



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA CARRERA DE TECNOLOGÍA EN PETRÓLEOS

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE DISEÑO Y SELECCIÓN DE UNA BOMBA TIPO-SERIE 400 P12 PMXSSD 269 STG H6 PARA APLICAR EN EL POZO TIPO-A, DEL BLOQUE 18 DE PETROAMAZONAS

TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN PETRÓLEOS

Autor:

Melki Francisco Jiménez Gaona

Director:

Ing. Raúl Baldeón López

Quito, mayo, 2013

© Universidad Tecnológica Equinoccial, 2013
Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo **Melki Francisco Jiménez Gaona**, declaro que el presente trabajo es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Melki Francisco Jiménez Gaona
C.I. 1900283845

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título “ **DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE DISEÑO Y SELECCIÓN DE UNA BOMBA TIPO-SERIE 400 P12 PMXSSD 269 STG H6 PARA APLICAR EN EL POZO TIPO-A , DEL BLOQUE 18 DE PETROAMAZONAS**” que, para aspirar al título de **TECNÓLOGO EN PETRÓLEOS** fue desarrollado por **Melki Francisco Jiménez Gaona**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 18 y 25.

Ing.: Raúl Baldeón López
DIRECTOR DEL TRABAJO
C.I. 1708042534

DEDICATORIA

La presente Tesis está dedicada a mi Dios Padre Celestial quien me ha dado la vida y la sabiduría necesaria, para poder llegar a cumplir mi anhelo de la superación profesional, quien me ha mostrado el sendero correcto en la vida y con su amor me ha guiado a cumplir este logro.

A mi Esposa y mis hijos quienes siempre han sido mi apoyo durante mi formación, con sus frases de aliento siempre estuvieron junto a mí brindándome su apoyo incondicional.

A mis padres a quienes les debo la vida gracias por ayudarme a superarme y crecer sin miedos, y por haberme inculcado a ser una persona honorable y recta en todos mis actos, les doy gracias a todos porque sin su apoyo no hubiese llegado este momento.

AGRADECIMIENTO

Al finalizar un trabajo tan arduo y lleno de dificultades como el desarrollo de una tesis de grado es inevitable que se resalte un gran agradecimiento que te lleva a concentrar la mayor parte del mérito en el aporte que se ha hecho. Sin embargo, el análisis objetivo te muestra inmediatamente que la magnitud de ese aporte hubiese sido imposible sin la participación de personas e instituciones que han facilitado las cosas para que este trabajo llegue a un feliz término. Por ello, es para mí un verdadero placer utilizar este espacio para ser justo y consecuente con ellas, expresándoles mis agradecimientos.

Debo agradecer de manera especial y sincera al Ingeniero Raúl Baldeón, al aceptar para realizar esta tesis de grado bajo su dirección. Su apoyo y confianza en mi trabajo y su capacidad para guiar mis ideas ha sido un aporte invaluable, no solamente en el desarrollo de esta tesis, sino también en mi formación como alumno compartiendo todos sus conocimientos, y todas sus ideas propias, siempre enmarcadas en su orientación y rigurosidad, han sido la clave del buen trabajo que hemos realizado, Le agradezco también el haberme facilitado siempre los medios suficientes para llevar a cabo todas las actividades propuestas durante el desarrollo de esta tesis. Muchas gracias Profesor y espero verlo pronto en el día a día de la vida, su importante aporte y participación activa en el desarrollo de esta tesis. Debo destacar, por encima de todo, su disponibilidad y paciencia que hizo que nuestra necesidad de concluir esta etapa llegara a su final y que además ha significado el surgimiento de una sólida amistad.

INDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	2
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
1.3 JUSTIFICACIÓN	2
1.4 IDEA A DEFENDER.....	3
1.5 VARIABLES:.....	3
1.5 METODOLOGÍA	3
1.6.1 TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.6.2 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN A EMPLEARSE	3
1.6.3. MÉTODO ESPECÍFICO.....	3
1.6.4. MODALIDAD.....	4
1.6.5. TÉCNICAS	4
1.6.6. INSTRUMENTOS	4
1.7 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.....	4
1.7.1 INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
1.7.2 INVESTIGACIÓN DE CAMPO.	4
EL AUTOGRAPHPC SOFTWARE	1
2. EL AUTOGRAPHPC SOFTWARE.....	5
2.1 CARACTERISITICAS GENERALES DEL SOFTWARE AUTOGRAPHPC	5
2.2 EL SIMULADOR.....	6
2.12. DATOS BÁSICOS	10
2.13. DATOS PRINCIPALES REQUERIDOS:.....	11
2.14. CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN.	11
2.15. RELACION DE PRODUCTIVIDAD.....	11
2.16. ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD.....	12
2.17. CÁLCULOS DE GAS.....	13
2.18. ALTURA DINÁMICA TOTAL	14
2.19. TIPO DE BOMBA.	15
2.20. TAMAÑO OPTIMO DE LOS COMPONENTES	17
2.21. RENDIMIENTO DE UNA BOMBA	19
2.22. DIMENSIONAMIENTO DE LA BOMBA	20
2.23. DIMENSIONAMIENTO DEL MOTOR.....	21
2.24. DIMENCIONAMIENTO DE LA SECCIÓN SELLANTE	22
2.25. CABLE ELÉCTRICO	23
2.26. TAMAÑO DEL CABLE.....	23
2.27. TIPO DE CABLE.....	24
2.28. LONGITUD DEL CABLE	25
2.29. VENTILACION DEL CABLE	25
2.30. ACCESORIOS Y EQUIPOS OPCIONALES	25
2.31. SISTEMA BES DE VELOCIDAD VARIABLE	26

2.32. TABLA DE CAIDA DE VOLTAJE	27
TECNOLOGÍA DE EQUIPOS A INSTALAR	28
3.1. TECNOLOGÍA DE EQUIPOS A INSTALAR.....	28
3.2. DISEÑO DEL SISTEMA TIPO	28
3.3. CRITERIO DEL DISEÑO	28
3.4. POZO TIPO –A.....	30
A CONTINUACIÓN SE DETALLAN LOS DATOS REQUERIDOS PARA EL DISEÑO DE UN POZO.	30
3.5. DETALLE DEL DISEÑO DEL POZO TIPO A	33
3.6. METODOLOGÍA Y RESULTADOS	34
3.7. BOMBA	35
3.8. MOTOR.....	37
3.9. VERIFICACIÓN.Y CARGA DE ENFRIAMIENTO DEL MOTOR.....	38
3.10. SELLO.....	38
3.11. CABLE	40
3.12. VARIADOR DE FRECUENCIA (VSD)	41
3.13. EL SENSOR	42
PROCESO DE ENSAMBLE DE UNA BOMBA SERIE 400P CENTRILIFT	45
4.1. PROCESO DE ENSAMBLE DE UNA BOMBA SERIE 400P CENTRILIFT..	45
A CONTINUACIÓN SE DETALLARA LOS PASOS MÁS IMPORTANTE DEL PROCEDIMIENTO DE ENSAMBLE.....	45
4.2. PREPARACIÓN DE PARTES	45
4.4. ENSAMBLE DEL CONJUNTO DE ETAPAS.....	49
4.5. TRASLADO DEL EJE AL BANCO DE ENSAMBLE	50
4.6. TORQUEADO DE LA BASE	55
4.7. ENSAMBLE DEL EXTREMO DEL CABEZAL.....	56
4.8. TORQUEDO DEL CABEZAL.....	63
4.9. BOMBAS ESTABILIZADA PARA SERVICIO NORMAL MODELO SND	67
4.10. INSTALACIÓN DE SPACER BUSHING EN LA BASE.....	67
4.11. BOMBAS RESISTENTES A LA ABRASION. (SSD)	68
4.12. LA ESTABILIZACIÓN.....	69
4.13. TUBO DE COMPRESIÓN PARA BOMBAS 400 FLOTANTES	74
4.14. ELABORACION E INSPECCION DE LAS PLACAS	75
4.15. CHEQUEO DE COUPLING EN BOMBA.....	76
4.16. ENDEREZADO DE EJES.....	76
4.17. HERRAMIENTAS NECESARIAS.	77
4.18. DEFINICIONES DE TORCEDURAS	77
4.19. LIMPIEZA Y PREPARATIVOS DEL EJE	78
4.20. ENDEREZADO DE DOBLADURA PRONUNCIADAS.	79
4.21. EJES DE BOMBAS.	80
4.22. PRE-ENDEREZADO	80
4.23. ENDEREZADO FINAL	80
4.24. ENDEREZADO DE LOS EXTREMOS	80
4.25. MEDICIÓN FINAL	81

4.26. TERMINACIÓN	81
4.27. INSTRUCCIONES Y PASOS PA EL ENSAYO DE LA BOMBA.....	82
4.28. PREPARACIÓN DEL TRABAJO	85
OPERACIONES DEL ENSAMBLE DE UN MOTOR	94
5.1. OPERACIONES DEL ENSAMBLE DE UN MOTOR	94
EN EL ENSAMBLE DE UN MOTOR COMO EN CUALQUIER OTRO EQUIPO DEBEMOS TOMAR EN CUENTA TODOS LOS PROCEDIMIENTOS DE CASA MATRIZ	94
5.2. RECEPCIÓN, VERIFICACIÓN Y LIMPIEZA DE PARTES.....	94
5.3. COLOCACIÓN DE LA PLACA DE IDENTIFICACIÓN.	95
5.4. PREPARACIÓN DE PARTES Y SUBCONJUNTOS.....	96
LOS SUBCONJUNTOS O TAMBIÉN LLAMADAS SECCIONES SON GRUPOS DE PARTES LAS CUALES DEBEN SER	96
PREPARADAS EN CONJUNTO	96
5.5. PREPARACIÓN DEL ESTATOR.....	96
5.6. INSTALACIÓN DEL RTD EN EL ESTATOR.....	98
5.7. INSTALACIÓN DE LA TERMOCUPLA.....	99
5.8. PREPARACIÓN DEL EJE.....	101
5.9. CONJUNTO DE ROTORES Y COJINETES	102
5.10. PREPARACIÓN DE LA BASE DEL MOTOR (ESTANDARD Y TANDEM INFERIOR).....	105
5.11. BASE DE MOTOR MSP.....	106
5.12. PREPARACIÓN DE LA BASE DEL MOTOR (TANDEN SUPERIOR).....	108
5.13. PREPARACIÓN DEL CABEZAL DEL MOTOR (ESTANDARD Y TANDEM SUPERIOR)	108
5.14. PREPARACIÓN DE LAS TAPAS DE DESPACHO / TRANSPORTE:.....	109
5.15. ENSAMBLE DEL CONJUNTO DE ROTORES	110
5.16. MEDICIÓN DEL MOVIMIENTO AXIAL DEL CONJUNTO DE ROTORES	116
5.17. INSTALACIÓN DEL CONJUNTO DE ROTORES EN EL ESTATOR	119
5.18. INSTALACIÓN DE LA BASE DEL MOTOR ESTANDAR Y TANDEM INFERIOR.....	120
5.19. INSTALACIÓN DE LA BASE DEL MOTOR SUPERIOR.....	121
5.20. INSPECCIÓN DEL ACOPLE ADECUADO DEL RODETE (THRUST RUNNER).	125
5.21. INSTALACIÓN DEL CABEZAL DE MOTOR ESTÁNDAR Y TANDEM SUPERIOR	126
5.22. ROTACIÓN DE FASES DEL MOTOR.	127
5.23. PINTURA Y EMBALAJE EN PATIO.....	133
5.24. PINTURA Y EMBALAJE DE EQUIPOS	135
5.25. DESPACHO DE EQUIPOS A ALMACEN.....	138
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	139
6.1. CONCLUSIONES.....	139
6.2. RECOMENDACIONES.....	141

7.	GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	143
8.	BIBIOGRAFIA.....	147

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Especificación de ingeniería ES408-----	16
Tabla 2: Plan de calidad bomba P12 -165 stg-----	58
Tabla 3: Plan de calidad bomba P12 -104 stg-----	59
Tabla 4: Lista de materiales de una bomba P12 -165 stg-----	72
Tabla 5: Lista de materiales de una bomba P12 -104 stg-----	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Caratula de software -----	5
Figura 2. AutographPC pantalla del software de Información del Pozo -----	7
Figura 3. AutographPC software simulador de pantalla -----	8
Figura 4. Curva de IPR -----	12
Figura 5. Curva de rendimiento -----	19
Figura 6. Curva de catálogo -----	21
Figura 7. Curva de bomba vs potencia motor -----	22
Figura 8. Caída de voltaje en los cables por cada 1000ft (305 metros) -----	24
Figura 9. Caída de tensión a 60HZ -----	27
Figura 10. Ingreso de datos al simulador -----	34
Figura 11. Stock tank flow rate (BPD) -----	35
Figura 12. Curva de simulación con # etapas -----	36
Figura 13. Selección del tipo de motor -----	37
Figura 14. Selección del tipo de sello -----	39
Figura 15. Selección del tipo de cable -----	40
Figura 16. Selección del variador de frecuencia VSD -----	42
Figura 17. Selección del sensor de fondo- -----	43
Figura 18. Base de bomba centurión -----	46
Figura 19. Base lower o single -----	46
Figura 20. Cabeza upper / single -----	47
Figura 21. Cabeza medio / single -----	47
Figura 22. Agrupamiento de difusores -----	48

Figura 23. Difusor e impeler con arandela -----	49
Figura 24. Soportes para el eje -----	49
Figura 25. Difusores en la canaleta -----	49
Figura 26. Snap-ring de bomba 400P -----	50
Figura 27. Botton difuser P12 -----	51
Figura 28. Armado de etapas sobre el eje -----	52
Figura 29. Snap-ring en posición correcta -----	52
Figura 30. Cadena de empuje de las etapas -----	53
Figura 31. Lubricación del conjunto de etapas -----	54
Figura 32. Ingreso del conjunto de etapas -----	54
Figura 33. Loctite en la rosca de base -----	55
Figura 34. Aplicación de torque en la base -----	56
Figura 35. Medida del difusor al final del housing -----	57
Figura 36. Base y top bearing -----	60
Figura 37. Top bearing -----	61
Figura 38. Torque neumático -----	61
Figura 39. Medición de juego axial -----	62
Figura 40. Torno para mecanizados -----	63
Figura 41. Bomba torqueada -----	64
Figura 42. Curva de ensayo bomba 165stg-P12 -----	65
Figura 43. Curva de ensayo bomba 104stg-P12 -----	66
Figura 44. Inserto de spacer bearing en la base -----	67
Figura 45. Puntos estabilizados en la bomba -----	68
Figura 46. Cojinete con inserto de carburo -----	69
Figura 47. Etapa con inserto de carburo -----	70
Figura 48. Medición del plug shaft -----	71

Figura 49. Esquema de cabeza de bomba con tubo de compresión -----	75
Figura 50. Placa de identificación del equipo -----	76
Figura 51. Puntos de soporte para enderezado de ejes -----	78
Figura 52. Insertos cojinetes y bloques -----	79
Figura 53. Maquina de enderezado de ejes -----	81
Figura 54. Almacenamiento de ejes -----	82
Figura 55. Sistema de válvulas para ensayos -----	82
Figura 56. Bomba en el banco de ensayos -----	85
Figura 57. Adaptadores para instalar una bomba serie 400-----	86
Figura 58. Bomba instalada para en ensayo -----	86
Figura 59. Descarga de bomba para el ensayo -----	87
Figura 60. Bomba lista para el ensayo -----	87
Figura 61. Válvula de alivio -----	88
Figura 62. Válvula para control de flujo según el tipo de bomba -----	88
Figura 63. Tap selección en el tablero de pruebas -----	89
Figura 64. Display 1 del banco de ensayos -----	89
Figura 65. Display 2 del banco de ensayos -----	90
Figura 66. Display 3 controlador del banco de ensayos -----	90
Figura 67. Resultados del ensayo de la bomba -----	91
Figura 68. Curva de catálogo y rango de operación -----	93
Figura 69. Placa de identificación del motor -----	95
Figura 70. Fijación de la placa de identificación del motor -----	96
Figura 71. Base del estator y cable para sensor de fondo -----	97
Figura 72. Fases del estator en el área de cabeza -----	98

Figura 73. Conexión de RTD en el bobinado el estator -----	99
Figura 74. Protección térmica del RTD y cable de sensor -----	99
Figura 75. Termocupla para el motor -----	100
Figura 76. Instalación de conectores al sensor -----	101
Figura 77. Preparación de eje de motor -----	102
Figura 78. Pre- ensamble de t-ring en el motor bearing -----	102
Figura 79. Pre- ensamble de buje en el motor bearing -----	103
Figura 80. Posicionamiento de rotores -----	103
Figura 81. Posicionamiento de rotores y washer -----	104
Figura 82. Posicionamiento de rotores, washer, motor bearings -----	104
Figura 83. Imán sobre la base del motor -----	105
Figura 84. Válvula de llenado sobre la base del motor -----	106
Figura 85. Base de motor con inserto de carburo de tungsteno-----	107
Figura 86. Base de motor con lubricante adecuado-----	107
Figura 87. Base upper de motor con su respectivo o-ring -----	108
Figura 88. Cabeza upper de motor con su respectivo o-ring y lubricante -----	109
Figura 89. Tapa de despacho -----	109
Figura 90. Tapa del terminal pot Head -----	110
Figura 91. Eje y rotor en ensamble -----	111
Figura 92. Ensamble de anillo partido sobre el eje -----	111
Figura 93. Ensamble de anillo partido y chaveta sobre el eje -----	112
Figura 94. Ensamble de rotor y chaveta sobre el eje -----	113
Figura 95. Rotor motor bearing y washer en proceso de ensamble -----	113

Figura 96. Ajuste del washer sobre anillo partido -----	114
Figura 97. Identificación de partes por motor bearing -----	114
Figura 98. Ensamble del buje sobre la chaveta -----	115
Figura 99. Segunda arandela contra la balinera -----	116
Figura 100. Buje de carburo de tungsteno en el extremo del eje -----	116
Figura 101. Retén (Seeger) de motor -----	117
Figura 102: desplazamiento de rotores en el eje-----	118
Figura 103. Último retén (Seeger) del motor-----	119
Figura 104. Ensamble del conjunto retórico en el estator -----	120
Figura 105. Marcas para identificación del torque -----	121
Figura 106. Ensamble de base upper -----	122
Figura 107. Ensamble de conectores aislantes de la base upper -----	123
Figura 108. Adaptador base upper para ensayo -----	124
Figura 109. Cojinete de motor -----	125
Figura 110. Traspaso de los conductores en el cabezal -----	127
Figura 111. Identificador de fase -----	127
Figura 112. Identificación de fase en el motor -----	128
Figura 113. Equipo de medición -----	128
Figura 114. Conductores identificados -----	129
Figura 115. Ensamble del pot head del motor -----	130
Figura 116. Pot head del motor listo -----	131
Figura 117. Ensamble de bearings sobre el cabezal del motor -----	131
Figura 118. Seguros de los bearings instalados en el cabezal del motor -----	133

Figura 119. Entrega de equipo para pintura -----	134
Figura 120. Datos de identificación en la caja -----	135
Figura 121. Ubicación del equipo y bloques -----	136
Figura 122. Gomas de soporte según la serie -----	137
Figura 123. Numeración de la caja -----	137

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. MOVIMIENTO DE MATERIALES -----	149
ANEXO 2. BOM DE ENSAMBLE -----	150
ANEXO 3. PLAN DE CALIDAD DE MOTORES -----	151
ANEXO 4. PLAN DE CALIDAD DE BOMBAS -----	152
ANEXO 5. PLAN DE CALIDAD DE SELLO -----	153
ANEXO 6. REPORTE DE ENSAYO DE MOTORES -----	154
ANEXO 7. REPORTE DE ENSAYO DE BOMBAS -----	155
ANEXO 8. REPORTE DE ENSAYO DE SELLO -----	156
ANEXO 9. GARANTIA DE CALIDAD DE BOMBAS -----	157
ANEXO 10. GARANTIA DE CALIDAD DE MOTORES -----	158
ANEXO 11. GARANTIA DE CALIDAD DE SELLOS -----	159
ANEXO 12. INSPECCION DE ENSAMBLE BOMBAS -----	160
ANEXO 13. INSPECCION DE ENSAMBLE MOTORES -----	161
ANEXO 14. INSPECCION DE ENSAMBLE SECCION SELLANTE -----	162
ANEXO 15. NOTA DE EXPEDICION -----	163

RESUMEN

El presente trabajo consiste en realizar la selección de una bomba electro sumergible tipo, para operar en el bloque 18 de Petroamazonas, las bombas electro sumergibles han probado ser un sistema artificial de producción eficiente y económica.

En el campo industrial en la actualidad este sistema han cobrado la mayor importancia debido a la variedad de tipos y modelos existente y que son ampliamente aceptados.

Las bombas electro sumergibles como otros sistemas artificiales de producción tienen ventajas y desventajas, debido a que por diversas razones no siempre pueden resultar las mejores. Es decir, un pozo candidato a producir artificialmente con bombeo electro sumergible, debe reunir características que no afecten su funcionamiento como pozos con presencia de sólidos, arena y sales y alto corte de agua

Para el diseño del bombeo eléctrico se consideraba como único requisito, que la bomba debe colocarse por abajo del nivel dinámico del fluido en el pozo, de tal manera que estuviera garantizada la alimentación continua de líquidos en la succión de la bomba, previendo posibles variaciones en las condiciones del pozo.

La selección de la bomba se realiza en base a los datos del pozo proporcionados por el cliente cuya finalidad es obtener los cálculos necesarios para determinar el mejor equipo BES.

Para cumplir con este propósito se obtuvo información relevante como los datos del pozo y yacimiento, datos de producción, características de los fluidos y propiedades PVT y datos de energía.

Con estos datos se realizó los cálculos necesarios para la selección de los distintos componentes como son: la bomba, el motor, el cable eléctrico, el transformador y otros equipos, los cuales fueron escogidos de los distintos

catálogos, existentes en el mercado, de acuerdo a criterios económicos y de calidad, en este caso, se escogió de la empresa Baker Hughes Centrillift.

Finalmente se realizó las consideraciones generales sobre la selección y el proceso de ensamble pruebas de la bomba y motor, rotación de fases embalaje del equipo y despacho las conclusiones, recomendaciones con el fin de cumplir con los objetivos propuestos.

ABSTRACT

The present job involves the Electrical submersible pump selection in order to operate in the 18 Block from Petroamazonas, this kind of pumps had proven to be an economical and efficient production artificial system.

Nowadays, in the industrial field this system has gained importance due to the different kind of types and models that are widely accepted.

The electrical submersible pumps like other systems have advantages and disadvantages due to for many reasons not always can result in the best. It means, some candidate well which can produce with electrical submersible pump, must join the characteristics that not affect its operation like wells with solids, sand and salts and high water cut.

To design the electrical pumping the only requirement is that the pump must be installed below the dynamic fluid level, therefore it warranted the continuous liquid feeding in the pump suction, anticipating possible changes in well conditions.

The pump selection is based on well data provided by the client whose purpose is obtaining the necessary calculations in order to determinate the best ESP.

To achieve this purpose, relevant information was obtained such as, well data, reservoir, production data, fluid characteristics, PVT properties and energy data.

With these data, the necessary calculations were done for selecting the different components like: pump, motor, electrical cable, transformer and others.

Equipments, which are selected from the different catalogs on the market, for quality and economical criteria in this case the chosen company is Baker Hughes.

Finally the general considerations were performed about selection and the assembly motor and pump process, order to meet the objectives

INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

El proceso de producción de un pozo de petróleo se inicia desde el instante en que los fluidos comienzan a moverse desde el radio externo de drenaje del yacimiento y termina cuando estos son recolectados en superficie en una estación de producción. Cuando la energía del yacimiento es suficiente para completar el proceso de producción en superficie, se dice que el pozo produce por flujo natural, y cuando es necesario utilizar alguna fuente adicional de energía para el levantamiento de fluidos desde el fondo del pozo hasta la estación, se dice que el pozo produce mediante levantamiento artificial. La producción de petróleo de un campo hidrocarburífero que ha sido recientemente perforado, cuenta con una presión de yacimiento mayor que la columna hidrostática del pozo, lo que permite levantar el fluido desde el fondo del pozo hasta superficie y así conseguir una tasa de producción de acuerdo a la capacidad y a la cantidad de energía del reservorio.

No obstante, para explotarlo eficientemente es necesario controlar la tasa de producción, ya que con el tiempo la energía del yacimiento será insuficiente para poder levantar los fluidos desde el fondo hasta la superficie y el pozo dejará de producir por flujo natural. Al obtener producción por flujo natural la presión del yacimiento es liberada en gran cantidad, lo que provoca que esta presión con el tiempo disminuya, a tal punto que la presión del yacimiento es demasiado baja para levantar los fluidos, haciendo necesario implementar fuentes externas de energía, con el fin de levantar los fluidos desde el fondo del pozo hasta la succión, los mismos que son conocidos como métodos de levantamiento artificial. El propósito de los métodos de levantamiento artificial es reducir los requerimientos de energía de la formación productora, con el objeto de maximizar el diferencial de presión a través del yacimiento, y provocar de esta manera, la mayor afluencia de fluidos, sin que se generen problemas de producción como por ejemplo: arenamiento, conificación de agua, bloqueo por gas, entre otros. Entre los principales métodos de levantamiento artificial se tiene el Bombeo Mecánico, el Bombeo Hidráulico, el Bombeo Neumático (Gas Lift), el Bombeo Electrosumergible y el Bombeo de Cavidades Progresivas, siendo este último una aplicación especial para pozos con fluidos altamente viscosos y que está siendo implementada en los últimos tiempos como una nueva tecnología.

1.1 OBJETIVO GENERAL

Describir los procedimientos para definir la bomba a utilizarse en un pozo tipo en base a los datos proporcionados por el cliente, seleccionar el equipo BES adecuado para finalizar con el ensamble.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir el proceso de toma de datos y entrega de los mismos por parte del cliente.
- Proceder con la selección adecuada de la misma en función de la necesidad y datos de pozo.
- Describir el proceso de ensamble del equipo BES.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El motivo de la selección de este tema es determinar la mejor aplicación del sistema BES para operar petróleos con altos cortes de agua, en función del volumen producido y seleccionar adecuadamente el tipo de bomba que se podría utilizar, y así ayudar a mejorar su máxima eficiencia, su tiempo de vida y por ende establecer los beneficios que se logran con este tipo de operaciones. Para conseguir la aplicación correcta en los pozos se requieren diseños especializados, desde el punto de vista técnico y económico. Para Seleccionar el mejor tipo de bomba electrosumergible a utilizarse en esta clase de pozos es necesario obtener datos básicos como son: los datos del pozo, datos de producción, condiciones del fluido del pozo, fuente de energía, etc.

1.4 IDEA A DEFENDER

Selección de una bomba tipo-serie 400P12 PMXSSD 269 STG H6 para aplicar en el pozo tipo-A del bloque 18 de Petroamazonas y procedimientos de ensamble de bomba y motor electrosumergible.

1.5 VARIABLES:

1.5.1 Variable Dependiente:

Bombas centrifugas multi etapas

1.5.2 Variable Independiente:

Procedimientos de ensamble y pruebas de bomba y motor BES

1.5 METODOLOGÍA

1.6.1 Tipo y diseño de la investigación

Mediante investigación bibliográfica e investigación de campo.

1.6.2 Métodos de investigación a emplearse

Para el desarrollo de esta investigación emplearemos los siguientes métodos.

Método General

Método Deductivo

1.6.3. Método Específico

Experimental

1.6.4. Modalidad

Descriptiva

1.6.5. Técnicas

Revisión de literatura.

Consulta a expertos.

Internet.

Revisión de documentos y procedimientos.

1.6.6. Instrumentos

Herramientas.

Manuales.

Internet.

Libros

Documentos especializados.

1.7 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

Para el presente trabajo a realizarse se va a emplear las siguientes técnicas:

1.7.1 Investigación Bibliográfica.

Se buscara información para la selección y diseño de una bomba para alto corte de agua, el sistema de bombeo electro sumergible, teoría de la bomba centrifuga, el motor electro sumergible, rotación de las fases del motor, procedimientos de pruebas de fase a fase del estator.

1.7.2 Investigación de Campo.

1. Información de Ingenieros en aplicaciones
2. Observación.
3. Recopilación de datos del pozo tipo del bloque 18 de Petroamazonas.

EL AUTOGRAPHPC SOFTWARE

2. EL AUTOGRAPHPC SOFTWARE

El software de diseño de BES, es líder en la Industria, dispone ahora del simulador, para modelar cientos de eventos y condiciones de un pozo y del equipo, y el diseño del equipo de manera precisa. Con mejoramiento del tiempo de vida del equipo y una producción diaria ya establecida.



Figura 1: Caratula de software

2.1 CARACTERISITICAS GENERALES DEL SOFTWARE AutographPC

Las pantallas de diseño individuales para el pozo, bomba, motor, sello, cable y controlador que pueden utilizarse independientemente o ligadas entre sí empleando la opción “TIE” (ligar) con el botón homónimo.

Una de las opción para análisis de sensibilidad que provee una herramienta poderosa que permite variar hasta dos parámetros específicos (gasto, presión de entrada, etc.) que pueden ser críticos en un determinado diseño y observar el impacto sobre otros parámetros del diseño (TDH, potencia al freno - BHP, etc.)

Una opción para casos múltiples permite guardar hasta cinco variaciones de un mismo caso “base” en un solo archivo para un acceso más fácil y su comparación.

Por medio de la tecla F1, o haciendo un click sobre el icono de ayuda se accede a un extenso archivo de ayuda (Help). Se dispone además de ayuda ‘sensible al contexto’ para la entrada de datos y selecciones con el teclado.

Existen varias opciones para la impresión del reporte final sobre el diseño y los parámetros utilizados para el mismo. Se dispone también de una opción que permite exportar datos a otros programas de utilización corriente

2.2 EL SIMULADOR

El programa AutographPC software tiene un simulador para los siguientes pasos

- Simula condiciones de arranque
- Varía el desempeño del ESP
- Comportamiento del pozo
- Comportamiento en la parada
- Propiedades del fluido
- Información IP
- Configuración del pozo
- Correlaciones de flujo
- Objetivo del caudal deseado
- Condiciones de entrada
- Condiciones de salida
- Comportamiento del equipo ESP

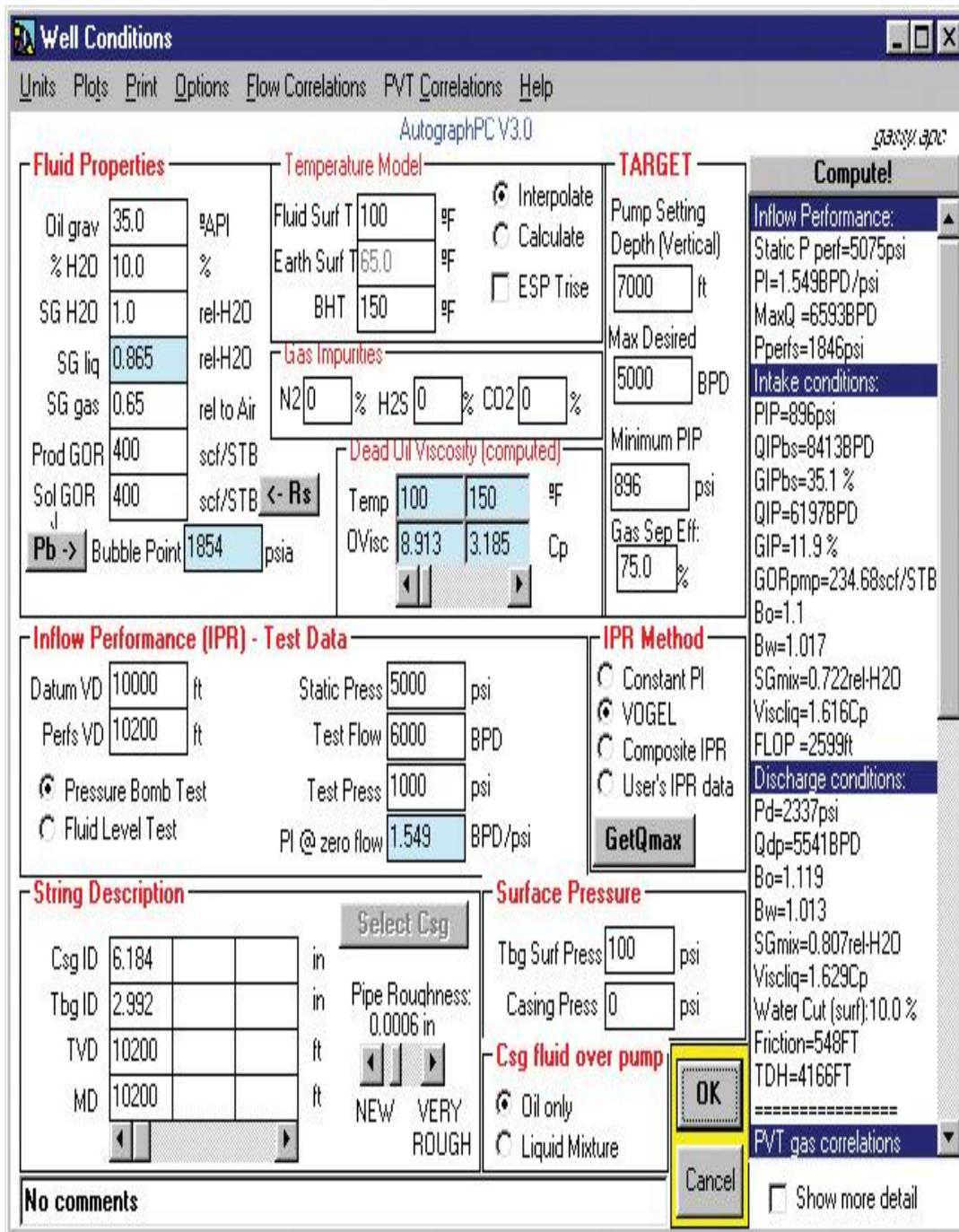


Figura 2: AutographPC pantalla del software de Información del Pozo

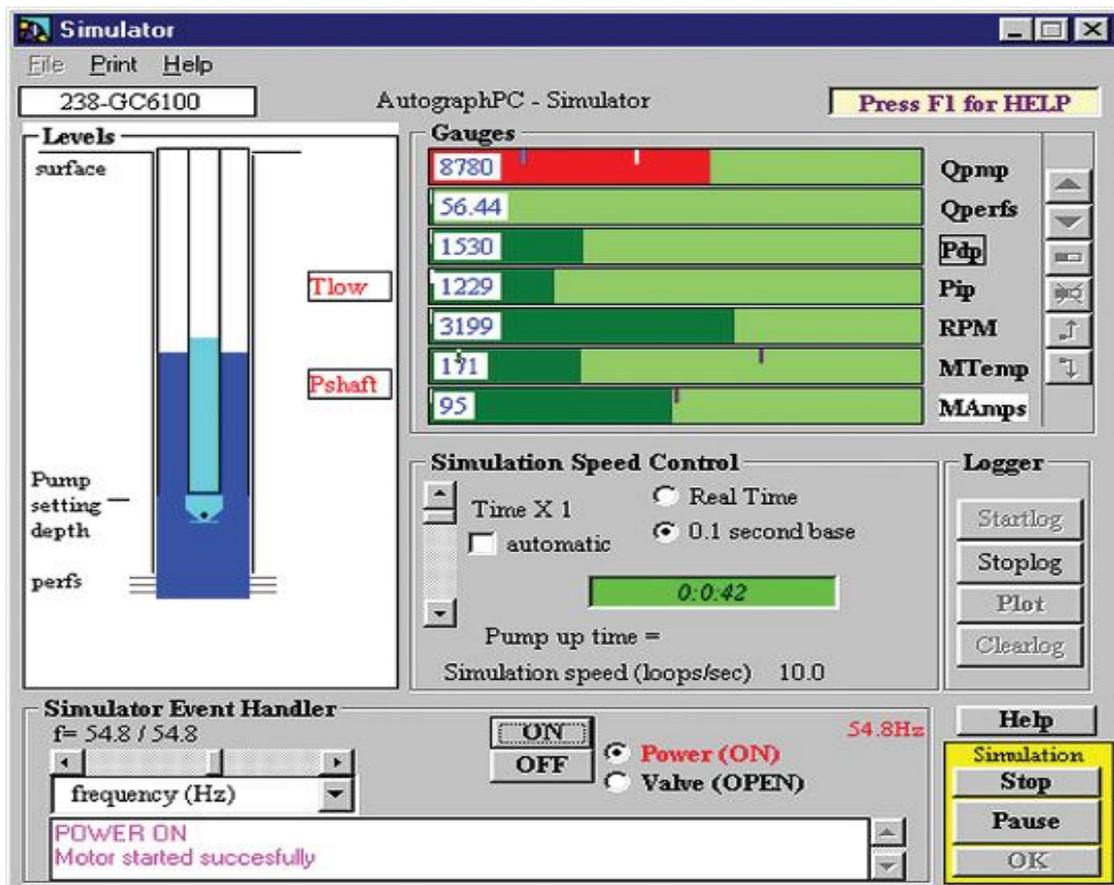


Figura 3: AutographPC software simulador de pantalla

PROCEDIMIENTO PARA SELECCIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO ELECTROSUMERGIBLE

Baker Hughes ha establecido un procedimiento para ayudarle a diseñar el equipo apropiado de bombeo electrosumergible (ESP) en el sistema encontramos los pasos para la aplicación. Cada uno de los nueve pasos es explicado en las secciones que siguientes

2.3. DATOS BÁSICOS

Recolectar y analizar todos los datos del pozo que se usarán en el diseño.

