de perforación en la sección de 8 1/2” del campo Mariann



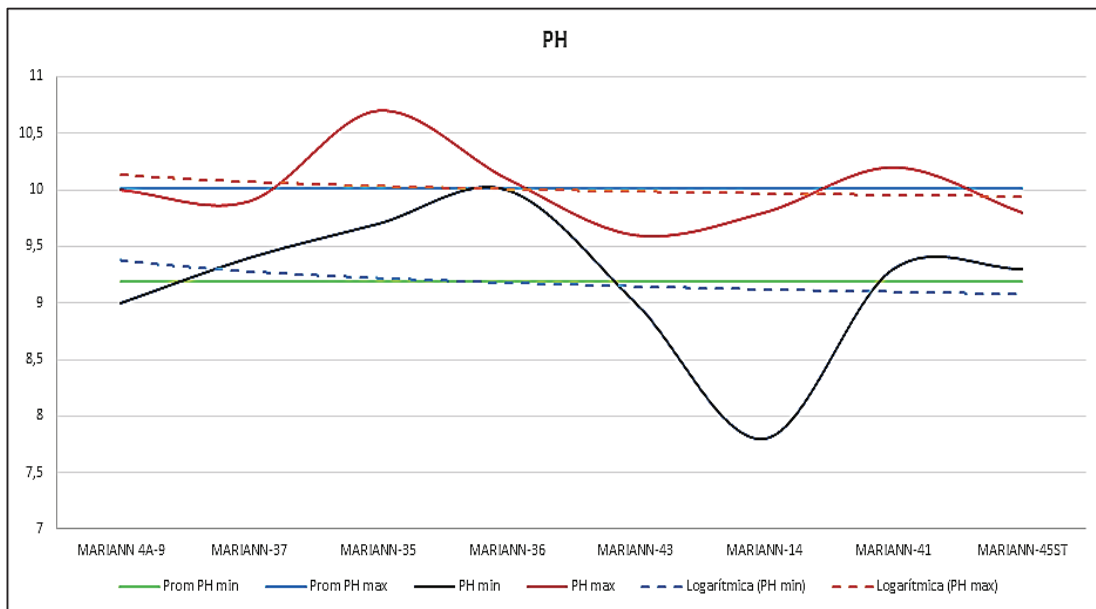
Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.4.3.2.5 PH

El Gráfico 3.66, indica que el promedio mínimo del PH del fluido de perforación es de 9 con una tendencia a incrementar hacia el sur del campo. El promedio máximo del PH del fluido de perforación es de 10 con una tendencia a incrementar hacia el sur del campo. Por lo tanto, se determinan los valores entre 9-10 como rango admisible del PH del fluido de perforación para la sección de 8 ½” en el campo Mariann.

Gráfico 3.66: Variación del PH del fluido de perforación en la sección de 8 ½” del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Tabla 3.14: Parámetros óptimos del fluido de perforación para la sección de 8 ½” del campo Mariann

Parámetros del fluido de perforación para la sección de 8 ½” del campo Mariann	
Parámetro	Rango óptimo
Densidad (lpg)	9,8-10,1
μ FUNN (seg/qt)	43-51
PV (cp)	10,5-16
YP	17-23
PH	9-10
Tipo de Lodo	KLAS-STOP BARADRILL-N

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.5 ANÁLISIS TÉCNICO DE LOS PARÁMETROS DE PERFORACIÓN EN EL CAMPO FANNY CON EL MÉTODO DE GAUSS.

El presente análisis nos permitirá realizar un estudio a las secciones de 16", 12 ¼" y 8 ½", para poder determinar los diferentes parámetros de perforación del campo Mariann. Para alcanzar dicho objetivo utilizaremos el método de Gauss, el cual nos brindara un análisis mixto entre la frecuencia y el parámetro elegido.

La información se encuentra tabulada en los Anexos A y C, los cuales muestran toda la información del campo en un cuadro estadístico realizado en Excel que copiaremos en el software PAST 3.08.

3.5.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA SECCIÓN DE 16"

Los rangos óptimos serán encontrados de acuerdo a los valores de frecuencia más altos de cada una de las campanas que sean analizadas. Gracias a los reportes finales de perforación se ha logrado obtener la información de cada uno de los parámetros como galonaje, presión, RPM, WOB, torque y ROP y los parámetros de los fluidos están en los Anexos A1 y C1 para la sección de 16".

3.5.1.1 Análisis de los parámetros de perforación

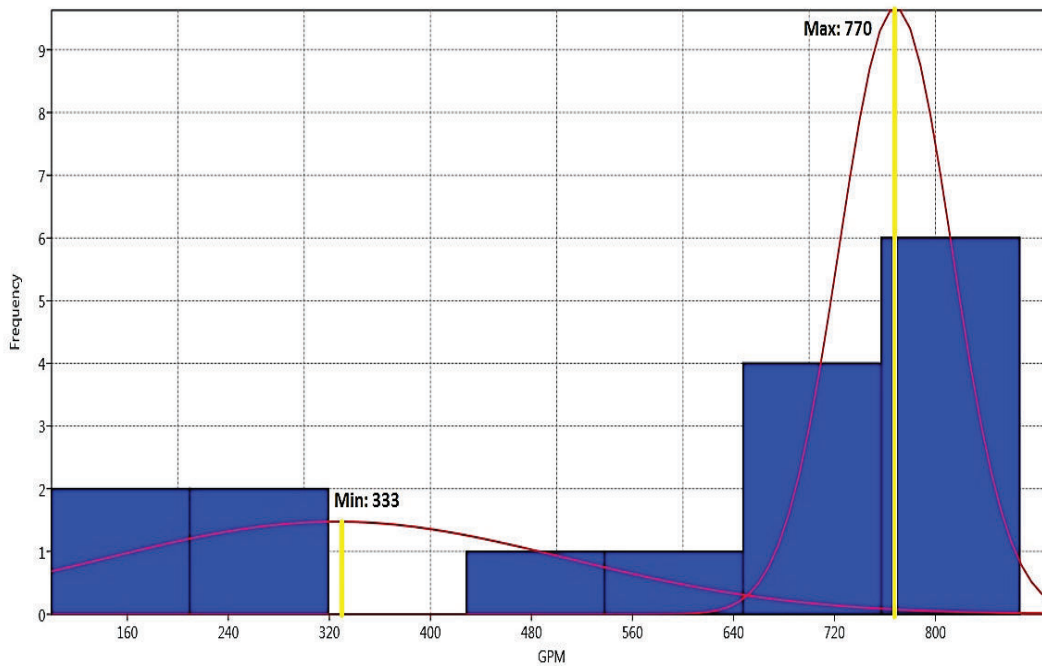
3.5.1.1.1 Galonaje (gpm)

Conforme al análisis en el Gráfico correspondiente a los GPM, en la campana de los mínimos se tiene 333 gpm mientras que para la de los máximos 770 gpm de acuerdo a la mayor frecuencia alcanzada en cada campana. Por lo tanto, se define como rango aceptable de los GPM a los valores entre 333 y 770 gpm para perforar la sección de 16" en el Campo Fanny.

3.5.1.1.2 Presión (PSI)

En el análisis del Gráfico correspondiente a la Presión, en la campana de los mínimos se tiene 1000 psi mientras que para la de los máximos 1950 psi como resultado de la mayor frecuencia alcanzada en cada campana. De tal manera, se señala como rango aceptable de la Presión a los valores entre 1000 y 1950 psi para la perforación de la sección de 16" en el Campo Fanny.

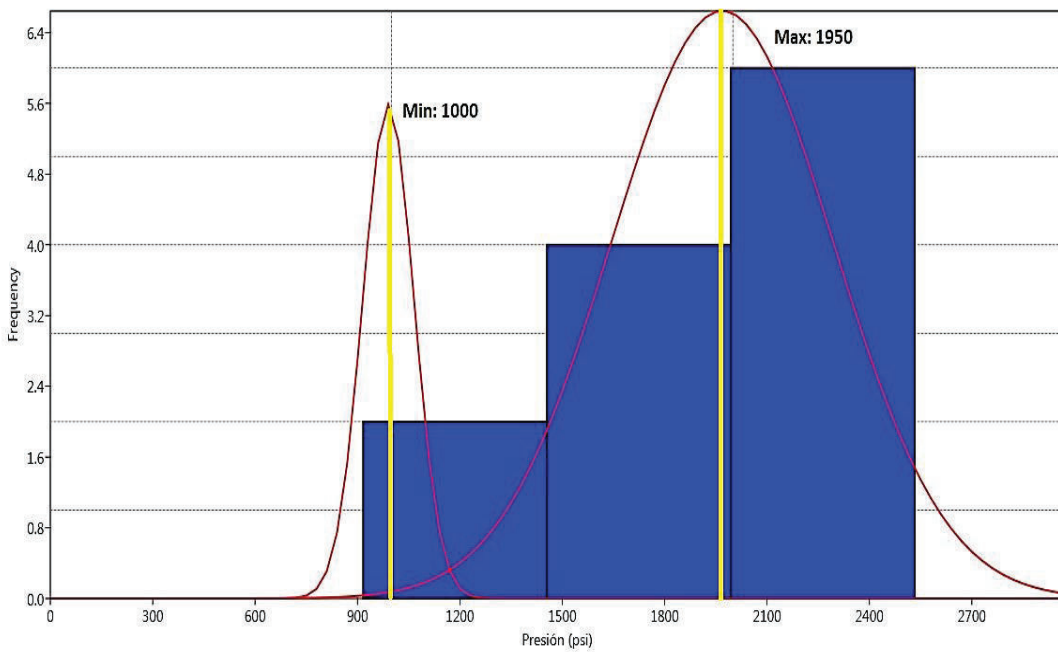
Gráfico 3.67: Análisis mixto del Galonaje en la sección de 16" del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Gráfico 3.68: Análisis mixto de la Presión en la sección de 16" del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.5.1.1.3 Revoluciones por minuto (RPM)

Mediante el análisis en el Gráfico correspondiente a las RPM, en la campana de los mínimos se tiene 49 rpm mientras que para la de los máximos 186 rpm teniendo en cuenta a la mayor frecuencia alcanzada en cada campana.

Por consiguiente, se determina como rango permisible de las RPM a los valores entre 49 y 186 rpm para perforar la sección de 16" en el Campo Fanny.

3.5.1.1.4 Peso sobre la broca (WOB)

En consecuencia, al análisis en el Gráfico correspondiente al WOB, en la campana de los mínimos se tiene 3.8 Klbs mientras que para la de los máximos 17.3 Klbs por razón de la mayor frecuencia alcanzada en cada campana.

De modo que se establece como rango aceptable del WOB a los valores entre 3.8 y 17.3 Klbs para perforar la sección de 16" en el Campo Fanny.

3.5.1.1.5 Torque (TQ)

Debido al análisis del Gráfico correspondiente al Torque, en la campana de los mínimos se tiene 3 Klbs*ft mientras que para la de los máximos 9.5 Klbs*ft como producto de la mayor frecuencia alcanzada en cada campana.

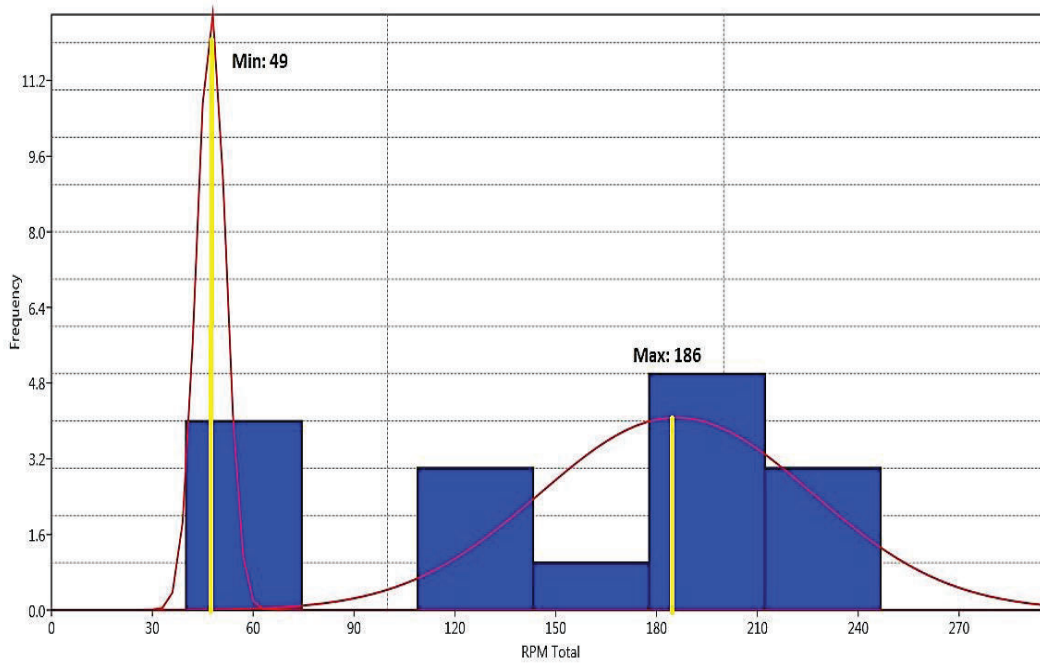
Así que se precisa como rango admisible del Torque a los valores entre 3 y 9.5 Klbs*ft para la perforación de la sección de 16" en el Campo Fanny.

3.5.1.1.6 Rata de penetración (ROP)

A través del análisis en el Gráfico correspondiente a la ROP, en la campana de los mínimos se tiene 46.4 ft/hr mientras que para la de los máximos 78.6 ft/hr teniendo en consideración a la mayor frecuencia alcanzada en cada campana.

Por consiguiente, se determina un rango aceptable de la ROP a los valores entre 46.4 y 78.6 ft/hr para perforar la sección de 16" en el Campo Fanny.

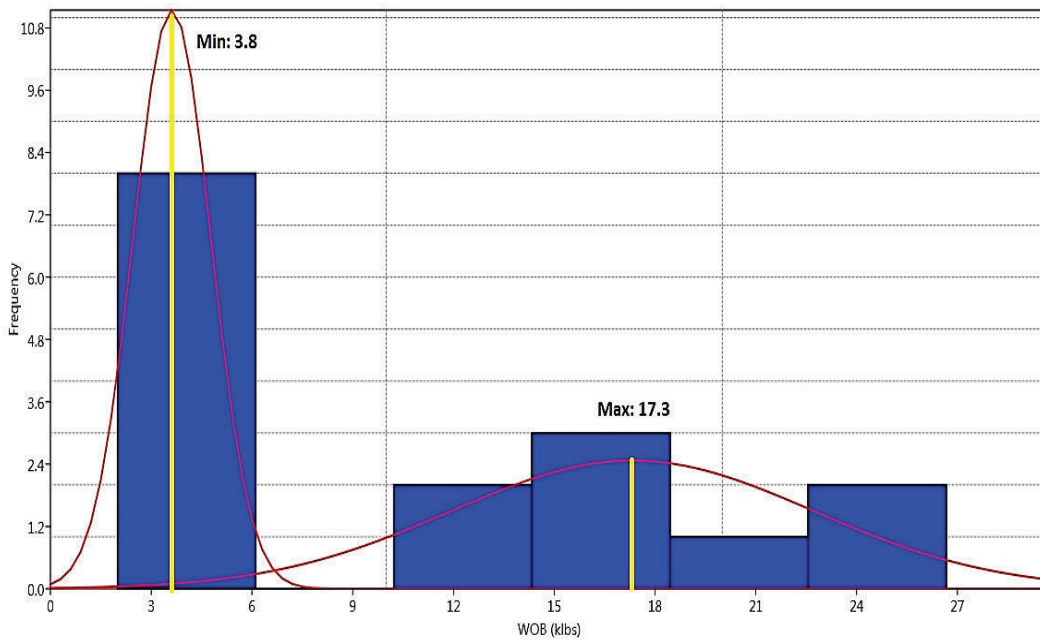
Gráfico 3.69: Análisis mixto de las RPM en la sección de 16" del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

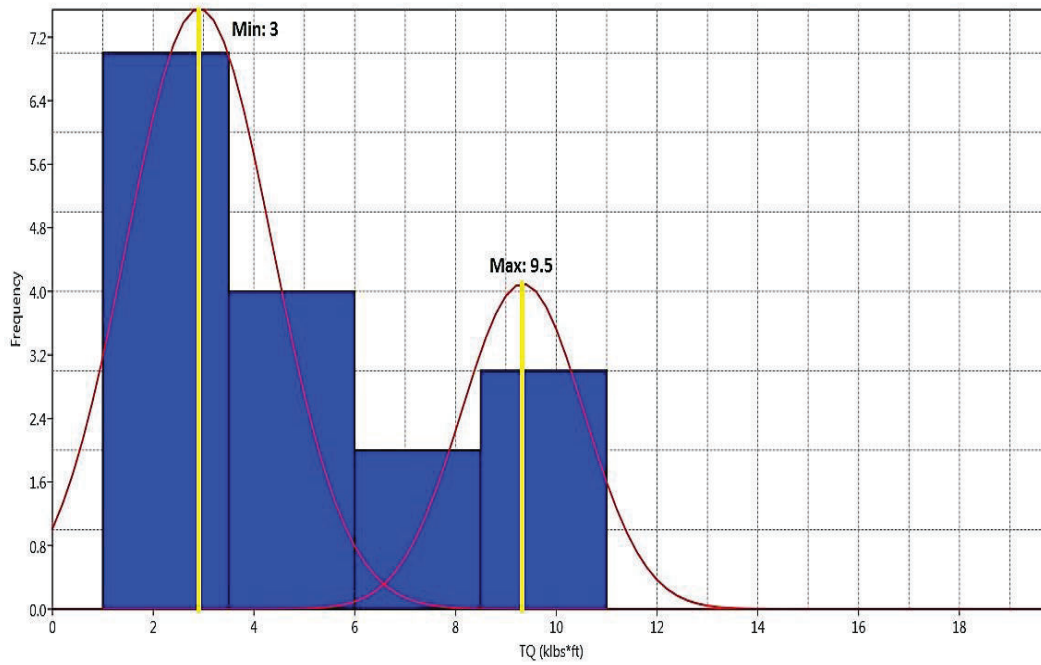
Gráfico 3.70: Análisis mixto del WOB en la sección de 16" del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

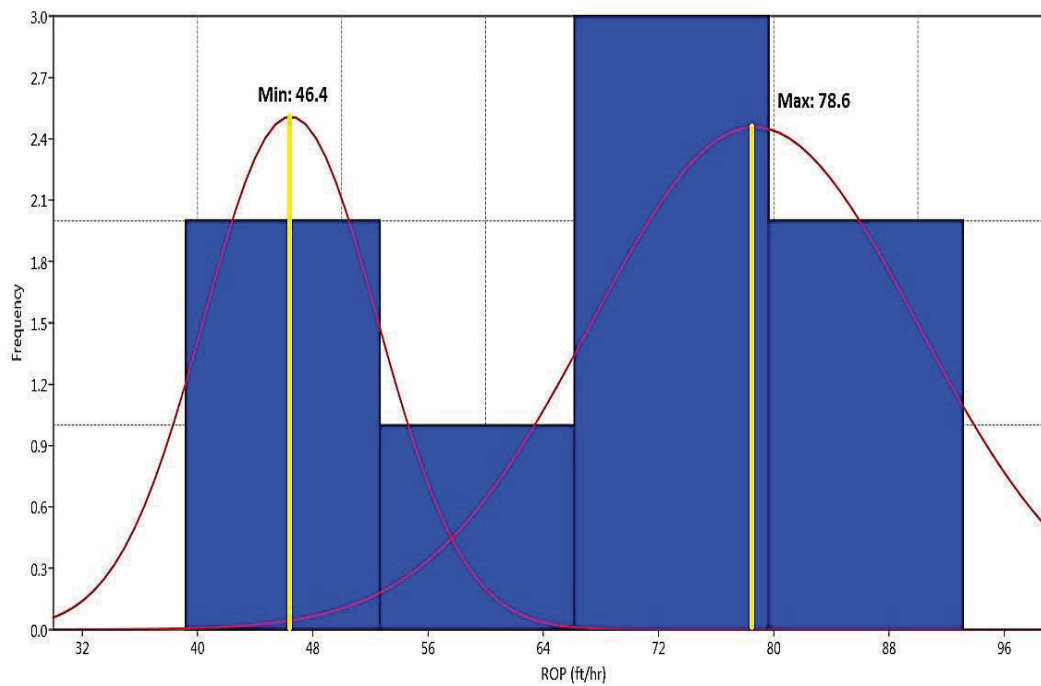
Gráfico 3.71: Análisis mixto del TQ en la sección de 16" del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Gráfico 3.72: Análisis mixto de la ROP en la sección de 16" del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Finalmente, como resultado de los análisis anteriores de cada uno de los parámetros de perforación se han logrado obtener los rangos óptimos para cada uno de ellos los mismos que están representados en la Tabla 3.15 para la sección de 16”.

Tabla 3.15: Parámetros óptimos de perforación con Gauss para la sección de 16” del campo Fanny

Parámetros de perforación para la sección de 16” del campo Fanny	
Parámetro	Rango óptimo
Galonaje (gpm)	333 - 770
Presión (psi)	1000 - 1950
RPM	49 - 186
WOB (klbs)	3,8 - 17,3
TQ (klbs*ft)	3 - 9,5
ROP (ft/hr)	46,4 - 78,6

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.5.1.2 Análisis de fluidos de perforación

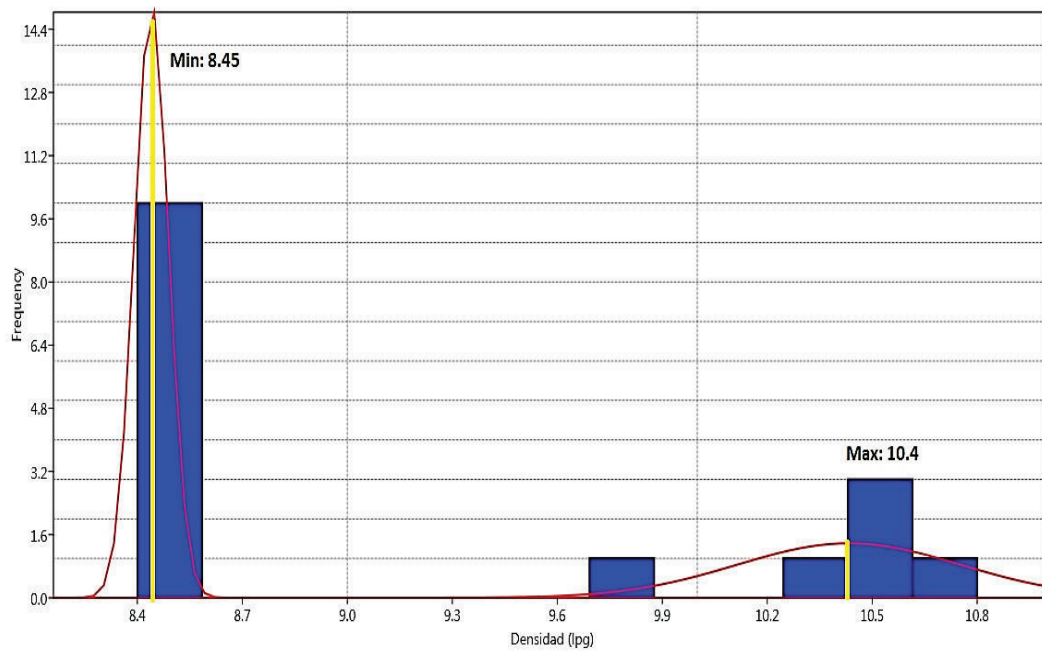
3.5.1.2.1 Densidad (lpg)

Conforme al análisis en el gráfico correspondiente a la Densidad, en la campana de los mínimos se tiene 8.45 lpg mientras que para la de los máximos 10.4 lpg de acuerdo a la mayor frecuencia alcanzada en cada campana. Por lo tanto, se define como rango aceptable de la Densidad a los valores entre 8.45 y 10.4 lpg para perforar la sección de 16” en el Campo Fanny.

3.5.1.2.2 Viscosidad FUNN (seg/qt)

En el análisis del gráfico correspondiente a la Viscosidad FUNN, en la campana de los mínimos se tiene 29 seg/qt mientras que para la de los máximos 41.4 seg/qt como resultado de la mayor frecuencia alcanzada en cada campana. De tal manera, se señala como rango aceptable de la Viscosidad FUNN a los valores entre 29 y 41.4 seg/qt para la perforación de la sección de 16” en el Campo Fanny.

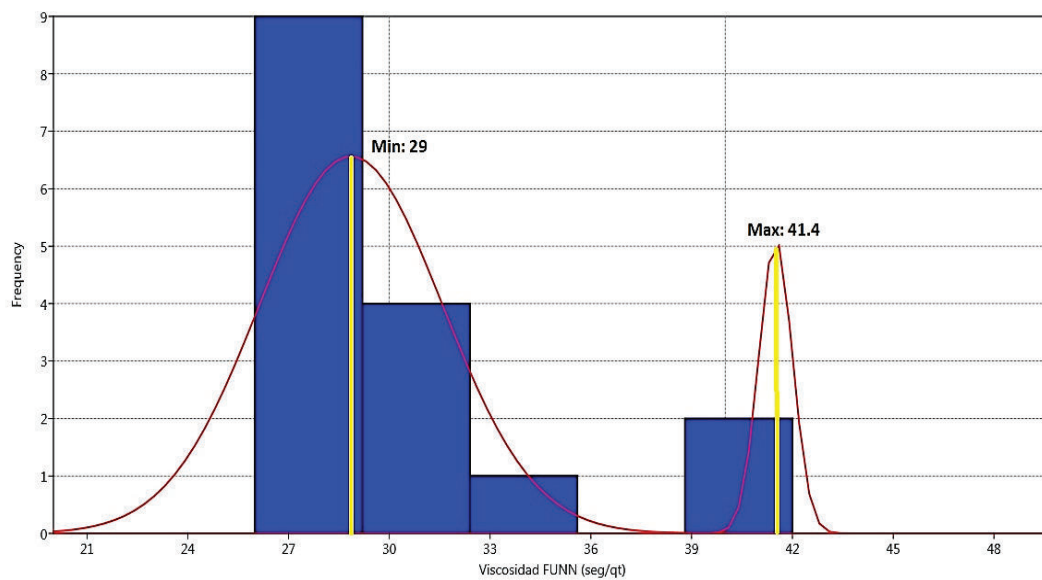
Gráfico 3.73: Análisis mixto de la Densidad en la sección de 16" del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Gráfico 3.74: Análisis mixto de la Viscosidad FUNN en la sección de 16" del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.5.1.2.3 PV (cp)

Mediante el análisis en el gráfico correspondiente a la Viscosidad plástica PV, en la campana de los mínimos se tiene 2.5 cp mientras que para la de los máximos 7 cp teniendo en cuenta a la mayor frecuencia alcanzada en cada campana. Por consiguiente, se determina como rango permisible de la Viscosidad plástica PV a los valores entre 2.5 y 7 cp para perforar la sección de 16" en el Campo Fanny.

3.5.1.2.4 Yield Point (YP)

En consecuencia, al análisis en el gráfico correspondiente al Yield Point, en la campana de los mínimos se tiene 4 mientras que para la de los máximos 16.5 por razón de la mayor frecuencia alcanzada en cada campana. De modo que se establece como rango aceptable del al Yield Point a los valores entre 4 y 16.5 para perforar la sección de 16" en el Campo Fanny.

3.5.1.2.5 PH

Conforme al análisis en el gráfico correspondiente al PH, en la campana de los mínimos se tiene 7.4 mientras que para la de los máximos 10 de acuerdo a la mayor frecuencia alcanzada en cada campana. Por lo tanto, se define como rango aceptable del PH a los valores entre 7.4 y 10 para perforar la sección de 16" en el Campo Fanny. En la Tabla 3.16 se representan los tipos de fluido utilizados con los rangos óptimos para la sección de 16" en el campo Fanny.

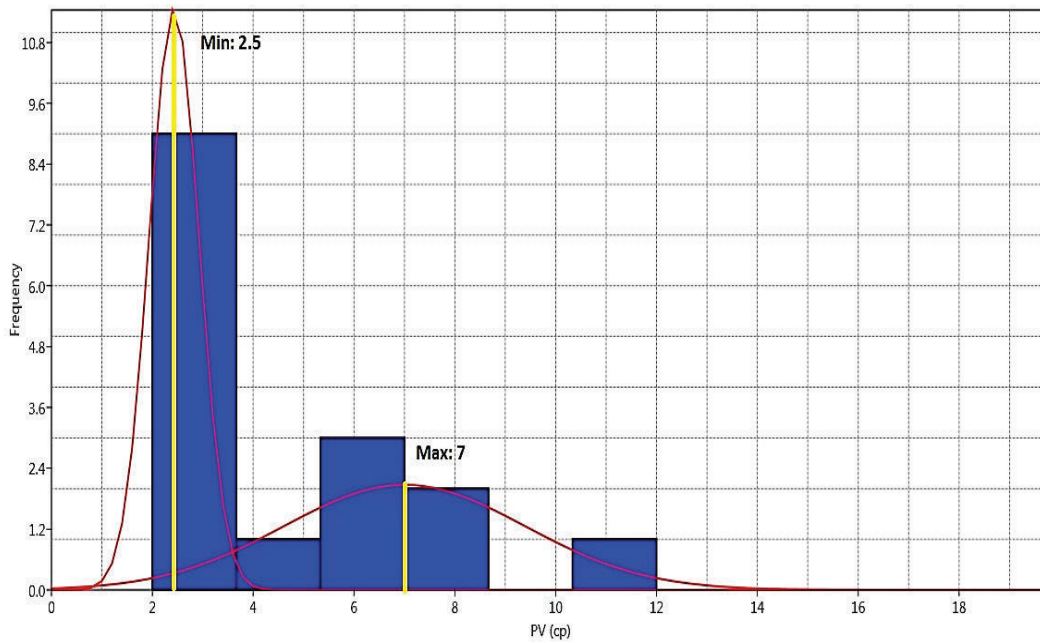
Tabla 3.16: Parámetros óptimos del fluido de perforación con Gauss en la sección de 16" del campo Fanny

Parámetros del fluido de perforación para la sección de 16" del campo Fanny	
Parámetro	Rango óptimo
Densidad (lpg)	8,45 - 10,4
μ FUNN (seg/qt)	29 - 41,4
PV (cp)	2,5 - 7
YP	4 - 16,5
PH	7,4 - 10

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

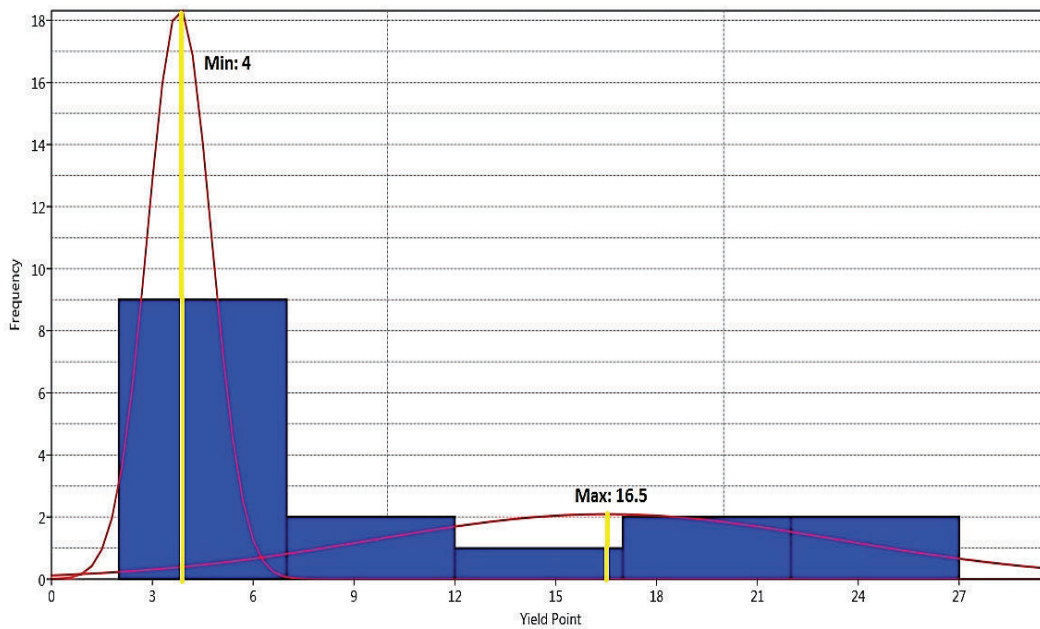
Gráfico 3.75: Análisis mixto de la PV en la sección de 16" del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

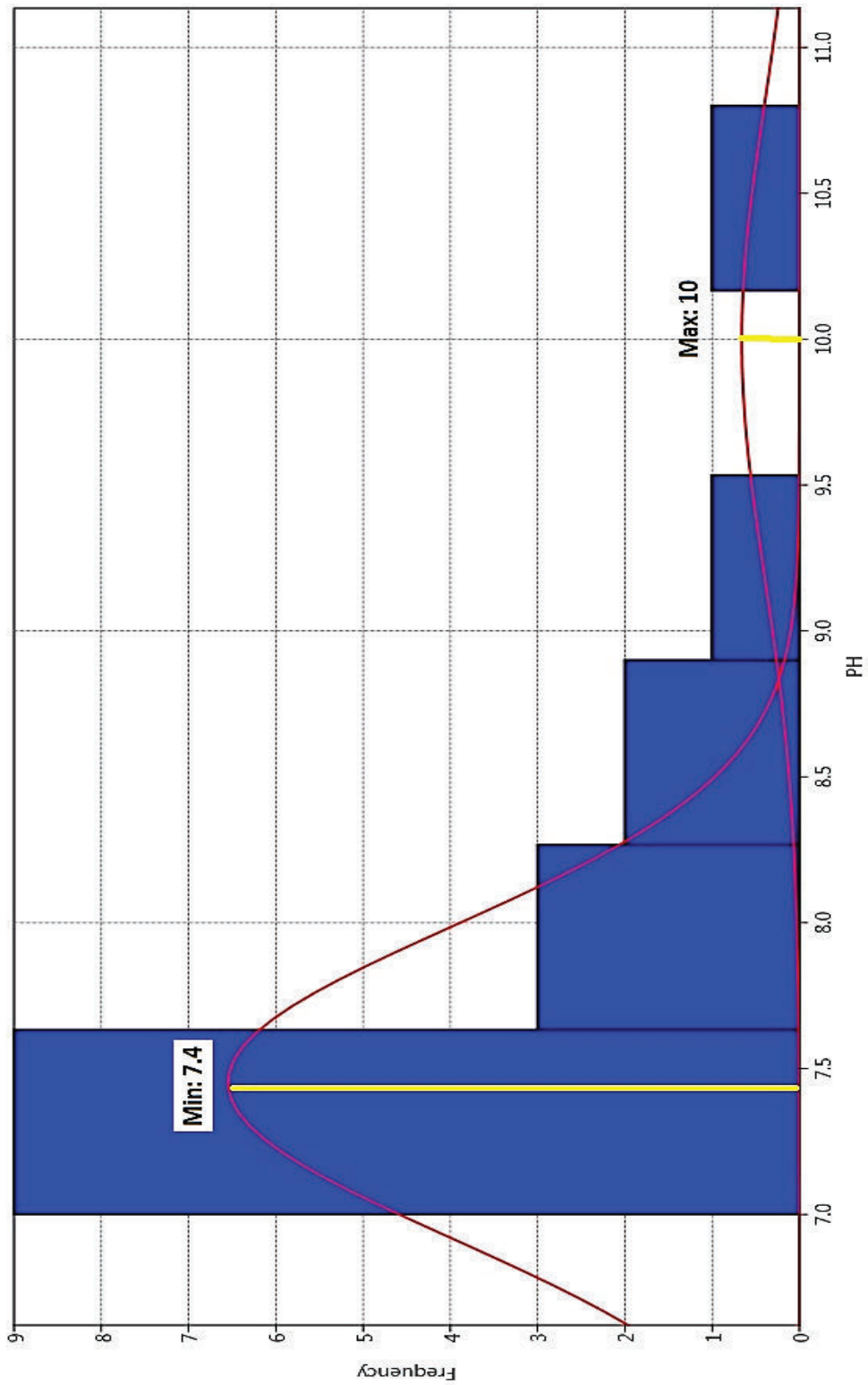
Gráfico 3.76: Análisis mixto del Yield Point en la sección de 16" del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Gráfico 3.77: Análisis mixto del PH en la sección de 16" del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.5.2 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA SECCIÓN DE 12 ¼”

Gracias a los reportes finales de perforación se ha logrado obtener la información de cada uno de los parámetros como galonaje, presión, RPM, WOB, torque y ROP y los parámetros de los fluidos están en los Anexos A2 y C2 para la sección de 12 ¼”.

3.5.2.1 Análisis de los parámetros de perforación

3.5.2.1.1 Galonaje (GPM)

Conforme al análisis en el gráfico correspondiente a los GPM, en la campana de los mínimos se tiene 720 gpm mientras que para la de los máximos 792 gpm de acuerdo a la mayor frecuencia alcanzada en cada campana. Por lo tanto, se define como rango aceptable de los GPM a los valores entre 720 y 792 gpm para perforar la sección de 12 ¼” en el Campo Fanny.

3.5.2.1.2 Presión (PSI)

En el análisis del gráfico correspondiente a la Presión, en la campana de los mínimos se tiene 2150 psi mientras que para la de los máximos 3400 psi como resultado de la mayor frecuencia alcanzada en cada campana. De tal manera, se señala como rango aceptable de la Presión a los valores entre 2150 y 3400 psi para la perforación de la sección de 12 ¼” en el Campo Fanny.

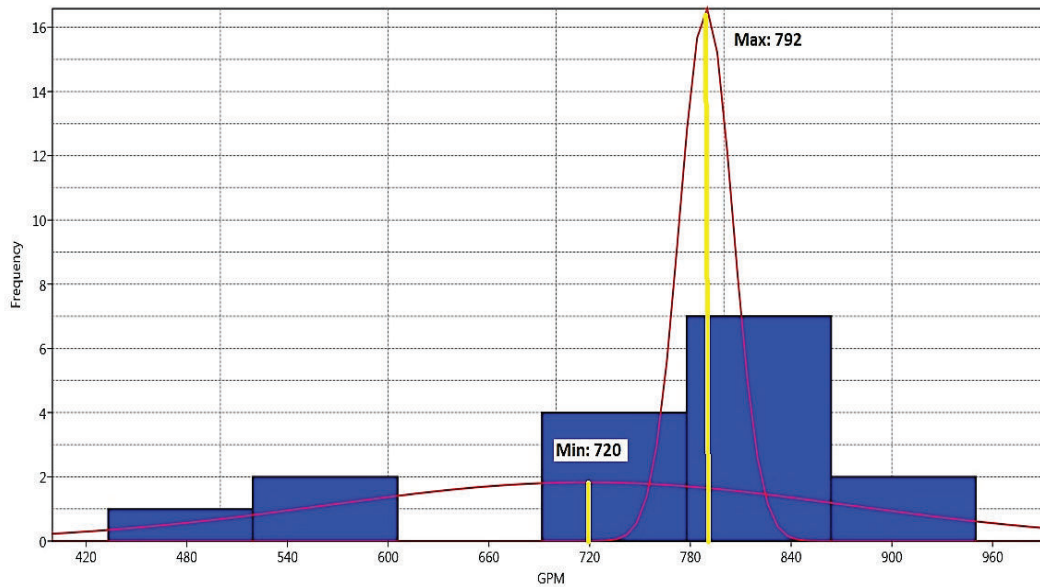
3.5.2.1.3 Rpm total

Mediante el análisis en el gráfico correspondiente a las RPM, en la campana de los mínimos se tiene 150 rpm mientras que para la de los máximos 206 rpm teniendo en cuenta a la mayor frecuencia alcanzada en cada campana. Por consiguiente, se determina como rango permisible de las RPM a los valores entre 150 y 206 rpm para perforar la sección de 12 ¼” en el Campo Fanny.

3.5.2.1.4 Peso sobre la broca (WOB)

En consecuencia, al análisis en el gráfico correspondiente al WOB, en la campana de los mínimos se tiene 4.4 Klbs mientras que para la de los máximos 21.3 Klbs por razón de la mayor frecuencia alcanzada en cada campana. De modo que se establece como rango aceptable del WOB a los valores entre 4.4 y 21.3 Klbs para perforar la sección de 12 ¼” en el Campo Fanny.

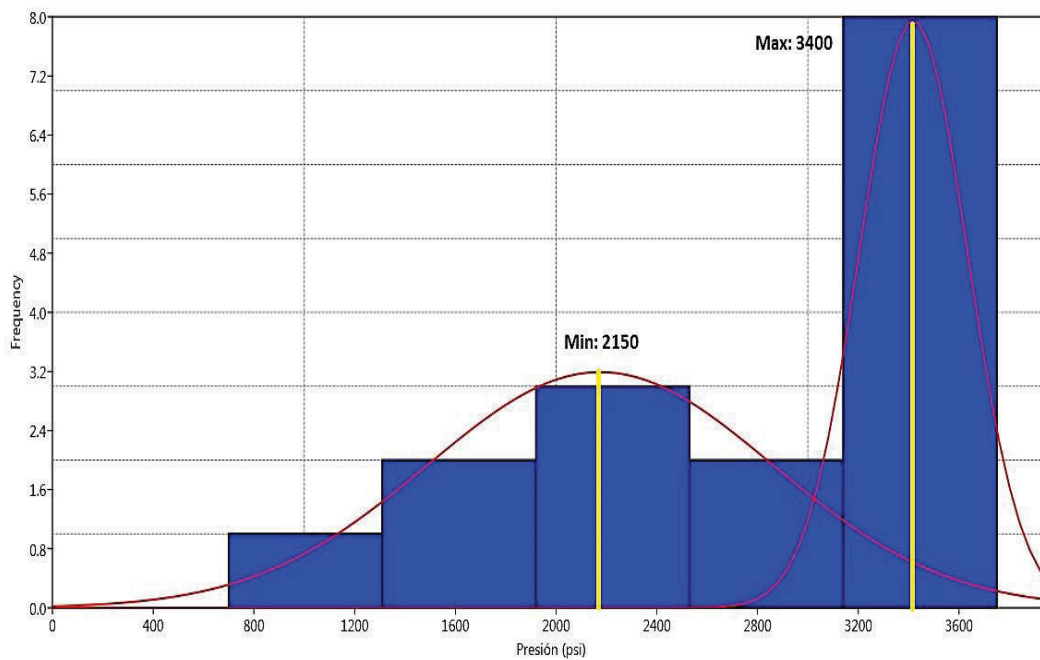
Gráfico 3.78: Análisis mixto de los GPM en la sección de 12 ¼" del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

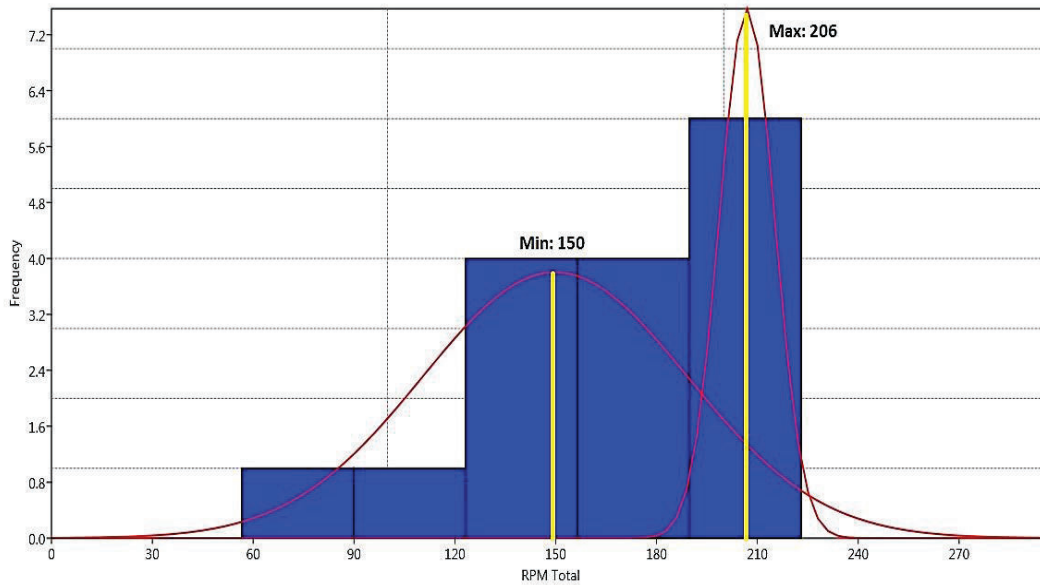
Gráfico 3.79: Análisis mixto de la Presión en la sección de 12 ¼" del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

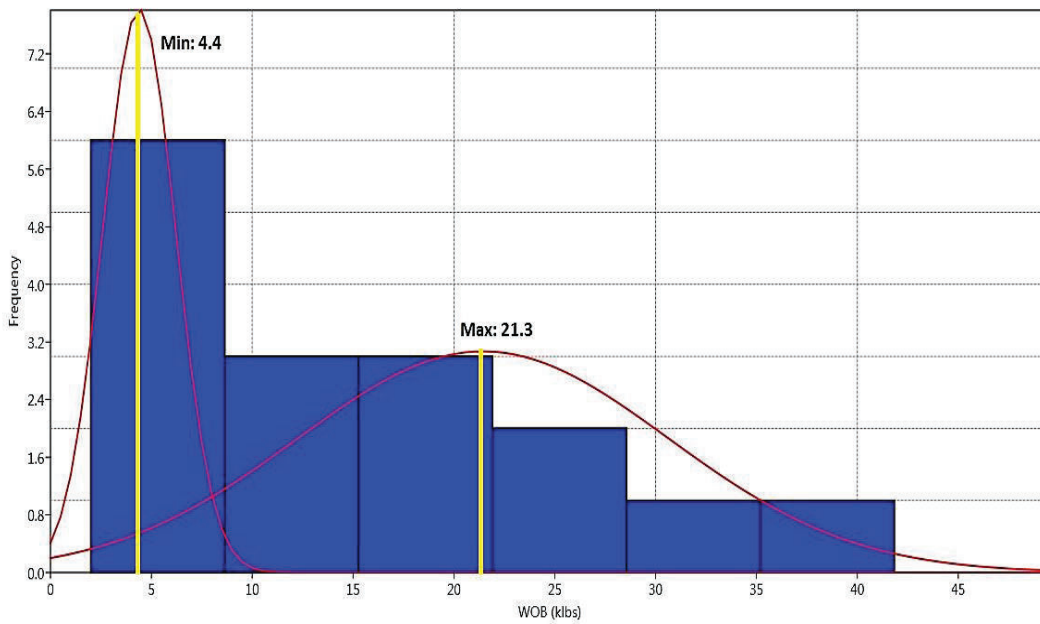
Gráfico 3.80: Análisis mixto de las RPM en la sección de 12 ¼” del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Gráfico 3.81: Análisis mixto del WOB en la sección de 12 ¼” del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.5.2.1.5 Torque (TQ)

Debido al análisis del gráfico correspondiente al Torque, en la campana de los mínimos se tiene 2.6 Klbs*ft mientras que para la de los máximos 16.5 Klbs*ft como producto de la mayor frecuencia alcanzada en cada campana.

Así que se precisa como rango admisible del Torque a los valores entre 2.6 y 16.5 Klbs*ft para la perforación de la sección de 12 ¼" en el Campo Fanny.

3.5.2.1.6 Rata de penetración (ROP)

A través del análisis en el gráfico correspondiente a la ROP, en la campana de los mínimos se tiene 30 ft/hr mientras que para la de los máximos 94.5 ft/hr teniendo en consideración a la mayor frecuencia alcanzada en cada campana.

Por consiguiente, se determina un rango aceptable de la ROP a los valores entre 30 y 94.5 ft/hr para perforar la sección de 12 ¼" en el Campo Fanny.

Finalmente como resultado de los análisis anteriores de cada uno de los parámetros de perforación se han logrado obtener los rangos óptimos para cada uno de ellos los mismos que están representados en la Tabla 3.17 para la sección de 12 ¼".

