

Diseño técnico de la estrategia de contratación nacional de servicio y suministro para los sistemas de levantamiento artificial bombeo mecánico y bombeo por cavidades progresivas en campos de una operadora

Laura Soraya Labrador Jiménez

Trabajo de grado para optar por el título de magister en ingenierías de petróleos y gas

Director

Yeison Rafael Romero Romero

Msc. Ingeniero de Petróleos

Universidad Industrial de Santander

Facultad de ingenierías fisico químicas

Escuela de Ingeniería de Petróleos

Maestría en Ingeniería de Petróleos y Gas

Bucaramanga

2018

A mi madre que siempre apoya todos mis proyectos y me acompaña a cumplir mis sueños y a mi hija quien me inspira ser mejor cada día. A mi esposo quien me dio todo el apoyo necesario mientras estudiaba esta maestría.

A mi director de tesis, Yeison Romero Romero quien me apoyo durante el transcurso de
elaboración y sustentación de este proyecto.

Contenido

Introducción	12
1. Panorama actual de los contratos en bombeo mecánico y por cavidades progresivas	14
1.1 Descripción del problema	14
1.2 Objetivos	15
1.2.1 Objetivo general	15
1.2.2 Objetivos específicos	15
1.3 Justificación	16
1.4 Alcance	16
1.5 Pregunta de la investigación	17
1.6 Hipótesis	17
2. Marco de referencia	17
2.1 Antecedentes investigativos	17
2.2 Marco teórico – conceptual	20
2.3 Marco práctico	32
3. Parámetros para la selección y diseño de pozos tipo y especiales	35
4. Identificación de material para bodegas de la operadora	43

5. Modelo de evaluación de desempeño técnico para Proveedores	48
6. Validación del diseño técnico para la estrategia de contratación	56
7. Conclusiones	70
8. Recomendaciones	72
Referencias Bibliograficas	75
Apéndices.....	76

Lista de Figuras

Figura 1. Índice de falla BM.....	34
Figura 2. Índice de falla PCP.....	34
Figura 3. Estado Mecánico Ejemplo 1.....	39
Figura 4. Estado Mecánico ejemplo 2.....	42
Figura 5. Calidad de servicio.....	54
Figura 6. Fallas en estatores por corrosión.....	60
Figura 7. Validación realizada a los materiales.....	65

Lista de Tablas

Tabla 1. Bombeo por Cavidades Progresivas	28
Tabla 2. Bombeo Mecánico	28
Tabla 3. Descriptores de fallas.....	29
Tabla 4. Descriptores adicionales	30
Tabla 5. Causas Generales y Específicas de falla.....	30
Tabla 6. Distribución de pozos en BM	32
Tabla 7. Distribución de pozos en PCP	33
Tabla 8. Pozos Tipo BM.....	36
Tabla 9. Pozos Tipo en PCP	36
Tabla 10. Evaluación al proveedor	53
Tabla 11. Valoración inicial de Expertos.....	55
Tabla 12. Valoración Puntual de Expertos (3)-1	55
Tabla 13. Valoración Puntual de Expertos (3) -2	55
Tabla 14. Ejemplo de resultados de evaluación al proveedor.....	69

Lista de Apéndices

Apéndice A. Equipos de bombeo por cavidades progresivas y bombeo mecánico.....	76
Apéndice B. Listado maestro de partes en bombeo mecánico.....	80
Apéndice C. Evaluación de desempeño 2017-Q3.....	87

Resumen

Título: diseño técnico de la estrategia de contratación nacional de servicio y suministro para los sistemas de levantamiento artificial bombeo mecánico y bombeo por cavidades progresivas en campos de una operadora*

Autor: Laura Soraya Labrador Jiménez**

Palabras Clave: Bombeo mecánico, Bombeo por cavidades progresivas, fallas, taller de bombas

Descripción:

La estrategia que se tiene a nivel nacional para atender los pozos en los sistemas de levantamiento artificial por Bombeo Mecánico y Bombeo por cavidades progresivas no ha funcionado de manera correcta por lo cual cuando se presentan fallas de los mismos, algunos no pueden ser atendidos y quedan en diferida esperando una solución lo cual genera pérdida de ganancias a nuestra compañía. En la estrategia no se tienen los equipos suficientes para atender al país y por otro lado el desempeño de los equipos que se han instalado mediante la estrategia no ha podido medirse ya que dentro del contrato la evaluación de desempeño mide únicamente los entregables del proveedor sin calidad y tiempo de entregas extensos que no favorecen a la operadora. Adicional, otro de los inconvenientes parte del hecho de que lo planeado es diferente a lo que se está ejecutando, ya que todo el contrato fue escrito en términos de dos diferentes modalidades pero en un gran porcentaje se aplica solo una de ellas.

Gestión:

Realizar una nueva estrategia de contratación desde el punto de vista técnico con todas las lecciones aprendidas Órdenes de servicio puntuales (que permitan ejecutarse en un tiempo considerable) para abastecimientos.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Petróleos. Director: Yeison Rafael Romero Romero, Ingeniero de Petróleos.

Abstract

Title: Technical design of the national service and supply contracting strategy for the artificial lift systems, beam pump and progressing cavity pump in fields operated by the operator.*

Author: Laura Soraya Labrador Jiménez**

Keywords: Beam pump, progressing cavity pump, failures, pump workshop

Description:

The strategy that has a national level to attend to the wells in the artificial lift systems by mechanical pumping and pumping by progressive cavities does not work correctly, because it is when there are failures of them, some cannot be served and they are delayed waiting for a solution which lost genres of profits to our company. The strategy does not have enough equipment to serve the country and the other side of the performance of the equipment that has been installed by the strategy has not been measured since within the contract the performance evaluation measures the contractor's deliverables without quality and long delivery times that do not favor the operator. Additional, another of the drawbacks, part of the fact that what is planned is different from what is being executed, since the entire contract was written in the terms of the risk two modalities and only one is applied. Management:

Carry out a new strategy from the technical point of view with all the lessons learned Punctual service orders (that are executed in a considerable time) for supplies. The solution to the problem is a new strategy with all the lessons learned of current.

* Bachelor Thesis

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Petróleos. Director: Yeison Rafael Romero Romero, Ingeniero de Petróleos

Introducción

El presente trabajo se refiere a la realización del diseño técnico como entregable para la estrategia de contratación de los sistemas de bombeo mecánico y bombeo por cavidades progresivas. Esta necesidad surge de la experiencia actual con los contratos para los mismos sistemas que se están ejecutando ya que al quedar por fuera ítems de equipos requeridos para instalarse, servicios que no pueden hacerse existe una deficiencia en la atención de los pozos y diferida que crece y crece hasta que la operadora logra realizar una compra mediante sus procedimientos internos. Adicional a lo anterior, la manera de evaluar el desempeño del proveedor no lo reta a mejorar para contribuir en las metas de la operadora y no mide realmente el desempeño de los equipos con el fin de seleccionar la mejor opción entre las dos disponibles.

El diseño técnico está planeado como un entregable para la estrategia global de contratación de los sistemas, permitiendo apoyar la parte administrativa que también presenta fallas en la ejecución. La metodología que apoya la realización de este trabajo se hace mediante la experiencia obtenida durante la ejecución actual de los contratos, la cual alcanza los 2.5 años y adicional la experiencia de los campos en cuanto a nuevas necesidades y evaluaciones para poder seleccionar no solo el equipo más económico sino también el que mejor se adapte al pozo y le permita un mejor comportamiento.

La limitaciones del trabajo propuesto es la gran dimensión requerida para sacar adelante el diseño técnico, esto ya que la operadora cuenta con una gran variedad de áreas y gerencias donde

se tienen pozos activos de los dos sistemas de levantamiento en estudio pero se enfrenta mediante la necesidad actual para tener una nueva estrategia que permita operar de manera correcta y tranquila a los diferentes campos lo cuales ya presentan numerables inconvenientes por no tener todas las partes técnicas aseguradas.

1. Panorama actual de los contratos en bombeo mecánico y por cavidades progresivas

El presente capítulo incluye la descripción del problema, los objetivos general y específicos, la justificación, alcance, pregunta de investigación e hipótesis.

1.1 Descripción del problema

Actualmente la operadora en estudio busca tener una estrategia de contratación para los servicios y los suministros en bombeo mecánico y bombeo por cavidades progresivas que le permita operar de manera adecuada los campos, sin embargo se enfrenta a diferentes problemáticas, tales como la complejidad para conocer las necesidades específicas tanto en servicios (reparaciones, movilizaciones, almacenamiento, pruebas entre otros) como en suministros (eficiencias, curvas de aprendizaje, caudales, modelos) de cada campo en las diferentes áreas de la compañía operadora, tecnología que no puede aplicarse en los contratos mediante la estrategia planeada, pozos parados constantemente generando diferida, Incremento de costos operativos, metas en Run life no alcanzadas, material para reparación desde bodega, entre otras. La situación anteriormente planteada es debida a Estrategias técnicas pactadas verbalmente y no aseguradas al momento de la contratación, pobre conocimiento técnico, Inasistencia de personal de campo, Falta de provisión a futuro, baja conexión entre las necesidades de la operadora y los proveedores, documentación de contratos entre otras.