2.4. CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN

Determinar la productividad del pozo a la profundidad a la que se desea instalar la bomba o determinar la profundidad de instalación de la bomba a la tasa de producción deseada.

2.5. CALCULOS DE GAS

Calcular los volúmenes de fluidos, incluyendo el gas, en las condiciones de admisión de la bomba.

2.6. ALTURA DINÁMICA TOTAL

Determinar el requerimiento de descarga de la bomba.

2.7. TIPO DE BOMBA

Para una capacidad y altura dada, seleccionar el tipo de bomba que tendrá la mayor eficiencia para la tasa de flujo deseada.

2.8. TAMAÑO ÓPTIMO DE LOS COMPONENTES

Seleccionar el tamaño óptimo de la bomba, el motor y el sello y revisar las limitaciones del equipo.

2.9. CABLE ELÉCTRICO

Seleccione el tipo y tamaño correcto del cable.

2.10. EQUIPOS Y ACCESORIOS OPCIONAL

Seleccionar el controlador del motor, el transformador, la altura de la tubería y el equipo opcional.

2.11. VARIADOR DE FRECUENCIA (VSD)

Para una flexibilidad operacional adicional, seleccionar el sistema de bombeo electrosumergible de velocidad variable.

2.12. DATOS BÁSICOS

El diseño de una unidad de bombeo electrosumergible, bajo la mayoría de las condiciones, no es una labor difícil, especialmente si se tienen a disposición datos confiables. Los datos erróneos generalmente dan como resultado una bomba inapropiada y una operación costosa

Con demasiada frecuencia, los datos de otros pozos en el mismo campo o en una zona cercana se utilizan, en el supuesto de que los pozos de producción en el horizonte mismo tendrán características similares. Se puede tomar los datos de un pozo en funcionamiento como referencia hasta obtener la información y datos del pozo a diseñar.

El procedimiento de selección real puede variar significativamente dependiendo de las propiedades del yacimiento.

2.13. DATOS PRINCIPALES REQUERIDOS:

- a. Tamaño y peso de la tubería de revestimiento y tubing.
- b. Intervalo de las perforaciones.
- c. Profundidad de colocación de la bomba (medida y vertical).
- d. Nivel de fluido producido y/o presión de entrada a la bomba.
- e. Nivel de fluido estático y /o presión estática de fondo del pozo.
- f. Temperatura de fondo de pozo.
- g. Tasa de producción deseada.
- h. Relación gas-aceite.
- i. Corte de agua.
- j. API del petróleo o gravedad específica
- k. Punto de burbuja del gas
- j. Posibles Problemas (Arena, Corrosión, Parafina, Temperatura)

2.14. CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN.

La siguiente información es una simplificación de los procedimientos para predecir el comportamiento del pozo.

2.15. RELACION DE PRODUCTIVIDAD

Si P_{wf} es menor que P_b , resultando en un flujo multi-fásica, debe usarse el método IPR.

Esta relación fue usada primero por W.E. Gilbert y después desarrollado por J.V. Vogel. Vogel desarrolló una curva de referencia dimensional que puede ser usada para determinar la curva IPR para un pozo en particular

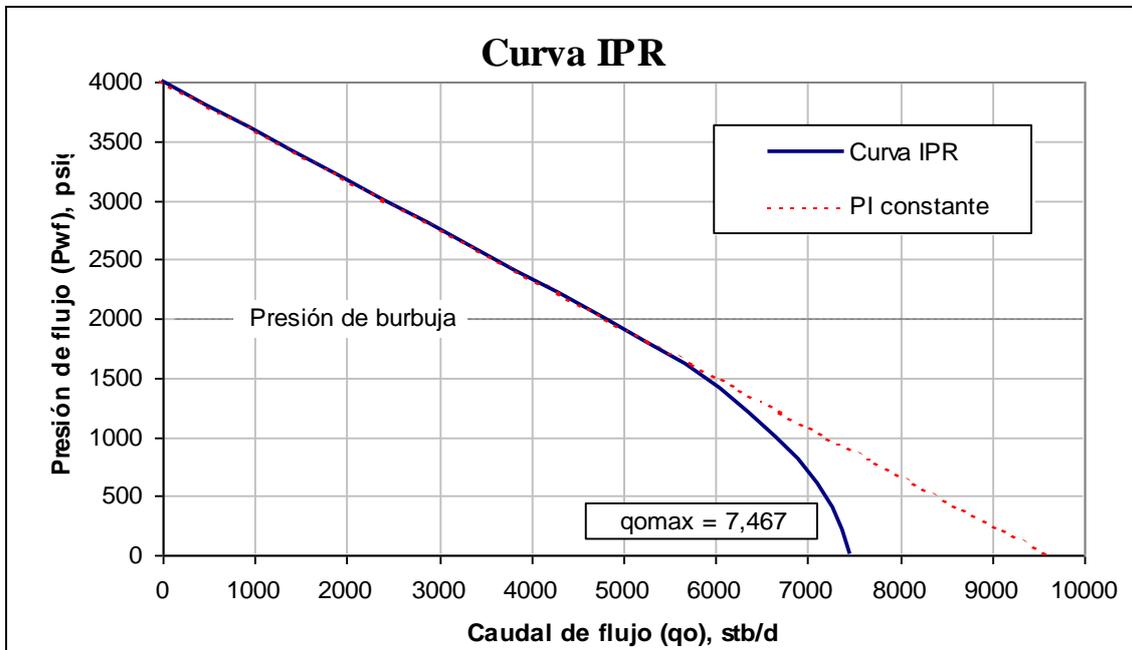


Figura 4: Curva de IPR

2.16. ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD

Cuando la presión del pozo fluye (PWF) es mayor que la presión del punto de burbuja (Pb) el flujo de fluido es similar al flujo de una sola fase, y la curva de rendimiento del flujo de entrada es una línea recta con pendiente J, dada por el índice de productividad PI

$$PI = J = \frac{Q}{P_T - P_{wf}}$$

Q = tasa de pruebas de producción del fluido.
Pwf = la presión del pozo que fluye a una velocidad de prueba Q.

2.17. CÁLCULOS DE GAS

La presencia de gas libre en la entrada de la bomba y en la tubería de producción hace que el proceso de selección del equipo sea más complicado y voluminoso. Como el fluido (mezcla de líquido y gas) fluye a través de las etapas de la bomba desde la entrada hasta la descarga y a través de la tubería de producción, la presión y en consecuencia, las propiedades del fluido (como volumen, densidad, etc.) van cambiando continuamente.

El desempeño de una bomba centrífuga también se ve considerablemente afectado por el gas. En la medida en que el gas permanezca en solución, la bomba se comporta normalmente como si estuviera bombeando un líquido de baja densidad. Sin embargo, la bomba comienza a producir una cabeza menor de lo normal a medida que la relación gas a líquido (en condiciones de bombeo) aumenta hacia un cierto valor "crítico" (normalmente alrededor del 10-15%).

Idealmente, un pozo podría ser productivo con una presión de sumersión mayor que la presión del punto de burbuja para mantener cualquier gas en solución a la entrada de la bomba. Típicamente esto no es posible, de manera que los gases deben ser separados de los otros fluidos antes de la entrada de la bomba para alcanzar la máxima eficiencia del sistema.

Centrilift ofrece dos tipos de separadores de gas. Uno es un separador de gas de flujo inverso, que usa la flotación natural de los fluidos para la separación y puede manejar gas libre hasta el 10% por volumen. El otro es un separador de gas rotativo que separa el gas libre utilizando la fuerza centrífuga con eficiencia típicamente superior

2.18. ALTURA DINÁMICA TOTAL

El siguiente paso es determinar la altura dinámica total que se requiere para bombear la capacidad deseada. La altura de bomba total se refiere a pies de líquido que sea bombeado y se calcula que sea la suma de 1) levantamiento neto del pozo (levantamiento dinámico); 2) pérdida por fricción de la tubería del pozo; y 3) presión de descarga de la cabeza del pozo.

La ecuación simplificada es la siguiente:

$$\text{TDH} = \text{Hd} + \text{Ft} + \text{Pd}$$

Donde:

TDH = altura dinámica total en pies entregada por la bomba cuando se bombea el volumen deseado.

Hd = distancia vertical en pies entre la altura del pozo y el nivel estimado de producción de fluido a la capacidad esperada.

Ft = la altura requerida para superar la pérdida por fricción en la tubería, medida en pies.

Pd = la altura requerida para superar la fricción en la tubería de la superficie, las válvulas y conexiones, y para superar los cambios de elevación entre la altura del pozo y la Estación

2.19. TIPO DE BOMBA.

La información acerca de los tipos de bombas y los rangos de operación y las curvas de desempeño de las bombas (60 Hz y 50 Hz) están incluidos en los catálogos y las especificaciones de ingeniería.

En las especificaciones de ingeniería podemos encontrar, modelos de las bombas, tipos de bombas, cantidad de etapas por cada # de housing, etapas de flujo radial o mixto, fecha y número de revisiones de los documentos, ver tabla1.



CENTRILIFT ENGINEERING SPECIFICATION

TITLE: 400P SERIES PUMP STAGE CHART

SPECIFICATION NO: ES408

REVISION: AN

ECN NO: C111398

PAGE: 13 OF 20

DATE: August 20, 2012

STAGE TO HOUSING RATIO 400P SSD RADIAL FLOW CHART A2

NOTE: Pumps are assembled in Full Housing Configuration ONLY.

HSG NO	400P3		400P4		400P6 & 400P8		400P10 & 400P12		400P16		400P22	
	TOTAL STGS	TOTAL DIFF S/A	TOTAL STGS	Total S/A Spider Bearing	TOTAL STGS	Total S/A Spider Bearing	TOTAL STGS	Total S/A Spider Bearing	TOTAL STGS	Total S/A Spider Bearing	TOTAL STGS	Total S/A Spider Bearing
01	17	4	15	3	14	3	13	3	10	3	8	2
02	36	8	33	7	30	6	28	6	23	5	18	5
03	54	11	51	11	47	10	43	9	35	8	28	7
04	73	15	70	14	64	13	58	12	47	10	39	9
05	92	19	88	18	80	16	74	15	60	13	49	11
06	111	23	108	22	97	20	89	18	72	15	59	13
07	129	26	124	25	113	23	104	21	85	18	70	15
08	148	30	142	29	130	26	120	24	97	20	80	17
09	167	34	160	32	146	30	135	27	110	23	90	19
10	186	38	178	36	163	33	150	30	122	25	101	21
11	204	41	196	40	180	36	165	33	135	28	111	23
12	223	45	215	43	196	40	180	37	147	30	121	25
13	242	49	233	47	213	43	195	40	160	33	132	27
14	260	52	250	50	229	46	211	43	172	35	142	29
15	279	56	269	54	246	49	226	46	185	38	152	31

For SSD Service, 1-Bearing Assy or 1-Diff S/A located at first stage and balance at AR spacing ratio of 1.5

Proprietary Information

This document contains information proprietary to Centrilift and Baker Hughes Inc intended for the controlled use of the recipient.
The contents are not to be reproduced or disclosed without prior, written authorization.

Centrilift 2006

Tabla 1. Especificación de ingeniería ES408

Con base en la tasa de producción esperada de fluido y el tamaño del revestimiento, seleccione el tipo de bomba que estará operando dentro del rango

de funcionamiento de la bomba y lo más cercano a la máxima eficiencia de la bomba, a la tasa de producción esperada.

Cuando dos o más tipos de bombas tienen eficiencias similares en el volumen deseado, las siguientes condiciones determinan la elección de la bomba:

1. Normalmente, la bomba y el motor de diámetro más grande son menos costosos y operan a eficiencias más altas.
2. Cuando no se conoce la capacidad del pozo, o no puede ser estimada aproximadamente se debe elegir el tipo de bomba que requiera el mayor número de etapas. Dicha bomba producirá una capacidad muy cercana al volumen deseado aun cuando el levantamiento del pozo sea substancialmente mayor o menor de lo esperado.
3. Si se presenta gas en el fluido producido, se puede requerir de un separador de gas para alcanzar una operación eficiente.

2.20. TAMAÑO OPTIMO DE LOS COMPONENTES

Los componentes de Centrilift están contruidos en una cantidad de tamaños que pueden ser ensamblados en una variedad de combinaciones.

Estas combinaciones deben ser cuidadosamente determinadas para manejar el sistema de bombeo electrosurgible dentro de los requerimientos de la producción, resistencia de los materiales y límites de temperatura. Mientras realiza el dimensionamiento de los componentes, refiérase a la sección de Ingeniería de su catálogo para revisar cada una de las tablas y cuadros:

- Combinación de equipos en revestimientos varios
- Límites de carga máxima
- Diámetro máximo de las unidades
- Velocidad de paso del fluido por el motor

- Limitaciones de HP en el eje a las diferentes frecuencias.

Una velocidad del fluido de un pie por segundo (1ft x seg), se recomienda para asegurar el enfriamiento adecuado del motor. En caso de que esta velocidad no se alcance, puede ser necesario el uso de una chaqueta de motor para incrementar la velocidad

2.21. RENDIMIENTO DE UNA BOMBA

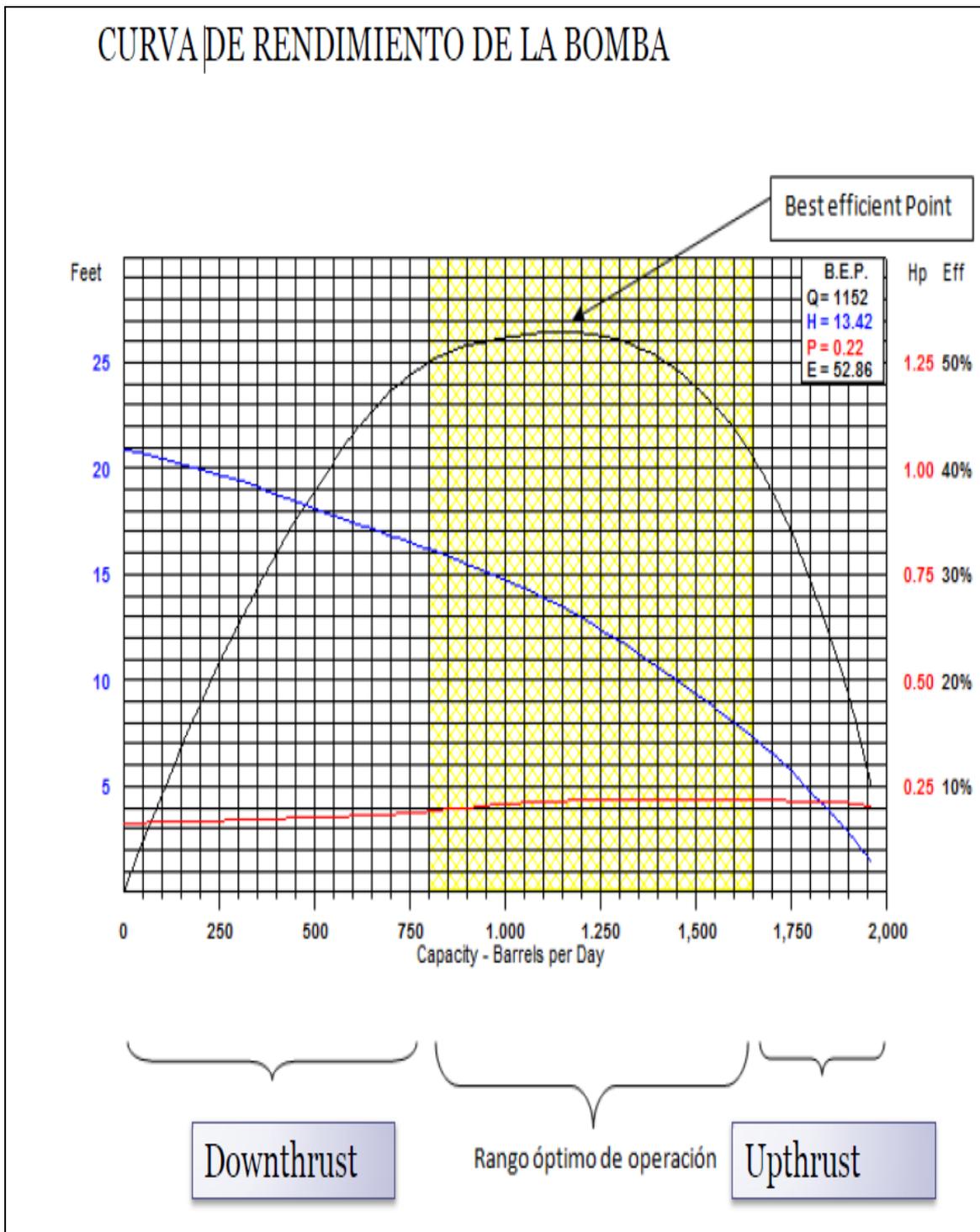


Figura 5: Curva de rendimiento

En la siguiente gráfica nos indica que

El consumo al freno o también llamado torque en la línea roja.

En la línea azul nos indica la altura de cabeza de levantamiento en pies.

En la línea de color negro la gráfica no indica el punto de mayor eficiencia de la bomba.

2.22. DIMENSIONAMIENTO DE LA BOMBA

Remítase a la curva de desempeño Centrilift del tipo de bomba seleccionado y determine el número de etapas requeridas para producir la capacidad anticipada vs, la altura dinámica total calculada previamente.

Note que las curvas características de las bombas son curvas de desempeño para una sola etapa con base en agua con gravedad específica de 1.00.

En la intersección de la tasa de producción deseada (escala horizontal) y la curva de capacidad de altura (escala vertical), lea el valor de la altura en la escala izquierda.

Divida la altura dinámica total por este valor de altura para determinar el número de etapas.

Número de Etapas Total = $TDH \text{ total} / (\text{Head} / \text{etapa})$

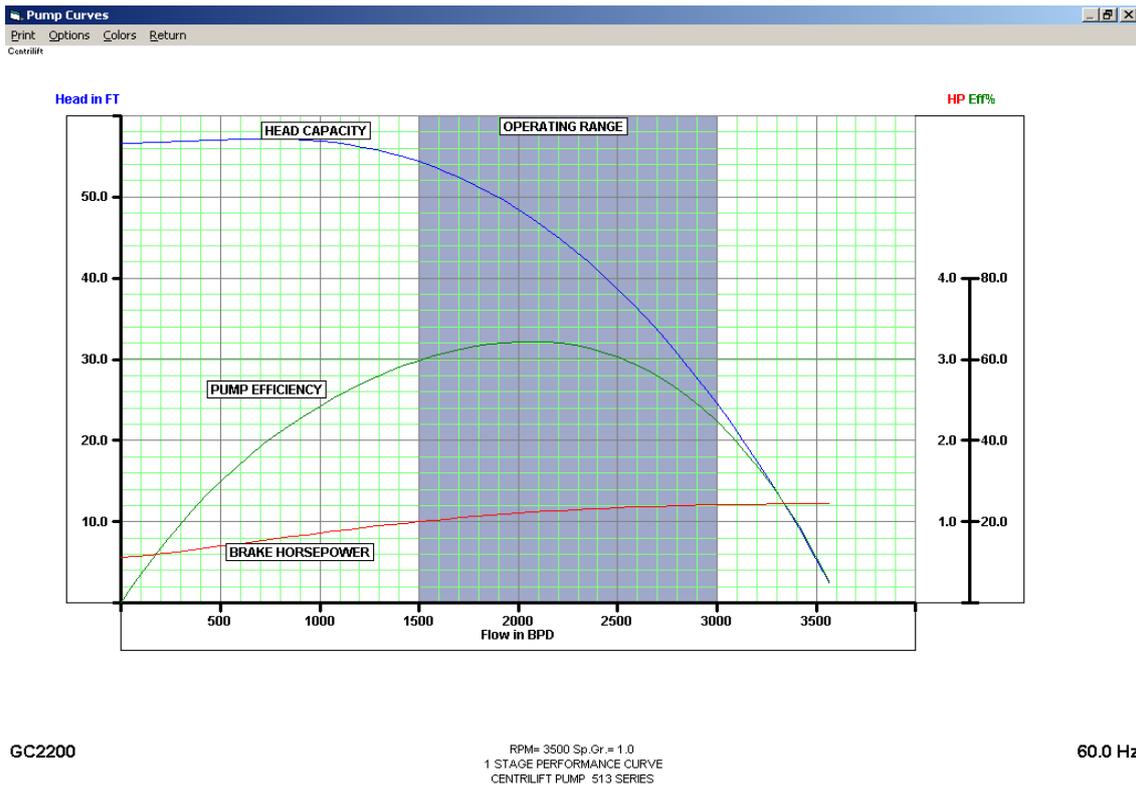


Figura 6: Curva de catalogo

2.23. DIMENSIONAMIENTO DEL MOTOR

Para seleccionar el tamaño del motor adecuado para un tamaño de bomba determinado, usted primero debe determinar los caballos de potencia al freno requerido por la bomba.

Los caballos de fuerza por etapa se obtienen refiriéndose de nuevo a la curva de desempeño para la bomba seleccionada y leyendo el valor de la escala correcta.

La potencia al freno requerida para manejar una bomba dada se calculan fácilmente con la siguiente fórmula:

$$\text{BHP} = \text{Etapas Total} \times \text{BHP/Etapa} \times \text{Peso Específico}$$

Remítase a su catálogo para obtener las especificaciones del motor.

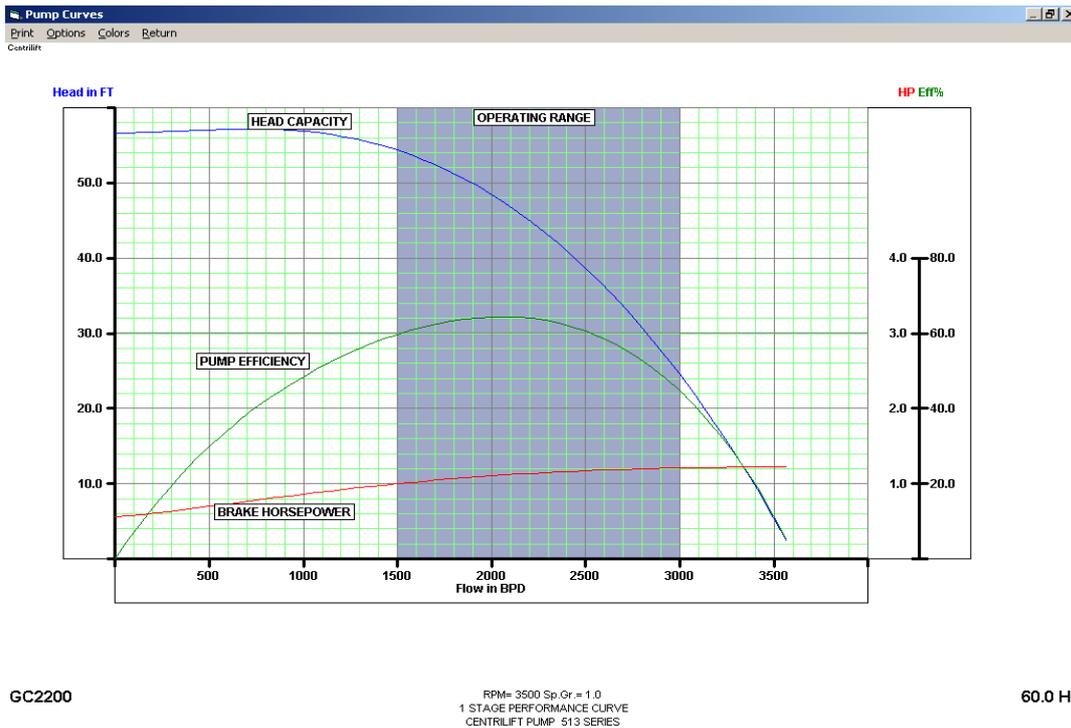


Figura 7: Curva de bomba vs potencia motor

2.24. DIMENSIONAMIENTO DE LA SECCIÓN SELLANTE

Remítase a su catálogo para seleccionar la sección de sello adecuada. Los sellos de serie 338 se recomiendan para bombas de serie 338 que utilizan motores serie 375.

Se recomiendan sellos serie 400 para bombas serie 400 que utilizan motores serie 450.

Cuando se utilizan motores series 544 o 562 con una bomba serie 513, se requiere de un sello serie 513. Se requiere de un adaptador de series 513-400 cada vez que un sello de serie 513 se instale con una bomba de serie 400.

2.25. CABLE ELÉCTRICO

Los cables eléctricos Centrilift están normalmente disponibles en tamaños de conductores de 1, 2, 4, y 6 AWG. Estos tamaños se ofrecen tanto en configuraciones redondas como planas.

Existen varios tipos de armaduras y aislamientos para la protección contra los fluidos corrosivos y los ambientes agresivos.

La selección del cable involucra la determinación de:

- 1) tamaño del cable.
- 2) tipo de cable.
- 3) longitud del cable.

2.26. TAMAÑO DEL CABLE

El tamaño adecuado del cable depende de los factores combinados de caída de tensión, amperaje y espacio disponible entre los coples de tubería de producción y la tubería de revestimiento.

Remítase a la curva de caída de tensión del cable. De acuerdo con el amperaje del motor seleccionado y la temperatura dada de fondo de pozo, se recomienda la selección de un tamaño del cable que dé una caída de tensión de menos de 30 voltios por 1.000 pies.

Determinar si el tamaño seleccionado se puede utilizar con la tubería propuesta y los tamaños del revestimiento del pozo. El diámetro del cable más el diámetro del cople de la tubería necesitará ser menor que el diámetro interno (I.D.) del revestimiento.

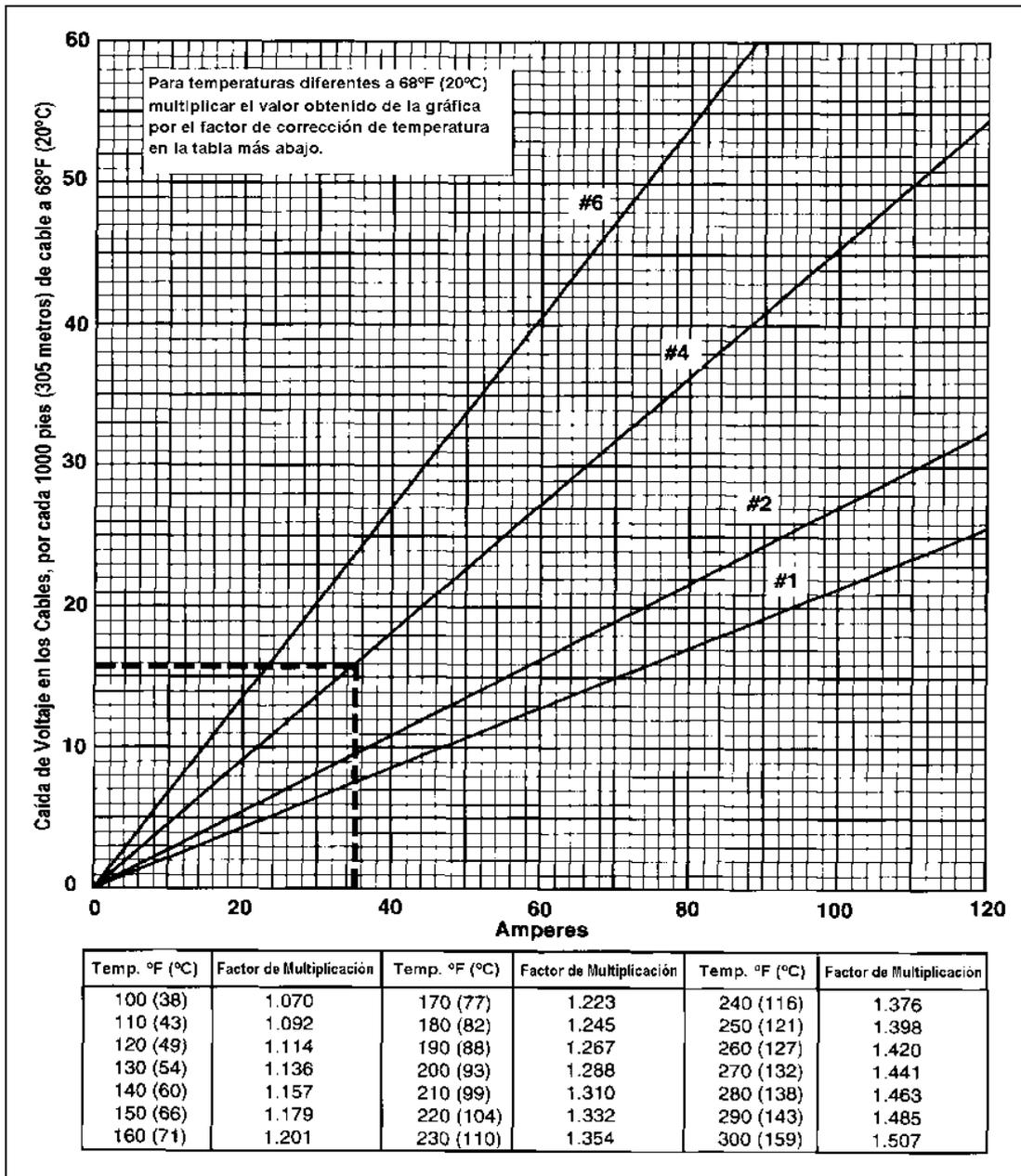


Figura 8: Caída de voltaje en los cables por cada 1000ft (305 metros)

2.27. TIPO DE CABLE

La selección del tipo de cable se basa primeramente en las condiciones del fluido, la temperatura del fondo de pozo y las limitaciones de espacio dentro del anillo del revestimiento.

Donde no hay suficiente espacio para instalar cable redondo, usa cable de configuración plana.

2.28. LONGITUD DEL CABLE

La longitud total del cable debe ser al menos 100 pies más largo que la profundidad establecida para la bomba permitiendo hacer las conexiones en la superficie a una distancia segura de la altura del pozo.

2.29. VENTILACION DEL CABLE

En todos los pozos, es necesario liberar los gases del cable antes del controlador de la conexión al motor para evitar condiciones explosivas. Para esta protección es necesario utilizar una caja de venteo para proteger el controlador del motor de dichos gases.

2.30. ACCESORIOS Y EQUIPOS OPCIONALES

- Es necesario verificar los accesorios y elementos adicionales.
- Cable plano (cable de extensión del motor)
- Guarda cable plano
- Bandas de cable
- Niple de botella, (crossover) válvula de retención, y válvula de vaciado
- Transformador elevador
- Cable de Superficie
- Cabezal de Pozo
- Conector de Superficie.

2.31. SISTEMA BES DE VELOCIDAD VARIABLE

El sistema ESP puede ser modificado para incluir un controlador de frecuencia variable Electrospeed (variador de frecuencia) de manera que opere con un rango de capacidad, cabeza y eficiencia mucho más amplio.

Ya que un motor de bomba sumergible es un motor de inducción, su velocidad es proporcional a la frecuencia del suministro de potencia eléctrica. Ajustando la frecuencia, el sistema de bomba sumergible de velocidad variable ofrece un potencial extraordinario para aumentar la producción, reducir el tiempo improductivo, y aumentar las ganancias.

Los efectos de variar la frecuencia se pueden ver al preparar nuevas curvas de capacidad de cabeza para las frecuencias deseadas, con base en los datos de la curva conocida de desempeño de la bomba a 60 Hz.

Las curvas para las frecuencias diferentes a 60HZ se pueden generar usando las leyes de afinidad de la bomba centrífuga.

2.32. TABLA DE CAIDA DE VOLTAJE

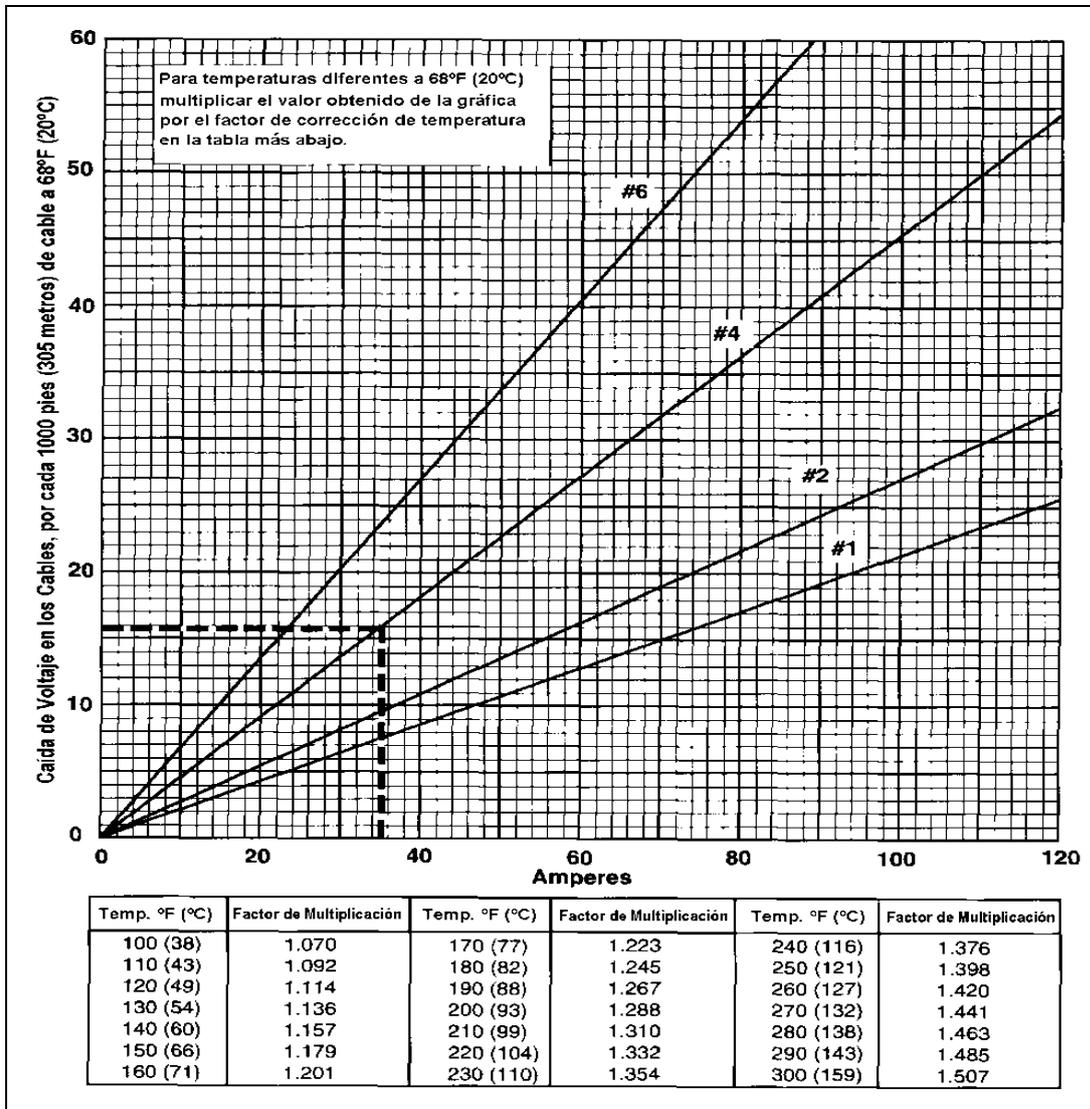


Figura 9: Caída de tensión a 60HZ

TECNOLOGÍA DE EQUIPOS A INSTALAR

3.1. TECNOLOGÍA DE EQUIPOS A INSTALAR

La siguiente es una propuesta técnica para completaciones con equipos electro sumergibles en casing 7" & 9 5/8" para los pozos A, se ha seleccionado la mejor opción de equipos electro sumergibles.

Se ha considerado en estas aplicaciones la mejor tecnología de componentes disponibles, de tal manera que este pueda operar dentro de su rango óptimo de operación durante el periodo de vida previsto, trabajando en condiciones de presiones, índices de productividad, y corte de agua y para las condiciones que se anticipan en un futuro. La selección y diseño se realizó de tal manera que fuera simple y confiable, requisito ineludible para Baker Hughes Centrilift, con el empleo del mínimo número de piezas y/o componentes.

La revisión de la aplicación y dimensionamiento del equipo BES se realizó con el simulador **AutographPC** variando cuidadosamente los índices de productividad y los cortes de agua iniciales y finales. Los valores de rango de operación de las bombas se corresponden a las limitaciones de mínima presión de succión sobre el valor de punto de burbuja del yacimiento.

Es importante hacer notar que todo el equipo seleccionado en esta propuesta cumple con todas las prácticas y recomendaciones API para las operaciones, mantenimiento e instalaciones de equipos BES.

3.2. DISEÑO DEL SISTEMA TIPO

La siguiente sección detalla los criterios principales de diseño y los principios del sistema ESP modelado al pozo con casing 7" & 9- 5/8".