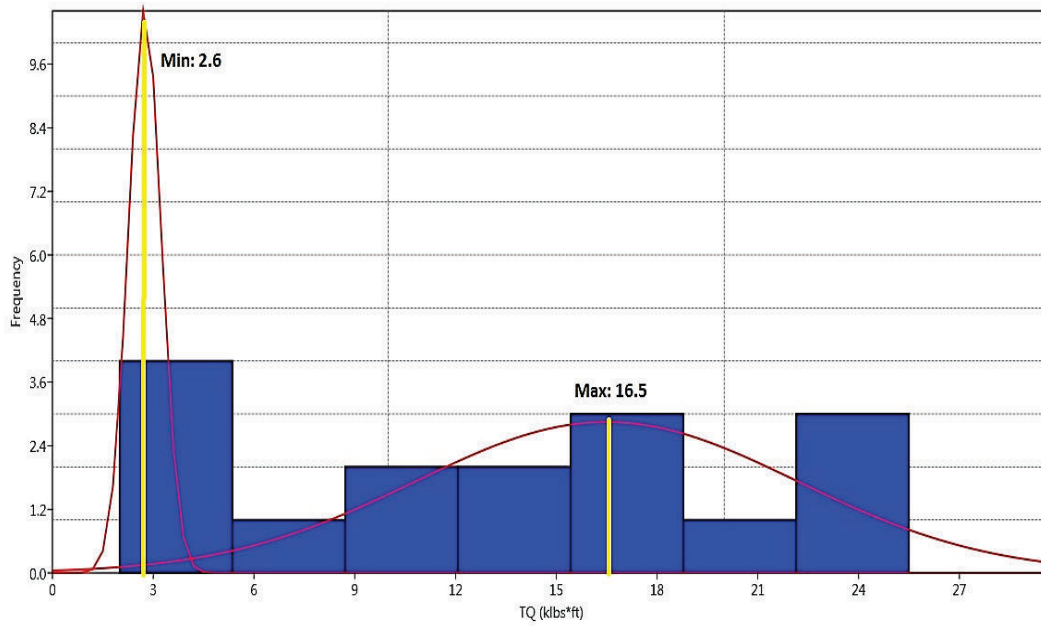
Tabla 3.17: Parámetros óptimos de perforación con Gauss para la sección de 12 ¼" del campo Fanny

Parámetros de perforación para la sección de 12 ¼" del campo Fanny	
Parámetro	Rango óptimo
Galonaje (gpm)	720 - 792
Presión (psi)	2150 - 3400
RPM	150 - 206
WOB (klbs)	4,4 - 21,3
TQ (klbs*ft)	2,6 - 16,5
ROP (ft/hr)	30 - 94,5

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

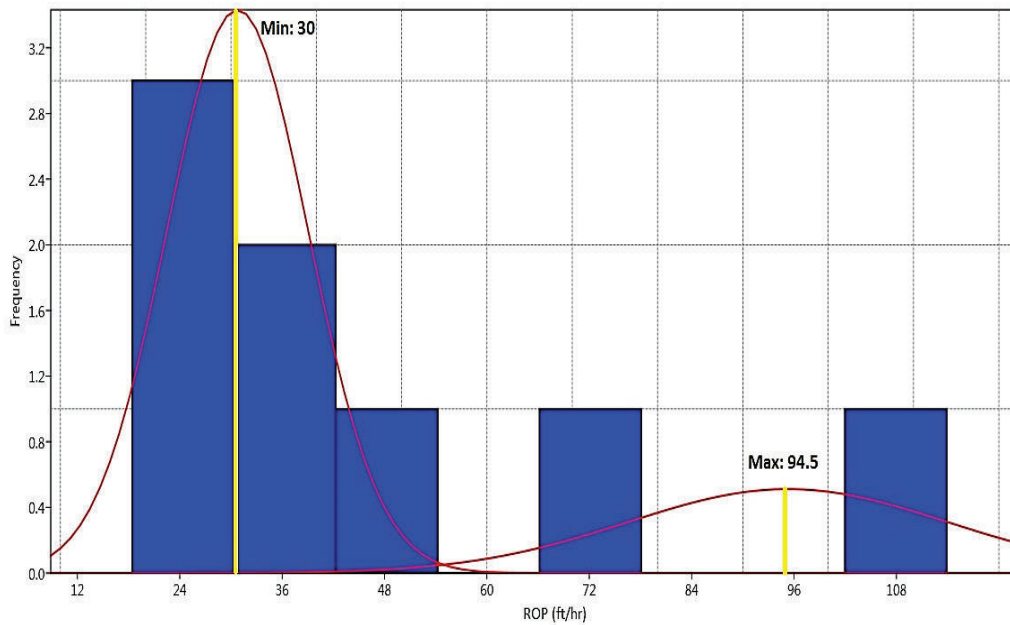
Gráfico 3.82: Análisis mixto del Torque en la sección de 12 ¼" del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Gráfico 3.83: Análisis mixto de la ROP en la sección de 12 ¼" del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.5.2.2 Análisis de fluidos de perforación

3.5.2.2.1 Densidad (LPG)

Conforme al análisis en el gráfico correspondiente a la Densidad, en la campana de los mínimos se tiene 8.55 lpg mientras que para la de los máximos 10.05 lpg de acuerdo a la mayor frecuencia alcanzada en cada campana.

Por lo tanto, se define como rango aceptable de la Densidad a los valores entre 8.55 y 10.05 lpg para perforar la sección de 12 ¼" en el Campo Fanny.

3.5.2.2.2 Viscosidad FUNN (seg/qt)

En el análisis del gráfico correspondiente a la Viscosidad FUNN, en la campana de los mínimos se tiene 34.5 seg/qt mientras que para la de los máximos 51 seg/qt como resultado de la mayor frecuencia alcanzada en cada campana.

De tal manera, se señala como rango aceptable de la Viscosidad FUNN a los valores entre 34.5 y 51 seg/qt para la perforación de la sección de 12 ¼" en el Campo Fanny.

3.5.2.2.3 PV (cp)

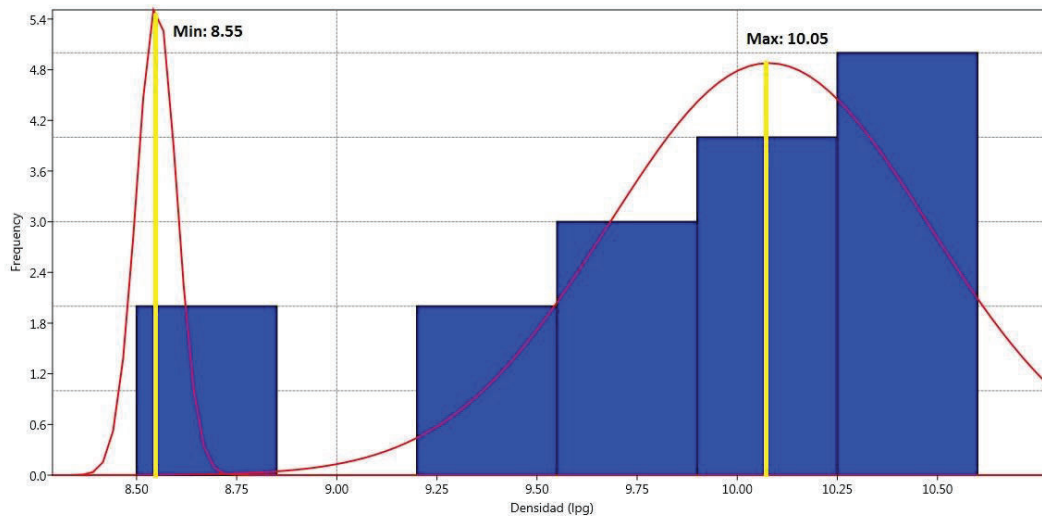
Mediante el análisis en el gráfico correspondiente a la Viscosidad plástica PV, en la campana de los mínimos se tiene 6 cp mientras que para la de los máximos 15.5 cp teniendo en cuenta a la mayor frecuencia alcanzada en cada campana.

Por consiguiente, se determina como rango permisible de la Viscosidad plástica PV a los valores entre 6 y 15.5 cp para perforar la sección de 12 ¼" en el Campo Fanny.

3.5.2.2.4 Yield Point (YP)

En consecuencia, al análisis en el gráfico correspondiente al Yield Point, en la campana de los mínimos se tiene 14.5 mientras que para la de los máximos 15.4 por razón de la mayor frecuencia alcanzada en cada campana. De modo que se establece como rango aceptable del al Yield Point a los valores entre 14.5 y 15.4 para perforar la sección de 12 ¼" en el Campo Fanny.

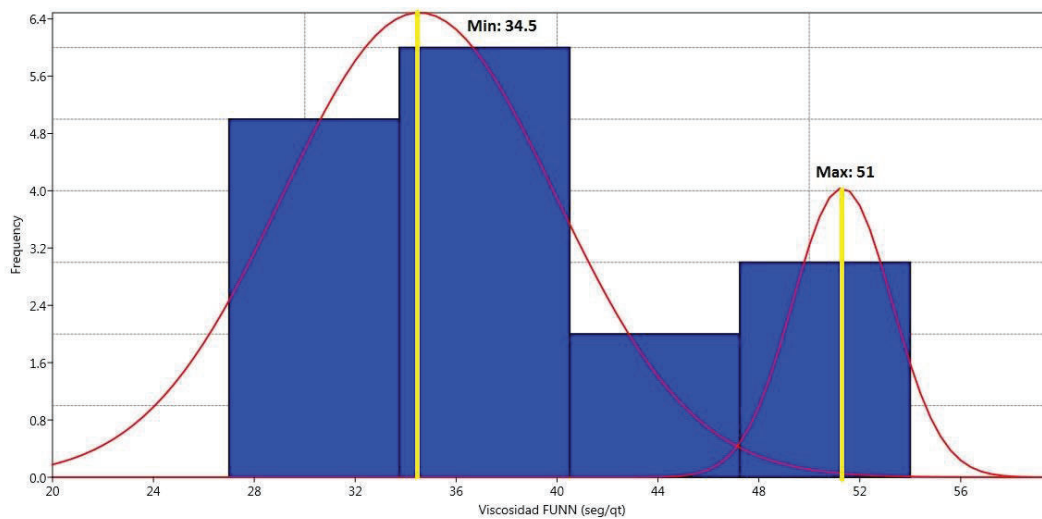
Gráfico 3.84: Análisis mixto de la Densidad en la sección de 12 ¼" del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

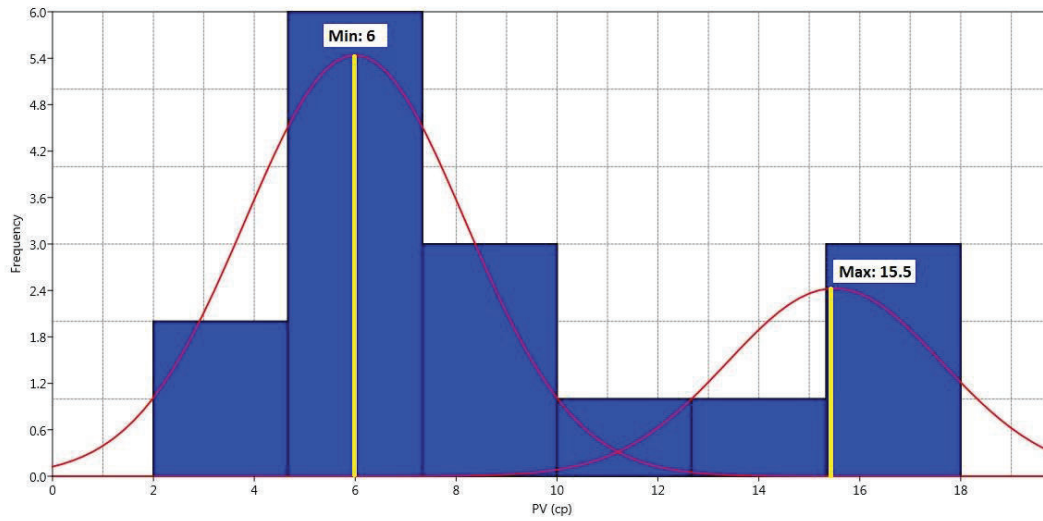
Gráfico 3.85: Análisis mixto de la Viscosidad FUNN en la sección de 12 ¼" del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

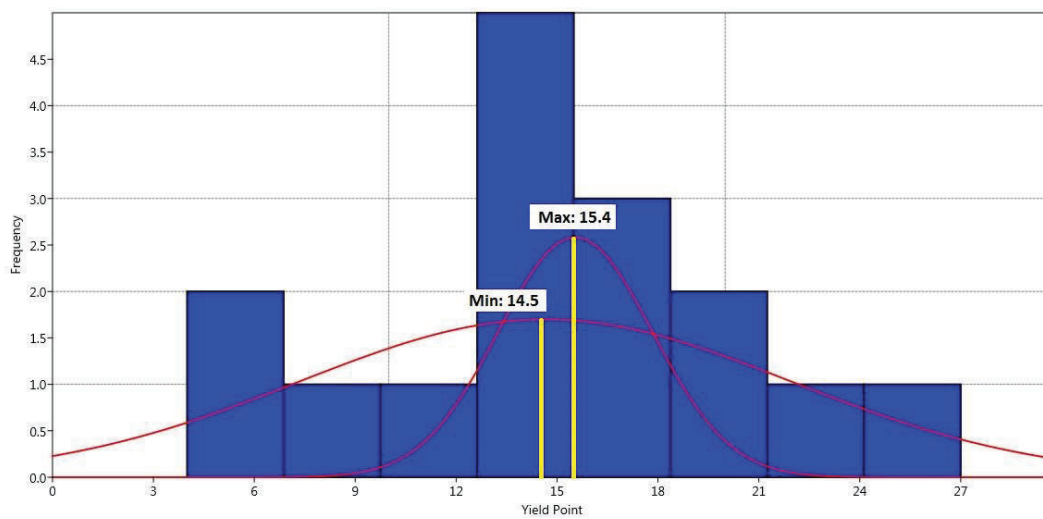
Gráfico 3.86: Análisis mixto de la PV en la sección de 12 ¼" del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Gráfico 3.87: Análisis mixto del Yield Point en la sección de 12 ¼" del campo Fanny



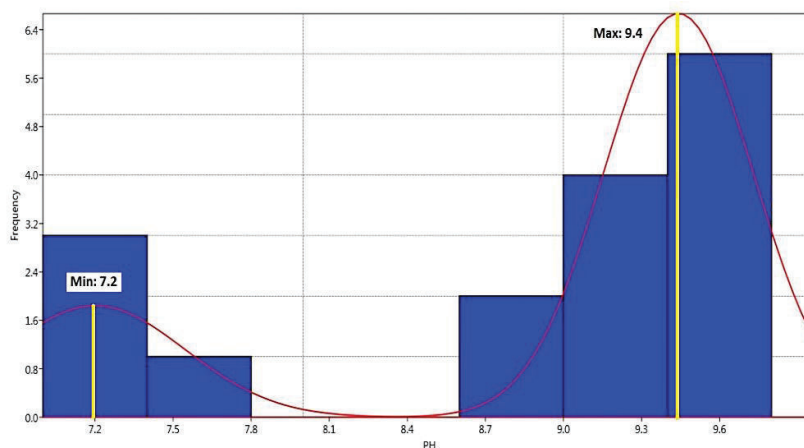
Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.5.2.2.5 PH

Conforme al análisis en el gráfico correspondiente al PH, en la campana de los mínimos se tiene 7.2 mientras que para la de los máximos 9.4 de acuerdo a la mayor frecuencia alcanzada en cada campana. Por lo tanto, se define como rango aceptable del PH a los valores entre 7.2 y 9.4 para perforar la sección de 12 ¼" en el Campo Fanny.

Gráfico 3.88: Análisis mixto del PH en la sección de 12 ¼" del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Finalmente, con los análisis anteriores de cada uno de los parámetros del fluido de perforación se han logrado obtener los rangos óptimos para cada parámetro. En la Tabla 3.18 se representan los tipos de fluido utilizados con los rangos óptimos para la sección de 12 ¼" en el campo Fanny.

Tabla 3.18: Parámetros óptimos del fluido de perforación con Gauss en la sección de 12 ¼" del campo Fanny

Parámetros del fluido de perforación para la sección de 12 ¼" del campo Fanny	
Parámetro	Rango óptimo
Densidad (lpg)	8,55 - 10,05
μ FUNN (seg/qt)	34,5 - 51
PV (cp)	6 - 15,5
YP	14,5 - 15,4
PH	7,2 - 9,4

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.5.3 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA SECCIÓN DE 8 ½”

Gracias a los reportes finales de perforación se ha logrado obtener la información de cada uno de los parámetros como galonaje, presión, RPM, WOB, torque y ROP y los parámetros de los fluidos están en los Anexos A3 y C3 para la sección de 8 ½ ”.

3.5.3.1 Análisis de los parámetros de perforación

3.5.3.1.1 Galonaje (gpm)

Conforme al análisis en el gráfico correspondiente a los GPM, en la campana de los mínimos se tiene 455 gpm mientras que para la de los máximos 503 gpm de acuerdo a la mayor frecuencia alcanzada en cada campana. Por lo tanto, se define como rango aceptable de los GPM a los valores entre 455 y 503 gpm para perforar la sección de 8 1/2” en el Campo Fanny.

3.5.3.1.2 Presión (psi)

En el análisis del gráfico correspondiente a la Presión, en la campana de los mínimos se tiene 2160 psi mientras que para la de los máximos 2850 psi como resultado de la mayor frecuencia alcanzada en cada campana. De tal manera, se señala como rango aceptable de la Presión a los valores entre 2160 y 2850 psi para la perforación de la sección de 8 1/2” en el Campo Fanny.

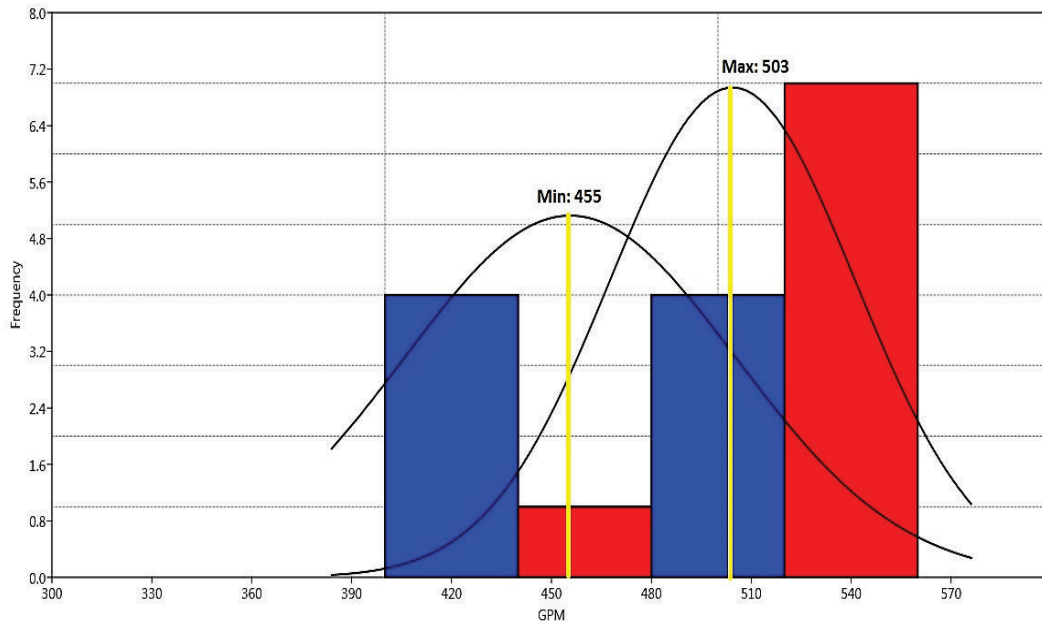
3.5.3.1.3 Rpm total

Mediante el análisis en el gráfico correspondiente a las RPM, en la campana de los mínimos se tiene 120 rpm mientras que para la de los máximos 211 rpm teniendo en cuenta a la mayor frecuencia alcanzada en cada campana. Por consiguiente, se determina como rango permisible de las RPM a los valores entre 120 y 211 rpm para perforar la sección de 8 ½” en el Campo Fanny.

3.5.3.1.4 Peso sobre la broca (WOB)

En consecuencia, al análisis en el gráfico correspondiente al WOB, en la campana de los mínimos se tiene 5 Klbs mientras que para la de los máximos 22 Klbs por razón de la mayor frecuencia alcanzada en cada campana. De modo que se establece como rango aceptable del WOB a los valores entre 5 y 22 Klbs para perforar la sección de 8 ½” en el Campo Fanny.

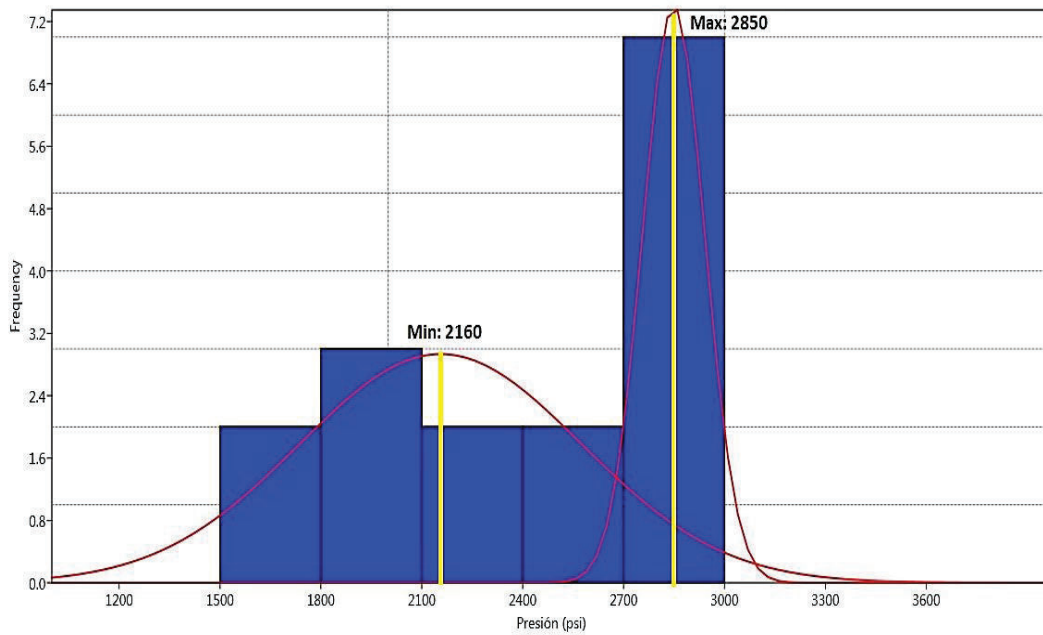
Gráfico 3.89: Análisis mixto de los GPM en la sección de 8 ½” del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

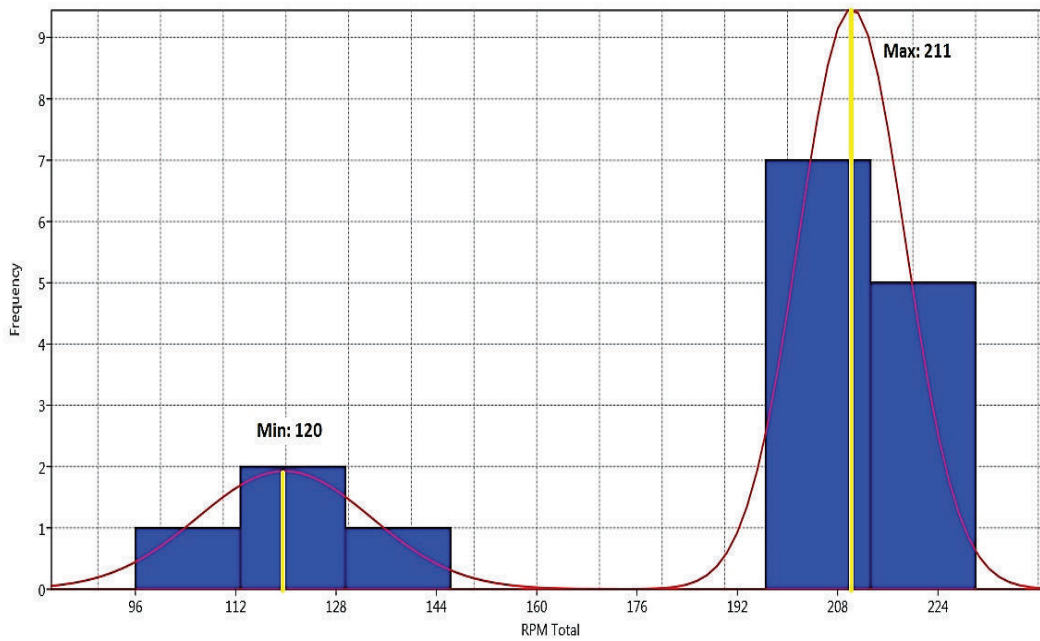
Gráfico 3.90: Análisis mixto de la Presión en la sección de 8 ½” del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

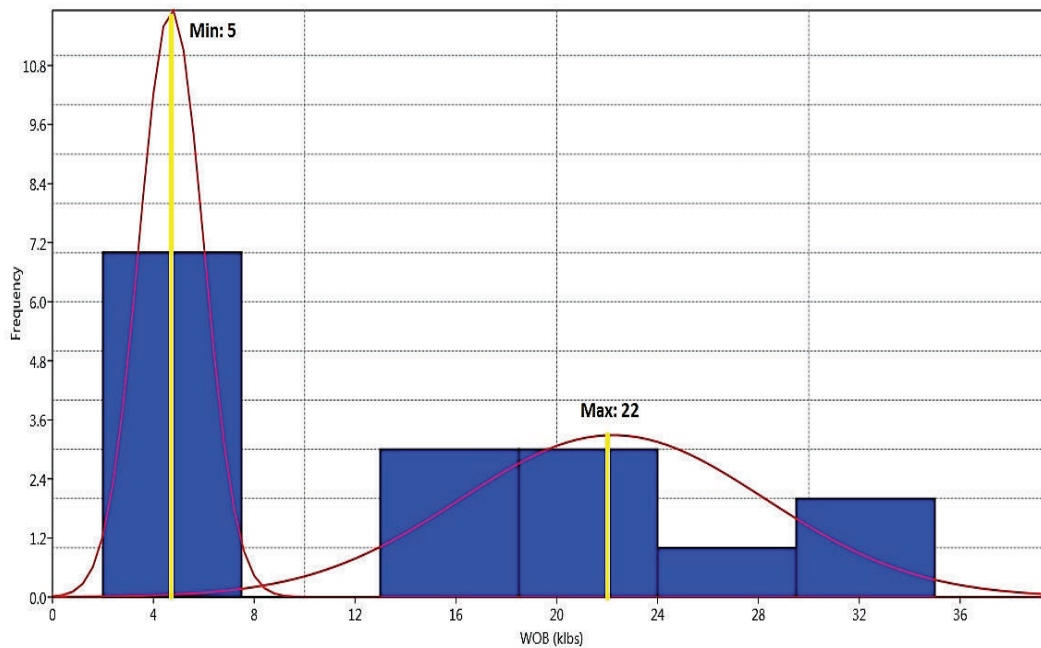
Gráfico 3.91: Análisis mixto de las RPM en la sección de 8 ½” del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Gráfico 3.92: Análisis mixto del WOB en la sección de 8 ½” del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.5.3.1.5 Torque (TQ)

Debido al análisis del gráfico correspondiente al Torque, en la campana de los mínimos se tiene 16.8 Klbs*ft mientras que para la de los máximos 27 Klbs*ft como producto de la mayor frecuencia alcanzada en cada campana.

Así que se precisa como rango admisible del Torque a los valores entre 16.8 y 27 Klbs*ft para la perforación de la sección de 8 ½" en el Campo Fanny.

3.5.3.1.6 Rata de penetración (ROP)

A través del análisis en el gráfico correspondiente a la ROP, en la campana de los mínimos se tiene 26.2 ft/hr mientras que para la de los máximos 49.3 ft/hr teniendo en consideración a la mayor frecuencia alcanzada en cada campana.

Por consiguiente, se determina un rango aceptable de la ROP a los valores entre 26.2 y 49.3 ft/hr para perforar la sección de 8 ½" en el Campo Fanny.

Finalmente, como resultado de los análisis anteriores de cada uno de los parámetros de perforación se han logrado obtener los rangos óptimos para cada uno de ellos los mismos que están representados en la Tabla 3.19 para la sección de 8 ½".

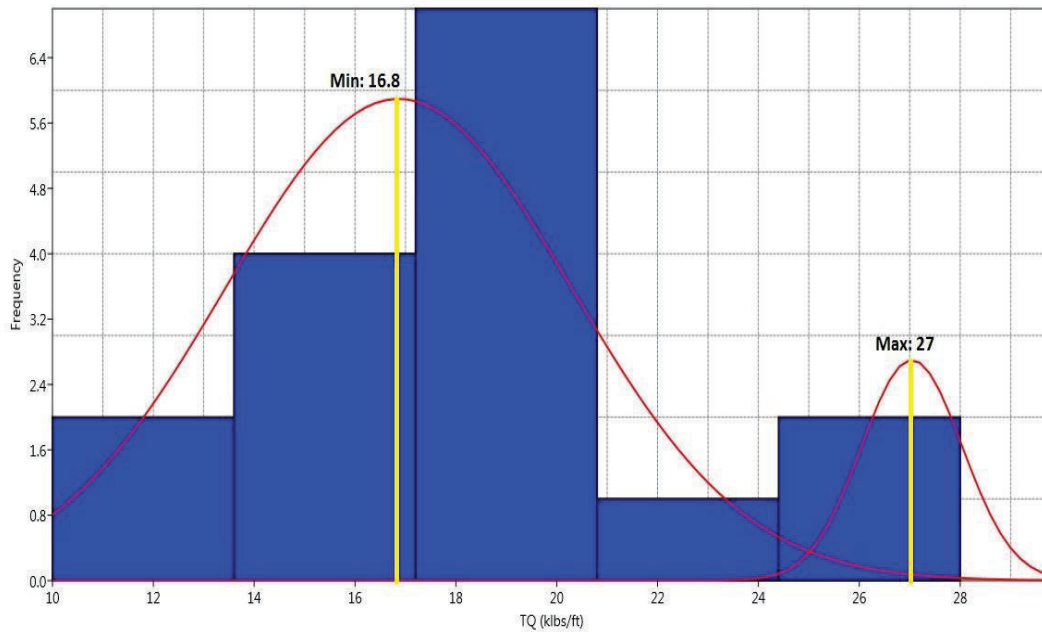
Tabla 3.19: Parámetros óptimos de perforación con Gauss para la sección de 8 ½" del campo Fanny

Parámetros de perforación para la sección de 8 1/2" del campo Fanny	
Parámetro	Rango óptimo
Galonaje (gpm)	455 - 503
Presión (psi)	2160 - 2850
RPM	120 - 211
WOB (klbs)	5 - 22
TQ (klbs*ft)	16,8 - 27
ROP (ft/hr)	26,2 - 49,3

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

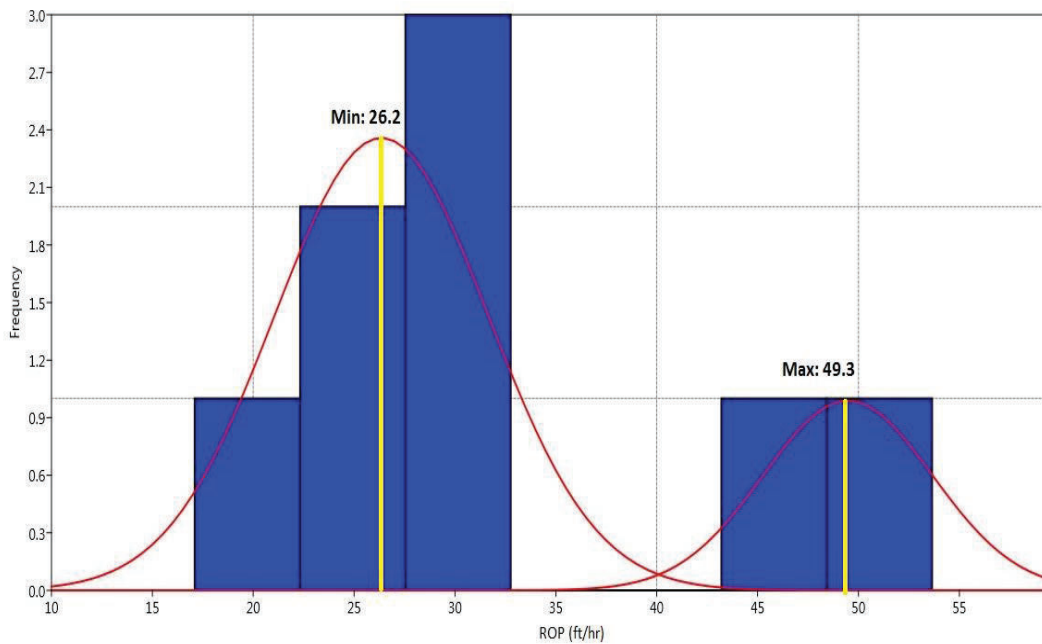
Gráfico 3.93: Análisis mixto del Torque en la sección de 8 ½" del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Gráfico 3.94: Análisis mixto de la ROP en la sección de 8 ½" del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.5.3.2 Análisis de fluidos de perforación

3.5.3.2.1 Densidad (LPG)

Conforme al análisis en el gráfico correspondiente a la Densidad, en la campana de los mínimos se tiene 9.68 lpg mientras que para la de los máximos 10.14 lpg de acuerdo a la mayor frecuencia alcanzada en cada campana.

Por lo tanto, se define como rango aceptable de la Densidad a los valores entre 9.68 y 10.14 lpg para perforar la sección de 8 ½” en el Campo Fanny.

3.5.3.2.2 Viscosidad FUNN (seg/qt)

En el análisis del gráfico correspondiente a la Viscosidad FUNN, en la campana de los mínimos se tiene 38.2 seg/qt mientras que para la de los máximos 41.2 seg/qt como resultado de la mayor frecuencia alcanzada en cada campana.

De tal manera, se señala como rango aceptable de la Viscosidad FUNN a los valores entre 38.2 y 41.2 seg/qt para la perforación de la sección de 8 ½” en el Campo Fanny.

3.5.3.2.3 PV (cp)

Mediante el análisis en el gráfico correspondiente a la Viscosidad plástica PV, en la campana de los mínimos se tiene 8.2 cp mientras que para la de los máximos 15.7 cp teniendo en cuenta a la mayor frecuencia alcanzada en cada campana.

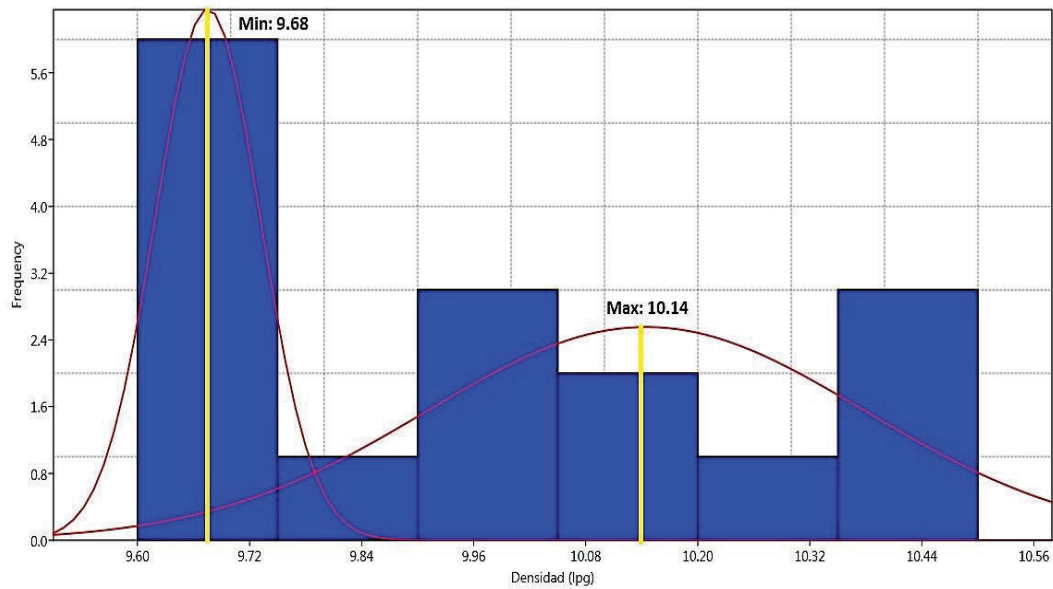
Por consiguiente, se determina como rango permisible de la Viscosidad plástica PV a los valores entre 8.2 y 15.7 cp para perforar la sección de 8 ½” en el Campo Fanny.

3.5.3.2.4 Yield Point (YP)

En consecuencia, al análisis en el gráfico correspondiente al Yield Point, en la campana de los mínimos se tiene 14.6 mientras que para la de los máximos 23.6 por razón de la mayor frecuencia alcanzada en cada campana.

De modo que se establece como rango aceptable del al Yield Point a los valores entre 14.6 y 23.6 para perforar la sección de 8 ½” en el Campo Fanny.

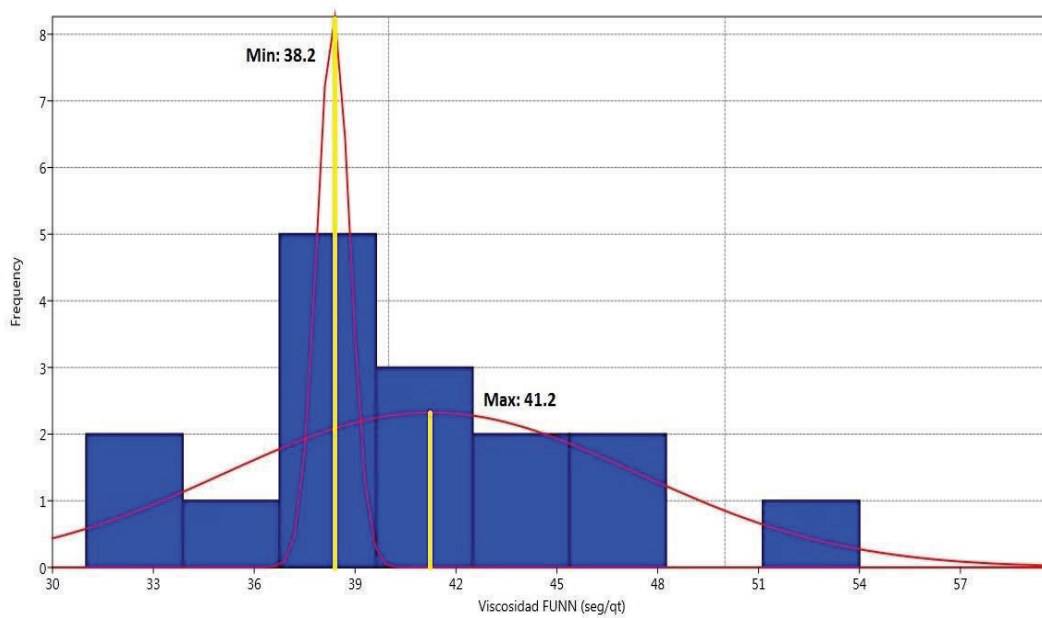
Gráfico 3.95: Análisis mixto de la Densidad en la sección de 8 ½” del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

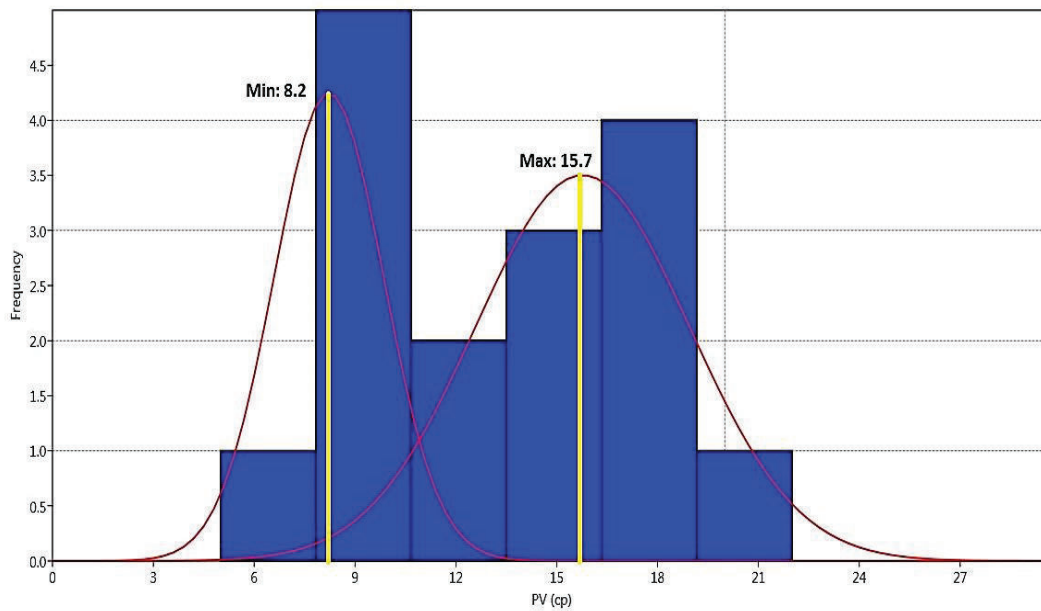
Gráfico 3.96: Análisis mixto de la Viscosidad FUNN en la sección de 8 ½” del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

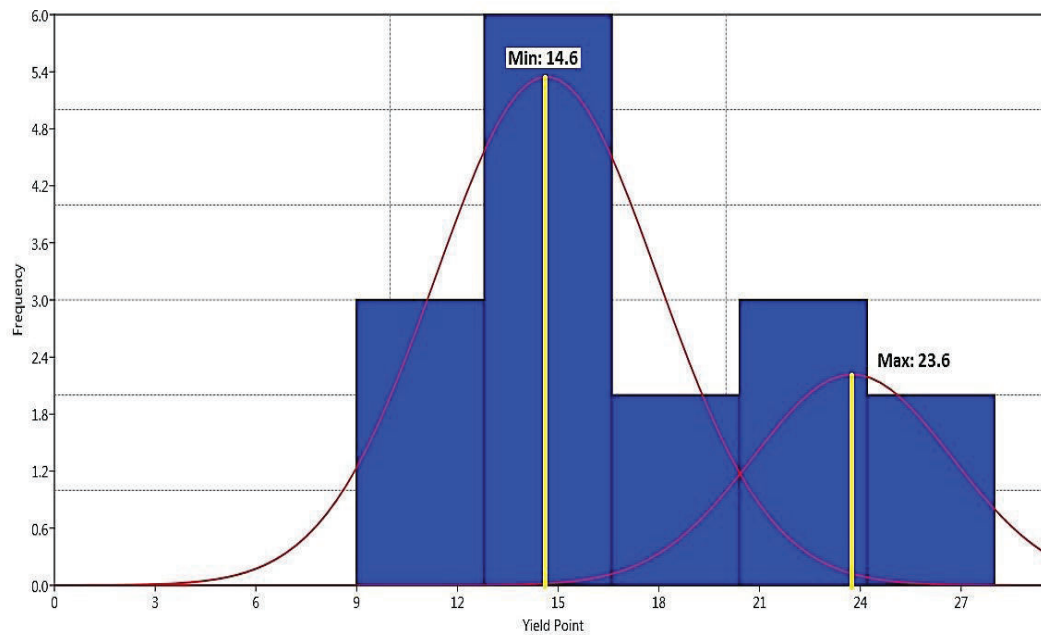
Gráfico 3.97: Análisis mixto de la PV en la sección de 8 ½" del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Gráfico 3.98: Análisis mixto del Yield Point en la sección de 8 ½" del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

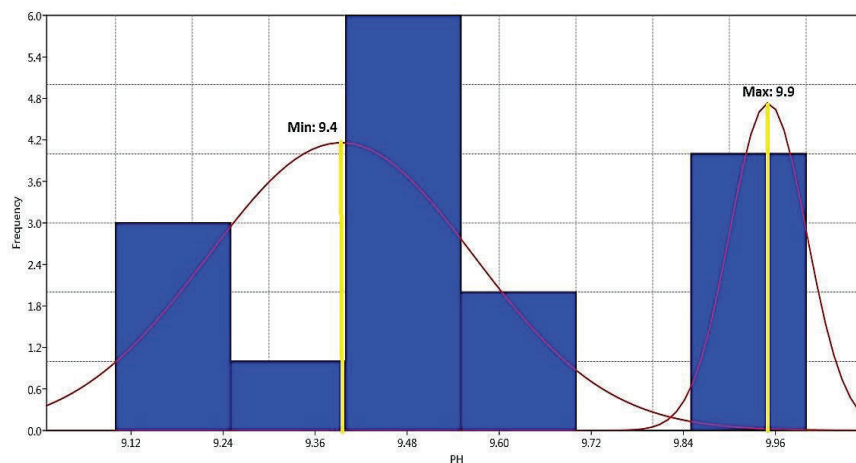
Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.5.3.2.5 PH

Conforme al análisis en el gráfico correspondiente al PH, en la campana de los mínimos se tiene 9.4 mientras que para la de los máximos 9.9 de acuerdo a la mayor frecuencia alcanzada en cada campana.

Por lo tanto, se define como rango aceptable del PH a los valores entre 9.4 y 9.9 para perforar la sección de 8 ½” en el Campo Fanny.

Gráfico 3.99: Análisis mixto del PH en la sección de 8 ½” del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Finalmente, con los análisis anteriores de cada uno de los parámetros del fluido de perforación se han logrado obtener los rangos óptimos para cada parámetro. En la Tabla 3.20 se representan los tipos de fluido utilizados con los rangos óptimos para la sección de 8 ½” en el campo Fanny.

Tabla 3.20: Parámetros óptimos del fluido de perforación con Gauss en la sección de 8 ½” del campo Fanny

Parámetros del fluido de perforación para la sección de 8 1/2" del campo Fanny	
Parámetro	Rango óptimo
Densidad (lpg)	9,68 - 10,14
μ FUNN (seg/qt)	38,2 - 41,2
PV (cp)	8,2 - 15,7
YP	14,6 - 23,6
PH	9,4 - 9,9

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.6 CUADRO TÉCNICO-COMPARATIVO DE LOS MÉTODOS DE TENDENCIAS Y GAUSS, APLICADO A LOS PARÁMETROS DE PERFORACIÓN DEL CAMPO FANNY.

El cuadro técnico-comparativo nos permite analizar y comparar los métodos que aplicamos para la obtención de los parámetros óptimos de perforación y fluidos. Los parámetros finales nos ayudaran en el desarrollo del capítulo 4 del presente proyecto; es decir podremos determinar los pozos más óptimos y los pozos con mayores dificultades

Tabla 3.21: Parámetros óptimos promedio para las secciones 16", 12 ¼" y 8 ½" del campo Fanny

CAMPO FANNY				
sección	Parámetros	MÉTODO		Rango óptimo PROM
		TENDENCIAS	GAUSS	
16	GPM	554 - 642	333 - 770	444 - 706
	PSI	1186 - 1573	1000 - 1950	1093 - 1762
	RPM	138 - 165	49 - 186	94 - 176
	WOB	6 - 15	3,8 - 17,3	4,9 - 16,2
	TQ	3 - 7	3 - 9,5	3 - 8,3
	ROP	47,5 - 86,5	46,4 - 78,6	47 - 82,6
	Densidad	8,4 - 10	8,45 - 10,4	8,4 - 10,2
	FUNN	28 - 33	29 - 41,4	28,5 - 37,2
	PV	3 - 6	2,5 - 7	2,8 - 6,5
	YP	4 - 15	4 - 16,5	4 - 15,8
12 1/4	PH	7.3 - 8.3	7,4 - 10	7,4 - 9,2
	GPM	690 - 815	720 - 792	705 - 804
	PSI	2383 - 3058	2150 - 3400	2266 - 3229
	RPM	147 - 186	150 - 206	148 - 196
	WOB	8 - 24	4,4 - 21,3	6,2 - 22,7
	TQ	8 - 18	2,6 - 16,5	5,3 - 17,3
	ROP	14,5 - 79,5	30 - 94,5	22,3 - 87
	Densidad	9,4 - 10,4	8,55 - 10,05	9 - 10,2
	FUNN	33 - 43	34,5 - 51	33,8 - 47
	PV	5 - 13	6 - 15,5	5,5 - 14,3
8 1/2	YP	10 - 20	14,5 - 15,4	12,3 - 17,7
	PH	8,6 - 9,1	7,2 - 9,4	7,9 - 9,3
	GPM	456 - 504	455 - 503	455 - 504
	PSI	2185 - 2622	2160 - 2850	2172 - 2736
	RPM	174 - 202	120 - 211	147 - 207
	WOB	6 - 23	5 - 22	5,5 - 22,5
	TQ	15 - 21	16,8 - 27	15,9 - 24
	ROP	20 - 44	26,2 - 49,3	23,1 - 46,7
	Densidad	9,7 - 10,2	9,68 - 10,14	9,7 - 10,2
	FUNN	37 - 44	38,2 - 41,2	37,6 - 42,6
	PV	9 - 17	8,2 - 15,7	8,6 - 16,4
	YP	14 - 20	14,6 - 23,6	14,3 - 21,8
	PH	9,4 - 9,7	9,4 - 9,9	9,4 - 9,8

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.7 ANÁLISIS TÉCNICO DE LOS PARÁMETROS DE PERFORACIÓN EN EL CAMPO MARIANN CON EL MÉTODO DE GAUSS.