La persistencia del panorama descrito conllevaría a altas pérdidas de producción, Incremento de costos operativos, culminación del contrato por falta de atención a los pozos y desamparo técnico para la atención de los pozos.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general. Diseñar una estrategia técnica de contratación nacional de servicio y suministro para los sistemas de levantamiento artificial Bombeo Mecánico y Bombeo por Cavidades Progresivas en campos operados por la operadora en estudio.

1.2.2 Objetivos específicos

- ✓ Identificar los parámetros que permitan realizar la selección y diseños de pozos tipo y pozos especiales en cada una de las áreas de la operadora atendiendo las necesidades específicas de cada área.
- ✓ Identificar el material de bodega necesario para reparaciones o complementos requeridos en los pozos tipos evaluados.
- ✓ Generar un modelo de evaluación de desempeño técnico de proveedores que permita identificar los mejores equipos/servicios e instalarlos con prioridad en los campos promoviendo la reducción del índice de falla.
- ✓ Validar el diseño técnico propuesto mediante la aplicación de la estrategia en el área (V1) y Gerencia (1).

1.3 Justificación

Actualmente se atienden los pozos mediante una estrategia nacional que no ha producido los resultados esperados para la operación generando incremento de costos para la compañía, por lo cual se evidencia la necesidad de implementar una nueva estrategia técnica realizando previos análisis de todas los inconvenientes encontrados a lo largo de la ejecución de los contratos actuales durante 3 años de historia.

La nueva estrategia deberá permitir obtener los mejores beneficios tanto en servicios como en suministros para los sistemas de levantamiento artificial en bombeo mecánico y bombeo por cavidades progresivas para todas las áreas de la operadora. Con lo anterior puede asegurarse la atención inmediata de los pozos productores desde cualquier necesidad técnica, aportando la base inicial para la operadora en la selección de los proveedores con excelentes desempeños en los equipos y servicios mediante las evaluaciones técnicas logrando mejorar el comportamiento de los pozos productores en ambos sistemas de levantamiento y con ello, las necesidades específicas aseguradas de cada campo.

1.4 Alcance

Hernández, Fernández y Baptista (2014), plantean que un estudio puede tener en términos generales cuatro tipos de alcance, exploratorio, descriptivo, correlacional y explicativo, Este trabajo será explicativo y se tendrá al final la descripción de equipos y servicios desde el enfoque técnico relacionados a bombas para la atención de pozos en Bombeo Mecánico y Bombeo por

Cavidades Progresivas teniendo en cuenta los estado mecánico tipo en cada sistema de levantamiento artificial en estudio; para BM y PCP las diferentes necesidades en las áreas en cuanto a abrasión, corrosión, fluidos, etc y por ultimo las especificaciones técnicas y la Metodología para la evaluación de desempeño de proveedores con el fin de ser entregado para realizar la estrategia total de contratación.

1.5 Pregunta de la investigación

¿Cuál es el impacto en el desempeño técnico de la operadora en estudio si en el diseño de una nueva estrategia contractual se aseguran aspectos técnicos?

1.6 Hipótesis

Mejorar las especificaciones técnicas de los nuevos contratos garantiza que el desempeño de los sistemas de levantamiento de la operadora en estudio sea más eficiente

2. Marco de referencia

2.1 Antecedentes investigativos

Debido a los incrementos en los costos de la operación por el alto índice de falla en los sistemas de levantamiento de Bombeo Mecánico y Bombeo por Cavidades Progresivas, se evidencia la

necesidad de empezar a analizar las causas de cada una de ellas e intervenirlas de manera efectiva para lograr un mejor balance económico. Con la estrategia que rige actualmente la contratación de suministros y servicios para todas las áreas de la operadora no ha sido posible lograr la principal meta técnica la cual es la reducción del índice de falla, incluso se han tenido inconvenientes adicionales debido a la falta de disponibilidad de equipos, fallas por fabricación inesperadas, fallas en planeación, falta de información de los contratos, inexperiencia del personal, falta de tecnologías en el contrato entre otros.

Muchos autores han publicado acerca de metodologías para el análisis de falla, acerca de cómo han logrado reducir el índice de falla mediante procesos o aplicación de nuevas tecnologías lo cual será evaluado para implementar mediante la nueva estrategia técnica de contratación. Se incluirá también la creación de una estrategia de selección de equipos y servicios basados en experiencias satisfactorias y adicionalmente una metodología para evaluar el desempeño del proveedor a nivel técnico y así continuar con la mejor opción para las áreas de la operadora.

Maldonado (2012), comenta acerca de cómo es viable escoger las varillas con mejor desempeño para cada uno de los sistemas en estudio. Dentro de sus conclusiones selecciona el material apropiado para cada sistema. Este trabajo aporta a la presente investigación el análisis de fallas en las diferentes varillas y se puede tomar como base para el mejoramiento de los equipos exigidos para los contratos.

Monroy, *et al.* (2015), mostraron la estrategia mediante la cual lograron reducir el índice de falla de todos los sistemas de levantamiento en el campo. Dentro de sus conclusiones podemos

observar que la estrategia tuvo tal incidencia en la reducción de fallas que debe seguirse implementando año a año. Este Paper aporta a la presente investigación el análisis de todos los componentes que más fallan con el fin de mejorar las especificaciones técnicas en los contratos y dar prioridad de instalación a los de mejor desempeño.

Villalva (2014), realizó un análisis de desempeño de la válvula reguladora de contrapresión BPR para el manejo de gas en el proceso de extracción de pozos productores con bombeo mecánico del campo LCI”, cuyo objetivo fue brindar una opción para lograr producir un pozo con problemas de gas mostrando los buenos resultados obtenidos en campo. La conclusión más importante se enfoca en buscar la presión apropiada para los pozos con el fin de reducir la interferencia por gas. Este trabajo aporta a la presente investigación un impulso para todas las áreas de la operadora al realizar una atención de bajo costo al pozo, es decir, los pozos que tengan problemas por gas en diferentes zonas del país en Bombeo Mecánico o PCP podrán incrementar su producción sin necesidad de una intervención mayor (con equipo de WS).

Sarmiento, *et al.* (2015), demostraron que el sistema de bombeo mecánico con tecnología unidades de alto recorrido puede producir tasas que presentan algunos pozos en ESP con menores costos. Este Paper aporta a la presente investigación la seguridad del buen funcionamiento de las unidades de alto recorrido para competir con un sistema de alto costo como la ESP.

Molsalve (2015) dijo a conocer que el sistema de PCP puede mejorar su desempeño con algunas tecnologías aplicándolas de manera correcta. Una de sus conclusiones fue Varias

tecnologías pueden probarse para el mejoramiento del sistema, la ABS tool, la varilla revestida, el motor de imanes permanentes con el fin de lograr un mejoramiento en el sistema de levantamiento. Este trabajo aporta a la presente investigación el soporte para incluir todas las tecnologías mencionadas al contrato desde la parte técnica con el fin de estar actualizados en bombeo por cavidades progresivas.

Con todos los esfuerzos apuntando a un mismo objetivo se espera un cambio para mejorar el desempeño de los sistemas de levantamiento artificial Bombeo Mecánico y Bombeo por Cavidades Progresivas.

2.2 Marco teórico – conceptual

Para el desarrollo del siguiente trabajo se requieren los siguientes conceptos en sistemas de levantamiento artificial:

Bombeo por cavidades progresivas-PCP

Hirschfeldt, et al. (2008) mencionan que los sistemas PCP tienen algunas características únicas que los hacen ventajosos con respecto a otros métodos de levantamiento artificial, una de sus cualidades más importantes es su alta eficiencia total.