3.3. CRITERIO DEL DISEÑO

La base del diseño del sistema BES fue la selección de la mejor configuración del sistema ESP para el pozo de acuerdo a los datos proveídos por

Petromazonas que podría ser capaz de entregar la producción requerida a la mínima presión del reservorio para la mejor eficiencia del sistema BES, de tal manera que la configuración de la completación debería incluir con los siguientes objetivos:

1. Selección del tipo de bomba para operar dentro del rango operativo y configuración del motor para operar a temperatura aceptable.
2. Conseguir el máximo rango de producción con mínima potencia de consumo de KVA de superficie.
3. La aplicación BES está capacitada para cumplir eficientemente con las variaciones de corte de agua e Índice de productividad en su condición inicial y final; manteniendo siempre una presión de succión sobre el valor de punto de burbuja del yacimiento.
4. Las bombas seleccionadas utilizaran tecnología resistente a la abrasión, (SXD) que permitirá extender el rango de operación.
5. La selección del diámetro externo de los equipos y la eficiencia de las bombas está limitada al diámetro interno del casing de 7" & 9 5/8".
6. El motor debe satisfacer la condición de carga para la cabeza de levantamiento de la bomba.
7. El sensor de fondo debe monitorear los cambios en el comportamiento del yacimiento e indicar la presión de descarga de la bomba.
8. La selección del tamaño del cable no debe sobrepasar el límite de caída de voltaje de 30V/1000 Ft
9. El conector eléctrico del cabezal deben poseer protección mecánica que eviten la descompresión del aislamiento.
10. Para asegurar una película de inhibidor de corrosión en la tubería se recomienda una velocidad de fluido no mayor de 11 Ft/Seg.
11. Seleccionar el equipo BES y herramientas que permitan una aplicación confiable del sistema.
12. La configuración del sistema BES tendrá las lecciones aprendidas y mejores prácticas de instalación utilizadas en proyectos similares.

De acuerdo a las especificaciones del pozo tipo se ha seleccionado el equipo de las características descritas en la parte inferior que de acuerdo a la nomenclatura de Centrilift se describe de la siguiente manera:

- 1 **Equipo de material Ferrítico (X).**- Material resistente a la corrosión.
- 2 **Equipo Geotérmico (G).**- Material de alta temperatura.
- 3 **Ejes de alta resistencia (H6 High Strength).**- Eje de alta estiramiento.
- 4 **Zapatas de sellos de alta carga (HL High Load).**- Zapata de alta carga.
- 5 **Cable con tubo Capilar (CAP 3/8").**- Cable con tubo capilar de ϕ 3/8" para inyección de químicos.

Se realizó la optimización del sistema electrosumergible, manteniendo las eficiencias de operación de los componentes del sistema BES de fondo y superficie.

La optimización cumple eficientemente con los caudales requeridos ya que los equipos dispondrán de un margen de capacidad para cubrir la dinámica cambiante de los pozos de acuerdo a la historial del campo.

Utilizar motores de mayor voltaje y menor amperaje, permite optimizar la utilización de cables de menor calibre minimizando las pérdidas de potencia con la consiguiente reducción de energía requerida.

El equipo de superficie está diseñado con capacidad de manejar la carga requerida por el motor. Los variadores GCS tienen la capacidad de integrar módulos de expansión interna para la adquisición de datos del sistema scada, además ofrece un sistema autónomo de monitoreo satelital llamado Well Link.

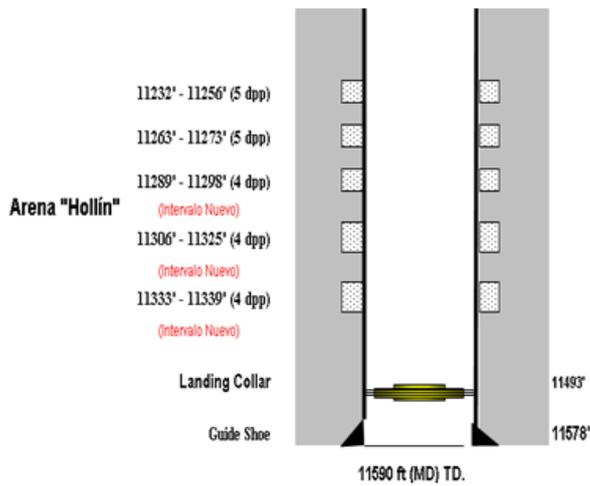
3.4. POZO TIPO –A

A continuación se detallan los datos requeridos para el diseño de un pozo.

DATOS DE DISEÑO POZOS TIPO A

POZO A (hasta 1000 Bls)

ARENA	HOLLÍN
Indice de Productividad (BFPD/PSI)	0.3
BSW (%)	61
GOR (SCF/STB)	284
API Seco	27.4
Temperatura de reservorio (°F)	255
Presión del reservorio (psi)	3905
Presión de cabeza deseada (psi)	150
Pb (psi)	1254
Densidad específica del gas	1.49
Densidad específica del agua	1.03
Factor volumétrico del petróleo	1.254
Gradiente de presión del agua (psi/ft)	0.433



Se dispone de:

CASING 9 5/8"	
	N-80, 47 lbs/ft. BTC
I.D.	8.681
Drift	8.525
Collapse	4760
Volume	0.07321 Bls/pie

7" CASING DESIGN	
	N-80; 29 #/ft HDL.
I.D.	6.184 pulg
Drift	6.059 pulg
Collapse	7020 psi
Volume	0.03715 Bls/pie

3 1/2" TUBING DESIGN	
	N-80; 9.3 #/ft EUE
I.D.	2.992 pulg
Drift	2.867 pulg
Collapse	10530 psi
Volume	0.00870 Bls/pie

POZO TIPO A



1. Información Técnica:

Producción esperada: 1000 BFPD

Profundidad BES: 9750 TVD

BSW: 61%

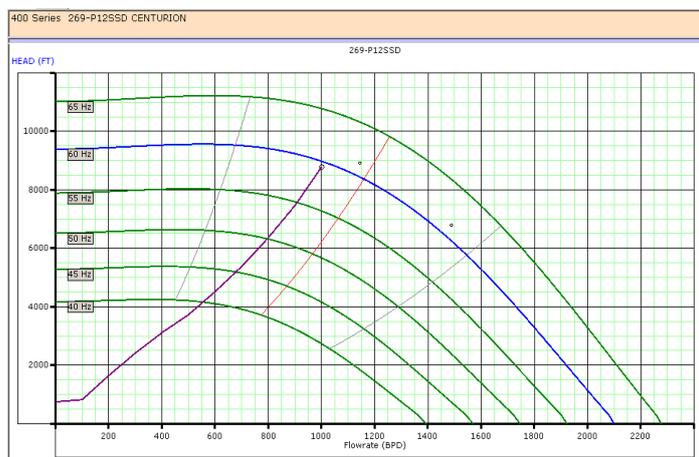
IP: 0.3 Bls/PSI

2. Condición Esperada de Operación:

La selección de los equipos presentados se realiza en base a la información recibida y utilizando el software exclusivamente desarrollado por Baker Hughes AutographPC®.

Fr de operación: 61.7 Hz

Carga del Motor: 76.3 %



3. Equipo Seleccionado:	
EQUIPO	DESCRIPCION
DESCARGA	FPXDIS
BOMBA	400 P12 PMXSSD 269 Stg H6
GAS SEP	GAS SEP GRSXH6 H6
SELLO	GSB3X UT HL H6
SELLO	GSB3X LT H6
MOTOR	MSP1HX 168/2295/44 08R
SENSOR	WELL-LIFT H
CABLE	#4 CELF 5KV 90 LD B G .3 G F CAP 3/8"
MLE	MLE 562 110 FT
CONTROLAD OR	260 KVA 2250 GCS 12P

3.5. DETALLE DEL DISEÑO DEL POZO TIPO A

El diseño de este caso de estudio consistió en la flexibilidad de la producción para ir de un rango de hasta 1000 BFPD para la formación de Hollín, concatenando las condiciones de yacimiento provistas por Petroamazonas, ver figura 10.

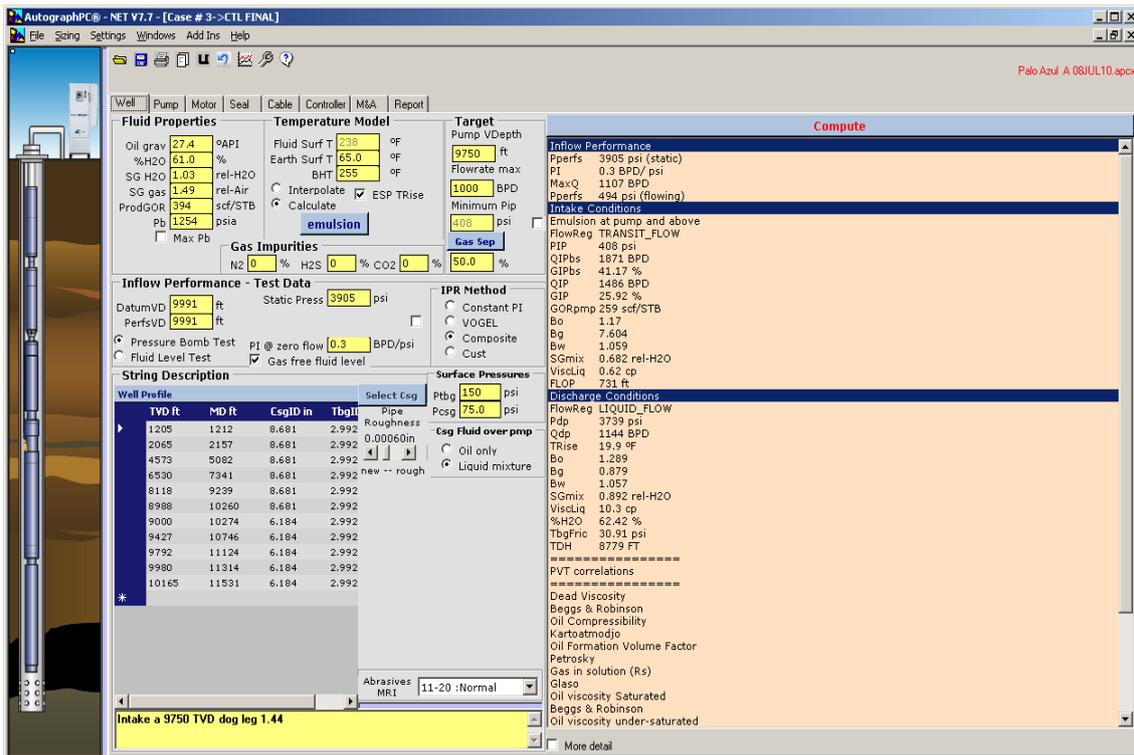


Figura 10: Ingreso de datos al simulador

3.6. METODOLOGÍA Y RESULTADOS

La pantalla de condiciones de pozo muestra los datos de entrada y los datos calculados por AutographPC donde por el bajo índice de productividad arroja un Q máximo de 1107 BPD. Para trabajar sobre el punto de burbuja necesitamos obtener una producción de 800 BFPD de acuerdo al grafica adjunto.

Para el modo de productividad del pozo se seleccionó la opción relación de comportamiento de afluencia según relación de influjo según IPR.

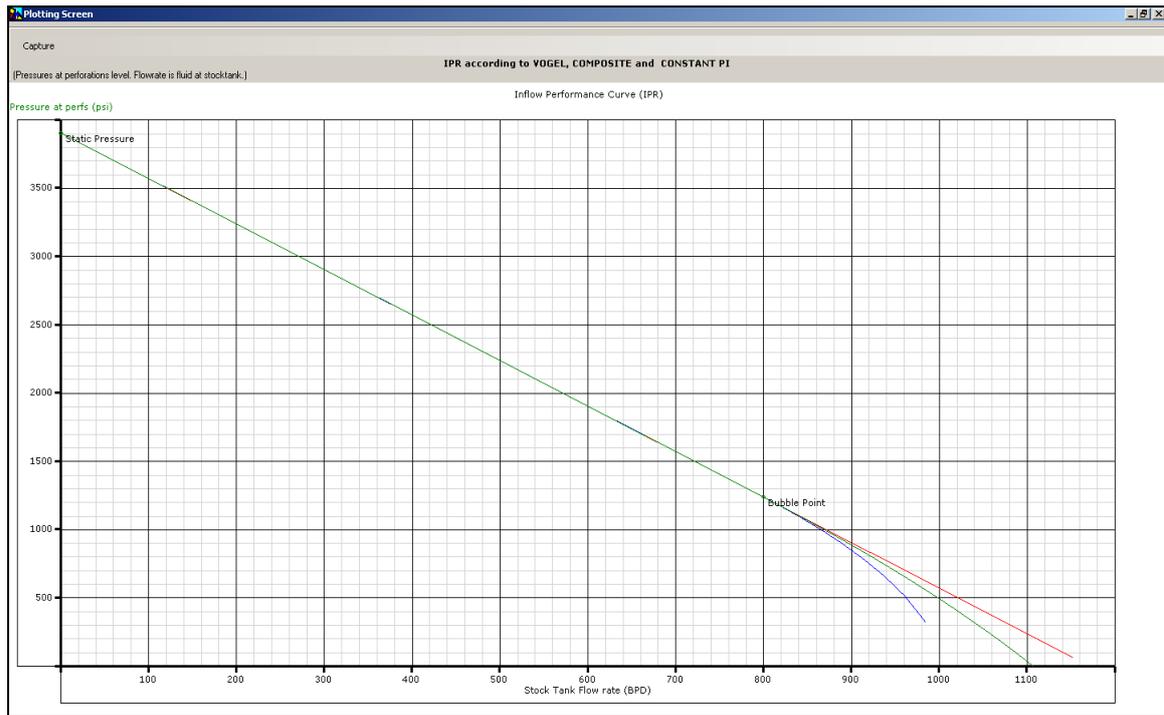


Figura 11: Stock tank flow rate (BPD)

De acuerdo a la información suministrada por Petroamazonas referente al estado mecánico del pozo, y el equipo BES estaría asentado en el casing de 9 5/8", se recomienda asentar la admisión de la bomba a 9750 FT TVD / 11081 FT MD.

3.7. BOMBA

En la condición de producción máxima, el porcentaje volumétrico del gas libre en el casing GIPbs 41.17% antes de la separación natural del gas, hace indispensable utilizar un separador de gas.

Se seleccionó una bomba que cumpliera con los requisitos de producción actuales y futuros, incluyendo la operación a frecuencias cercanas a 60 Hz que establece la necesidad de emplear soportes radiales de carburo de tungsteno,

tipo AR que evita el desgaste prematuro de las etapas y reduce la vibración en las bombas, ver figura12.

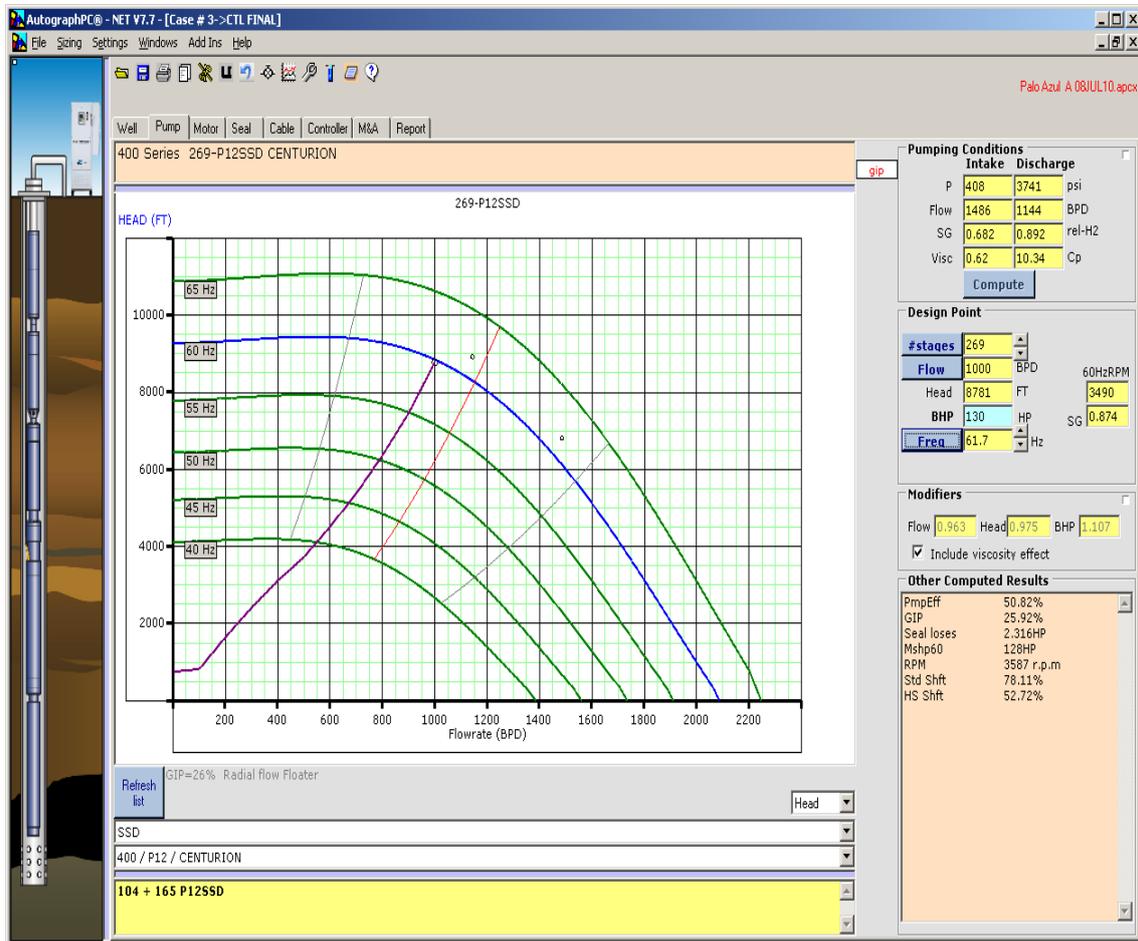


Figura 12: Curva de simulación con # etapas

La unidad fue diseñada para producir en un rango de hasta 1000 bfpd, la bomba seleccionada fue **P12** modelo **SXD** con 269 etapas de acuerdo a las estandarizaciones de tipos de bombas que maneja la empresa Baker Hughes esta bomba tiene un rango de 420 a 1200 bfpd.

3.8. MOTOR

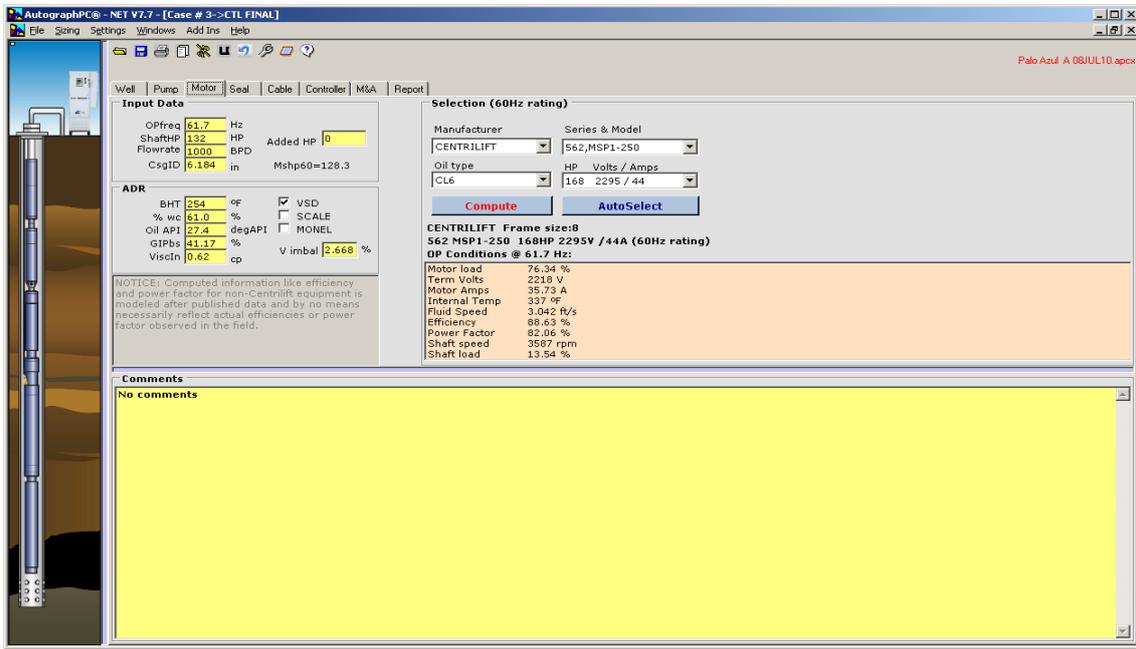


Figura 13: Selección del tipo de motor

El motor seleccionado para las condiciones de operación requeridas es un Motor **MSP1HX** Tipo Single, Serie 562 (5.62" de diámetro externo), apto para operar a las condiciones previstas; con datos de placa: **168 HP, 2295 V, 44 A**

Los HP requeridos por todo el conjunto de este sistema BES son de 128.3 HP @ 60 Hz., por lo que para este caso se escogió motor de 168 HP, considerando que deben vencerse la resistencia al arranque, el consumo mecánico de sellos.

El aceite que se utilizará en el las instalación del equipo BES, tanto en el sello como en el motor es el CL-6, mismo que posee las propiedades dieléctricas y de viscosidad óptimas para las temperaturas de operación del motor hasta 450°F.

3.9. VERIFICACIÓN.Y CARGA DE ENFRIAMIENTO DEL MOTOR

La ventaja de poder calcular la temperatura de operación en forma automática para cada caso es enorme, ya que es éste el criterio que predomina al momento de establecer si un motor podrá operar en condiciones de temperatura en el fondo del pozo, velocidad del fluido del pozo alrededor del motor (con el consecuente efecto refrigerante), nivel de carga del motor.

La carga del motor cumple con la especificación de porcentaje de carga del motor en **76.34%** de su capacidad nominal para su condición de máximo caudal de operación.

3.10. SELLO

Los sellos de Baker están diseñados para, (a) absorber la carga axial generada por la bomba, (b) igualar las presiones entre el ambiente del pozo con la del aceite mineral del motor y, (c) facilitar la expansión del aceite cuando se incrementa la temperatura por la operación del motor, mediante el sello se emplea tres cámaras espaciadas verticalmente.

El sello representa la pieza clave de protección del motor contra sus tres principales enemigos:

- Empujes descendentes generados por las etapas de la bomba y que son transmitidos a través del eje.
- Contaminación con los fluidos del pozo.
- Expansión y compresión del aceite dieléctrico.

Para este pozo se verificó el sello con el programa de diseño, para asegurar que todas las cámaras operarán dentro de parámetros de expansión aceptables y que el cojinete de empuje esté cargado dentro de los límites aceptables.

A continuación se presenta la pantalla de AutographPC para el sello del equipo BES seleccionado para el pozo:

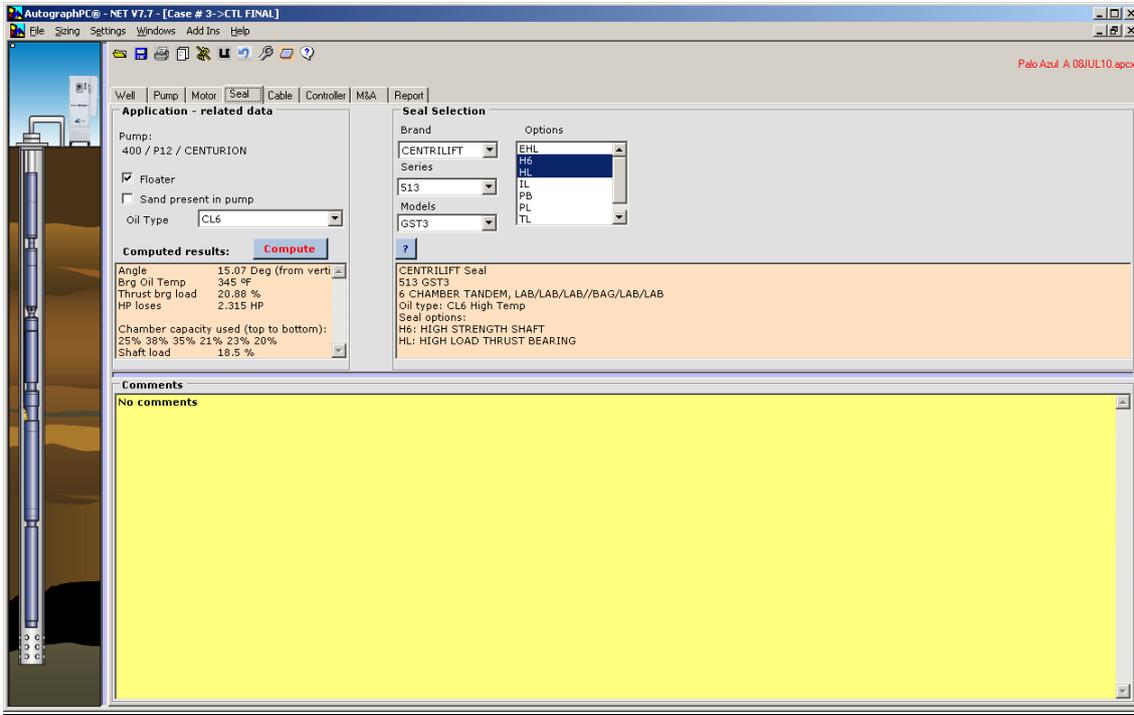


Figura 14: Selección del tipo de sello

Los parámetros de operación del sello **GST3XDBHLH6PFS** formado por dos secciones (Tipo Tandem) que se hallan dentro de los límites aceptables y esto se cumple holgadamente, para proporcionar protección adicional por encontrarse el equipo asentado en un ángulo de 15.07°, cada sección sello está conformada por 2 cámaras con laberinto y una cámara de bolsa, lo que hace una protección total de 6 cámaras.

Se observa que se han seleccionado opciones de cojinete de alta carga (HL), eje de alta resistencia (H6) y en la cabeza, sellos mecánicos de calidad Premium (PFS). Estos sellos se fabrican con el fuelle de un polímero de AFLAS y las caras estáticas son de material llamado carburo de cilio

3.11. CABLE

Se seleccionó un conductor tamaño # 4 AWG y se propone utilizar cable plano con plomo tipo CELF 5KV hasta el empalme con el cable de extensión del motor. De allí continúa el cable de extensión del motor hasta el “pothead” (punto de conexión al motor) el cual se halla por debajo de la succión de la bomba.

El cable de extensión del motor es para alta temperatura y máxima protección química por su recubrimiento de plomo.

Así mismo, el cable de extensión al motor propuesto es con un pothead de dos piezas, el cuál es recomendado para ambientes de alto voltaje, del tipo gaseosos con temperaturas hasta 450°F. Este tipo de MLE fue desarrollado para soportar más temperatura y mayor voltaje que el tipo moldeado. El MLE fue diseñado para sellar y proteger el motor del fluido del pozo durante la vida operativa de la unidad.

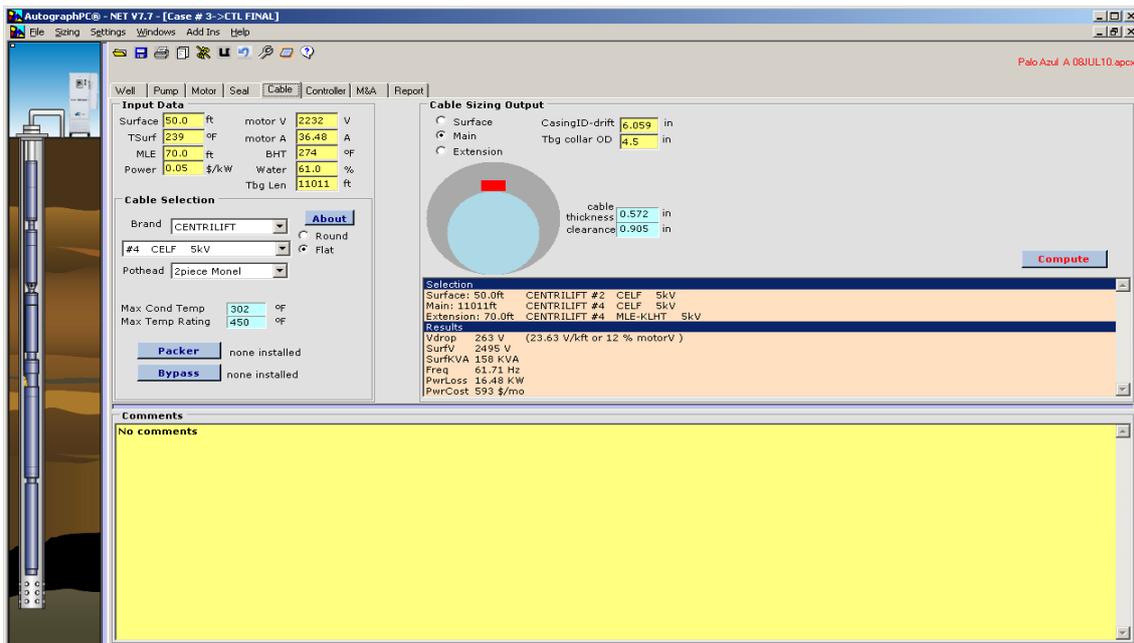


Figura 15: Selección del tipo de cable

3.12. VARIADOR DE FRECUENCIA (VSD)

Una vez finalizado el diseño del equipo de fondo con su correspondiente cable se seleccionó el VSD que mejor se adaptaba al caso, verificándose que no se sobrecargará en los casos más críticos. Es común que en instalaciones profundas el VSD deba ser sobredimensionado para permitir el arranque del equipo de fondo, pero este posible problema es tomado en cuenta por el software AutographPC y un “flag” anuncia “problemas en el arranque” si los hubiere. EL VSD da la posibilidad de aumentar la frecuencia de arranque para el equipo y/o ajuste del voltaje de arranque mediante la opción

Para el caso del pozo no se encontró ningún problema el cálculo del arranque con variación en frecuencia o en el voltaje es decir, el VSD seleccionado es apto para la aplicación, para todos los casos previstos.

El VSD seleccionado corresponde a la clasificación Centrilift de: VSD GCS Serie 2250-3GCS, con una capacidad de 260 KVA.

A continuación se presenta las características de operación que presenta el variador de frecuencia seleccionado:

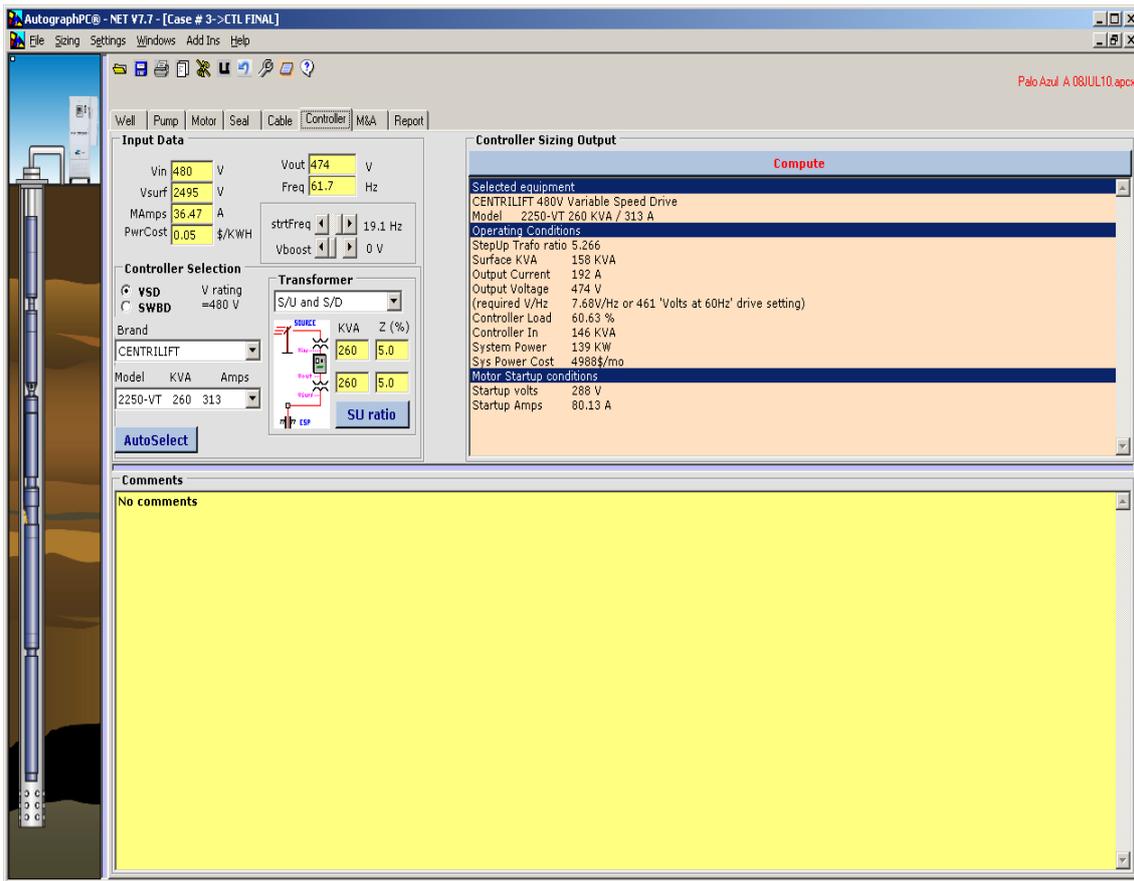


Figura 16: Selección del variador de frecuencia VSD

3.13. EI SENSOR

Los servicios de monitoreo y automatización tienen un propósito: brindar a los operadores una visión de la información requerida para optimizar la producción y extender la vida útil del equipo de fondo.

El sensor que se utilizará para completar el sistema BES será un WellLIFT™H que fue diseñado por expertos con más de una década de experiencia en el diseño y suministro de sensores de fondo.

El WellLIFT™H tiene un sistema amigable de interfaz GCS compatible con sistemas "plug and play". La interface esta fácilmente integrada dentro del Variador de Velocidad GCS y arrancadores, o puede ser utilizado con su propia pantalla. La

salida del WellLIFT™H está en formato ModBus para fácil conexión a los sistemas existentes de Scada.

El sistema Scada está siendo instalado en todos los pozos del Oriente Ecuatoriano para poder monitorear el funcionamiento de cada uno desde una central inalámbrica.

El sistema general del WellLIFT™H consiste de:

- Un sensor de fondo o Motor Gauge Unit (MGU)
- Un dispositivo de descarga o Ported Pump Heads (PPH)
- Un panel de Alto Voltaje de superficie o Choke Panel Kit (Choke Assembly)
- Un panel electrónico de superficie o (Stand Alone Surface Electronics)

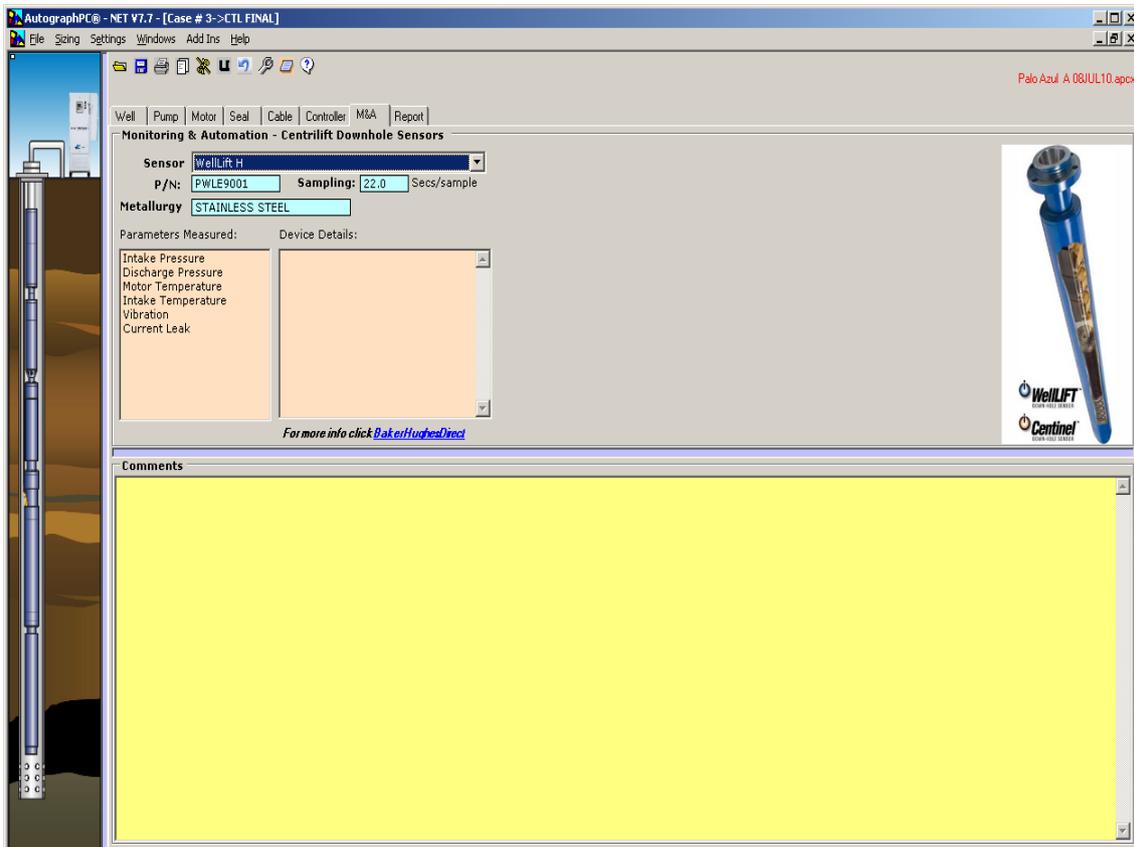


Figura 17: Selección del sensor de fondo

EL WELL LIFT OFRECE EL MONITOREO DE

Presión a la entrada de la bomba.