El presente análisis nos permitirá realizar un estudio a las secciones de 16", 12 ¼" y 8 ½", para poder determinar los diferentes parámetros de perforación del campo Mariann. Para alcanzar dicho objetivo utilizaremos el método de Gauss, el cual nos brindara un análisis mixto entre la frecuencia y el parámetro elegido.

La información se encuentra tabulada en el Anexo B y D, los cuales muestran toda la información del campo en un cuadro estadístico realizado en Excel que copiaremos en el software PAST 3.08

3.7.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA SECCIÓN DE 16"

Los rangos óptimos serán encontrados de acuerdo a los valores de frecuencia más altos de cada una de las campanas que sean analizadas. Gracias a los reportes finales de perforación se ha logrado obtener la información de cada uno de los parámetros como galonaje, presión, RPM, WOB, torque y ROP y los parámetros de los fluidos están en los Anexos B1 y D1 para la sección de 16".

3.7.1.1 Análisis de los parámetros de perforación

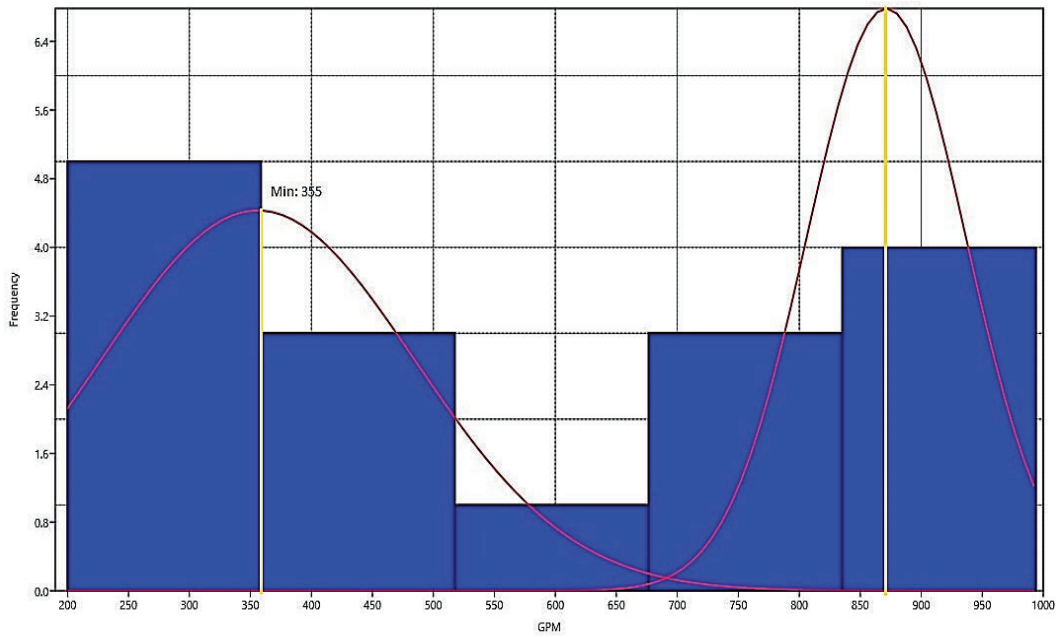
3.7.1.1.1 Galonaje (GPM)

Al analizar el Gráfico, podemos determinar el rango óptimo del galonaje requerido para perforar la sección de 16"; en la primera campana nos muestra un valor mínimo de 355 gpm; por otra parte, la segunda campana nos muestra un valor máximo de 870 gpm. Por lo tanto, se determina un rango aceptable de galonaje para perforar la sección de 16", el cual es de 355-870 gpm.

3.7.1.1.2 Presión (PSI)

Al analizar el Gráfico, podemos determinar el rango óptimo de la presión requerido para perforar la sección de 16"; en la primera campana nos muestra un valor mínimo de 85 psi; por otra parte, la segunda campana nos muestra un valor máximo de 2055 psi. Por lo tanto, se determina un rango aceptable de presión para perforar la sección de 16", el cual es de 85-2055 psi.

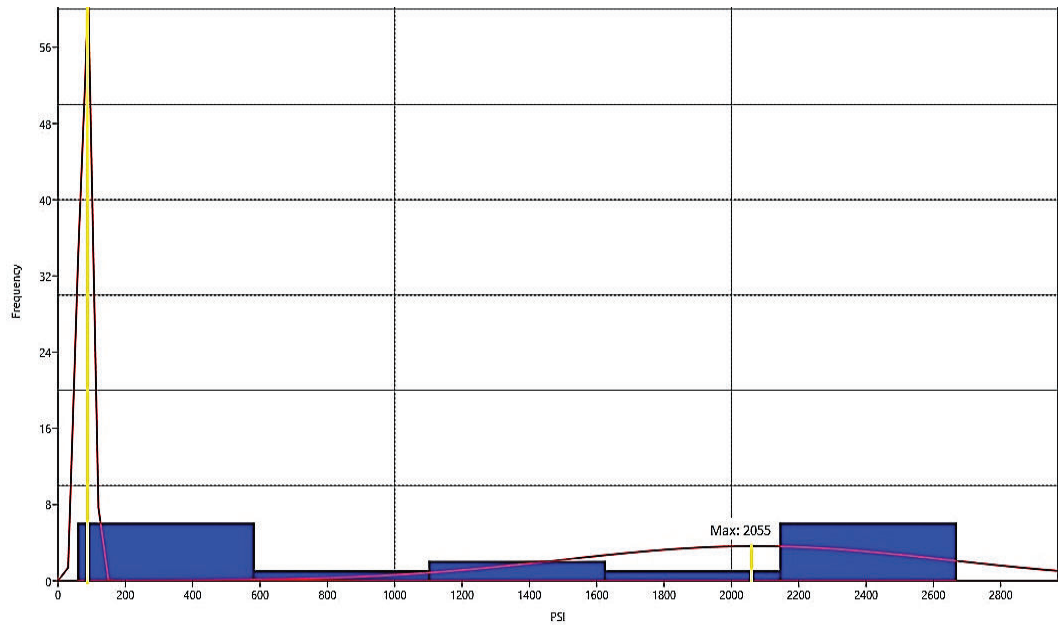
Gráfico 3.100: Análisis mixto del galonaje en la sección de 16" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Gráfico 3.101: Análisis mixto de la presión en la sección de 16" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.7.1.1.3 *Rpm total*

Al analizar el Gráfico, podemos determinar el rango óptimo de la RPM total requerido para perforar la sección de 16"; en la primera campana nos muestra un valor mínimo de 56 rpm; por otra parte, la segunda campana nos muestra un valor máximo de 163 rpm. Por lo tanto, se determina un rango aceptable de la RPM total para perforar la sección de 16", el cual es de 56-163 rpm.

3.7.1.1.4 *Peso sobre la broca (WOB)*

Al analizar el Gráfico, podemos determinar el rango óptimo de WOB requerido para perforar la sección de 16"; en la primera campana nos muestra un valor mínimo de 3,8 Klbs; por otra parte, la segunda campana nos muestra un valor máximo de 19,7 Klbs.

Por lo tanto, se determina un rango aceptable de WOB para perforar la sección de 16", el cual es de 3,8-19,7 Klbs.

3.7.1.1.5 *Torque (TQ)*

Al analizar el Gráfico, podemos determinar el rango óptimo del TQ requerido para perforar la sección de 16"; en la primera campana nos muestra un valor mínimo de 3,2 Klbs*ft; por otra parte, la segunda campana nos muestra un valor máximo de 10,4 Klbs*ft.

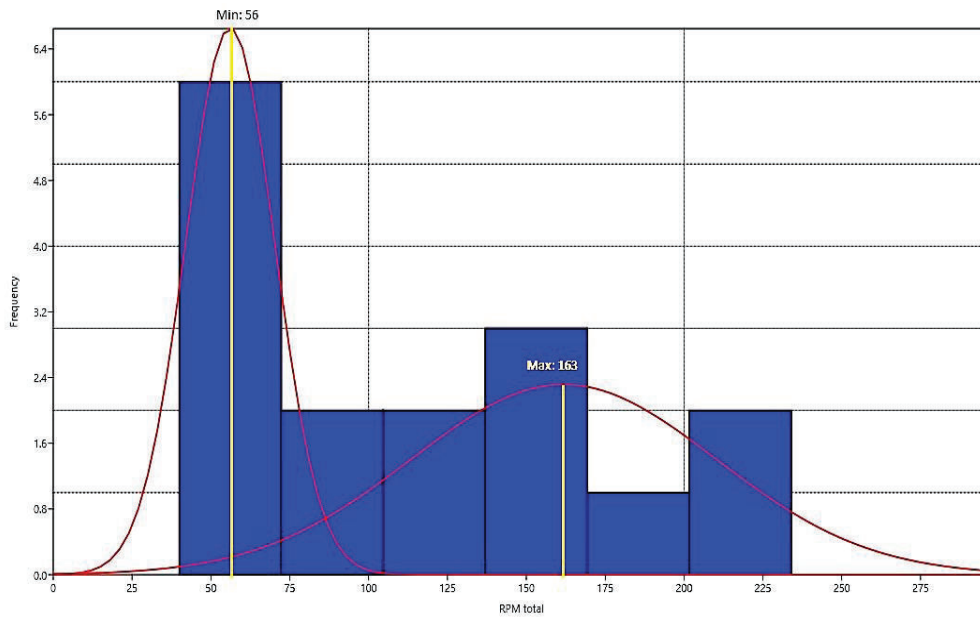
Por lo tanto, se determina un rango aceptable del TQ para perforar la sección de 16", el cual es de 3,2-10,4 Klbs*ft.

3.7.1.1.6 *Rata de penetración (ROP)*

Al analizar el Gráfico, podemos determinar el rango óptimo del ROP requerido para perforar la sección de 16"; en la primera campana nos muestra un valor mínimo de 55 ft/hr; por otra parte, la segunda campana nos muestra un valor máximo de 104 ft/hr.

Por lo tanto, se determina un rango aceptable del ROP para perforar la sección de 16", el cual es de 55-104 ft/hr.

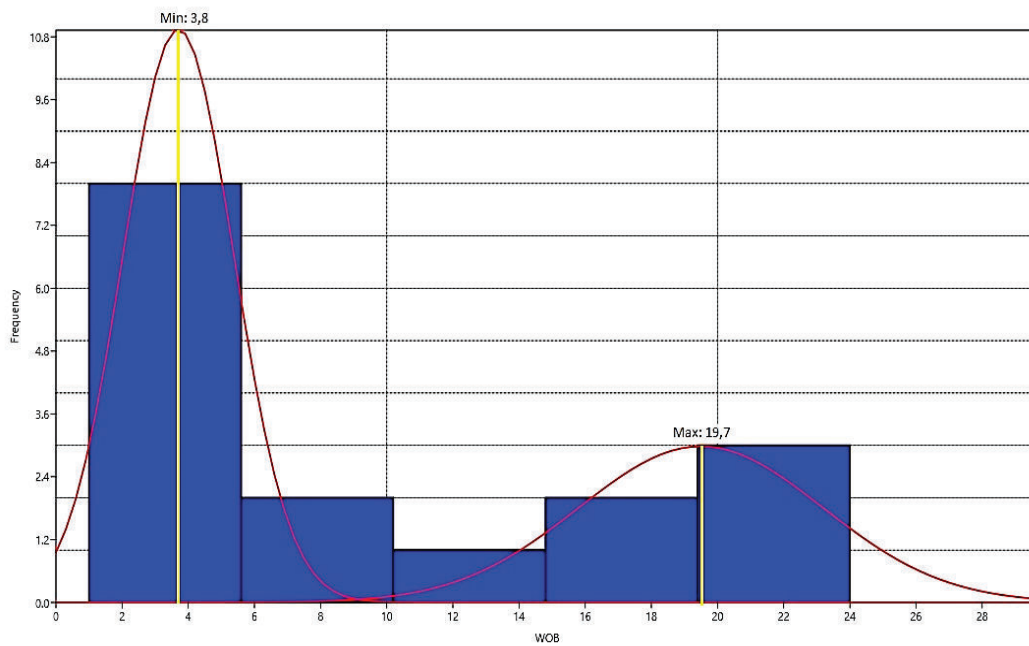
Gráfico 3.102: Análisis mixto de la RPM total en la sección de 16" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

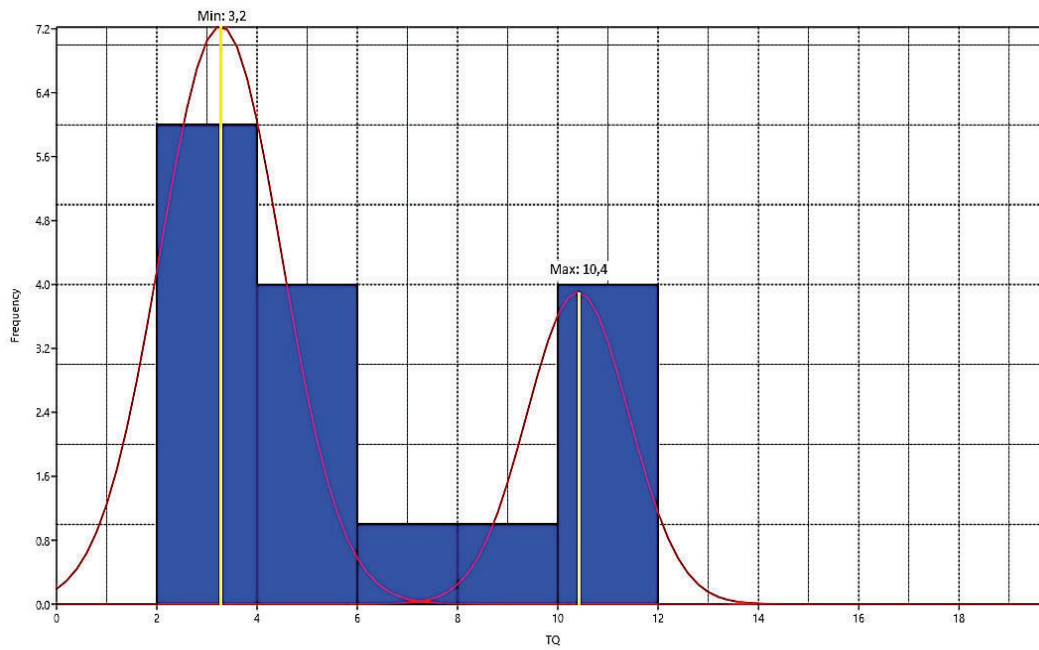
Gráfico 3.103: Análisis mixto del WOB en la sección de 16" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

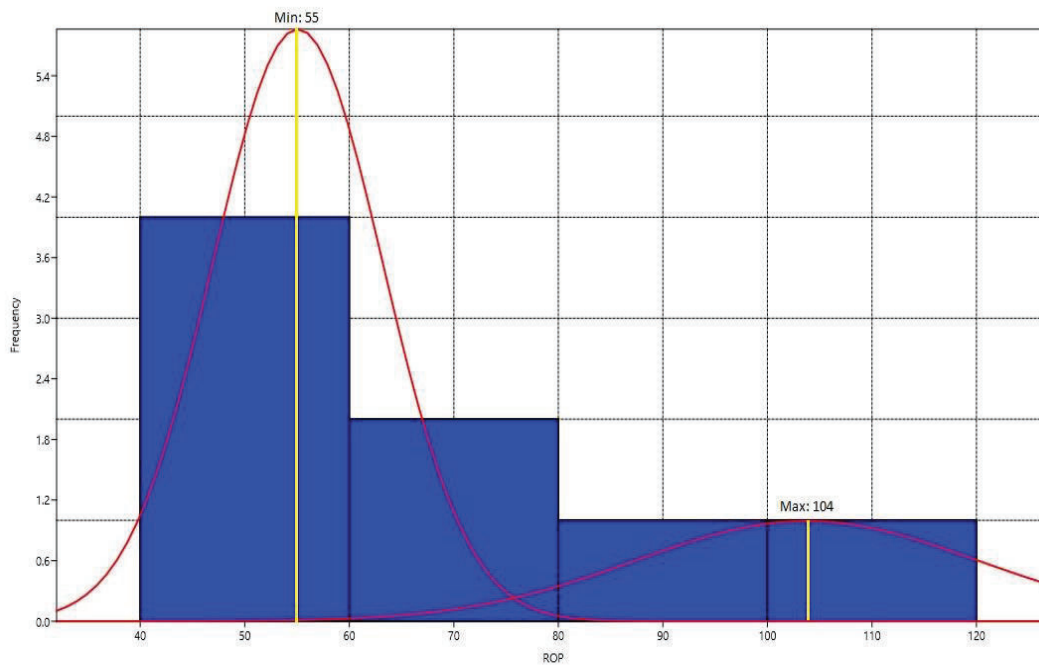
Gráfico 3.104: Análisis mixto del TQ en la sección de 16" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Gráfico 3.105: Análisis mixto de la ROP en la sección de 16" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Una vez analizada la información tabulada en el Anexo B1 y haber aplicado un análisis mixto con el método de Gauss a los diferentes parámetros de perforación, determinamos la Tabla 3.22, donde nos muestra los rangos óptimos que manejan en la sección de 16”.

Tabla 3.22: Parámetros óptimos de perforación con Gauss para la sección de 16” del campo Mariann

Parámetros de perforación para la sección de 16" del campo Mariann	
Parámetro	Rango óptimo
Galonaje (gpm)	355-870
Presión (psi)	85-2055
RPM	56-163
WOB (Klbs)	3,8-19,7
TQ (Klbs*ft)	3,2-10,4
ROP (ft/hr)	55-104

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.7.1.2 Análisis de fluidos de perforación

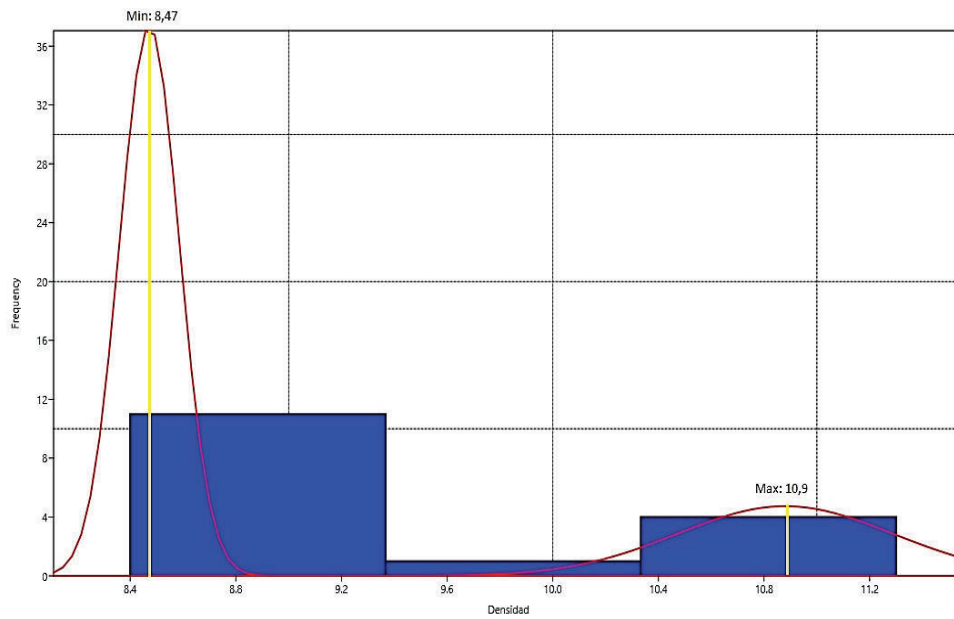
3.7.1.2.1 Densidad (LPG)

Al analizar el Gráfico, podemos determinar el rango óptimo de la densidad del fluido de perforación requerida para la sección de 16”; en la primera campana nos muestra un valor mínimo de 8,47 lpg; por otra parte, la segunda campana nos muestra un valor máximo de 10,9 lpg. Por lo tanto, se determina un rango aceptable de densidad del fluido de perforación, el cual es de 8,47-10,9 lpg para la sección de 16”.

3.7.1.2.2 Viscosidad FUNN (seg/qt)

Al analizar el Gráfico, podemos determinar el rango óptimo de la viscosidad FUNN del fluido de perforación requerida para la sección de 16”; en la primera campana nos muestra un valor mínimo de 28,2 seg/qt; por otra parte, la segunda campana nos muestra un valor máximo de 44,5 seg/qt. Por lo tanto, se determina un rango aceptable de viscosidad FUNN del fluido de perforación, el cual es de 28,2-44,5 seg/qt para la sección de 16”.

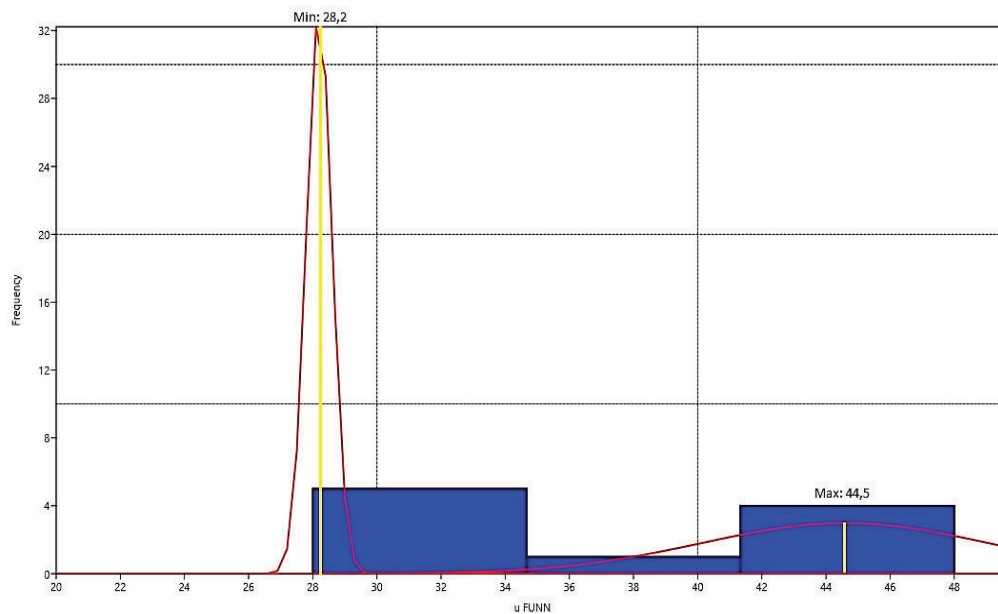
Gráfico 3.106: Análisis mixto de la densidad del fluido de perforación para la sección de 16" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Gráfico 3.107: Análisis mixto de la viscosidad FUNN del fluido de perforación para la sección de 16" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.7.1.2.3 PV (cp)

Al analizar el Gráfico, podemos determinar el rango óptimo del PV del fluido de perforación requerido para la sección de 16"; en la primera campana nos muestra un valor mínimo de 2,4 cp; por otra parte, la segunda campana nos muestra un valor máximo de 11,4 cp. Por lo tanto, se determina un rango aceptable del PV del fluido de perforación, el cual es de 2,4-11,4 cp para la sección de 16".

3.7.1.2.4 Yield Point (YP)

Al analizar el Gráfico, podemos determinar el rango óptimo del YP del fluido de perforación requerido para la sección de 16"; en la primera campana nos muestra un valor mínimo de 3,7; por otra parte, la segunda campana nos muestra un valor máximo de 17,4. Por lo tanto, se determina un rango aceptable del YP del fluido de perforación, el cual es de 3,7-17,4 para la sección de 16".

3.7.1.2.5 PH

Al analizar el Gráfico, podemos determinar el rango óptimo del PH del fluido de perforación requerido para la sección de 16"; en la primera campana nos muestra un valor mínimo de 7,63; por otra parte, la segunda campana nos muestra un valor máximo de 8,55. Por lo tanto, se determina un rango aceptable de PH del fluido de perforación, el cual es de 7,63-8,55 para la sección de 16".

En la tabla se representan los tipos de fluido utilizados con los rangos óptimos para la sección de 16" en el campo Mariann.

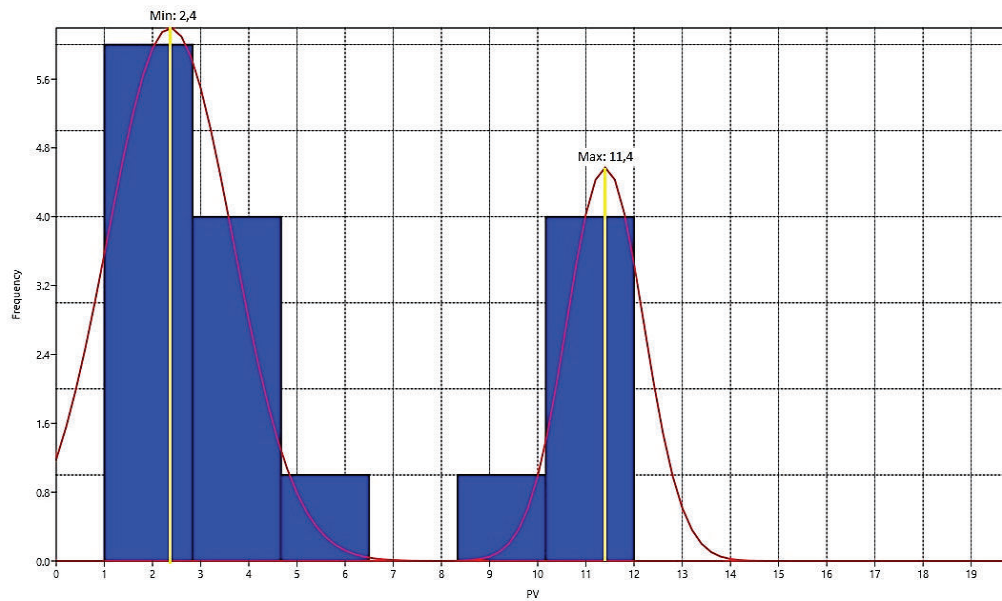
Tabla 3.23: Parámetros óptimos del fluido de perforación con Gauss para la sección de 16" del campo Mariann

Parámetros del fluido de perforación para la sección de 16" del campo Mariann	
Parámetro	Rango óptimo
Densidad (lpg)	8,47-10,9
μ FUNN (seg/qt)	28,2-44,5
PV (cp)	2,4-11,4
YP	3,7-17,4
PH	7,63-8,55

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

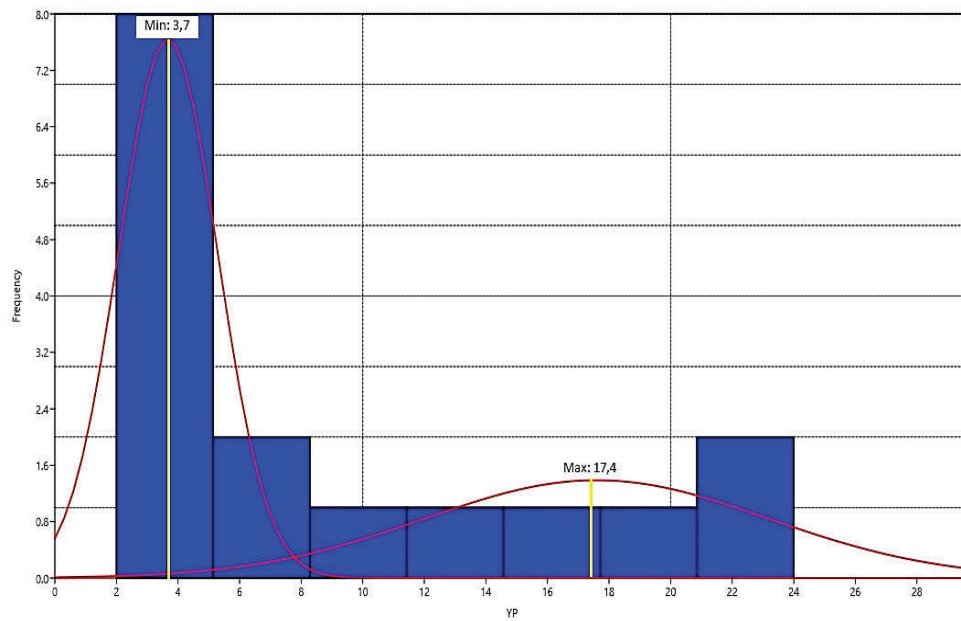
Gráfico 3.108: Análisis mixto del PV del fluido de perforación para la sección de 16" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

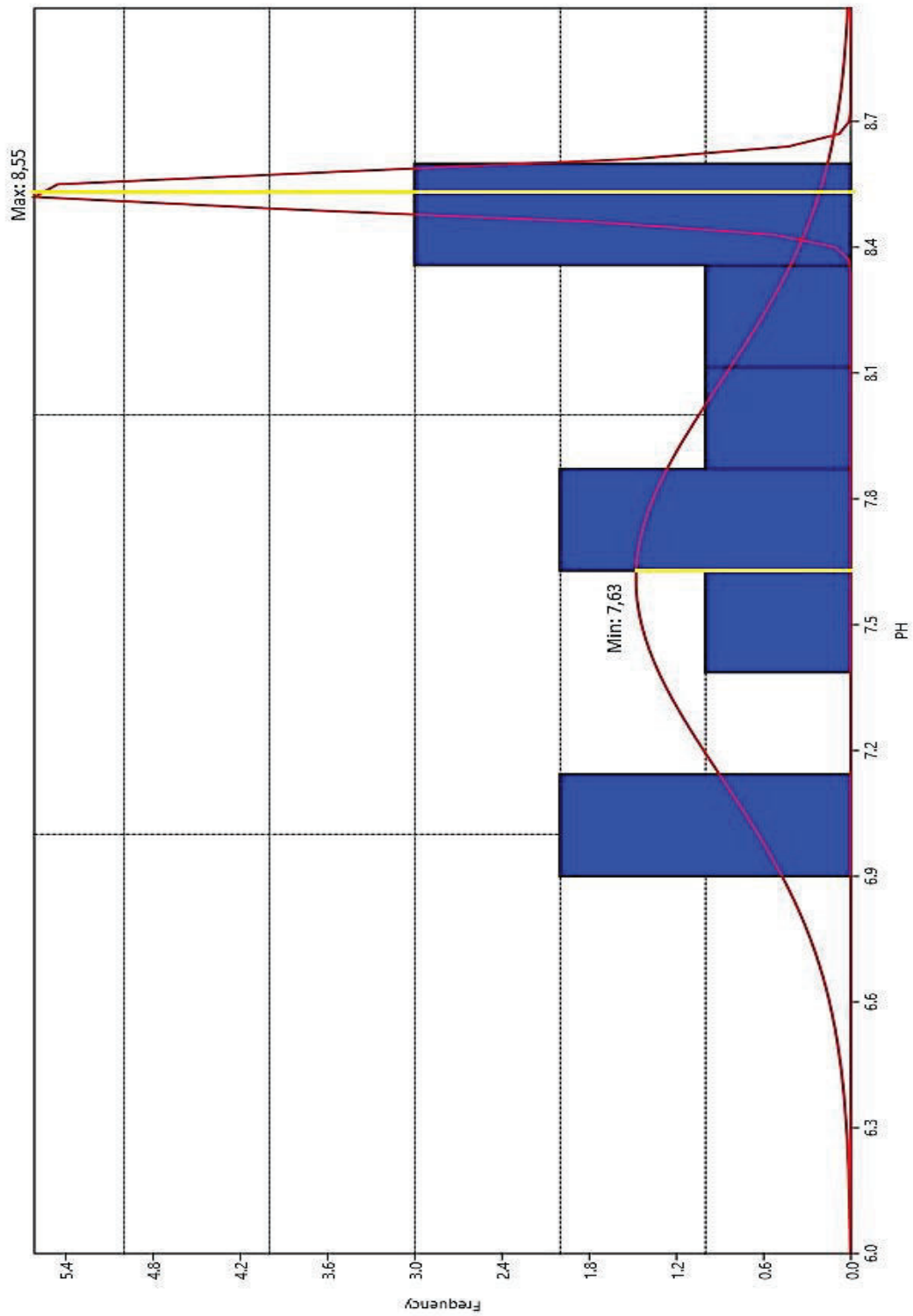
Gráfico 3.109: Análisis mixto del YP del fluido de perforación para la sección de 16" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Gráfico 3.110: Análisis mixto del PH del fluido de perforación para la sección de 16" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.7.2 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA SECCIÓN DE 12 ¼”

Con los reportes finales de perforación se ha logrado obtener la información de cada uno de los parámetros como galonaje, presión, RPM, WOB, torque y ROP y los parámetros de los fluidos están en los Anexos B2 y D2 para la sección de 12 ¼”.

3.7.2.1 Análisis de los parámetros de perforación

3.7.2.1.1 Galonaje (gpm)

Al analizar el Gráfico, podemos determinar el rango óptimo del galonaje requerido para perforar la sección de 12 ¼”; en la primera campana nos muestra un valor mínimo de 620 gpm; por otra parte, la segunda campana nos muestra un valor máximo de 850 gpm. Por lo tanto, se determina un rango aceptable de galonaje para perforar la sección de 12 ¼”, el cual es de 620-850 gpm.

3.7.2.1.2 Presión (psi)

Al analizar el Gráfico, podemos determinar el rango óptimo de la presión requerido para perforar la sección de 12 ¼”; en la primera campana nos muestra un valor mínimo de 2100 psi; por otra parte, la segunda campana nos muestra un valor máximo de 3730 psi. Por lo tanto, se determina un rango aceptable de presión para perforar la sección de 12 ¼”, el cual es de 2100-3730 psi.

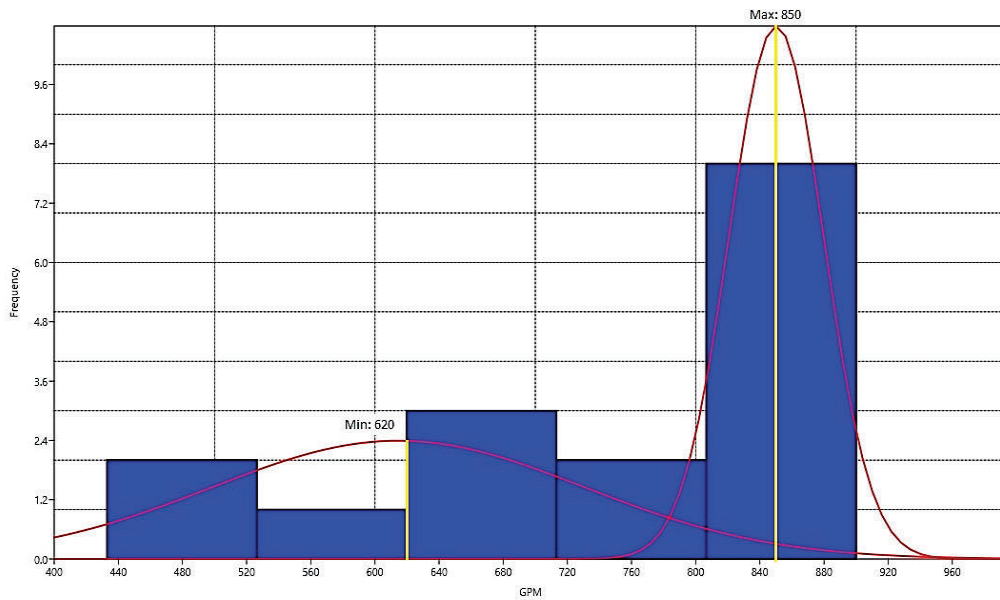
3.7.2.1.3 Rpm total

Al analizar el Gráfico, podemos determinar el rango óptimo de la RPM total requerido para perforar la sección de 12 ¼”; en la primera campana nos muestra un valor mínimo de 138 rpm; por otra parte, la segunda campana nos muestra un valor máximo de 204 rpm. Por lo tanto, se determina un rango aceptable de la RPM total para perforar la sección de 12 ¼”, el cual es de 138-204 rpm.

3.7.2.1.4 Peso sobre la broca (WOB)

Al analizar el Gráfico, podemos determinar el rango óptimo de WOB requerido para perforar la sección de 12 ¼”; en la primera campana nos muestra un valor mínimo de 6 Klbs; por otra parte, la segunda campana nos muestra un valor máximo de 25,2 Klbs. Por lo tanto, se determina un rango aceptable de WOB para perforar la sección de 12 ¼”, el cual es de 6-25,2 Klbs.

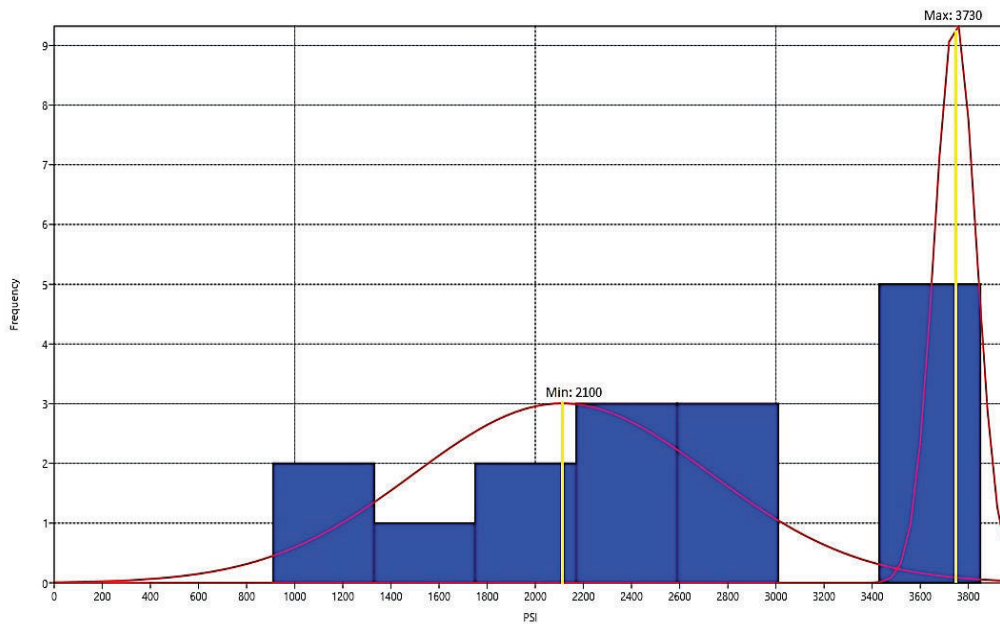
Gráfico 3.111: Análisis mixto del galonaje en la sección de 12 ¼" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

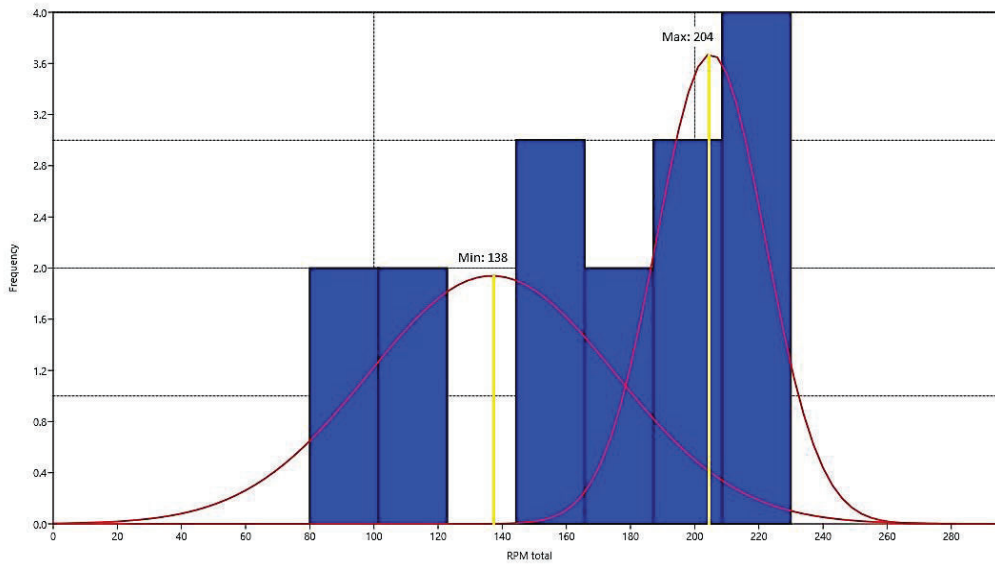
Gráfico 3.112: Análisis mixto de la presión en la sección de 12 ¼" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

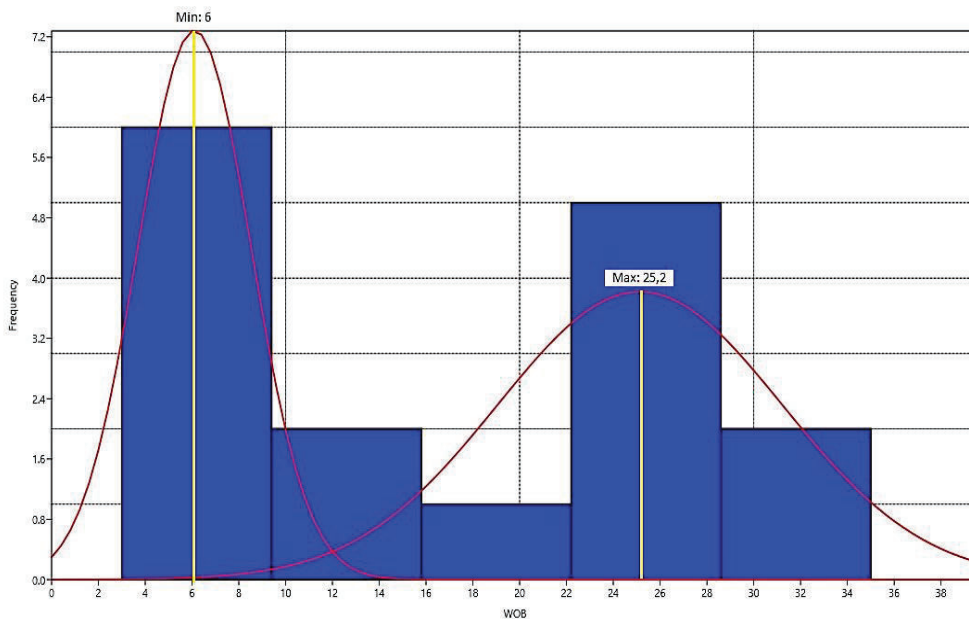
Gráfico 3.113: Análisis mixto de la RPM total en la sección de 12 ¼" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Gráfico 3.114: Análisis mixto del WOB en la sección de 12 ¼" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.7.2.1.5 Torque (TQ)

Al analizar el Gráfico, podemos determinar el rango óptimo del TQ requerido para perforar la sección de 12 ¼"; en la primera campana nos muestra un valor mínimo de 8,4 Klbs*ft; por otra parte, la segunda campana nos muestra un valor máximo de 21,5 Klbs*ft.

Por lo tanto, se determina un rango aceptable del TQ para perforar la sección de 12 ¼", el cual es de 8,4-21,5 Klbs*ft.

3.7.2.1.6 Rata de penetración (ROP)

Al analizar el Gráfico, podemos determinar el rango óptimo del ROP requerido para perforar la sección de 12 ¼"; en la primera campana nos muestra un valor mínimo de 33 ft/hr; por otra parte, la segunda campana nos muestra un valor máximo de 58 ft/hr.

Por lo tanto, se determina un rango aceptable del ROP para perforar la sección de 12 ¼", el cual es de 33-58 ft/hr.

Una vez analizada la información tabulada en el Anexo B2.2 y haber aplicado un análisis mixto con el método de Gauss a los diferentes parámetros de perforación, determinamos la Tabla 3.24, donde nos muestra los rangos óptimos que manejan en la sección de 12 ¼".

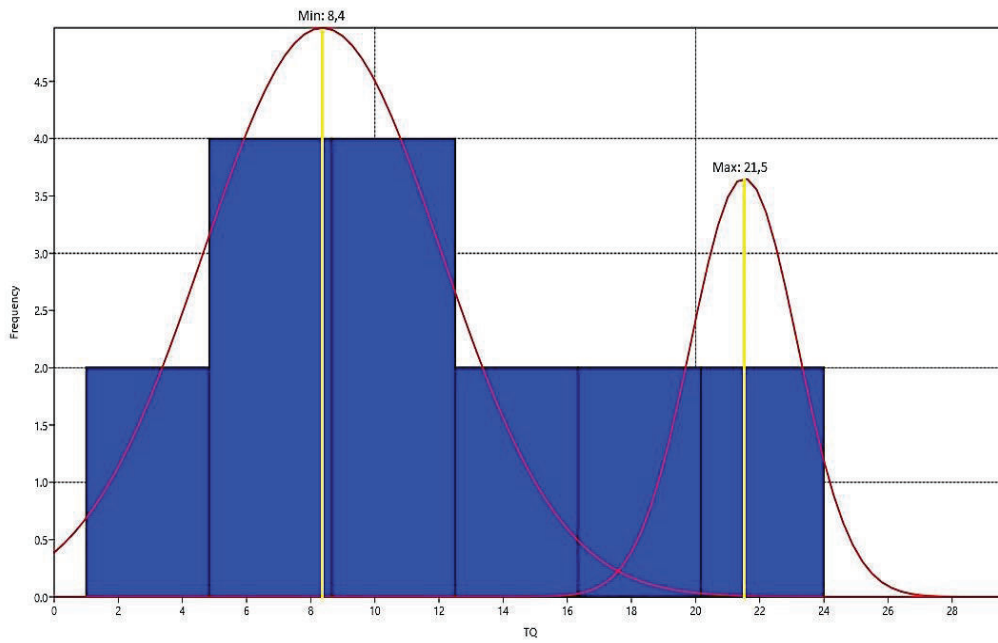
Tabla 3.24: Parámetros óptimos de perforación con Gauss para la sección de 12 ¼" del campo Mariann

Parámetros de perforación para la sección de 12 ¼" del campo Mariann	
Parámetro	Rango óptimo
Galonaje (gpm)	620-850
Presión (psi)	2100-3730
RPM	138-204
WOB (Klbs)	6-25,2
TQ (Klbs*ft)	8,4-21,5
ROP (ft/hr)	33-58

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

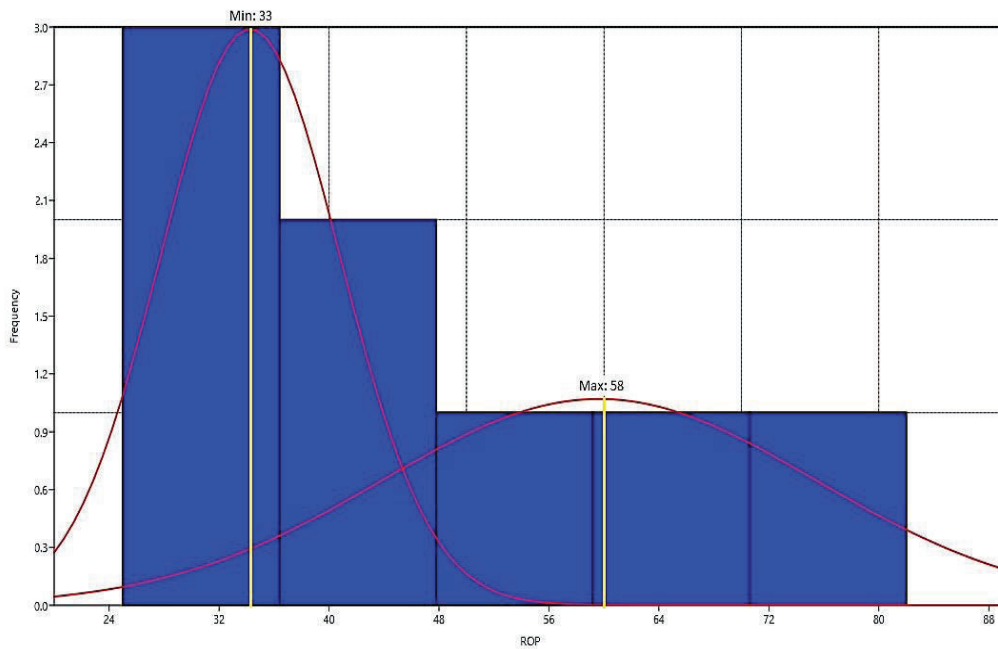
Gráfico 3.115: Análisis mixto del TQ en la sección de 12 ¼” del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Gráfico 3.116: Análisis mixto de la ROP en la sección de 12 ¼” del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.7.2.2 Análisis de fluidos de perforación

3.7.2.2.1 Densidad (LPG)

Al analizar el Gráfico, podemos determinar el rango óptimo de la densidad del fluido de perforación requerida para la sección de 12 ¼"; en la primera campana nos muestra un valor mínimo de 9,72 lpg; por otra parte, la segunda campana nos muestra un valor máximo de 11,52 lpg. Por lo tanto, se determina un rango aceptable de densidad del fluido de perforación, el cual es de 9,72-11,52 lpg para la sección de 12 ¼".