Típicamente se obtienen eficiencias entre 50 y 60%. Otras ventajas adicionales de los sistemas PCP son:

- ✓ Habilidad para producir fluidos altamente viscosos
- ✓ Habilidad para producir con altas concentraciones de arena
- ✓ Habilidad para tolerar altos porcentajes de gas libre (no se bloquea)
- ✓ Ausencia de válvulas o partes reciprocantes evitando bloqueo o desgaste de las partes móviles
- ✓ Muy buena resistencia a la abrasión
- ✓ Bajos costos de inversión inicial
- ✓ Bajos costos de energía
- ✓ Demanda constante de energía (no hay fluctuaciones en el consumo)
- ✓ Simple instalación y operación
- ✓ Bajo mantenimiento
- ✓ Equipos de superficie de pequeñas dimensiones: y
- ✓ Bajo nivel de ruido

Los sistemas PCP también tienen algunas desventajas en comparación con los otros métodos. La más significativa de estas limitaciones se refiere a las capacidades de desplazamiento y levantamiento de la bomba, así como la compatibilidad de los elastómeros con ciertos fluidos producidos, especialmente con el contenido de componentes aromáticos. A continuación se presentan varias de las desventajas de los sistemas PCP:

- ✓ Capacidad de desplazamiento real de hasta 2000 Bls/día o 320 m³/día (máximo de 4000 Bls/día o 640 m³/día)

- ✓ Capacidad de elevación real de hasta 6000 pies o 1850 metros (máximo de 1050 pies o 3500 metros)
- ✓ Resistencia a la temperatura de hasta 280 °F o 138 °C (máxima de 350 °F o 178 °C)
- ✓ Alta sensibilidad a los fluidos producidos (los elastómeros pueden hincharse o deteriorarse con el contacto de ciertos fluidos por periodos prolongados de tiempo)
- ✓ Opera con bajas capacidades volumétricas cuando se producen cantidades de gas libre considerables evitando una buena lubricación)
- ✓ Tendencia del estator a daño considerable cuando la bomba trabaja en seco por periodos de tiempo relativamente cortos
- ✓ Desgaste por contacto entre las varillas de bombeo y la tubería de producción puede tornarse un problema grave en pozos direccionales y horizontales
- ✓ La mayoría de los sistemas requieren la remoción de la tubería de producción para sustituir la bomba
- ✓ Los sistemas están propensos a altas vibraciones en el caso de operar a altas velocidades requiriendo el uso de anclas de tubería y estabilizadores o centralizadores de varillas de bombeo
- ✓ Poca experiencia en el diseño, instalación y operación del sistema
- ✓ Sin embargo, estas limitaciones están siendo superadas cada día con el desarrollo de nuevos productos y el mejoramiento de los materiales y diseño de los equipos

En su aplicación correcta, los sistemas con bombas de cavidad progresiva proveen el más económico método de levantamiento artificial si se configura y opera apropiadamente.

Bombeo Mecánico-BM

El bombeo mecánico es un sistema de levantamiento artificial en el cual el movimiento de bombeo en el pozo se origina en la superficie y se transmite a la bomba de subsuelo por medio de una sarta de varillas. Las unidades de bombeo mecánico son un mecanismo que nos permiten transformar el movimiento giratorio simple del motor en un movimiento armónico simple a nivel de la varilla pulida.

La mayoría de las unidades de bombeo son del tipo balancín, con sistemas biela-manivela, la manivela rotatoria provee el contra-balance para reducir la carga de torque y la demanda de energía. El uso de la caja de engranes es común para reducir la velocidad de la fuente primaria hasta la velocidad de bombeo e incrementar el torque disponible.

Las bombas de subsuelo pertenecen a la familia de bombas de desplazamiento positivo del tipo reciprocante lo que le permite trabajar con fluidos de alta viscosidad sin reducir su eficiencia, además que pueden soportar altas presiones de descarga sin variar el flujo de bombeo. La función de la bomba de subsuelo es levantar fluido desde el nivel del pozo hasta la superficie e impulsarlo por la línea de flujo hasta el punto de recolección.

Ventajas y Desventajas del Sistema BM

Según Vargas, E (2017) las ventajas y desventajas del sistema BM son las siguientes:

Ventajas:

- El diseño es poco complejo.
- El sistema es eficiente, simple y fácil de operar por el personal de campo.

- Es aplicado en crudo pesado y altamente viscoso.
- Puede utilizar combustible o electricidad como fuente de energía.
- El equipo puede ser operar a temperatura elevadas.
- Permite variar la velocidad de embolada y longitud de carrera para el control de la tasa de producción.

Desventajas

- La efectividad del sistema puede verse afectada severamente por la presencia del gas.
- La presencia de arenas ocasionan el desgaste severo del equipo.
- Requiere altos costos de mantenimiento.
- Posee profundidades limitadas.
- El equipo es pesado y ocupa mucho espacio.
- La tasa de producción declinan rápidamente.

En un documento normativo de la operadora, se encuentran las diferentes definiciones importantes a tener en cuenta a lo largo del desarrollo de la tesis.

La descripción de las bombas se da de la siguiente manera

XX (1) – XXX (2) – XXXX (3) – XX (4) – X (5) – X (6) – X (7)

(1) Diámetro de tubería (Donde va anclar la bomba)

(2) Diámetro del pistón de la bomba

(3) Tipo de bomba, espesor del barril, ubicación del anclaje y tipo del anclaje

- (4) Longitud en pies del barril
- (5) Longitud en pies del pistón
- (6) Longitud de la extensión superior del barril.
- (7) Longitud de la extensión inferior del barril.

Fallas en sistemas de levantamiento artificial BM y PCP

De acuerdo a la norma ISO 14224, una falla es la terminación de la habilidad de un determinado elemento para desarrollar una función requerida. También se presenta cuando el sistema de extracción no puede cumplir la función para el cual fue diseñado, este operando o cuando deje de operar.

Si se realiza un servicio de flushing o reespaciamento exitoso, no se considera una falla. Cuando se interviene un pozo por falla, aunque se intervenga con varios equipos, se cuenta como una sola falla. Baja eficiencia de bomba por fuera de los parámetros establecidos se considera falla. Esto siempre y cuando genere pérdidas de producción de fluido en el pozo, sobre la base de la producción de fluido en el diseño y que no pueda ser compensada con velocidad.

Falla directa o falla indirecta: Se entiende por falla directa, aquella atribuible directamente a uno de los componentes del sistema de extracción por defectos de fabricación, ensamble e instalación (dependen del proveedor). Se entiende por falla indirecta, aquella atribuible a todas las condiciones externas diferentes a una falla directa en los componentes del sistema de extracción, Ejemplo: Monitoreo inadecuado, condiciones del pozo, tratamiento del pozo, sabotaje, etc.

Índice de falla: Es el número de fallas acumuladas de los SLA ocurridas en los últimos 12 meses sobre el número de equipos activos promedio de los últimos 12 meses del proveedor a la fecha de evaluación, según la siguiente ecuación:

$$I. F. = \frac{\# \text{ Fallas Totales en los últimos 12 meses (Acumulado)}}{\# \text{ Promedio de Pozos Activos de los últimos 12 meses}} (1)$$

El índice debe ser calculado (se considera la suma de fallas totales (directas + indirectas) y consensuado con cada proveedor, y la base serán los equipos suministrados por cada proveedor bajo su respectivo contrato, lo anterior de acuerdo a la Ecuación 1.

La operadora tiene una metodología completa para realizar el análisis de falla y para realizar la clasificación de la misma tanto para los pozos productores como inyectoras, para este caso el enfoque está en pozos productores con los sistemas de levantamiento artificial en bombeo mecánico y bombeo por cavidades progresivas. RIFT (“Reliability Information and Failure Tracking System” por sus siglas en inglés) define por pasos la clasificación de la siguiente manera:

Sistema: Están divididos principalmente en dos de acuerdo al sistema de levantamiento a analizar, Sistema de tubería y Sistema PCP o sistema BM.

Primer Componente Fallado: es el componente o parte del sistema de extracción que en un evento de sucesos conllevó a la ocurrencia de la falla del sistema (de extracción, de inyección, u otro); dicho componente no siempre es la parte que se encuentra con más daños severos o generó

la razón de la desinstalación. Para lograr identificar con alto grado de certeza dicho elemento a veces se requiere hacer un análisis más detallado.

Primer Subcomponente Fallado: es el subcomponente o parte del componente que presentó la falla, puede aplicar algunas veces y otras no, ya que los componentes no siempre se descomponen en subcomponentes.

Categoría de la falla: es el tipo de falla y se clasifica de tres maneras principalmente, material, mecánico y externo. Aquí aplica la misma categoría para ambos sistemas de levantamiento.

Descriptor de la Falla: es la razón más posible, que de manera física o química conllevó a que el elemento identificado haya fallado. Es la respuesta al interrogante: ¿cómo falló el sistema?. Aquí aplica el mismo descriptor de falla para ambos sistemas de levantamiento.

Causa General de la Falla: es la razón general por la cual ocurrió la falla. Aquí aplica la misma causa general de falla para ambos sistemas de levantamiento.

Causa Específica de la Falla: es la razón específica por la cual ocurrió la falla. Aquí aplica la misma causa específica de la falla para ambos sistemas de levantamiento.

Para lo anterior se cuenta con un árbol guía que describe cada uno de los conceptos mencionados de acuerdo a los sistemas como se muestra a continuación:

Tabla 1.