Temperatura del Fluido

Temperatura del motor

Temperatura de la electrónica

Presión de descarga

Temperatura a la descarga.

Vibración (Ejes X and Y)

Corrientes de fuga.

Voltaje de fase a tierra (A, B y C)

Tiempo de operación del sistema

Porcentaje de ruido

Medición de voltaje.

Frecuencia de salida.

PROCESO DE ENSAMBLE DE UNA BOMBA SERIE 400P CENTRILIFT

4.1. PROCESO DE ENSAMBLE DE UNA BOMBA SERIE 400P CENTRILIFT

A continuación se detallara los pasos más importante del procedimiento de ensamble.

4.2. PREPARACIÓN DE PARTES

Para iniciar un proceso de ensamble de uno de los componentes del sistema BES en la empresa Baker Hughes, luego de disponer de toda la información, y confirmación del tipo de equipo a utilizar se procede a.

Como primer paso se abre una orden de producción en el sistema que la empresa utilice, esta orden debe ir con el part numbers, serial y el modelo del equipo para identificar el mismo.

Como segundo esta orden pasa al departamento de materiales o también llamado almacén, aquí se prepara ítem por ítem de acuerdo a la lista de materiales para luego entregar al a producción.

Con todos los materiales entregados por almacén asegúrese que toda la documentación referente a la bomba a ensamblar sea la correcta

Verifique las partes entregadas por almacén con la lista de materiales para asegurar que las partes y las cantidades coinciden con los números de parte indicados en el documento y verificar que las piezas estén limpias y en perfecto estado

Para el siguiente proceso los pasos a seguir son los siguientes y en orden que se indican.

Se coloca el eje sobre un rack horizontal para su posterior enderezado verifique que el tipo de material del eje coincida con el requerido en la orden de producción según el número de ranuras en las estrías lo cual indica el tipo de materiales. Una ranura en las estrías para los ejes de alta resistencia, dos ranuras para los ejes de nitronic 50 y ninguna ranura para los ejes de monel, verifique la rectitud o también llamado alineación del eje según la instrucción de los procedimientos de ensamble.

Seguido se revisa el número de parte del housing, colocarlo sobre un rack en posición horizontal para su posterior limpieza y preparación para el ensamble.

Instale (03) o-rings en la base de la bomba Centurión upper o medio, en el caso de que el ensamble sea de una bomba lower esta lleva el intake incorporado y no requieren de o-rings por ser de succión directa, ver figuras 18,19.



Figura 18: Base de bomba centurión



Figura 19: Base lower o single

Dependiendo el modelo de la bomba a ensamblar existen los siguientes modelos:

SND=Stabilized Normal= Estabilizado para servicio normal

SHD=Stabilized Heavy = Estabilizado para servicio Pesado

SSD=Stabilized Severe= Estabilizado para servicio Severo

SXD=Stabilized Extreme= Estabilizado para servicio extremo o extremadamente severo.

Prepare la placa según indique el programa de producción, coloque la placa en la base asegúrela con cinta de embalaje o una abrazadera y colocarle los remaches metálicos en la base asegurando que se encuentre en la posición correcta se debe leer desde la base hacia arriba,

Instale el o-ring en el cabezal de la bomba y el Top Bearing



Figura 20: Cabeza upper / single



Figura 21: Cabeza medio / single

Coloque las siguientes partes en la mesa de ensamble: como coupling, botton difuser, impulsor inferior (sin la arandela del cubo instalada), y cualquier buje espaciador requerido para la bomba. Ver la lista de materiales para los números de parte de los bujes espaciadores. Los bujes espaciadores se requieren cortar a una longitud de tal forma que completen el espacio libre en el eje, cuente el número de difusores requeridos por la bomba, se agrupan los difusores en la mesa de trabajo de tal forma que se pueda verificar el diámetro externo de cada uno con una galga para asegura que no se encuentren sobredimensionados.

Recuerde realizar la prueba hidráulica a los impulsores y difusores de flujo radial para asegurar que estas no tenga taponamientos principalmente en los tipos de bombas: P4, P6, P8, y P12, estos modelos equivalen a una producción de 400 a 1200 bpd.

Verifique que en las etapas no haya dificultad en el deslizamiento del impulsor dentro del difusor, para esto se hace girar el primero dentro del segundo, y luego se coloca otro difusor (se encierra el impulsor entre dos difusores) para comprobar que existe juego axial, ver figura 22.



Figura 22: Agrupamiento de difusores

Instale los o-ring en los difusores, para mayor información puede consultar la especificación de ingeniería referenciada en el plano de ensamble. Adicionalmente se requerirán (04) o-ring para los difusores superiores y (03) o-ring para los difusores inferiores luego colocar o-ring cada 6 etapas para las series 400P.

Cuento el número de impulsores requeridos para la bomba, instale los washer de empuje o también llamadas arandelas a cada impulsor según la cantidad requerida en la lista de materiales y/o las especificaciones de ingeniería.

Verifique la información en los planos y los PCN, algunas washer o también llamadas arandelas requieren de pegamento para su fijación esto depende del tipo de bomba, la ubicación correcta de las arandelas de empuje, estas difiere según el modelo de la etapa, ver figura 23.



Figura 23: Difusor e impeler con arandela

4.4. ENSAMBLE DEL CONJUNTO DE ETAPAS

Coloque los difusores en la canaleta de ensamble y ubique el eje enderezado en soportes sobre los bloques estos pueden ser maderas o de goma entre los extremos del eje y el tapón retenedor del housing (housing stopper)



Figura 24: Soportes para el eje



Figura 25: Difusores en la canaleta

Limpie el chavetero pasando una herramienta a través del chavetero para asegurar que se encuentra libre de golpes y virutas del mecanizado. Puede

utilizar un pedazo de arandela, un pedazo de chaveta u otra herramienta especial. La alineación del eje debe ser previamente inspeccionada y realizada según la instrucción.

4.5. TRASLADO DEL EJE AL BANCO DE ENSAMBLE

El eje se debe manejar entre dos personas cuando su longitud sea de hasta 5 metros y entre tres personas cuando su longitud sea más de 5 metros, para evitar que este sufra dobladuras extremas.

Instale el Snap-ring del extremo inferior del eje utilizando una pinza, recuerde que el Snap-ring se debe colocar con el lado plano (con bordes cuadrados) hacia las estrías esta posición soporta toda la carga del conjunto de etapas de la bomba, como se indica en la figura 26.



Figura 26: Snap-ring de bomba 400P

Algunas veces es necesario trabar la chaveta en el eje, esto se logra dando unos golpes suaves a la chaveta en los extremos y en el centro del eje utilizando un martillo de bola, Instale la chaveta sobre en el chavetero del eje. En el extremo superior del eje no utilice una chaveta de longitud menor a 12". Si la última chaveta es de longitud menor a 12" corte la chaveta anterior según

sea necesario esto nos ayuda a evitar que una parte de esta se levante al momento del ensamble o en su funcionamiento.

Coloque el Botton difuser (difusor inferior) sobre el extremo inferior del eje. Se debe cubrir el primer impulsor y ensamblarlo en el primer difusor. Si es requerido, coloque el sleeve espaciador entre el Snap-ring del extremo inferior y la primera etapa

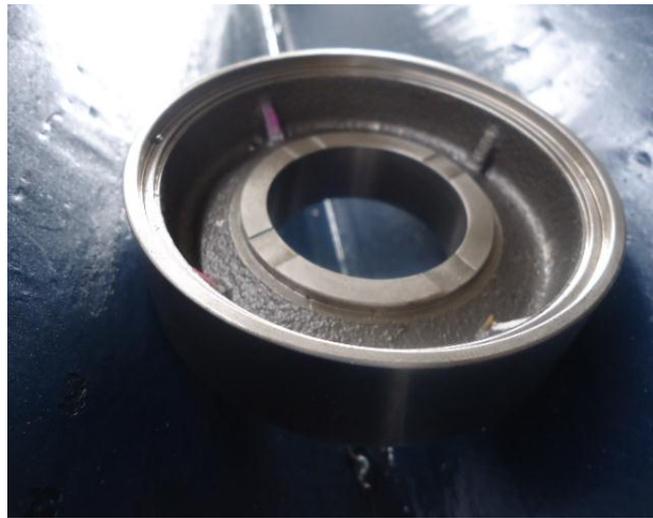


Figura 27: Botton difuser P12

Verifique el plano de ensamble de la bomba para la longitud adecuada de este buje espaciador. Usualmente los bujes son hechos de Ni-Resist, sin embargo, algunos tipos de bombas requieren de bujes de Carburo de Tungsteno colocados en sitios estratégicos. En estos casos, asegúrese de no mezclar los bujes de diferentes materiales.

Comience con el ensamble de la combinación difusor / impulsor, coloque el difusor en el eje y luego el impulsor. Luego de haber apilado algunas etapas en el eje, mueva este primer grupo o también llamado módulo de etapas hacia el extremo opuesto del eje para evitar que se arquee o ceda durante el armado, verifique que cada impulsor gire dentro del difusor sin dificultad



Figura 28: Armado de etapas sobre el eje

Una vez finalizado el armado de las etapas en el eje, coloque los bujes espaciadores en el extremo superior del eje dejando un espacio de $3/16$ " a $1/4$ ". Verifique los requerimientos de material de buje como se hizo para el extremo inferior del eje. Instale el Snap-ring del extremo superior del eje con la pinza para Snap-ring.



Figura 29: Snap-ring en posición correcta

Tire los soportes madera del extremo inferior del eje, en caso de haberlo utilizado y posicione el tapón retenedor del housing contra el Botton diffuser (difusor inferior). El tapón del housing posicionara el conjunto de etapas dentro de alojamiento.

Coloque la herramienta de empuje en la canaleta de ensamble y delante del difusor superior, precompresionar el conjunto de etapas en la canaleta usando la cadena tensora y el carro deslizante. Verifique la rotación del eje, este debe girar libremente.



Figura 30: Cadena de empuje de la etapas

Verificar la limpieza del interior del housing colocando paños limpios por un extremo y empujándolos por el interior del housing con una varilla hasta que los paños salgan por el extremo opuesto. Los paños pueden ser pasados a través del housing utilizando aire a presión y un adaptador accesorio en el extremo del housing, esta limpieza se realiza en el momento de la preparación de partes.

Vierta aceite limpio sobre el conjunto de etapas este es solo para tener mejor lubricación. Esto ayudara al housing deslizarse más fácilmente sobre las etapas.



Figura 31: Lubricación del conjunto de etapas

Empuje el conjunto de etapas hasta que el housing golpee el tapón retenedor del housing, la longitud del tapón retenedor del housing es menor a la longitud de la rosca de la base esto permite que mientras ingresa la base va empujando las etapas y quedan en la posición correcta dentro del alojamiento, si el conjunto de etapas no ingresa con facilidad verifique que no haya sólidos en la posición de alguno de los o-ring, si esto sucede reemplace el o-ring y repita la operación.



Figura 32: Ingreso del conjunto de etapas

Utilizando una grúa, traslade el housing hacia el banco de torque, remueva el botton diffuser (difusor inferior) y limpie la rosca del housing y el difusor inferior usando aire comprimido coloque nuevamente el difusor inferior en la bomba. Gire el difusor inferior para asegurar que asiente bien en el conjunto de etapas

Se usa aire comprimido para limpiar la rosca de la base coloque vaselina o aceite en el o-ring más cercano y en la rosca de la base coloque loctite, ver figura 33.



Figura 33: Loctite en la rosca de base

Enrosque la base en el housing utilizando una llave de correa o a mano. Marque la base y el housing con pintura o marcador de metal para mostrar que la junta aún no ha sido torquedada.

4.6. TORQUEADO DE LA BASE

Se coloca la bomba sobre la máquina de torque se ubica la llave de torque requerida según la serie. Coloque la llave de torque alrededor de la base y se aplica un torque de 310 a 480PSI para la serie 400 como se indica en la siguiente tabla.

SERIE DE BOMBAS	PSI
400	310 - 480
513 - 538 - 562	580 - 650
675	1000 - 1250
RUPTURA	1750



Figura 34: Aplicación de torque en la base

Luego que la base ha sido apretada, posicione la bomba para colocar el cojinete superior (top bearing).

4.7. ENSAMBLE DEL EXTREMO DEL CABEZAL

En cada paso del proceso de ensamble se debe aplicar una limpieza de las partes y con una pistola neumática limpie la rosca del extremo superior del housing.

Se mide las distancias desde la cara del último difusor al filo de housing con una regla graduador o vernier este valor se registra en el plan de calidad del equipo en proceso, como se indica en la figura 35.



Figura 35: Medida del difusor al final del housing

El siguiente formato, o plan de calidad es similar para todos los tipos de equipos BES, documento en el cual se registra paso a paso como serial modelo, tipo de trabajo, medidas como nos indica el procedimiento de ensamble y pruebas de los equipos.

 Centrilift	PLAN DE CALIDAD PARA BOMBAS	Cliente: CTL
		S/N: 12727420
		Modelo: PMXSSD H6 FER 165 P12
		Fecha: 20/Dic/2012 ODT No: 104122256

INSPECCION
 RECIRCULACION
 LIMPIEZA Y PRUEBA
 REPARACION
 MODIFICACION
 NUEVO ENSAMBLE

No.	OPERACION	PROCEDIMIENTO APLICABLE	REGISTRO GENERADO	INSPECCION (firma)	OBSERVACIONES
01	Verificar las partes solicitadas	~	RC/CE-013	<i>[Signature]</i>	
02	Preparar las partes a usar	I-BES-01	~	<i>[Signature]</i>	
03	Verificar calibre de diámetro externo de las etapas	I-BES-01	~	<i>[Signature]</i>	
04	Enderezar el eje	I-BES-08	~	<i>[Signature]</i>	
05	Armaz la bomba: eje, chavetas y etapas	I-BES-01, ASSY DWG	~	<i>[Signature]</i>	
06	Preparar tubo de compresión y comprimir las etapas	I-BES-01, ASSY DWG	~	<i>[Signature]</i>	Medida de la última etapa Al final de housing = 5 ²⁰ /32 Medida del tubo = 1 ²⁰ /32
07	Medir el juego axial (Extensión de ejes) y giro	ASSY DWG	RC/CE-044	<i>[Signature]</i>	UP: 28/32 DOWN: 1/32
08	Torquear juntas	I-BES-10	~	<i>[Signature]</i>	
09	Ensayo final de la bomba	P-ENS-11	CURVA BOMBA (CATBROWSE)	<i>[Signature]</i>	
10	Prueba de Vibración (opcional)	P-ENS-13	~	—	
11	Preparar y colocar placa de identificación	I-BES-01	~	<i>[Signature]</i>	
12	Medir el juego axial (Extensión de ejes) y giro.	P-ENS-12	RC/CE-044	<i>[Signature]</i>	
13	Llenar la bomba con aceite	I-BES-01	~	<i>[Signature]</i>	
14	Revisar coupling por sus dos lados en las estrías del eje de la bomba ensamblada.	I-BES-01	~	<i>[Signature]</i>	
15	Eje Utilizado	P-CC-04	RC/CE-049	<i>[Signature]</i>	Serial del eje M-724

APROBACION DE PRODUCCION FIRMA: <i>[Signature]</i> FECHA: 20-Dic-2012		APROBACION DE CONTROL DE CALIDAD FIRMA: <i>[Signature]</i> V. Quisigoina FECHA: 20/Dic/2012	
---	--	--	--

Tabla 2: plan de calidad bomba P12 -165 stg

 Centrilift	PLAN DE CALIDAD PARA BOMBAS	Cliente: <i>CTL</i>
		S/N: <i>12727419</i>
		Modelo: <i>P11XSSD H6 FER 104 P12</i>
		Fecha: <i>19-DIC-2012</i> ODT No: <i>104122255</i>

INSPECCION
 RECIRCULACION
 LIMPIEZA Y PRUEBA
 REPARACION
 MODIFICACION
 NUEVO ENSAMBLE

No.	OPERACION	PROCEDIMIENTO APLICABLE	REGISTRO GENERADO	INSPECCION (firma)	OBSERVACIONES
01	Verificar las partes solicitadas	~	RC/CE-013	<i>[Signature]</i>	
02	Preparar las partes a usar	I-BES-01	~	<i>[Signature]</i>	
03	Verificar calibre de diámetro externo de las etapas	I-BES-01	~	<i>[Signature]</i>	
04	Enderezar el eje	I-BES-08	~	<i>[Signature]</i>	
05	Armar la bomba: eje, chavetas y etapas	I-BES-01, ASSY DWG	~	<i>[Signature]</i>	
06	Preparar tubo de compresión y comprimir las etapas	I-BES-01, ASSY DWG	~	<i>[Signature]</i>	Medida de la última etapa Al final de housing = <i>5.28/32</i> Medida del tubo = <i>1.12/32</i>
07	Medir el juego axial (Extensión de ejes) y giro	ASSY DWG	RC/CE-044	<i>[Signature]</i>	UP: <i>28/32</i> DOWN: <i>1/32</i>
08	Torquear juntas	I-BES-10	~	<i>[Signature]</i>	
09	Ensayo final de la bomba	P-ENS-11	CURVA BOMBA (CATBROWSE)	<i>[Signature]</i>	
10	Prueba de Vibración (opcional)	P-ENS-13	~	<i>[Signature]</i>	
11	Preparar y colocar placa de identificación	I-BES-01	~	<i>[Signature]</i>	
12	Medir el juego axial (Extensión de ejes) y giro.	P-ENS-12	RC/CE-044	<i>[Signature]</i>	
13	Llenar la bomba con aceite	I-BES-01	~	<i>[Signature]</i>	
14	Revisar coupling por sus dos lados en las estrías del eje de la bomba ensamblada.	I-BES-01	~	<i>[Signature]</i>	
15	Eje Utilizado	P-CC-04	RC/CE-049	<i>[Signature]</i>	NUEVO Serial del eje <i>N-4810</i>

FIRMA: <i>[Signature]</i> APROBACION DE PRODUCCION FECHA: <i>19/01/2012</i>	FIRMA: <i>[Signature]</i> APROBACION DE CONTROL DE CALIDAD FECHA: <i>19-DIC-2012</i>
--	---

Tabla 3: plan de calidad bomba P12 -104 stg

Para obtener la longitud del tubo de compresión, refiérase al plano de ensamble apropiado donde se indica la formula a utilizar. Para una bomba estándar de la serie 400 el procedimiento es el siguiente.

Mida la dimensión usualmente referida como “Z”, Z es la altura del top bearing y el cabezal acoplados (ver foto) mas 1/8” (0.125”) Luego, restar Z la dimensión obtenida en el paso 2 (normalmente llamada Y). Suma a este resultado el número de etapas de la bomba multiplicada por la compresión a ser aplicada a cada etapa, la cual es 0.003” para la serie 400, Utilice este resultado para la longitud final del tubo de compresión a utilizar.

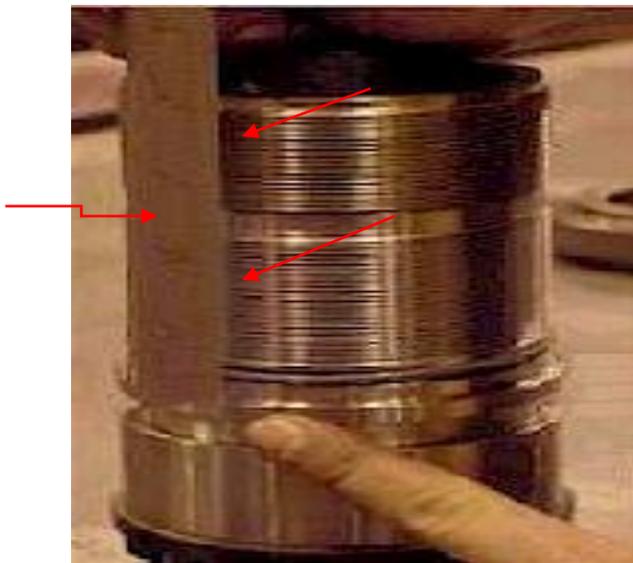


Figura 36: Base y top bearing

Cortar el tubo de compresión a la longitud requerida y colóquelo dentro del housing por el extremo del cabezal, dependiendo de la serie y la configuración de la bomba a ensamblar, esta longitud variara considerablemente – verificar cuidadosamente que el plano coincida con la configuración y serie de la bomba a ensamblar. Si cualquier bomba tiene un tubo de compresión con una longitud mayor a 10”, se debe utilizar un bearing espaciador sobre la última etapa y el espacio libre, centrado tanto como sea posible entre el cojinete superior y el difusor superior

Aplicar loctite o aceite sobre la rosca del top bearing superior y utilizando las herramientas de instalación de esta parte enrosque hasta que asiente sobre el tubo compresión a la longitud requerida.



Figura 37: Top bearing

Conecte la máquina de torque neumática a la herramienta de ajuste al top bearing y coloque la llave de torque adecuada alrededor del housing. Ajuste apropiadamente el regulador de aire de la herramienta de torque neumática según la serie de la bomba. Con el torque neumático a baja velocidad, comprima el conjunto de etapas hasta que se detenga. Mida desde la rosca del top bearing superior a la cara del housing. Verifique que esta medida sea suficiente para enroscar el cabezal en el housing y quite el torque neumático del cojinete superior para verificar las medidas.



Figura 38: Torque neumático

Si la distancia medida no es suficiente para enroscar el cabezal en el housing, saque el top bearing superior y ajuste nuevamente el tubo de compresión y verifique que las mediadas no hayan variado. Repita los pasos realizados esta medida también asegurara que el top bearing superior no ha sido enroscado y ajustado lo suficiente.

Utilizando la llave de estría apropiada, asegúrese que el eje gire libremente no olvide verificar la rotación del eje. La compresión de la bomba puede causar interferencia entre los impulsores y difusores si estos están levemente fuera de tolerancia. Empuje el eje todo hacia arriba y luego todo hacia abajo para verificar la extensión del eje según el plano de ensamble este deslizamiento se lo llama juego axial de la bomba. Utilice una regla graduada metálica para medir la extensión del eje. Refiérase al plano de ensamble para las tolerancias del movimiento axial del eje permitidas. Anote la medida de la extensión del eje (hacia arriba y hacia abajo) en el plan de calidad, como se indica en la figura 39.



Figura 39: Medición de juego axial

Quando la extensión del eje deba ser ajustada con precisión (particularmente cuando se ensamblan bombas de compresión), la longitud de los bujes indicada en los planos puede que no sea lo suficientemente precisa (longitud estándar de los bujes) y sea necesario cortar los bujes a la longitud exacta. Este usualmente será el buje superior. En estos casos, los bujes pueden ser cortados fácilmente en un torno y esto se lo realiza en un centro de mecanizado.

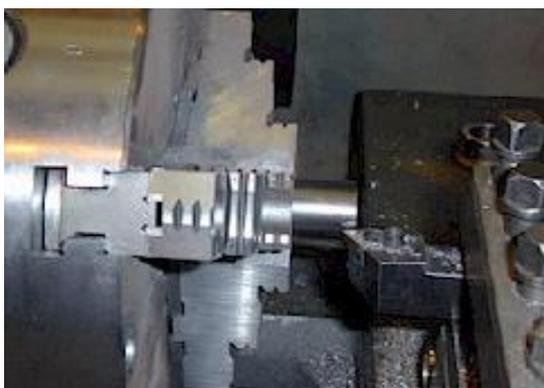


Figura 40: Torno - para mecanizados

Limpie con aire comprimido la rosca del cabezal. Aplique vaselina al o-ring y Loctite a la rosca. Enrosque el cabezal en el housing con una llave de correa o a mano.

4.8. TORQUEDO DEL CABEZAL

Con la grúa se posiciona la bomba en el banco para torquear el extremo del cabezal. Ubique la llave de torque requerida según la serie de la bomba. Coloque la llave de torque alrededor del cabezal. Realice torquedo, del cabezal este paso se realiza después de haber verificado juego axial y radial del eje más la estabilización de los sleeve del eje hacia el top bearing en el caso de las bombas de modelos SSD –SXD las cuales llevan bujes e insertos de carburo de tungsteno.



Figura 41: Bomba torqueada

Si es requerido, instale el acople y la tapa de despacho en el extremo de la base y del cabezal, llene la información requerida del plan de calidad. Y con la grúa traslade la bomba hacia el área de ensayo para realizar la prueba final.

En la prueba final de una bomba ESP el programa utilizado llamado AUTOCAD después de haber tomado todos los datos pasos a paso para una prueba este te arroja como resultado la siguiente gráfica.

Stage Type: P12:SSD Stages: 165
 Serial Number: 12727420 New Pump
 Customer: CTL
 Well Name: ENSAMBLE
 Well ID: ENSAMBLE
 Tested By: QUISIGUIÑA
 Remarks: 400 PMXSSD 165 P12 H6 FER STD_PNT

Tested: 12/20/2012

RAW DATA

Test Point	Speed (rpm)	Temp (deg F)	Flow (gpm)	(psi)	Pout (psi)	Torque (ft-lbs)
1	3588	70.00	0	38.00	2617	77.80
2	3584	70.00	14.00	38.00	2542	93.2
MIN	3582	70.00	29.00	38.00	2469	122.0
BEP	3580	70.00	37.00	38.00	2280	130.4
MAX	3582	70.00	44.00	38.00	1994	138.2
6	3580	70.00	54.00	38.00	1376	148.9
7	3573	70.00	69.00	38.00	53.00	183.7

BHP and HEAD are corrected to DENSITY=1.000
 Rate, Head and BHP are corrected to 3500 RPM

TEST DATA

Test Point	Flow (gpm)	Head (psi/Stage)	Power (kW/Stage)	Eff (%)
1	0	14.883	0.2172	0
2	13.673	14.483	0.2625	32.712
MIN	28.339	14.076	0.3456	50.045
BEP	36.177	12.996	0.3704	55.039
MAX	42.998	11.326	0.3928	53.756
6	52.799	7.7561	0.4251	41.775
7	67.598	0.0873	0.5303	0.4825

PERCENT DEV:

MIN	28.003	-4.94%	5.34%	
BEP	35.004	-1.85%	6.25%	-8.88%
MAX	42.005	0.80%	5.92%	

LIMITS:

MIN	28.003	-5.00%	8.00%	
BEP	35.004	-5.00%	8.00%	-10.00%
MAX	42.005	-5.00%	8.00%	

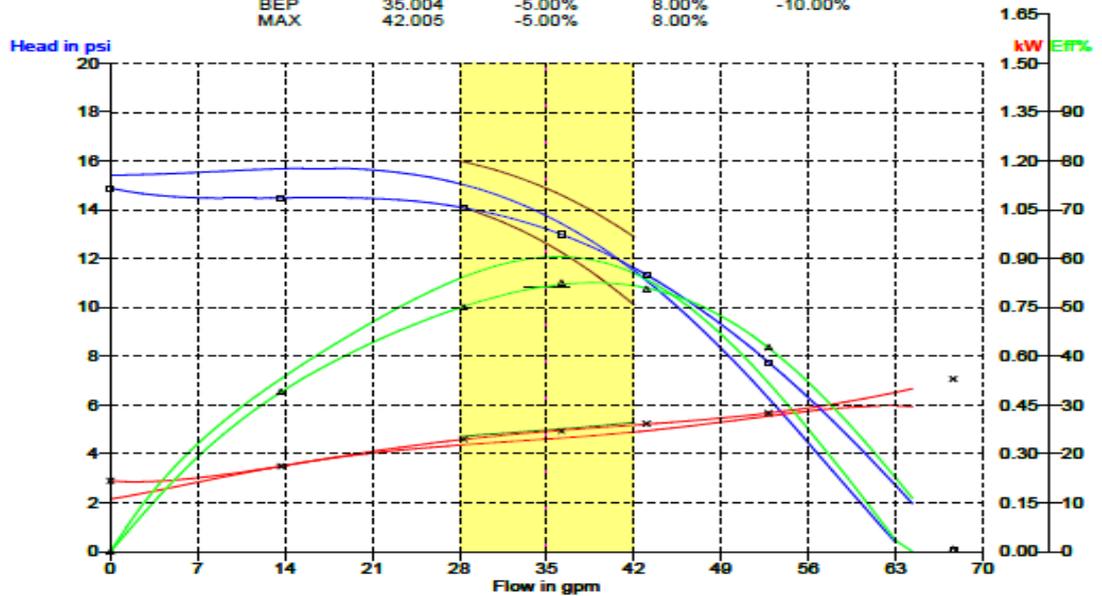


Figura 42: Curva de ensayo bomba 165stg-P12

Baker Hughes -- Centrilift
 (918) 341-9600 200 W Stuart Roosa Dr, Claremore, OK 74017

Stage Type: P12:SSD Stages: 104
 Serial Number: 12727419 New Pump
 Customer: CTL
 Well Name: ENSAMBLE
 Well ID: ENSAMBLE
 Tested By: LASCANO R.
 Remarks: PMXSSD H8 FER STD_PNT

Tested: 12/19/2012

RAW DATA

Test Point	Speed (rpm)	Temp (deg F)	Flow (gpm)	(psi)	Pout (psi)	Torque (ft-lbs)
1	3598	70.00	0	38.00	1675	46.30
2	3597	70.00	14.80	38.00	1628	60.40
MIN	3595	70.00	29.00	38.00	1584	77.20
BEP	3594	70.00	36.00	38.00	1453	80.00
MAX	3593	70.00	43.30	38.00	1298	87.30
6	3593	70.00	53.00	38.00	958	90.8
7	3590	70.00	69.00	38.00	50.00	114.5

BHP and HEAD are corrected to DENSITY=1.000
 Rate, Head and BHP are corrected to 3500 RPM

TEST DATA

Test Point	Flow (gpm)	Head (psi/Stage)	Power (kW/Stage)	Eff (%)
1	0	14.905	0.2033	0
2	14.403	14.485	0.2673	33.848
MIN	28.237	14.10	0.3437	50.229
BEP	35.062	12.912	0.3569	55.00
MAX	42.184	11.504	0.3907	53.865
6	51.634	8.3999	0.4076	46.14
7	67.278	0.1097	0.5194	0.6164

PERCENT DEV:

MIN	28.003	-4.90%	4.84%	
BEP	35.004	-3.54%	3.23%	-8.88%
MAX	42.005	0.29%	6.17%	

LIMITS:

MIN	28.003	-5.00%	8.00%	
BEP	35.004	-5.00%	8.00%	-10.00%
MAX	42.005	-5.00%	8.00%	

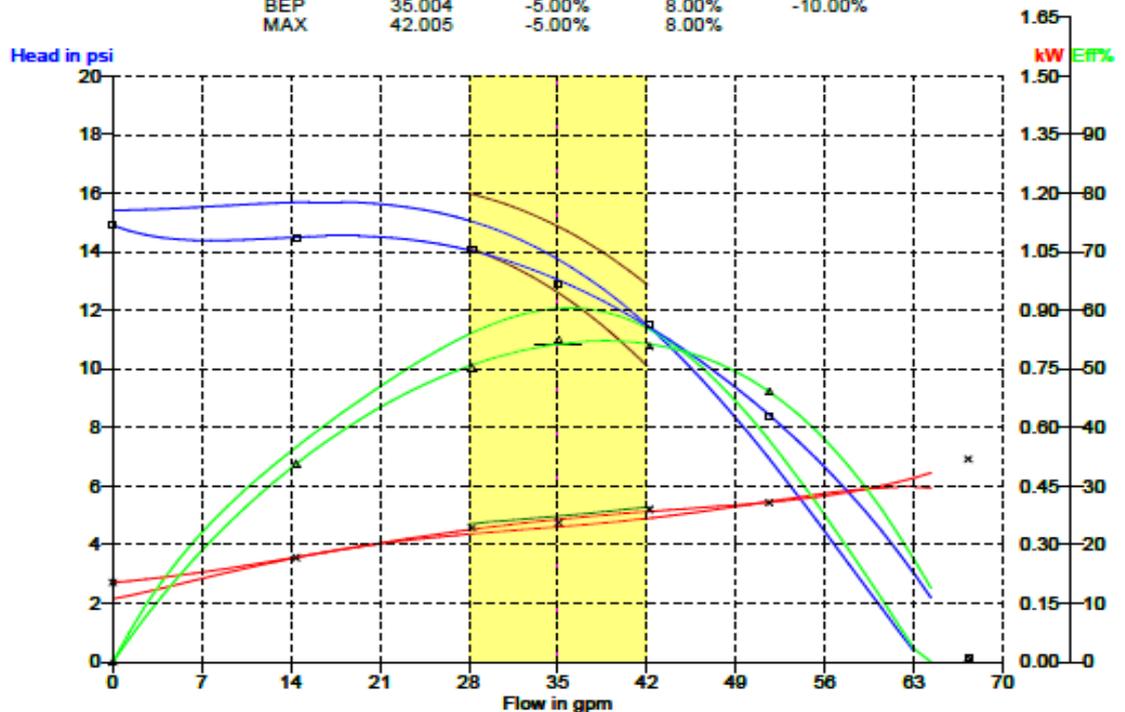


Figura 43: Curva de ensayo bomba 104stg-P12

4.9. BOMBAS ESTABILIZADA PARA SERVICIO NORMAL MODELO SND

Este tipo de bomba es utilizada para pozos que presentan condiciones abrasivas leves, utiliza cojinetes resistentes al desgaste de carburo de tungsteno en dos puntos en la admisión, la descarga y un cojinete en la mitad de la bomba

4.10. INSTALACIÓN DE SPACER BUSHING EN LA BASE.

Instale el pin roll en el agujero guía de la base y el spacer bushing dentro de la base, ver figura 44.



Figura 44: inserto de spacer bearing en la base

Se utiliza una prensa para obtener una buena alineación del spacer bushing y la base, la desconcentricidad del spacer bushing será medida por el departamento de control de calidad según el plano correspondiente para el perfecto funcionamiento.

Este tipo de bomba utiliza tres puntos de estabilización (admisión, descarga y en la mitad de la bomba) ya sea este de flujo radial o mixto.

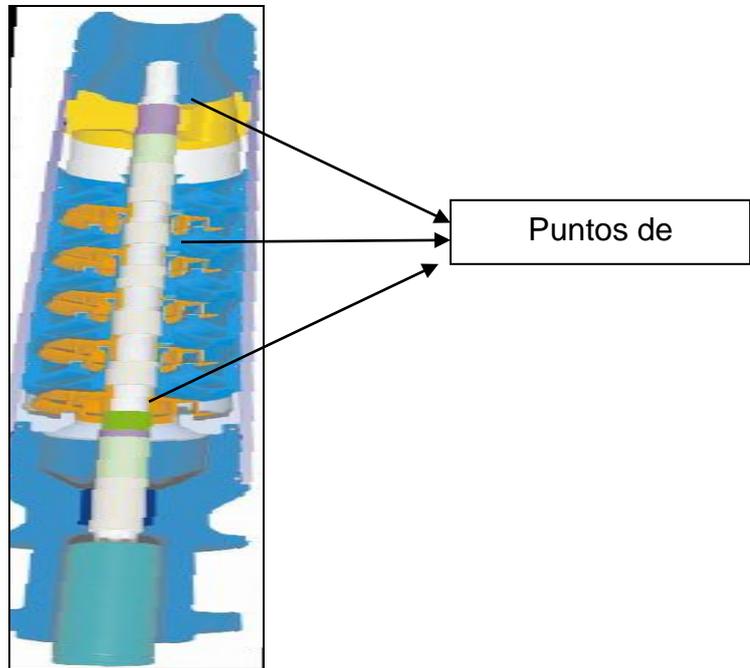


Figura 45: Puntos estabilizados en la bomba

El primer punto de estabilización empezará por la base, se debe insertar los sleeve de carburo de tungsteno y Ni Resist según plano correspondiente. El segundo punto de estabilización se encuentra en la mitad de la bomba. Para la estabilización del segundo punto se debe utilizar un Spacer Bearing, con los sleeve de carburo de tungsteno y Ni Resist según detalles del plano a ser ensamblado. Y el tercer punto de estabilización se encuentra en el top bearing.

4.11. BOMBAS RESISTENTES A LA ABRASION. (SSD)

Basados en la cantidad de abrasivos encontrados en el fluido a ser bombeado, se configuran diseños resistentes a la abrasión (AR) para condiciones abrasivas suave, moderada o severa. El tipo de bomba a utilizar en una condición abrasiva en particular esta determinado por el MRI (Índice de

Recomendación de Material) el cual toma en cuenta la cantidad de arena, el tamaño, la angularidad (forma) y la dureza de las partículas. Basados en el MRI, la solución propuesta puede ser una o la combinación de lo siguiente.