3.7.2.2.2 Viscosidad FUNN (seg/qt)

Al analizar el Gráfico, podemos determinar el rango óptimo de la viscosidad FUNN del fluido de perforación requerida para la sección de 12 ¼"; en la primera campana nos muestra un valor mínimo de 32,5 seg/qt; por otra parte, la segunda campana nos muestra un valor máximo de 51 seg/qt. Por lo tanto, se determina un rango aceptable de viscosidad FUNN del fluido de perforación, el cual es de 32,5-51 seg/qt para la sección de 12 ¼".

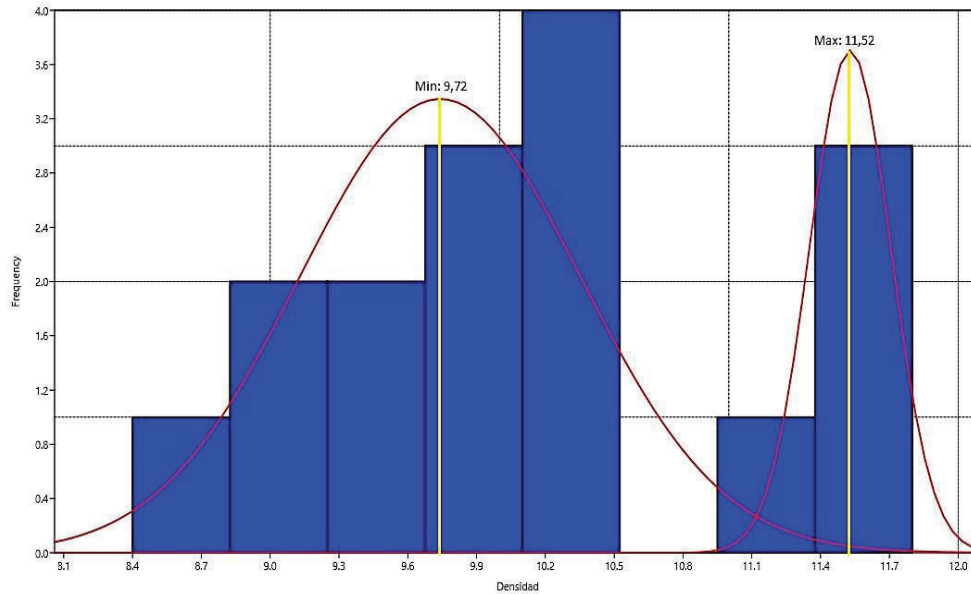
3.7.2.2.3 PV (cp)

Al analizar el Gráfico, podemos determinar el rango óptimo del PV del fluido de perforación requerido para la sección de 12 ¼"; en la primera campana nos muestra un valor mínimo de 5,3 cp; por otra parte, la segunda campana nos muestra un valor máximo de 11,2 cp. Por lo tanto, se determina un rango aceptable del PV del fluido de perforación, el cual es de 5,3-11,2 cp para la sección de 12 ¼".

3.7.2.2.4 Yield Point (YP)

Al analizar el Gráfico, podemos determinar el rango óptimo del YP del fluido de perforación requerido para la sección de 12 ¼"; en la primera campana nos muestra un valor mínimo de 10,2; además la segunda campana nos muestra un valor máximo de 24,8. Por lo tanto, se determina un rango aceptable del YP del fluido de perforación, el cual es de 10,2-24,8 para la sección de 12 ¼".

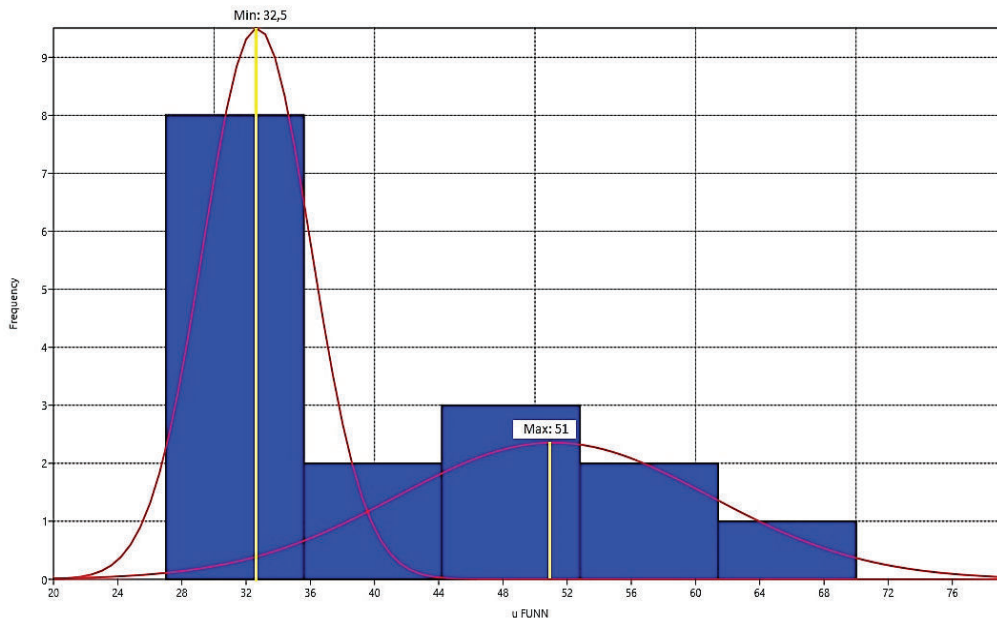
Gráfico 3.117: Análisis mixto de la densidad del fluido de perforación para la sección de 12 ¼" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

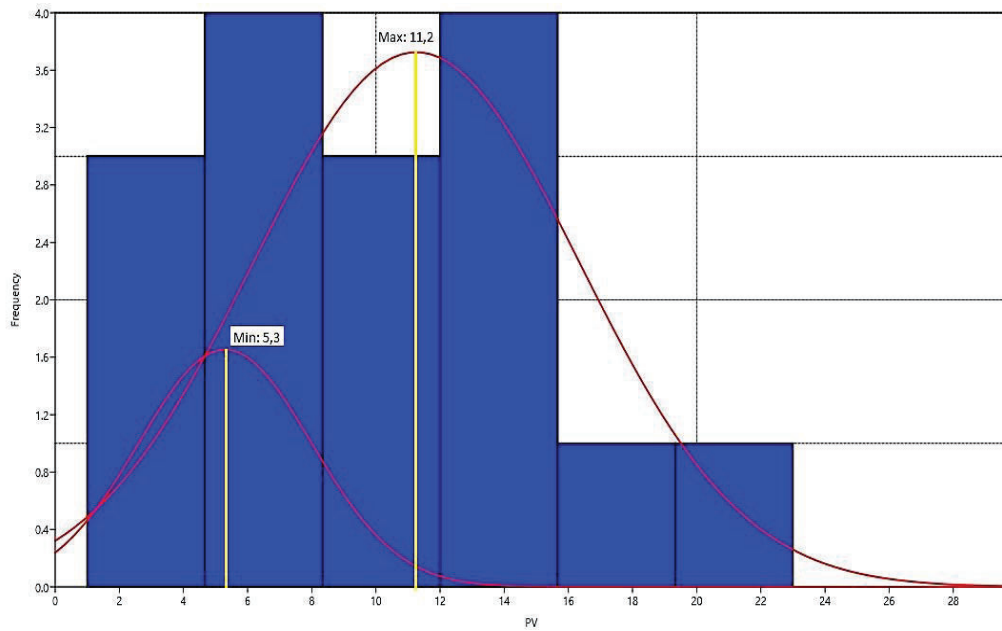
Gráfico 3.118: Análisis mixto de la viscosidad FUNN del fluido de perforación para la sección de 12 ¼" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

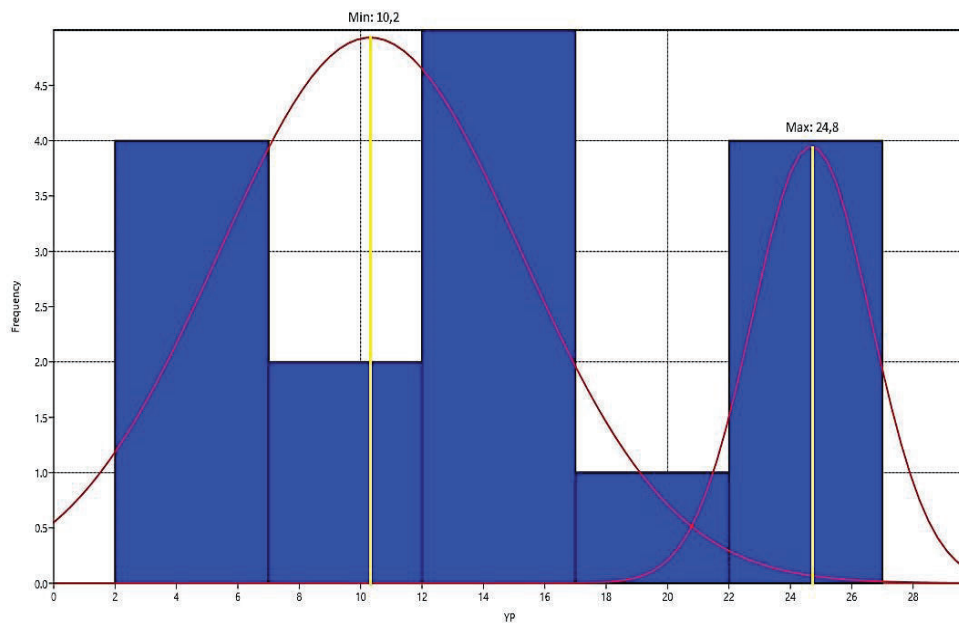
Gráfico 3.119: Análisis mixto del PV del fluido de perforación para la sección de 12 ¼" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Gráfico 3.120: Análisis mixto del YP del fluido de perforación para la sección de 12 ¼" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.7.2.2.5 PH

Al analizar el Gráfico, podemos determinar el rango óptimo del PH del fluido de perforación requerido para la sección de 12 ¼"; en la primera campana nos muestra un valor mínimo de 8,88; además la segunda campana nos muestra un valor máximo de 10,4. Por lo tanto, se determina un rango aceptable de PH del fluido de perforación, el cual es de 8,88-10,4 para la sección de 12 ¼".

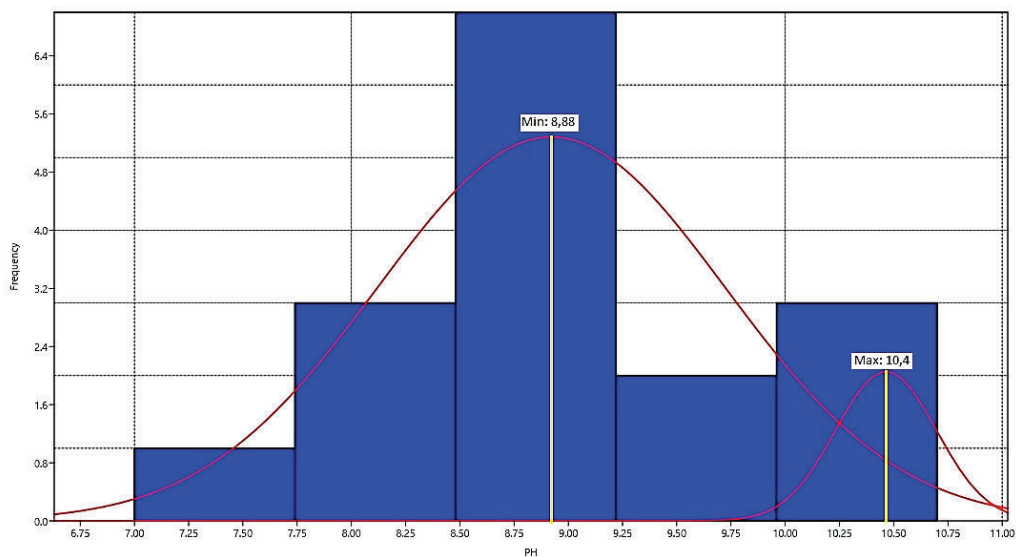
Tabla 3.25: Parámetros óptimos del fluido de perforación con Gauss para la sección de 12 ¼" del campo Mariann

Parámetros del fluido de perforación para la sección de 12 ¼" del campo Mariann	
Parámetro	Rango óptimo
Densidad (lpg)	9,72-11,52
μ FUNN (seg/qt)	32,5-51
PV (cp)	5,3-11,2
YP	10,2-24,8
PH	8,88-10,4

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Gráfico 3.121: Análisis mixto del PH del fluido de perforación para la sección de 12 ¼" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.7.3 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA SECCIÓN DE 8 ½”

Gracias a los reportes finales de perforación se ha logrado obtener la información de cada uno de los parámetros como galonaje, presión, RPM, WOB, torque y ROP y los parámetros de los fluidos están en los Anexos B3 y D3 para la sección de 8 ½”.

3.7.3.1 Análisis de los parámetros de perforación

3.7.3.1.1 Galonaje (gpm)

Al analizar el Gráfico, podemos determinar el rango óptimo del galonaje requerido para perforar la sección de 8 ½”; en la primera campana nos muestra un valor mínimo de 393 gpm; por otra parte, la segunda campana nos muestra un valor máximo de 515 gpm. Por lo tanto, se determina un rango aceptable de galonaje para perforar la sección de 8 ½”, el cual es de 393-515 gpm.

3.7.3.1.2 Presión (psi)

Al analizar el Gráfico, podemos determinar el rango óptimo de la presión requerido para perforar la sección de 8 ½”; en la primera campana nos muestra un valor mínimo de 1420 psi; por otra parte, la segunda campana nos muestra un valor máximo de 2400 psi. Por lo tanto, se determina un rango aceptable de presión para perforar la sección de 8 ½”, el cual es de 1420-2400 psi.

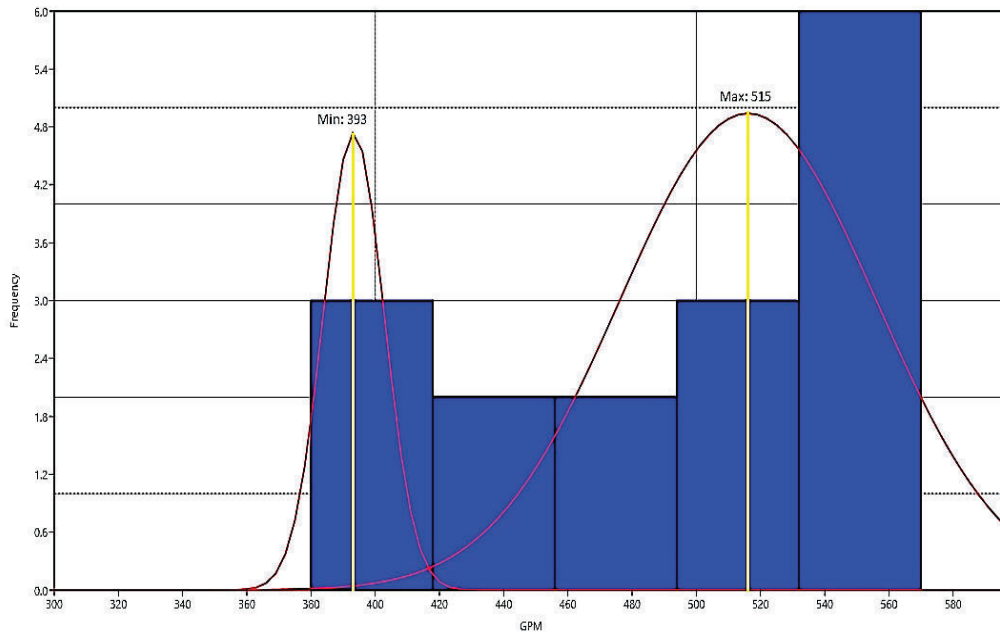
3.7.3.1.3 Rpm total

Al analizar el Gráfico, podemos determinar el rango óptimo de la RPM total requerido para perforar la sección de 8 ½”; en la primera campana nos muestra un valor mínimo de 156 rpm; por otra parte, la segunda campana nos muestra un valor máximo de 225 rpm. Por lo tanto, se determina un rango aceptable de la RPM total para perforar la sección de 8 ½”, el cual es de 156-225 rpm.

3.7.3.1.4 Peso sobre la broca (WOB)

Al analizar el Gráfico, podemos determinar el rango óptimo de WOB requerido para perforar la sección de 8 ½”; en la primera campana nos muestra un valor mínimo de 4,2 Klbs; por otra parte, la segunda campana nos muestra un valor máximo de 21,5 Klbs. Por lo tanto, se determina un rango aceptable de WOB para perforar la sección de 8 ½”, el cual es de 3,2-21,5 Klbs.

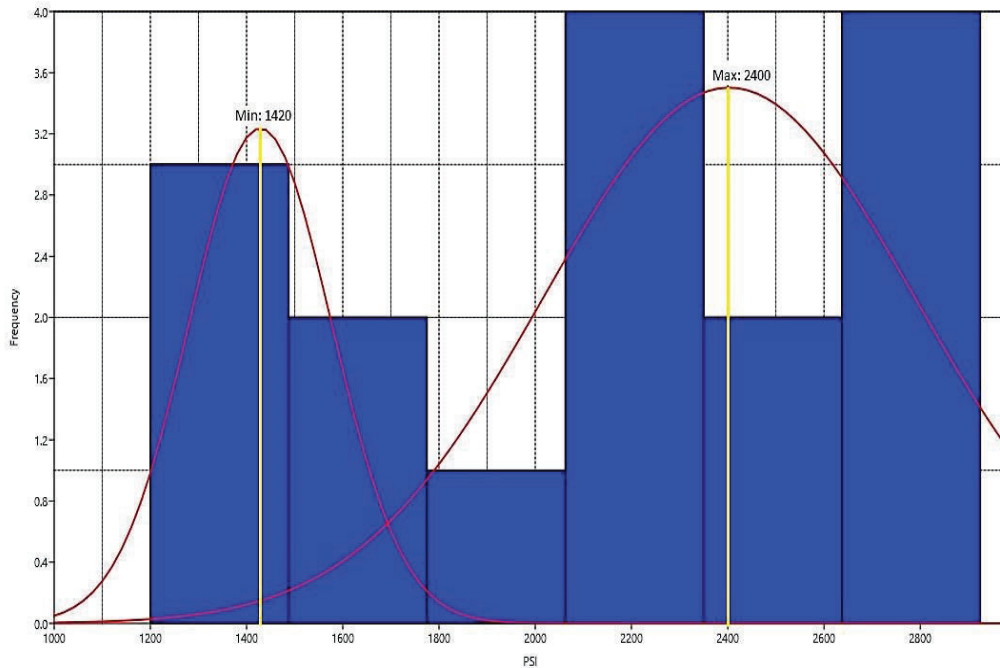
Gráfico 3.122: Análisis mixto del galonaje en la sección de 8 1/2" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

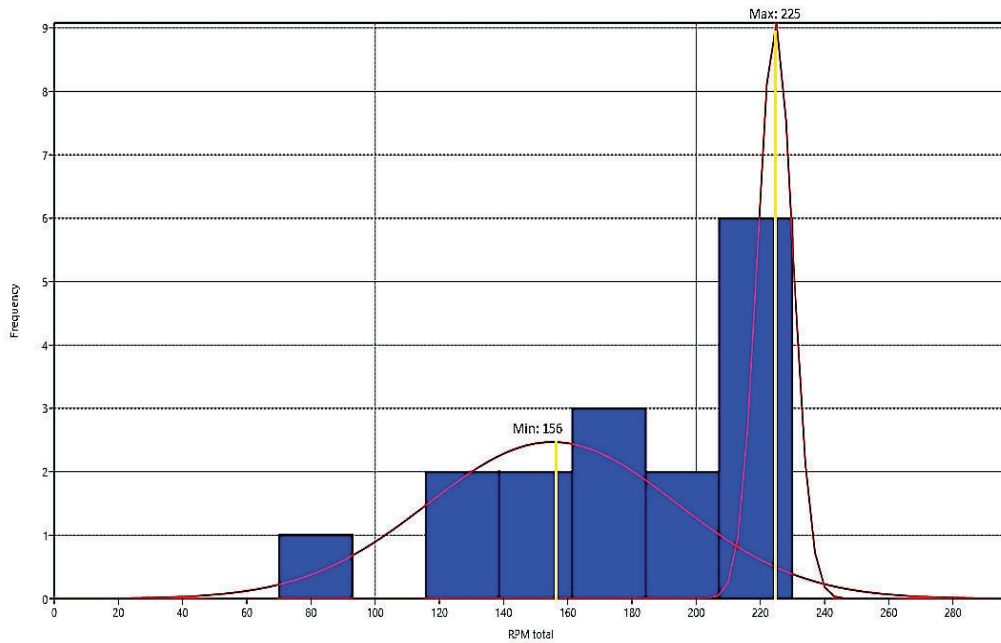
Gráfico 3.123: Análisis mixto de la presión en la sección de 8 1/2" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

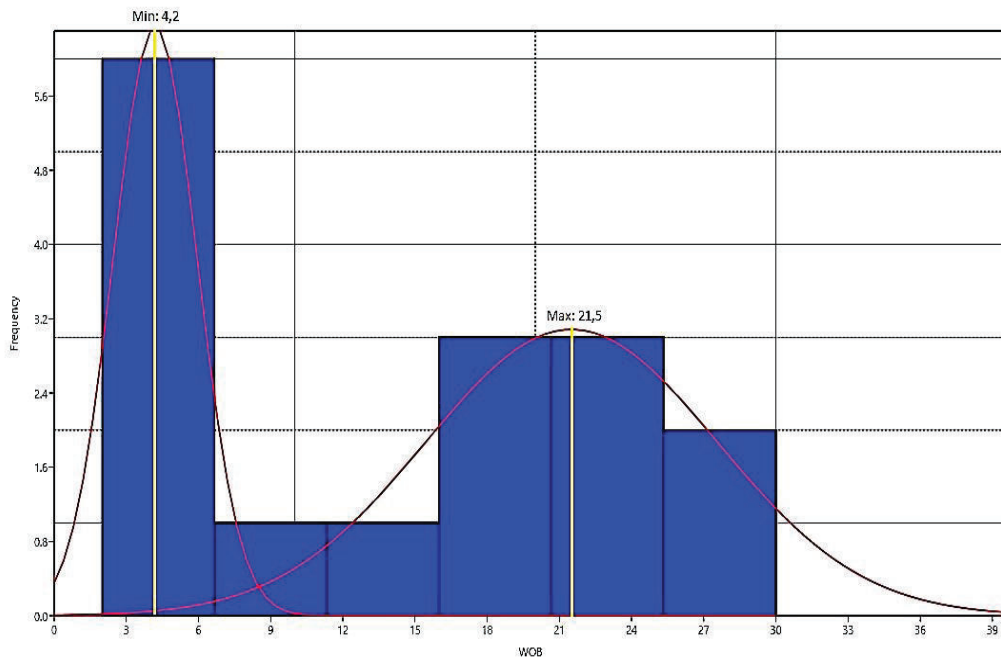
Gráfico 3.124: Análisis mixto de la RPM total en la sección de 8 ½" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Gráfico 3.125: Análisis mixto del WOB en la sección de 8 ½" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.7.3.1.5 Torque (TQ)

Al analizar el Gráfico, podemos determinar el rango óptimo del TQ requerido para perforar la sección de 8 ½"; en la primera campana nos muestra un valor mínimo de 14,8 Klbs*ft; por otra parte, la segunda campana nos muestra un valor máximo de 20 Klbs*ft.

Por lo tanto, se determina un rango aceptable del TQ para perforar la sección de 8 ½", el cual es de 14,8-20 Klbs*ft.

3.7.3.1.6 Rata de penetración (ROP)

Al analizar el Gráfico, podemos determinar el rango óptimo del ROP requerido para perforar la sección de 8 ½"; en la primera campana nos muestra un valor mínimo de 37 ft/hr; por otra parte, la segunda campana nos muestra un valor máximo de 52 ft/hr.

Por lo tanto, se determina un rango aceptable del ROP para perforar la sección de 8 ½", el cual es de 37-52 ft/hr.

Una vez analizada la información tabulada en el Anexo B3 y haber aplicado un análisis mixto con el método de Gauss a los diferentes parámetros de perforación, determinamos la Tabla 3.26, donde nos muestra los rangos óptimos que manejan en la sección de 8 ½".

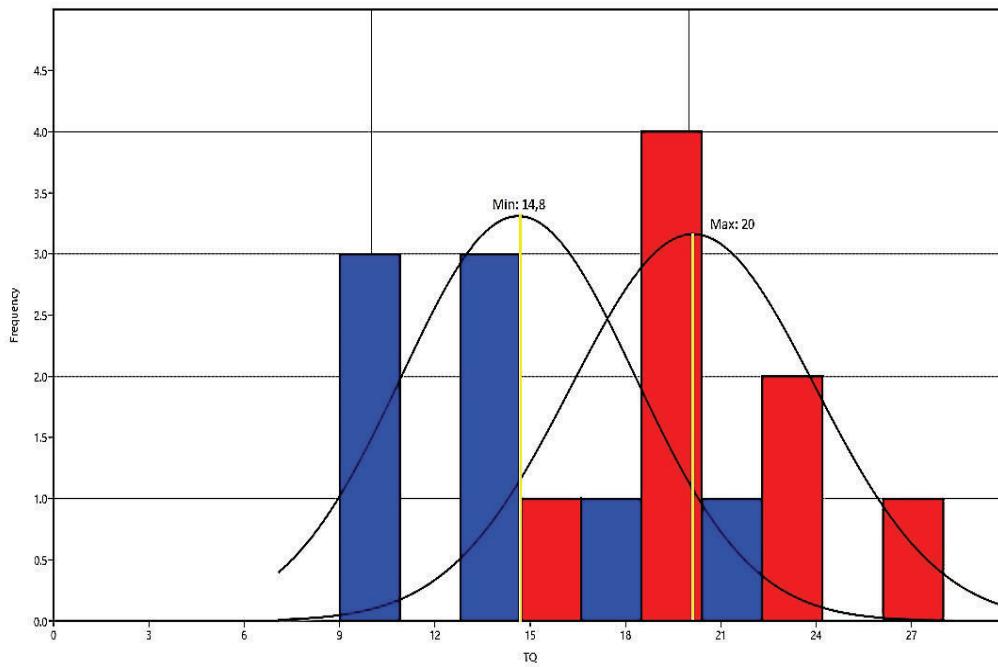
Tabla 3.26: Parámetros óptimos de perforación con Gauss para la sección de 8 ½" del campo Mariann

Parámetros de perforación para la sección de 8 1/2" del campo Mariann	
Parámetro	Rango óptimo
Galonaje (gpm)	393-515
Presión (psi)	1420-2400
RPM	156-225
WOB (Klbs)	4,2-21,5
TQ (Klbs*ft)	14,8-20
ROP (ft/hr)	37-52

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

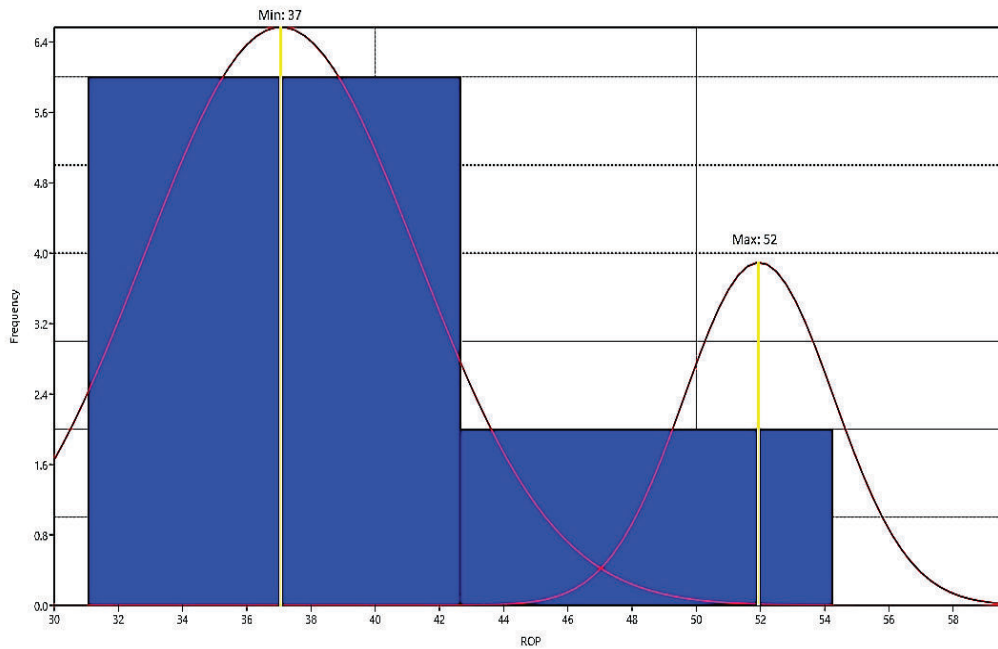
Gráfico 3.126: Análisis mixto del TQ en la sección de 8 ½” del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Gráfico 3.127: Análisis mixto de la ROP en la sección de 8 ½” del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.7.3.2 Análisis de fluidos de perforación

3.7.3.2.1 Densidad (LPG)

Al analizar el Gráfico, podemos determinar el rango óptimo de la densidad del fluido de perforación requerida para la sección de 8 ½"; en la primera campana nos muestra un valor mínimo de 9,78 lpg; por otra parte, la segunda campana nos muestra un valor máximo de 10,25 lpg. Por lo tanto, se determina un rango aceptable de densidad del fluido de perforación, el cual es de 9,78-10,25 lpg para la sección de 8 ½".

3.7.3.2.2 Viscosidad FUNN (seg/qt)

Al analizar el Gráfico, podemos determinar el rango óptimo de la viscosidad FUNN del fluido de perforación requerida para la sección de 8 ½"; en la primera campana nos muestra un valor mínimo de 45 seg/qt; por otra parte, la segunda campana nos muestra un valor máximo de 56 seg/qt. Por lo tanto, se determina un rango aceptable de viscosidad FUNN del fluido de perforación, el cual es de 45-56 seg/qt para la sección de 8 ½".

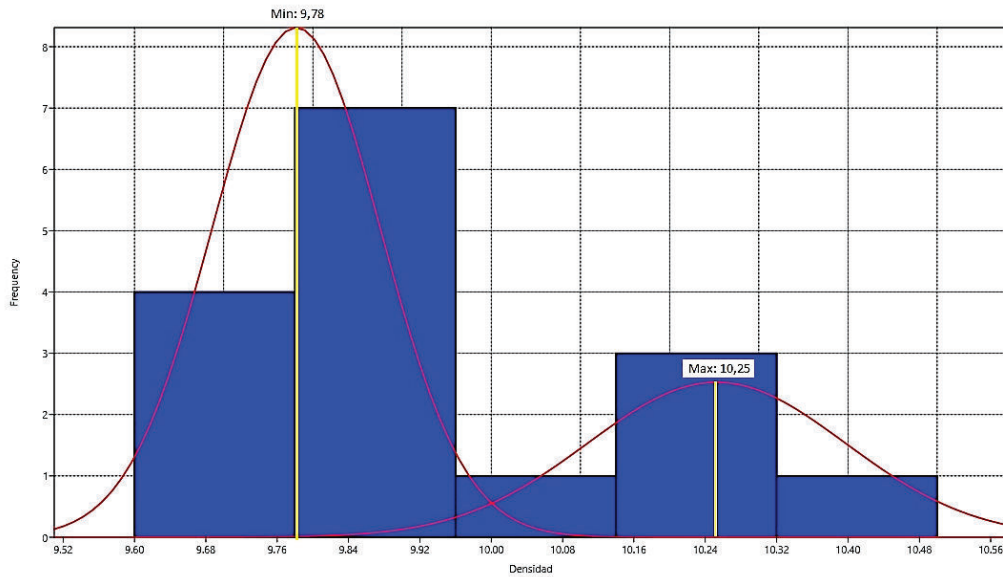
3.7.3.2.3 PV (cp)

Al analizar el Gráfico, podemos determinar el rango óptimo del PV del fluido de perforación requerido para la sección de 8 ½"; en la primera campana nos muestra un valor mínimo de 10,3 cp; por otra parte, la segunda campana nos muestra un valor máximo de 16,2 cp. Por lo tanto, se determina un rango aceptable del PV del fluido de perforación, el cual es de 10,3-16,2 cp para la sección de 8 ½".

3.7.3.2.4 Yield Point (YP)

Al analizar el Gráfico, podemos determinar el rango óptimo del YP del fluido de perforación requerido para la sección de 8 ½"; en la primera campana nos muestra un valor mínimo de 15,6; por otra parte, la segunda campana nos muestra un valor máximo de 23. Por lo tanto, se determina un rango aceptable del YP del fluido de perforación, el cual es de 15,6-23 para la sección de 8 ½".

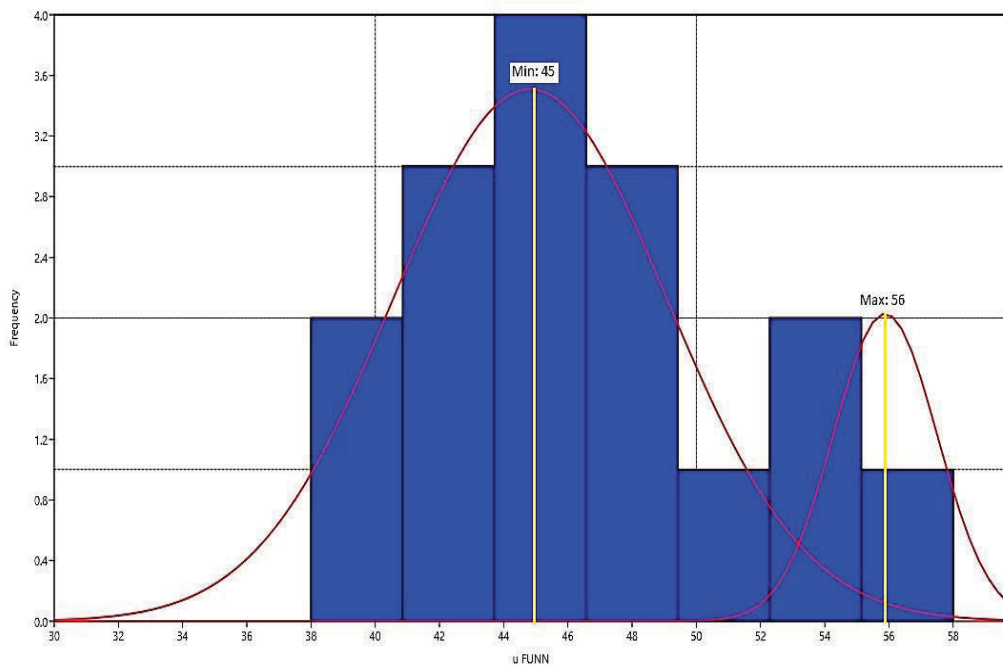
Gráfico 3.128: Análisis mixto de la densidad del fluido de perforación para la sección de 8 ½" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

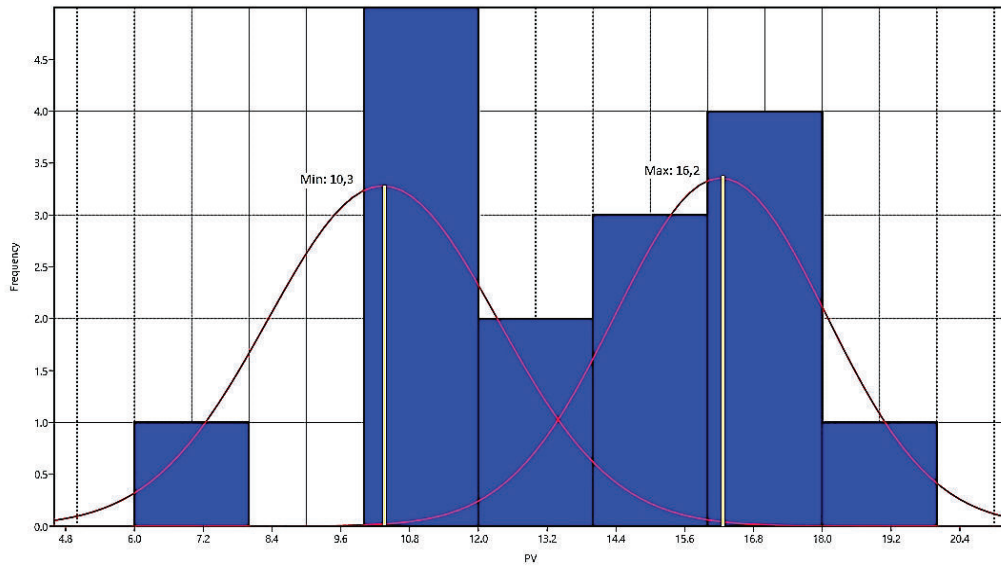
Gráfico 3.129: Análisis mixto de la viscosidad FUNN del fluido de perforación para la sección de 8 ½" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

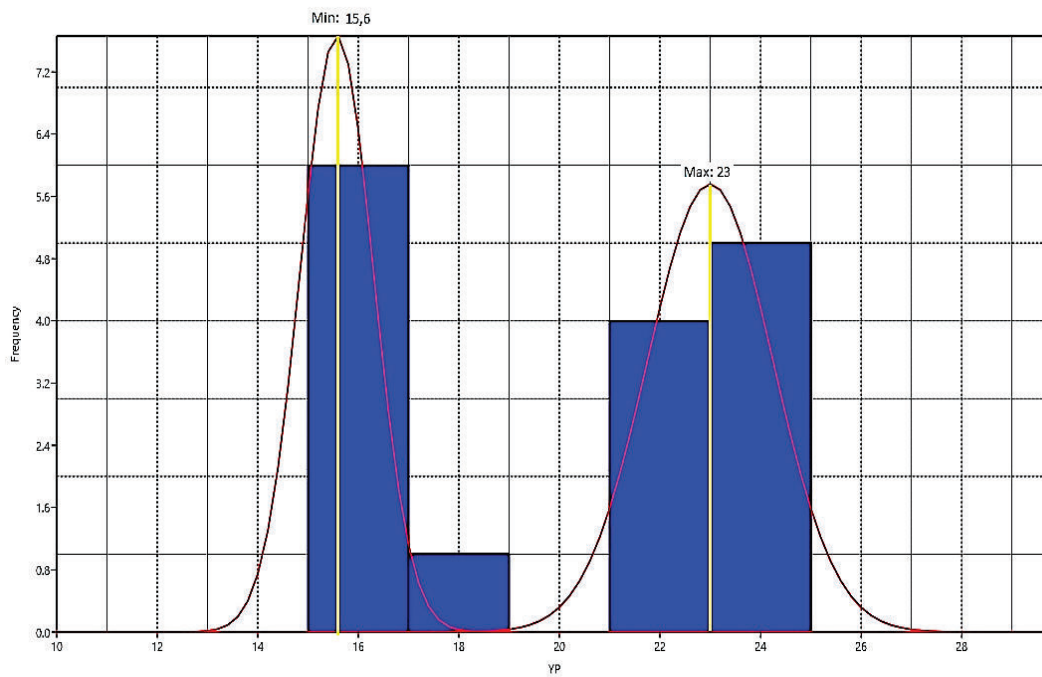
Gráfico 3.130: Análisis mixto del PV del fluido de perforación para la sección de 8 ½" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Gráfico 3.131: Análisis mixto del YP del fluido de perforación para la sección de 8 ½" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.7.3.2.5 PH

Al analizar el Gráfico, podemos determinar el rango óptimo del PH del fluido de perforación requerido para la sección de 8 ½"; en la primera campana nos muestra un valor mínimo de 7,63; por otra parte, la segunda campana nos muestra un valor máximo de 8,55. Por lo tanto, se determina un rango aceptable de PH del fluido de perforación, el cual es de 7,63-8,55 para la sección de 8 ½".

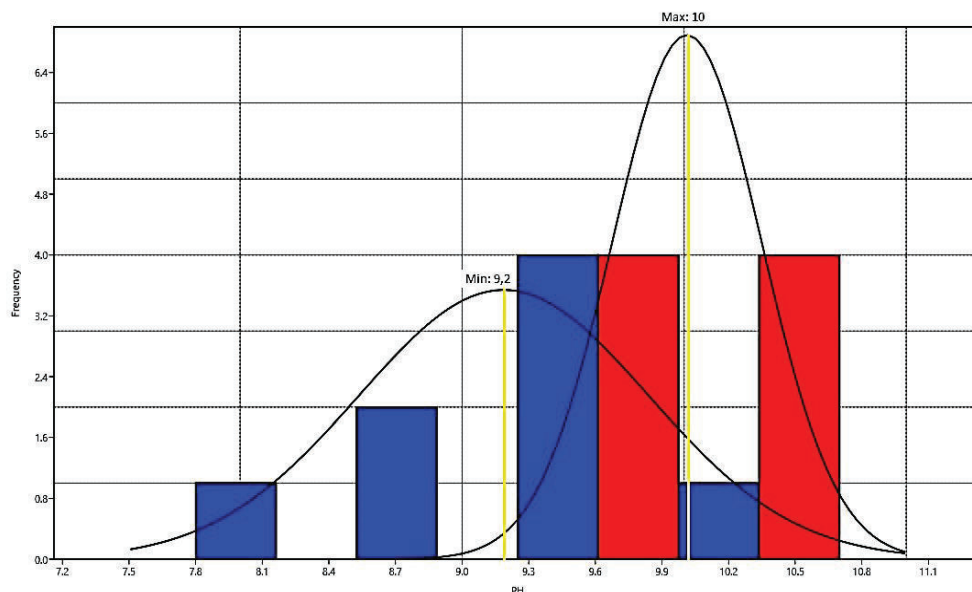
Tabla 3.27: Parámetros óptimos del fluido de perforación con Gauss para la sección de 8 ½" del campo Mariann

Parámetros del fluido de perforación para la sección de 8 1/2" del campo Mariann	
Parámetro	Rango óptimo
Densidad (lpg)	9,78-10,25
μ FUNN (seg/qt)	45-56
PV (cp)	10,3-16,2
YP	15,6-23
PH	7,63-8,55

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Gráfico 3.132: Análisis mixto del PH del fluido de perforación para la sección de 8 ½" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

3.8 CUADRO TÉCNICO-COMPARATIVO DE LOS MÉTODOS DE TENDENCIAS Y GAUSS, APLICADO A LOS PARÁMETROS DE PERFORACIÓN DEL CAMPO MARIANN.

El cuadro técnico-comparativo nos permite analizar y comparar los métodos que aplicamos para la obtención de los parámetros óptimos de perforación y fluidos. En dicho cuadro se tabulará los parámetros óptimos obtenidos con el método de tendencias y con el método de Gauss, y mediante la utilización de promedios entre los distintos procesos, determinaremos los parámetros óptimos finales.

Tabla 3.28: Parámetros óptimos promedio para las secciones 16", 12 ¼" y 8 ½" del campo Mariann

CAMPO MARIANN				
sección	Parámetros	MÉTODO		Rango óptimo PROM
		TENDENCIAS	GAUSS	
16	GPM	503-660	355-870	429-765
	PSI	1085-1564	85-2055	585-1810
	RPM	96-131	56-163	76-147
	WOB	4,5-14,75	3,8-19,7	4,15-17,23
	TQ	3,375-7,625	3,2-10,4	3,3-9
	ROP	42-93	55-104	48,5-98,5
	Densidad	8,5-10	8,47-10,9	8,49-10,45
	FUNN	28,2-44,6	28,2-44,5	28,2-44,55
	PV	2,75-7,63	2,4-11,4	2,58-9,52
	YP	4,8-13,4	3,7-17,4	4,25-15,4
12 1/4	PH	7,7-8,04	7,63-8,55	7,67-8,3
	GPM	659-822	620-850	640-836
	PSI	2176-3053	2100-3730	2138-3392
	RPM	148-188	138-204	143-196
	WOB	7-27	6-25,2	6,5-26,1
	TQ	8-16	8,4-21,5	8,2-18,8
	ROP	27,4-64,5	33-58	30,2-61,25
	Densidad	9,6-10,8	9,72-11,52	9,7-11,2
	FUNN	34-47	32,5-51	33,3-49
	PV	7-13	5,3-11,2	6,2-12
8 1/2	YP	10-18	10,2-24,8	10,1-21,4
	PH	9-9,4	8,88-10,4	8,9-9,9
	GPM	476-512	393-515	434,5-513,5
	PSI	1903-2394	1420-2400	1661,5-2397
	RPM	159-200	156-225	157,5-212,5
	WOB	6-24	4,2-21,5	5,1-22,8
	TQ	15-20	14,8-20	14,9-20
	ROP	32,7-48,7	37-52	34,9-50,4
	Densidad	9,8-10,1	9,78-10,25	9,79-10,2
	FUNN	43-51	45-56	44-53,5
8 1/2	PV	10,5-16	10,3-16,2	10,4-16,1
	YP	17-23	15,6-23	16,3-23
	PH	9-10	7,63-8,55	8,3-9,3

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

CAPITULO IV

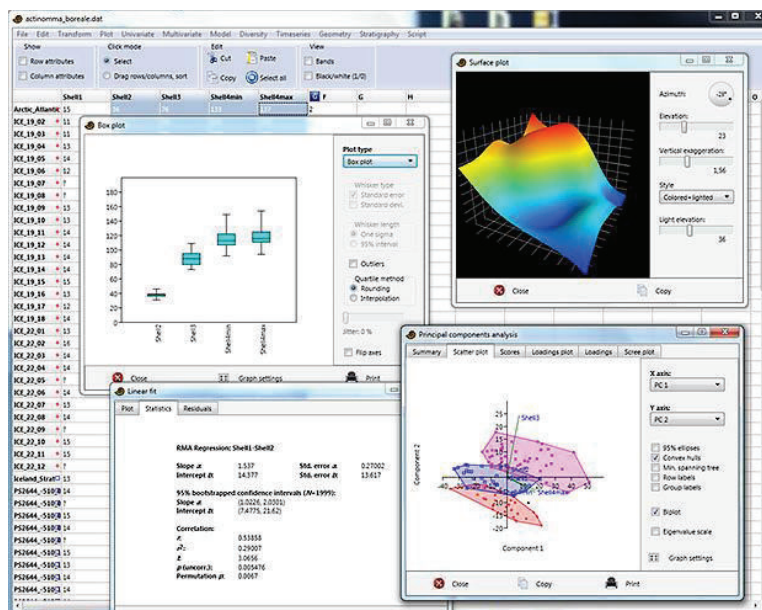
EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LOS PARÁMETROS DE PERFORACIÓN DE LOS POZOS SELECCIONADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 INTRODUCCIÓN

La evaluación comparativa nos permitirá determinar los pozos óptimos y no óptimos de los campos Fanny y Mariann respectivamente. Además de realizar una comparación entre un pozo óptimo y un no óptimo.

Para ello utilizaremos matrices tabuladas en Excel, y posteriormente realizaremos un “Análisis de Componentes Principales (PCA)” con la ayuda del software “**PA**leontological **ST**atistics 3.08 (PAST)”, el cual nos permitirá correlacionar todos los parámetros de perforación y obtener componentes principales, que nos servirán para obtener un gráfico que correlacione todos los pozos de los campos Fanny y Mariann.

Figura 4.1: PAST 3.08



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

4.2 EVALUACIÓN COMPARATIVA DEL CAMPO FANNY

4.2.1 POZOS ÓPTIMOS

Son considerados como pozos óptimos a los que presenten parámetros dentro de los rangos óptimos determinados anteriormente como se lo ha tabulado en el Anexo E y las correspondientes funciones programadas en Excel.

4.2.1.1 Análisis de resultados de pozos óptimos

El siguiente análisis se ha enfocado a las 3 secciones (16", 12 ¼" y 8 ½"), todo esto con la finalidad de tener una referencia para futuras perforaciones en el campo Fanny. Se escogieron los pozos FANNY-18B159 y FANNY-18B166.

4.2.1.1.1 *Fanny-18B159*

En la sección de 16", el pozo ha alcanzado un galonaje de 200 gpm el cual es pequeño en comparación al rango óptimo definido que es 444 - 706 gpm. Por otra parte, presenta una presión baja a los 1093 - 1762 psi. En cuanto a RPM se tiene un valor de 50 rpm siendo este menor a los 94rpm mínimos requeridos. El WOB que es 5 Klbs está dentro del rango óptimo de 4.9 – 16.2 Klbs. El torque se acerca al mínimo requerido de 3 Klbs*ft. La rata de penetración ROP de 91.3 ft/hr es mayor a la óptima lo cual indica que se ha perforado a buena velocidad. Finalmente, la densidad definida anteriormente es 8.4 – 10.2 lpg y la de este pozo es de 8.5 lpg, de tal forma se define como una perforación óptima en la sección de 16".