Bombeo por Cavidades Progresivas

Sistema	Componente	Subcomponente	
Sistema PCP	Rotor	<ul style="list-style-type: none"> • Metal Base • Acople con la Sarta 	<ul style="list-style-type: none"> • Recubrimiento • Soldadura
	Estator	<ul style="list-style-type: none"> • Housing • Elastómero 	<ul style="list-style-type: none"> • Pin de Paro • Agente Adhesivo • Acople
	Varillas	<ul style="list-style-type: none"> • Cuerpo de Varilla • Shear Coupling • Soldadura • Barra Lisa • Puertos de Succión / Malla 	<ul style="list-style-type: none"> • Guías • Centralizadores • Conexiones • Conexiones - Cuadrante • Conexiones - Acople • Conexiones - Pin
	Intake	<ul style="list-style-type: none"> • Puertos de Descarga / Malla • Acople 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipos para Separación de Arena • Juntas de Cola • Housing • Equipos para Separación de Gas
	Otro Componente del Sistema BCP	<ul style="list-style-type: none"> • Camisa 	<ul style="list-style-type: none"> • Empaque (Ensamble de Bomba Insertable)

Fuente: Tomado de: Instructivo para el análisis y Gestión de fallas en pozos de la operadora

Tabla 2.

Bombeo Mecánico

Sistema	Componente	Subcomponente	
Sistema BM	Varillas	<ul style="list-style-type: none"> • Cuerpo de Varilla • Shear Coupling • Soldadura 	<ul style="list-style-type: none"> • Conexiones • Conexiones - Cuadrante • Conexiones - Pin • Conexiones - Acople • Barra Lisa • Guías • Centralizadores
	Bomba	<ul style="list-style-type: none"> • Barril • Conector • Acople • Rod Valve 	<ul style="list-style-type: none"> • Anclaje • Válvula Viajera • Pistón • Pull Tube • Niplesilla • Caja • Válvula Fija • Bushing
	Intake	<ul style="list-style-type: none"> • Puertos de Succión / Malla • Acople 	<ul style="list-style-type: none"> • Juntas de Cola • Housing de Gas • Equipos para Separación de Gas • Equipos para Separación de Arena
	Otro Componente del Sistema	<ul style="list-style-type: none"> • Camisa 	<ul style="list-style-type: none"> • Empaque (Ensamble de Bomba Insertable)

Fuente: Tomado de: Instructivo para el análisis y Gestión de fallas en pozos de la operadora

Aplicable para ambos sistemas de levantamiento se tiene entonces las categorías y los descriptores de las fallas:

Tabla 3.

Descriptores de fallas

Categoría	Descriptor de Falla	Descripción
Eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> No pasó prueba Hypot Alta Impedancia / Resistencia Baja Impedancia / Resistencia 	<ul style="list-style-type: none"> Circuito Abierto Corto Circuito Desbalance entre Fases
	<ul style="list-style-type: none"> Recubrimiento Material extraño 	<ul style="list-style-type: none"> Atascado cerrado Atascado abierto Tapado
Externo		Fallas causadas por sucesos o sustancias externas. Por ejemplo: parafina, Asfaltenos, <i>scale</i> , arena, sulfuro de hierro. “Atascado abierto” o “atascado cerrado” hace referencia a la posición en que quedan atascadas las válvulas.
Material	<ul style="list-style-type: none"> Ampollado Fragilizado Quemado Corroído Decolorado Erosionado / Lavado a presión Doblado Partido / Fracturado Pandeado Explojado Reventado Colapsado Agrietado Dañado Abollado Desconectado Falló en prueba de presión Falló en prueba de vibración Tolerancia o alineamiento defectuoso 	<ul style="list-style-type: none"> Endurecido Derretido Sobrecalentado Hinchado Desgastado Fuga Suelto / Rotando Baja Eficiencia Roto (Perforado) Rayado Aplastado Aplanado Atascado Despedazado Torcido Marcas de Vibración / Frotación Vibración / Desbalanceo
Otro	<ul style="list-style-type: none"> Descartado por Mantenimiento Pérdida de Material 	Otro
Desconocido	Desconocido	

Fuente: Tomado de: Instructivo para el análisis y Gestión de fallas en pozos de la operadora

Y algunos descriptores suplementarios que se han encontrado con el tiempo:

Tabla 4.

Descriptor de Falla

Categoría	Descriptor de Falla	Descriptor de Falla Suplementario	
Externo	Material Extraño	<ul style="list-style-type: none"> • Arena producida • Arena de fractura • Escombros de reacondicionamiento • Fluidos de completamiento • Cintas 	<ul style="list-style-type: none"> • Depósitos orgánicos • Parafina • Pines • Fibras • Asfaltenos • Vitón
	Tapado	<ul style="list-style-type: none"> • Arena producida • Arena de Fractura • Escombros de reacondicionamiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Depósitos orgánicos • Parafina • Asfaltenos • Sulfuro de hierro
	Recubrimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Asfaltenos • Desprendimiento • Desgarrado 	<ul style="list-style-type: none"> • Desgaste prematuro • Rayado • Parafina
Material	Corroído	<ul style="list-style-type: none"> • CO₂ • H₂S • Bajo depósito 	<ul style="list-style-type: none"> • Microbiológica • Galvánica • Sinergia de agentes corrosivos
	Desgastado	<ul style="list-style-type: none"> • Corrosión / Abrasión 	<ul style="list-style-type: none"> • Fricción

Fuente: Tomado de: Instructivo para el análisis y Gestión de fallas en pozos de la operadora

También aplicable para ambos sistemas de levantamiento se tiene entonces las causas generales y causas específicas de las fallas:

Tabla 5.

Causas Generales y Específicas de falla

Causa General	Causa Específica	Descripción
Almacenamiento y Transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Embalaje • Almacenamiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Transporte <p>Manipulación incorrecta o inadecuada durante el almacenamiento o el transporte de equipo</p>
Completamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Falla de las Perforaciones / Liner / Hueco Abierto • Sistema de Control de Arena dañado o inapropiado 	<ul style="list-style-type: none"> • Fallas de completamiento del hueco • Fallas no relacionadas con el sistema <p>Fallas del completamiento de hueco del pozo. Ejemplo: Revestimiento, liner, etc. Todo lo que este en el pozo sin incluir el sistema de extracción</p>
Construcción del Pozo	<ul style="list-style-type: none"> • Sección No Tangente 	El pozo no fue diseñado / perforado para una aplicación de sistema de levantamiento
Desconocido	<ul style="list-style-type: none"> • Desconocido 	Causa de Falla desconocida
Desgaste Normal o	<ul style="list-style-type: none"> • Desgaste Normal o Esperado 	Vida útil del Equipo cumplida o superación

Causa General	Causa Específica	Descripción
Esperado		de las expectativas de duración
Diseño / Selección del Sistema	<ul style="list-style-type: none"> • Errores en el diseño • Selección del Equipo • Selección del Equipo - materiales • Datos inapropiados usados en el Diseño 	<ul style="list-style-type: none"> • Selección del Equipo - capacidad de presión • Selección del Equipo - capacidad volumétrica • Configuración del Sistema <p>Diseño / Selección Inapropiado del Sistema incluye en uso de datos inadecuados o errores en los cálculos. Capacidad de flujo, potencia de levantamiento o potencia del motor incorrectas. Selección Incorrecta del Equipo Selección Incorrecta del material</p>
Facilidades de superficie	<ul style="list-style-type: none"> • Suministro de Potencia de pobre calidad • Equipo de Flujo en Superficie 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo de Accionamiento en Superficie • Equipo Eléctrico <p>Falla de la Instrumentación o control de superficie. Fallas por equipo de flujo en superficie por ejemplo: atascamiento de la tubería de superficie, o presencia de objetos instalados en superficie encontrados en el fondo del pozo inyector Fallas de Equipo de accionamiento en superficie por ejemplo: fallas por equipo de transmisión de potencia o motor de superficie.</p>
Fluidos Yacimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Asfáltenos • Temperatura de Fondo • Gas Libre • Falla de Yacimiento • Agentes corrosivos o incrustantes • Fluidos estancados por baja inyectividad 	<ul style="list-style-type: none"> • Arena • Depósitos orgánicos • Parafina • Corte de agua • Calidad de agua • Alto influjo • Bajo o ningún flujo <p>Condiciones inesperadas del yacimiento, ocasionando taponamientos por depósitos orgánicos (<i>scale</i>), parafina, asfáltenos, arenas etc., o bajo/ alto productividad, mayor GOR o corte de agua Fracturas del yacimiento, derrumbes, etc. Fisicoquímica del agua fuera de los target establecidos.</p>
Instalación	<ul style="list-style-type: none"> • Ensamblaje del Sistema • Limpieza de Pozo • Instalación – Servicio de Campo 	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación - Servicio de Taladro • Se corrió equipo dañado <p>Procedimientos inadecuados durante la instalación o preparación del pozo. • Ensamble incorrecto del sistema, incluyendo los empalmes de cables y conexiones de brida • Reutilización de equipo en mal estado</p>
Limitación de la Tecnología	<ul style="list-style-type: none"> • Limitación de la Tecnología 	<p>La tecnología actual del sistema de levantamiento no puede funcionar de manera fiable en una operación determinada</p>
Manufactura	<ul style="list-style-type: none"> • Prueba del equipo • Problemas de Fabricación • Diseño Mecánico 	<ul style="list-style-type: none"> • Selección de Materiales • Control de Calidad <p>• Diseño mecánico incorrecto de piezas o componentes • Fabricación inadecuada del conjunto de partes o componentes • Pruebas incorrecta del equipo o inadecuado control de calidad.</p>
Operación	<ul style="list-style-type: none"> • Método de recuperación mejorada • Monitoreo inadecuado • Fluidos de completamiento • Fluidos estancados 	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamiento del pozo • Procedimiento de Operación • Operación de otros pozos del campo <p>• Procedimientos de funcionamiento o monitoreo inadecuados • Las prácticas de manejo del Campo • Errores operaciones en las intervenciones a pozo (con unidades <i>rigless</i> y <i>rig</i>)</p>

Causa General	Causa Específica	Descripción
	por disponibilidad de presión del sistema • Influjos	• Servicio de unidad <i>rigless</i> • Tratamiento químico del sistema
Otros	• Condiciones Climáticas • Desastre Natural	• Sabotaje / Vandalismo • Interrupción de suministro de Potencia / Rayo
		Condiciones Climáticas, Guerra, Ataques Terroristas, etc.