4.12. LA ESTABILIZACIÓN

La estabilización se inicia Instalando el cojinete endurecido (Carburo de Tungsteno) en el área de la base. Este provee protección radial a la bomba, se tiene un cojinete instalado en la base con insertos de carburo de tungsteno (La bomba lower tandem tiene normalmente un cojinete que se coloca al inicio de la bomba



Figura 46: Cojinete con inserto de carburo

El nivel siguiente de protección es producido por la bomba configurada como SSD En este caso, aparte de la estabilización en la base y cabezal de la bomba, 1 de cada X (1: X) Esto significa que cada cierta cantidad de etapas se inserta un flanged sleeve con su respectivo sleeve de Ni Resist esta relación se lo hace longitud / Diámetro en el caso de las etapas de flujo Mixto.

Para el caso de bombas modelo SSD de flujo radial la base no llevara el inserto spacer bushing el ensamble empezara con un spacer bearing, el respectivo flanged sleeve y un sleeve de Ni Resist ver la respectiva especificación de ingeniería para el ensamble Bomba AR: los bujes ensanchados AR son utilizados en todas las etapas para proporcionar protección radial y de empuje.

La forma de los insertos es especial (normalmente referida como forma de “honguito”) y están posicionados en el impulsor y difusor como se muestra, ver figura 47.

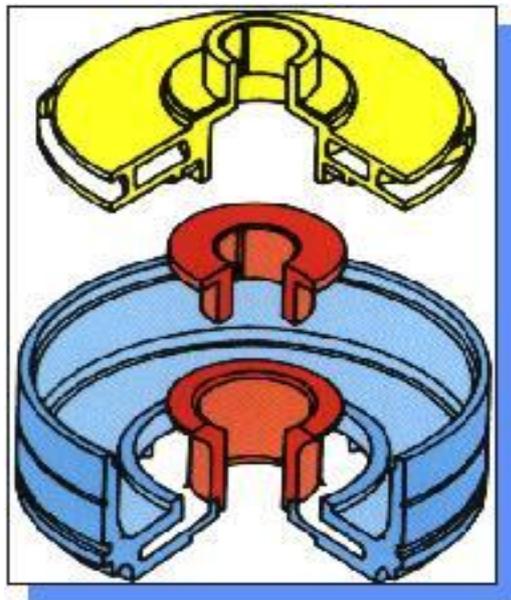


Figura 47: Etapa con inserto de carburo

Las bombas compresoras es una configuración aquellas donde los impulsores son ensamblados de tal manera que no transmiten su empuje axial descendente al difusor inmediatamente debajo del, pero están fijos al eje (todo el conjunto de etapas transmiten el empuje a la sección sellante).



Figura 48: Medición del plug shaft

Estas son más complejas en el ensamble puesto que las tolerancias para los impulsores y el eje son muy pequeñas.

Arandelas o shims espaciadoras pueden ser requeridas en el plug de extensión para asegurar la extensión y desplazamiento apropiado del eje indicado en el plano de ensamble.

Durante el ensamble de bombas Centrilift y si una actualización en la lista de materiales no esta disponible, o información respecto a los números de parte correcto de etapas, o-ring, arandelas puede ser localizada en las especificaciones de Ingeniería siguientes en los BOM (lista de materiales) se encuentra los part numbers (numero de parte) las cantidades y las descripción de cada componente a ser utilizado para el ensamble respectivo como se indica en las siguientes listas.

BAKER HUGHES SERVICES INTERNATIONAL

CLIENTE CTL
 SERIES: 400P
 MODELO: PUMP 400PMXSSD 104 P12 H6 FER
 FECHA: 19-DIC-2012
 ORDEN 104122255
 SERIAL 12727419

BOM DE ENSAMBLE DE BOMBA

ITEM	QTY	P/N	DESCRIPCION
1	1.00	C301234	RING ENTRANCE 400P SSD
2	20.00	C301238	IMP MACH 400P12-FSM TY1
4	1.00	C301399	SLV SPCR .688X.875X1.375 TY.1
5	21.00	C301402	SLV FLGD .688X.936X.500 400P
6	21.00	C301411	BRG SPDR S/A .834 400PSSD
7	2.00	C30438	HCS .437-14X 2.25" GR5 CS BLK
8	2.00	C30439	HN .437 14 GR2 CS BLK
9	21.00	C301240	SLV SPCR .688X.875X.651 TY.1 CASTOD
10	2.00	C30964	GSKT SHPNG CAP 400
11	2.00	C31169	RNG RTNR 68
12	1.00	C39677	NPL PMP ALL
13	1.00	C41167	CPLG 0.688/6 X .688/6 303SS
14	4.00	C41413	DS #2 .125 304SS BLK TYPE-U
15	1.00	C43395	O-RING 228 CL180 2.234X.139
16	6.00	C45172	HSHCS .437-20 X 1.5" MNL BLK
17	2.00	C46505	CAP SHPNG PLSTC 400
18	6.00	C53163	HSLW .437 MNL HI-COLLAR
19	1.00	C55344	SHFT F/PMP/SGL1 O7 6X6 11/16
20	1.00	C60728	BRG TOP S/A&M 400PAR TY.1 WC
21	1.00	C60752	BASE MACH PMP 400P 416SS MT
22	1.00	C60753	HEAD MACH PMP 400P 416SS MT
23	2.00	C60805	O-RING 238 CL180 3.484X.139
24	1.00	C60823	SLV SPCR .688X.875X.5 TY.1
25	4.00	C61189	KEY .0625Q.X 30"TO 36"LG
26	1.00	C61932	SLV SPCR .688X.938X.264 NR
27	83.00	C62029	SHIM CPRSN .688X0.878X.035
28	2.00	C62034	SLV SPCR .938X.688X.75 WC AR
29	1.00	C62636	SLV SPCR .688X.878X1.000 NR
30	84.00	CZ13479-1	IMP MACH 400P12 TY1
31	105.00	CZ13480-1	DIFF MACH 400P12 TY1
32	104.00	CZ177	WSHR PMP UPTH 1.38X.878X.031
33	104.00	CZ178	WSHR PMP HUB 1.267 OD PHEN
34	104.00	CZ179	WSHR PMP EYE 1.88X1.5X.062
35	1.00	CZ2889-151	O-RING 151 CL180 2.987X.103
36	2.00	CZ2889-152	O-RING 152 CL180 3.237X.103
37	1.00	CZ4004-7	HSG 07 4.00" P 9CR MACH
38	5.20	CZ6505	ADH RBR EC776
39	11.00	CZ72042	O-RING 042 FLUOR 3.239X.070
40	1.00	CZ813-80	SPCR CPRSN .50 LG CMS012

Tabla 4: Lista de materiales de una bomba P12 -165 stg

BAKER HUGHES SERVICES INTERNACIONAL
 CLIENTE CTL
 SERIES: 400P
 MODELO: PUMP 400PMXSSD 104 P12 H6 FER
 FECHA: 19-DIC-2012
 ORDEN 104122255
 SERIAL 12727419

BOM DE ENSAMBLE DE BOMBA

ITEM	QTY	P/N	DESCRIPCION
1	1.00	C301234	RING ENTRANCE 400P SSD
2	20.00	C301238	IMP MACH 400P12-FSM TY1
4	1.00	C301399	SLV SPCR .688X.875X1.375 TY.1
5	21.00	C301402	SLV FLGD .688X.938X.500 400P
6	21.00	C301411	BRG SPDR S/A .834 400PSSD
7	2.00	C30438	HCS .437-14X 2.25" GR5 CS BLK
8	2.00	C30439	HN .437 14 GR2 CS BLK
9	21.00	C301240	SLV SPCR .688X.875X.651 TY.1 CASTOD
10	2.00	C30964	GSKT SHPNG CAP 400
11	2.00	C31169	RNG RTNR 68
12	1.00	C39677	NPL PMP ALL
13	1.00	C41167	CPLG 0.688/6 X .688/6 303SS
14	4.00	C41413	DS #2 .125 304SS BLK TYPE-U
15	1.00	C43395	O-RING 228 CL180 2.234X.139
16	6.00	C45172	HSHCS .437-20 X 1.5" MNL BLK
17	2.00	C46505	CAP SHPNG PLSTC 400
18	6.00	C53163	HSLW .437 MNL HI-COLLAR
19	1.00	C55344	SHFT F/PMP/SGL1 O7 6X6 11/16
20	1.00	C60726	BRG TOP S/A&M 400PAR TY.1 WC
21	1.00	C60752	BASE MACH PMP 400P 416SS MT
22	1.00	C60753	HEAD MACH PMP 400P 416SS MT
23	2.00	C60805	O-RING 238 CL180 3.484X.139
24	1.00	C60823	SLV SPCR .688X.875X.5 TY.1
25	4.00	C61189	KEY .062SQ X 30"TO 36"LG
26	1.00	C61932	SLV SPCR .688X.938X.264 NR
27	83.00	C62029	SHIM CPRSN .688X0.878X.035
28	2.00	C62034	SLV SPCR .938X.688X.75 WC AR
29	1.00	C62636	SLV SPCR .688X.878X1.000 NR
30	84.00	CZ13479-1	IMP MACH 400P12 TY1
31	105.00	CZ13480-1	DIFF MACH 400P12 TY1
32	104.00	CZ177	WSHR PMP UPTH 1.38X.878X.031
33	104.00	CZ178	WSHR PMP HUB 1.267 OD PHEN
34	104.00	CZ179	WSHR PMP EYE 1.88X1.5X.062
35	1.00	CZ2889-151	O-RING 151 CL180 2.987X.103
36	2.00	CZ2889-152	O-RING 152 CL180 3.237X.103
37	1.00	CZ4004-7	HSG 07 4.00"P 9CR MACH
38	5.20	CZ6505	ADH RBR EC776
39	11.00	CZ72042	O-RING 042 FLUOR 3.239X.070
40	1.00	CZ813-80	SPCR CPRSN .50 LG CMS012

Tabla 5: Lista de materiales de una bomba P12 -104 stg

Las especificaciones de ingeniería para el ensamble de bombas en las siguientes series.

Series 400P: ES – 408

Series 538P: ES – 422

Series 675: ES – 021

Las especificaciones de ingeniería de Baker incluyen toda la información para los modelos resistentes a la abrasión. Las extensiones del eje y números de plano de ensamble, cantidad de estas estabilizadas, y muchos más datos se pueden obtener de las especificaciones ES.-408

4.13. TUBO DE COMPRESIÓN PARA BOMBAS 400 FLOTANTES

Mida la distancia Y (ver figura) que va desde la cara del difusor superior al superior del alojamiento (housing), Para obtener la dimensión Z (plg) posicione el cojinete superior (top bearing) sobre el cabezal de la bomba mida y adicione 1/8" (0.125), es decir: $Z = \text{medida obtenida} + 0.125$.

Cortar el tubo de compresión según la distancia X (plg) $X = (Y - Z) + \text{No Etapas} \times 0.003$ Cuando las etapas están comprimidas y la extensión del eje sobre el difusor superior excede 10", utilizar un cojinete espaciador (spacer bearing) referirse al plano de ensamble correspondiente.

Colocar el cojinete espaciador entre el difusor superior y el cojinete superior. Si es menor a 10" utilice solamente el cojinete superior. Instale el tubo de compresión y el alojamiento del cojinete superior usando grasa. Use la herramienta del alojamiento del cojinete superior o la maquina y ajústelo (top bearing).

Chequee la posición final del alojamiento del cojinete superior: esta distancia será igual o ligeramente mayor a la distancia comprendida entre el tope

superior de área roscada del cabezal, hasta el extremo del mismo, como se indica en la figura 49.

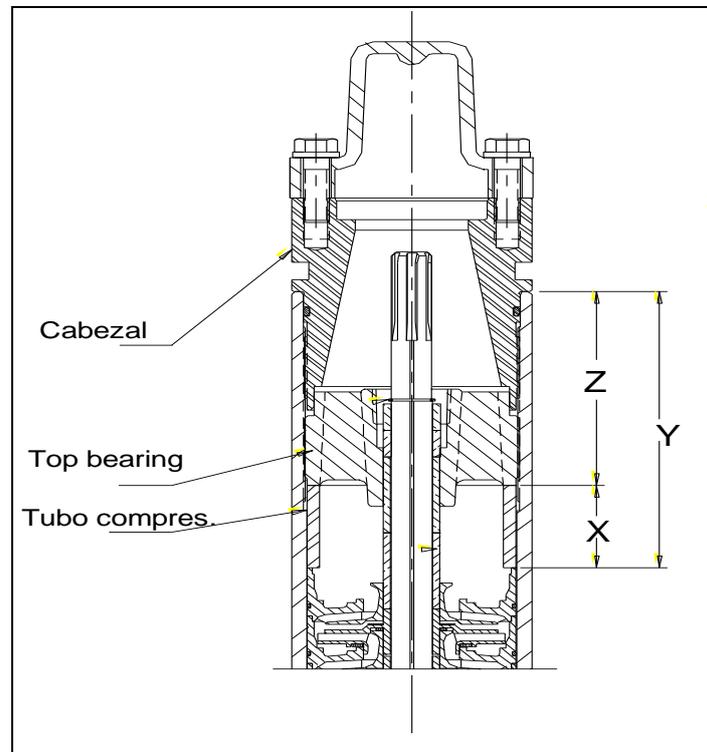


Figura 49: Esquema de cabeza de bomba con tubo de compresión

4.14. ELABORACION E INSPECCION DE LAS PLACAS

Para la elaboración de la placa debe conocerse los siguientes datos:

- S/N = Número de serie.
- P/N = Número de parte.
- HSG = Número de parte del housing utilizado.
- SERIES = Indicar la serie a la que pertenece el equipo (en función del diámetro externo del housing)
- MOD = Descripción del equipo tal cual aparece en el BOM de ensamble.
- TYPE = Número y tipo de las etapas.

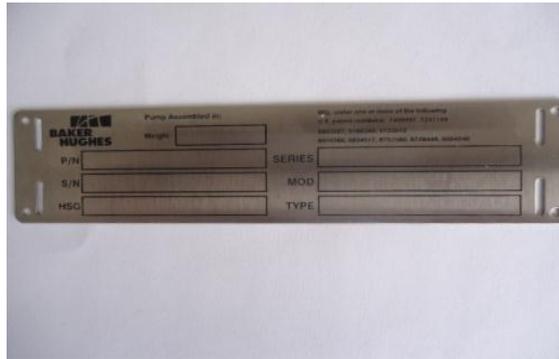


Figura 50: Placa de identificación del equipo

También esta información puede ser cotejada con el BOM de ensamble del equipo para la correcta elaboración de la placa y datos del equipo

La calidad de contenidos y acabado de las placas es responsabilidad del técnico líder de ensamble.

4.15. CHEQUEO DE COUPLING EN BOMBA

Como paso final luego de probada la bomba se debe realizar el chequeo del coupling, esto es en las dos puntas del eje de la misma y de igual forma a ambos lados de coupling, de tal forma que exista constancia de que este elemento esta en perfectas condiciones para su uso.

4.16. ENDEREZADO DE EJES

El enderezado de ejes es el procedimiento que emplea fuerza aplicada en una posición estratégica para doblar un eje torcido en la dirección opuesta hasta que quede relativamente derecho. La desviación del eje se mide y el eje se dobla siguiendo una secuencia específica hasta que este quede

aceptablemente derecho, el proceso general involucra un pre-enderezado y un enderezado final que incluye los extremos del eje.

4.17. HERRAMIENTAS NECESARIAS.

Para realizar el siguiente trabajo es necesario contar con las siguientes herramientas para hacer un trabajo de primera

- Banco de enderezado de ejes, incluyendo los insertos
- Indicador (capaz de dar un recorrido de 1" y punta forma de hongo), base magnética
- Herramientas manuales varias
- Bloques de soporte del Eje
- Cojinetes a bolas
- Bujes adaptadores
- Enderezador de ejes electro hidráulico

4.18. DEFINICIONES DE TORCEDURAS

- **Arco**- Una doblez gradual en el eje.
- **Dobladuras pronunciados** – Un doblez agudo (ocurre en un tramo corto del eje). Las dobladuras pronunciadas son más difíciles de encontrar y de enderezar que un arco.
- **Doble pasante** - El proceso en el cual el eje se deforma hasta que se dobla en un arco en la dirección opuesta.
- **Orificio de lubricación “abierto”** – Cuando un orificio de lubricación está ubicado entre soportes de cojinete, se considera que está “abierto”.
- **Soporte de dos puntos** – Cuando se utilizan dos cojinetes para soportar el eje.



Figura 51: Puntos de soporte para enderezado de ejes (maquina de enderezado Baker Hughes 2011)

4.19. LIMPIEZA Y PREPARATIVOS DEL EJE

El eje que se va a enderezar se debe limpiar la superficie de la mesa de enderezado, quitar la protección de plástico de los dos extremos y el rotulo. Para eliminar las basuras y partículas que podría rayar el eje debe pasar un trapo suave a toda la superficie, seleccionar los insertos correctos dependiendo del diámetro del eje estos deben estar marcados la medida en los mismos, seleccionar cojinetes correctos para los insertos y colocarlos sobre los soportes.

Ubicar los soportes a intervalos iguales a lo largo de la mesa cuidando de no rayar eje, colocarlo sobre los cojinetes y deslizar los cojinetes con los insertos y ubicarlos sobre los soportes y girar el eje para asegurar que el movimiento es libre



Figura 52: Insertos cojinetes y bloques

4.20. ENDEREZADO DE DOBLADURA PRONUNCIADAS.

En el extremo superior, ubicar el cojinete ligeramente por debajo de las ranuras de los anillos retenedores (Snap-ring). En el extremo inferior, ubicar el soporte en el extremo.

Girar el eje y observar el medio del eje y los extremos para detectar si hay movimiento visible. En algunos casos, los mismos cojinetes se moverán cuando hay una desviación extrema. Se puede llegar a juzgar la magnitud del desvío por la forma que gira el eje.

Si el eje tiene desviaciones superiores a 0.010" TIR, existe por lo menos un arco en el eje. Para disminuir el tiempo necesario para enderezar el eje, es necesario eliminar gran parte del arco.

Si las desviaciones parecen leves, es posible realizar el enderezado sin pasar por el pre-enderezado.

Dado que los ejes típicamente tienen un dobladura pronunciada en un extremo u otro, es también una ayuda el verificar y corregir desviaciones muy grandes antes de completar el enderezado. Se sugiere verificar y corregir primero el extremo inferior.

4.21. EJES DE BOMBAS.

En el procedimiento de enderezado de ejes es estándar para todo tipo de equipos

4.22. PRE-ENDEREZADO

Para realizar un pre-enderezado hay que ajustar los cojinetes para apoyar el eje en los extremos. Dividir el eje en secciones ubicando los soportes de cojinete con separaciones de 4 a 6 pies y los soportes de cojinete centrales con separaciones de 3 – 4 pies. Como sugerencia todos los soportes a utilizarse para el enderezado se agregan a veces en este momento y dos cualesquiera se juntan para actuar como un soporte, comenzando en la sección central del eje, medir la desviación, doblar el eje con ayuda del gato hidráulico y ajustar la desviación hasta estar dentro de 0.005" TIR. Moverse a la sección inmediatamente a la derecha o la izquierda y ajustar dentro de 0.005" TIR.

4.23. ENDEREZADO FINAL

Si no se colocaron anteriormente, colocar ahora los soportes adicionales, ubicarlos cada 3 – 4 pies. Arranque del centro del eje y mida la desviación doblar y medir nuevamente hasta que la desviación sea de 0.004"TIR o menor. Continuar con la siguiente sección hasta que cada uno de los tramos internos se encuentre dentro de los límites (0.004"TIR o menor).

4.24. ENDEREZADO DE LOS EXTREMOS

Posicione los dos soportes del extremo superior, uno ubicado en el extremo superior y el siguiente colocado a la posición estándar

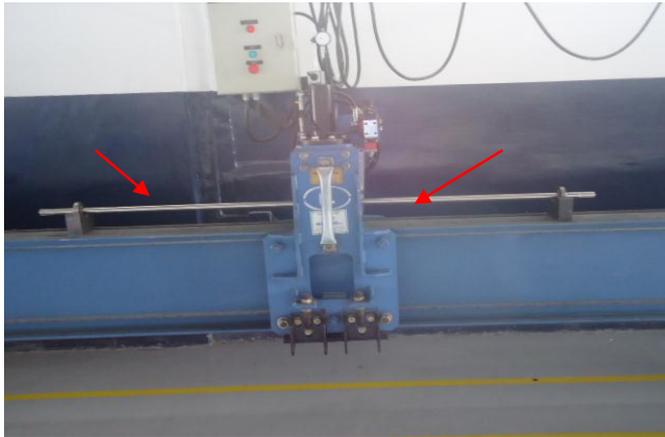


Figura 53: Maquina de enderezado de ejes

Mida el extremo superior del eje, si la desviación total es superior a 0.004" re-enderece el extremo del eje y inspeccione nuevamente, reubique los soportes de madera que el uno se encuentre al extremo del eje separado de 14.18" del extremo y el otro ubicado a una separación estándar, inspeccione el eje colocando el indicador aproximadamente a 2" del extremo.

4.25. MEDICIÓN FINAL

Para realizar la medición final comenzamos a revisar en el lado opuesto a la estrías, colocando los soportes espaciados a 36" y mida el TIR en el centro de cada tramo y continúe hasta alcanzar el otro extremo del eje, en la mayoría de los casos no se logran los 36" en el último tramo, en este caso ajuste nuevamente los soportes para cubrir este último y mida la desviación.

4.26. TERMINACIÓN

Quitar los insertos y soportes de cojinete del eje dejando por lo menos dos bloques de soporte debajo del eje. Inspeccionar el eje y las estrías por daños y usar una lima y lija para corregir. Reemplazar el protector plástico en cada extremo del eje y colocar un rótulo identificador. Mover el eje a los racks de inventario o al área de armado según sea el caso

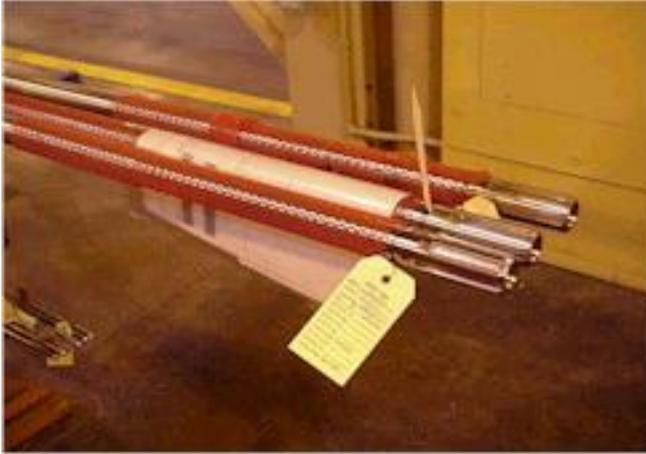


Figura 54: Almacenamiento de ejes

4.27. INSTRUCCIONES Y PASOS PA EL ENSAYO DE LA BOMBA.

En Baker Hughes se cuenta con amplia variedad de bancos de ensayos en el caso vamos a hacer referencia de un banco automático utilizado en la casa matriz y algunos países de la región. los ensayos también se pueden hacer manualmente (por ejemplo, tomando visualmente las lecturas de presión y tasas de producción y abriendo y cerrando las válvulas para alcanzar los puntos de prueba.



Figura 55: Sistema de válvulas para ensayos

Las instrucciones de trabajo del banco de ensayos de bombas deben ser

preparadas para cada banco de cada región.

Todos los sistemas de prueba de bombas, horizontal o vertical, manual o automático, deberá cumplir los siguientes requerimientos básicos:

- Un motor
- Una cámara de empuje o sello
- Varios tipos de adaptadores
- Acoples
- Succiones apernadas (Bolt on intakes)
- Descargas apernadas y sus adaptadores
- Una celda de Torque, o algún medio para medir los BHP.
- Algún tipo de medidor de flujo.
- Algún tipo de medidor de presión.
- Un reservorio de fluido con capacidad de recirculación
- Un método de recolección de data (manual o automático)
- Software y computadora para tomar y procesar la información de manera que el flujo, presión y BHP pueda ser comparado con la curva de comportamiento (donde aplique).

- Es necesario que, sin importar el tipo de sistema que utilice cada región, todos los instrumentos del banco de ensayos sean calibrado con cierta frecuencia la cual dependerá del uso y otros factores externos. La calibración debe ser realizada una vez al año como mínimo.

- El ensayo de la bomba debe comenzar con la válvula parcialmente abierta (para prevenir la condición de empuje ascendente a descendente en las etapas). El ensayo continuara con la apertura de la válvula de control hasta que el flujo no aumente mas (válvula completamente abierta). Las lecturas manuales deben ser tomadas luego que las lecturas de presión y flujo hayan estabilizado.

- Puntos de prueba en el ensayo de la bomba, estos se realizar de forma descendente y cuenta con siete pasos que se indican en el siguiente orden.

Punto 7: Válvula completamente abierta.

Punto 6: Punto medio entre válvula abierta y el valor máximo recomendado.

Punto 5: Valor máximo del rango recomendado.

Punto 4: Punto de máxima eficiencia – BEP.

Punto 3: Valor mínimo del rango recomendado

Punto 2: Punto medio entre válvula cerrada y el valor mínimo recomendado.

Punto 1: Válvula completamente cerrada.

- La altura debe pasar el requerimiento de altura/presión (psi) por etapa en los puntos de flujo Mínimo, BEP y Máximo.
- La potencia por etapa (HP) debe pasar el requerimiento en los puntos de flujo Mínimo, BEP y Máximo
- La eficiencia debe pasar el requerimiento en el BEP
- Si una bomba no pasa la prueba, la bomba debe ser reparada (a menos que el cliente especifique por escrito otra cosa)
- Si el ensayo de una bomba nueva se sale ligeramente del criterio de aceptación API, consulte con el supervisor para tomar una acción. (La bomba puede ser re-ensayada, desarmada o aprobada para despacho).
- Si la bomba no está cerca del criterio de aceptación, la bomba debe ser desarmada e inspeccionada.
- Para aplicaciones de alto flujo, consulte con Ingeniería.
- Si el ensayo de vibración es requerido, proceda según el procedimiento de acuerdo a las normas
- Luego de realizar un ensayo a cualquier bomba, verificar nuevamente los anillos retenedores.

- Si el ensayo ha sido rechazado o aprobado, la bomba debe ser llenada con aceite o diesel. y sellada (puertos de entrada y descarga).
- Instalar la tapa de embalaje y los empaques, empleando los pernos apropiados. Apretarlos con una llave manual con el torque requerido.
- Si la bomba pasa el ensayo, proceda con la pintura y el embalaje.

4.28. PREPARACIÓN DEL TRABAJO

- Según sea la longitud de la bomba a ensayar distribuya los soportes del banco de prueba y coloque sobre los mimos de las mordazas según sea la serie.
- Traslade la bomba al banco de prueba utilizando el tecele y colóquela sobre los soporte con el lado del cabezal mirando hacia la válvulas de estrangulamiento evitando que esta se golpee.



Figura 56: Bomba en el banco de ensayos

- Acople la bomba primero por el lado de la base a la cámara de succión (INTAKE) de la bomba para que esto utilice un acople si la serie es 400 y un adaptador, de igual forma si los modelos son MT y UT, en el caso de las bombas LT, desconecte primero la cámara de succión y retire el INTAKE que está dentro de esta área y utilice un coupling, acople la base de la bomba a la cámara de empuje del banco de ensayos.



Figura 57: Adaptadores para instalar una bomba serie 400

- ajuste el acople colocando tres tronillos a la brida y utilizando una llave de 5/8"



Figura 58: Bomba instalada para en ensayo

- para acoplar la bomba por el lado del cabezal, coloque primero el adaptador en el cabezal ajustándolo al mismo con 3 tornillos y utilizando una llave fija de 5/8" se trata de los modelos MT y UT, en el caso que la bomba a ensayar fuera una LT enrosque el adaptador a la descarga de la bomba a ensayar.

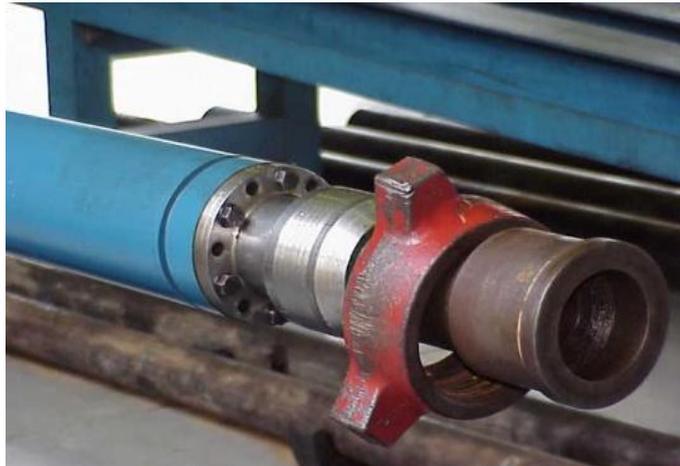


Figura 59: Descarga de bomba para el ensayo

- acople la valvular de estrangulamiento al adaptador del cabezal, enroscándola y ajústelo luego con una llave de tubo de 48”.



Figura 60: Bomba lista para el ensayo

- cierre la válvula de drenado de la cámara de succión de la bomba (intake)



Figura 61: Válvula de alivio

- Abra la válvula de la bomba booster.
- Abra una de las válvula del manifold, de acuerdo al caudal requerido por la bomba a ensayar, se utiliza la válvula pequeña para menor o 1700 BPD y la válvula grande mayor a 1700 BPD, ver figura 62.



Figura 62: Válvula para control de flujo según el tipo de bomba

- Coloque la manilla del tablero general en la posición 1. Que indican ensayo de bomba.

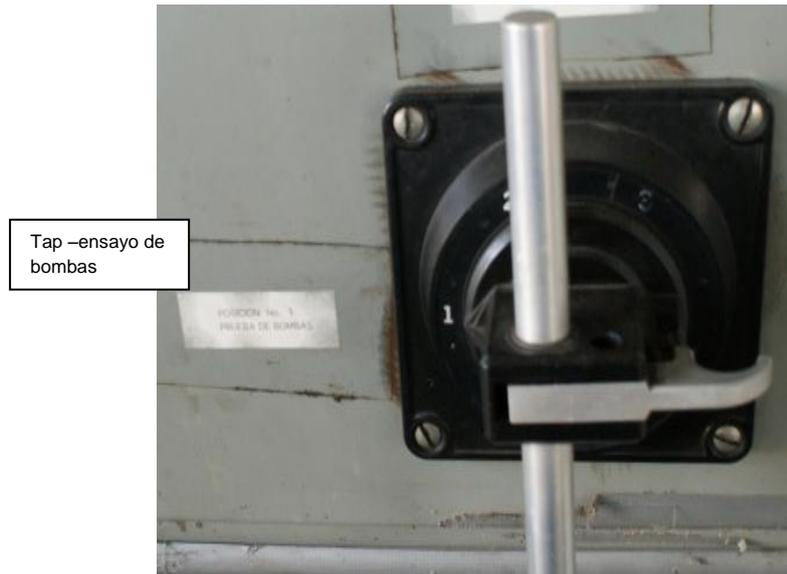


Figura 63: Tap selección en el tablero de pruebas

- Encienda la bomba Booster desde el pulsador del tablero general



Figura 64: Display 1 del banco de ensayos

- Encienda el variador del banco de prueba, pulsando el pulsador del tablero general selector en la posición M y pulsando el **botón**.



Figura 65: Display 2 del banco de ensayos

- Verifique que la frecuencia del variador es de 60Hz, presionando el botón SET FREQUENCY y que el voltaje es de 460 V, presionando el botón VOLT AT 60Hz / START FREQUENCY.



Figura 66: Display 3 controlador del banco de ensayos

- Abrir completamente la válvula de descarga y empezar a tomar los datos de: Presión de descarga, presión de entrada, RPM, y torque. Estos datos se toman de acuerdo a los punto de prueba en el ensayo de bombas, es decir primero el punto 7, luego el 6, etc. hasta llegar al punto donde la válvula está completamente cerrada. Utilizar la hoja de ensayo de bombas.

- En el programa AUTO-CAT ingrese los datos tomados en el ensayo, de acuerdo al tipo de bomba que se analizó.
- El programa entregara un gráfico en el cual se verán los datos de altura, eficiencia y consumo por etapa de la bomba analizada, como curvas de diferente color como se ve en la figura 67.

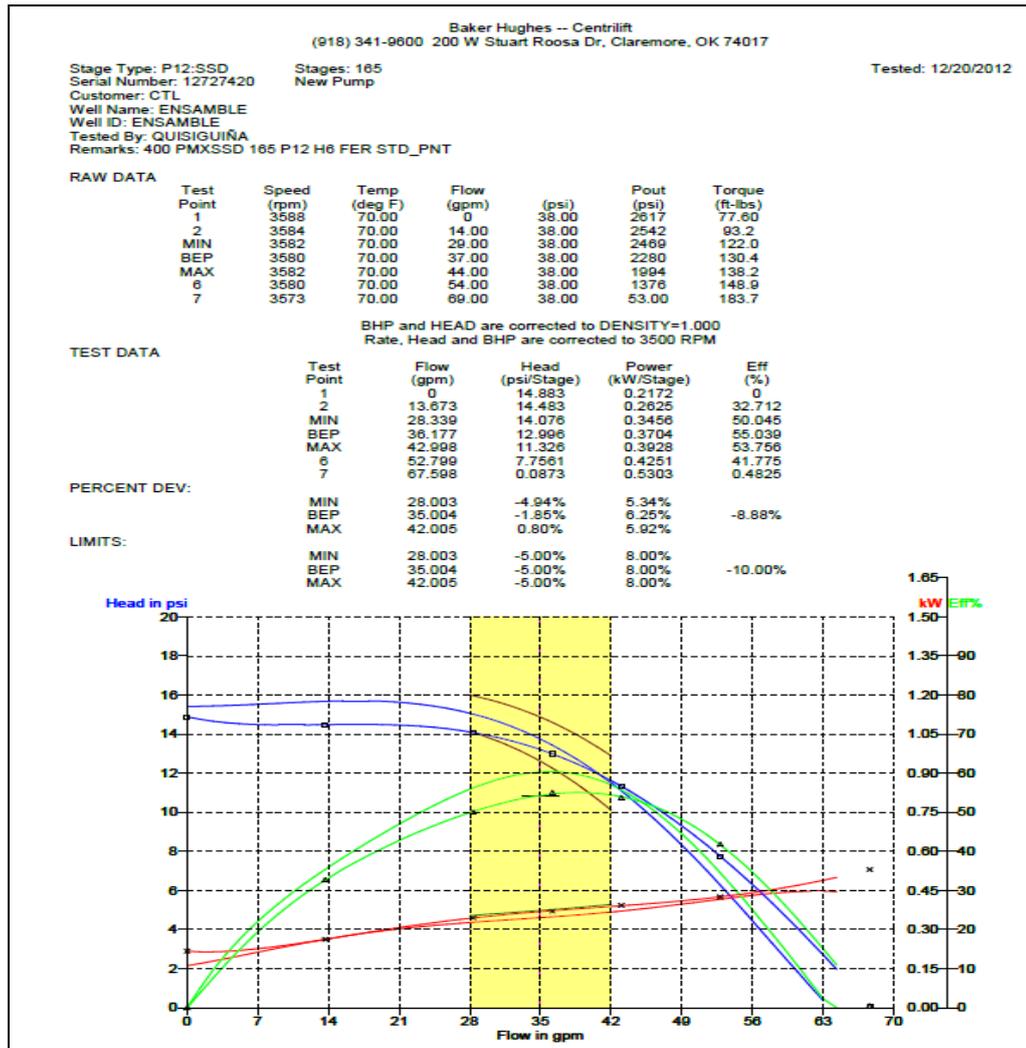


Figura 67: Resultados del ensayo de la bomba

- Si algún punto no pasa, tome nuevamente los datos en el ensayador y deje de 10 a 15 minutos e ingrese estos datos de nuevo en el programa hasta estabilizar registre y verifique de nuevo.

- Diríjase al tablero de control del banco de prueba apague el mismo presionando los botones rojos de STOP DRIVE y STOP / RESET / BOOSE PUMP y coloque el botón de CONTROL POWER y la manilla que se encuentra abajo y a la derecha en la posición OFF.
- Coloque la manilla que se encuentra arriba y a la derecha en el variador en la posición OFF OPEN COVER y la palanca del desconectador de seguridad en la posición intermedia.
- Seleccione la opción de salvar los datos del ensayo en el menú FILE (Programa Auto – CAT).
- Seleccione VIEW del menú principal y de este TEST CURVE, luego seleccione FORM del menú principal de esta ventana, luego seleccione PRINT, finalmente PUMP TEST REPORT para imprimir el reporte de ensayo de la bomba.
- Desacople la válvula de estrangulamiento del adaptador del cabezal y retire los tornillos que sujetan el mismo.
- Desacople la bomba de la cámara de succión de la bomba y retire los tornillos que la sujetan.
- Retire la bomba del banco de prueba usando el teclé y colóquela fuera del área de ensayo.
- La siguiente curva indica la producción deseada de una bomba.