En la sección de 12 1/4", el pozo ha alcanzado un galonaje de 783 gpm el cual está dentro del rango óptimo definido que es 705 - 804 gpm. Por otra parte presenta una presión adecuada de 2300 psi a los 2266 - 3229 psi señalados. En cuanto a RPM se tiene un valor de 157 rpm siendo este oportuno a los 148 rpm mínimos requeridos. El WOB que es de 6.7 - 15 Klbs está dentro del rango óptimo de 6.2 – 22.7 Klbs. El torque supera al mínimo requerido de 5.3 Klbs*ft. La rata de penetración ROP de 113.9 ft/hr es mayor a la óptima lo cual indica que se ha perforado a buena velocidad. Finalmente, la densidad definida anteriormente es 9

– 10.2 lpg y la de este pozo es de 10.2 lpg, de tal forma se define como una perforación óptima en la sección de 12 1/4”.

En la sección de 8 1/2”, el pozo ha alcanzado un galonaje de 550 gpm el cual es un poco mayor en comparación al rango óptimo definido que es 455 - 504 gpm. Por otra parte, presenta una presión de 1900 - 3000 psi la misma que se sale un poco del rango. En cuanto a RPM se tiene un valor de 211 rpm siendo este ligeramente mayor a los 207 rpm máximos requeridos. El WOB que es 18 Klbs está dentro del rango óptimo de 5.5 – 22.5 Klbs. El torque de 16 Klbs*ft es el requerido. La rata de penetración ROP de 53.6 ft/hr es mayor a la óptima lo cual indica que se ha perforado a buena velocidad. Finalmente, la densidad definida anteriormente es 9.7 – 10.2 lpg y la de este pozo es de 10 lpg, de tal forma se define como una perforación óptima en la sección de 8 1/2”.

Tabla 4.1: Análisis comparativo del pozo FANNY-18B159

CAMPO FANNY						
sección	Parámetros	Rango óptimo FINAL		FANNY-18B159		
		MIN	MAX	MIN	MAX	RESULTADO
16	GPM	444	706	100	200	Malo
	PSI	1093	1762	50	100	Malo
	RPM	94	176	40	50	Malo
	WOB	4,9	16,2	2	5	Óptimo
	TQ	3	8,3	1	2	Malo
	ROP	64,8		91,3		Óptimo
	Densidad	8,4	10,2	8,5	8,5	Óptimo
12 1/4	GPM	705	804	433	783	Óptimo
	PSI	2266	3229	700	2300	Óptimo
	RPM	148	196	57	157	Óptimo
	WOB	6,2	22,7	6,7	15	Óptimo
	TQ	5,3	17,3	3,3	7,3	Óptimo
	ROP	54,7		113,9		Óptimo
	Densidad	9	10,2	8,5	10,2	Óptimo
8 1/2	GPM	455	504	400	550	Malo
	PSI	2172	2736	1900	3000	Malo
	RPM	147	207	96	211	Malo
	WOB	5,5	22,5	5	18	Óptimo
	TQ	15,9	24	10	16	Óptimo
	ROP	34,9		53,6		Óptimo
	Densidad	9,7	10,2	9,6	10	Óptimo

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

4.2.1.1.2 *Fanny-18B166*

En la sección de 16”, el pozo ha alcanzado un galonaje de 250 gpm el cual es pequeño en comparación al rango óptimo definido que es 444 – 706 gpm. Por otra parte, presenta una presión baja a los 1093 - 1762 psi. En cuanto a RPM se tiene un valor de 50 rpm siendo este menor a los 94 rpm mínimos requeridos. El WOB que es 4 Klbs al cual se aproxima rango óptimo de 4.9 – 16.2 Klbs. El torque es menor al mínimo requerido de 3 Klbs*ft.

La rata de penetración ROP de 73 ft/hr es mayor a la óptima lo cual indica que se ha perforado a buena velocidad. Finalmente, la densidad definida anteriormente es 8.4 – 10.2 lpg y la de este pozo es de 8.5 lpg, de tal forma se define como una perforación óptima en la sección de 16”.

En la sección de 12 1/4”, el pozo ha alcanzado un galonaje de 727 gpm el cual está dentro del rango óptimo definido que es 705 - 804 gpm. Por otra parte, presenta una presión adecuada de 2267 psi a los 2266 - 3229 psi señalados. En cuanto a RPM se tiene un valor de 174 rpm siendo este oportuno a los 148 - 196 rpm requeridos. El WOB que es de 16.7 Klbs está dentro del rango óptimo de 6.2 – 22.7 Klbs. El torque de 9.7 Klbs*ft supera al mínimo requerido de 5.3 Klbs*ft.

La rata de penetración ROP de 77.4 ft/hr es mayor a la óptima lo cual indica que se ha perforado a buena velocidad. Finalmente, la densidad definida anteriormente es 9 – 10.2 lpg y la de este pozo es de 10.2 lpg, de tal forma se define como una perforación óptima en la sección de 12 1/4”.

En la sección de 8 1/2”, el pozo ha alcanzado un galonaje de 480 gpm el cual obedece al rango óptimo definido que es 455 - 504 gpm. Por otra parte, presenta una presión de 2500 psi la misma que se encuentra dentro del rango. En cuanto a RPM se tiene un valor de 199 rpm siendo una cantidad adecuada entre los 147 - 207 rpm. El WOB que es 24 Klbs se aleja un poco de la máxima de 22.5 Klbs. El torque de 19 Klbs*ft es el requerido.

La rata de penetración ROP de 32 ft/hr es ligeramente menor a los 34.9 ft/hr, aun así, indica que se ha perforado a buena velocidad. Finalmente, la densidad definida anteriormente es 9.7 – 10.2 lpg y la de este pozo es de 10.1 lpg, de tal forma se define como una perforación óptima en la sección de 8 1/2”.

Tabla 4.2: Análisis comparativo del pozo FANNY-18B166

CAMPO FANNY						
sección	Parámetros	Rango óptimo FINAL		FANNY-18B166		
		MIN	MAX	MIN	MAX	RESULTADO
16	GPM	444	706	250	250	Malo
	PSI	1093	1762	100	100	Malo
	RPM	94	176	50	50	Malo
	WOB	4,9	16,2	2	4	Malo
	TQ	3	8,3	1	1	Malo
	ROP	64,8		73		Óptimo
	Densidad	8,4	10,2	8,5	8,5	Óptimo
12 1/4	GPM	705	804	727	727	Óptimo
	PSI	2266	3229	2267	2267	Óptimo
	RPM	148	196	174	174	Óptimo
	WOB	6,2	22,7	2	16,7	Óptimo
	TQ	5,3	17,3	2,7	9,7	Óptimo
	ROP	54,7		77,4		Óptimo
	Densidad	9	10,2	8,6	10,2	Óptimo
8 1/2	GPM	455	504	480	480	Óptimo
	PSI	2172	2736	2500	2500	Óptimo
	RPM	147	207	199	199	Óptimo
	WOB	5,5	22,5	2	24	Malo
	TQ	15,9	24	14	19	Óptimo
	ROP	34,9		31,98		Malo
	Densidad	9,7	10,2	9,6	10,1	Óptimo

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

4.2.2 POZOS NO ÓPTIMOS

Son considerados como pozos no óptimos a los que presenten parámetros fuera de los rangos óptimos determinados anteriormente como se lo ha tabulado en el Anexo E y las correspondientes funciones programadas en Excel.

4.2.2.1 Análisis de resultados de pozos no óptimos

El siguiente análisis se ha enfocado a las 3 secciones (16", 12 ¼" y 8 ½"), todo esto con la finalidad de tener una referencia para futuras perforaciones en el campo Fanny. Se escogieron los pozos FANNY-18B161 y FANNY-18B162.

4.2.2.1.1 *Fanny-18B161*

En la sección de 16", el pozo ha alcanzado un galonaje de 817 gpm el cual excede al rango óptimo definido que es 444 – 706 gpm. Por otra parte, presenta una presión superior a los 1093 - 1762 psi. En cuanto a RPM se tiene un valor de 226 rpm siendo este mayor a los 176 rpm máximos requeridos. El WOB que es 4.3 – 16.3 Klbs está cercano al rango óptimo de 4.9 – 16.2 Klbs. El torque sobrepasa al máximo requerido de 8.3 Klbs*ft. La rata de penetración ROP de 54 ft/hr es menor a la óptima lo cual indica que se ha perforado a una velocidad insuficiente. Finalmente, la densidad definida anteriormente es 8.4 – 10.2 lpg y la de este pozo es de 10.8 lpg, de tal forma se define como una perforación inadecuada en la sección de 16".

En la sección de 12 ¼", el pozo ha alcanzado un galonaje de 900 gpm el cual excede al rango óptimo definido que es 705 - 804 gpm. Por otra parte, presenta una presión superior a los 2266 - 3229 psi. En cuanto a RPM se tiene un valor de 215 rpm siendo este mayor a los 196 rpm máximos requeridos. El WOB que es 6 - 25 Klbs está cercano al rango óptimo de 6.2 – 22.7 Klbs. El torque sobrepasa al máximo requerido de 17.3 Klbs*ft. La rata de penetración ROP de 35.3 ft/hr es menor a la óptima lo cual indica que se ha perforado a una velocidad insuficiente. Finalmente, la densidad definida anteriormente es 9 – 10.2 lpg y la de este pozo es de 10.6 lpg, de tal forma se define como una perforación inadecuada en la sección de 12 ¼".

En la sección de 8 ½”, el pozo ha alcanzado un galonaje de 560 gpm el cual excede al rango óptimo definido que es 455 - 504 gpm. Por otra parte, presenta una presión inferior a los 2172 psi mínimos requeridos. En cuanto a RPM se tiene un valor de 230 rpm siendo este mayor a los 207 rpm máximos requeridos. El WOB que es 6 -20 Klbs está en el rango óptimo de 5.5 – 22.5 Klbs. El torque sobrepasa al máximo requerido de 24 Klbs*ft. La rata de penetración ROP de 25.1 ft/hr es menor a la óptima lo cual indica que se ha perforado a una velocidad insuficiente. Finalmente, la densidad definida anteriormente es 9.7 – 10.2 lpg y la de este pozo es de 10.4 lpg, de tal forma se define como una perforación inadecuada en la sección de 8 ½”.

Tabla 4.3: Análisis comparativo del pozo FANNY-18B161

CAMPO FANNY						
sección	Parámetros	Rango óptimo FINAL		FANNY-18B161		
		MIN	MAX	MIN	MAX	RESULTADO
16"	GPM	444	706	510	817	Óptimo
	PSI	1093	1762	917	2500	Malo
	RPM	94	176	116	226	Óptimo
	WOB	4,9	16,2	4,3	16,3	Malo
	TQ	3	8,3	4,3	10,3	Óptimo
	ROP	64,8		54		Malo
	Densidad	8,4	10,2	8,4	10,8	Óptimo
12 1/4"	GPM	705	804	600	900	Malo
	PSI	2266	3229	1850	3600	Malo
	RPM	148	196	147	215	Malo
	WOB	6,2	22,7	6	25	Malo
	TQ	5,3	17,3	14	23	Óptimo
	ROP	54,7		35,3		Malo
	Densidad	9	10,2	10	10,6	Óptimo
8 1/2"	GPM	455	504	400	560	Malo
	PSI	2172	2736	1500	2700	Óptimo
	RPM	147	207	131	230	Malo
	WOB	5,5	22,5	6	20	Óptimo
	TQ	15,9	24	19	28	Óptimo
	ROP	34,9		25,1		Malo
	Densidad	9,7	10,2	9,7	10,4	Óptimo

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

4.2.2.1.2 *Fanny-18B162*

En la sección de 16”, el pozo ha alcanzado un galonaje de 710 gpm el cual excede al rango óptimo definido que es 444 – 706 gpm. Por otra parte, presenta una presión de 1733 psi dentro de los 1093 - 1762 psi. En cuanto a RPM se tiene un valor de 179 rpm siendo este mayor a los 176 rpm máximos requeridos. El WOB que es 2.7 – 26.7 Klbs está lejano al rango óptimo de 4.9 – 16.2 Klbs. El torque sobrepasa al máximo requerido de 8.3 Klbs*ft.

La tasa de penetración ROP de 47.4 ft/hr es mucho menor a la óptima lo cual indica que se ha perforado a una velocidad insuficiente. Finalmente, la densidad definida anteriormente es 8.4 – 10.2 lpg y la de este pozo es de 10.6 lpg, de tal forma se define como una perforación inadecuada en la sección de 16”.

En la sección de 12 ¼”, el pozo ha alcanzado un galonaje de 780 gpm el cual pertenece al rango óptimo definido que es 705 - 804 gpm. Por otra parte, presenta una presión superior a los 2266 - 3229 psi. En cuanto a RPM se tiene un valor de 202 rpm siendo este mayor a los 196 rpm máximos requeridos. El WOB que es 2 - 28 Klbs está fuera del rango óptimo de 6.2 – 22.7 Klbs. El torque sobrepasa al máximo requerido de 17.3 Klbs*ft.

La tasa de penetración ROP de 26.5 ft/hr es bastante menor a la óptima lo cual indica que se ha perforado a una velocidad insuficiente. Finalmente, la densidad definida anteriormente es 9 – 10.2 lpg y la de este pozo es de 10.5 lpg, de tal forma se define como una perforación inadecuada en la sección de 12 1/4”.

En la sección de 8 ½”, el pozo ha alcanzado un galonaje de 500 gpm el cual está en el rango óptimo definido que es 455 - 504 gpm. Por otra parte, presenta una presión superior a los 2736 psi máximos requeridos. En cuanto a RPM se tiene un valor de 215 rpm siendo este mayor a los 207 rpm máximos requeridos. El WOB que es 20 Klbs está alejado del rango óptimo de 5.5 – 22.5 Klbs. El torque sobrepasa al máximo requerido de 24 Klbs*ft.

La rata de penetración ROP de 30.9 ft/hr es menor a la óptima lo cual indica que se ha perforado a una velocidad insuficiente. Finalmente, la densidad definida anteriormente es 9.7 – 10.2 lpg y la de este pozo es de 10.4 lpg, de tal forma se define como una perforación inadecuada en la sección de 8 1/2”.

Tabla 4.4: Análisis comparativo del pozo FANNY-18B162

CAMPO FANNY						
sección	Parámetros	Rango óptimo FINAL		FANNY-18B162		
		MIN	MAX	MIN	MAX	RESULTADO
16	GPM	444	706	710	710	Malo
	PSI	1093	1762	1733	1733	Óptimo
	RPM	94	176	179	179	Malo
	WOB	4,9	16,2	2,7	26,7	Malo
	TQ	3	8,3	3,3	11	Óptimo
	ROP	64,8		47,4		Malo
	Densidad	8,4	10,2	8,4	10,6	Óptimo
12 1/4	GPM	705	804	780	780	Óptimo
	PSI	2266	3229	3550	3550	Malo
	RPM	148	196	202	202	Malo
	WOB	6,2	22,7	2	28	Malo
	TQ	5,3	17,3	3	23	Malo
	ROP	54,7		26,5		Malo
	Densidad	9	10,2	9,7	10,5	Óptimo
8 1/2	GPM	455	504	500	500	Óptimo
	PSI	2172	2736	2850	2850	Malo
	RPM	147	207	215	215	Malo
	WOB	5,5	22,5	5	20	Óptimo
	TQ	15,9	24	18	26	Óptimo
	ROP	34,9		30,9		Malo
	Densidad	9,7	10,2	9,7	10,4	Óptimo

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

4.2.3 EVALUACIÓN COMPARATIVA ENTRE UN POZO ÓPTIMO Y UN NO ÓPTIMO

4.2.3.1 Análisis de resultados de la comparación entre un pozo óptimo y un no óptimo

El análisis que realizaremos se basará en la obtención de dos pozos uno que no haya tenido problemas como el FANNY 18B159 y uno que haya presentado dificultades al perforar como el FANNY 18B162. Nuestro estudio está enfocado a las secciones de 16", 12 ¼" y 8 ½".

La evaluación comparativa se fundamentará en el análisis del ROP final y las horas perforadas de los pozos mencionados anteriormente. Para poder determinar la eficiencia de la perforación de los pozos. Con los parámetros óptimos finales mostrados en la Tabla 4.5, se realizará la comparación de los pozos seleccionados.

Tabla 4.5: Parámetros de perforación propuestos en el campo Fanny

CAMPO FANNY			
sección	Parámetros	Rango óptimo FINAL	
		MIN	MAX
16	GPM	444	706
	PSI	1093	1762
	RPM	94	176
	WOB	4,9	16,2
	TQ	3	8,3
	ROP	64,8	
	Densidad	8,4	10,2
12 1/4	GPM	705	804
	PSI	2266	3229
	RPM	148	196
	WOB	6,2	22,7
	TQ	5,3	17,3
	ROP	54,7	
	Densidad	9	10,2
8 1/2	GPM	455	504
	PSI	2172	2736
	RPM	147	207
	WOB	5,5	22,5
	TQ	15,9	24
	ROP	34,9	
	Densidad	9,7	10,2

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Con el fin de realizar el análisis se tomó en cuenta las ROP finales, las horas netas perforadas y el espesor perforado de cada sección, como se indica en la tabla.

Tabla 4.6: ROP finales de las secciones de 16", 12 ¼" y 8 ½" del campo Fanny

Sección	ROP FINAL		
	Min	Prom	Max
16"	47	64,8	82.6
12 1/4"	22.3	54,7	87
8 1/2"	23.1	34,9	46.7

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Tabla 4.7: Espesores de las secciones de 16", 12 ¼" y 8 ½" del campo Fanny

Sección	ESPESOR DE LA SECCION		
	desde	hasta	perforado
16	76	4371	4295
12 1/4	4371	8491	4120
8 1/2	8491	10535	2044

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Tabla 4.8: Horas de las secciones de 16", 12 ¼" y 8 ½" de los pozos seleccionados del campo Fanny

Sección	ROP FINAL			ESPESOR DE LA SECCION			HORAS			HORAS	
	Min	Prom	Max	desde	hasta	perforado	Min	Prom	Max	18B159	18b162
16"	47	64.8	82.6	76	4371	4295	91.38	66.28	52.00	0.8	76.38
12 1/4"	22.3	54.7	87	4371	8491	4120	184.75	75.32	47.36	42	87.42
8 1/2"	23.1	34.9	46.7	8491	10535	2044	88.48	58.57	43.77	48.1	47.52
HORAS DE PERFORACIÓN							364.62	200.17	143.12	90.90	211.32

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Al analizar la Tabla 4.9, se puede apreciar que el pozo FANNY-18B159 el cual mostro que su perforación fue muy óptima al utilizar tan solo 90.90 horas. Si se aplican los parámetros calculados teóricamente el pozo se lo podría perforar en 217.34 aplicando una ROP promedio y en 148.39 horas con una ROP máxima. Como indica la Tabla 4.9, si aplicamos dichos parámetros la perforación del pozo sería muy ineficiente.

Tabla 4.9: Evaluación técnica-comparativa del FANNY-18B159

EVALUACIÓN TÉCNICA FANNY-18B159			
		ROP final	
		Min	Max
Horas	90.90	217.34	148.39
		126.44	57.49
	% PÉRDIDA	139.10	63.25

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

En el análisis de la Tabla 4.10, se observa que el pozo FANNY-18B162 el mismo que mostró una perforación inadecuada en las tres secciones, ocupando 211.32 horas de perforación, lo cual indica una mala eficiencia del pozo. Aplicando los parámetros calculados teóricamente el pozo se lo podría perforar en 209.1 horas con un ROP promedio y en 152.61 horas aplicando un ROP máximo. Como indica la Tabla 4.10, si aplicamos dichos parámetros la perforación del pozo sería muy eficiente, mostrando un ahorro del 27.78 % con una ROP máx.

Tabla 4.10: Evaluación técnica-comparativa del FANNY-18B162

EVALUACIÓN TÉCNICA FANNY-18B162			
		ROP final	
		Min	Max
Horas	211.32	209.10	152.61
		-2.22	-58.71
	% GANANCIA	1.05	27.78

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Tabla 4.11: Parámetros de pozos seleccionados para evaluación comparativa del campo Fanny

CAMPO FANNY											
sección	Parámetros	Rango óptimo FINAL			FANNY-18B159			FANNY-18B162			
		MIN	MAX	RESULTADO	MIN	MAX	RESULTADO	MIN	MAX	RESULTADO	
16	GPM	444	706	Malo	100	200	Malo	710	710	Malo	
	PSI	1093	1762	Malo	50	100	Malo	1733	1733	Óptimo	
	RPM	94	176	Malo	40	50	Malo	179	179	Malo	
	WOB	4,9	16,2	Óptimo	2	5	Óptimo	2,7	26,7	Malo	
	TQ	3	8,3	Malo	1	2	Malo	3,3	11	Óptimo	
	ROP	64,8		Óptimo	91,3		Óptimo	47,4		Malo	
	Densidad	8,4	10,2	Óptimo	8,5	8,5	Óptimo	8,4	10,6	Óptimo	
12 1/4	GPM	705	804	Óptimo	433	783	Óptimo	780	780	Óptimo	
	PSI	2266	3229	Óptimo	700	2300	Óptimo	3550	3550	Malo	
	RPM	148	196	Óptimo	57	157	Óptimo	202	202	Malo	
	WOB	6,2	22,7	Óptimo	6,7	15	Óptimo	2	28	Malo	
	TQ	5,3	17,3	Óptimo	3,3	7,3	Óptimo	3	23	Malo	
	ROP	54,7		Óptimo	113,9		Óptimo	26,5		Malo	
	Densidad	9	10,2	Óptimo	8,5	10,2	Óptimo	9,7	10,5	Óptimo	
8 1/2	GPM	455	504	Malo	400	550	Malo	500	500	Óptimo	
	PSI	2172	2736	Malo	1900	3000	Malo	2850	2850	Malo	
	RPM	147	207	Malo	96	211	Malo	215	215	Malo	
	WOB	5,5	22,5	Óptimo	5	18	Óptimo	5	20	Óptimo	
	TQ	15,9	24	Óptimo	10	16	Óptimo	18	26	Óptimo	
	ROP	34,9		Óptimo	53,6		Óptimo	30,9		Malo	
	Densidad	9,7	10,2	Óptimo	9,6	10	Óptimo	9,7	10,4	Óptimo	

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

4.2.4 APLICACIÓN DEL PCA A LOS POZOS SELECCIONADOS DEL CAMPO FANNY

4.2.4.1 Análisis de componentes principales (PCA)

Desarrollada a finales del siglo XIX en un principio por Pearson para posteriormente ser estudiada por Hotelling ganando popularidad con la aparición de los computadores. (Marin, s.f)

Es una técnica estadística descriptiva la cual se encarga de sintetizar la información mediante la reducción de la dimensión de las variables permitiendo representar lo que a simple vista es difícil de percibir. (Terrádez, s.f.)

El enfoque estadístico se basa en representar puntos dimensionales con gran parte de la información original en un espacio unidimensional, suponiendo que este debe tener la máxima correlación con la información inicial, es decir tiene que prever una gran precisión de las variables originales. (Peña, 2002)

Para comenzar el análisis se tendrá una matriz de datos que conste de los pozos (individuos) con sus respectivos parámetros (variables), debido a esto se utiliza una técnica multivariante. Luego obtendremos un gráfico cuya finalidad será expresar la relación entre los pozos y los parámetros óptimos más influyentes permitiendo localizar los pozos que se encuentran dentro del rango óptimo, cercanos a las características permisibles y aquellos que han sido perforados inadecuadamente.

4.2.4.2 PAleontological STatistics 3.08 (PAST)

Es una herramienta estadística de datos muy completa que viene en versión portable y gratuita, originariamente fue desarrollada para estudios paleontológicos de estadísticas, trazado y modelado, sin embargo, en la actualidad es utilizada en muchos otros campos como ciencias e ingeniería. (Biologialatina, 2010)

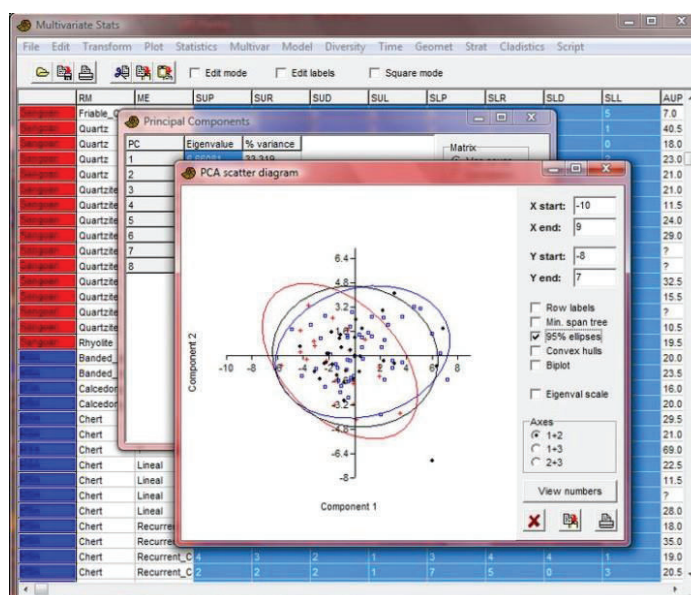
Funciones comunes:

- Formulario de entrada de datos
- Interfaz de usuario interactiva y scripting
- Gráficas (dispersión, dispersión 3D, burbuja, histograma, densidad Kernel, probabilidad normal, etc.)
- Ajuste de curvas (Lineal, exponencial, log-log, polinomio, Gauss, regresión múltiple, etc)
- Estadísticas multivariantes (Componentes Principales, Coordenadas Principales, Multidimensional Scaling, Análisis de Correspondencias, Análisis de Correspondencia Canónica)
- Análisis de series
- Análisis Geométrico
- Gridding (interpolación espacial)

(Paleontological Statistics, 1999)

En este proyecto se ha realizado el método de Gauss y más adelante utilizaremos la función de Estadísticas Multivariantes en específico el Análisis de componentes principales (PCA) el cual fue descrito anteriormente.

Figura 4.2: Multivariable en PAST 3.08



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

4.2.4.3 Aplicación del PCA a las secciones de los pozos seleccionados del campo Fanny

4.2.4.3.1 Sección 16"

Aplicando el PCA a la sección 16" con los respectivos datos (mínimos y máximos), como resultado obtenemos el Gráfico 4.1 que presenta los pozos del campo Fanny en la sección 16", la Tabla 4.12 muestra las ROP que serán relacionadas con el software PAST.

Tabla 4.12: ROP para la sección 16" de cada pozo seleccionado del campo Fanny

SECCIÓN	ROP FINAL	ROP POR SECCIÓN DE CADA POZO			
		FANNY-18B161	FANNY-18B162	FANNY-18B123H	FANNY-18B166
16"	64,8	54	47,4	68,8	73
		FANNY-18B159	FANNY-18B153H	FANNY-18B157	FANNY-18B155H
		91,3	39,2	72	93

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

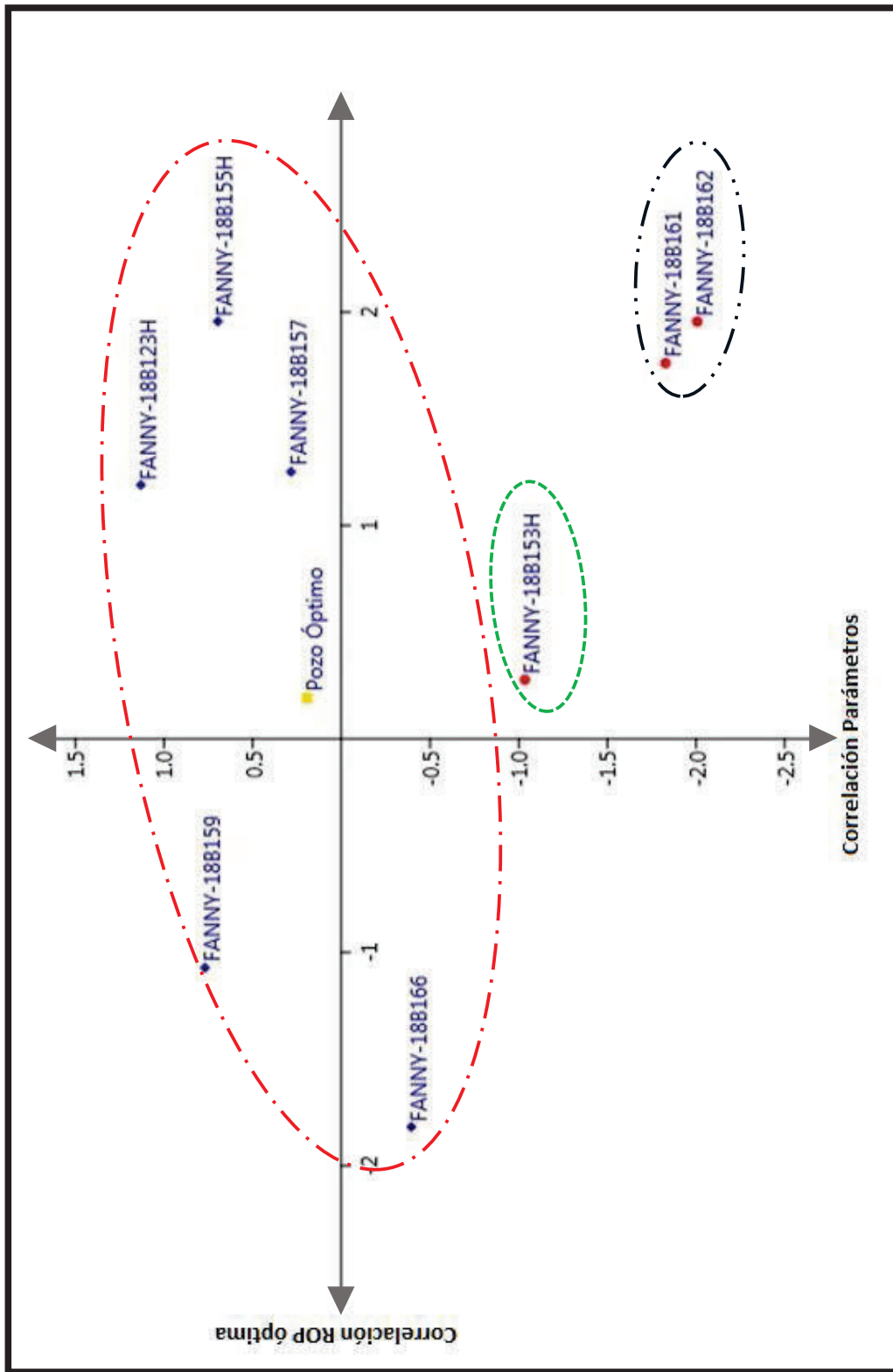
4.2.4.3.1.1 Análisis de resultados de la sección 16"

En el Gráfico 4.1 podemos observar tres elipses, la primera (línea roja punteada) encierra los pozos que han alcanzado una ROP mayor o igual al valor óptimo (diamantes azules), es decir los pozos FANNY-18B123H, FANNY-18B155H, FANNY-18B157, FANNY-18B159 y FANNY-18B166.

Por otra parte, la segunda elipse (línea verde punteada) comprende los pozos parcialmente óptimos (puntos rojos), es decir el pozo FANNY-18B153H.

Finalmente, la tercera elipse (línea ploma punteada) nos presenta los pozos con problemas durante la perforación de la sección 16", debido a que no han alcanzado los parámetros óptimos propuestos en el presente proyecto, entre ellos se encuentran los pozos FANNY-18B161 y FANNY-18B162.

Gráfico 4.1: Sección 16" de los pozos seleccionados del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

4.2.4.3.2 Sección 12 1/4"

Mediante la aplicación del PCA a la sección 12 1/4" con los respectivos datos (mínimos y máximos), como resultado obtenemos el Gráfico 4.2 que presenta los pozos del campo Fanny en la sección 12 1/4", la Tabla 4.13 muestra las ROP que serán relacionadas con el software PAST.

Tabla 4.13: ROP para la sección 12 1/4" de cada pozo seleccionado del campo Fanny

SECCIÓN	ROP FINAL	ROP POR SECCIÓN DE CADA POZO			
		FANNY-18B161	FANNY-18B162	FANNY-18B123H	FANNY-18B166
12 1/4"	54,7	35,3	26,5	18,4	77,4
		FANNY-18B159	FANNY-18B153H	FANNY-18B157	FANNY-18B155H
		113,9	25,4	44,05	35

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

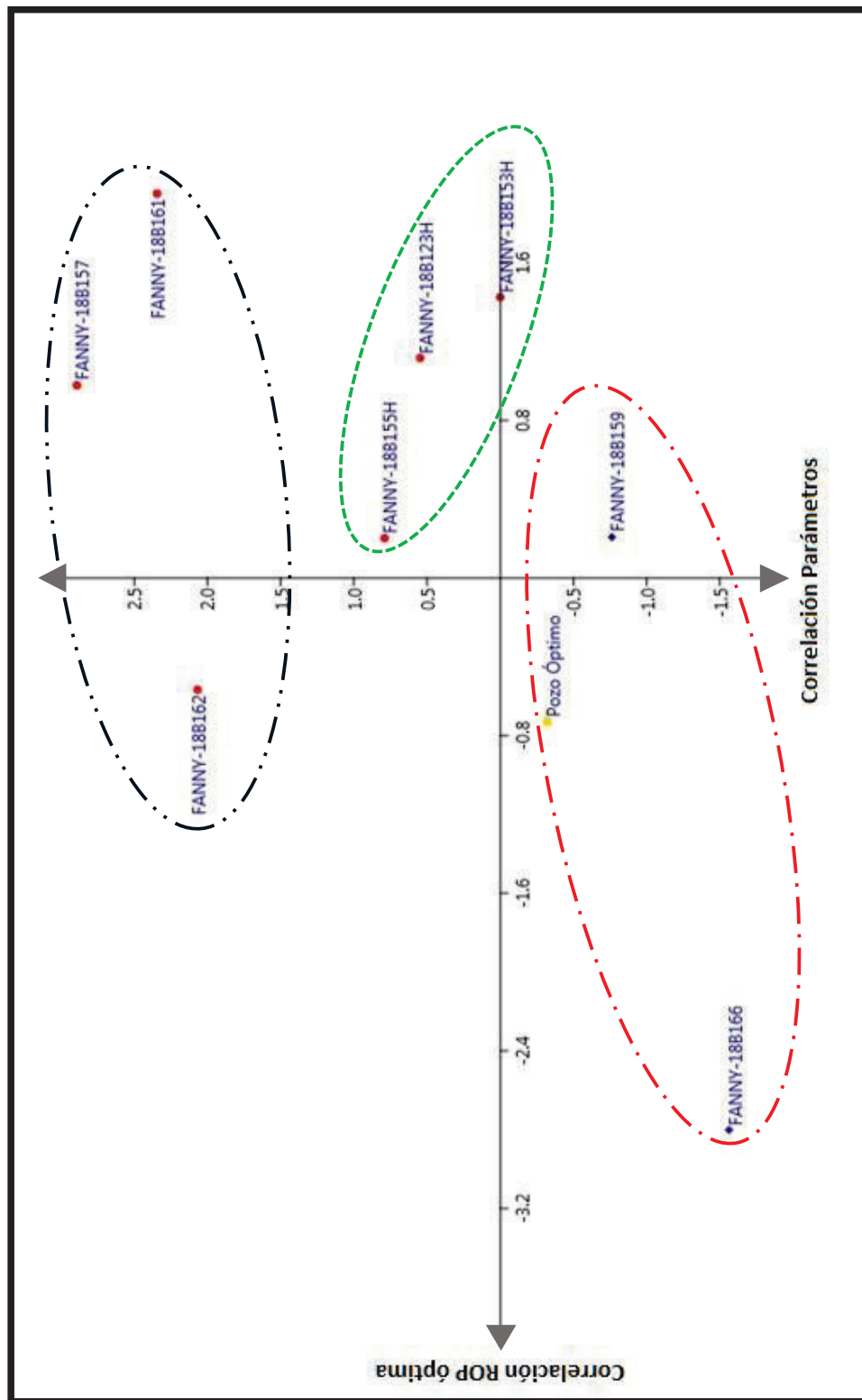
4.2.4.3.2.1 Análisis de resultados de la sección 12 1/4"

En el Gráfico 4.2 podemos observar tres elipses, la primera (línea roja punteada) encierra los pozos que han alcanzado una ROP mayor o igual al valor óptimo (diamantes azules), es decir los pozos FANNY-18B159 y FANNY-18B166.

Por otra parte, la segunda elipse (línea verde punteada) comprende los pozos parcialmente óptimos (puntos rojos), es decir los pozos FANNY-18B123H, FANNY-18B153H y FANNY-18B155H.

Finalmente, la tercera elipse (línea ploma punteada) nos presenta los pozos con problemas durante la perforación de la sección 12 1/4", debido a que no han alcanzado los parámetros óptimos propuestos en el presente proyecto, entre ellos se encuentran los pozos FANNY-18B157, FANNY-18B161 y FANNY-18B162.

Gráfico 4.2: Sección 12 ¼" de los pozos seleccionados del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

4.2.4.3.3 Sección 8 1/2"

Aplicando el PCA a la sección 8 1/2" con los respectivos datos (mínimos y máximos), como resultado obtenemos el Gráfico 4.3 que presenta los pozos del campo Fanny en la sección 8 1/2", la Tabla 4.14 muestra las ROP que serán relacionadas con el software PAST.

Tabla 4.14: ROP para la sección 8 1/2" de cada pozo seleccionado del campo Fanny

SECCIÓN	ROP FINAL	ROP POR SECCIÓN DE CADA POZO			
		FANNY-18B161	FANNY-18B162	FANNY-18B123H	FANNY-18B166
8 1/2 "	34,9	25,1	30,9	22,8	31,98
		FANNY-18B159	FANNY-18B153H	FANNY-18B157	FANNY-18B155H
		53,6	17,1	30,14	45,26

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

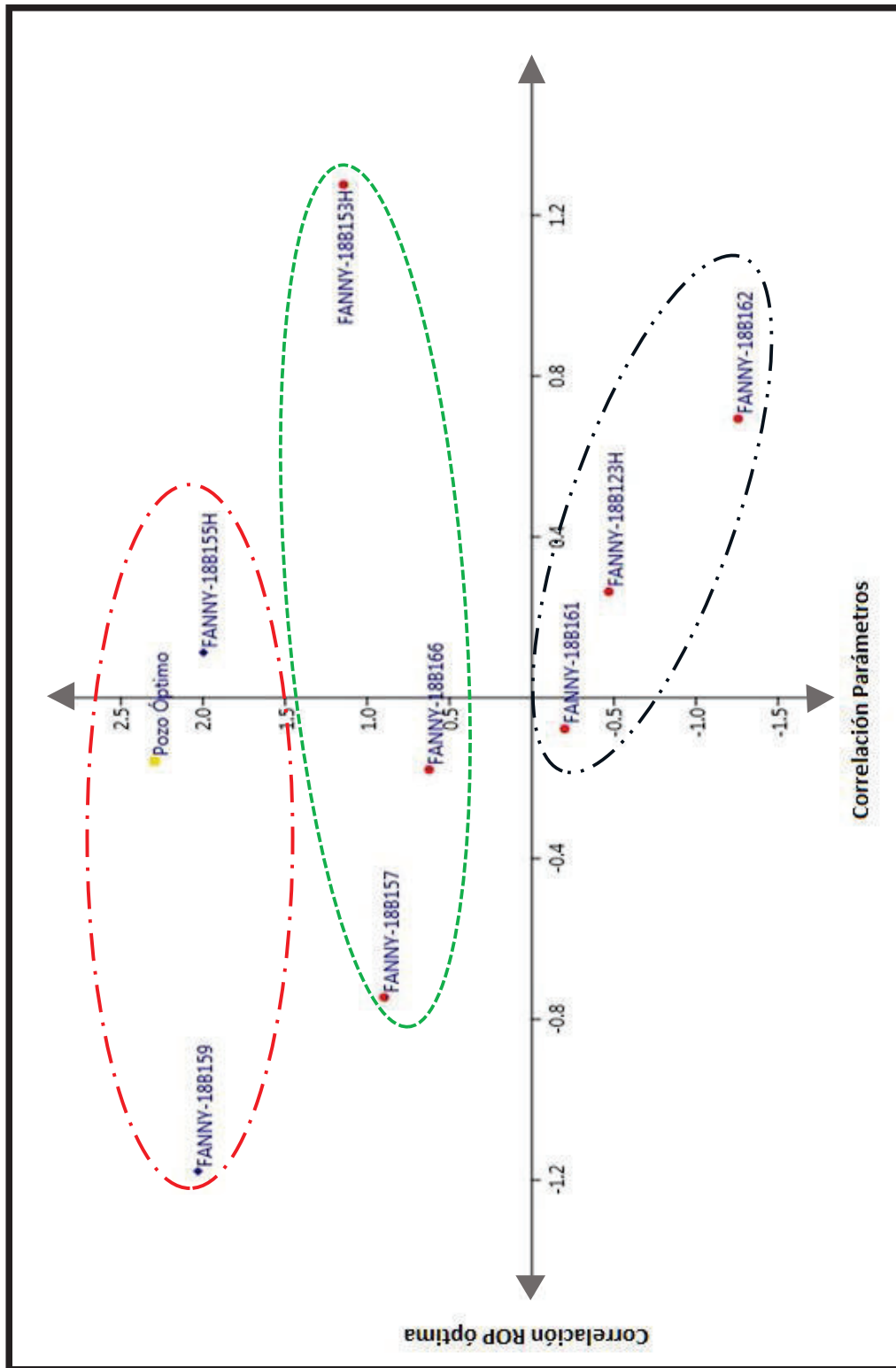
4.2.4.3.3.1 Análisis de resultados de la sección 8 1/2"

En el Gráfico 4.3 podemos observar tres elipses, la primera (línea roja punteada) encierra los pozos que han alcanzado una ROP mayor o igual al valor óptimo (diamantes azules), es decir los pozos FANNY-18B155H y FANNY-18B159.

Por otra parte, la segunda elipse (línea verde punteada) comprende los pozos parcialmente óptimos (puntos rojos), es decir los pozos, FANNY-18B153H, FANNY-18B157 y FANNY-18B166.

Finalmente, la tercera elipse (línea ploma punteada) nos muestra los pozos con problemas durante la perforación de la sección 8 1/2", debido a que no han alcanzado los parámetros óptimos propuestos en el presente proyecto, entre ellos se encuentran los pozos FANNY-18B123H, FANNY-18B161y FANNY-18B162.

Gráfico 4.3: Sección 8 ½" de los pozos seleccionados del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

4.3 EVALUACIÓN COMPARATIVA DEL CAMPO MARIANN

4.3.1 POZOS ÓPTIMOS

Son aquellos que cumplan o se acerquen a los parámetros óptimos propuestos en el presente proyecto, para ello utilizamos los datos tabulados en el Anexo F y las debidas funciones programadas en Excel.

4.3.1.1 Análisis de resultados de pozos óptimos

Nuestro análisis irá enfocado a las 3 secciones (16", 12 ¼", 8 ½"), para poder tener como base principal para mejorar futuras perforaciones en el campo Mariann. Se escogieron los pozos MARIANN 4A-9 y MARIANN 35

4.3.1.1.1 Mariann 4A-9

En la sección 16" nos indica que presenta un galonaje de 933-994 gpm, mucho más grande que el propuesto de 429-765 gpm, por tal motivo esta fuera del rango óptimo. Por otra parte, la presión en las bombas alcanza los 2417 psi, sobrepasando el límite óptimo permitido de 1810 psi. La RPM total es de 80 rpm y se encuentra dentro del rango óptimo de 76-147 rpm. El WOB máximo de este pozo es de 22 Klbs, por lo tanto, es óptimo ya que está dentro del rango óptimo de 4-17 Klbs. El TQ es de 5-9 Klbs*ft, se encuentra dentro del rango óptimo de 3-9 Klbs*ft. La ROP es de 89 ft/hr y las horas netas perforadas son 45 hrs, el ROP final óptimo es de 74 ft/hr por lo tanto está dentro de rango. La densidad que presenta el lodo está en el rango de 8,4-10,1 lpg, al comparar con el valor óptimo, concluimos que se encuentra dentro del rango.

En la sección 12 ¼" nos indica que presenta un algo galonaje de 809-877 gpm, y el rango óptimo es de 640-836 gpm, por tal motivo está dentro del rango óptimo. Por otra parte, la presión en las bombas alcanza los 2633 psi, y el rango óptimo es de 2138-3392 psi, por lo tanto, está dentro del rango. La RPM total es de 179 rpm y se encuentra dentro del rango óptimo de 143-196 rpm. El WOB de este pozo está en el rango de 15-28 Klbs, por lo tanto, es óptimo ya que no varía mucho respecto al rango óptimo de 7-26 Klbs. El TQ es de 11-14 Klbs*ft, se encuentra dentro del rango óptimo de 8-19 Klbs*ft. La ROP es de 33 ft/hr y las horas netas perforadas son 37 hrs, el ROP final óptimo es de 46 ft/hr

por lo tanto está fuera del rango. La densidad que presenta el lodo está en el rango de 9,6-10,1 lpg, al comparar con el valor óptimo, concluimos que se encuentra dentro del rango.

En la sección 8 ½" nos indica que presenta un algo galonaje de 570 gpm, un poco más grande que el propuesto de 435-514 gpm, por tal motivo esta fuera del rango óptimo. Por otra parte, la presión en las bombas alcanza los 2350 psi, y se encuentra dentro del rango óptimo de 1662-2397 psi. La RPM total es de 174 rpm y se encuentra dentro del rango óptimo de 158-213 rpm. El WOB de este pozo es de 15-25 Klbs, por lo tanto, aparenta ser óptimo ya que está dentro del rango de 5-23 Klbs. El TQ es de 16-18 Klbs*ft, se encuentra dentro del rango óptimo de 15-20 Klbs*ft. La ROP es de 54 ft/hr y las horas netas perforadas son 14 hrs, el ROP final óptimo es de 43 ft/hr por lo tanto está dentro de rango. La densidad que presenta el lodo está en el rango de 9,7-10,1 lpg, al comparar con el valor óptimo, concluimos que se encuentra dentro del rango.

Tabla 4.15: Análisis comparativo del pozo MARIANN 4A-9

CAMPO MARIANN						
sección	Parámetros	Rango óptimo FINAL		MARIANN 4A-9		
		MIN	MAX	MIN	MAX	RESULTADO
16	GPM	429,0	765,0	933,3	994,1	Malo
	PSI	585,0	1810,0	1983,3	2416,7	Malo
	RPM	76,0	147,0	80,0	80,0	Óptimo
	WOB	4,2	17,2	12,7	21,7	Óptimo
	TQ	3,3	9,0	5,7	8,7	Óptimo
	ROP	73,5		89,2		Óptimo
	Densidad	8,5	10,5	8,4	10,1	Óptimo
12 1/4	GPM	640,0	836,0	809,4	877,0	Óptimo
	PSI	2138,0	3392,0	2333,3	2633,3	Óptimo
	RPM	143,0	196,0	179,3	179,3	Óptimo
	WOB	6,5	26,1	15,0	28,3	Óptimo
	TQ	8,2	18,8	11,0	13,7	Óptimo
	ROP	45,7		32,8		Malo
	Densidad	9,7	11,2	9,6	10,1	Óptimo
8 1/2	GPM	434,5	513,5	570,0	570,0	Malo
	PSI	1661,5	2397,0	2300,0	2350,0	Óptimo
	RPM	157,5	212,5	174,0	174,0	Óptimo
	WOB	5,1	22,8	15,0	25,0	Óptimo
	TQ	14,9	20,0	16,0	18,0	Óptimo
	ROP	42,7		54,2		Óptimo
	Densidad	9,8	10,2	9,7	10,1	Óptimo

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

4.3.1.1.2 Mariann 35

En la sección 16" nos indica que presenta un galonaje de 200-250 gpm, mucho más grande que el propuesto de 429-765 gpm, por tal motivo no alcanza lo óptimo; pero este pozo en particular, la sección 16" actúa como conductor. Por otra parte, la presión en las bombas alcanza los 100 psi, mucho menor que el límite óptimo permitido de 1810 psi. La RPM total es de 40-50 rpm y se encuentra fuera del rango óptimo propuesto de 76-147 rpm. El WOB máximo de este pozo es de 15-25 Klbs, por lo tanto, es relativamente óptimo ya que no sobrepasa el rango propuesto de 5-23 Klbs. El TQ es de 2-3 Klbs*ft, se encuentra relativamente dentro del rango óptimo propuesto de 3-9 Klbs*ft. La ROP es de 120 ft/hr y las horas netas perforadas son 0,4 hrs, el ROP final óptimo es de 74 ft/hr por lo tanto está dentro del promedio. La densidad que presenta el lodo es de 8,7 lpg, al comparar con el valor óptimo, concluimos que se encuentra dentro del rango.