Fuente: Tomado de: Instructivo para el análisis y Gestión de fallas en pozos de la operadora

2.3 Marco práctico

Los sistemas de levantamiento artificial que operan con apoyo de sarta de varilla generalmente presentan los IF más alto en los campos, es por esto que la operadora tiene la necesidad de realizar especificaciones técnicas para contratos a nivel nacional de tal manera que sean dos compañías trabajando para mejorar el diseño del pozo y no solo la operadora como generalmente sucede. Para Colombia, la distribución de los sistemas de levantamiento artificial apoyado por varillas es la siguiente:

Tabla 6.

Distribución de pozos en BM

ÁREA	GERENCIA	POZOS
V1	G1	874
	G2	101
	G3	194
	G4	116
V2	G1	-
	G2	15
	G3	-
	G4	10
	G5	-
V3	G1	112
	G2	37
V4	G1	-
	G2	-

Fuente: Área Técnica Operadora, Pozos activos BM, Bogotá, 2017

Tabla 7.

Distribución de pozos en PCP

ÁREA	GERENCIA	POZOS
V1	G1	183
	G2	22
	G3	42
	G4	145
V2	G1	13
	G2	-
	G3	-
	G4	-
	G5	-
V3	G1	202
	G2	45
V4	G1	3
	G2	45

Fuente: Área Técnica de la operadora, Pozos activos PCP, Bogotá, 2017

En las diferentes áreas de la operadora se presentan fallas en ambos sistemas siendo el más crítico el sistema de bombeo por cavidades progresivas ya que se sale de las metas propuestas lo cual implica gastos adicionales no presupuestados e incluso que algunos pozos no puedan atenderse por el mismo motivo. Para el sistema de bombeo mecánico se tienen dos métricas, la primera es el objetivo que se coloca la operadora y el segundo es de acuerdo al comportamiento de unos pozos en referencia.

Tal como puede observarse en las gráficas de telaraña, el comportamiento de unas gerencias es más crítico que en otras, sin embargo el índice de falla mide el total de las fallas el sistema, esto comprende varilla, tubería y bomba y en esta planeación del diseño técnico se pretende mejorar al final el comportamiento de las bombas dado que al evaluar al proveedor por desempeño real, podrá generar un comportamiento de compromiso y mejora del mismo.

En primer lugar se presenta el índice de falla de bombeo mecánico, seguida del comportamiento del índice de falla en bombeo por cavidades progresivas.

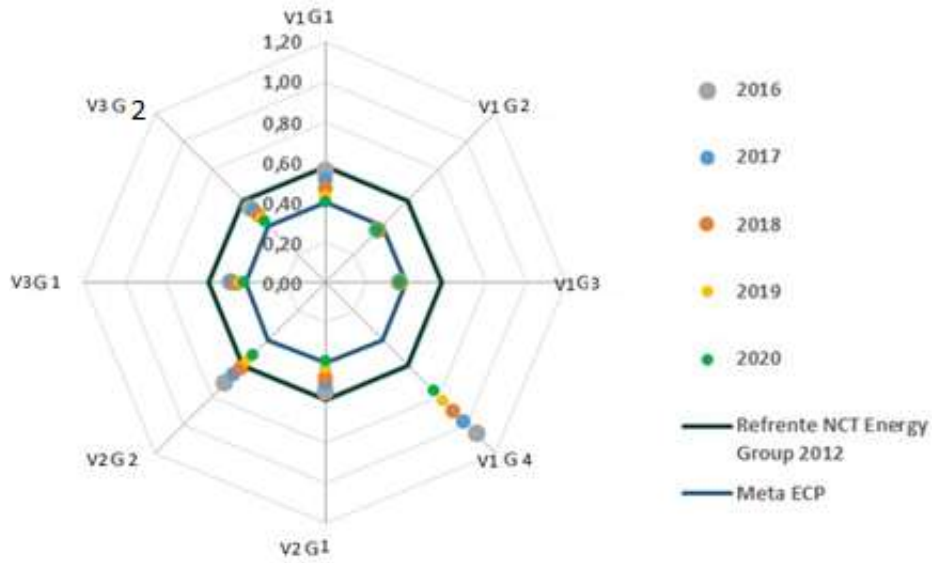


Figura 1. Índice de falla BM. Tomado de: área Técnica de la operadora, Históricos de IF, Bogotá, 2017.

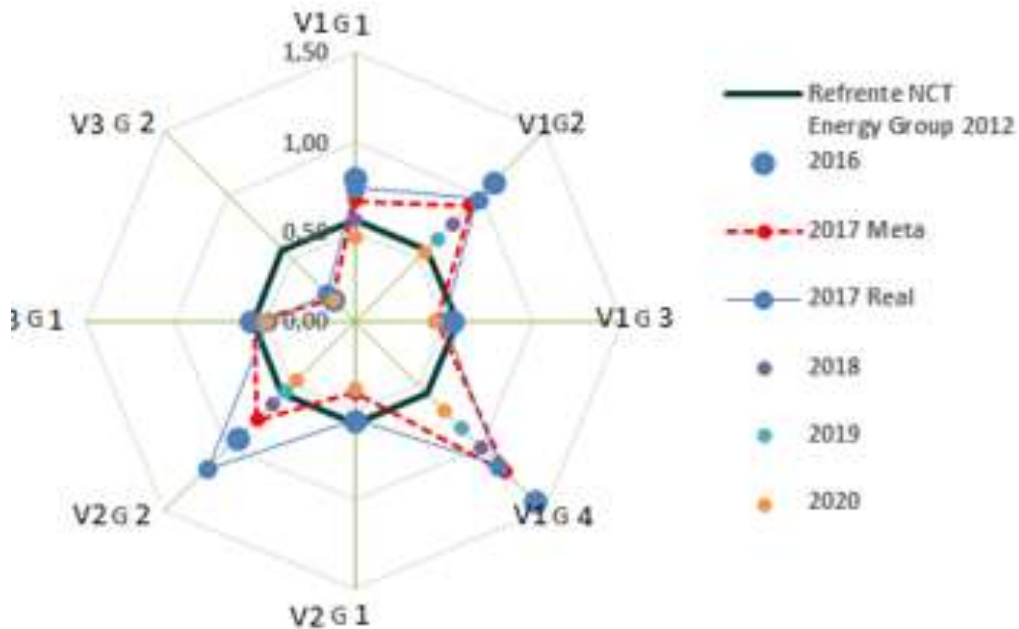


Figura 2. Índice de falla PCP. Tomado de: área Técnica de la operadora, Históricos de IF, Bogotá, 2017.

3. Parámetros para la selección y diseño de pozos tipo y especiales

Se plantea para el primer objetivo realizar la selección y diseño no solo de los pozos tipo sino también de los pozos especiales.

Para iniciar, en bombeo mecánico y bombeo por cavidades progresivas se deben tener en cuenta las principales condiciones de los pozos en cada uno de los sistemas de levantamiento las cuales son:

Profundidad de la bomba (con esto se puede prever en bombeo mecánico el tipo de barril a seleccionar y en bombeo por cavidades progresivas el levantamiento de la bomba). Caudales a producir (con esto se selecciona el tamaño de la bomba, el cual en bombeo mecánico se selecciona mediante el diámetro del barril y para bombeo por cavidades progresivas mediante el desplazamiento de la bomba). Metalurgias especiales para trabajo con fluidos corrosivos y erosivos para bombeo mecánico y evaluación del tipo de fluido para compatibilidad. Unidades de bombeo mecánico con sus respectivas longitudes de recorrido para evaluar la longitud necesaria de las bombas mecánicas. Condiciones de gas y arena con el fin de seleccionar bombas especiales para estas condiciones en ambos sistemas de levantamiento artificial Configuraciones de los pozos con el fin de seleccionar varillas, tubería y bombas para los diseños.