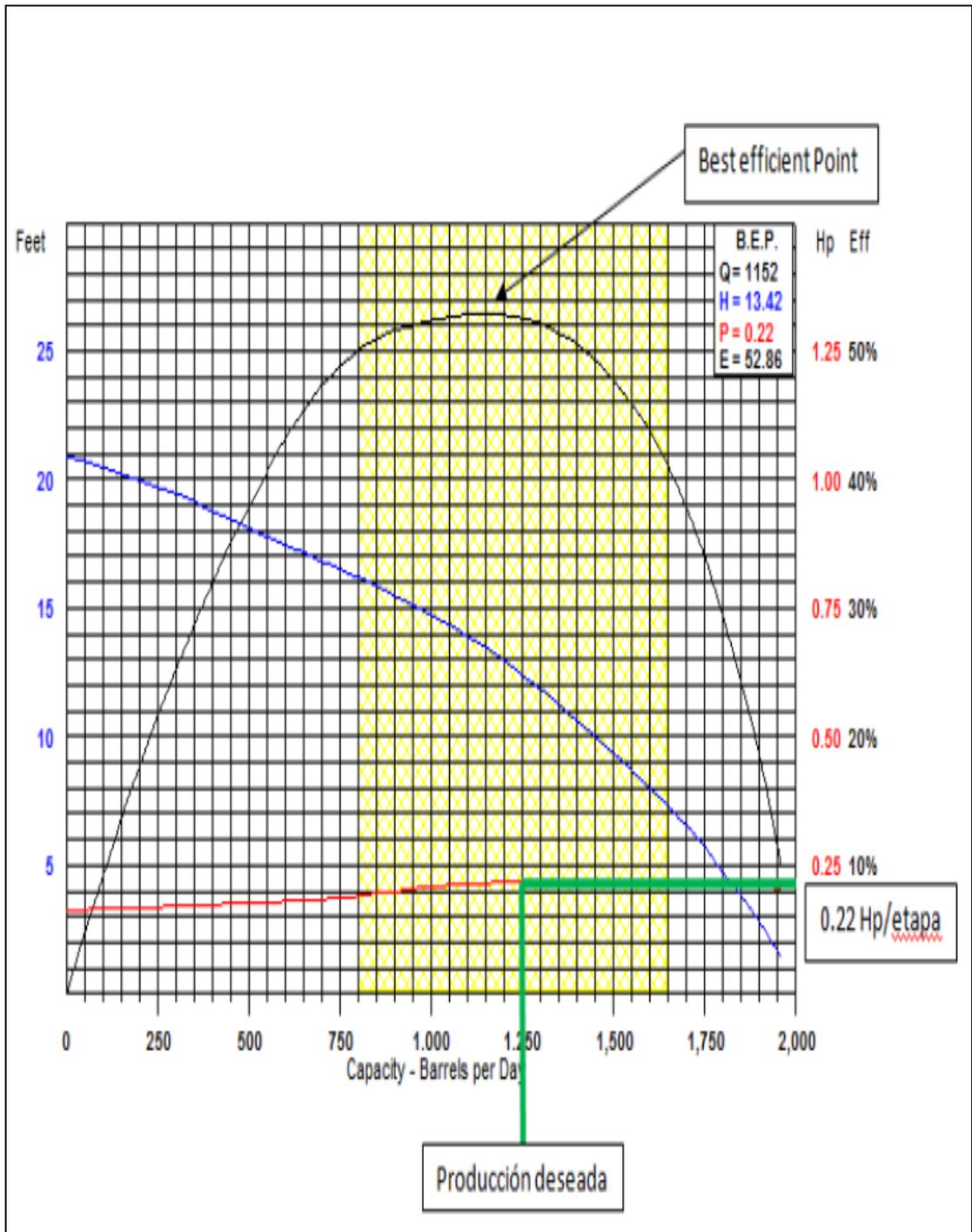


Figura 68: curva de catálogo y rango de operación

OPERACIONES DEL ENSAMBLE DE UN MOTOR

5.1. OPERACIONES DEL ENSAMBLE DE UN MOTOR

En el ensamble de un motor como en cualquier otro equipo debemos tomar en cuenta todos los procedimientos de casa matriz

5.2. RECEPCIÓN, VERIFICACIÓN Y LIMPIEZA DE PARTES.

Verifique la presencia de todas las piezas incluido los ítems menores, según la lista de materiales. Las piezas de motor deben se limpiadas nuevamente utilizando solvente limpio durante el procedimiento para asegurar que estén completamente limpias, cuando se instala un motor, no debe excederse en el empleo de solvente y las piezas deben secarse con aire comprimido.

Se ha demostrado que cuando se utiliza piezas sucias pueden causar fácilmente la falla de un motor al ingresar la suciedad en los espacios entre pieza y componente rotativas causando desgaste prematuro de las partes del motor.

Una fuente de aire comprimido debe incluir filtros y trampas de humedad para atrapar la suciedad y la humedad del aire a utilizar, no se debe sumergir los rotores en solvente. El solvente ingresa en los espacios entre las laminaciones y podrá degradar al aceite del motor una vez armado y llenado si los rotores no fueron secados correctamente, el rotor debe ser limpiado con un paño humedecido en solvente dieléctrico.

El área que se separa para el armado de los motores debe ser aun área limpia del taller, preferentemente, las herramientas grandes como el banco de armado debe usarse solamente para ensamble y mantenerse aislada de la humedad polvo y viento.

5.3. COLOCACIÓN DE LA PLACA DE IDENTIFICACIÓN.

La colocación de la placa se puede realizar antes de iniciar el ensamble o luego de ensamblado el motor. Debe ser doblada de manera que se acomode sobre la superficie curvada del cabezal. Colocar la placa en el sector central del cabezal, debe ser legible de arriba hacia abajo no colocar la placa sobre la sección recortada para la conexión del cable, esta debe ir cerca del borde al estator y asegúrese de no cubrir ningún orificio.



Figura 69: Placa de identificación del motor

La placa se fija al cabezal empleando una abrazadera para luego ser fijada en el área de pintura siguiente los siguientes puntos:

- Se colocan cuatro remaches.
- Utilizar un taladro de 1/8 pulgada para hacer cuatro agujeros.
- Los agujeros deben tener una profundidad aproximadamente de 1/8 de pulgada.
- Perforar y colocar los remaches uno a la vez.
- Asegurarse que la broca este afilada y sujetar firmemente el taladro.



Figura 70: Fijación de la placa de identificación del motor

5.4. PREPARACIÓN DE PARTES Y SUBCONJUNTOS.

Los subconjuntos o también llamadas secciones son grupos de partes las cuales deben ser preparadas en conjunto

5.5. PREPARACIÓN DEL ESTATOR.

La preparación del estator una vez entregado por bodega con la ayuda de un montacargas se coloca en carritos para poder transportar dentro del taller, este viene marcado con una flecha la parte de la cabeza donde están las tres fases abiertas, esta parte debe apuntar al tren de rotores, quitar las tapas de cada uno de los extremos.

Para prevenir en algunas ocasiones los estatores son almacenados con nitrógeno, hay que advertir, el gas debe ser liberado antes desenroscar las tapas ya que la presión puede hacer que estas salgan disparadas con fuerza y podría lamentarse un accidente.

Verifique que el interior del estator no presenta obstrucciones a lo largo del mismo, para esto pase el calibre (drig gage) atreves de toda la longitud asegurándose que pase sin atascarse, es decir, sin ninguna dificultad.

Se debe verificar la limpieza del interior del estator introduciendo un trapo absorbente libre de pelusas introduciendo por el interior del estator. Este debe salir totalmente limpio si es necesario lave nuevamente el estator con recirculación y secado.

Verifique que el estator haya quedado totalmente limpio de cualquier impureza que pueda entorpecer las condiciones dieléctricas del mismo y/o cualquier desviación de las laminaciones de bronce, para esto utilice las herramientas necesarias

Seque el estator, para esto utilice la máquina de secado (stator dryout system), después que haya terminado el secado, verifique el estado de los cables del estator y repare cualquier daño si es necesario, mida el aislamiento a tierra con corriente directa (DC), mida la resistencia entre fases, es decir entre A-B, B-C, C-A, con un medidor de baja resistencia para verificar el balanceo de las bobinas.

Si existe un cable para conexión a sensor de fondo en el extremo inferior del estator, ubicarlo correctamente hacia afuera para evitar dañarlo durante la colocación del tren de rotores.



Figura 71: Base del estator y cable para sensor de fondo

Hay tres terminales en la parte superior del estator o también llamada cabeza de la misma forma ubicarlos correctamente para evitar dañarlos.

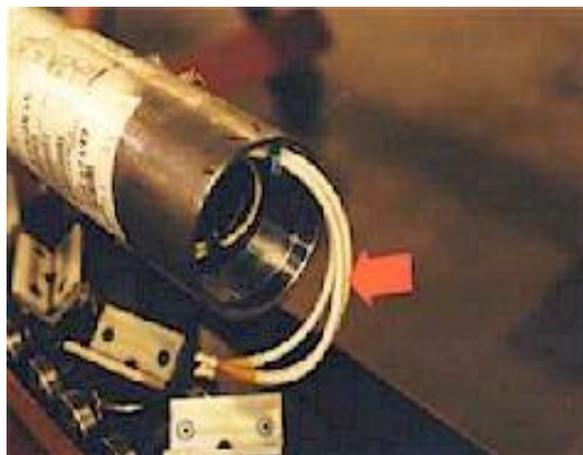


Figura 72: Fases del estator en el área de cabeza

5.6. INSTALACIÓN DEL RTD EN EL ESTATOR.

Los RTD son sensores de temperatura resistivos. En ellos se aprovecha el efecto que tiene la temperatura en la conducción de los electrones para que, ante un aumento de temperatura, haya un aumento de la resistencia eléctrica. Se enrosca el RTD en la parte interna del bobinado del estator, de tal forma que quede en el sentido de los cables del punto estrella del estator y debe estar asegurado con tarras. Luego continuar con el ensamble del motor hasta colocar la base.



Figura 73: Conexión de RTD en el bobinado el estator

Una vez colocada la base del motor cuando esta ya esta ensamblado, pescar los cables de sensor de fondo y el RTD desde el punto estrella, aislar las puntas con cinta high temp y termocontraíble a temperatura estaría listo estos tres cables para la instalación a un sensor, verifique que la resistencia mida 1 kilohmio con una tolerancia de +- 10%

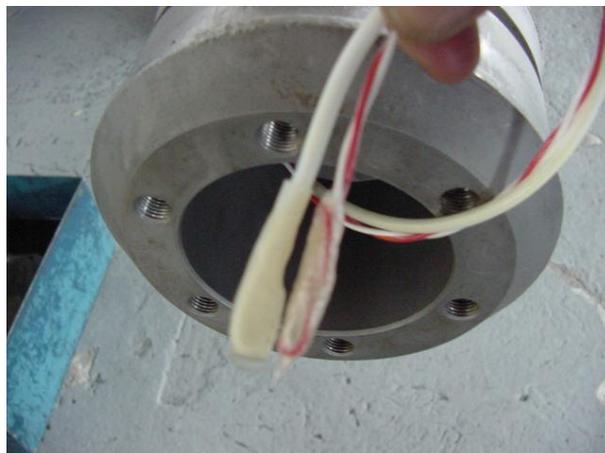


Figura 74: Protección térmica del RTD y cable de sensor

5.7. INSTALACIÓN DE LA TERMOCUPLA.

Una termocupla se hace con dos alambres de distinto material unidos en un extremo (soldados generalmente). Al aplicar temperatura en la unión de los

metales se genera un voltaje muy pequeño del orden de los milivolts el cual aumenta con la temperatura.

Esta es una termocupla tipo J que se instala en la parte interna del bobinado del estator (Epóxido). El recubrimiento exterior debe ser cuidadosamente removido para exponer bien el cable blanco y rojo.



Figura 75: Termocupla para el motor

Verificar la resistencia de la termocupla. Limpiar el pin roscado adecuadamente con un limpiador de contactos, luego enroscar en la parte de la epoxica del estator en donde lleva los agujeros con su respectiva rosca. Verificar la resistencia este debe varía de 4 a 8 Ohm.

Utilización de los conectores. Estos componentes normalmente se suministran con el sensor Well Lift. Introduzca la protección de caucho negro y retire de 1" a 1.5" de la funda plástica transparente y limpie el cable, manipular con los dedos de 10 a 12 minutos este se calienta el caucho y hace mas fácil el deslizamiento de la protección plástica. Con cuidado pele el cable $\frac{1}{4}$ " del aislante asegúrese que el cable pelado sea la misma longitud que la porción del terminal de bronce Coloque el extremo del terminal de bronce de la toma de corriente por el cable. Asegúrese que el adaptador tenga el ajuste necesario con la herramienta de compresión DMC (Ponchadora de Terminales). Seleccione un cable 20AWG y asegúrese que la base de cobre se encuentra en el lugar correcto, inspeccione el remache y asegurarse que el cobre no se

ha deformado y se encuentre seguro, Remueva el Conector negro y verifique su apriete, ver figura 76.

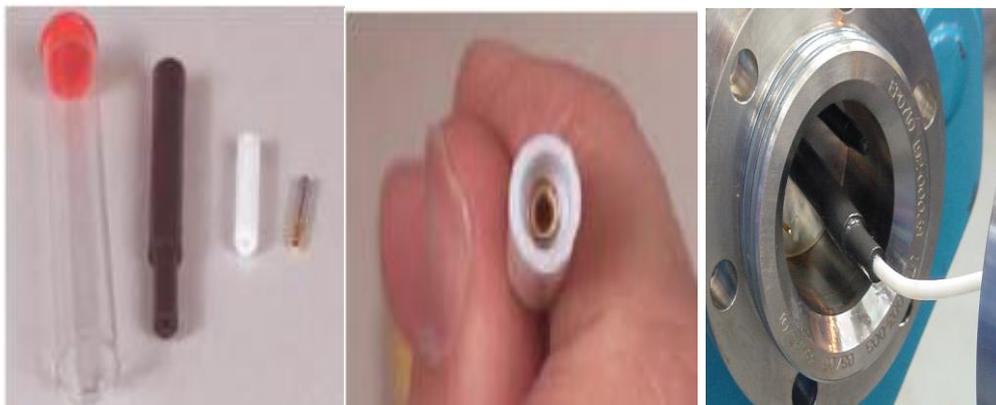


Figura 76: Instalación de conectores al sensor

5.8. PREPARACIÓN DEL EJE.

Llevar el eje hasta la mesa de enderezado, y proceda según el procedimiento de enderezado de ejes, el eje se debe manejar entre dos personas cuando su longitud sea de hasta 5 metros y entre tres personas cuando su longitud sea más de 5 metros, para evitar que este sufra dobladuras extremas y se debe hacer llegar hasta la mesa de lavado de ejes, en el área de limpieza de partes. Luego, colocar el eje sobre los carritos en el canal de ensamble de manera que la parte superior del eje apunte al extremo del banco. Colocar los carritos de manera uniformemente separados para que el eje no se doble en el medio o en los extremos. El eje debe estar bien apoyado para permanecer derecho para construir un buen motor. Soplar el exterior del eje con aire comprimido y secar con una toalla seca y limpia.



Figura 77: Preparación de eje de motor

5.9. CONJUNTO DE ROTORES Y COJINETES

Varios de los subconjuntos pueden prepararse ahora o durante el armado total. Asegurarse que las piezas estén limpias y secas. Colocar anillos T-rings en cada cojinete. El anillo tiene perfil con forma de “T” y el puente de la T asienta en la ranura del cojinete. Asegurarse que el anillo asiente bien y que no se tuerza.

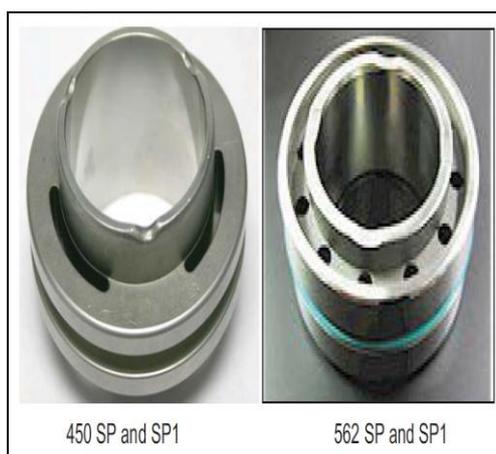


Figura 78: Pre- ensamble de t-ring en el motor bearing.

A continuación, introducir un buje (abajo, izquierda) en cada cojinete (abajo, derecha). El buje debe deslizarse suave y fácilmente. Si no es así, limpiar e inspeccionar las dos piezas intentar nuevamente.

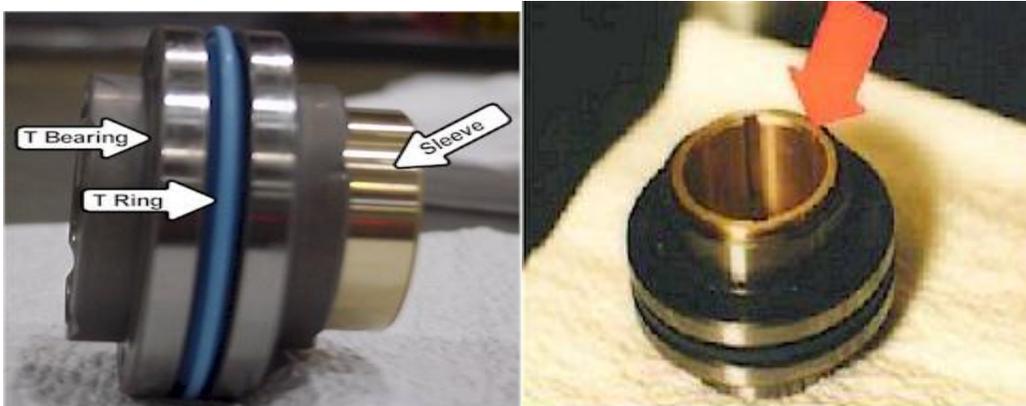


Figura 79: Pre- Ensamble de buje en el motor bearing

Un extremo del rotor lleva estampado una “T”. Cuando se arma el tren de rotores, deben colocarse los rotores con dos “T” enfrentándose (y dos extremos sin marca también enfrentados). Para facilitar el armado del motor, los rotores pueden disponerse de la siguiente manera, parar los rotores en la mesa con una “T” hacia arriba y la siguiente hacia abajo; el siguiente hacia arriba y así en más, hasta que todos los rotores estén parados.

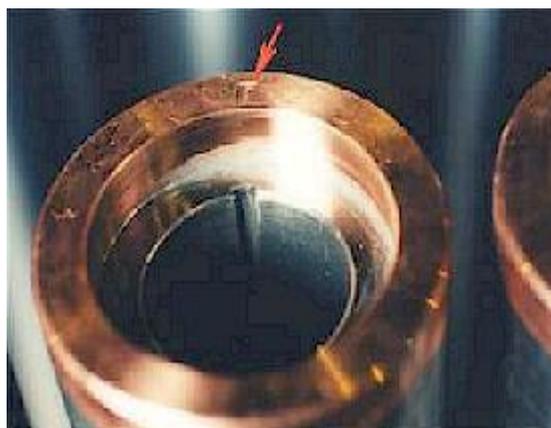


Figura 80: Posicionamiento de rotores

Introducir una arandela de empuje en la parte superior de los rotores parados. Esto protegerá al buje y cojinete del rotor. La arandela debe entrar suavemente

en el rotor. Asegurarse que asiente uniformemente. Si el motor a construirse es para alta temperatura asegurarse que el material de las arandelas sea el adecuado estas arandelas deben ser de un material CL10 HI-TEMP.



Figura 81: Posicionamiento de rotores y washer

Introducir el cojinete y el buje en la parte superior de los rotores. Dependiendo del modelo del motor, puede haber un cojinete de más o de menos que el número de rotores. Algunos modelos de motores no requieren un cojinete en los extremos del tren de rotores.



Figura 82: Posicionamiento de rotores, washer, motor bearings

Finalmente, colocar otra arandela en la parte superior de cada conjunto buje y cojinete.

5.10. PREPARACIÓN DE LA BASE DEL MOTOR (ESTANDARD Y TANDEM INFERIOR)

Colocar el imán sobre el centro de la base. Alinear el sector abierto del imán con el orificio para el Sensor en la base (flecha grande) y hacer coincidir los dos agujeros del imán con los dos agujeros pequeños en la base (flechas pequeñas). Fijar el imán en la base con sus tornillos y arandelas. Apretar los tornillos hasta que asienten pero sin apretar demasiado.



Figura 83: Imán sobre la base del motor

Colocar el O-ring de la base “rodándolo” sobre las roscas, con cuidado de no dañarlo, hasta que asiente en la ranura justo por debajo de las roscas. Asegurarse que no quede doblado. Inspeccionar previamente los O-ring para verificar que no existan ralladuras o rebabas. Colocar un tapón con arandela de plomo en el extremo de la válvula de llenado/vaciado. Colocar una arandela de plomo a la válvula de llenado/vaciado. Algunos motores pueden emplear arandela de plástico o de goma. Enroscar la válvula de llenado/vaciado en el orificio que se encuentra a un costado de la base. Ajustar la válvula de llenado utilizando una llave allen.



Figura 84: Válvula de llenado sobre la base del motor

5.11. BASE DE MOTOR MSP

Para la instalación de los componentes de una base MSP o MSP1 es necesario lo siguiente

- Instale dos oring en el buje de Carburo
- Lubrique la base en donde se asienta el buje con vaselina
- Lubrique el buje con vaselina las partes del oring
- Presione suavemente el Buje de Carburo de tungsteno
- Remueva el exceso de vaselina o lubricante
- Instale el snapping en la ranura de la base



Figura 85: Base de motor con inserto de carburo de tungsteno

A continuación, aplicar lubricante (grasa FELPRO) a las roscas y vaselina líquida o aceite a los O-rings. Evite contaminar estas grasas durante su uso, utilizar un cepillo o pincel pequeño y limpio para aplicar la vaselina al O-ring. No aplicar la vaselina si el motor no se armará en las siguientes cuatro horas – los O-ring se expenderán de su estado normal por el contacto con lubricantes y no se podrá colocar la base en el estator. Con un cepillo o pincel pequeño y limpio aplicar el lubricante a las roscas de la base, asegurarse de que todas las roscas estén cubiertas con el lubricante.

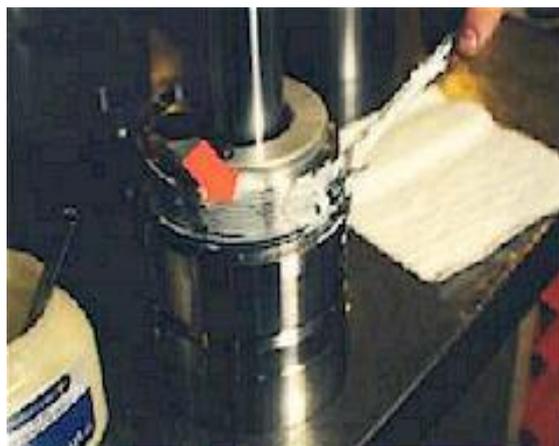


Figura 86: Base de motor con lubricante adecuado

5.12. PREPARACIÓN DE LA BASE DEL MOTOR (TANDEN SUPERIOR)

Instalar cuidadosamente los O-ring en las ranuras correspondientes de la base. Inspeccionar por si hubiera daños y reemplazar si fuera necesario, asegurarse de que el O-ring no quede torcido. Instalar los pines de alineación en la brida inferior y apretarlos firmemente, esta base no lleva imán ni válvula de llenado.



Figura 87: Base upper de motor con su respectivo o-ring

5.13. PREPARACIÓN DEL CABEZAL DEL MOTOR (ESTANDARD Y TANDEN SUPERIOR)

El cabezal prepara igual que la base, excepto por la ausencia del imán, colocar las siguientes partes de la misma manera que en la base

- O-ring
- Tapón de llenado/vaciado
- Vaselina o aceite
- Lubricante para roscas



Figura 88: Cabeza upper de motor con su respectivo o-ring y lubricante

5.14. PREPARACIÓN DE LAS TAPAS DE DESPACHO / TRANSPORTE:

Buscar el tamaño correcto de O-ring que se adapta a la tapa de transporte. Inspeccionar el O-ring por daños o exceso de material, deslizar el O-ring sobre la tapa de transporte sin torcerlo, asegurarse que asiente en la ranura en toda la circunferencia de la tapa. Utilizar un pincel pequeño y limpio para aplicar vaselina al O-ring. Colocar la tapa de transporte cara hacia abajo sobre una toalla de papel limpia para evitar engrasar la mesa. Colocar seis pernos de cabeza en los agujeros de la tapa.

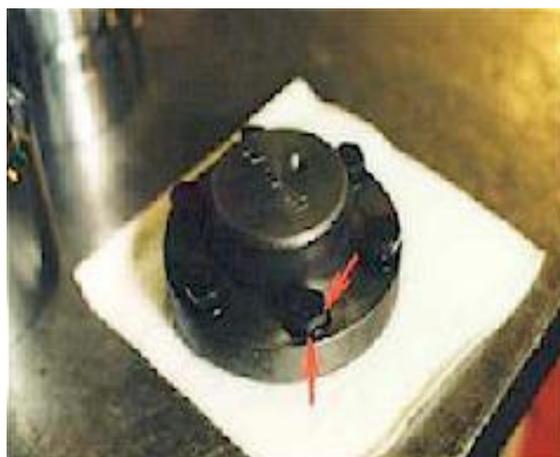


Figura 89: Tapa de despacho

Colocar el O-ring pequeño en la tapa del terminal pot Head o enchufe. Inspeccionar el O-ring por defectos. Asegurarse que el O-ring esté firme y completamente metido en la ranura del terminal. Aplicar vaselina al O-ring con un cepillo o pincel limpio. Introducir dos tornillos hexagonales y dos arandelas de fijación en la tapa del terminal. Colocar la tapa sobre una superficie limpia.



Figura 90: Tapa del terminal pot Head

5.15. ENSAMBLE DEL CONJUNTO DE ROTORES

Una vez ensamblados los sub-conjuntos se da inicio al ensamble del conjunto de rotores en el eje.

Después de verificar que los rotores están en el orden correcto (recordar, extremos con una “T” estampada deben estar cara a cara con otro extremo con una “T” – pero no importa con qué extremo se comienza, deslizar cuidadosamente el primer rotor sobre el eje. en la mayoría de las series de los motores, el primer rotor no tiene cojinete. Apoyar el primer rotor en el primer carrito.



Figura 91: Eje y rotor en ensamble

El eje en el extremo de la base puede presentar un anillo retenedor tipo seeger o un anillo partido. En el ejemplo se utilizara un eje con anillo partido Aplicar una pequeña cantidad de vaselina al interior del anillo partido con un pincel limpio. La vaselina ayudará a sujetar el anillo sobre el eje mientras se le cubre con el rotor.

En el extremo inferior del eje (base del motor), colocar uno de los anillos arriba del eje y el otro abajo del mismo. El anillo cabe en la ranura que se halla cerca del extremo del eje.



Figura 92: Ensamble de anillo partido sobre el eje

El anillo partido debe caber exactamente en la ranura. Ubicar el eje de manera que el chavetero apunte hacia arriba. Asegurarse de colocar el anillo partido de manera que una mitad esté arriba ya otro abajo del eje, las intersecciones del anillo deben hallarse en los costados del eje

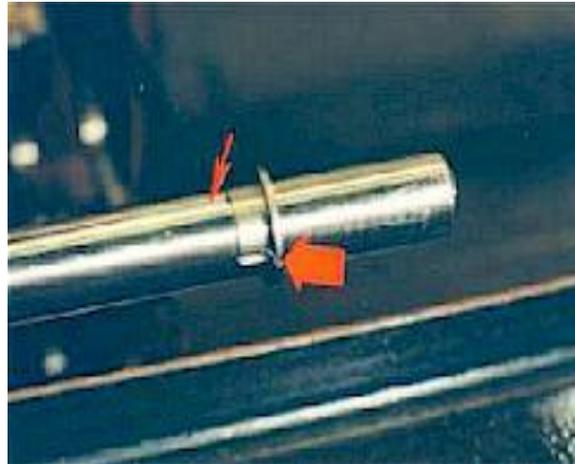


Figura 93: Ensamble de anillo partido y chaveta sobre el eje

Instalar una chaveta en el chavetero. Utilizar un trapo limpio para eliminar grasa o suciedad de estas. Observar dos de las superficies (opuestas) tendrá una superficie más basta que las otras dos, estas son las superficies amoladas y deben ser instaladas de manera que hagan contacto con los costados del chavetero.

Hay dos longitudes de chavetas. Colocar una chaveta larga (chaveta de rotor) contra el anillo partido, y lentamente apretarla hasta que repose dentro del chavetero y la pequeña se utiliza en los motor bearing o llamados también cojinetes.

El interior de cada rotor posee un chavetero. Alinear el chavetero del rotor con la chaveta colocada en el eje. Los rotores de los motores 562 poseen dos chavetero. Uno de ellos debe quedar vacío. Deslizar el rotor hacia el extremo del eje hasta que se halle apoyado contra el anillo partido. Todas las piezas del motor deben poder armarse fácilmente y sin utilizar la fuerza.



Figura 94: Ensamble de rotor y chaveta sobre el eje

Utilice una prensa para mantener el eje y los rotores en su lugar mientras ensambla el resto de los rotores, preñse unicamente el extremo del eje nunca preñse al rotor.

Instalar el siguiente rotor de la fila que se halla sobre la mesa – recordar que las “T” del rotor deben estar hermanadas (T con T). Debe tenerse cuidado de sujetar la balinera y la arandela mientras se levanta el rotor. No debe dejarse caer el cojinete (balinera) o el rotor al piso, ya que se dañarán.



Figura 95: Rotor motor bearing y washer en proceso de ensamble

Deslizar suavemente la arandela, el cojinete o balinera y el rotor sobre el extremo torneado del eje. NOTA: Si un extremo de rotor marcado “T” también

tiene estampado “.03”, debe agregarse una arandela de 1/32” (estos son rotores más cortos que son marcados para aumentar una arandela al momento del ensamble). Colocar esta arandela más delgada contra el rotor y la arandela normal de 1/16” contra la balinera. Cuando se llega al final de la zona torneada, las arandelas entrarán ajustadas.



Figura 96: Ajuste del washer sobre anillo partido

Continuar deslizando el rotor y la balinera en el eje. Apoyar siempre el eje con los soportes de rotor, impidiendo que el eje se curve demasiado. Cuando se llega al rotor previamente instalado, separar las dos arandelas, la balinera y el manguito del rotor, como se muestra en la figura

Deslizar la primera arandela contra el rotor anterior. Se puede utilizar el manguito para ayudar a empujar la arandela.

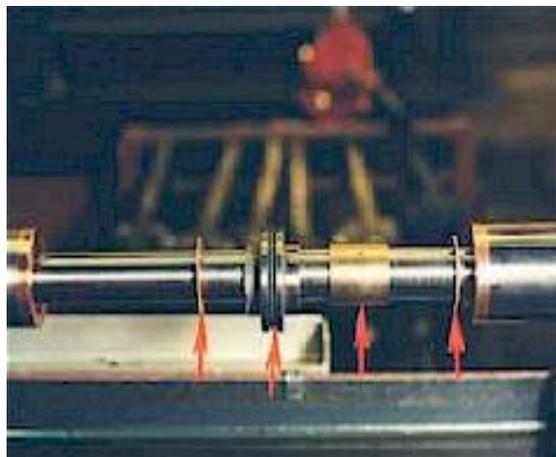


Figura 97: Identificación de partes por motor bearing

Colocar una de las chavetas cortas (chaveta de manguito) en el chavetero. La chaveta debe apoyar contra la arandela, recordar los lados amolados de la chaveta deben apoyar contra los lados del chavetero.

El manguito tiene un chavetero en el interior. Deslizar el manguito sobre la chaveta, luego empujar el manguito completamente hasta cubrir la chaveta y apoyar contra la arandela.



Figura 98: Ensamble del buje sobre la chaveta

Colocar varias gotas de aceite de motor (el que corresponda) alrededor del agujerito del manguito. No debe colocarse aceite dentro del agujero, solamente sobre el manguito. El tipo de aceite a utilizarse deberá ser dado en el Bill of Materials. (Listado de Materiales).

Deslizar la balinera sobre el manguito, debe distribuirse el aceite uniformemente entre la balinera y el manguito, girar el cojinete o balinera para distribuir el aceite.

Colocar la segunda arandela contra la balinera. Colocar una chaveta larga contra la arandela y dentro del chavetero. Recordar que los lados amolados van apoyados en los costados del chavetero. Empujar el rotor sobre la chaveta y repetir el procedimiento con el resto de los rotores.



Figura 99: Segunda arandela contra la balinera

Para los motores MSP o MSP1 instalar la chaveta e inserta el buje de carburo de tungsteno con sus respectivos snapping

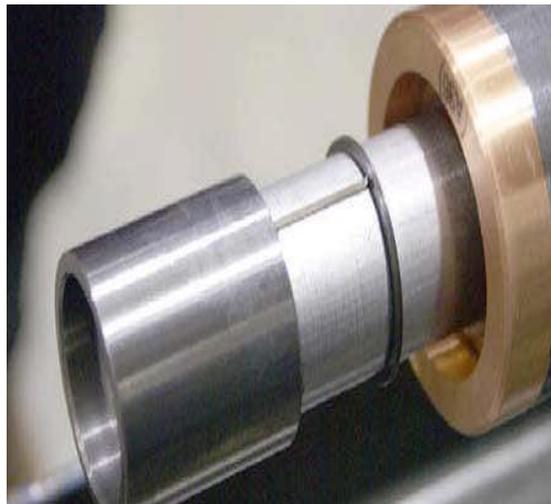


Figura 100: Buje de carburo de tungsteno en el extremo del eje

5.16. MEDICIÓN DEL MOVIMIENTO AXIAL DEL CONJUNTO DE ROTORES

Cuando se han colocado todos los rotores en el eje, debe colocarse un anillo retén (Seeger) y se debe medir el movimiento (desplazamiento) del conjunto de rotores. El anillo retén debe colocarse en la segunda ranura, este tiene dos

lados, un lado los bordes son cuadrados y del otro están redondeados. (Puede ser necesario pasar un dedo por la superficie para identificar cuál es cuál).

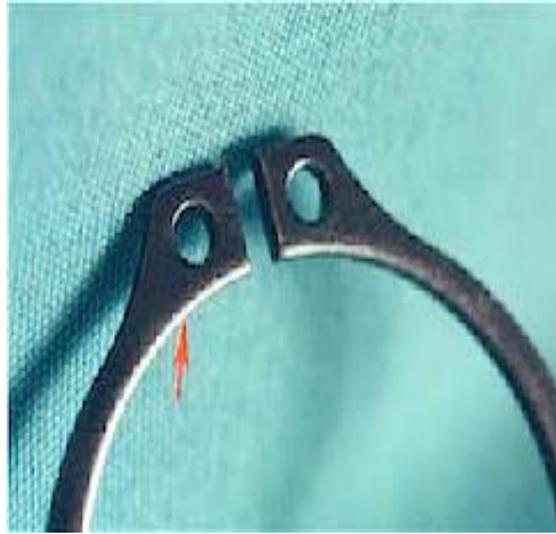


Figura 101: Retén (Seeger) de motor

Es muy importante que el lado cuadrado apunte en sentido contrario al rotor. Esto le proporcionará más resistencia a los rotores y al eje. Emplear pinzas para anillos retenes para colocar sobre el eje, deslizar el retén sobre el eje y colocarlo en la segunda ranura.

Ahora se debe medir el desplazamiento longitudinal de los rotores. Si hay demasiado desplazamiento, debe agregarse una arandela al último cojinete (balinera). Si no hay suficiente movimiento, deberá moverse el retén a la primera ranura y luego agregar las arandelas necesarias para que el desplazamiento quede dentro de la medida necesaria.

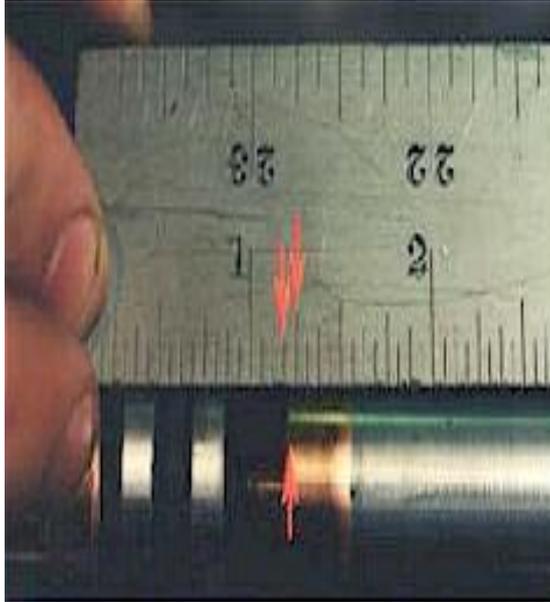


Figura 102: Desplazamiento de rotores en el eje

Medir el desplazamiento usando una regleta o calibrador. Empujar los rotores hacia la base del tren de rotores (alejándolos del anillo retén). Deslizar el rotor hacia adelante, hasta que toque el anillo retén. Todos los motores deberán tener un desplazamiento entre $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{2}$ pulgada (6 a 12 mm.), dependiendo del número total de rotores y de su configuración estándar, U.T. o L.T. El movimiento exacto permitido para cada motor se indica en el plano correspondiente.

Si hay demasiado desplazamiento deberá agregarse otra arandela (washer) entre el último rotor y el cojinete o balinera. Existen varios espesores de arandelas de empuje que permitirán mantener el desplazamiento dentro de la especificación.