En la sección 12 ¼" nos indica que presenta un algo galonaje de 433-683 gpm, y el rango óptimo es de 640-836 gpm, por tal motivo está dentro del rango óptimo. Por otra parte, la presión en las bombas alcanza los 1900 psi, y el rango óptimo es de 2138-3392 psi, por lo tanto, no alcanza dicho rango. La RPM total es de 157-189 rpm y se encuentra dentro del rango óptimo de 143-196 rpm. El WOB de este pozo está en el rango de 4-17 Klbs, por lo tanto, es óptimo ya que está dentro del rango óptimo de 7-26 Klbs. El TQ es de 4-7 Klbs*ft, se encuentra un poco apartado del rango óptimo de 8-19 Klbs*ft. La ROP es de 61 ft/hr y las horas netas perforadas son 79,2 hrs, el ROP final óptimo es de 46 ft/hr por lo tanto está fuera del promedio. La densidad que presenta el lodo está en el rango de 8,4-10,2 lpg, al comparar con el valor óptimo, concluimos que se encuentra dentro del rango.

En la sección 8 ½" nos indica que presenta un algo galonaje de 550-480 gpm, un poco más grande al principio, el rango propuesto es de 435-514 gpm, por tal motivo está dentro del rango óptimo. Por otra parte, la presión en las bombas alcanza los 2400 psi, y se encuentra dentro del rango óptimo de 1662-2397 psi. La RPM total es de 219 rpm y se encuentra fuera del rango óptimo de 158-213 rpm. El WOB de este pozo es de 2-30 Klbs, y está fuera del rango de 5-23

Klbs. El TQ es de 9-15 Klbs*ft, se encuentra dentro del rango óptimo de 15-20 Klbs*ft. La ROP es de 42 ft/hr y las horas netas perforadas son 36,5 hrs, el ROP final óptimo es de 43 ft/hr por lo tanto está fuera del promedio por 1 ft/hr. La densidad que presenta el lodo está en el rango de 9,7-9,9 lpg, al comparar con el valor óptimo, concluimos que se encuentra dentro de rango.

NOTA: Debido a la presencia de pozos que tienen como conductor la sección 16" ciertos parámetros se alejaron de los rangos óptimos propuestos, debido a esto nuestro análisis se enfocara más en las secciones 12 ¼" y 8 ½".

Tabla 4.16: Análisis comparativo del pozo MARIANN 35

CAMPO MARIANN						
sección	Parámetros	Rango óptimo FINAL		MARIANN 35		
		MIN	MAX	MIN	MAX	RESULTADO
16	GPM	429	765	200,0	250,0	Malo
	PSI	585	1810	100,0	100,0	Malo
	RPM	76	147	40,0	50,0	Malo
	WOB	4,15	17,23	3,0	5,0	Óptimo
	TQ	3,3	9	2,0	3,0	Malo
	ROP	73,5		120,0		Óptimo
	Densidad	8,49	10,45	8,7	8,7	Óptimo
12 ¼	GPM	640	836	433,3	683,3	Óptimo
	PSI	2138	3392	910,0	1900,0	Malo
	RPM	143	196	156,7	189,3	Óptimo
	WOB	6,5	26,1	4,3	17,3	Óptimo
	TQ	8,2	18,8	4,0	7,3	Malo
	ROP	45,7		60,5		Óptimo
	Densidad	9,7	11,2	8,4	10,2	Óptimo
8 ½	GPM	434,5	513,5	550,0	480,0	Óptimo
	PSI	1661,5	2397	2200,0	2400,0	Óptimo
	RPM	157,5	212,5	219,0	219,0	Malo
	WOB	5,1	22,8	2,0	30,0	Malo
	TQ	14,9	20	9,0	15,0	Óptimo
	ROP	42,7		41,5		Malo
	Densidad	9,79	10,2	9,7	9,9	Óptimo

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

4.3.2 POZOS NO ÓPTIMOS

Son aquellos que no cumplen con los parámetros óptimos propuestos en el presente proyecto, para ello utilizamos los datos tabulados en el Anexo F y las debidas funciones programadas en Excel.

4.3.2.1 Análisis de resultados de pozos no óptimos

Nuestro análisis irá enfocado a las 3 secciones (16", 12 ¼", 8 ½"), para poder evitar problemas en futuras perforaciones y mejorar las ROP en el campo Mariann. Se escogieron los pozos MARIANN 43 y MARIANN 45 ST

4.3.2.1.1 Mariann 43

En la sección 16" nos indica que presenta un galonaje de 500-833 gpm, y tiende a llegar al rango propuesto de 429-765 gpm, por tal motivo está dentro del rango óptimo. Por otra parte, la presión en las bombas alcanza el rango 1100-2473 psi, y tiende a ser parcialmente óptimo al rango propuesto de 585-1810 psi. La RPM total es de 115-187 rpm y se encuentra dentro del rango óptimo de 76-147 rpm. El WOB máximo de este pozo es de 22 Klbs, por lo tanto, es óptimo ya que está dentro del rango óptimo de 4-17 Klbs. El TQ es de 4-10 Klbs*ft, se encuentra dentro del rango óptimo de 3-9 Klbs*ft. La ROP es de 57 ft/hr y las horas netas perforadas son 51,83 hrs, el ROP final óptimo es de 74 ft/hr por lo tanto está fuera del promedio. La densidad que presenta el lodo está en el rango de 8,4-11 lpg, al comparar con el valor óptimo, concluimos que se encuentra fuera del rango propuesto.

En la sección 12 ¼" nos indica que presenta un algo galonaje de 500-900 gpm, y el rango óptimo es de 640-836 gpm, por tal motivo está fuera del rango óptimo. Por otra parte, la presión en las bombas alcanza los 3650 psi, y el rango óptimo es de 2138-3392 psi, por lo tanto, está fuera del rango. La RPM total es de 179 rpm y se encuentra dentro del rango óptimo de 143-196 rpm. El WOB de este pozo está en el rango de 8-28 Klbs, por lo tanto, es óptimo ya que no varía mucho respecto al rango óptimo de 7-26 Klbs. El TQ es de 8-20 Klbs*ft, se encuentra dentro del rango óptimo de 8-19 Klbs*ft. La ROP es de 42 ft/hr y las horas netas perforadas son 45,87 hrs, el ROP final óptimo es de 46 ft/hr por lo tanto está fuera del rango.

La densidad que presenta el lodo está en el rango de 10,2-11,3 lpg, al comparar con el valor óptimo, concluimos que se encuentra dentro del rango.

En la sección 8 ½” nos indica que presenta un algo galonaje de 400-550 gpm, un poco más grande que el propuesto de 435-514 gpm, por tal motivo aparenta estar dentro del rango óptimo. Por otra parte, la presión en las bombas alcanza un rango de 1450-2800 psi, y se encuentra dentro del rango óptimo de 1662-2397 psi. La RPM total es de 116-160 rpm y se encuentra dentro del rango óptimo de 158-213 rpm. El WOB de este pozo es de 5-25 Klbs, por lo tanto, tiende a estar dentro del rango de 5-23 Klbs. El TQ es de 15-20 Klbs*ft, se encuentra dentro del rango óptimo de 15-20 Klbs*ft. La ROP es de 31 ft/hr y las horas netas perforadas son 46,92 hrs, el ROP final óptimo es de 43 ft/hr por lo tanto está fuera del promedio. La densidad que presenta el lodo está en el rango de 9,8-10,2 lpg, al comparar con el valor óptimo; se encuentra dentro del rango.

Tabla 4.17: Análisis comparativo del pozo MARIANN 43

CAMPO MARIANN						
sección	Parámetros	Rango óptimo PROM		MARIANN 43		
		MIN	MAX	MIN	MAX	RESULTADO
16	GPM	429,0	765,0	500	833	Óptimo
	PSI	585,0	1810,0	1100	2473	Óptimo
	RPM	76,0	147,0	115	187	Óptimo
	WOB	4,2	17,2	5	22	Óptimo
	TQ	3,3	9,0	4	10	Óptimo
	ROP	73,5		57		Malo
	Densidad	8,5	10,5	8,4	11	Malo
12 1/4	GPM	640,0	836,0	500	900	Malo
	PSI	2138,0	3392,0	1650	3650	Malo
	RPM	143,0	196,0	85	153	Óptimo
	WOB	6,5	26,1	8	28	Óptimo
	TQ	8,2	18,8	8	20	Malo
	ROP	45,7		42		Malo
	Densidad	9,7	11,2	10,2	11,3	Óptimo
8 1/2	GPM	434,5	513,5	400	550	Óptimo
	PSI	1661,5	2397,0	1450	2800	Óptimo
	RPM	157,5	212,5	116	160	Óptimo
	WOB	5,1	22,8	5	25	Malo
	TQ	14,9	20,0	15	20	Óptimo
	ROP	42,7		31,06		Malo
	Densidad	9,8	10,2	9,8	10,2	Óptimo

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

4.3.2.1.2 Mariann 45 ST

En la sección 16" nos indica que presenta un galonaje de 867 gpm, el rango propuesto es de 429-765 gpm, por tal motivo está fuera del rango óptimo. Por otra parte, la presión en las bombas es de 2667 psi, y el rango propuesto es de 585-1810 psi, por tal motivo está fuera del rango óptimo. La RPM total es de 158,3 rpm y se encuentra fuera del rango óptimo de 76-147 rpm. El WOB máximo de este pozo es de 24 Klbs, por lo tanto, está fuera del rango óptimo de 4-17 Klbs.

El TQ es de 3-12 Klbs*ft, tiende a estar dentro del rango óptimo de 3-9 Klbs*ft. La ROP es de 51,7 ft/hr y las horas netas perforadas son 79,58 hrs, el ROP final óptimo es de 74 ft/hr por lo tanto está fuera del promedio. La densidad que presenta el lodo está en el rango de 8,4-11 lpg, al comparar con el valor óptimo, concluimos que se encuentra fuera del rango propuesto.

En la sección 12 ¼" nos indica que presenta un algo galonaje de 845 gpm, y el rango óptimo es de 640-836 gpm, por tal motivo está fuera del rango óptimo. Por otra parte, la presión en las bombas es de 3850 psi, y el rango óptimo es de 2138-3392 psi, por lo tanto, está fuera del rango. La RPM total es de 214,5 rpm y se encuentra fuera del rango óptimo de 143-196 rpm. El WOB de este pozo está en el rango de 6-30 Klbs, por lo tanto, no es óptimo ya que varía mucho respecto al rango óptimo de 7-26 Klbs.

El TQ es de 9,5-20 Klbs*ft, se encuentra dentro del rango óptimo de 8-19 Klbs*ft. La ROP es de 31,6 ft/hr y las horas netas perforadas son 112,12 hrs, el ROP final óptimo es de 46 ft/hr por lo tanto está fuera del rango. La densidad que presenta el lodo está en el rango de 9,4-11,5 lpg, al comparar con el valor óptimo, concluimos que se tiende a llegar al rango propuesto.

En la sección 8 ½" nos indica que presenta un algo galonaje de 515 gpm, un poco más grande que el propuesto de 435-514 gpm, por tal motivo aparenta estar dentro del rango óptimo. Por otra parte, la presión en las bombas es de 2925 psi, y se encuentra fuera del rango óptimo de 1662-2397 psi. La RPM total es de 185,5 rpm y se encuentra dentro del rango óptimo de 158-213 rpm.

El WOB de este pozo es de 6-20 Klbs, por lo tanto, está dentro del rango de 5-23 Klbs. El TQ es de 21-28 Klbs*ft, se encuentra fuera del rango óptimo de 15-20 Klbs*ft.

La ROP es de 35 ft/hr y las horas netas perforadas son 60,25 hrs, el ROP final óptimo es de 43 ft/hr por lo tanto está fuera del promedio. La densidad que presenta el lodo está en el rango de 9,8-10,3 lpg, al comparar con el valor óptimo; se encuentra dentro del rango.

Tabla 4.18: Análisis comparativo del pozo MARIANN 45 ST

CAMPO MARIANN						
sección	Parámetros	Rango óptimo FINAL		MARIANN 45 ST		
		MIN	MAX	MIN	MAX	RESULTADO
16	GPM	429,0	765,0	866,7	866,7	Malo
	PSI	585,0	1810,0	2666,7	2666,7	Malo
	RPM	76,0	147,0	158,3	158,3	Malo
	WOB	4,2	17,2	2,0	24,0	Malo
	TQ	3,3	9,0	3,0	12,3	Malo
	ROP	73,5		51,7		Malo
	Densidad	8,5	10,5	8,4	11,0	Malo
12 1/4	GPM	640,0	836,0	845,0	845,0	Malo
	PSI	2138,0	3392,0	3850,0	3850,0	Malo
	RPM	143,0	196,0	214,5	214,5	Malo
	WOB	6,5	26,1	6,0	30,0	Malo
	TQ	8,2	18,8	9,5	20,0	Óptimo
	ROP	45,7		31,6		Malo
	Densidad	9,7	11,2	9,4	11,5	Malo
8 1/2	GPM	434,5	513,5	515,0	515,0	Malo
	PSI	1661,5	2397,0	2925,0	2925,0	Malo
	RPM	157,5	212,5	185,5	185,5	Óptimo
	WOB	5,1	22,8	6,0	19,5	Óptimo
	TQ	14,9	20,0	21,0	27,5	Malo
	ROP	42,7		34,6		Malo
	Densidad	9,8	10,2	9,8	10,3	Óptimo

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

4.3.3 EVALUACIÓN COMPARATIVA ENTRE UN POZO ÓPTIMO Y UN NO ÓPTIMO

4.3.3.1 Análisis de resultados de la comparación entre un pozo óptimo y un no óptimo

El análisis que realizaremos se basará en la obtención de dos pozos uno que no haya tenido problemas como el MARIANN 4A-9 y uno que haya presentado dificultades al perforar como el MARIANN 45 ST. Nuestro estudio está enfocado a las secciones de 16", 12 ¼" y 8 ½".

La evaluación comparativa se fundamentará en el análisis del ROP final y las horas perforadas de los pozos mencionados anteriormente. Para poder determinar la eficiencia de la perforación de los pozos.

Para ello los parámetros propuestos en el presente proyecto nos ayudarán en la comparación; dichos parámetros se encuentran en la Tabla 4.19.

Tabla 4.19: Parámetros de perforación propuestos del campo Mariann

CAMPO MARIANN			
sección	Parámetros	Rango óptimo FINAL	
		MIN	MAX
16	GPM	429	765
	PSI	585	1810
	RPM	76	147
	WOB	4,15	17,23
	TQ	3,3	9
	ROP	73,5	
	Densidad	8,49	10,45
12 1/4	GPM	640	836
	PSI	2138	3392
	RPM	143	196
	WOB	6,5	26,1
	TQ	8,2	18,8
	ROP	45,7	
	Densidad	9,7	11,2
8 1/2	GPM	434,5	513,5
	PSI	1661,5	2397
	RPM	157,5	212,5
	WOB	5,1	22,8
	TQ	14,9	20
	ROP	42,7	
	Densidad	9,79	10,2

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Para poder realizar el análisis tomamos en cuenta los ROP finales, las horas netas perforadas y el espesor de las secciones perforadas, como nos indica las Tablas 4.20, 4.21 y 4.22.

Tabla 4.20: ROP finales de las secciones 16", 12 ¼" y 8 ½" del campo Mariann

sección	ROP FINAL		
	Min	Prom	Max
16	48,5	73,5	98,5
12 1/4	30,2	45,725	61,25
8 1/2	34,9	42,65	50,4

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Tabla 4.21: Espesores de las secciones 16", 12 ¼" y 8 ½" del campo Mariann

sección	ESPESOR DE LA SECCIÓN		
	desde	hasta	perforado
16	76	3632	3556
12 1/4	3632	8200	4568
8 1/2	8200	9891	1691

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Tabla 4.22: Horas de las secciones 16", 12 ¼" y 8 ½" de los pozos seleccionados del campo Mariann

sección	ROP FINAL			ESPESOR DE LA SECCIÓN			HORAS			HORAS	
	Min	Prom	Max	desde	hasta	perforado	min	prom	max	4A-9	45 ST
16	48,5	73,5	98,5	76	3632	3556	73,32	48,38	36,10	45	79,58
12 1/4	30,2	45,725	61,25	3632	8200	4568	151,26	99,90	74,58	37	112,12
8 1/2	34,9	42,65	50,4	8200	9891	1691	48,45	39,65	33,55	14	60,25
HORAS DE PERFORACION							273,03	187,93	144,23	96	251,95

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Al analizar la Tabla 4.23, se observa que el pozo MARIANN 4A-9 el cual no mostro problemas durante la perforación, ocupando tan solo 96 horas de perforación, lo cual muestra la optimización del pozo. Si aplicamos los parámetros calculados, teóricamente el pozo se lo podría perforar en 187,93 horas con una ROP promedio y en 144,23 horas con una ROP máx. Como notamos en la Tabla 4.23, si aplicamos dichos parámetros la perforación del pozo será muy ineficiente.

Tabla 4.23: Evaluación técnica-comparativa del MARIANN 4A-9

EVALUACION TÉCNICA MARIANN 4A-9			
		ROP final	
		Min	Max
Horas	96	187,93	144,23
		91,93	48,23
	% PÉRDIDA	95,76	50,24

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Al analizar la Tabla 4.24, se observa que el pozo MARIANN 45 el cual mostro problemas durante la perforación, ocupando 251,95 horas de perforación, lo cual muestra la ineficiencia del pozo. Si aplicamos los parámetros calculados, teóricamente el pozo se lo podría perforar en 187,93 horas con una ROP promedio y en 144,23 horas con una ROP máx. Como notamos en la Tabla 4.24, si aplicamos dichos parámetros la perforación del pozo será muy eficiente mostrando un ahorro del 25,4 % con ROP prom y del 42,75 % con ROP máx.

Tabla 4.24: Evaluación técnica-comparativa del MARIANN 45 ST

EVALUACION TÉCNICA MARIANN 45 ST			
		ROP final	
		Min	Max
Horas	251,95	187,93	144,23
		-64,02	-107,72
	% GANANCIA	25,4	42,75

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Tabla 4.25: Parámetros de pozos seleccionados para evaluación comparativa del campo Mariann

sección	Parámetros	CAMPO MARIANN											
		Rango óptimo FINAL				MARIANN 4A-9				MARIANN 45 ST			
		MIN	MAX	MIN	MAX	RESULTADO	MIN	MAX	MIN	MAX	RESULTADO		
16	GPM	429,0	765,0	933,3	994,1	Malo	866,7	866,7	Malo				
	PSI	585,0	1810,0	1983,3	2416,7	Malo	2666,7	2666,7	Malo				
	RPM	76,0	147,0	80,0	80,0	Óptimo	158,3	158,3	Malo				
	WOB	4,2	17,2	12,7	21,7	Óptimo	2,0	24,0	Malo				
	TQ	3,3	9,0	5,7	8,7	Óptimo	3,0	12,3	Malo				
	ROP	73,5		89,2		Óptimo	51,7		Malo				
	Densidad	8,5	10,5	8,4	10,1	Óptimo	8,4	11,0	Malo				
12 1/4	GPM	640,0	836,0	809,4	877,0	Óptimo	845,0	845,0	Malo				
	PSI	2138,0	3392,0	2333,3	2633,3	Óptimo	3850,0	3850,0	Malo				
	RPM	143,0	196,0	179,3	179,3	Óptimo	214,5	214,5	Malo				
	WOB	6,5	26,1	15,0	28,3	Óptimo	6,0	30,0	Malo				
	TQ	8,2	18,8	11,0	13,7	Óptimo	9,5	20,0	Óptimo				
8 1/2	ROP	45,7		32,8		Malo	31,6		Malo				
	Densidad	9,7	11,2	9,6	10,1	Óptimo	9,4	11,5	Malo				
	GPM	434,5	513,5	570,0	570,0	Malo	515,0	515,0	Malo				
	PSI	1661,5	2397,0	2300,0	2350,0	Óptimo	2925,0	2925,0	Malo				
	RPM	157,5	212,5	174,0	174,0	Óptimo	185,5	185,5	Óptimo				
	WOB	5,1	22,8	15,0	25,0	Óptimo	6,0	19,5	Óptimo				
	TQ	14,9	20,0	16,0	18,0	Óptimo	21,0	27,5	Malo				
8 1/2	ROP	42,7		54,2		Óptimo	34,6		Malo				
	Densidad	9,8	10,2	9,7	10,1	Óptimo	9,8	10,3	Óptimo				

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

4.3.4 APLICACIÓN DEL PCA A LOS POZOS SELECCIONADOS DEL CAMPO MARIANN

4.3.4.1 Aplicación del PCA a las secciones de los pozos seleccionados del campo Mariann

4.3.4.1.1 Sección 16"

Aplicamos el PCA a la sección 16" con sus respectivos datos (mínimos y máximos), como resultado obtenemos el Gráfico 4.4 que muestra los pozos del campo Mariann en la sección 16", la respectiva Tabla 4.26 nos muestra las ROP que relacionará el PAST.

Tabla 4.26: ROP para la sección 16" de cada pozo seleccionado del campo Mariann

SECCIÓN	ROP FINAL	ROP POR SECCIÓN DE CADA POZO			
		MARIANN 4A-9	MARIANN 36	MARIANN 14	MARIANN 41
16"	73,5	89,2	63,6	54,0	39,8
		MARIANN 35	MARIANN 45 ST	MARIANN 37	MARIANN 43
		120,0	51,7	64,0	57,0

Fuente: Archivos ARCH

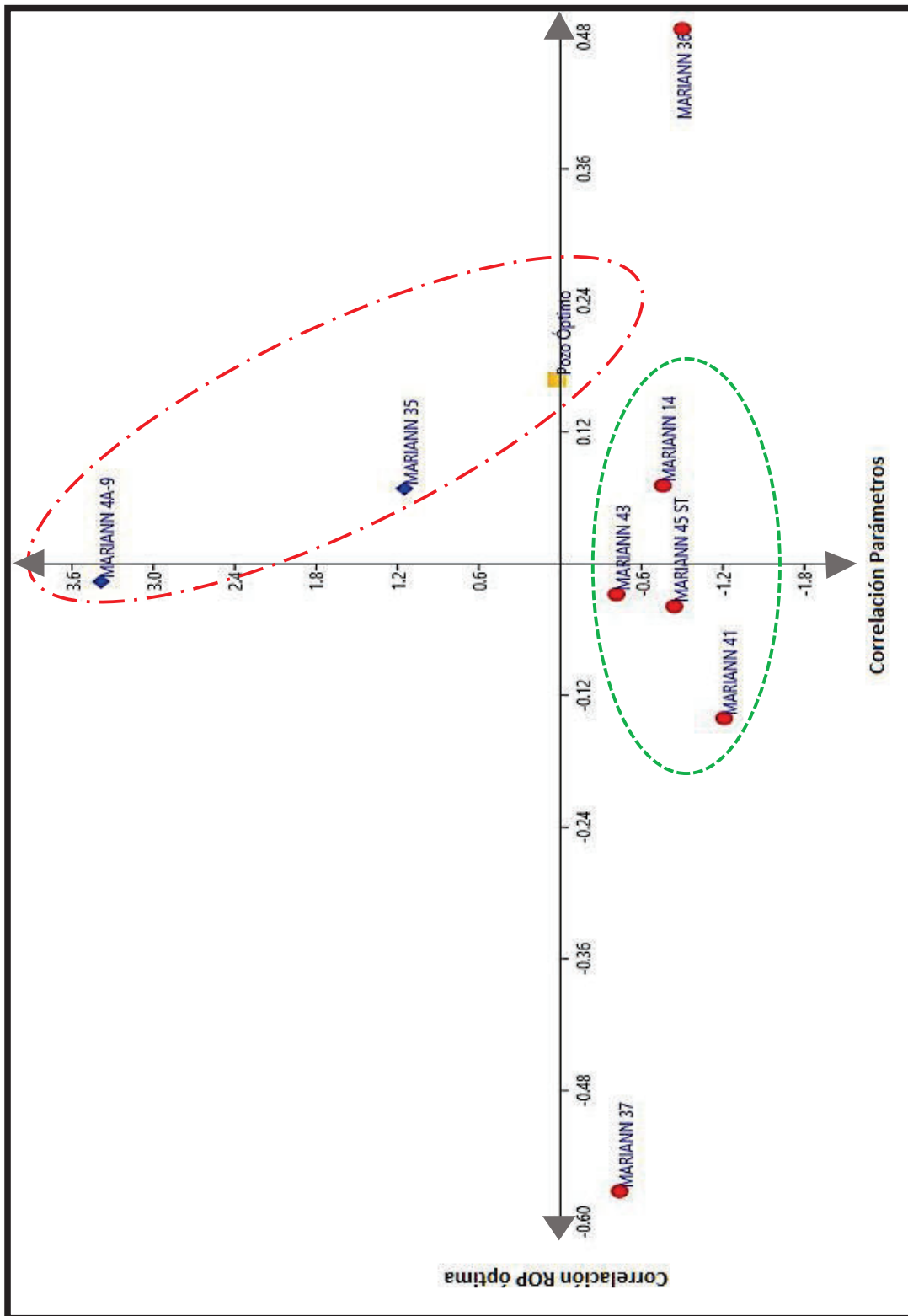
Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

4.3.4.1.1.1 Análisis de resultados de la sección 16"

El Gráfico 4.4 nos muestra dos elipses, la elipse (línea roja punteada) encierra los pozos más cercanos al óptimo (diamantes azules), es decir los pozos MARIANN 4A-9 y MARIANN 35.

Por otra parte, la elipse (línea verde punteada) encierra los pozos parcialmente óptimos (puntos rojos), es decir los pozos MARIANN 14, MARIANN 41, MARIANN 43 y MARIANN 45 ST. También nos presenta los pozos con más problemas durante la perforación de la sección 16", debido a que no han alcanzado los parámetros óptimos propuestos en el presente proyecto, entre ellos se encuentran los pozos MARIANN 37 y MARIANN 36.

Gráfico 4.4: Sección 16" de los pozos seleccionados del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

4.3.4.1.2 Sección 12 ¼"

Aplicamos el PCA a la sección 12 ¼" con sus respectivos datos (mínimos y máximos), como resultado obtenemos el Gráfico 4.5 que muestra los pozos del campo Mariann en la sección 12 ¼", la respectiva Tabla 4.27 nos muestra las ROP que relacionará el PAST.

Tabla 4.27: ROP para la sección 12 ¼" de cada pozo seleccionado del campo Mariann

SECCIÓN	ROP FINAL	ROP POR SECCIÓN DE CADA POZO			
		MARIANN 4A-9	MARIANN 36	MARIANN 14	MARIANN 41
12 ¼ "	45,7	32,8	53	41,1	24,7
		MARIANN 35	MARIANN 45 ST	MARIANN 37	MARIANN 43
		60,5	31,6	82	42,1

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

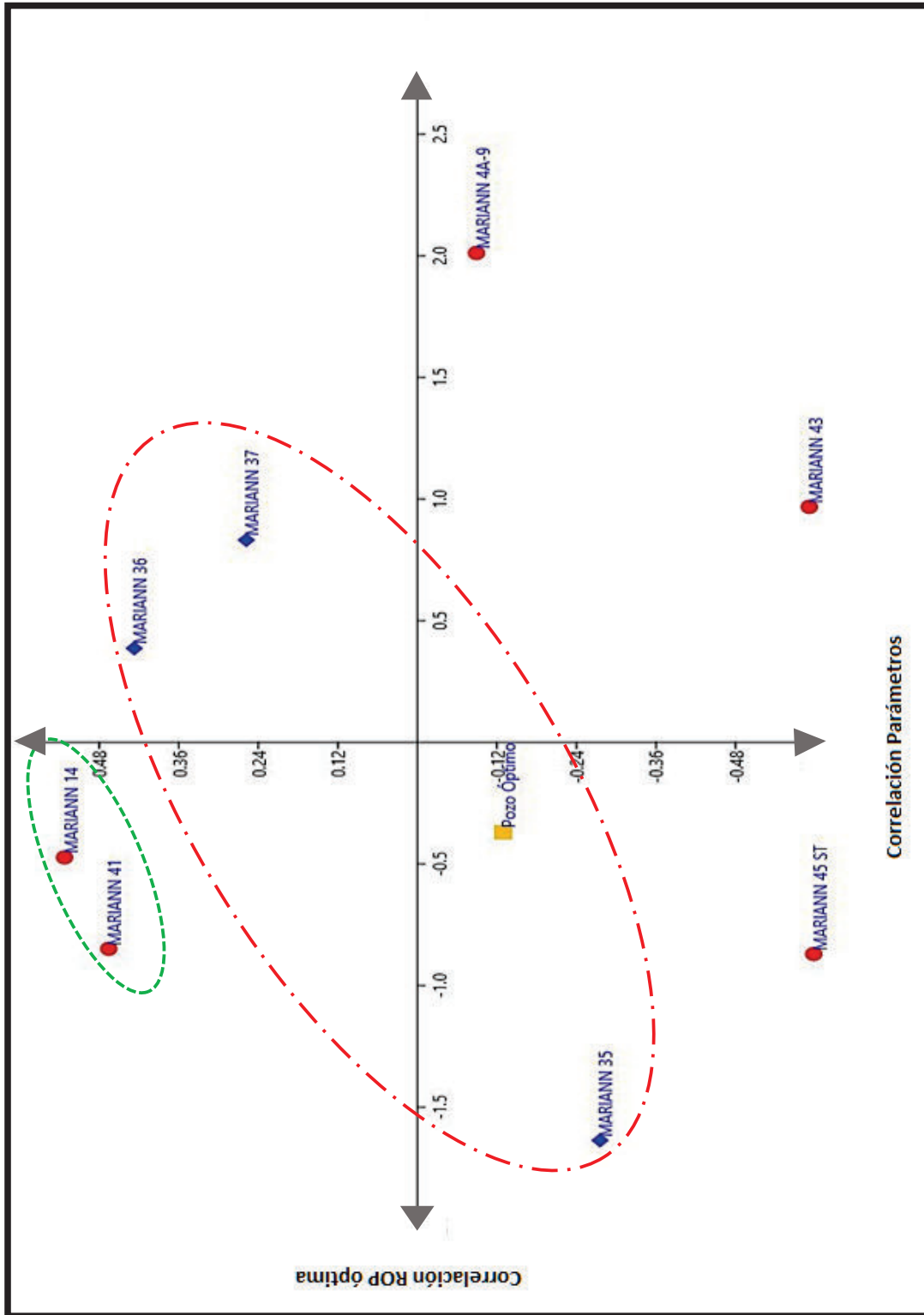
4.3.4.1.2.1 Análisis de resultados de la sección 12 ¼"

El Gráfico 4.5 nos muestra dos elipses, la elipse (línea roja punteada) encierra los pozos más cercanos al óptimo (diamantes azules), es decir los pozos MARIANN 36, MARIANN 35 y MARIANN 37.

Por otra parte, la elipse (línea verde punteada) encierra los pozos parcialmente óptimos (puntos rojos), es decir tienden a querer alcanzar dichos parámetros así los pozos MARIANN 14 y MARIANN 41.

También nos presenta los pozos con más problemas durante la perforación de la sección 12 ¼", debido a que no han alcanzado los parámetros óptimos propuestos en el presente proyecto, entre ellos se encuentran los pozos MARIANN 4A-9, MARIANN 43 y MARIANN 45 ST

Gráfico 4.5: Sección 12 ¼" de los pozos seleccionados del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

4.3.4.1.3 Sección 8 ½”

Aplicamos el PCA a la sección 8 ½” con sus respectivos datos (mínimos y máximos), como resultado obtenemos el Gráfico 4.6 que muestra los pozos del campo Mariann en la sección 8 ½”, la respectiva Tabla 4.28 que nos muestra las ROP que relacionará el PAST.

Tabla 4.28: ROP para la sección 8 ½” de cada pozo seleccionado del campo Mariann

SECCIÓN	ROP FINAL	ROP POR SECCIÓN DE CADA POZO			
		8 ½ ”	42,7	MARIANN 4A-9	MARIANN 36
54,2	39,1			49,6	42
MARIANN 35	MARIANN 45 ST			MARIANN 37	MARIANN 43
41,5	34,6			33,2	31,1

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

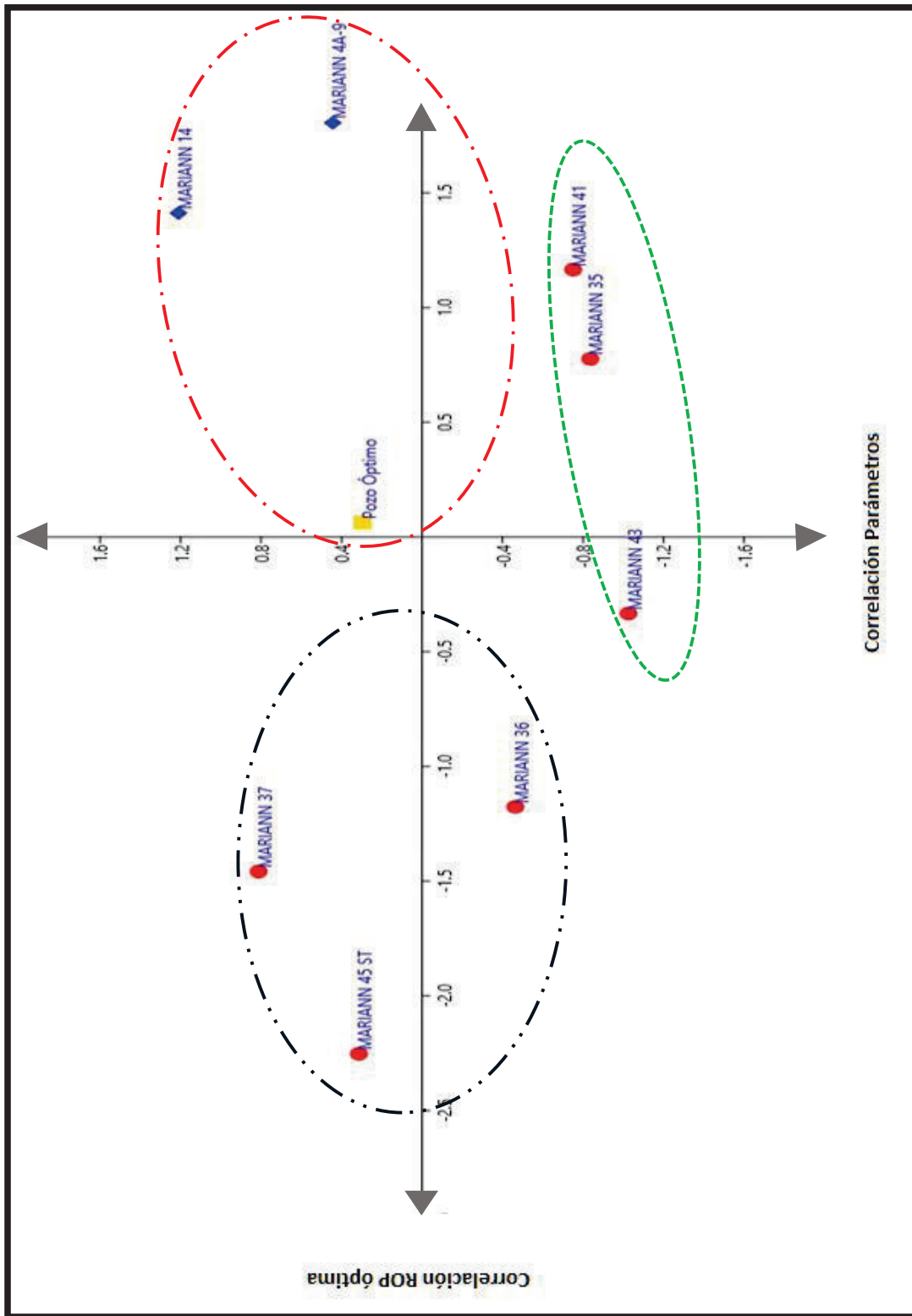
4.3.4.1.3.1 Análisis de resultados de la sección 8 ½”

El Gráfico 4.6 nos muestra tres elipses, la primera elipse (línea roja punteada) encierra los pozos más cercanos al óptimo (diamantes azules), es decir los pozos MARIANN 4A-9 y MARIANN 14.

Por otra parte, la segunda elipse (línea verde punteada) encierra los pozos parcialmente óptimos (puntos rojos), es decir que tienden a querer alcanzar los parámetros planteados; entre los cuales se encuentran los pozos MARIANN 35, MARIANN 41, MARIANN 43.

También nos presenta la tercera elipse (línea ploma punteada) encierra los pozos con más problemas durante la perforación de la sección 8 ½”, debido a que no han alcanzado los parámetros óptimos propuestos en el presente proyecto, entre ellos se encuentran los pozos MARIANN 37, MARIANN 36 y MARIANN 45 ST.

Gráfico 4.6: Sección 8 ½" de los pozos seleccionados del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

CAPÍTULO V

ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO

5.1 DESCRIPCIÓN ECONÓMICA DE LOS POZOS

El objetivo es determinar un valor de ahorro obtenido por la optimización técnica de cada parámetro que afecta en el tiempo no productivo.

5.1.1 CAMPO FANNY

En la Tabla 5.1, se describe el tiempo de perforación, costos finales y el costo por cada pie perforado de los pozos del campo Fanny.

Tabla 5.1: Evaluación económica de los pozos del campo Fanny

FANNY-18B123H		FANNY-18B159	
Tiempo de perforación (días)	26,4	Tiempo de perforación (días)	14
Costo de perforación (USD)	\$4.052.691,39	Costo de perforación (USD)	\$2.212.100,00
Profundidad medida (ft)	10300	Profundidad medida (ft)	10000
Costo por cada pie perforado (USD/ft)	\$393,47	Costo por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 221,21

FANNY-18B153H		FANNY-18B161	
Tiempo de perforación (días)	26	Tiempo de perforación (días)	26
Costo de perforación (USD)	\$3.769.000,00	Costo de perforación (USD)	\$3.187.609,51
Profundidad medida (ft)	10636	Profundidad medida (ft)	11100
Costo por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 354,36	Costo por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 287,17

FANNY-18B155H		FANNY-18B162	
Tiempo de perforación (días)	20	Tiempo de perforación (días)	23
Costo de perforación (USD)	\$3.822.500,00	Costo de perforación (USD)	\$3.187.227,51
Profundidad medida (ft)	10560	Profundidad medida (ft)	11245
Costo por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 361,98	Costo por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 283,44

FANNY-18B157		FANNY-18B166	
Tiempo de perforación (días)	21	Tiempo de perforación (días)	12
Costo de perforación (USD)	\$3.236.000,00	Costo de perforación (USD)	\$2.113.942,00
Profundidad medida (ft)	11540	Profundidad medida (ft)	9718
Costo por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 280,42	Costo por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 217,53

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

5.1.2 CAMPO MARIANN

En la Tabla 5.2, se describe el tiempo de perforación, costos finales y el costo por cada pie perforado de los pozos del campo Mariann.

Tabla 5.2: Evaluación económica de los pozos del campo Mariann

MARIANN 4A-9	
Tiempo de perforación (días)	17,3
Costo de perforación (USD)	\$ 2.379.000,10
Profundidad medida (ft)	9860
Costo por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 241,28

MARIANN 14	
Tiempo de perforación (días)	24,75
Costo de perforación (USD)	\$ 3.127.286,51
Profundidad medida (ft)	10475
Costo por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 298,55

MARIANN 35	
Tiempo de perforación (días)	12
Costo de perforación (USD)	\$ 1.735.248,80
Profundidad medida (ft)	8534
Costo por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 203,33

MARIANN 36	
Tiempo de perforación (días)	12
Costo de perforación (USD)	\$ 1.840.148,80
Profundidad medida (ft)	9152
Costo por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 201,07

MARIANN 37	
Tiempo de perforación (días)	14
Costo de perforación (USD)	\$ 2.080.286,80
Profundidad medida (ft)	8770
Costo por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 237,20

MARIANN 41 H	
Tiempo de perforación (días)	30
Costo de perforación (USD)	\$ 4.463.934,96
Profundidad medida (ft)	10260
Costo por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 435,08

MARIANN 43	
Tiempo de perforación (días)	20
Costo de perforación (USD)	\$ 3.127.286,51
Profundidad medida (ft)	10080
Costo por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 310,25

MARIANN 45 ST	
Tiempo de perforación (días)	40,5
Costo de perforación (USD)	\$ 5.204.834,87
Profundidad medida (ft)	11994
Costo por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 433,95

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

5.2 DESCRIPCIÓN ECONÓMICA DE LOS POZOS POR SECCIÓN (16", 12 1/4" y 8 1/2")

5.2.1 CAMPO FANNY

El objetivo es describir el intervalo perforado de cada sección con su respectivo costo real por cada pie perforado, con el objetivo de determinar el costo promedio por cada pie perforado de todo el pozo. En la Tabla 5.3 se encuentra tabulada la información económica del campo Fanny.

Tabla 5.3: Evaluación económica de los pozos por secciones del campo Fanny

FANNY-18B123H			
SECCIÓN	16"	12 1/4"	8 1/2"
Intervalo (ft)	5501	3784	91
Costo por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 210,14	\$ 144,55	\$ 3,47
Costo PROM por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 181,66		

FANNY-18B159			
SECCIÓN	16"	12 1/4"	8 1/2"
Intervalo (ft)	73	6490	3405
Costo por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 1,61	\$ 143,57	\$ 75,32
Costo PROM por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 119,22		

FANNY-18B153H			
SECCIÓN	16"	12 1/4"	8 1/2"
Intervalo (ft)	5335	3380	1816
Costo por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 177,75	\$ 112,61	\$ 60,50
Costo PROM por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 136,62		

FANNY-18B161			
SECCIÓN	16"	12 1/4"	8 1/2"
Intervalo (ft)	6040	3102	1848
Costo por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 156,26	\$ 80,25	\$ 47,81
Costo PROM por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 116,57		

FANNY-18B155H			
SECCIÓN	16"	12 1/4"	8 1/2"
Intervalo (ft)	5567	3126	1762
Costo por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 190,83	\$ 107,15	\$ 60,39
Costo PROM por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 143,83		

FANNY-18B162			
SECCIÓN	16"	12 1/4"	8 1/2"
Intervalo (ft)	5793	3217	2125
Costo por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 146,02	\$ 81,09	\$ 53,56
Costo PROM por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 109,62		

FANNY-18B157			
SECCIÓN	16"	12 1/4"	8 1/2"
Intervalo (ft)	5980	3370	2080
Costo por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 145,31	\$ 81,89	\$ 50,54
Costo PROM por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 109,37		

FANNY-18B166			
SECCIÓN	16"	12 1/4"	8 1/2"
Intervalo (ft)	73	6385	3223
Costo por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 1,63	\$ 142,92	\$ 72,14
Costo PROM por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 118,29		

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

5.2.2 CAMPO MARIANN

El objetivo es describir el intervalo perforado de cada sección con su respectivo costo real por cada pie perforado, con el objetivo de determinar el costo promedio por cada pie perforado de todo el pozo. En la Tabla 5.4 se encuentra tabulada la información económica del campo Mariann.

Tabla 5.4: Evaluación económica de los pozos por secciones del campo Mariann

MARIANN 4A-9			
SECCIÓN	16"	12 1/4"	8 1/2"
Intervalo (ft)	5761	2399	1600
Costo por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 140,97	\$ 58,70	\$ 39,15
Costo PROM por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 104,06		

MARIANN 14			
SECCIÓN	16"	12 1/4"	8 1/2"
Intervalo (ft)	5586	2776	2008
Costo por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 159,20	\$ 79,12	\$ 57,23
Costo PROM por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 118,02		

MARIANN 35			
SECCIÓN	16"	12 1/4"	8 1/2"
Intervalo (ft)	60	6394	2034
Costo por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 1,43	\$ 152,34	\$ 48,46
Costo PROM por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 126,38		

MARIANN 36			
SECCIÓN	16"	12 1/4"	8 1/2"
Intervalo (ft)	180	7770	1162
Costo por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 3,95	\$ 170,70	\$ 25,53
Costo PROM por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 148,89		

MARIANN 37			
SECCIÓN	16"	12 1/4"	8 1/2"
Intervalo (ft)	64	7635	1030
Costo por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 1,73	\$ 206,50	\$ 27,86
Costo PROM por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 183,92		

MARIANN 41			
SECCIÓN	16"	12 1/4"	8 1/2"
Intervalo (ft)	5373	3584	1254
Costo por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 227,84	\$ 151,98	\$ 53,18
Costo PROM por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 179,76		

MARIANN 43			
SECCIÓN	16"	12 1/4"	8 1/2"
Intervalo (ft)	5378	2633	1957
Costo por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 165,53	\$ 81,04	\$ 60,23
Costo PROM por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 122,54		

MARIANN 45 ST			
SECCIÓN	16"	12 1/4"	8 1/2"
Intervalo (ft)	4461	4859	2565
Costo por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 161,40	\$ 175,80	\$ 92,80
Costo PROM por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 152,48		

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

5.3 APLICACIÓN DEL EVALUACIÓN ECONÓMICA A LOS POZOS DE LOS CAMPOS FANNY Y MARIANN

5.3.1 CAMPO FANNY

5.3.1.1 Fanny-18B123H

La sección de 16" tiene un costo real por cada pie perforado de 210.14 USD/ft, luego de aplicar la ROP optima de 64.8 ft/hr se determinó que el costo optimo por cada pie perforado seria de 144 USD/ft para dicha sección. Por tal motivo se recomienda utilizar la ROP optima ya que genera un ahorro de 66.14 USD/ft.

La sección de 12 1/4" tiene un costo real por cada pie perforado de 144.55 USD/ft, luego de aplicar la ROP optima de 54.7 ft/hr se determinó que el costo optimo por cada pie perforado seria de 117.34 USD/ft para dicha sección. Por tal motivo se recomienda utilizar la ROP optima ya que genera un ahorro de 27.21 USD/ft.

La sección de 8 1/2" tiene un costo real por cada pie perforado de 3.47 USD/ft, luego de aplicar la ROP optima de 34.9 ft/hr se determinó que el costo optimo por cada pie perforado seria de 4.42 USD/ft para dicha sección. Por tal motivo no se recomienda utilizar la ROP optima ya que genera una pérdida de 0.95 USD/ft.

Tabla 5.5: Evaluación económica del pozo FANNY-18B123H

FANNY-18B123H			
SECCIÓN	16"	12 1/4"	8 1/2"
Intervalo (ft)	5501	3784	91
Costo por REAL cada pie perforado (USD/ft)	\$ 210,14	\$ 144,55	\$ 3,47
Costo ÓPTIMO por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 144,00	\$ 117,34	\$ 4,42
Diferencia (Real-Óptimo) (USD/ft)	\$ 66,14	\$ 27,21	-\$ 0,95
Costo PROM por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 181,66		
Costo PROM OPT por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 131,88		
Diferencia Costo PROM (Real-Óptimo) (USD/ft)	\$ 49,78		

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Finalmente se llega a la conclusión que se debió aplicar las ROP optimas de 64.8 ft/hr y 54.7 ft/hr para las secciones de 16" y 12 1/4" respectivamente, ya que generan un ahorro total de 49.78 USD/ft para el pozo.

5.3.1.2 Fanny-18B153H

La sección de 16" tiene un costo real por cada pie perforado de 177.75 USD/ft, luego de aplicar la ROP optima de 64.8 ft/hr se determinó que el costo optimo por cada pie perforado seria de 69.86 USD/ft para dicha sección. Por tal motivo se recomienda utilizar la ROP optima ya que genera un ahorro de 107.89 USD/ft.

La sección de 12 ¼" tiene un costo real por cada pie perforado de 112.61 USD/ft, luego de aplicar la ROP optima de 54.7 ft/hr se determinó que el costo optimo por cada pie perforado seria de 52.43 USD/ft para dicha sección. Por tal motivo se recomienda utilizar la ROP optima ya que genera un ahorro de 60.18 USD/ft.

La sección de 8 ½" tiene un costo real por cada pie perforado de 60.50 USD/ft, luego de aplicar la ROP optima de 34.9 ft/hr se determinó que el costo optimo por cada pie perforado seria de 44.16 USD/ft para dicha sección. Por tal motivo se recomienda utilizar la ROP optima ya que genera un ahorro de 16.34 USD/ft.