Con lo anterior fue posible construir los siguientes pozos tipo

Tabla 6.

Pozos Tipo BM

BM	POZO TIPO 1	POZO TIPO 2	POZO TIPO 3
PROFUNDIDAD	HASTA 3000 FT	HASTA 6000 FT	HASTA 9000 FT
CAUDAL	HASTA 400 BFPD	HASTA 800 BFPD	HASTA 1200 BFPD
RECORRIDOS DE UNIDADES	HASTA 168 In	HASTA 192 In	HASTA 320 In
DLS	MENOS DE 3	MAS DE 3	MAS DE 3
ARENA	MENOS DE 100 PPM	MAS DE 500 PPM	MAS DE 1000 PPM
CORROSIÓN	MENOS DE 3 MPY	ENTRE 3-5 MPY	MÁS DE 5 MPY

Tabla 7.

Pozos Tipo en PCP

PCP	POZO TIPO 1	POZO TIPO 2	POZO TIPO 3
PROFUNDIDAD	HASTA 3000 FT	HASTA 6000 FT	HASTA 9000 FT
CAUDAL	HASTA 400 BFPD	HASTA 800 BFPD	HASTA 1200 BFPD
DLS	MENOS DE 3	MAS DE 3	MAS DE 3
ARENA	MENOS DE 100 PPM	MAS DE 500 PPM	MAS DE 1000 PPM
CORROSIÓN	MENOS DE 3 MPY	ENTRE 3-5 MPY	MÁS DE 5 MPY

Con lo anterior es necesario aclarar que para cada tipo de pozo se dejará una metalurgia básica y una especial y accesorios disponibles para gas y arena con el fin de que si se requiere se tendrán disponibles con el fin de atender cada necesidad. Este último escenario se entiende como pozos especiales.

Para cada pozo tipo se solicitará 5 propuestas en cada sistema con lo cual al final del trabajo se tendrán 30 propuestas para el sistema de levantamiento bombeo mecánico y 15 para el sistema de levantamiento por cavidades progresivas lo cual permitirá comparar de manera adecuada todos los escenarios en cuanto a bombas.

En caso de que algún pozo de las áreas de la compañía operadora se salga de los tipos planteados (fueron revisados minuciosamente los estados mecánicos para asegurar que lo que

existe a la fecha esté dentro de esos pozos tipos) por ser un nuevo proyecto para la compañía operadora y requiera ser atendido por medio de la estrategia podrá responderse ya que dentro del material de bodega quedaran las partes de bombas totales existentes en la actualidad para bombeo mecánico.

A continuación se presenta como ejemplo un estado mecánico de un pozo en bombeo mecánico tipo 3 y uno de bombeo por cavidades progresivas tipo 1. Como se puede observar ambos estados mecánicos son considerablemente diferentes por lo cual se requiere escenarios bien claros que permitan abarcar todas las necesidades de las áreas y gerencias de la operadora.

Para describir de manera más detallada para el bombeo mecánico tipo 3 podemos tener en cuenta los siguientes aspectos importantes:

Presenta una profundidad de intake a 7000ft aproximadamente, un tubing hanger convencional y una sarta de tubería de 4-1/2" la cual es la de producción que se une mediante un xover a una tubería de 3-1/2" para conectar el ancla de tubería y la nipplesilla finalmente donde se sienta la bomba. En los estados mecánicos se detalla la longitud de cada uno de los elementos que conforman la sarta descrita.

En la sarta de varilla robusta compuesta de un 30% de varillas de 1" grado especial debido a la resistencia que debe tener por la carga soportada por la profundidad y el 70% de varillas también grado especial pero de menor diámetro (7/8") con el fin de darle menor peso a la unidad de superficie pero soportando la carga del sistema. Las varillas están divididas entonces por

diámetros (5/8", 3/4", 7/8", 1", 1-1/4", 1-1/8") y grados (dos grandes grupos, especiales o grados API). Toda la sarta presenta centralización en las zonas necesarias de acuerdo al survey, esta centralización puede hacerse mediante experiencia (al sacar y evidenciar puntos de contacto y desgaste) y mediante las cargas calculadas por el software al introducir el survey del pozo. De la sarta de varilla cuelga la bomba que es la que permite poner el fluido del pozo en superficie, esta bomba es de diámetro 2-1/4" la cual mediante su configuración y condiciones operacionales tales como recorrido y velocidad de la unidad de superficie cumple con el caudal deseado para el pozo. En la mayoría de los estados mecánicos de la operadora, no se habla acerca de los equipos de superficie y dado que no es 100% estándar la presentación de estos para todas las áreas y gerencias, vemos como diferencia que para esta gerencia en especial si hablan de los equipos de superficie, encontrando una unidad hidráulica conocida como VSH2 su variador Yascawa de 75 Hp y su motor que puede deducirse con una potencia igual al del variador.

Dentro de este estado mecánico también se puede encontrar las zonas de interés, las cuales son las perforaciones realizadas en el pozo con sus respectivas fechas de apertura, condición y tipo de carga, esta información permite identificar conjunto con el IPR del pozo la mejor ubicación para la bomba, tema que nos atañe en este documento.

A continuación se puede apreciar de manera gráfica lo descrito:

VICEPRESIDENCIA 2 GERENCIA 2							
INFORMACIÓN GENERAL							
Pozo:	POZO A1			Elevación del Terreno ft	935		
Fecha Perforación	May 20 2004	Jul 02 2004		Elevación Kelly Bushing ft	965		DM
Fecha Completamiento	Jul 02 2004	Jul 06 2004		Profundidad Perforada ft	11380		30
Coordenadas Gauss	N 945.650	E 1.079.000		Profundidad Actual ft	11081		
REVESTIMIENTOS							
Casing	Diametro (in)	Peso (lb/ft)	Grado	Tope (ft)	Zapato (ft)	DRIFT	Capacidad
Conductor	20	133,00	K -55	0	46	18,936	
Superficie	13 3/8"	68,00	P -110	0	1507		
Intermedio	9 5/8"	47,00	P -110	0	10303	8,681	0,07320
Liner	7"	29,00	P -110	10080	11375	6,184	0,03714
INTERVALOS CAÑONEADOS							
Fecha	FORMACION	Tiro por pie	Tope (ft)	Base (ft)	Tipo Carga	Condición	Intervalos (ft)
3/02/2008	T2	5	10331	10338	Millenium 4 5/8" SDP	Activo	7
3/02/2008	T2	5	10346	10362	Millenium 4 5/8" SDP	Activo	16
3/02/2008	T2	5	10381	10388	Millenium 4 5/8" SDP	Activo	7
3/02/2008	T2	5	10412	10420	Millenium 4 5/8" SDP	Activo	8
6/07/2004	K1 MEDIO	5	10780	10804	4505 PJ HMX,P 54.1	Activo	24
6/07/2004	K1 INFERIOR	5	10928	10938	4505 PJ HMX,P 54.1	Activo	10
6/07/2004	K1 INFERIOR	5	10942	10960	4505 PJ HMX,P 54.1	Activo	18
6/07/2004	K1 INFERIOR	5	10990	11030	4505 PJ HMX,P 54.1	Activo	40
21/04/2010	K1 INFERIOR	5	11116	11140	4505 PJ HMX,P 54.1	AISLADO*	24
21/04/2010	K1 INFERIOR	5	11170	11182	4505 PJ HMX,P 54.1	AISLADO*	12
21/04/2010	K1 INFERIOR	5	11186	11192	4505 PJ HMX,P 54.1	AISLADO *	6
21/04/2010	K1 INFERIOR	5	11198	11206	4505 PJ HMX,P 54.1	AISLADO*	8
					* Aislados con Retenedor N-1 @ 11100'. (21/04/2010)		
					** Recañoneados a 6 TTP en septiembre de 2012		
PMP	10388					Total	130
SARTA DE PRODUCCION							
CANT	Descripción			Longitud (ft)	Desde	Hasta	
	ELEVACIÓN DE MESA ROTARIA			30,00	0,00	30,00	
1	TUBING HANGER 11-5M x 4 1/2" EUE, S/N 1114996, USADO			0,89	30,00	30,89	
226	TUBERÍA DE PRODUCCIÓN DE 3 1/2" EUE X 4 1/2" EUE, 12.75 LPP, N-80, USADAS			6.909,76	30,89	6.940,65	
1	CROSS OVER DE 3 1/2" EUE X 4 1/2" EUE USADO			0,80	6.940,65	6.941,45	
1	EMPAQUE AD-1 DE 9-5/8" X 3-1/2" EUE SIN CAUCHOS COMO ANCLA, USADO			4,25	6.941,45	6.945,70	
2	TUBING DE 3-1/2" EUE, N-80 DE 9.3 LB/PIE			59,49	6.945,70	7.005,19	
1	COUPLING DE 3-1/2" EUE USADO			0,48	7.005,19	7.005,67	
1	SEATING NIPPLE FRICTION DE 31 /2" X 2.79" NUEVA			1,10	7.005,67	7.006,77	
1	PUP JOINT DE 3 1/2" EUE USADO			6,12	7.006,77	7.012,89	
1	SEATING NIPPLE MODELO R 3 1/2" X 2.56" USADO			1,68	7.012,89	7.014,57	
1	SEPARADOR DE GAS SIN TAPÓN S/N403133 USADO			7,12	7.014,57	7.021,69	
1	COUPLING DE 3 1/2" EUE USADO			0,48	7.021,69	7.022,17	
	PESO DE LA SARTA = 80,000 LB (BLOQUE INCLUIDO). SENTÓ EL EMPAQUE AD-1 Y DEJÓ LA SARTA CON 8.000 LB DE OVERPULL.						
SARTA DE VARILLA							
	DIFERENCIA DE MESA ROTARIA			21,50	0,00	21,50	
1	BARRA LISA DE 1 1/2" x 24', NUEVO (quedó una longitud de 4.5' por encima del plato).			24,00	21,50	45,50	
1	PONY ROD DE 1" x 4', GRADO ELECTRA, NUEVO			4,00	45,50	49,50	
24	SUCKER RODS DE 1" x 25', GRADO ELECTRA, USADAS			599,60	49,50	649,10	
3	CENTRALIZADORES PL5 DE 1" x 3 1/2", NUEVOS			1,98	649,10	651,08	
3	SUCKER RODS DE 1" x 25', GRADO ELECTRA, NUEVAS			74,94	651,08	726,02	
56	SUCKER RODS DE 1" x 25', GRADO ELECTRA, USADAS			1.398,93	726,02	2.124,95	
5	CENTRALIZADORES PL5 DE 1" x 3 1/2", NUEVOS			3,30	2.124,95	2.128,25	
194	SUCKER RODS DE 7/8", GRADO ELECTRA, USADAS			4.846,31	2.128,25	6.974,56	
1	PONY ROD DE 7/8", GRADO ELECTRA, NUEVO			1,90	6.974,56	6.976,46	
1	BOMBA 30-225-RHBM-24-5-0.5-0.5, NUEVA			27,71	6.976,46	7.004,17	
1	ESPACIAMIENTO			1,50	7.004,17	7.005,67	
UNIDAD DE BOMBEO							
TIPO DE BOMBEO	BOMBEO MECANICO CON UNIDAD VHS2						
MARCA	WEATHERFORD						
SOCKER RODS	83 SUCKER RODS DE 1" x 25', GRADO ELECTRA + 194 SUCKER RODS DE 7/8" x 25', GRADO ELECTRA						
BOMA	BOMBA 30-225-RHBM-24-5-0.5-0.5						
VARIADOR	MARCA YASKAWA, S/N: 1W114276460026, 75 HP, 91 AMP						
CABEZAL PCP	MARCA WEATHERFORD, MODELO MGX 1.5, S/N: 38564451						