Nunca debe aumentarse el desplazamiento reemplazando la primera arandela entre el rotor y la balinera por uno de menor espesor.

Cuando el desplazamiento es el correcto según la especificación o plano, saturar los anillos T (T-rings) y las balinera con el aceite de motor que se usará para el llenado del mismo. Esto permitirá que el tren de rotores entre fácilmente en el estator. El tren de rotores está listo para instalarse en el estator.



Figura 103: Ultimo retén (Seeger) del motor

5.17. INSTALACIÓN DEL CONJUNTO DE ROTORES EN EL ESTATOR

Para ayudar en el deslizamiento del tren de rotores en el interior del estator, rociar un poco de aceite de motor en el estator.

Rodar el tren de rotores por el canal del banco de ensamble hacia el estator. El estator estará a la altura correcta si se emplearon los carritos correctos cuando se ensambló el tren de rotores

Continuar empujando el tren de rotores en el estator hasta que todos los rotores se hallen dentro del estator. Es posible que hagan falta dos personas para manejar un tren de rotores largo y pesado.

Cuando los rotores están instalados, puede llevarse el motor a los soportes de armado o al banco de torque. El lugar donde se lleve a cabo el resto del ensamble dependerá del nivel de actividad y la disponibilidad del banco de torque del taller en particular.



Figura 104: Ensamble del conjunto retórico en el estator

5.18. INSTALACIÓN DE LA BASE DEL MOTOR ESTANDAR Y TANDEM INFERIOR

Antes de instalar la base en el estator, debe primero colocarse nuevamente el cable del PHD en el estator. Es muy importante que el cable para sensor se enrolle en sentido contrario a las agujas del reloj. Si se enrolla de la otra manera, puede dañarse cuando se coloca la base.

Colocar el extremo del cable para sensor en la posición 1 o 2 de las horas del reloj para poder ubicarlo una vez colocada la base.

Enroscar lentamente la base en el estator. Asegurarse de que el tren de rotores esté empujada hacia adelante y hasta el fondo. Enroscar la base hasta que desaparezca el O-ring. Inspeccionar la unión para asegurar que el O-ring ha entrado sin ser dañado.

Ubicar el orificio grande (orificio del lead o cable) que se halla en la parte inferior de la base de manera que esté en la posición 1 o 2 del reloj. El cable

PHD debe pasarse por este orificio. El extremo de este cable debería ser visible frente al orificio.

Utilizar la herramienta de alambre larga con gancho para capturar el cable para sensor a través del orificio. Capturar el extremo del cable solamente si se captan 2 o más vueltas este cable delicado puede dañarse.

Utilizar una llave de correa para ajustar la base. A la vez que se enrosca la base, jalar lentamente el cable para sensor a través del orificio, seguir hasta que la base esté apretada.

Inspeccionar el cable cuando se haya terminado, enroscar el cable en la cavidad del extremo de la base.

Utilizar pintura de spray para marcar un punto en la unión del estator y de la base. Esto se hace para identificar si la unión ha sido torquada o no.



Figura 105: Marcas para identificación del torque

5.19. INSTALACIÓN DE LA BASE DEL MOTOR SUPERIOR

Instalar cuidadosamente el anillo adaptador en el housing del estator y apretar manualmente hasta que haga tope con el housing. Colocar los cables lead en cualquiera de los agujeros roscados del anillo adaptador. Esto permitirá que se pueda efectuar el control del sentido de rotación de las fases. Los leads deben siempre manejarse con el máximo cuidado para no doblarlos excesivamente o dañarlos.

Para la identificar las fases en la base, conectar la fase “A” a tierra en la parte superior del motor. Utilizando el téster u óhmetro, identificar la fase “A” en el extremo inferior del motor. Luego conectar a tierra e identificar la fase “B” y la “C”. Mirando el extremo inferior del motor, los leads A-B-C deben estar en orden contrario a las agujas del reloj

Si se utilizará una válvula para el aceite (o tubo “bleeder”) en el motor, debe ser instalado a través del agujero de comunicación en la base, tal como se indica con la flecha. De cualquier manera, guiar cuidadosamente la base sobre el eje, colocar los leads en los agujeros correspondientes en la base, manteniendo el orden A-B-C contra las agujas del reloj y jalar cuidadosamente los leads a través de la base.

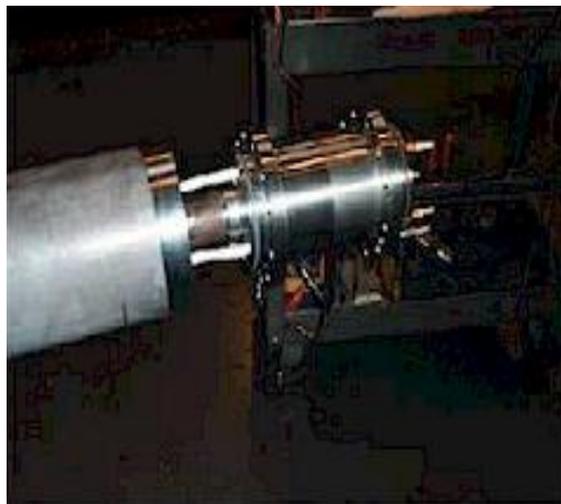


Figura 106: Ensamble de base upper

Mover la base a lo largo del eje hasta que quedan visibles de cuatro a seis pulgadas de los leads. No debe asentarse aún el O-ring de la base en el anillo adaptador, aplicar una pequeña cantidad de aceite de motor limpio en cada uno

de los cables lead por detrás de los conectores. Asegurarse de que los leads estén muy limpios cuando se hace esto, si fuera necesario, limpiarlos primero. Instalar los bujes de caucho (boots) sobre los conectores. Se ha quitado la capa exterior de aislamiento, creando un espacio para el buje (“boot gap”). Empujar los bujes de caucho sobre los leads hasta que topen contra la capa exterior del material aislante del lead.

Colocar los manguitos aislantes adecuados en los cables lead. Instalar los pines terminales en los leads y apretarlos firmemente. Hay que tener mucho cuidado, al apretarlos demasiado puede torcer y zafar el conector del lead o dañar el cable. Todos los manguitos aislantes deben mantenerse limpios en todo momento. Si se encuentra material foráneo sobre alguno de ellos, descartarlos y reemplazarlos por otros que estén nuevos y limpios.

Deslizar la base lentamente hacia el extremo del eje. Instalar los bujes de caucho y los manguitos aislantes en los agujeros para los leads. Correr la base hasta que los leads estén derechos y los manguitos aislantes estén al ras de la base. Alinear correctamente la placa retenedora con los pines terminales y el agujero de comunicación para el aceite. Instalar y apretar a mano los tres tornillos de cabeza. Si se utiliza la válvula de aceite, colocar el perno y la arandela plana al tubo de la válvula. (El perno se puede observar en la fotografía). Apretar firmemente con herramientas manuales.



Figura 107: Ensamble de conectores aislantes de la base upper

Rotar la base en sentido horario al mismo tiempo que se desliza la base hacia el motor. Cuando el espacio de los leads se ha compensado, asentar el O-ring de la base en el anillo adaptador. Cuando la base esté asentada en el anillo adaptador, mirar a través de uno de los agujeros para los pernos de la base y girar la base en sentido anti horario pasando por dos agujeros del anillo adaptador, esta maniobra otorga el espacio necesario para poder terquear la unión del adaptador, a continuación, instalar los pernos y tuercas de fijación y apretar firmemente.

Realice una prueba de rotación de fases. Mirando desde la base del motor, la rotación A-B-C del eje debe ser anti horaria. Instale firmemente el punto estrella (shorting ring) en los pines terminales de la base, coloque y guie la base del punto estrella sobre los pines de alineacion de la base y asientelo en el o-ring de la brida de la base. Instale firmemente tres tornillos con sus arandelas, ejecute la operacion de torque la base del motor se encuentra ahora lista para ejecutar el ensayo en vacio.



Figura 108: Adaptador base upper para ensayo

Luego que el ensayo en vacio haya sido realizado, retire la base del punto estrella y el punto estrella. Coloque el acople adecuado en el eje y reemplace el o-ring de la base. Colocar la tapa de embalaje de la base y guíela con los pines

de alineación y asentarla sobre los O-rings de la brida de la base. Instalar tres tornillos de cabeza y arandelas de fijación.

5.20. INSPECCIÓN DEL ACOPLE ADECUADO DEL RODETE (THRUST RUNNER).

Antes de armar el cabezal del motor en el estator, puede revisarse el rodete (thrust runner). Este es un paso preliminar si el rodete no se desliza suavemente, la pieza deberá ser re trabajada o reemplazada. Es mucho más fácil hacerlo ahora que más tarde, colocar la chaveta del rodete en el chavetero del eje, asegurarse de que los lados amolados apoyen en las caras del chavetero.

El rodete tiene dos lados: uno está pulido (liso, foto de abajo izquierda) y el otro no (está basto). El lado basto posee cuatro agujeros, asegurarse de que éstos se hallen libres de basuras, ubicar el chavetero dentro del rodete (flecha en foto de la derecha). Deslizar el rodete sobre la chaveta con el lado pulido hacia el estator.



Figura 109: Cojinete de motor

Se deberá instalar un anillo partido debajo del rodete. Aplicar una pequeña cantidad de vaselina con un pincel limpio, colocar el anillo partido en la ranura por delante del rodete, colocando uno arriba y uno por debajo, deslizar el rodete hasta cubrir la chaveta y el anillo partido, debe moverse libre y

suavemente, si no fuera así, debe investigarse la causa, mientras el rodete se halla sobre la chaveta y el anillo, mover el rodete con un movimiento suave, debe haber una muy pequeña cantidad de juego, si el rodete está muy ajustado, avisar de esta situación al supervisor del taller. Cuando se ha completado la prueba del rodete, retirar el rodete, la chaveta y el anillo partido del eje. Estos se instalarán en forma permanente más adelante.

5.21. INSTALACIÓN DEL CABEZAL DE MOTOR ESTÁNDAR Y TANDEN SUPERIOR

Doble los terminales esto facilitara el pasar los terminales a través del cabezal, a continuación, instalar el cabezal en el estator, colocar el cabezal en posición tal que el orificio de los leads esté del lado opuesto a los conductores o leads, empujar lentamente el cabezal sobre el eje. Asegurarse de que los lead estén en el interior del housing del estator, asegurarse de no atrapar los leads con los bordes del cabezal. Comenzar a enroscar el cabezal lentamente en el estator. Enroscar solamente de $\frac{1}{2}$ a $\frac{3}{4}$ de una vuelta

Los conductores (lead) deberán estar al frente del orificio en el cabezal. La intención es evitar que los lead salgan del orificio antes de que el cabezal haya sido completamente enroscado en el estator. Colocar el una herramienta en el orificio para evitar la salida de los conductores durante el enroscado. Puede emplearse un tapón o hacerlo manualmente. Si se utiliza un tapón de goma o de plástico, asegurarse de que no penetre más que la profundidad del orificio (que no sobresalga en el interior del cabezal) y que no deje material en el motor cuando se quita después de ajustar el cabezal.

Continuar enroscando el cabezal. Cuando la rosca llega al fondo, el orificio de los conductores se alineará con una flecha marcada sobre el housing del estator. Utilizar la herramienta con un gancho para recuperar los tres conductores (leads) a través del orificio Una vez que los leads ya están dentro del orificio, utilizar una pinza para terminar de pasarlos por éste. Cuidar de no dañar los leads y su aislante durante esta operación, girar un poco hacia atrás

el cabezal para facilitar el traspaso de los conductores por el orificio, separar los tres conductores para poder realizar la verificación de rotación de fases, realizar la prueba de la rotación de fases mirando desde el cabezal del motor, la rotación A-B-C debe estar en sentido horario.

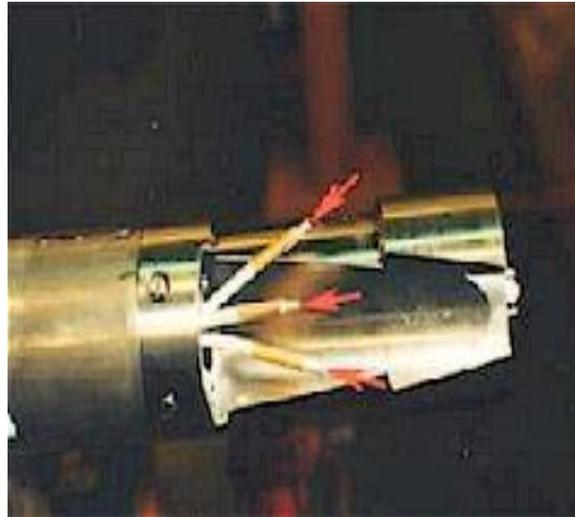


Figura 110: Traspaso de los conductores en el cabezal

5.22. ROTACIÓN DE FASES DEL MOTOR.

Si aún no se ha instalado el bloque terminal, separe los terminales del cabezal para facilitar la inspección de la rotación de fases Instalar el gira eje (“T” roscada) por el extremo del cabezal. Coloque los conectores del medidor de rotación de fases según la posición indicada en la figura.



Figura 111: Identificador de fase

Por el extremo del cabezal, instale los tres conectores del instrumento a los tres terminales del motor. Es importante mantener la misma configuración de colores: rojo en el terminal superior (o central), luego blanco y finalmente azul. Si el motor tiene instalado el bloque terminal, utilice un pot-head para realizar la conexión.

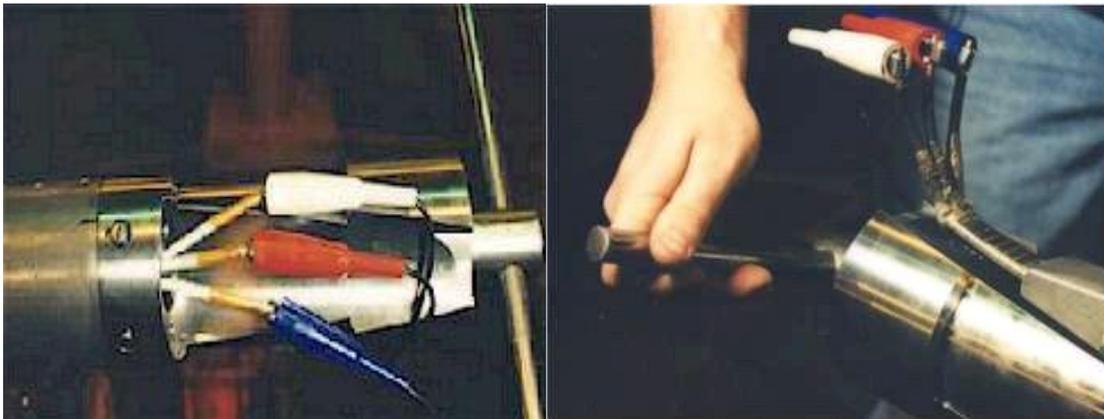


Figura 112: Identificación de fase en el motor

Para obtener una buena lectura, debe girar el eje en sentido horario. Debe girar el eje con movimientos cortos y rápidos, al mismo tiempo que presiona el botón que se encuentra ubicado en el instrumento.



Figura 113: Equipo de medición

Observe la lectura del instrumento mientras mantiene presionado el boton y gira el eje. La aguja reflejará dos veces. La primera indicación debe indicar la secuencia ABC, ignore la segunda deflexión. Si la indicación fue ABC, la rotación es correcta. Si la aguja va hacia la izquierda, (secuencia CBA), la rotación es incorrecta.

Algunos medidores de rotación utilizan indicaciones de luz en lugar de aguja. En caso que la luz no encienda revisar la batería del instrumento. Si la rotación indica el sentido equivocado, desconecte dos terminales cualesquiera, invierta su posición y conéctelos de nuevo a los terminales del motor. Repita la prueba de rotación, ahora debe ser ABC. Identifique las fases en haciendo una marca en la cara de los terminales del motor: fase A (rojo), una marca; fase B (blanco), dos marcas; fase C (azul) tres marcas.

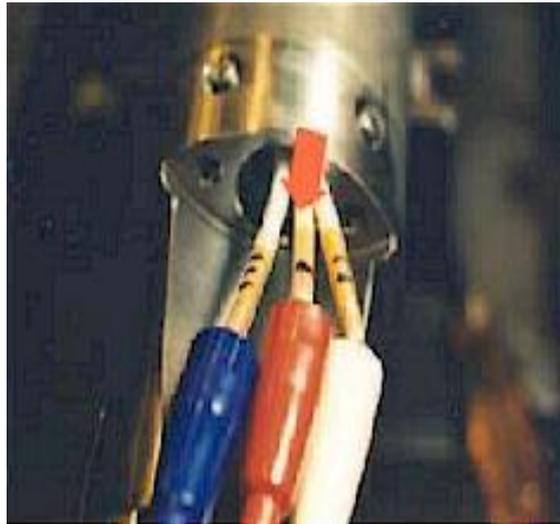


Figura 114: Conductores identificados

Retire los conectores de los terminales del motor, en los motores single y tandem superior los terminales se identifican según su longitud: A es el terminal mediano, B es el terminal corto y C es el terminal largo.

Para Motores tándem superior se debe colocar en la base una conexión estrella para puentear los tres conductores (leads). (En la fotografía, es el

mismo adaptador o “shorting block” que se utiliza para el llenado y ensayo completo en funcionamiento). Si el motor no se va a probar en el banco, se pueden simplemente unir los conductores con cables puente, asegurarse que el motor tándem superior tenga identificación de fases correcta en ambos extremos.

A continuación debe instalarse el bloque terminal (o Motor Insulation Block) en los leads.

El bloque terminal tiene un borde aplanado (flecha grande). Éste debe estar del lado del cabezal del motor, el agujero directamente opuesto al borde plano será conectado al lead que tiene una sola marca (fase A – flecha pequeña). Sujetar los leads en la posición correcta para la conexión al bloque terminal (MIB). Empujar los leads dentro del bloque terminal.

Verificar que los leads se están colocando en los agujeros correctos del bloque utilizar la herramienta especial para el bloque terminal para enroscar los terminales a través del bloque y conectarlos a los leads, colocar un terminal en la herramienta, enroscar un terminal en cada uno de los leads, sujetar el lead con pinzas y enroscar el terminal en el conductor. No apretar demasiado, solamente lo suficiente, para evitar dañar los leads, repetir para los tres conductores.



Figura 115: Ensamble del pot head del motor

Usar la herramienta especial para colocar el bloque terminal (terminal block tool) en el cabezal del motor, la serie del motor está marcada en el costado de la herramienta, girar el cabezal del motor hasta que la sección cortada esté alineada con la flecha en el estator, la parte superior del bloque terminal tiene una ranura, esta ranura se alineará con un pin en la parte superior del cabezal, el bloque terminal se sujeta en posición mediante un anillo retén (Seguer), asegurarse que la cara plana del anillo apunte hacia el exterior del bloque terminal.

Mientras se sujeta el bloque terminal en el cabezal con la herramienta, utilizar una herramienta colocadora de anillos retenes para deslizar uno de estos anillos sobre la herramienta y hasta el bloque terminal, como se indica en la fotografía.

El cabezal tiene una ranura para el anillo retén, mover y “agitar” lentamente la herramienta para asegurar que el retén se ha asentado en la ranura.



Figura 116: Pot head del motor listo

Para poder instalar el cojinete de zapata sólida, el eje debe jalarse hacia adelante con la herramienta para ejes, colocar la herramienta en el eje y jalar del mismo lado para fijar la herramienta, en algunos casos puede ser necesario obtener ayuda para mover el eje, cuando el eje esté en la posición avanzada, retirar la herramienta, el cojinete de zapata sólida (llamada comúnmente “zapata” o “solid shoe thrust bearing”) posee dos lados diferentes, un lado está

pulido y es liso asegurarse de no tocar esta superficie, limpiarla con una toalla de papel limpia antes de instalar la zapata.

El otro lado es de menor diámetro y tiene dos agujeros, acople los dos agujero con dos pines de alineación en el cabezal. Puede utilizar una chaveta de rotor (o elemento similar) para ayudar a instalar la zapata. Colocar la chaveta en uno del los pines en el cabezal del motor y deslizar la zapata sobre el eje. Montar cuidadosamente la zapata en los dos pines.

Asegurarse de que exista un leve juego sobre los pines. Rotar el eje hasta que el chavetero del rodete esté ubicado hacia arriba. Colocar cuidadosamente la chaveta en el chavetero, asegurarse que los lados lisos de la chaveta apoyen en los costados del chavetero y que la chaveta se ha asentado a fondo.



Figura 117: Ensamble de bearings sobre el cabezal del motor

Colocar unas gotas de aceite de motor en el lado liso del rodete. Con una toallita limpia, distribuir uniformemente el aceite en la cara del rodete, no tocar la superficie aceitada, sujetar ahora el rodete de ambos lados. Introducir el rodete con el lado pulido hacia el motor, el chavetero en el rodete se deslizará sobre la chaveta en el eje, empujar el rodete lo suficiente para despejar la ranura del anillo partido y no más, también puede ayudarse para introducir el rodete utilizando dos tornillos de fijación, luego debe retirarlos, posteriormente serán instalados.

Aplicar una pequeña cantidad de vaselina o aceite de motor al anillo partido e instalarlo sobre el eje, la mitad por arriba del eje y la otra mitad por debajo. Una vez colocado el anillo, deslizar el eje hacia atrás todo lo que se pueda, el anillo partido quedará cubierto por el rodete y el eje debe asentarse con un suave “click”. Deslizar el anillo de fijación (lock ring) en el eje, alinear los cuatro agujeros con los agujeros del rodete.

Utilizar cuatro tornillos y cuatro arandelas de fijación para fijar el lock ring, utilizar la llave hexagonal para colocar los tornillos, enroscar los cuatro tornillos en el lock ring, apretarlos todos y deslizar el resorte en el eje y fijarlo utilizando un tornillo grande. Colocar la tapa de embalaje en el cabezal del motor, colocar los pernos de la tapa de despacho sin apretarlos, y utilizar la pintura de espray para marcar la unión del cabezal del motor y el estator, esto se hace para identificar si esta unión ha sido terqueado o no.



Figura 118: Seguros de los bearings instalados en el cabezal del motor

5.23. PINTURA Y EMBALAJE EN PATIO

Los equipos BES de subsuelo siempre son embalados en cajas metálicas para su almacenamiento y transporte, las cajas dan al equipo contenido dentro de

ellas la protección adecuada contra golpes o maltrato durante el transporte y las operaciones de carga y descarga.

Aunque la caja sea resistente y estas protegen al equipo, existen ciertas instrucciones para el manejo ya que los golpes en ellas podrán originar daños permanentes a las mismas y a los equipos en su interior, ocasionando no conformidades o pérdida de la calidad de los equipos electro sumergibles y de las cajas en sí.

Una vez que haya recibido el equipo del taller ensamblado y con todas las inspecciones y ensayos, aprobados, montado sobre los carritos rodantes, colóquelo, utilizando el montacargas, sobre los soportes que están en el área de pintura. En los equipos que sea necesario colocar la placa, debe tomar en cuenta los siguientes puntos.



Figura 119: Entrega de equipo para pintura

Colocar la placa en la base de todos los equipos, la placa debe ser instalada en la base de todos los equipos a excepción del motor upper, en todos los casos se debe tomar en cuenta lo siguiente, sostener la placa en su lugar, taladre cuatro agujeros de 1/8" de profundidad (máximo) e instale los tornillos con un martillo para mantener la placa en su lugar la placa se debe leer desde la parte

inferior de la base, limpie el equipo por fuera con solvente utilizando un paño seque el equipo y tape con cinta las placas de los equipos.

5.24. PINTURA Y EMBALAJE DE EQUIPOS

Pinte el equipo uniformemente utilizando una pistola de aire para pintar, espere que la pintura se seque antes de mover el equipo de lugar.

Si fuera el caso de que se necesita enviar el equipo inmediatamente al campo, se debe embalar el mismo sin perder el cuidado durante el manejo del mismo, puesto que esta actividad debe asegurar el mantenimiento de la calidad del equipo, tome con la ayuda del montacargas, una caja de embalaje y almacénela.

Coloque las leyendas que sean requeridas en la caja, es decir, el número de serial, modelo y nombre del cliente coloque el cabezal del motor y la descarga de la bomba hacia el extremo de la caja marcada con una "W".



Figura 120: Datos de identificación en la caja

Tome los bloques soportes y colóquelos dentro de la caja de embalaje de modo de que ellos estén a 1/4 de la longitud de la unidad a ser embalada desde cada extremo coloque los bloques en la base y en la tapa de la caja. Verifique los

datos de la placa coloque la unidad (equipos) acostada dentro de la caja sobre los bloques soportes cuidando siempre que la Placa de Identificación quede hacia arriba para que pueda ser leída mientras la caja esté abierta.

Después de colocar la unidad en la caja de embalaje, mida la distancia entre el extremo de la unidad y el de la caja de embalaje en ambos extremos. Corte bloques de maderas aproximadamente de 4 x 4 pulgadas para llenar estos espacios libres en ambos extremos de la caja de embalaje. Esto asegurará que la unidad no se mueva mientras sea transportada.



Figura 121: Ubicación del equipo y bloques

Usar solamente cajas que estén en buenas condiciones físicas, sin defectos obvios y tengan una pintura aceptable. Al menos que sea otro lo especificado, use siempre una caja más próxima a la longitud de la unidad a ser embalada.

Inspección final para la entrega, verifique el N° de la Caja, los datos de la unidad en la placa de Identificación. Verifique que el equipo que se ha embalado corresponde a lo que está especificado en el plan de calidad verifique la ubicación de los bloques soportes.



Figura 122: Gomas de soporte según la serie

Revise visualmente cualquier daño aparente de la unidad o a la caja de embalaje. Verifique que los bloques de madera sean de la longitud apropiada y que estén en el lugar apropiado.

Asegúrese de que el N° de la caja es legible y que la caja esté pintada y limpia. Después de la inspección, cierre la tapa de la caja de embalaje y asegúrela a la base de la misma, usando pernos de 1/2" con tuercas en los cierres salientes provistos para este propósito y ajústelos.



Figura 123: Numeración de la caja.

Cualquier información adicional del equipo, codificación especial y/o requerimiento lo colocará el supervisor inmediato en un lugar visible de la caja de embalaje en el caso en que el equipo se considere para stock, si no se lo enviara al campo inmediatamente, se debe trasladarlo a un rack al que corresponda (Stock, Equipo Cliente), tomando en cuenta el procedimiento de manipulación,

5.25. DESPACHO DE EQUIPOS A ALMACEN.

Una vez colocado el equipo en el Rack de despacho, stock o equipo del cliente, el personal de logística debe ubicar el equipo en el rack definido y luego ingresar esta información en el sistema de inventarios.

Una vez realizado todo el proceso de selección y diseño del equipo, ensamble pruebas de funcionamiento control de calidad de los equipos pintura y embalaje este equipo son entregados al cliente con su respectiva documentación de aceptación y entrega los cuales se indican en los siguientes anexos.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el desarrollo del presente trabajo se llegó a las siguientes conclusiones y recomendaciones.

6.1. CONCLUSIONES

La selección de la bomba se hace en base a la información proporcionada del pozo, yacimiento, de producción de las características de los fluidos y propiedades PVT, y datos de energía eléctrica.

En la recolección y análisis de los datos del pozo sirvieron de base en la selección adecuada de la bomba para pozos productores de alto corte de agua.

En pozo tipo A de Petroamazonas después de haber estudiado, el equipo electro sumergible cuenta con un separador de gas, a pesar de ser menor al 10% de la fracción total de gas en la admisión de la bomba.

Un análisis nodal resulta ser muy beneficioso ya que nos permite optimizar el comportamiento de la tasa de producción de un pozo y el perfil de presiones del mismo con cualquier otro tipo de completación.

En los cálculos de optimización del sistema BES realizados, no se ha considerado la producción de gas como un parámetro dentro del diseño debido a que el GOR en nuestro pozo es bastante bajo ya que la presión de burbuja es muy baja.

El sistema BES a pesar de ser un sistema de levantamiento costoso para manejar bajos volúmenes de fluido, es beneficioso, en el caso contrario cuando se maneja altos volúmenes de producción y puede trabajar en medios corrosivos.

La baja frecuencia de operación de un motor suele producir el efecto de downthrust, mientras que el efecto inverso se llama upthrust. Sin embargo en ninguno de los dos estados el recomendado como frecuencia de trabajo normal. La frecuencia ideal para el funcionamiento de un equipo BES es de 70 a 76% del nominal de placa.

La vida útil de los equipos de un sistema BES es mayor si se cuenta con variador de frecuencia dentro de los equipos de superficie, ya que este permite arranques suaves eliminados picos de corriente que generalmente dañan los equipos

6.2. RECOMENDACIONES

Para optimizar la eficiencia y la vida útil de las bombas que operan crudos con un alto corte de agua se deben tomar en cuenta los datos y condiciones existentes del pozo.

A pesar de no ser necesario un separador de gas en el equipo electro sumergible en el Pozo tipo A de Petroamazonas puesto que se obtiene el 1.7% de fracción total de gas en la admisión de la bomba, es recomendable se instale el separador de gas para que a futuro no se tenga que realizar una para de producción y un gasto económico en un taladro para un nuevo reacondicionamiento debido a la falta del separador de gas.

En los pozos con un alto corte de agua se puede diseñar el sistema despreciando los efectos por viscosidad, debido a que las curvas de comportamiento de las bombas electro sumergible (altura dinámica total, eficiencia y potencia), se obtienen utilizando agua dulce como fluido en los bancos de prueba estos simulados en el autocad.

Como recomendación de puede aplicar en el presente estudio el método de selección del equipo BES en otros pozos de características idénticas.

Es recomendable una adecuada sinergia entre el ingeniero de campo y el representante del fabricante de los equipos de Bombeo Electrosumergible BES para realizar una adecuada selección de los equipos.

Se recomienda instalar el equipo BES en pozos que tenga un buen manteniendo estos deben estar libres de abrasivos y sales y/o materiales de perforación, para evitar el taponamiento de la bomba y por consiguiente fallas prematuras esto evitara los gastos de un pulling y los costos de un nuevo equipo.

La reparación de un equipo ya utilizado en un pozo x los costos serán de un 75% con relación a un equipo nuevo por lo que se recomienda tomar todas las precauciones en la selección del equipo y la instalación del mismo.

Los componentes de la una bomba BES esta diseñada para operar únicamente con fluidos como petróleo y agua, materiales extraños que ingresen por cada etapa tendrá resultados catastróficos.

7. GLOSARIO DE TÉRMINOS

Altura de columna

Se define como la cantidad de energía por libra de fluido. Es comúnmente usada para representar la altura vertical de una columna estática de líquido correspondiente a la presión de un fluido en un punto determinado.

Corte de Agua (W.C.)

Es el porcentaje del volumen de agua total en relación al volumen de los otros fluidos del pozo. Este se calcula en la superficie.

Densidad (ρ)

Es la masa de una sustancia por unidad de volumen, se mide en kilogramos por litro o en libras por pie cúbico. La densidad del agua es 62.4 lb/ft³ o 1.00 kg./l a condiciones estándar.

Factor Volumétrico del Petróleo (B_o) Por lo general el volumen de petróleo producido en la superficie es menor que el volumen de petróleo que fluye al fondo del pozo desde el yacimiento. Este cambio en volumen se debe principalmente a la pérdida de presión desde el fondo del pozo hasta la superficie.

Flujo de Fluido

Ya que se considera que la mayoría de los líquidos son incompresibles, hay una relación definida entre la cantidad del líquido que fluye en un conducto y la velocidad del flujo.

Frecuencia (f)

Cuando un generador gira a través de 360 grados, una revolución completa, el voltaje generado completa un ciclo. Si el generador gira a una velocidad de 60 revoluciones por segundo, el voltaje generado completará 60 ciclos en 1 segundo. Entonces se podrá decir que el voltaje generado tiene una frecuencia de 60 ciclos, o 60 hertz.

Fricción en la Tubería

La fricción en la tubería variara con el tamaño, longitud y capacidad de la misma, y la viscosidad del fluido.

Gradiente de Presión

Esta es la presión que ejerce el fluido por cada pie de altura del fluido.

Gravedad Específica del petróleo (go)

Es la relación de la densidad, o peso específico del petróleo con respecto a la densidad del agua a condiciones estándar.

Presión

Es la fuerza por unidad de área de un fluido.

Presión Manométrica

Es la presión diferencial indicada por un manómetro, a diferencia de la presión absoluta. La presión manométrica y la presión absoluta estan relacionadas, siendo la presión absoluta igual a la presión manométrica mas la presión atmosférica.

Presión Atmosférica

Es la fuerza ejercida en una unidad de área por el peso de la atmosfera. La presión a nivel del mar es 14.7 psi.

Presión Absoluta

Es la suma de la presión manométrica y la presión atmosférica. La presión absoluta en un vacio perfecto es cero.

Presión de Entrada a la Bomba (PIP)

Pies de fluido en el espacio anular sobre la entrada de la bomba.

PIP Requerido

Es la presión de entrada necesaria para alimentar adecuadamente la bomba y evitar tanto la cavitación como el bloqueo por gas.

PIP Disponible

La presión es una función del sistema en el cual opera la bomba. El PIP disponible es la sugerencia de operación característica de cada instalación individual.

Presión de Burbuja (Pb)

La presión de burbuja de un hidrocarburo es la presión más alta a la cual las primeras moléculas de gas salen de solución y forman una burbuja de gas.

Potencia (P)

La potencia se define como la tasa de trabajo efectivo. En términos eléctricos representa la energía necesaria para mantener el flujo de corriente. La potencia eléctrica se mide en vatios.

Relación gas-aceite (GOR)

Es el volumen total de gas producido por día dividido por el volumen total de petróleo producido por día, las unidades de GOR son Scf/Stb.

Resistencia (R)

La resistencia se puede comparar con la fricción encontrada por un flujo de agua a través de una tubería. Una tubería recta, con el interior liso, conduce el agua con poca pérdida de presión. Si la tubería es rugosa por dentro y tiene muchos codos, la pérdida de presión se incrementa y el caudal del flujo se reducirá. En forma similar, un material que tenga baja resistencia permite que la electricidad fluya con una pérdida pequeña de voltaje; un material de alta resistencia causa una caída correspondiente en el voltaje.

Transformadores

Son dispositivo en el cual el voltaje de un sistema de corriente alterna puede cambiarse.

Voltaje (V)

Debido a que los electrones están distribuidos normalmente en forma igual a través de una sustancia, se requiere de una fuerza o presión llamada fuerza electromotriz (f.e.m.) para separarlos de los átomos y hacerlos fluir en una dirección determinada. Esta fuerza es también frecuentemente llamada potencial o voltaje. La unidad para medir esta fuerza electromotriz es el voltio.

Viscosidad (m)

Es una medida de la resistencia interna de los líquidos al flujo, dicha resistencia proviene de la fricción interna que resulta de los efectos combinados de cohesión y adhesión.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Baker Hughes Centrilift - Artificial Lift Technology – Electrical Submersible Pumping System Handbook – Eighth Edition – 2007.
2. Baker Hughes Centrilift – Submersible Pump Handbook – Ninth Edition – 2009.
3. Baker Hughes Centrilift – Electric Submersible Progressing Cavity Pump ESPCPTM Information – An Alternative Lift Method for Difficult Applications.
4. LIFTEQ™ PCP Componentes – ESPCP Componentes Diapositiva
5. Baker Hughes Centrilift - Manual de Diseño de Bombeo Eléctrico – Software AutographPC
6. Información Ingeniero Darwin Mejía – supervisor de ingeniería en la planta Baker Hughes Centrilift Ecuador.
7. Brown, K. E.: Technology of Artificial Lift Methods, Vol. 2b, Petroleum Publishing.
8. Brill and Biggs: Two-Phase Flow in Pipes, University of Tulsa.
9. Ashanti, F. J.: "Bottom Hole Gas Separation Efficiency in Electrical Submersible Pump Installations," PhD dissertation, The University of Tulsa (1993)
10. Sachdeva, R.: "Two-Phase flow through Electric Submersible Pumps," PhD dissertation, The University of Tulsa (1988).

11. Lea, J. F. and Bearden, J. L.: "Effect of Gaseous Fluids on Submersible Pump Performance," JPT (December, 1982) SPE 9218.
12. Munson, B., Young, D., and Okiishi, T.: Fundamentals of Fluid Mechanics, John Wiley & Sons Inc., New York (1994).
13. Vogel, J. V.: "Inflow Performance Relationships for Solution Gas Drive Wells," JPT (January, 1968).
14. Standing, B.: "Inflow Performance Relationship for Damage Wells Producing by Solution Gas Drive," JPT (November 1970).
15. Brown, K. E.: The Technology of Artificial Lift Methods, Vol. 1, Petroleum Publishing Co., Tulsa, Oklahoma (1977).
16. McCain, W. D.: The Properties of Petroleum Fluids, Second edition, Penn Well Books, Tulsa, Oklahoma (1990).