Tabla 5.6: Evaluación económica del pozo FANNY-18B153H

FANNY-18B153H			
SECCIÓN	16"	12 1/4"	8 1/2"
Intervalo (ft)	5335	3380	1816
Costo por REAL cada pie perforado (USD/ft)	\$ 177,75	\$ 112,61	\$ 60,50
Costo ÓPTIMO por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 69,86	\$ 52,43	\$ 44,16
Diferencia (Real-Óptimo) (USD/ft)	\$ 107,89	\$ 60,18	\$ 16,34
Costo PROM por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 136,62		
Costo PROM OPT por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 59,84		
Diferencia Costo PROM (Real-Óptimo) (USD/ft)	\$ 76,78		

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Finalmente se llega a la conclusión que se debió aplicar las ROP optimas de 64.8 ft/hr, 54.7 ft/hr y 34.9 ft/hr para las secciones de 16", 12 ¼" y 8 ½" respectivamente, ya que generan un ahorro total de 76.78 USD/ft para el pozo.

5.3.1.3 Fanny-18B155H

La sección de 16" tiene un costo real por cada pie perforado de 190.83 USD/ft, luego de aplicar la ROP optima de 64.8 ft/hr se determinó que el costo optimo por cada pie perforado seria de 172.50 USD/ft para dicha sección. Por tal motivo se recomienda utilizar la ROP optima ya que genera un ahorro de 18.33 USD/ft.

La sección de 12 ¼" tiene un costo real por cada pie perforado de 107.15 USD/ft, luego de aplicar la ROP optima de 54.7 ft/hr se determinó que el costo optimo por cada pie perforado seria de 114.75 USD/ft para dicha sección. Por tal motivo no se recomienda utilizar la ROP optima ya que genera una pérdida de 7.60 USD/ft.

La sección de 8 ½" tiene un costo real por cada pie perforado de 60.39 USD/ft, luego de aplicar la ROP optima de 34.9 ft/hr se determinó que el costo optimo por cada pie perforado seria de 101.37 USD/ft para dicha sección. Por tal motivo no se recomienda utilizar la ROP optima ya que genera una pérdida de 40.98 USD/ft.

Tabla 5.7: Evaluación económica del pozo FANNY-18B155H

FANNY-18B155H			
SECCIÓN	16"	12 1/4"	8 1/2"
Intervalo (ft)	5567	3126	1762
Costo por REAL cada pie perforado (USD/ft)	\$ 190,83	\$ 107,15	\$ 60,39
Costo ÓPTIMO por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 172,50	\$ 114,75	\$ 101,37
Diferencia (Real-Óptimo) (USD/ft)	\$ 18,33	-\$ 7,60	-\$ 40,98
Costo PROM por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 143,83		
Costo PROM OPT por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 143,24		
Diferencia Costo PROM (Real-Óptimo) (USD/ft)	\$ 0,59		

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Finalmente se llega a la conclusión que se debió aplicar la ROP optima de 64.8 ft/hr para la sección de 16", ya que genera un ahorro total de 0.59 USD/ft para el pozo.

5.3.1.4 Fanny-18B157

La sección de 16" tiene un costo real por cada pie perforado de 145.31 USD/ft, luego de aplicar la ROP optima de 64.8 ft/hr se determinó que el costo optimo por cada pie perforado seria de 117.04 USD/ft para dicha sección. Por tal motivo se recomienda utilizar la ROP optima ya que genera un ahorro de 28.27 USD/ft.

La sección de 12 ¼" tiene un costo real por cada pie perforado de 81.89 USD/ft, luego de aplicar la ROP optima de 54.7 ft/hr se determinó que el costo optimo por cada pie perforado seria de 78.13 USD/ft para dicha sección. Por tal motivo se recomienda utilizar la ROP optima ya que genera un ahorro de 3.76 USD/ft.

La sección de 8 ½" tiene un costo real por cada pie perforado de 50.54 USD/ft, luego de aplicar la ROP optima de 34.9 ft/hr se determinó que el costo optimo por cada pie perforado seria de 75.58 USD/ft para dicha sección. Por tal motivo no se recomienda utilizar la ROP optima ya que genera una pérdida de 25.04 USD/ft.

Tabla 5.8: Evaluación económica del pozo FANNY-18B157

FANNY-18B157			
SECCIÓN	16"	12 1/4"	8 1/2"
Intervalo (ft)	5980	3370	2080
Costo por REAL cada pie perforado (USD/ft)	\$ 145,31	\$ 81,89	\$ 50,54
Costo ÓPTIMO por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 117,04	\$ 78,13	\$ 75,58
Diferencia (Real-Óptimo) (USD/ft)	\$ 28,27	\$ 3,76	-\$ 25,04
Costo PROM por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 109,37		
Costo PROM OPT por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 98,02		
Diferencia Costo PROM (Real-Óptimo) (USD/ft)	\$ 11,35		

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Finalmente se llega a la conclusión que se debió aplicar las ROP optimas de 64.8 ft/hr y 54.7 ft/hr para las secciones de 16" y 12 ¼" respectivamente, ya que generan un ahorro total de 11.35 USD/ft para el pozo.

5.3.1.5 Fanny-18B159

La sección de 16" tiene un costo real por cada pie perforado de 1.61 USD/ft, luego de aplicar la ROP optima de 64.8 ft/hr se determinó que el costo optimo por cada pie perforado seria de 2.15 USD/ft para dicha sección. Por tal motivo no se recomienda utilizar la ROP optima ya que genera una pérdida de 0.54 USD/ft.

La sección de 12 ¼" tiene un costo real por cada pie perforado de 143.57 USD/ft, luego de aplicar la ROP optima de 54.7 ft/hr se determinó que el costo optimo por cada pie perforado seria de 226.96 USD/ft para dicha sección. Por tal motivo no se recomienda utilizar la ROP optima ya que genera una pérdida de 83.39 USD/ft.

La sección de 8 ½" tiene un costo real por cada pie perforado de 75.32 USD/ft, luego de aplicar la ROP optima de 34.9 ft/hr se determinó que el costo optimo por cada pie perforado seria de 186.63 USD/ft para dicha sección. Por tal motivo no se recomienda utilizar la ROP optima ya que genera una pérdida de 111.31 USD/ft.

Tabla 5.9: Evaluación económica del pozo FANNY-18B159

FANNY-18B159			
SECCIÓN	16"	12 1/4"	8 1/2"
Intervalo (ft)	73	6490	3405
Costo por REAL cada pie perforado (USD/ft)	\$ 1,61	\$ 143,57	\$ 75,32
Costo ÓPTIMO por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 2,15	\$ 226,96	\$ 186,63
Diferencia (Real-Óptimo) (USD/ft)	-\$ 0,54	-\$ 83,39	-\$ 111,31
Costo PROM por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 119,22		
Costo PROM OPT por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 211,54		
Diferencia Costo PROM (Real-Óptimo) (USD/ft)	-\$ 92,32		

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Finalmente se llega a la conclusión que las ROP propuestas en el presente proyecto no son aplicables para este pozo.

5.3.1.6 Fanny-18B161

La sección de 16" tiene un costo real por cada pie perforado de 156.26 USD/ft, luego de aplicar la ROP optima de 64.8 ft/hr se determinó que el costo optimo por cada pie perforado seria de 102.12 USD/ft para dicha sección. Por tal motivo se recomienda utilizar la ROP optima ya que genera un ahorro de 54.14 USD/ft.

La sección de 12 ¼" tiene un costo real por cada pie perforado de 80.25 USD/ft, luego de aplicar la ROP optima de 54.7 ft/hr se determinó que el costo optimo por cada pie perforado seria de 62.13 USD/ft para dicha sección. Por tal motivo se recomienda utilizar la ROP optima ya que genera un ahorro de 18.12 USD/ft.

La sección de 8 ½" tiene un costo real por cada pie perforado de 47.81 USD/ft, luego de aplicar la ROP optima de 34.9 ft/hr se determinó que el costo optimo por cada pie perforado seria de 58.02 USD/ft para dicha sección. Por tal motivo no se recomienda utilizar la ROP optima ya que genera una pérdida de 10.21 USD/ft.

Tabla 5.10: Evaluación económica del pozo FANNY-18B161

FANNY-18B161			
SECCIÓN	16"	12 1/4"	8 1/2"
Intervalo (ft)	6040	3102	1848
Costo por REAL cada pie perforado (USD/ft)	\$ 156,26	\$ 80,25	\$ 47,81
Costo ÓPTIMO por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 102,12	\$ 62,13	\$ 58,02
Diferencia (Real-Óptimo) (USD/ft)	\$ 54,14	\$ 18,12	-\$ 10,21
Costo PROM por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 116,57		
Costo PROM OPT por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 83,42		
Diferencia Costo PROM (Real-Óptimo) (USD/ft)	\$ 33,15		

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Finalmente se llega a la conclusión que se debió aplicar las ROP optimas de 64.8 ft/hr y 54.7 ft/hr para las secciones de 16" y 12 ¼" respectivamente, ya que generan un ahorro total de 33.15 USD/ft para el pozo.

5.3.1.7 Fanny-18B162

La sección de 16" tiene un costo real por cada pie perforado de 146.02 USD/ft, luego de aplicar la ROP optima de 64.8 ft/hr se determinó que el costo optimo por cada pie perforado seria de 83.74 USD/ft para dicha sección. Por tal motivo se recomienda utilizar la ROP optima ya que genera un ahorro de 62.28 USD/ft.

La sección de 12 ¼" tiene un costo real por cada pie perforado de 81.09 USD/ft, luego de aplicar la ROP optima de 54.7 ft/hr se determinó que el costo optimo por cada pie perforado seria de 55.09 USD/ft para dicha sección. Por tal motivo se recomienda utilizar la ROP óptima ya que genera un ahorro de 26 USD/ft.

La sección de 8 ½" tiene un costo real por cada pie perforado de 53.56 USD/ft, luego de aplicar la ROP optima de 34.9 ft/hr se determinó que el costo optimo por cada pie perforado seria de 57.04 USD/ft para dicha sección. Por tal motivo no se recomienda utilizar la ROP optima ya que genera una pérdida de 3.48 USD/ft.

Tabla 5.11: Evaluación económica del pozo FANNY-18B162

FANNY-18B162			
SECCIÓN	16"	12 1/4"	8 1/2"
Intervalo (ft)	5793	3217	2125
Costo por REAL cada pie perforado (USD/ft)	\$ 146,02	\$ 81,09	\$ 53,56
Costo ÓPTIMO por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 83,74	\$ 55,09	\$ 57,04
Diferencia (Real-Óptimo) (USD/ft)	\$ 62,28	\$ 26,00	-\$ 3,48
Costo PROM por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 109,62		
Costo PROM OPT por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 70,37		
Diferencia Costo PROM (Real-Óptimo) (USD/ft)	\$ 39,25		

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Finalmente se llega a la conclusión que se debió aplicar las ROP optimas de 64.8 ft/hr y 54.7 ft/hr para las secciones de 16" y 12 ¼" respectivamente, ya que generan un ahorro total de 39.25 USD/ft para el pozo.

5.3.1.8 Fanny-18B166

La sección de 16" tiene un costo real por cada pie perforado de 1.63 USD/ft, luego de aplicar la ROP optima de 64.8 ft/hr se determinó que el costo optimo por cada pie perforado seria de 1.37 USD/ft para dicha sección. Por tal motivo se recomienda utilizar la ROP optima ya que genera un ahorro de 0.26 USD/ft.

La sección de 12 ¼" tiene un costo real por cada pie perforado de 142.92 USD/ft, luego de aplicar la ROP optima de 54.7 ft/hr se determinó que el costo optimo por cada pie perforado seria de 141.82 USD/ft para dicha sección. Por tal motivo se recomienda utilizar la ROP optima ya que genera un ahorro de 1.10 USD/ft.

La sección de 8 ½" tiene un costo real por cada pie perforado de 72.14 USD/ft, luego de aplicar la ROP optima de 34.9 ft/hr se determinó que el costo optimo por cada pie perforado seria de 112.20 USD/ft para dicha sección. Por tal motivo no se recomienda utilizar la ROP optima ya que genera una pérdida de 40.06 USD/ft.

Tabla 5.12: Evaluación económica del pozo FANNY-18B166

FANNY-18B166			
SECCIÓN	16"	12 1/4"	8 1/2"
Intervalo (ft)	73	6385	3223
Costo por REAL cada pie perforado (USD/ft)	\$ 1,63	\$ 142,92	\$ 72,14
Costo ÓPTIMO por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 1,37	\$ 141,82	\$ 112,20
Diferencia (Real-Óptimo) (USD/ft)	\$ 0,26	\$ 1,10	-\$ 40,06
Costo PROM por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 118,29		
Costo PROM OPT por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 130,90		
Diferencia Costo PROM (Real-Óptimo) (USD/ft)	-\$ 12,61		

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Finalmente se llega a la conclusión de que las ROP óptimas para las secciones de 16" y 12 ¼" son aplicables, sin embargo se genera una pérdida total de 12.61 USD/ft para el pozo.

5.3.2 CAMPO MARIANN

5.3.2.1 Mariann 4A-9

La sección de 16" tiene un costo real por cada pie perforado de 140,97 USD/ft, luego de aplicar la ROP óptima de 73,5 ft/hr se determinó que el costo óptimo por cada pie perforado sería de 131,36 USD/ft para dicha sección. Por tal motivo se recomienda utilizar la ROP óptima ya que genera un ahorro de 9,61 USD/ft.

La sección de 12 ¼" tiene un costo real por cada pie perforado de 58,70 USD/ft, luego de aplicar la ROP óptima de 45,7 ft/hr se determinó que el costo óptimo por cada pie perforado sería de 87,98 USD/ft para dicha sección. Por tal motivo no se recomienda utilizar la ROP óptima ya que genera una pérdida de 29,28 USD/ft.

La sección de 8 ½" tiene un costo real por cada pie perforado de 39,15 USD/ft, luego de aplicar la ROP óptima de 42,7 ft/hr se determinó que el costo óptimo por cada pie perforado sería de 62,80 USD/ft para dicha sección. Por tal motivo no se recomienda utilizar la ROP óptima ya que genera una pérdida de 23,65 USD/ft.

Tabla 5.13: Evaluación económica del pozo MARIANN 4A-9

MARIANN 4A-9			
SECCIÓN	16"	12 1/4"	8 1/2"
Intervalo (ft)	5761	2399	1600
Costo REAL por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 140,97	\$ 58,70	\$ 39,15
Costo ÓPTIMO por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 131,36	\$ 87,98	\$ 62,80
Diferencia (Real-Óptimo) (USD/ft)	\$ 9,61	-\$ 29,28	-\$ 23,65
Costo PROM por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 104,06		
Costo PROM OPT por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 109,46		
Diferencia Costo PROM (Real-Óptimo) (USD/ft)	-\$ 5,40		

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Finalmente se llega a la conclusión que se debió aplicar la ROP óptima de 73,5 ft/hr para la sección de 16", pero para las demás secciones las ROP óptimas no son aplicables. Ya que se genera un pérdida total de 5,40 USD/ft para el pozo

5.3.2.2 Mariann 14

La sección de 16" tiene un costo real por cada pie perforado de 159,20 USD/ft, luego de aplicar la ROP óptima de 73,5 ft/hr se determinó que el costo óptimo por cada pie perforado sería de 107,26 USD/ft para dicha sección. Por tal motivo se recomienda utilizar la ROP óptima ya que genera un ahorro de 51,94 USD/ft.

La sección de 12 ¼" tiene un costo real por cada pie perforado de 79,12 USD/ft, luego de aplicar la ROP óptima de 45,7 ft/hr se determinó que el costo óptimo por cada pie perforado sería de 85,73 USD/ft para dicha sección. Por tal motivo no se recomienda utilizar la ROP óptima ya que genera una pérdida de 6,61 USD/ft.

La sección de 8 ½" tiene un costo real por cada pie perforado de 57,23 USD/ft, luego de aplicar la ROP óptima de 42,7 ft/hr se determinó que el costo óptimo por cada pie perforado sería de 66,37 USD/ft para dicha sección. Por tal motivo no se recomienda utilizar la ROP óptima ya que genera una pérdida de 9,14 USD/ft.

Tabla 5.14: Evaluación económica del pozo MARIANN 14

MARIANN 14			
SECCIÓN	16"	12 1/4"	8 1/2"
Intervalo (ft)	5586	2776	2008
Costo REAL por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 159,20	\$ 79,12	\$ 57,23
Costo ÓPTIMO por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 107,26	\$ 85,73	\$ 66,37
Diferencia (Real-Óptimo) (USD/ft)	\$ 51,94	-\$ 6,61	-\$ 9,14
Costo PROM por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 118,02		
Costo PROM OPT por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 93,58		
Diferencia Costo PROM (Real-Óptimo) (USD/ft)	\$ 24,44		

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Finalmente se llega a la conclusión que se debió aplicar la ROP óptima de 73,5 para la sección de 16", pero para las demás secciones las ROP óptimas no son aplicables. Sin embargo, se genera un ahorro total de 24,44 USD/ft.

5.3.2.3 Mariann 35

La sección de 16" tiene un costo real por cada pie perforado de 1,43 USD/ft, luego de aplicar la ROP óptima de 73,5 ft/hr se determinó que el costo óptimo por cada pie perforado sería de 1.03 USD/ft para dicha sección. Por tal motivo se recomienda utilizar la ROP óptima ya que genera una pérdida de 0,40 USD/ft.

La sección de 12 ¼" tiene un costo real por cada pie perforado de 152,34 USD/ft, luego de aplicar la ROP óptima de 45,7 ft/hr se determinó que el costo óptimo por cada pie perforado sería de 175,74 USD/ft para dicha sección. Por tal motivo no se recomienda utilizar la ROP óptima ya que genera una pérdida de 23,4 USD/ft.

La sección de 8 ½" tiene un costo real por cada pie perforado de 48,46 USD/ft, luego de aplicar la ROP óptima de 42,7 ft/hr se determinó que el costo óptimo por cada pie perforado sería de 59,83 USD/ft para dicha sección. Por tal motivo se recomienda utilizar la ROP óptima ya que genera una pérdida de 11,37 USD/ft.

Tabla 5.15: Evaluación económica del pozo MARIANN 35

MARIANN 35			
SECCIÓN	16"	12 1/4"	8 1/2"
Intervalo (ft)	60	6394	2034
Costo REAL por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 1,43	\$ 152,34	\$ 48,46
Costo ÓPTIMO por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 1,03	\$ 175,74	\$ 59,83
Diferencia (Real-Óptimo) (USD/ft)	\$ 0,40	-\$ 23,40	-\$ 11,37
Costo PROM por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 126,38		
Costo PROM OPT por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 146,73		
Diferencia Costo PROM (Real-Óptimo) (USD/ft)	-\$ 20,35		

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Finalmente se llega a la conclusión que se debió aplicar la ROP óptima de 73,5 ft/hr para la sección de 16" , pero para las demás secciones las ROP óptimas no son aplicables, ya que se genera una pérdida total de 20,35 USD/ft para el pozo

5.3.2.4 Mariann 36

La sección de 16" tiene un costo real por cada pie perforado de 3,95 USD/ft, luego de aplicar la ROP óptima de 73,5 ft/hr se determinó que el costo óptimo por cada pie perforado sería de 2,79 USD/ft para dicha sección. Por tal motivo se recomienda utilizar la ROP óptima ya que genera un ahorro de 1,16 USD/ft.

La sección de 12 ¼" tiene un costo real por cada pie perforado de 170,7 USD/ft, luego de aplicar la ROP óptima de 45,7 ft/hr se determinó que el costo óptimo por cada pie perforado sería de 194,04 USD/ft para dicha sección. Por tal motivo no se recomienda utilizar la ROP óptima ya que genera una pérdida de 23,34 USD/ft.

La sección de 8 ½" tiene un costo real por cada pie perforado de 25,53 USD/ft, luego de aplicar la ROP óptima de 42,7 ft/hr se determinó que el costo óptimo por cada pie perforado sería de 31,06 USD/ft para dicha sección. Por tal motivo no se recomienda utilizar la ROP óptima ya que genera una pérdida de 2,89 USD/ft.

Tabla 5.16: Evaluación económica del pozo MARIANN 36

MARIANN 36			
SECCIÓN	16"	12 1/4"	8 1/2"
Intervalo (ft)	180	7770	1162
Costo REAL por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 3,95	\$ 170,70	\$ 25,53
Costo ÓPTIMO por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 2,79	\$ 194,04	\$ 31,06
Diferencia (Real-Óptimo) (USD/ft)	\$ 1,16	-\$ 23,34	-\$ 5,53
Costo PROM por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 148,89		
Costo PROM OPT por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 169,48		
Diferencia Costo PROM (Real-Óptimo) (USD/ft)	-\$ 20,59		

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Finalmente se llega a la conclusión que se debió aplicar la ROP óptima de 73,5 ft/hr para la sección de 16", pero para las demás secciones las ROP óptimas no son aplicables, ya que se genera una pérdida total de 20,59 USD/ft para el pozo

5.3.2.5 Mariann 37

La sección de 16" tiene un costo real por cada pie perforado de 1,73 USD/ft, luego de aplicar la ROP óptima de 73,5 ft/hr se determinó que el costo óptimo por cada pie perforado sería de 1,58 USD/ft para dicha sección. Por tal motivo se recomienda utilizar la ROP óptima ya que genera un ahorro de 0,15 USD/ft.

La sección de 12 ¼" tiene un costo real por cada pie perforado de 206,5 USD/ft, luego de aplicar la ROP óptima de 45,7 ft/hr se determinó que el costo óptimo por cada pie perforado sería de 302,25 USD/ft para dicha sección. Por tal motivo no se recomienda utilizar la ROP óptima ya que genera una pérdida de 95,75 USD/ft.

La sección de 8 ½" tiene un costo real por cada pie perforado de 27,86 USD/ft, luego de aplicar la ROP óptima de 42,7 ft/hr se determinó que el costo óptimo por cada pie perforado sería de 43,64 USD/ft para dicha sección. Por tal motivo no se recomienda utilizar la ROP óptima ya que genera una pérdida de 15,68 USD/ft.

Tabla 5.17: Evaluación económica del pozo MARIANN 37

MARIANN 37			
SECCIÓN	16"	12 1/4"	8 1/2"
Intervalo (ft)	64	7635	1030
Costo REAL por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 1,73	\$ 206,50	\$ 27,86
Costo ÓPTIMO por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 1,58	\$ 302,25	\$ 43,64
Diferencia (Real-Óptimo) (USD/ft)	\$ 0,15	-\$ 95,75	-\$ 15,78
Costo PROM por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 183,92		
Costo PROM OPT por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 269,53		
Diferencia Costo PROM (Real-Óptimo) (USD/ft)	-\$ 85,61		

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Finalmente se llega a la conclusión que se debió aplicar la ROP óptima de 73,5 ft/hr para la sección de 16", para las demás secciones las ROP óptimas no son aplicables, ya que se genera una pérdida total de 85,61 USD/ft para el pozo.

5.3.2.6 Mariann 41 H

La sección de 16" tiene un costo real por cada pie perforado de 227,84 USD/ft, luego de aplicar la ROP óptima de 73,5 ft/hr se determinó que el costo óptimo por cada pie perforado sería de 99,26 USD/ft para dicha sección. Por tal motivo se recomienda utilizar la ROP óptima ya que genera un ahorro de 128,58 USD/ft.

La sección de 12 ¼" tiene un costo real por cada pie perforado de 151,98 USD/ft, luego de aplicar la ROP óptima de 45,7 ft/hr se determinó que el costo óptimo por cada pie perforado sería de 106,48 USD/ft para dicha sección. Por tal motivo se recomienda utilizar la ROP óptima ya que genera un ahorro de 45,5 USD/ft.

La sección de 8 ½" tiene un costo real por cada pie perforado de 53,18 USD/ft, luego de aplicar la ROP óptima de 42,7 ft/hr se determinó que el costo óptimo por cada pie perforado sería de 39,88 USD/ft para dicha sección. Por tal motivo no se recomienda utilizar la ROP óptima ya que genera un ahorro de 13,3 USD/ft.

Tabla 5.18: Evaluación económica del pozo MARIANN 41 H

MARIANN 41			
SECCIÓN	16"	12 1/4"	8 1/2"
Intervalo (ft)	5373	3584	1254
Costo REAL por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 227,84	\$ 151,98	\$ 53,18
Costo ÓPTIMO por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 99,26	\$ 106,48	\$ 39,88
Diferencia (Real-Óptimo) (USD/ft)	\$ 128,58	\$ 45,50	\$ 13,30
Costo PROM por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 179,76		
Costo PROM OPT por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 94,50		
Diferencia Costo PROM (Real-Óptimo) (USD/ft)	\$ 85,26		

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Finalmente se llega a la conclusión que las ROP propuestas en el presente proyecto son aplicables para todo el pozo, ya que generan un ahorro final de 85,26 USD/ft.

5.3.2.7 Mariann 43

La sección de 16" tiene un costo real por cada pie perforado de 165,53 USD/ft, luego de aplicar la ROP óptima de 73,5 ft/hr se determinó que el costo óptimo por cada pie perforado sería de 105,89 USD/ft para dicha sección. Por tal motivo se recomienda utilizar la ROP óptima ya que genera un ahorro de 59,64 USD/ft.

La sección de 12 ¼" tiene un costo real por cada pie perforado de 81,04 USD/ft, luego de aplicar la ROP óptima de 45,7 ft/hr se determinó que el costo óptimo por cada pie perforado sería de 83,38 USD/ft para dicha sección. Por tal motivo no se recomienda utilizar la ROP óptima ya que genera una pérdida de 2,34 USD/ft.

La sección de 8 ½" tiene un costo real por cada pie perforado de 60,23 USD/ft, luego de aplicar la ROP óptima de 42,7 ft/hr se determinó que el costo óptimo por cada pie perforado sería de 66,33 USD/ft para dicha sección. Por tal motivo se recomienda utilizar la ROP óptima ya que genera una pérdida de 6,1 USD/ft.

Tabla 5.19: Evaluación económica del pozo MARIANN 43

MARIANN 43			
SECCIÓN	16"	12 1/4"	8 1/2"
Intervalo (ft)	5378	2633	1957
Costo REAL por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 165,53	\$ 81,04	\$ 60,23
Costo ÓPTIMO por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 105,89	\$ 83,38	\$ 66,33
Diferencia (Real-Óptimo) (USD/ft)	\$ 59,64	-\$ 2,34	-\$ 6,10
Costo PROM por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 122,54		
Costo PROM OPT por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 92,18		
Diferencia Costo PROM (Real-Óptimo) (USD/ft)	\$ 30,36		

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Finalmente se llega a la conclusión que se debió aplicar la ROP óptima de 73,5 ft/hr para la sección de 16", para las demás secciones las ROP óptimas no son aplicables, sin embargo, se genera un ahorro total de 30,36 USD/ft para el pozo.

5.3.2.8 Mariann 45 ST

La sección de 16" tiene un costo real por cada pie perforado de 161,4 USD/ft, luego de aplicar la ROP óptima de 73,5 ft/hr se determinó que el costo óptimo por cada pie perforado sería de 77,12 USD/ft para dicha sección. Por tal motivo se recomienda utilizar la ROP óptima ya que genera un ahorro de 84,28 USD/ft.

La sección de 12 ¼" tiene un costo real por cada pie perforado de 175,8 USD/ft, luego de aplicar la ROP óptima de 45,7 ft/hr se determinó que el costo óptimo por cada pie perforado sería de 135,1 USD/ft para dicha sección. Por tal motivo se recomienda utilizar la ROP óptima ya que genera un ahorro de 40,7 USD/ft.

La sección de 8 ½" tiene un costo real por cada pie perforado de 98,8 USD/ft, luego de aplicar la ROP óptima de 42,7 ft/hr se determinó que el costo óptimo por cada pie perforado sería de 76,33 USD/ft para dicha sección. Por tal motivo se recomienda utilizar la ROP óptima ya que genera un ahorro de 16,47 USD/ft.

Tabla 5.20: Evaluación económica del pozo MARIANN 45 ST

MARIANN 45 ST			
SECCIÓN	16"	12 1/4"	8 1/2"
Intervalo (ft)	4461	4859	2565
Costo REAL por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 161,40	\$ 175,80	\$ 92,80
Costo ÓPTIMO por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 77,12	\$ 135,10	\$ 76,33
Diferencia (Real-Óptimo) (USD/ft)	\$ 84,28	\$ 40,70	\$ 16,47
Costo PROM por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 152,48		
Costo PROM OPT por cada pie perforado (USD/ft)	\$ 100,65		
Diferencia Costo PROM (Real-Óptimo) (USD/ft)	\$ 51,83		

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Finalmente se llega a la conclusión que las ROP propuestas en al presente proyecto son aplicables para todo el pozo, ya que generan un ahorro final de 51,83 USD/ft.

5.4 INTERPRETACIÓN GRÁFICA DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA

5.4.1 CAMPO FANNY

5.4.1.1 Sección 16”

En la sección de 16”, el grafico presenta que los pozos FANNY-18B123H, FANNY-18B153H, FANNY-18B155H, FANNY-18B157, FANNY-18B161, FANNY-18B162 y FANNY-18B166 muestran un ahorro a la empresa debido a que se adaptan a la ROP propuesta en el presente proyecto de 64.8 ft/hr, siendo los USD/ft óptimos (columnas rojas) menores a los USD/ft reales (columnas azules).

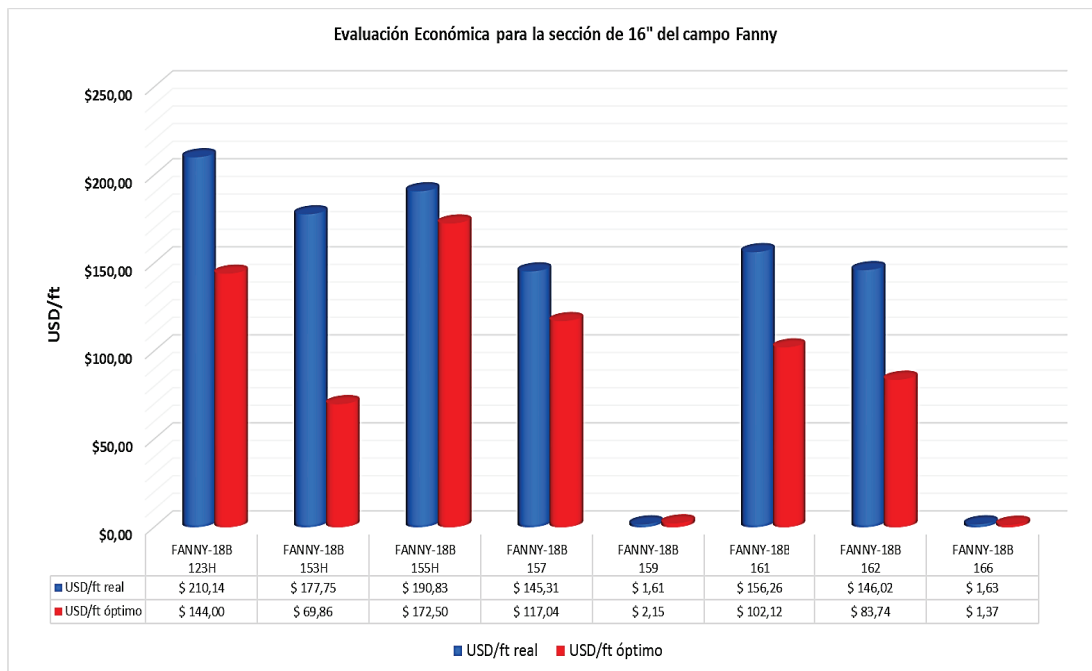
Finalmente, el pozos FANNY-18B159 muestra una perdida a la empresa ya que la ROP propuesta de 64.8 ft/hr no fue la adecuada para dicho pozo, cabe recalcar que en la sección de 16” se coloca el tubo conductor, siendo los USD/ft óptimos (columnas rojas) mayores a los USD/ft reales (columnas azules).

5.4.1.2 Sección 12 ¼”

En la sección de 12 ¼”, el grafico expone que los pozos FANNY-18B123H, FANNY-18B153H, FANNY-18B157, FANNY-18B161, FANNY-18B162 y FANNY-18B166 presentan un ahorro a la empresa debido a que se adaptan a la ROP propuesta en el presente proyecto de 54.7 ft/hr, siendo los USD/ft óptimos (columnas rojas) menores a los USD/ft reales (columnas azules).

Finalmente, los pozos FANNY-18B155H y FANNY-18B159 presentan una perdida a la empresa ya que la ROP propuesta de 54.7 ft/hr no fue la adecuada para dichos pozos, siendo los USD/ft óptimos (columnas rojas) mayores a los USD/ft reales (columnas azules).

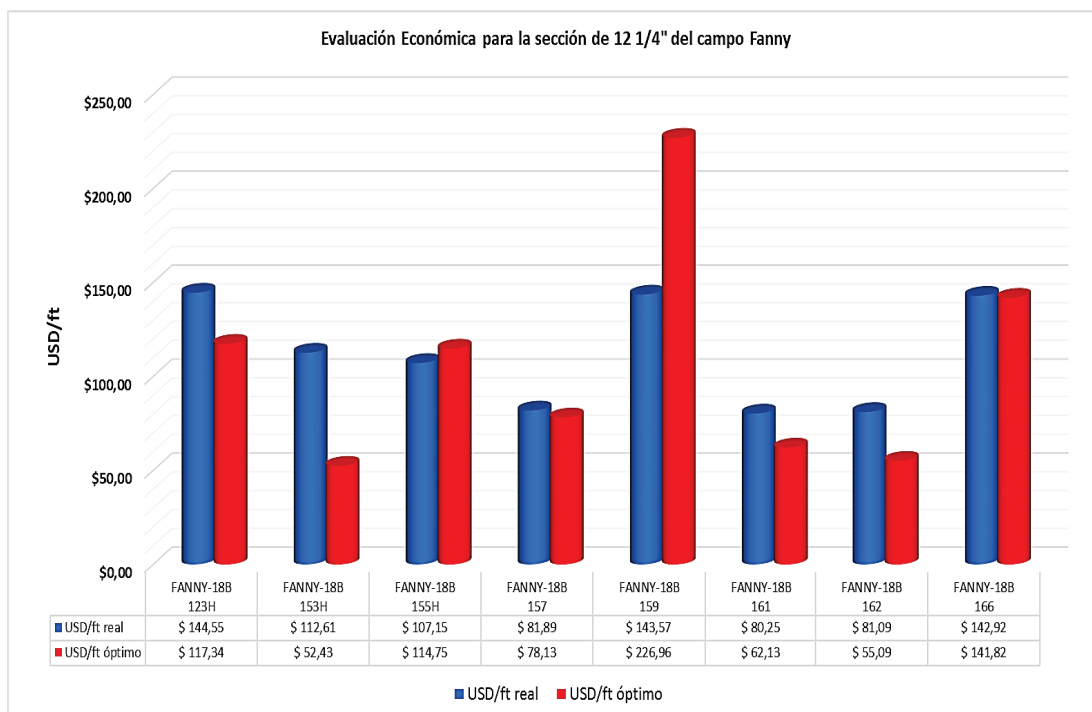
Gráfico 5.1: Evaluación económica para la sección de 16" del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Gráfico 5.2: Evaluación económica para la sección de 12 1/4" del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

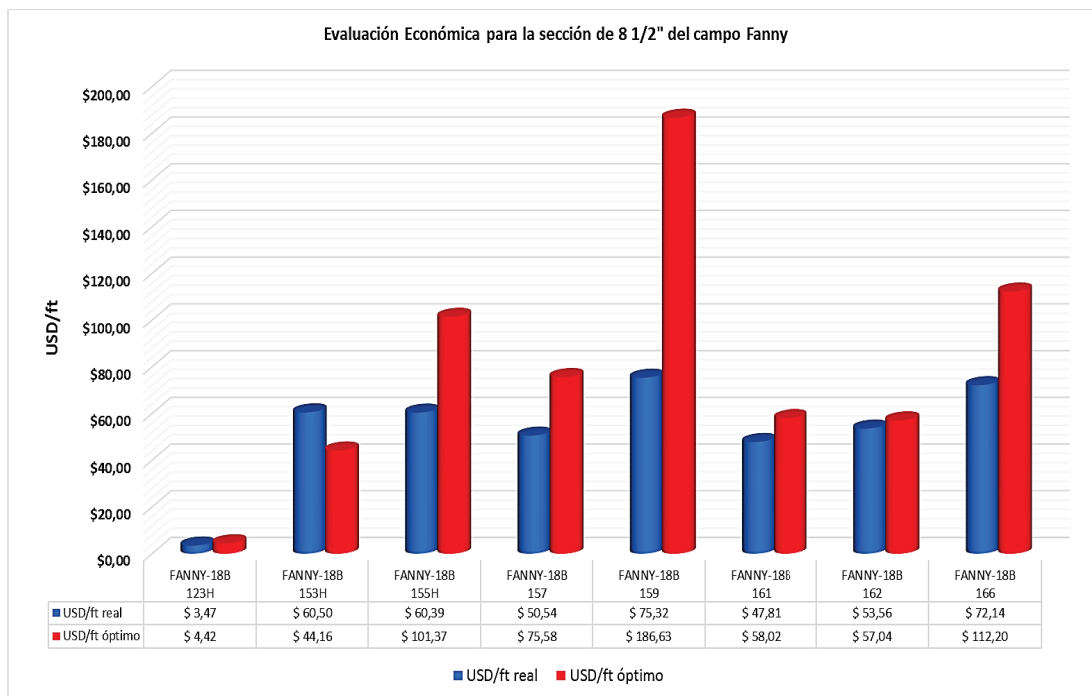
Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

5.4.1.3 Sección 8 1/2"

En la sección de 8 1/2", el gráfico indica que el pozo FANNY-18B153H presenta un ahorro a la empresa debido a que se adapta a la ROP propuesta en el presente proyecto de 34.9 ft/hr, siendo los USD/ft óptimos (columnas rojas) menores a los USD/ft reales (columnas azules).

Finalmente, los pozos FANNY-18B123H, FANNY-18B155H, FANNY-18B157, FANNY-18B159, FANNY-18B161, FANNY-18B162 y FANNY-18B166 exhiben una pérdida a la empresa ya que la ROP propuesta de 34.9 ft/hr no fue la adecuada para dichos pozos, siendo los USD/ft óptimos (columnas rojas) mayores a los USD/ft reales (columnas azules).

Gráfico 5.3: Evaluación económica para la sección de 8 1/2" del campo Fanny



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

5.4.2 CAMPO MARIANN

5.4.2.1 Sección 16”

En la sección de 16”, el grafico indica que los pozos MARIANN 4A-9, MARIANN 14, MARIANN 41H, MARIANN 43 y MARIANN 45 ST muestran un ahorro a la empresa debido a que se adaptan a la ROP propuesta en el presente proyecto de 73.5 ft/hr, siendo los USD/ft óptimos (columnas rojas) menores a los USD/ft reales (columnas azules).

Además, los pozos MARIANN 35, MARIANN 36 y MARIANN 37 indican un ahorro a la empresa ya que la ROP propuesta de 73.5 ft/hr fue la adecuada para dichos pozos, cabe recalcar que en la sección de 16” se coloca el tubo conductor, siendo los USD/ft óptimos (columnas rojas) menores a los USD/ft reales (columnas azules).

5.4.2.2 Sección 12 1/4”

En la sección de 12 1/4”, el grafico exhibe que los pozos MARIANN 41H y MARIANN 45 ST muestran un ahorro a la empresa debido a que se adaptan a la ROP propuesta en el presente proyecto de 45.7 ft/hr, siendo los USD/ft óptimos (columnas rojas) menores a los USD/ft reales (columnas azules).

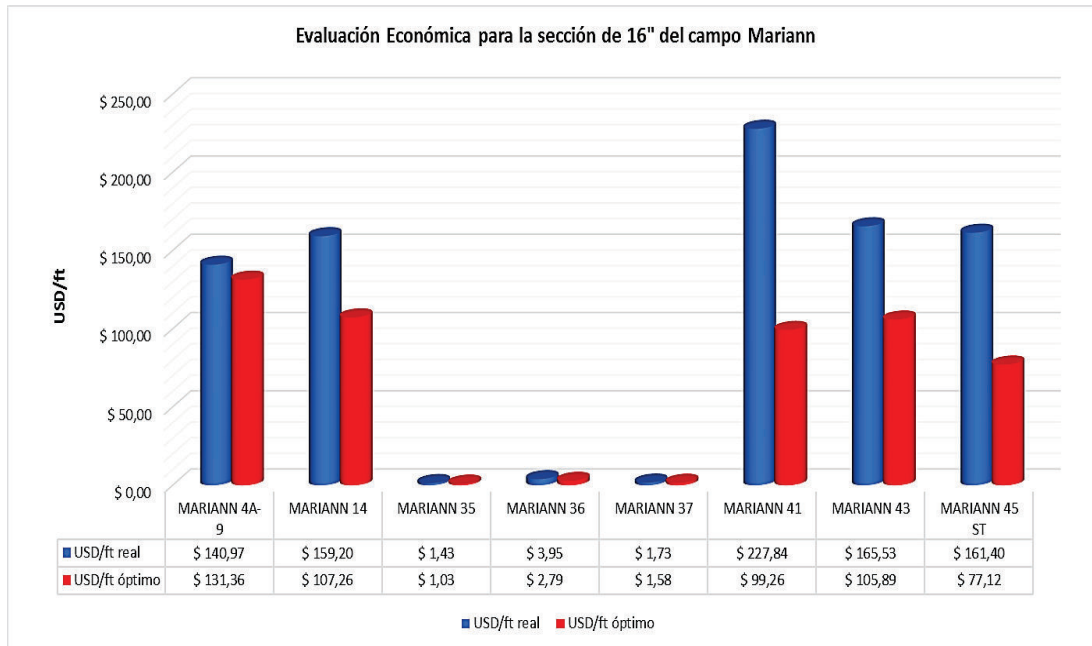
Finalmente, los pozos MARIANN 4A-9, MARIANN 14, MARIANN 35, MARIANN 36, MARIANN 37 y MARIANN 43 presentan una perdida a la empresa ya que la ROP propuesta de 45.7 ft/hr no fue la adecuada para dichos pozos, siendo los USD/ft óptimos (columnas rojas) mayores a los USD/ft reales (columnas azules).

5.4.2.3 Sección 8 1/2”

En la sección de 8 1/2”, el grafico indica que los pozos MARIANN 41H y MARIANN 45 ST presentan un ahorro a la empresa debido a que se adaptan a la ROP propuesta en el presente proyecto de 42.7 ft/hr, siendo los USD/ft óptimos (columnas rojas) menores a los USD/ft reales (columnas azules).

Finalmente, los pozos MARIANN 4A-9, MARIANN 14, MARIANN 35, MARIANN 36, MARIANN 37 y MARIANN 43 muestran una perdida a la empresa ya que la ROP propuesta de 42.7 ft/hr no fue la adecuada para dichos pozos, siendo los USD/ft óptimos (columnas rojas) mayores a los USD/ft reales (columnas azules).

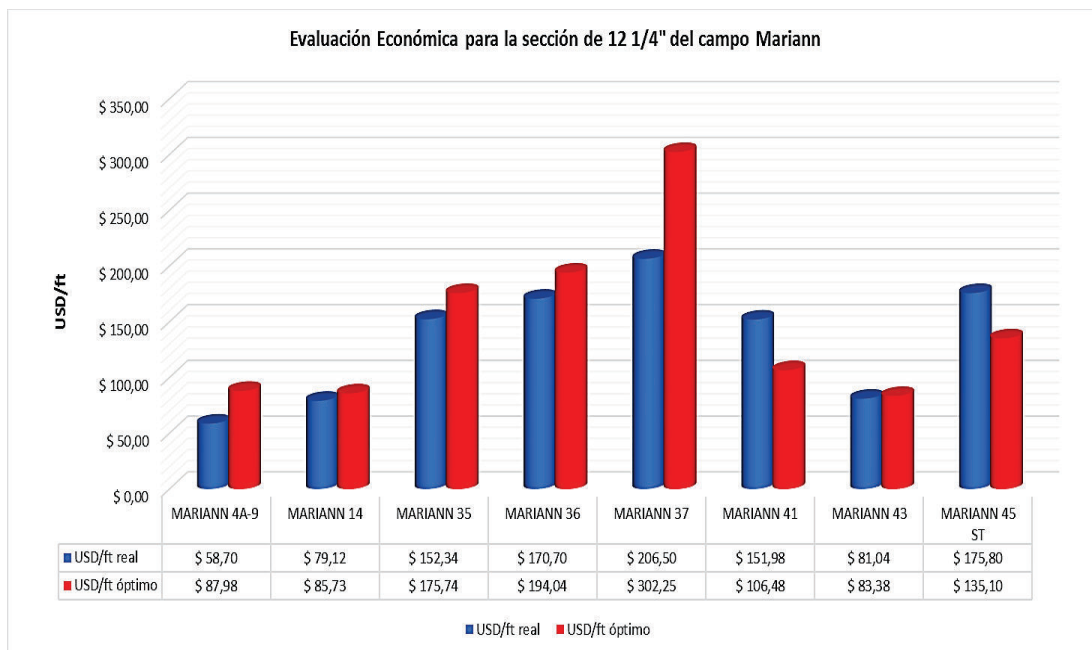
Gráfico 5.4: Evaluación económica para la sección de 16" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

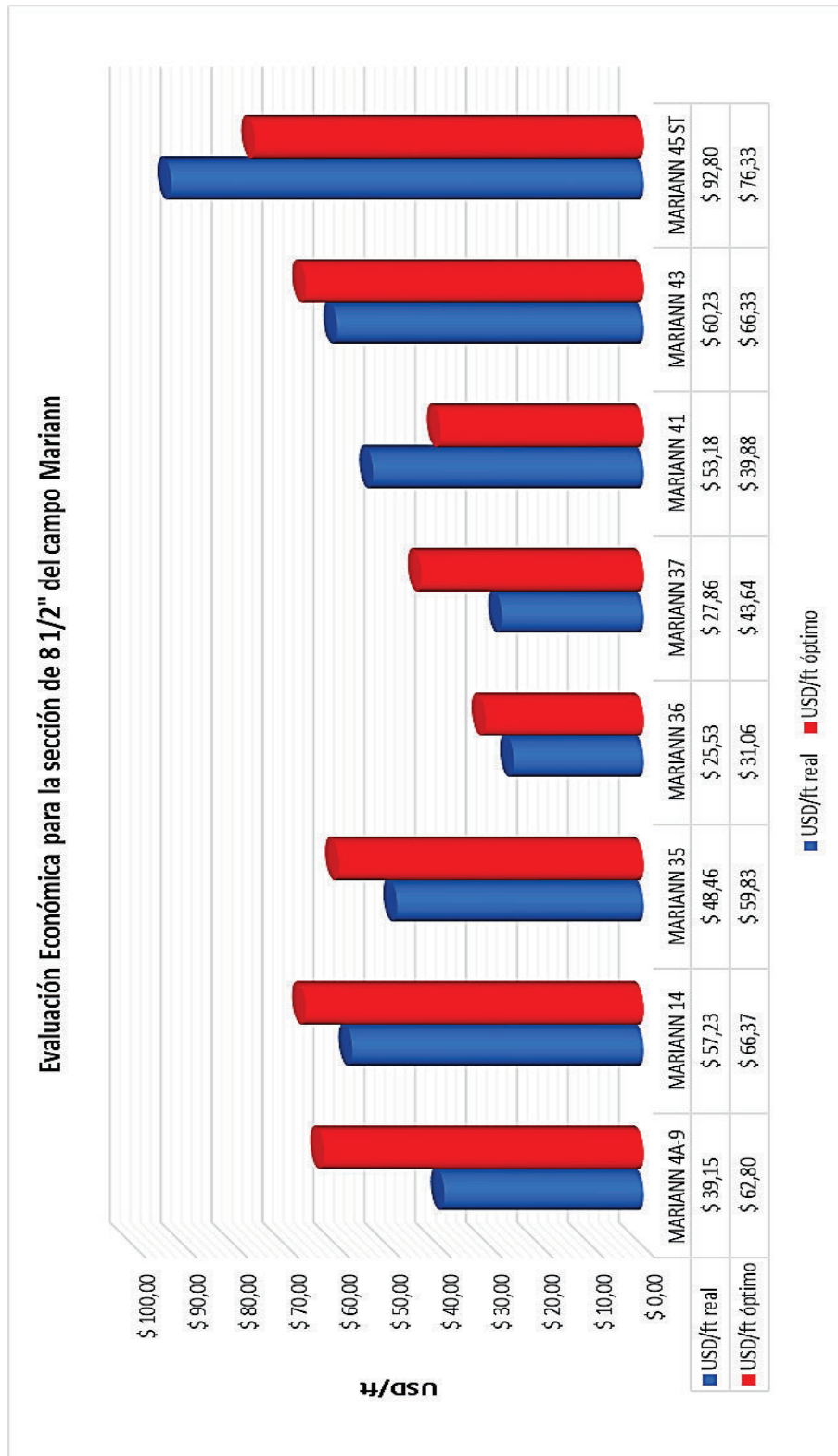
Gráfico 5.5: Evaluación económica para la sección de 12 ¼" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Gráfico 5.6: Evaluación económica para la sección de 8 1/2" del campo Mariann



Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

6.1.1 CAMPO FANNY

- Se concluye un pozo modelo después del estudio realizado a los parámetros de perforación, correlacionando los métodos estadísticos de Tendencias y Gauss; además se incluye los porcentajes promedios de ganancia y pérdida, los cuales fueron obtenidos al comparar los rangos óptimos y los rangos promedios del campo, como se indica en la Tabla 6.1; en el Anexo I se presenta un ejemplo de cálculo para la obtención de los porcentajes de los campos Fanny y Mariann.