Figura 1. Estado Mecánico Ejemplo 1. Tomado de Fuente: Área 2, Gerencia 2, 2017

Para describir de manera más detallada para el bombeo por cavidades progresivas tipo 1 podemos tener en cuenta los siguientes aspectos importantes:

Presenta una profundidad de intake a 3100ft aproximadamente, un tubing hanger con rotador de tubería y una sarta de tubería de 3-1/2" la cual es la de producción que se une a una swivel (este elemento sirve para que deje la tubería loca desde su ubicación y hacia arriba, ya que presenta un ancla y esta no permite que la tubería gire) y el estator de la bomba de cavidades progresivas. Posteriormente un ancla (aunque se encuentra mal llamada en el estado mecánico) a una tubería de 3-1/2" para conectar el ancla de tubería. En los estados mecánicos se detalla la longitud de cada uno de los elementos que conforman la sarta descrita.

En la sarta de varilla robusta compuesta un 100% de varilla continua, esta sarta necesita un cuello de ganso para evitar que si la bomba se pega se pierda toda la sarta ya que esta no tiene conexiones, su única conexión es la del cuello de ganso, la cual se hace en la mayoría de casos de manera estándar con 100ft y un shear coupling. Esta varilla también está dividida en grados (según la marca especiales y grado especial) y diámetros empezando desde 3/4" y terminando en 1-1/8". Este tipo de varilla no requiere centralización ya que su función por no cambiar de diámetro en ningún punto es distribuir los esfuerzos a lo largo de la sarta. De la sarta de varilla cuelga el rotor que gira dentro del estator y permite poner el fluido del pozo en superficie, el conjunto de bomba es conocido como una 89-1500 la cual mediante su configuración y velocidad de bombeo cumple con el caudal deseado para el pozo.

Dentro de este estado mecánico también se puede encontrar las zonas de interés, las cuales son las perforaciones realizadas en el pozo con sus respectivas fechas de apertura, condición y tipo de carga, esta información permite identificar conjunto con el IPR del pozo la mejor ubicación para la bomba, tema que nos atañe en este documento.

Como se puede observar, este estado mecánico no habla de los equipos de superficie.

A continuación se puede apreciar de manera gráfica lo descrito:

De acuerdo al Anexo A. Equipos de bombeo por cavidades progresivas y bombeo mecánico se presenta la variedad de equipos que deben quedar para el entregable.

PERFORATIONS									
Start Date: 9/21/2011 00:00					Contrador: HALLIBURTON				
Method:					Conveyed: WIRELINE				
Date	Top MD(ft)	Bottom MD(ft)	Shot density(shot/ft)	Gun Type	Gun Size(in)	Charge Desc	IntervalType	Reason	
9/22/2011 00:00	2,888.0	2,992.0	4.00	SLICKWALL	4.000		PERFORATED	PRODUCTION	
9/22/2011 00:00	2,906.0	2,921.0	8.00	SLICKWALL	4.000		PERFORATED	PRODUCTION	
9/22/2011 00:00	2,951.0	2,956.0	8.00	SLICKWALL	4.000		PERFORATED	PRODUCTION	
9/22/2011 00:00	2,991.0	3,002.0	4.00	SLICKWALL	4.000		PERFORATED	PRODUCTION	
9/22/2011 00:00	3,005.0	3,014.0	8.00	SLICKWALL	4.000		PERFORATED	PRODUCTION	
9/22/2011 00:00	3,026.0	3,038.0	8.00	SLICKWALL	4.000		PERFORATED	PRODUCTION	
9/22/2011 00:00	3,060.0	3,063.0	4.00	SLICKWALL	4.000		PERFORATED	PRODUCTION	
9/22/2011 00:00	3,156.0	3,164.0	4.00	SLICKWALL	4.000		PERFORATED	PRODUCTION	
9/21/2011 00:00	3,246.0	3,252.0	8.00	SLICKWALL	4.000		PERFORATED	PRODUCTION	
9/21/2011 00:00	3,326.0	3,347.0	4.00	SLICKWALL	4.000		PERFORATED	PRODUCTION	
Start Date: 9/6/2013 00:00					Contrador: WEATHERFORD COLOMBA LIMITED				
Method:					Conveyed: SLICKLINE				
Date	Top MD(ft)	Bottom MD(ft)	Shot density(shot/ft)	Gun Type	Gun Size(in)	Charge Desc	IntervalType	Reason	
9/6/2013 00:00	2,960.0	2,991.0	6.00	HWMILLENIUM	3.375		PERFORATED	PRODUCTION	
9/6/2013 00:00	3,038.0	3,045.0	6.00	HWMILLENIUM	3.375		PERFORATED	PRODUCTION	
9/6/2013 00:00	3,063.0	3,073.0	6.00	HWMILLENIUM	3.375	MECH TUBING PUNCH	PERFORATED	PRODUCTION	
9/6/2013 00:00	3,119.0	3,145.0	6.00	HWMILLENIUM	3.375		PERFORATED	PRODUCTION	
Start Date: 2/28/2016 00:00					Contrador: SETIP INGENIERIA SA				
Method:					Conveyed: WIRELINE				
Date	Top MD(ft)	Bottom MD(ft)	Shot density(shot/ft)	Gun Type	Gun Size(in)	Charge Desc	IntervalType	Reason	
2/28/2016 00:00	3,086.0	3,096.0	5.00	SDP	4.500	SDP4538-410	PERFORATED	PRODUCTION	
2/28/2016 00:00	3,162.0	3,186.0	5.00	SDP	4.500	SDP4539-410	PERFORATED	PRODUCTION	
2/28/2016 00:00	3,194.0	3,201.0	5.00	SDP	4.500	SDP4539-410	PERFORATED	PRODUCTION	
2/28/2016 00:00	3,205.0	3,212.0	5.00	SDP	4.500	SDP4539-410	PERFORATED	PRODUCTION	
2/28/2016 00:00	3,277.0	3,284.0	5.00	SDP	4.500	SDP4539-410	PERFORATED	PRODUCTION	
2/28/2016 00:00	3,296.0	3,302.0	5.00	SDP	4.500	SDP4539-410	PERFORATED	PRODUCTION	
2/28/2016 00:00	3,379.0	3,388.0	5.00	SDP	4.500	SDP4539-410	PERFORATED	PRODUCTION	