ANEXOS

ANEXO 1

MOVIMIENTO DE MATERIALES

		MOVIMIENTO DE MATERIALES			ALS-F-AMO-001		
Fecha:		Salida: <input type="checkbox"/>	Devolución: <input type="checkbox"/>	Recuperación: <input type="checkbox"/>	N° 000000000		
CODIGOS DEL ORIGEN Y/O DEL MATERIAL							
01	Taller	02	Gastos	03	scrap	04	Recovery
05	Material Inspección / Ing	06	Otros Especifique	07	Inventory		
DESDE (Origen)					HACIA (destino)		
En el caso que aplique, especifique Orden de trabajo y Número de Serial del equipo al cual será cargada el material.							
Orden de Trabajo N°					Número de Serial:		
ITEM	/ PART	/ SERIAL	DESCRIPCIÓN	/ Solicita	C/Recibida	U/ MED.	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
Observaciones:							
Solicitado por:		Autorizado por:		Recibido por:		Entregado por:	

ANEXO 2

BOM DE ENSAMBLE

	BOM DE ENSAMBLE	ALS-F-AMO-002				
FECHA:						
MODELO:		S/N:				
ORDEN #:		P/N:				
Nº.	P/N	DESCRIPCION	QTY	UND	UBIC	CTL
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						
42						
43						
44						
45						
46						
47						
48						
49						
50						
DESPECHADO POR _____			RECIBIDO POR _____			

ANEXO 3

PLAN DE CALIDAD DE MOTORES

	PLAN DE CALIDAD DE MOTORES	ALB-F-AMO-003			
CLIENTE: <input type="text"/>	FECHA: <input type="text"/>	CONSECUTIVO: <input type="text"/>			
PROZD: <input type="text"/>	HY VOLTS (AMPS): <input type="text"/>	SIN ESTACION: <input type="text"/>			
	SIN MOTION: <input type="text"/>	MODELO: <input type="text"/>			
INSPECCION <input type="checkbox"/> RECONSTRUCCION <input type="checkbox"/> ENSAYO <input type="checkbox"/> REPARACION (MEJOR - MENOR) <input type="checkbox"/> MODIFICACION <input type="checkbox"/> FABRICACION <input type="checkbox"/>					
Nº.	OPERACION	PROCEDIMIENTO APLICABLE	REGISTRO GENERADO	INSPECCION (firma)	OBSERVACIONES
21	Inspección y Preparación de Partes	DRM 002 - 201 000 - 200 - 200 - 200	NO	<input type="checkbox"/>	
22	Medición de Rendimiento Partidas y Part-Flow a Temperatura ambiente	DRM 002 - 201 000 - 200 - 200 - 200	ALMACEN	<input type="checkbox"/>	RAA <input type="checkbox"/> AAC <input type="checkbox"/> AAC <input type="checkbox"/> APC <input type="checkbox"/>
23	Medida y ajuste de válvulas , Tercer de longitud y Tercer de momento (Bata)	DRM 002 - 201 000 - 200 - 200 - 200		<input type="checkbox"/>	PTD <input type="checkbox"/> TPA <input type="checkbox"/> AC <input type="checkbox"/>
24	Medidas de presión y ajuste de las partes móviles (Bata)	DRM 002 - 201 000 - 200 - 200 - 200		<input type="checkbox"/>	PA <input type="checkbox"/> OVA <input type="checkbox"/>
25	Prueba de 1/2psi DC (Bata)	DRM 002 - 201 000 - 200 - 200 - 200		<input type="checkbox"/>	Ag. Carbur. @ 1 ml. <input type="checkbox"/> g/l
26	Medir y verificar la resistencia del PTD y Torque	DRM 002 - 201 000 - 200 - 200 - 200		<input type="checkbox"/>	ATA <input type="checkbox"/> Torque <input type="checkbox"/>
27	Limpieza, desmontaje y armado a temperatura de op	DRM 002 - 200 - 200 - 200		NO	<input type="checkbox"/>
28	Prueba de agua y 1/2psi, con aceite 1/2psi, instalación de armadura y liberación de aceite	DRM 002 - 201 000 - 200 - 200 - 200	NO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
29	Medición de desplazamiento axial	DRM 002 - 201 000 - 200 - 200 - 200	NO	<input type="checkbox"/>	Desplazamiento Axial 0.1 <input type="checkbox"/>
30	Calentamiento de motor, ajuste de vacíos y 1/2psi, regulación de fase (1/2psi)	DRM 002 - 201 000 - 200 - 200 - 200	NO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
31	Instalación de fuel (1/2psi) Prueba de Cho control DIC	DRM 002 - 201 000 - 200 - 200 - 200	NO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
32	Instalación de armadura de aceite (Liberación)	DRM 002 - 201 000 - 200 - 200 - 200	NO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
33	Balanceo de eje (con 1/2psi control ajuste de fase)	DRM 002 - 201 000 - 200 - 200 - 200	NO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
34	Verificar estado e instalación de fase, regulación con Load y/o regulación momento	DRM 002 - 201 000 - 200 - 200 - 200	NO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
35	Calentamiento de motor , 1/2psi, ajuste y fase de partida (1/2psi)	DRM 002 - 201 000 - 200 - 200 - 200	NO	<input type="checkbox"/>	PM Control <input type="checkbox"/>
36	Regla de estado y fase (2 puntos del motor)	DRM 002 - 201 000 - 200 - 200 - 200	NO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
37	Medida y ajuste de válvulas , Tercer de longitud y Tercer de momento	DRM 002 - 201 000 - 200 - 200 - 200	ALMACEN	<input type="checkbox"/>	PTD <input type="checkbox"/> TPA <input type="checkbox"/> AC <input type="checkbox"/>
38	Prueba de 1/2psi DC	DRM 002 - 201 000 - 200 - 200 - 200		<input type="checkbox"/>	Ag. Carbur. @ 1 ml. <input type="checkbox"/> g/l
39	Prueba de cho del motor (1/2psi a 1/2 PSI)	DRM 002 - 201 000 - 200 - 200 - 200		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
40	Realización de armadura del tercer de ajuste y ajuste final del motor. Prueba de vacíos a 1/2 psi, del ajuste de fase (liberación de armadura de aceite y fuel (1/2psi)	DRM 002		<input type="checkbox"/>	COMPTOP <input type="checkbox"/> % MARRANOP (valve) <input type="checkbox"/> % MARRANOP (control) <input type="checkbox"/>
41	Prueba de vibración	DRM 002		<input type="checkbox"/>	Medida vibración de EMBOT <input type="checkbox"/> @ 1 Medida vibración en 80 Hz <input type="checkbox"/> @ 100
42	Medida y ajuste de válvulas , Tercer de longitud y Tercer de momento (fase en estado)	DRM 002		<input type="checkbox"/>	PTD <input type="checkbox"/> TPA <input type="checkbox"/> AC <input type="checkbox"/>
43	Ensayo de ajuste válvulas del motor en estado y fase	DRM 002		<input type="checkbox"/>	CARRA <input type="checkbox"/> RAMP <input type="checkbox"/>
44				<input type="checkbox"/>	
APROBACION DE PRODUCCION			APROBACION DE CONTROL DE CALIDAD		
FIRMA: <input type="text"/>	FECHA: <input type="text"/>	FIRMA: <input type="text"/>	FECHA: <input type="text"/>		

ANEXO 4

PLAN DE CALIDAD DE BOMBAS

	PLAN DE CALIDAD DE BOMBAS	ALS-F-AMO-004			
CLIENTE: <input type="text"/>	FECHA: <input type="text"/>	TIPO: <input type="text"/>	CONSECUTIVO: <input type="text"/>	S/N EJE: <input type="text"/>	
POZO: <input type="text"/>	ODT No: <input type="text"/>	S/N BOMBA: <input type="text"/>	MODELO: <input type="text"/>		
<input type="checkbox"/> INSPECCION <input type="checkbox"/> RECIRCULACION <input type="checkbox"/> ENSAYO DINAMICO <input type="checkbox"/> REPARACION (MAYOR - MENOR) <input type="checkbox"/> MODIFICACION <input type="checkbox"/> FABRICACION					
No.	OPERACION	PROCEDIMIENTO APLICABLE	REGISTRO GENERADO	INSPECCION (firma)	OBSERVACIONES
01	Verificar lista de materiales.	CRM 3007	ALS-FAMO-002	<input type="checkbox"/>	
02	Enderezar el eje.	CRM 3007 - 3010	N/A	<input type="checkbox"/>	
03	Preensamble de la bearing spider en la base. (Aplica de acuerdo a la bomba)	CRM 3007	N/A	<input type="checkbox"/>	
04	Ajustar etapas de acuerdo a la configuración e instalar los vepsos .	CRM 3007	N/A	<input type="checkbox"/>	
05	Alistamiento y limpieza de eje junto a los cuiles que se van a instalar.	CRM 3007	N/A	<input type="checkbox"/>	
06	Ensamble de las etapas y el eje de acuerdo a la configuración instale bujes y o-rings . Re comprimir las etapas.	CRM 3007 - 3015	N/A	<input type="checkbox"/>	
07	Alistamiento e inspección de housing, realizar debida lubricación a las etapas e inserción en el housing.	CRM 3007	N/A	<input type="checkbox"/>	
08	Marccción, instalación y torque de la base.	CRM 3007	N/A	<input type="checkbox"/>	
09	Calcular tubo de compresión Comprimir las etapas Toma de extensión.	CRM 3007	N/A	<input type="checkbox"/>	Dist. Borde housing - Último difusor Figura 1. Y= <input type="text"/> # Etapas= <input type="text"/> Compresión/etapa: <input type="text"/> C: <input type="text"/> Espejo a ser llenado por tubo. H = Y + C; H= <input type="text"/> Medid. top bearing y cabeza. Figura 2 Tabla 2 Z= <input type="text"/> Tubo de compresión calculado. X = H - Z; X= <input type="text"/> Tubo de compresión encontrado Q < X ; Q= <input type="text"/> Tubo: calculado - encontrado. D < 0.26 in. D= X - Q; D= <input type="text"/> Medid. roscas top bearing Fig. 4 y Tabla 4 . B = E+O; B= <input type="text"/> Giro: Ext. Up: <input type="text"/> (in) Ext. Down: <input type="text"/> (in)
10	Torque de cabeza	CRM 3007	N/A	<input type="checkbox"/>	
11	Verificación de la extensión y rotación del conjunto.	CRM 3005 - 3007	N/A	<input type="checkbox"/>	Giro: Ext. Up: <input type="text"/> (in) Ext. Down: <input type="text"/> (in)
12	Use el adaptador apropiado y soportes para nivelar la bomba realizando el aseguramiento con los cabezales y tambores de prueba.	CRM 3005	N/A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13	Ensayo dinámico	CRM 3005	CURVA DE LA BOMBA	<input type="checkbox"/>	TEST OK: <input type="checkbox"/>
14	Realizar prueba de vibraciones cuando se encuentre en el BEP de la prueba y con un flujo de velocidad constante.	CRM 1007 - 3005	N/A	<input type="checkbox"/>	Medida máxima de 0-500Hz: <input type="text"/> ≤ 0.1 Medida máxima en Frecuencia de Operación: <input type="text"/> ≤ 0.168
15	Verificación del giro y de la extensión después de la prueba	CRM 3005	N/A	<input type="checkbox"/>	Giro: Ext. Up: <input type="text"/> (in) Ext. Down: <input type="text"/> (in)
16	Instalación de coupling (uso de transporte, O-ring y gaskets).	CRM 3005	N/A	<input type="checkbox"/>	PIN Coupling: <input type="text"/>
17	Adjuntar copia del reporte de la prueba en plan de calidad e instalar cinta de acuerdo a la disposición.	N/A	CURVA DE LA BOMBA	<input type="checkbox"/>	
18	Llevar el almacenamiento o despacho a pozo (si aplica)	CRM 3005	N/A	<input type="checkbox"/>	
APROBACION DE PRODUCCION			APROBACION DE CONTROL DE CALIDAD		
FIRMA: <input type="text"/>		FIRMA: <input type="text"/>		FECHA: <input type="text"/>	
FECHA: <input type="text"/>					

ANEXO 5

PLAN DE CALIDAD DE SELLO

	PLAN DE CALIDAD DE SELLOS	ALS-F-AMO-005
---	---------------------------	---------------

CLIENTE: <input type="checkbox"/>	FECHA: <input type="checkbox"/>	CONSECUTIVO: <input type="checkbox"/>	S/N EJE 1: <input type="checkbox"/>	S/N EJE 2: <input type="checkbox"/>
POZO: <input type="checkbox"/>	EQUIPO: SECCION SELLANTE	S/N Sello Superior: <input type="checkbox"/> S/N Sello Inferior: <input type="checkbox"/>	Modelo Sello Superior: <input type="checkbox"/> Modelo Sello Inferior: <input type="checkbox"/>	

INSPECCION
 RECIRCULACION
 ENBAYO
 REPARACION
 MODIFICACION
 FABRICACION

No.	OPERACION	PROCEDIMIENTO APLICABLE	REGISTRO GENERADO	INSPECCION (firma)	OBSERVACIONES
01	Limpieza, lavado e inspección visual de partes (roscas, alojamientos, virutas, rebabas). Realizar placa e instalar en la base.	CRM 1002 - 4004 - 4018 - 4019	N/A	<input type="checkbox"/>	
02	Limpieza e inspección del eje, uso adecuado y precaución de lijas, gratas en sección de sellos. Enderezado de eje máximo TIR 0.002. Prueba de coupling en el eje.	CRM 4004 - 4018 - 4019	N/A	<input type="checkbox"/>	
03	Inspección y subensambla instalación de conjunto de empuje, verificar la posición del conjunto de empuje y el movimiento en el rodete menor a 0.010 pulgadas.	CRM 4004 - 4018 - 4019	N/A	<input type="checkbox"/>	
04	Sub ensamble e instalación de O rings, malla, válvulas con la respectiva prueba de fugas, packets en tapones, bujes, tubos para sección laberíntica, precaución e uso de lubricantes (crema- aceite OIL), anti caje y herramientas.	CRM 4004 - 4018 - 4019	N/A	<input type="checkbox"/>	
05	Sub ensamble de sección con tubos guía y sección bolsa, uso de cinta y precaución en el aseguramiento de la bolsa en la guía.	CRM 4004 - 4018 - 4019	N/A	<input type="checkbox"/>	
06	Inicio de ensamble, control del juego axial del conjunto de empuje dando uso del instrumento y accesorio adecuado (medida 0.035 - 0.040 pulgadas).	CRM 4004 - 4018 - 4019	N/A	<input type="checkbox"/>	Valor Medido (in): <input type="checkbox"/>
07	Realizar ensamble de acuerdo a la configuración del modelo, precaución y limpieza de partes para prevención de fracturas y daños en los componentes. Uso de lubricantes y cremas inscrites en el CRM.	CRM 4004 - 4018 - 4019	N/A	<input type="checkbox"/>	
08	Prueba de hermeticidad, uso adecuado del burbujeador e hidrogeno.	CRM 4004 - 4018 - 4019	ALS-F-AMO-011	<input type="checkbox"/>	
09	Maricación y operación de torque en las guías, base y cabezal, operar banco de acuerdo a la serie del sello.	CRM 4004 - 4018 - 4019	N/A	<input type="checkbox"/>	
10	Instalación de coupling en la base del sello. (Bello - Bello) (Bello - Motor). Para sellos SP realizar instalación de Lp. Seal con los respectivos accesorios en la base y el coupling. Si aplica.	CRM 4004 - 4018 - 4019	N/A	<input type="checkbox"/>	P/N (BELLO-BELLO): <input type="checkbox"/> P/N (BELLO-MOTOR): <input type="checkbox"/>
11	Instalación del plug (tapón) y verificación de la extensión del eje si aplica de acuerdo a la configuración del sello.	CRM 4007 - 4020	N/A	<input type="checkbox"/>	
12	Llenado con aceite, uso de accesorio con manómetro en el venteo superior, velocidad de llenado 1.0 litro por minuto, instalar válvulas y tapones, aplicando torque adecuado.	CRM 4007 - 4020	N/A	<input type="checkbox"/>	
13	Prueba de sello mecánico upper, uso adecuado de 6 psi para identificar fugas, verificación y mantenimiento de la presión.	CRM 4007 - 4020	N/A	<input type="checkbox"/>	
14	Realizar prueba dinámica, verificación de ensayo en vacío mensual del motor de prueba, tomar temperature antes de iniciar la prueba y a los 5 minutos registrar el consumo en KW y la temperature en °F.	CRM 4007 - 4020	ALS-F-AMO-011	<input type="checkbox"/>	
15	Medición de la rigidez dieléctrica del aceite.	CRM 2029	ALS-F-AMO-011	<input type="checkbox"/>	
16	Instalación de coupling en la base. (Bello - Bello) (Bello - Motor) si aplica.	CRM 4007 - 4020	N/A	<input type="checkbox"/>	P/N (BELLO-BELLO): <input type="checkbox"/> P/N (BELLO-MOTOR): <input type="checkbox"/>
17	Acople de sección Upper con Sección Medium (si aplica), Acople sección Medium con sección Lower (si aplica), acople de sección Upper con sección Lower (si aplica).	EB-348 / EB-479	N/A	<input type="checkbox"/>	
18	Llevar equipo a almacenamiento o despacho.	CRM 4007 - 4020	N/A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

APROBACION DE PRODUCCION	APROBACION DE CONTROL DE CALIDAD
FIRMA: <input type="checkbox"/> FECHA: <input type="checkbox"/>	FIRMA: <input type="checkbox"/> FECHA: <input type="checkbox"/>

07-Feb-2013
Rev: 0
Página 1 de 1

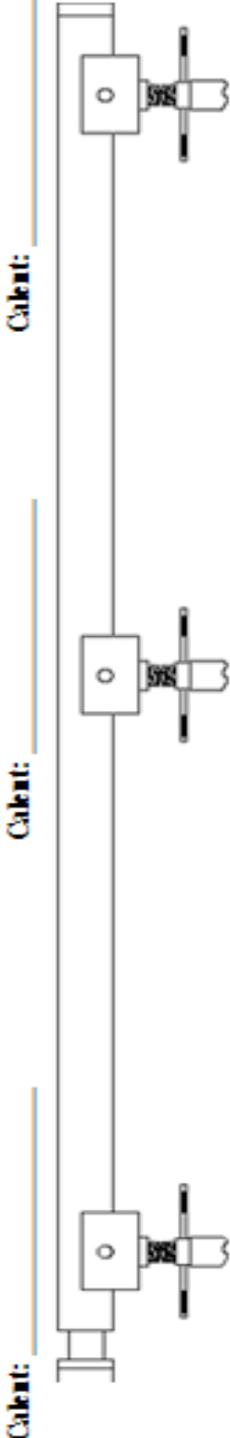
ANEXO 6

REPORTE DE ENSAYO DE MOTORES

		REPORTE DE ENSAYO DE MOTORES				ALS-F-AMO-009			
O/T	FECHA	CLIENTE			TRABAJO REALIZADO				
DATOS DE PLACA									
HP	Volt	Amp	Model	S/N	Ertator S/N	Rotator Cont.			
VALORES ANTES DE LA PRUEBA									
Resistencia FASE - FASE Y FASE - TIERRA					Aislamiento @ 2500 VDC				
Temp [°C]	RAB	RBC	RAC	R Fase a tierra	% Desbalance (max 1%)	Temp [°C]	Megaohm	Kti	Corrosión @ 48°C (aix 1500 Hrs)
PRIMERA PRUEBA DINAMICA									
Voltaje de prueba (V)		Equivale al		% del Voltaje de placa			Coart Time [min]		
Temp [°C]	Volt AB	Volt BC	Volt CA	Amp A	Amp B	Amp C	Power [KW]	RPM	Res Tier [aix]
Voltaje Desbalance (max 1.5%)		Corriente Desbalance (max 7.5%)					Coart Time [prueba]		
PRUEBA DE VIBRACION									
		VERTICAL	HORIZONTAL	AXIAL					
		introc (max 0.15%)	introc (max 0.15%)	introc (max 0.15%)					
CABEZA									
MITAD									
BASE									
VALORES DESPUES DE LA PRUEBA									
Aislamiento del Motor Caliente					Rigidez Dieléctrica del Aceite				
Temp [°C]	Megaohm	Kti	Corrosión @ 48°C (aix 1500 Hrs)		Aceite Base (min 20 KV)	CABEZA (min 20KV)			
Resistencia		Rotación de Fase		Extensión del Eje					
Termocupla		Deberíazar A-B-C		UT - SGL: 1.190 ± 0.015 in LT: 0.940 ± 0.015 in					
RTD		Ertator	Nueva	%	Recuperada				
DAR		ACEPTAD <input type="checkbox"/> RECHAZADO <input type="checkbox"/>							
IP									
Hipot									
_____				_____					
Control de Calidad				Técnico Motorer					
COMENTARIOS:									

ANEXO 7

REPORTE DE ENSAYO DE BOMBAS

	REPORTE DE ENSAYO DE BOMBAS	ALS-F-AMO-010																																																								
Fecha: _____																																																										
Modelo: _____	No. etapas: _____																																																									
sI_m : _____	Tipo etapas: _____																																																									
rI_m : _____	HSG: _____																																																									
Cliente: _____																																																										
Fabricación: <input type="checkbox"/> Reparación: <input type="checkbox"/> Recirculación y Ensayo: <input type="checkbox"/>																																																										
# Etapas empleadas: _____ # Nuevas: _____ # Usadas: _____																																																										
Frecuencia: _____ Hz GAR #: _____																																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Punto</th> <th style="width: 15%;">Velocidad RPM</th> <th style="width: 15%;">Temp. Deg °F</th> <th style="width: 15%;">Caudal GPM</th> <th style="width: 15%;">P. Intake PSI</th> <th style="width: 15%;">P. Cabeza PSI</th> <th style="width: 15%;">Torque ft-lb</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3.-min</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4.-BEP</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5.-max</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>			Punto	Velocidad RPM	Temp. Deg °F	Caudal GPM	P. Intake PSI	P. Cabeza PSI	Torque ft-lb	1							2							3.-min							4.-BEP							5.-max							6							7						
Punto	Velocidad RPM		Temp. Deg °F	Caudal GPM	P. Intake PSI	P. Cabeza PSI	Torque ft-lb																																																			
1																																																										
2																																																										
3.-min																																																										
4.-BEP																																																										
5.-max																																																										
6																																																										
7																																																										
Juego axial: _____ Up: _____ Down: _____																																																										
Accion correctiva: _____ _____ _____																																																										
Observaciones: _____ _____ _____																																																										
Aprueba: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>																																																										
Técnico: _____																																																										

ANEXO 9

GARANTÍA DE CALIDAD DE BOMBAS

	GARANTÍA DE CALIDAD DE BOMBAS						ALS-F-AMO-015
S/N:							N° 00000
	TYPE/MODEL:						
	REVISIÓN TALLER		COMENTARIOS		REVISIÓN CAMPO		COMENTARIOS
GIRO NORMAL	SI	NO	_____		SI	NO	_____
JUEGO AXIAL EN LA BASE	UP	NORMAL	_____		UP	NORMAL	_____
JUEGO AXIAL EN LA BASE	DOWN	NORMAL	_____		DOWN	NORMAL	_____
POSICIÓN SNAP RING OK	SI	NO	_____		SI	NO	_____
ROSCAS DE LA CABEZA LIMPIAS	SI	NO	_____		SI	NO	_____
PERNOS Y ARANDELAS DE LA CABEZA COMPLETOS Y EN BUEN ESTADO	SI	NO	_____		SI	NO	_____
BOMBA LLENA DE DIESEL	SI	NO	_____		SI	NO	_____
BASE Y CABEZA CON CREMA ANTIOXIDANTE	SI	NO	_____		SI	NO	_____
COUPLING	SI	NO	_____		SI	NO	_____
POSICIÓN DEL COUPLING	BASE	CABEZA	_____		BASE	CABEZA	_____
TAPAS EN BUEN ESTADO	SI	NO	_____		SI	NO	_____
EMBALAJE OK. DIRECCION OK	SI	NO	_____		SI	NO	_____
COMENTARIOS ADICIONALES: _____							
NOMBRE DE QUIEN ENSAMBLA:				FECHA DE ENSAMBLE:			
NOMBRE DE QUIEN REVISIA:				NOMBRE DE REVISIÓN:			
SUPERVISOR:				FECHA DE REVISIÓN FINAL:			
NOMBRE DE QUIEN REVISIA EN EL CAMPO:				FECHA DE REVISIÓN EN EL CAMPO:			

ANEXO 10

GARANTÍA DE CALIDAD DE MOTORES

	GARANTÍA DE CALIDAD DE MOTORES	ALS-F-AMO-017		
S/N:	TYPE/MODEL:	N° 00000		
	REVISIÓN TALLER	COMENTARIOS	REVISIÓN CAMPO	COMENTARIOS
GIRO MECANICO NORMAL	SI NO	_____	SI NO	_____
GIRO ELÉCTRICO	ABC ABC	_____	ABC ABC	_____
EXTENSIÓN AXIAL EN LA CABEZA	MEDIDA NORMAL	_____	UP NORMAL	_____
RESISTENCIA FASE - FASE	MEDIDA TEMPERATURA	_____	MEDIDA TEMPERATURA	_____
AISLAMIENTO	MEDIDA TEMPERATURA	_____	MEDIDA TEMPERATURA	_____
ROSCAS DE LA CABEZA LIMPIAS	SI NO	_____	SI NO	_____
CABEZA COMPLETOS Y EN BUEN ESTADO	SI NO	_____	SI NO	_____
VALVULAS Y TAPONES COMPLETOS Y EN BUEN ESTADO	SI NO	_____	SI NO	_____
MOTOR LLENO DE ACEITE	SI NO	_____	SI NO	_____
ACEITE LIMPIO	SI NO	_____	SI NO	_____
CONEXIÓN UPPER LOWER OK	SI NO	_____	SI NO	_____
CABLE PHD OK, LONGITUD OK	SI NO	_____	SI NO	_____
BASE - PHD COMPLETOS Y EN BUEN ESTADO	SI NO	_____	SI NO	_____
COUPLING, RESORTE, CAUCHO	SI NO	_____	SI NO	_____
POSICIÓN DEL COUPLING	BASE CABEZA	_____	BASE CABEZA	_____
OK	SI NO	_____	SI NO	_____
EMBALAJE OK, DIRECCIÓN OK	SI NO	_____	SI NO	_____
DICIONALES: _____				
NOMBRE DE QUIEN ENSAMBLA:		FECHA DE ENSAMBLE:		
NOMBRE DE QUIEN REVISA:		NOMBRE DE REVISIÓN:		
SUPERVISOR:		FECHA DE REVISIÓN FINAL:		
NOMBRE DE QUIEN REVISA EN EL CAMPO:		FECHA DE REVISIÓN EN EL CAMPO:		

ANEXO 11

GARANTIA DE CALIDAD DE SELLOS

		GARANTÍA DE CALIDAD DE SELLOS						ALS-F-AMO-018
S/N:		TYPE/MODEL:						N° 00000
		REVISIÓN TALLER		COMENTARIOS	REVISIÓN CAMPO		COMENTARIOS	
GIRO NORMAL		SI	NO	_____	SI	NO	_____	
EXTENSIÓN AXIAL EN LA CABEZA		MEDIDA	NORMAL	_____	UP	NORMAL	_____	
POSICIÓN SNAP RING OK		SI	NO	_____	SI	NO	_____	
PERNOS Y ARANDELAS DE LA CABEZA COMPLETOS Y EN BUEN ESTADO		SI	NO	_____	SI	NO	_____	
GASKET Y O'RING COMPLETOS Y EN BUEN ESTADO		SI	NO	_____	SI	NO	_____	
LEAD GASKET COMPLETOS Y EN BUEN ESTADO		SI	NO	_____	SI	NO	_____	
VALVULAS Y TAPONES COMPLETOS Y EN BUEN ESTADO		SI	NO	_____	SI	NO	_____	
SELLO LLENO DE ACEITE		SI	NO	_____	SI	NO	_____	
ACEITE LIMPIO		SI	NO	_____	SI	NO	_____	
COUPLING		SI	NO	_____	SI	NO	_____	
POSICIÓN DEL COUPLING		BASE	CABEZA	_____	SI	NO	_____	
TAPAS EN BUEN ESTADO		SI	NO	_____	BASE	CABEZA	_____	
EMBALAJE OK, DIRECCION OK		SI	NO	_____	SI	NO	_____	
COMENTARIOS ADICIONALES: _____								

NOMBRE DE QUIEN ENSAMBLA:				FECHA DE ENSAMBLE:				
NOMBRE DE QUIEN REvisa:				NOMBRE DE REVISIÓN:				
SUPERVISOR:				FECHA DE REVISIÓN FINAL:				
NOMBRE DE QUIEN REvisa EN EL CAMPO:				FECHA DE REVISIÓN EN EL CAMPO:				

ANEXO 12

INSPECCION DE ENSAMBLE BOMBAS

	INSPECCION DE ENSAMBLE	ALS-F-AMO-019				
BOMBAS						
ITEM	TAREA	ACEPTABLE	RECHAZADA	TECNICO	CONTROL DE CALIDAD	OBSERVACIONES
1	Verificación de BOM. (Serial-Número de Parte y cantidades correctas)					
2	Inspección de las Herramientas adecuadas para el Trabajo.					
3	Verificación de Ensamble según el plano					
4	Verificación de la tolerancia en el Enderezado del Eje					
5	Comprobar que exista juego axial entre etapas en el momento de poner los washers					
6	Limpieza de Partes (Housing-eje-base-cabeza y etapas)					
7	Verificación del estado de Roscas (Housing-Top Bearing-Base-Cabeza)					
8	Compresión recomendada por el Procedimiento					
9	Verificación del Giro Después de la Compresión					
10	Revisión del Juego Axial según el plano y Número de Parte					
11	Comprobación de la presión aplicada en el Torque de las juntas.					
12	Revisión datos de placa					
13	Inspección de la posición de la placa					
14	Traslado del Equipo hacia el banco de ensayos (No Golpes)					
15	Verificación de las estrías del eje en base y Cabeza					
16	Pernos y Arandelas en Buen estado					
17	Inspeccionar que de las tapas, Oring y Gasket esten bien colocadas y en buen estado					
18	Traslado del Equipo hacia el Departamento de Logística.					
SERIAL EQUIPO:				MODELO		
FECHA INSPECCION:						

ANEXO 13

INSPECCION DE ENSAMBLE MOTORES

	INSPECCION DE ENSAMBLE	ALS-F-AMO-019				
MOTORES						
ITEM	TAREA	ACEPTABLE	RECHAZADO	TECNICO	CONTROL DE CALIDAD	OBSERVACIONES
1	Verificación de BOM. (Serial-Número de Parte y cantidades correctas)					
2	Inspección de las Herramientas adecuadas para el Trabajo.					
3	Limpieza de Partes (Estator-Base-Cabeza-Eje)					
4	Verificar interior de estator con el bore gage					
5	Verificación de Resistencia en el estator					
6	Prueba del Hi Pot					
7	Revisión del Megado en el estator					
8	Verificación de la tolerancia en el Enderezado del Eje					
9	Lubricación con aceite dieléctrico en los cojinetes y sleeve					
10	Inspección de Ensamble (T con T; Agujeros de Lubricación, Medida del último washer)					
11	Verificación del estado de las Roscas (Estator-Base-Cabeza)					
12	Comprobación de las banda de luz en las zapatas					
13	Revisión del sentido de Giro					
14	Inspección del Juego Axial y extensión del motor.					
15	Prueba de Hermeticidad a 10 PSI					
16	Comprobación de la presión aplicada en el Torque de las juntas.					
17	Revisión datos de placa e inspección de la posición de la placa					
18	Traslado del Equipo hacia el banco de ensayos (No Golpes)					
19	Pernos y Arandelas en Buen estado					
20	Inspeccionar que de las tapas, Oring y Gasket esten bien colocadas y en buen estado					
21	Traslado del Equipo hacia el Departamento de Logística.					
SERIAL EQUIPO:				MODELO:		
FECHA INSPECCION:						

ANEXO 14

INSPECCION DE ENSAMBLE SECCION SELLANTE

	INSPECCION DE ENSAMBLE	ALS-F-AMD-019				
SECCION SELLANTE						
ITEM	TAREA	ACEPTABLE	RECHAZADA	TECNICO	CONTROL DE CALIDAD	OBSERVACIONES
1	Verificación de BOM. (Serial-Número de Parte y cantidades correctas)					
2	Inspección de las Herramientas adecuadas para el Trabajo.					
3	Limpieza de Partes (Housing-eje-base-cabeza, guías, soporte Bearing)					
4	Verificación de la tolerancia en el Enderizado del Eje					
5	Inspección de las banda de luz de las zapatas.					
6	Pruebas de Presión a las válvulas check para las cabezas.					
7	Verificación de Roscas (Housing-Guías y Cabeza)					
8	Ensamble de la cámara intercambiadora de calor-Juego axial entre zapatas. (0.035-0.040)					
9	Ensamble de guías, housing, sellos mecánicos y cabeza.					
10	Verificación del Giro Después del ensamble.					
11	Ensayo de hermeticidad en cada uno de las cámaras, sellos mecánicos, bolsas y válvulas.					
12	Comprobación de la presión aplicada en el Torque de las juntas.					
13	Verificar medidas de la transferencia según el modelo de sello.(extensiones)					
14	Revisión datos de placa					
15	Inspección de la posición de la placa					
16	Traslado del Equipo hacia el banco de ensayos (No Golpes)					
17	Verificación de las estrías del eje en base y Cabeza					
18	Verificación de Tapones, Válvulas, Pernos y Arandelas en Buen estado					
19	Inspeccionar que de las tapas, Oring y Gasket estén bien colocadas y en buen estado					
20	Traslado del Equipo Hacia el Departamento de Logística.					
SERIAL EQUIPO:			MODELO			
FECHA INSPECCION:						

ANEXO 15

NOTA DE EXPEDICION

	Baker Hughes Services International, Inc	Pagina 1 de 2	Nota de Expedición Número: 807089355																
Sold-to Address PETROAMAZONAS EP AV NACIONES UNIDAS E 7 95 Y AV DE LOS SHYRIS QUITO ECUADOR Tel: 593 2 246 7500 Fax: 593 2 299 3701	Ship-to Address PETROAMAZONAS EP AV NACIONES UNIDAS E 7 95 Y AV DE LOS SHYRIS QUITO ECUADOR Tel: 593 2 246 7500 Fax: 593 2 299 3701	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: left;">Información General</th> </tr> <tr> <td>Número del cliente:</td> <td style="text-align: right;">40114949</td> </tr> <tr> <td>Fecha de entrega:</td> <td style="text-align: right;">08-Mar-2013</td> </tr> <tr> <td>Modo de transporte:</td> <td style="text-align: right;">Transporte de BHI</td> </tr> <tr> <td>Términos de la entrega:</td> <td style="text-align: right;">CPT DESTINATION</td> </tr> <tr> <td>Ruta:</td> <td style="text-align: right;">SAM006</td> </tr> <tr> <td>Peso neto:</td> <td style="text-align: right;">18.700 KG</td> </tr> <tr> <td>Peso bruto:</td> <td style="text-align: right;">938.780 KG</td> </tr> </table> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  </div>		Información General		Número del cliente:	40114949	Fecha de entrega:	08-Mar-2013	Modo de transporte:	Transporte de BHI	Términos de la entrega:	CPT DESTINATION	Ruta:	SAM006	Peso neto:	18.700 KG	Peso bruto:	938.780 KG
Información General																			
Número del cliente:	40114949																		
Fecha de entrega:	08-Mar-2013																		
Modo de transporte:	Transporte de BHI																		
Términos de la entrega:	CPT DESTINATION																		
Ruta:	SAM006																		
Peso neto:	18.700 KG																		
Peso bruto:	938.780 KG																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: left;">Datos del pozo/plataforma/equipo</th> <th style="text-align: left;">Información de Contacto</th> </tr> <tr> <td>Pozo: EDYH-138</td> <td>Ref de pozo: 61492797</td> </tr> </table>		Datos del pozo/plataforma/equipo	Información de Contacto	Pozo: EDYH-138	Ref de pozo: 61492797	Baker Hughes Services International, Inc AV. NNUU 1014 Y AMAZONAS TORRE "A", PISO 9, OFICINA 901 EDIFICIO LA PREVISORA QUITO ECUADOR Tel: 593-2-3950000 Fax: 593-2-2469940													
Datos del pozo/plataforma/equipo	Información de Contacto																		
Pozo: EDYH-138	Ref de pozo: 61492797																		
Linea	Material/Descripción	Cantidad	Peso neto	Peso bruto															
000010	Orden: 5340165 Orden de Compra/Contrato: RENTA EDYH-138 RUN 02 C023092315 PMP 400PMXSXD - C 134 P18 H6 FER STD_PNT No de Serie: (12813248) 75132	1 CIU	0.000 KG	320.000 KG															
000020	C023092315 PMP 400PMXSXD - C 134 P18 H6 FER STD_PNT No de Serie: (12813247) C0433	1 CIU	0.000 KG	320.000 KG															
000030	C305845 INTK 400PINTXSSD FER H6 NO_PNT - C INTAKE 400PINTXSSD FER H6 NO PAINT No de Serie: (12801737) 0164	1 CIU	18.700 KG	18.700 KG															
000040	C313002420 SEAL FSTX3 HL G FER **MADE OBSOLETE, NO REPLACEMENT PER PCN C107175** No de Serie: (12813240) 0164	1 CIU	0.000 KG	144.000 KG															
000050	C323799 MTR 450MSP1X-A 168HP / 1455V / 74A 24R CL6 STD_PNT	1 CIU	0.000 LB	300.000 LB															