Tabla 6.1: Parámetros óptimos del campo Fanny

CAMPO FANNY							
sección	Parámetros	OPTIMOS		PROMEDIO CAMPO		% PROM Absoluto	% GENERAL
		min	max	min	max		
16"	GPM	444	706	554	642	14,5%	9,7%
	PSI	1093	1762	1186	1573	9,3%	
	RPM	94	176	138	165	19,1%	
	WOB	4,9	16,2	6	15	12,7%	
	TQ	3	8,3	3	7	7,6%	
	ROP	64,8		67		3,3%	
	Densidad	8,4	10,2	8,4	10	1,1%	
12 1/4"	GPM	705	804	690	815	1,8%	8,6%
	PSI	2266	3229	2383	3058	5,1%	
	RPM	148	196	147	186	2,9%	
	WOB	6,2	22,7	8	24	14,1%	
	TQ	5,3	17,3	8	18	19,0%	
	ROP	54,7		47		14,1%	
	Densidad	9	10,2	9,4	10,4	3,1%	
8 1/2"	GPM	455	504	456	504	0,2%	4,9%
	PSI	2172	2736	2185	2622	2,4%	
	RPM	147	207	174	202	8,8%	
	WOB	5,5	22,5	6	23	5,3%	
	TQ	15,9	24	15	21	9,1%	
	ROP	34,9		32		8,3%	
	Densidad	9,7	10,2	9,7	10,2	0,2%	

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

- Luego del análisis realizado, se concluye que para la sección de 16" se genera una ganancia general del 9,7%. por otra parte, para la sección de 12 ¼" se obtiene una ganancia del 8,6%. Finalmente, para la sección de 8 ½" se produce una ganancia del 4,9%.
- Luego del estudio realizado se concluye que los pozos óptimos son: FANNY-18B159 Y FANNY-18B166, ya que se adaptaron a los parámetros propuestos en el presente proyecto.
- Posteriormente se concluye que los pozos no óptimos son: FANNY-18B161 Y FANNY-18B162, debido a que no se acoplaron a los parámetros propuestos en el presente proyecto.
- En la Tabla 6.2 se concluye los tipos de lodos más utilizados durante la perforación.

Tabla 6.2: Tipos de lodos usados en el campo Fanny

CAMPO FANNY			
SECCIÓN	16"	12 ¼"	8 ½"
TIPO DE LODO	Nativo dispero Aquagel	EZ-MUD CLAYSEAL KLAS-STOP	

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

- Luego de la aplicación del PCA utilizando el software PAST 3.08 concluimos la Tabla 6.3.

Tabla 6.3: PCA para los pozos del campo Fanny

CAMPO FANNY			
SECCIÓN	POZOS ÓPTIMOS	POZOS NO ÓPTIMOS	% ÓPTIMO
16"	FANNY-18B123H FANNY-18B155H FANNY-18B157 FANNY-18B159 FANNY-18B166	FANNY-18B161 FANNY-18B162	62,5 %
12 ¼"	FANNY-18B159 FANNY-18B166	FANNY-18B157 FANNY-18B161 FANNY-18B162	25%
8 ½"	FANNY-18B155H FANNY-18B159	FANNY-18B123H FANNY-18B161 FANNY-18B162	25%

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

- Después del estudio realizado, se concluye que el 62,5% de los pozos se ajustan a los parámetros óptimos propuestos en la sección de 16". Por otra parte, el 25% de los pozos se ajustan a los parámetros óptimos propuestos en la sección de 12 ¼". Finalmente, el 25% de los pozos se ajustan a los parámetros óptimos propuestos en la sección de 8 ½".
- Finalmente, luego de la evaluación comparativa realizada en el capítulo 4 en la cual relacionamos las ROP finales y las horas de perforación de los pozos FANNY-18B159 y FANNY-18B162 se llega a la conclusión que aplicando una ROP máxima al pozo inadecuado FANNY-18B162, se obtiene un ahorro del 27.78 % y así sería más eficiente.
- Después de la evaluación económica a los pozos del campo Fanny se llega a la conclusión de que los pozos que generan ahorro en USD/ft, luego de aplicar los parámetros obtenidos en el presente proyecto son:
 - FANNY-18B123H = 49.78 USD/ft
 - FANNY-18B153H = 76.78 USD/ft
 - FANNY-18B155H = 0.59 USD/ft
 - FANNY-18B157 = 11.35 USD/ft
 - FANNY-18B161 = 33.15 USD/ft
 - FANNY-18B162 = 39.25 USD/ft

6.1.2 CAMPO MARIANN

- Se concluye un pozo modelo después del estudio realizado a los parámetros de perforación, correlacionando los métodos estadísticos de Tendencias y Gauss; además se incluye los porcentajes promedios de ganancia y pérdida, los cuales fueron obtenidos al comparar los rangos óptimos y los rangos promedios del campo, como se indica en la Tabla 6.4.

Tabla 6.4: Parámetros óptimos del campo Mariann

CAMPO MARIANN							
sección	Parámetros	OPTIMOS		PROMEDIO CAMPO		% PROM Absoluto	% GENERAL
		min	max	min	max		
16"	GPM	429	765	585,5	774,11	14,0%	16,1%
	PSI	585	1810	1414	2085,45	36,9%	
	RPM	76	147	115,55	164,05	22,3%	
	WOB	4,15	17,2	5,25	17,9	12,3%	
	TQ	3,3	9,0	3,85	9,15	8,0%	
	ROP	73,5		61		17,0%	
	Densidad	8,49	10,45	8,45	10	2,4%	
12 1/4"	GPM	640	836	663	807	3,4%	8,4%
	PSI	2138	3392	2058	2802	10,6%	
	RPM	143	196	149	180	5,9%	
	WOB	6,50	26,10	6,79	25,89	2,5%	
	TQ	8,20	18,80	6,95	13,16	22,6%	
	ROP	45,7		51		10,4%	
	Densidad	9,7	11,2	9,5	10,7	3,3%	
8 1/2"	GPM	434,5	513,5	477	506	5,2%	5,9%
	PSI	1661,5	2397	1960	2380	8,0%	
	RPM	157,5	212,5	152,3	196	5,5%	
	WOB	5,1	22,8	6,6	23	11,8%	
	TQ	14,9	20	15,4	20,8	3,5%	
	ROP	42,7		40		6,3%	
	Densidad	9,8	10,2	9,75	10,11	0,6%	

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

- Luego del análisis realizado, se concluye que para la sección de 16" se genera una ganancia general del 16,1%. por otra parte, para la sección de 12 1/4" se obtiene una ganancia del 8,4%. Finalmente, para la sección de 8 1/2" se produce una ganancia del 5,9%.

- Luego del estudio realizado se concluye que los pozos óptimos son: MARIANN 4A-9 y MARIANN 35 ya que se adaptaron a los parámetros propuestos en el presente proyecto.
- Posteriormente se concluye que los pozos no óptimos son: MARIANN 43 y MARIANN 45 ST, debido a que no se acoplaron a los parámetros propuestos en el presente proyecto. En la Tabla 6.5 se concluye los tipos de lodos más utilizados durante la perforación.

Tabla 6.5: Tipos de lodos usados en el campo Mariann

CAMPO FANNY			
SECCIÓN	16"	12 ¼"	8 ½"
TIPO DE LODO	Nativo dispero	EZ-MUD CLAYSEAL	KLAS-STOP
	Aquagel	KLAS-STOP	BARADRILL-N

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

- Luego de la aplicación del PCA utilizando el software PAST 3.08 concluimos la Tabla 6.6.

Tabla 6.6: PCA para los pozos del campo Mariann

CAMPO MARIANN			
SECCIÓN	POZOS ÓPTIMOS	POZOS NO ÓPTIMOS	% ÓPTIMO
16"	MARIANN 4A-9 MARIANN 35	MARIANN 37 MARIANN 36	25%
12 ¼"	MARIANN 35 MARIANN 36 MARIANN 37	MARIANN 4A-9 MARIANN 43 MARIANN 45 ST	37,5%
8 ½"	MARIANN 4A-9 MARIANN 14	MARIANN 36 MARIANN 37 MARIANN 45 ST	25%

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

- Después del estudio realizado, se concluye que el 25% de los pozos se ajustan a los parámetros óptimos propuestos en la sección de 16". Por otra parte, el 37,5% de los pozos se ajustan a los parámetros óptimos

propuestos en la sección de 12 ¼". Finalmente, el 25% de los pozos se ajustan a los parámetros óptimos propuestos en la sección de 8 ½".

- Finalmente, luego de la evaluación comparativa realizada en el capítulo 4 en la cual relacionamos las ROP finales y las horas de perforación de los pozos MARIANN 4A-9 y MARIANN 45 ST se llega a la conclusión que aplicando una ROP máxima al pozo inadecuado MARIANN 45 ST, se obtiene un ahorro del 42.75 % y así sería más eficiente.
- Después de la evaluación económica a los pozos del campo Mariann se llega a la conclusión de que los pozos que generan ahorro en USD/ft, luego de aplicar los parámetros obtenidos en el presente proyecto son:
 - MARIANN 14 = 24.44 USD/ft
 - MARIANN 41H = 85.26 USD/ft
 - MARIANN 43 = 30.36 USD/ft
 - MARIANN 45 ST = 51.83 USD/ft
- Se concluye el ahorro total general por cada pie perforado de los campos Fanny y Mariann, como indica la Tabla 6.7.

Tabla 6.7: Cuadro General de beneficios

CAMPO	FANNY-18B						MARIANN			
POZO	123H	153H	155H	157	161	162	14	41H	43	45 ST
Costo por cada pie perforado (USD/ft)	48,78	76,68	0,59	11,35	33,15	39,25	24,44	85,26	30,36	51,83
TOTAL Promedio (USD/ft)	34,97						47,97			
TOTAL Promedio General (USD/ft)	41,47									

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

- Se concluye que el ahorro total promedio por cada pie perforado del campo Fanny es de 34,97 USD/ft, mientras que para el campo Mariann tiene un ahorro de 47,97 USD/ft. Finalmente, se determinó un ahorro general promedio entre los dos campos de 41,47 USD//ft.

6.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda revisar minuciosamente la información presentada en los reportes finales de perforación con el objetivo de diseñar las matrices adecuadas para los campos analizados.
- Para la optimización de los parámetros de perforación y fluidos se recomienda correlacionar dos o más métodos estadísticos (Tendencias, Gauss, Montecarlo, etc.), para poder obtener parámetros más confiables.
- Se recomienda realizar un PCA cuando se tenga la necesidad de obtener pozos óptimos y no óptimos ya que dicho proceso correlaciona los parámetros de perforación además de posibilitar un análisis por secciones.
- Se recomienda realizar un estudio técnico-económico para poder tener un mejor punto de vista con respecto a la relación entre la parte técnica (Parámetros de perforación, brocas, Casing, lodos, etc.) y la parte económica (costo planeado, costo real, costo por cada pie perforado, etc.)
- Se recomienda perforar con parámetros controlados y siempre rotando cuando atravesemos la zona de Basal Tena a una TVD de 7596 ft y Arena M1 a una TVD de 7666 ft ya que son arenas abrasivas, para evitar el daño en la broca; además disminuir las RPM hasta 150 y aumentar el WOB hasta 20 Klbs en la zona de calizas con una ROP optima de 39 ft/hr.
- Se recomienda en las arcillas de Tiyuyacu aumentar el TFA a 1.11 in² para no aplicar un WOB mayor a 15 Klbs y así no sacrificar la ROP de 50 ft/hr. Si se desliza en el conglomerado a una TVD de 5800 ft hay que aplicar WOB no más de 17 Klbs.
- Después de las 40 horas de perforación aproximadamente se realiza el viaje a superficie, se recomienda ampliar el TFA a 0,9 in² con el objetivo de trabajar con alto caudal de 760 gpm esperando tener una mejor ROP de 69 ft/hr.

- Supervisar constantemente los equipos de control de sólidos, mallas, conos, presiones de trabajo de los mismos y rendimiento de las bombas para así poder sugerir mejoras en cuanto a equipos con los encargados del taladro.
- Mientras no exista vibración en la sarta, utilizar la mayor cantidad de revoluciones permitidas para mantener la verticalidad del hoyo y tener una buena limpieza en la cara de la broca.
- En la Tabla 6.8 se muestran los parámetros recomendables para los campos Fanny y Mariann.

Tabla 6.8: Parámetros de los campos Fanny y Mariann

PARÁMETROS PARA LOS CAMPOS FANNY Y MARIANN			
SECCIÓN	16"	12 1/4"	8 1/2"
GPM	429 - 765	640 - 836	435 - 514
RPM	76 - 176	143 - 196	147 - 213
WOB	4 - 17	6 - 26	5 - 23
Torque	3 - 9	5 - 19	15 - 24
Densidad	8.4 - 11	9 - 11	9.7 - 10
ROP	69	50	39

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

- No aplicar un WOB mayor a 17 Klbs para la sección de 16" para no embolar la broca Tricónica.
- Incrementar paulatinamente el galonaje hasta 800 gpm para las secciones de 16" y 12 1/4" con el fin de evitar fracturas.
- Mantener las RPM menores a 200 rpm para las secciones de 16", 12 1/4" y 8 1/2" conforme perforamos con el objetivo de no causar una vibración axial por altas RPM.
- En la sección de 16", estar atentos con los parámetros: torque y WOB ya que un aumento injustificado de cualquiera de estos como un torque errático que supere las 10 Klbs*ft podría indicar el mal estado de algún cono.

- En los viajes de acondicionamiento para los hoyos de 12 1/4" y 8 1/2" se debe realizar con brocas Tricónica con los jets abiertos para poder trabajar con el máximo galonaje de 836 y 514 gpm respectivamente, permitiendo una excelente limpieza del hoyo.
- Mantener una tasa de flujo mayor a 836 gpm en las zonas arcillosas para proporcionar una mayor limpieza y acarreo de recortes.
- Durante la perforación de los primeros 250 ft es recomendable trabajar con una alta reología de fluido y con una buena densidad de 8.4 hasta 11 lpg lo cual nos ayuda a llevar los recortes debido a los bajos caudales.
- No circular dentro del Casing con alto galonaje el máximo galonaje para trabajar dentro del Casing es 350 gpm.
- Se recomienda que para la sección de 16" la ROP debe ser mayor o igual a 69 ft/hr, para la sección de 12 1/4" la ROP debe ser mayor o igual a 50 ft/hr y para la sección de 8 1/2" la ROP debe ser mayor o igual a 39 ft/hr para garantizar eficiencia en la perforación del pozo.

BIBLIOGRAFÍA

- American Petroleum Institute. Standard Procedure for Testing Drilling Fluids. 1st Edition. Dallas, Texas 1962. 788p.
- Annis, M. Smith, M. Drilling fluids technology. Revised Edition. U.S.A.: EXXON COMPANY. Revised Edition 1996. 366p.
- Arab Oil Books. Mud Engineering. S.f. 21p.
- Baker Hughes INTEQ. Drilling Engineering Workbook. Training & Development. Thorne Houston, 1995. 410p.
- Bourgoyne et al. Applied Drilling Engineering. 1ra Edición. Richardson, TX: Society of Petroleum Engineers. 1986. 509p.
- Castro et al. Guía de diseño para el Asentamiento y Diseño de tuberías de revestimiento. 2013. 72p.
- CEDIP. Barrenas e hidráulica de perforación. S.f. 89p.
- CEDIP. Diseño de la Perforación de Pozos. Tomo 8. 2012. 210p.
- Cruz, R. Ingeniería de perforación. Cabimas. 2009. p.
- Christensen-Roder. (2015) Estabilizadores de Perforación. Recuperado de: http://www.christensen-roder.com.ar/servicios_estabilizadores.html
- De la Torre, P. Selección de barrenas por correlación. Tesis UNAM. 2008. 86p.
- Dos santos et al. (2012). Perforación Vertical.
- ENI. Casing Design Manual. Eni - Agip Division Italian Districts. 1999. 134p.
- Farahat, M. Drilling Process. 2006. 30p.
- González et al. Diseño Del Programa De Brocas Requerido Para Perforar El Pozo Direccional XD. 2010. 7p.
- Halliburton. Brocas de Perforación. S.f. 23p.
- Hawker et al. Procedimientos y Operaciones en el pozo. Manual de Perforación. Datalog, 3030 9th St SE, Calgary, Alberta, Canada T2G 3B9. 2001. 278p.
- Helms, L. (2008). Horizontal drilling. DMR newsletter, 35(1), 1-3.
- Jiménez, J. & Rivera, C. Mejoramiento de la Hidráulica de Pozos Verticales y Direccionales Durante su Construcción. 2009. 145p.

- Khodja et al. Drilling Fluid Technology: Performances and Environmental Considerations. Products and Services; from R&D to Final Solutions, Igor Fuerstner (Ed.), 2010. 31p.
- La Comunidad Petrolera. (2009) Perforación vertical, horizontal y direccional controlada. Recuperado de: <http://industria-petrolera.lacomunidadpetrolera.com/2009/01/perforacin-vertical-horizontal-y.html>
- La Comunidad Petrolera. (2009). Tuberías de revestimiento. Recuperado de: <http://industria-petrolera.lacomunidadpetrolera.com/2009/01/tuberias-de-revestimiento.html>
- Lopez, O. Hidráulica de la broca. JoaPetrol Company. 2013. 14p.
- Morales, S. (2013) Brocas de cortadores fijos. Recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/136099110/Brocas-de-Cortadores-Fijos>
- NOUS Group. (s.f.) Fundamentos de Exploración y Producción.
- Obando, K. Curso básico de fluidos de perforación. S.f. 128p.
- PerfoBlogger. (2011). Mechas e Hidráulica aplicada para las Mismas. Recuperado de: <http://achjjj.blogspot.com/2011/06/mechas-e-hidraulica-aplicada-para-las.html>
- PerfoBlogger. (2012). Ensamblajes de Fondo (BHA). Recuperado de: <http://achjjj.blogspot.com/2012/03/ensamblajes-de-fondo-bha.html>
- Perforación Horizontal. (s.f.) Beneficios de la perforación horizontal. Recuperado de: <http://perforacionhorizontal.com/beneficios>
- REED HY-CATALOG. (2012) Entrenamiento sobre barrenas. Recuperado de: <http://geologyanddrillingproblems.wikispaces.com/SELECCION+DE+BR+OCAS>
- Sanchez, F. Clases de Pozos I. Industria Petrolera en Venezuela. 2009. 7p.
- Schlumberger. La sarta de perforación. IPM. S.f. 28p.
- Skalle, Pal. Drilling Fluid Engineering. Third edition. Ventus Publishing ApS. 2012. 132p.
- Smith Internacional. Teoría de Mechas. Smith Bits. 2005

- Smith International. Drilling Assembly Handbook. Houston, Texas. 2001. 99p.
- Smith, M. Directional Drilling Training Manual. Final review and approval MJS. 200 Gillingham Lane. 1996. 24p.
- UNAM. Perforación de Pozos Petroleros. 2010. 176p.
- Albán, C. Álvarez, F. (2014). Determinación de los parámetros óptimos de perforación en el campo Sacha. (Tesis de Grado). EPN
- Calispa, C. Villegas, F. (2013). Análisis técnico para la optimización de los parámetros y variables de perforación en la cuenca oriente (Tesis de Grado). UCE

GLOSARIO

- **American Petroleum Institute (API).**- Es la principal organización de estandarización para la industria petrolera.
- **Anular.**- Espacio entre dos tuberías concéntricas por donde puede pasar un fluido.
- **Blowout preventer (BOP).**- Válvula de alta presión accionada mecánica o hidráulicamente, instalada en la cabeza del pozo para controlar la presión dentro del mismo.
- **Broca.**- Elemento de corte utilizado en la perforación de pozos de petróleo y gas.
- **Casing.**- Tubería de revestimiento de acero cementada dentro del pozo que permite el progreso de la perforación y proporciona un medio de extracción del hidrocarburo.
- **Circulación.**- Ciclo del lodo de perforación a través de la sarta y el fondo del pozo con el objetivo de acondicionar el fluido.
- **Costra de lodo.**- Material sólido o semisólido resultado de un proceso de separación líquido-sólido.
- **Densidad.**- Masa por unidad de volumen, en fluidos de perforación generalmente se utiliza en las unidades de libras por galón.
- **Desviación.**- Llamada también inclinación, es el ángulo entre el eje del pozo y la vertical hacia abajo.
- **Dog leg.**- Cambio brusco en la dirección de un pozo, conocido también como pata de perro.

- **Ensamblaje de fondo (BHA).**- Constituye el ensamblaje debajo de la tubería de perforación hasta la broca.
- **Estabilizador.**- Herramienta instalada en la sarta de perforación para centrar la tubería en el agujero y resistir al doblamiento.
- **Fluido de perforación.**- Constituye generalmente una mezcla de arcilla y agua aunque en ocasiones los pozos también pueden ser perforados con aire, gas natural, petróleo o agua fresca.
- **Formación.**- Deposito compuesto por los mismos minerales con las características para ser una unidad sedimentaria.
- **Galonaje.**- Es el caudal medido en galones por minuto.
- **Hoyo abierto.**- Cualquier pozo en el que no se ha colocado la tubería de revestimiento.
- **Hoyo.**- Término comúnmente utilizado para nombrar al pozo.
- **Jet.**- Toberas o boquillas a través de las cuales sale el fluido a una velocidad definida por el tamaño de las mismas.
- **Keyseat.**- Como consecuencia de un dog leg se realiza un canal paralelo al eje del agujero por medio de la acción de arrastre de la tubería de perforación, llamado también ojo de llave.
- **Kickoff Point (KOP).**- Profundidad en un pozo vertical en la que se empiezan operaciones de perforación direccional.
- **Liner.**- Cadena de tubería usada para revestir el hoyo, traslapada por dentro del casing y sostenida por un colgador de liner.

- **Mesa rotaria.-** Equipo de superficie que transfiere la potencia de los motores a la sarta de perforación con el objetivo de lograr un movimiento de rotación.
- **Motor de fondo.-** Herramienta ubicada sobre la broca que convierte la energía hidráulica del lodo de perforación en energía mecánica para rotar la broca de forma independiente a la sarta de perforación.
- **Pega de tubería.-** Tubería atascada con la cual ya no se puede trabajar porque no se puede mover.
- **Perforación Direccional.-** Perforación con un ángulo controlado con respecto a la vertical.
- **Perforación rotatoria.-** Método de perforación en el cual se hace girar la tubería de perforación para que gire la broca.
- **Perforar.-** Acción de realizar un agujero en el subsuelo terrestre hacia un objetivo determinado.
- **Peso sobre la broca (WOB).-** Cantidad de fuerza hacia abajo colocada sobre la broca por el peso de la tubería de perforación.
- **Porosidad.-** Volumen de los poros de la roca para almacenar fluidos.
- **Potencial de Hidrogeno (PH).-** Describe la acidez o la alcalinidad de un fluido de perforación, definido como el logaritmo negativo del ion hidrogeno (H⁺).
- **Profundidad medida (MD).-** Distancia medida a lo largo de la trayectoria del pozo.
- **Profundidad total (TD).-** Máxima profundidad alcanzada en un pozo.

- **Profundidad vertical verdadera (TVD).**- Distancia vertical medida generalmente desde la plataforma de perforación hasta un punto en el pozo.
- **PSI.**- Libras por pulgada cuadrada, unidad de presión.
- **Rata de flujo.**- Velocidad del fluido con la que pasa a través de una tubería.
- **Rata de penetración (ROP).**- Velocidad a la que la broca ingresa en la formación, generalmente expresada en pies por hora.
- **Recortes.**- Fragmentos de roca que son llevados a la superficie por medio del fluido de perforación.
- **Reservorio.**- Trampa o estructura de roca sedimentaria, porosa y permeable que contiene petróleo y/o gas.
- **RPM.**- Velocidad angular durante la perforación, medida en revoluciones por minuto.
- **Sarta de perforación.**- Incluye todo el conjunto de elementos que giran y se extienden hasta la broca.
- **Side track.**- Perforación luego de un obstáculo en el agujero mediante el uso de herramientas especiales.
- **Torque (TQ).**- Fuerza rotacional aplicada.
- **Tubería de perforación.**- Tubos de acero de aproximadamente 30 pies de longitud, los cuales son atornillados para formar un tubo continuo desde la plataforma de perforación hasta la broca en el fondo del hoyo.

- **Tubing.-** Tubería suspendida dentro del espacio anular del Casing, utilizada para producir fluidos del pozo.
- **Viscosidad Funn.-** Es aquella medida con el viscosímetro Funn, el cual facilita el uso del modelo plástico de Bingham con los fluidos de perforación en el campo.
- **Viscosidad Plástica (PV).-** Resistencia al flujo que resulta de la fricción mecánica entre sólidos y líquidos es expresada en centipoise, depende de la concentración, tamaño y forma de los sólidos presentes en el fluido.
- **Yield Point (YP).-** Es una medida de las fuerzas de atracción entre las partículas bajo condiciones dinámicas, se relaciona con la capacidad de limpieza del fluido en condiciones dinámicas, sus unidades son lb/100ft².

**Anexo A: Matriz general de los
parámetros de perforación del campo
Fanny**

**Anexo A1: Matriz de los parámetros
de perforación para la sección de 16”
del campo Fanny**

**Anexo A2: Matriz de los parámetros
de perforación para la sección de
12 ¼” del campo Fanny**

**Anexo A3: Matriz de los parámetros
de perforación para la sección de 8 ½”
del campo Fanny**

**Anexo B: Matriz general de los
parámetros de perforación del campo
Mariann**

**Anexo B1: Matriz de los parámetros
de perforación para la sección de 16”
del campo Mariann**

**Anexo B2: Matriz de los parámetros
de perforación para la sección de
12 ¼” del campo Mariann**

**Anexo B3: Matriz de los parámetros
de perforación para la sección de 8 ½”
del campo Mariann**

**Anexo C: Matriz general de los parámetros del fluido de perforación del campo
Fanny**

MATRIZ GENERAL DE LOS PARÁMETROS DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN DEL CAMPO FANNY													
POZO	SECCION	TIPO	PROFUNDIDAD (ft)	ρ min (lpg)	ρ max (lpg)	μ FUNN min (seg/qt)	μ FUNN max (seg/qt)	PV min (cp)	PV max (cp)	YP min	YP max	PH min	PH max
FANNY-18B123H	16"	NATIVO DISPERSO	104-5605	8,4	9,8	26	35	3	12	2	13	7	7,5
	12 1/4"	KLAS-STOP	5605-9389	9,4	10,4	35	41	8	18	14	18	9,3	9,6
	8 1/2"	KLAS-STOP	9389-9480	9,8	10	38	42	14	18	13	16	9,5	9,5
	6 1/8"	KLAS-STOP, SALMUERA DE KCL	9480-10300	8,8	9,1	41	42	8	10	20	27	9,3	9,5
FANNY-18B153H	16"	AQUAGEL/CALCIUM NITRATE	0-5440	8,4	10,6	27	32	2	8	3	20	8	9,4
	12 1/4"	CLAY SEAL EZ-MUD	5440-8820	9,8	10,5	37	54	5	12	12	19	9,3	9,5
	8 1/2"	CLAY SEAL	8820-10636	10,1	10,5	38	44	8	14	12	16	9,2	9,5
	6 1/8"	BARADRILL-N	10636-11360	8,8	8,9	58	60	6	8	28	30	9,3	9,3
FANNY-18B155H	16"	AQUAGEL/CALCIUM NITRATE	0-5672	8,4	10,3	28	31	5	6	3	11	8,3	8,4
	12 1/4"	EZ-MUD CLAYSEAL	5672-8798	9,4	10,2	35	40	7	9	13	18	9,2	9,8
	8 1/2"	EZ-MUD CLAYSEAL	8798-10560	9,7	10,3	40	42	9	13	18	21	9,4	9,6
	6 1/8"	BARADRILL-N	10560-11465	8,7	8,9	58	60	6	8	28	30	9,4	9,6
FANNY-18B157	16"	AQUAGEL/CALCIUM NITRATE	0-6090	8,4	10,5	28	32	3	6	7	18	7	10,8
	12 1/4"	EZ-MUD	6090-9460	9,7	10,5	36	45	6	16	13	20	9,3	9,8
	8 1/2"	BARADRILL-N	9460-11540	9,7	9,9	36	39	11	14	13	17	9,4	9,9
	16"	AGUA FRESCA	37-110	8,5	8,5	27	27	2	2	4	4	7	7
FANNY-18B159	12 1/4"	AQUAGEL/CALCIUM NITRATE	110-6595	8,5	10,2	27	31	2	7	4	16	7	7,8
	8 1/2"	EZ-MUD CLAYSEAL	6595-10000	9,6	10	32	48	9	18	10	25	9,1	9,9
	16"	AQUAGEL/CALCIUM NITRATE	0-6150	8,4	10,8	28	42	2	6	5	27	7,2	8
	12 1/4"	EZ-MUD CLAYSEAL	6151-9252	10	10,6	35	50	5	17	15	24	9	9,7
FANNY-18B161	8 1/2"	BARADRILL-N	9252-11100	9,7	10,4	39	46	8	17	16	23	9,1	9,6
	16"	AQUAGEL/CALCIUM NITRATE	0-5903	8,4	10,6	31	41	2	8	5	23	7	8
	12 1/4"	EZ-MUD CLAYSEAL	5904-9120	9,7	10,5	29	50	5	14	7	27	9	9,8
	8 1/2"	BARADRILL-N	9120-11245	9,7	10,4	43	54	9	22	21	28	10	10
FANNY-18B166	16"	AGUA FRESCA	0-105	8,5	8,5	26	26	3	3	4	4	7	7
	12 1/4"	AQUAGEL/CALCIUM NITRATE	105-6495	8,6	10,2	27	30	3	8	4	15	7	7
	8 1/2"	EZ-MUD CLAYSEAL PLUS	6495-9718	9,6	10,1	31	38	5	17	9	16	9,3	9,5

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Anexo C1: Matriz de los parámetros del fluido de perforación para la sección de 16" del campo Fanny

MATRIZ DE LOS PARÁMETROS DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN EN LA SECCIÓN DE 16" DEL CAMPO FANNY													
POZO	SECCION	TIPO	PROFUNDIDAD (ft)	ρ min (lpg)	ρ max (lpg)	μ FUNN min (seg/qt)	μ FUNN max (seg/qt)	PV min (cp)	PV max (cp)	YP min	YP max	PH min	PH max
FANNY-18B123H	16"	NATIVO DISPERSO	104-5605	8,4	9,8	26	35	3	12	2	13	7	7,5
FANNY-18B153H	16"	AQUAGEL/CALCIUM NITRATE	0-5440	8,4	10,6	27	32	2	8	3	20	8	9,4
FANNY-18B155H	16"	AQUAGEL/CALCIUM NITRATE	0-5672	8,4	10,3	28	31	5	6	3	11	8,3	8,4
FANNY-18B157	16"	AQUAGEL/CALCIUM NITRATE	0-6090	8,4	10,5	28	32	3	6	7	18	7	10,8
FANNY-18B159	16"	AGUA FRESCA	37-110	8,5	8,5	27	27	2	2	4	4	7	7
FANNY-18B161	16"	AQUAGEL/CALCIUM NITRATE	0-6150	8,4	10,8	28	42	2	6	5	27	7,2	8
FANNY-18B162	16"	AQUAGEL/CALCIUM NITRATE	0-5903	8,4	10,6	31	41	2	8	5	23	7	8
FANNY-18B166	16"	AGUA FRESCA	0-105	8,5	8,5	26	26	3	3	4	4	7	7

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Anexo C2: Matriz de los parámetros del fluido de perforación para la sección de 12 ¼” del campo Fanny

MATRIZ DE LOS PARÁMETROS DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN EN LA SECCIÓN DE 8 1/2" DEL CAMPO FANNY													
POZO	SECCION	TIPO	PROFUNDIDAD (ft)	ρ min (lpg)	ρ max (lpg)	μ FUNN min (seg/qt)	μ FUNN max (seg/qt)	PV min (cp)	PV max (cp)	YP min	YP max	PH min	PH max
FANNY-18B123H	12 1/4"	KLAS-STOP	5605-9389	9,4	10,4	35	41	8	18	14	18	9,3	9,6
FANNY-18B153H	12 1/4"	CLAY SEAL EZ-MUD	5440-8820	9,8	10,5	37	54	5	12	12	19	9,3	9,5
FANNY-18B155H	12 1/4"	EZ-MUD CLAYSEAL	5672-8798	9,4	10,2	35	40	7	9	13	18	9,2	9,8
FANNY-18B157	12 1/4"	EZ-MUD	6090-9460	9,7	10,5	36	45	6	16	13	20	9,3	9,8
FANNY-18B159	12 1/4"	AQUAGEL/CALCIUM NITRATE	110-6595	8,5	10,2	27	31	2	7	4	16	7	7,8
FANNY-18B161	12 1/4"	EZ-MUD CLAYSEAL	6151-9252	10	10,6	35	50	5	17	15	24	9	9,7
FANNY-18B162	12 1/4"	EZ-MUD CLAYSEAL	5904-9120	9,7	10,5	29	50	5	14	7	27	9	9,8
FANNY-18B166	12 1/4"	AQUAGEL/CALCIUM NITRATE	105-6495	8,6	10,2	27	30	3	8	4	15	7	7

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Anexo C3: Matriz de los parámetros del fluido de perforación para la sección de 8 ½" del campo Fanny

MATRIZ DE LOS PARÁMETROS DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN EN LA SECCIÓN DE 8 1/2" DEL CAMPO FANNY													
POZO	SECCION	TIPO	PROFUNDIDAD (ft)	ρ min (lpg)	ρ max (lpg)	μ FUNN min (seg/qt)	μ FUNN max (seg/qt)	PV min (cp)	PV max (cp)	YP min	YP max	PH min	PH max
FANNY-18B123H	8 1/2"	KLAS-STOP	9389-9480	9,8	10	38	42	14	18	13	16	9,5	9,5
FANNY-18B153H	8 1/2"	CLAY SEAL	8820-10636	10,1	10,5	38	44	8	14	12	16	9,2	9,5
FANNY-18B155H	8 1/2"	EZ-MUD CLAYSEAL	8798-10560	9,7	10,3	40	42	9	13	18	21	9,4	9,6
FANNY-18B157	8 1/2"	BARADRILL-N	9460-11540	9,7	9,9	36	39	11	14	13	17	9,4	9,9
FANNY-18B159	8 1/2"	EZ-MUD CLAYSEAL	6595-10000	9,6	10	32	48	9	18	10	25	9,1	9,9
FANNY-18B161	8 1/2"	BARADRILL-N	9252-11100	9,7	10,4	39	46	8	17	16	23	9,1	9,6
FANNY-18B162	8 1/2"	BARADRILL-N	9120-11245	9,7	10,4	43	54	9	22	21	28	10	10
FANNY-18B166	8 1/2"	EZ-MUD CLAYSEAL PLUS	6495-9718	9,6	10,1	31	38	5	17	9	16	9,3	9,5

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

**Anexo D: Matriz general de los parámetros del fluido de perforación del campo
Mariann**

MATRIZ GENERAL DE LOS PARÁMETROS DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN DEL CAMPO MARIANN													
POZO	SECCIÓN	TIPO	PROFUNDIDAD (ft)	ρ min (lpg)	ρ max (lpg)	μ FUNN min (seg/qt)	μ FUNN max (seg/qt)	PV min (cp)	PV max (cp)	YP min	YP max	PH min	PH max
MARIANN 4A-9	16"	NATIVO DISPERSO	100-5861	8,4	10,1	28,0	36,0	4	12	3	12	7,5	8,5
	12 1/4"	KLAS-STOP	5861-8260	9,6	10,1	37,0	47,0	8	16	16	20	9,0	9,6
MARIANN-14	8 1/2"	KLAS-STOP	8260-9860	9,7	10,1	39,0	46,0	10	14	16	22	9,0	10,0
	16"	AQUAGEL/CALCIUM NITRATE	110-5691	8,4	11,3	29,0	45,0	3	10	4	20	7,8	8,2
	12 1/4"	EZ-MUD CLAYSEAL	5691-8467	10,5	11,5	45,0	53,0	12	14	18	26	9,1	9,2
	8 1/2"	BARADRILL-N	8467-10475	9,8	10,2	49,0	55,0	15	17	15	25	7,8	9,8
MARIANN-35	16"	NATIVO	0-105	8,7	8,7	-	-	2	2	6	6	-	-
	12 1/4"	NATIVO DISPERSO	105-6500	8,4	10,2	27,0	32,0	1	7	2	11	7,0	8,0
MARIANN-36	8 1/2"	KLAS-STOP	6500-8534	9,7	9,9	42,0	49,0	17	18	24	24	9,7	10,7
	16"	NATIVO	0-220	8,4	8,4	-	-	1	1	2	2	-	-
	12 1/4"	NATIVO DISPERSO	220-5575	8,4	9,8	27,0	31,0	1	4	1	8	7	7,0
	12 1/4"	KLAS-STOP	5575-7990	9,8	9,9	31,0	33,0	6	10	10	12	10,7	9,5
MARIANN-37	8 1/2"	KLAS-STOP	7990-9152	9,7	9,8	41,0	44,0	11	12	17	22	10,0	10,1
	16"	NATIVO DISPERSO	0-105	8,5	8,5	-	-	1	1	2	2	-	-
	12 1/4"	NATIVO DISPERSO	105-6199	8,4	9,8	27,0	32,0	1	12	2	12	7,5	7,8
	12 1/4"	KLAS-STOP	6199-7740	9,8	10,0	31,0	39,0	8	11	11	13	9,2	9,9
MARIANN-41	8 1/2"	KLAS-STOP	7740-8770	9,6	9,9	42,0	49,0	10	16	16	21	9,4	9,9
	16"	AQUAGEL/CALCIUM NITRATE	105-5442	8,4	11,0	28,0	46,0	5	11	11	17	7,7	8,0
	12 1/4"	EZ-MUD CLAYSEAL	5442-9006	10,3	11,8	35,0	70,0	11	23	14	27	9,0	9,8
	8 1/2"	EZ-MUD CLAYSEAL	9006-10260	9,9	10,5	45,0	55,0	10	15	15	22	9,3	10,2
MARIANN-43	6 1/8"	BARADRILL-N	10260-10694	8,9	9,9	50,0	55,0	8	9	20	22	9,3	9,5
	16"	AQUAGEL/CALCIUM NITRATE	0-5490	8,4	11,0	28,0	48,0	3	12	5	24	6,9	7,0
	12 1/4"	EZ-MUD CLAYSEAL	5490-8123	10,2	11,3	35,0	55,0	10	15	15	23	9,0	10,7
	8 1/2"	BARADRILL-N	8123-10080	9,8	10,2	38,0	52,0	12	17	15	24	9,0	9,6
MARIANN-45ST	16"	BASE AGUA	109-6160	8,4	11,0	28,0	48,0	3	12	5	24	8,6	8,5
	12 1/4"	BASE AGUA	4500-4577	8,4	11,5	28,0	48,0	3	12	5	24	11,2	11,5
	12 1/4"	EZ-MUD CLAYSEAL PLUS	4577-9429	10,4	11,4	45,0	50,0	10	12	19	21	9,0	9,2
	8 1/2"	BARADRILL-N	9429-11994	9,8	10,3	45,0	58,0	6	20	15	24	9,3	9,8

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Anexo D1: Matriz de los parámetros del fluido de perforación para la sección de 16" del campo Mariann

MATRIZ DE LOS PARÁMETROS DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN PARA LA SECCIÓN DE 16" DEL CAMPO MARIANN													
POZO	SECCIÓN	TIPO	PROFUNDIDAD (ft)	ρ min (lpg)	ρ max (lpg)	μ FUNN min (seg/qt)	μ FUNN max (seg/qt)	PV min (cp)	PV max (cp)	YP min	YP max	PH min	PH max
MARIANN 4A-9	16"	NATIVO DISPERSO	100-5861	8,4	10,1	28,0	36,0	4,0	12,0	3,0	12,0	7,5	8,5
MARIANN 14	16"	AQUAGEL/CALCIUM NITRATE	110-5691	8,4	11,3	29,0	45,0	3,0	10,0	4,0	20,0	7,8	8,2
MARIANN 35	16"	NATIVO	0-105	8,7	8,7	-	-	2,0	2,0	6,0	6,0	-	-
MARIANN 36	16"	NATIVO	0-220	8,4	8,4	-	-	1,0	1,0	2,0	2,0	-	-
MARIANN 37	16"	NATIVO DISPERSO	0-105	8,5	8,5	-	-	1,0	1,0	2,0	2,0	-	-
MARIANN 41	16"	AQUAGEL/CALCIUM NITRATE	105-5442	8,4	11,0	28,0	46,0	5,0	11,0	11,0	17,0	7,7	8,0
MARIANN 43	16"	AQUAGEL/CALCIUM NITRATE	0-5490	8,4	11,0	28,0	48,0	3,0	12,0	5,0	24,0	6,9	7,0
MARIANN 45ST	16"	BASE AGUA	109-6160	8,4	11,0	28,0	48,0	3,0	12,0	5,0	24,0	8,6	8,5

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Anexo D2: Matriz de los parámetros del fluido de perforación para la sección de 12 1/4" del campo Mariann

MATRIZ DE LOS PARÁMETROS DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN PARA LA SECCIÓN DE 12 1/4" DEL CAMPO MARIANN													
POZO	SECCIÓN	TIPO	PROFUNDIDAD (ft)	ρ min (lpg)	ρ max (lpg)	μ FUNN min (seg/qt)	μ FUNN max (seg/qt)	PV min (cp)	PV max (cp)	YP min	YP max	PH min	PH max
MARIANN-4A-9	12 1/4"	KLAS-STOP	5861-8260	9,6	10,1	37	47	8	16	16	20	9,0	9,6
MARIANN-14	12 1/4"	EZ-MUD CLAYSEAL	5691-8467	10,5	11,5	45	53	12	14	18	26	9,1	9,2
MARIANN-35	12 1/4"	NATIVO DISPERSO	105-6500	8,4	10,2	27	32	1	7	2	11	7,0	8,0
MARIANN-36	12 1/4"	NATIVO DISPERSO	220-5575	8,4	9,8	27	31	1	4	1	8	7,0	7,0
	12 1/4"	KLAS-STOP	5575-7990	9,8	9,9	31	33	6	10	10	12	10,7	9,5
MARIANN-37	12 1/4"	PROMEDIO:		9,10	9,85	29	32	4	7	6	10	8,85	8,25
	12 1/4"	NATIVO DISPERSO	105-6199	8,4	9,8	27	32	1	12	2	12	7,5	7,8
MARIANN-41	12 1/4"	PROMEDIO:		9,1	9,9	29	36	5	12	7	13	8,4	8,9
	12 1/4"	NATIVO DISPERSO	6199-7740	9,8	10,0	31	39	8	11	11	13	9,2	9,9
MARIANN-43	12 1/4"	PROMEDIO:		10,3	11,8	35	70	11	23	14	27	9,0	9,8
	12 1/4"	EZ-MUD CLAYSEAL	5442-9006	10,3	11,8	35	70	11	23	14	27	9,0	9,8
MARIANN-45ST	12 1/4"	EZ-MUD CLAYSEAL	5490-8123	10,2	11,3	35	55	10	15	15	23	9,0	10,7
	12 1/4"	BASE AGUA	4500-4577	8,4	11,5	28	48	3	12	5	24	11,2	11,5
MARIANN-45ST	12 1/4"	PROMEDIO:		9,40	11,45	37	49	7	12	12	23	10,1	10,4
	12 1/4"	EZ-MUD CLAYSEAL PLUS	4577-9429	10,4	11,4	45	50	10	12	19	21	9,0	9,2

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

Anexo D3: Matriz de los parámetros de perforación para la sección de 8 1/2" del campo Mariann

MATRIZ DE LOS PARÁMETROS DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN PARA LA SECCIÓN DE 8 1/2" DEL CAMPO MARIANN													
POZO	SECCIÓN	TIPO	PROFUNDIDAD (ft)	ρ min (lpg)	ρ max (lpg)	μ FUNN min (seg/qt)	μ FUNN max (seg/qt)	PV min (cp)	PV max (cp)	YP min	YP max	PH min	PH max
MARIANN-4A-9	8 1/2"	KLAS-STOP	8260-9860	9,7	10,1	39	46	10	14	16	22	9,0	10,0
MARIANN-14	8 1/2"	BARADRILL-N	8467-10475	9,8	10,2	49	55	15	17	15	25	7,8	9,8
MARIANN-35	8 1/2"	KLAS-STOP	6500-8534	9,7	9,9	42	49	17	18	24	24	9,7	10,7
MARIANN-36	8 1/2"	KLAS-STOP	7990-9152	9,7	9,8	41	44	11	12	17	22	10,0	10,1
MARIANN-37	8 1/2"	KLAS-STOP	7740-8770	9,6	9,9	42	49	10	16	16	21	9,4	9,9
MARIANN-41	8 1/2"	EZ-MUD CLAYSEAL	9006-10260	9,9	10,5	45	55	10	15	15	22	9,3	10,2
MARIANN-43	8 1/2"	BARADRILL-N	8123-10080	9,8	10,2	38	52	12	17	15	24	9,0	9,6
MARIANN-45ST	8 1/2"	BARADRILL-N	9429-11994	9,8	10,3	45	58	6	20	15	24	9,3	9,8

Fuente: Archivos ARCH

Elaborado por: Quishpe Manuel, Ruiz Jorge

**Anexo E: Evaluación comparativa a
los pozos del campo Fanny aplicando
los parámetros propuestos**

**Anexo F: Evaluación comparativa a
los pozos del campo Mariann
aplicando los parámetros propuestos**

**Anexo G: Evaluación técnica-
económica a los pozos del campo
Fanny**

**Anexo H: Evaluación técnica-
económica a los pozos del campo
Mariann**

Anexo I: Proceso de cálculo de los porcentajes absolutos promedios y generales

Primero calcularemos el porcentaje absoluto de los valores mínimos y máximos del rango de cada parámetro con las ecuaciones 1 y 2 respectivamente.

$$\%min = \frac{|\acute{o}ptimo_{min} - prom_{min}|}{valor\ mayor_{min}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\%max = \frac{|\acute{o}ptimo_{max} - prom_{max}|}{valor\ mayor_{max}} \times 100\% \quad (2)$$

Estos porcentajes son determinados mediante el cálculo del valor absoluto de la diferencia de las cantidades de los parámetros óptimos y promedios del campo, divididos para el mayor.

Luego encontraremos el porcentaje promedio absoluto con la ecuación 3.

$$\%Prom_{abs} = \frac{\%min + \%max}{2} \quad (3)$$

A continuación, se presenta la ecuación 4, la cual ha sido determinada con el fin de calcular el porcentaje promedio absoluto en un solo paso.

$$\%Prom_{abs} = \frac{\left(\frac{|\acute{o}ptimo_{min} - prom_{min}|}{valor\ mayor_{min}} + \frac{|\acute{o}ptimo_{max} - prom_{max}|}{valor\ mayor_{max}} \right)}{2} \times 100\% \quad (4)$$

Para el caso de las ROP, debido a que se presentan en un solo valor y no en un rango, el porcentaje promedio absoluto será calculado con la ecuación 5.

$$\%Prom_{abs} = \frac{|\acute{o}ptimo - prom|}{valor\ mayor} \times 100\% \quad (5)$$

Finalmente determinaremos el porcentaje general, el cual es el promedio de los porcentajes promedios absolutos de todos los parámetros respectivos a cada sección (16", 12 ¼" y 8 ½").

Ejemplo de cálculo:

Parámetros	ÓPTIMOS		PROMEDIO CAMPO		% PROM absoluto
	min	max	min	max	
GPM	444	706	554	642	14,5%
ROP	64,8		67		3,3%

$$\%GPM Prom_{abs} = \left(\frac{\frac{|444 - 554|}{554} + \frac{|706 - 642|}{706}}{2} \right) \times 100\% = 14.46\% \approx 14.5\%$$

$$\%ROP Prom_{abs} = \frac{|64.8 - 67|}{67} \times 100\% = 3.28\% \approx 3.3\%$$