CASINGS									
SURFACE CASING									
Component Name	Top MD(ft)	Btm MD(ft)	Jts	OD(in)	Weight(ppf)	Gade	Connecbn	Nominal ID(in)	Drift ID(in)
PUP JOINT	16.0	22.3	1	9.625	36.00	K65	BTC	8.921	8.765
CASING JOINT(S)	22.3	356.9	9	9.625	36.00	K65	BTC	8.921	8.765
FLOAT SHOE	356.9	368.4	1	9.625	36.00	K65	BTC	8.921	8.765
PRODUCTION CASING									
Component Name	Top MD(ft)	Btm MD(ft)	Jts	OD(in)	Weight(ppf)	Gade	Connecbn	Nominal ID(in)	Drift ID(in)
PUP JOINT	16.0	24.2	1	7.000	26.00	N-80	BTC	6.276	6.151
CASING JOINT(S)	24.2	3,796.0	101	7.000	26.00	N-80	BTC	6.276	6.151
FLOAT COLLAR	3,796.0	3,797.0	1	7.000	26.00	N-80	BTC	6.276	6.151
CASING JOINT(S)	3,797.0	3,833.5	1	7.000	26.00	N-80	BTC	6.276	6.151
FLOAT SHOE	3,833.5	3,835.0	1	7.000	26.00	N-80	BTC	6.276	6.151

WELLBORE EQUIPMENT									
TUBING STRING									
Component Name	Joints	Top MD(ft)	Btm MD(ft)	Nominal OD(in)	Nominal ID(in)	Gade	Connecbn	Weight(ppf)	Condition
TUBING HANGER (ROTATING)		16.0	16.8	7.063	2.992				
TUBING JOINT(S)	103	16.8	3,154.4	3.500	2.992	.J65	3-1/2"EUE	9.30	RERUN NEW
SEATING NIPPLE	1	3,154.4	3,155.5	3.500	2.750		3-1/2"EUE		RERUN
SWIVEL JOINT	1	3,155.5	3,157.4	5.000	2.992		3-1/2"EUE		REPAIRED
PUP JOINT	1	3,157.4	3,163.5	3.500	2.992	.J65	3-1/2"EUE	9.30	USED
STATOR 89-1500	1	3,163.5	3,201.1	4.000			3-1/2"EUE		NEW
NO-GO	1	3,201.1	3,202.9	4.500	2.992		3-1/2"EUE		NEW
PUP JOINT	1	3,202.9	3,204.6	3.500	2.992	.J65	3-1/2"EUE	9.30	NEW
ON-OFF TOOL	1	3,204.6	3,206.2	5.000	2.992		3-1/2"EUE		REPAIRED
ROD STRING									
Component Name	Joints	Top MD(ft)	Btm MD(ft)	Nominal OD(in)	Nominal ID(in)	Gade	Connecbn	Weight(ppf)	Condition
POLISHED ROD	1	15.0	55.0	1.500					USED
CORCO	1	55.0	3,066.0	1.156		SWR 8.5			NEW
SHEAR COUPLING	1	3,066.0	3,087.1	2.250					NEW
CORCO	1	3,087.1	3,167.1	1.156		SWR 8.5			NEW
ROTOR	1	3,167.1	3,201.1	2.250					NEW

Figura 2. Estado Mecánico ejemplo 2. Tomado de: Fuente: Área 1, Gerencia 1, 2017.

4. Identificación de material para bodegas de la operadora

Debido a que parte de las necesidades del sistema de levantamiento artificial para bombeo mecánico son atendidas desde el taller de bombas de la operadora en dos de las áreas (V1 y V3) y varias gerencias de las mismas, se hace necesario asegurar cada parte que requiera instalarse en bombas para asegurar la correcta operación y el mejor beneficio para la operadora. Las bodegas de la operadora operan con compras de materiales como repuestos de cada una de las partes para el armado de todas las bombas que están en operación en el campo, es decir, actúa como un ente generando servicios de armado, desarme e inspección de bombas. Cuando un pozo se interviene, la bomba saliente es enviada al taller, allí de acuerdo a la prioridad o al orden de llegada se desarma y se inspecciona, de la inspección se determina que partes quedan en clase B o clase C (en buen estado o para desechar respectivamente), se envía el informe al ingeniero de producción encargado del pozo para que haga las respectivas mejoras de acuerdo a la evidencia reportada por el taller, con esto se arma una bomba ya sea con las partes que quedaron en buen estado si aplica o se arma nueva 100%. En ocasiones es necesario enviar la bomba a pozo antes de que pueda llegar al taller o bodega la bomba que estaba en el pozo ya que puede proyectarse que no se tendrá tiempo para la inspección dado que no se estima realizar ninguna actividad posterior al pulling de la bomba, cuando esto sucede se hace necesario realizar las mejoras en una próxima oportunidad por lo cual se lleva una base de datos en el taller por bomba y por pozo que permite realizar consultas de manera inmediata y ver el estado en que han salido cada una de las bombas que ha tenido el pozo.

El taller adicional a asegurar clasificar las partes en reutilizables o no, generando ahorros en estas partes también permite hacer un análisis de falla por la inspección que le hace a las bombas que llegan de pozo, lo cual es información importante, a tiempo y a la mano para realizar los cambios que se requieran e incluso incluir tecnologías para que las mismas fallas no sigan ocurriendo. Debido a que el taller como se mencionó anteriormente realiza el armado de las bombas, garantiza que lleguen a pozo en excelente estado y no se pierda tiempo con el equipo en el momento de realizar la prueba de seguridad para no correr la bomba a fondo de pozo y cuando se termine y arranque el pozo no ponga fluido en superficie. Estas pruebas se hacen en el taller y son parte del sistema de calidad de la operadora, lo cual evidencia que se siguen los procedimientos adecuados y dado que no se tienen fallas por armado (procedimiento de taller) se realiza ahorros tangibles también a la operación.

Los talleres pueden operar con gente directa de la operadora o incluso con gente de la empresa de servicios pero supervisada por personal de la operadora. Este personal sigue los procedimientos de la operadora y los perfiles necesarios que son técnicos y auxiliares, cumplen con los requisitos de experiencia requerida para asegurar la actividad que es clave en las intervenciones de los pozos ya que la bomba es el corazón de los mismos.

Hace un tiempo atrás, se intentó tercerizar los principales talleres de la operadora por medio de las compañías de servicios lo cual no fue exitoso debido a que se tuvieron considerables fallas por armado, demora de entrega de las bombas, información no controlada, material no disponible y difícil aseguramiento de reutilización o desecho de partes de manera correcta. Tener talleres propios hace que la operadora pueda tener el control de su operación por completo y este

escenario puede compararse con la gerencia 1 de la área 1 y la gerencia 1 de la área 3 ya que en la primera mencionada el taller de bombas se opera con personal de la compañía de servicios supervisada por la operadora y la segunda desde el taller de la compañía de servicios y en esta última se ha generado incluso apremios a los contratos por los inconvenientes que se generan de tenerlo de esta manera. Adicional la experiencia que tiene la operadora con el manejo del taller es superior al que puede tener cualquier compañía de servicios en Colombia.

El presupuesto de la operadora para este tipo de actividades es es alto y el % que es atendido por los talleres directos de ella misma esta en las áreas donde estos sistemas operados por varilla predominan.

El ejercicio de aseguramiento de las partes se realiza mediante el análisis de la ejecución y compras desde el 2010 de cada uno de los talleres de la operadora quedando como resultado un listado maestro de todas las partes existentes de la bomba mecánica en cualquier configuración y necesidad. El análisis comprendió la utilización de varias bases de datos y de la norma API, se tuvo que homologar las partes catalogadas ya que en algunas gerencias de las áreas que tienen su propio taller de bombas manejaba parte números de marcas específicas pero dada la disponibilidad de un nombre universal para las partes y que hace referencia a cualquier marca, se homologan y se inicia el nombramiento universal de cada una de las partes. Conjunto con la norma API 11 AX, la cual menciona cada tipo de bomba y su despiece de acuerdo a como se quiera armar la bomba mecánica fue el primer input utilizado, se hizo mediante una hoja de Excel y así es presentado, se planea posteriormente dejarlo en un sistema más optimizado. Se inicia con el diámetro de la bomba mecánica y de ahí se va tomando cada parte requerida de la

misma. Mientras se alimentaba el llamado listado maestro de partes de bombas mecánicas se identificaba que para varias bombas las partes a utilizar eran las mismas por lo cual se tenía que ir eliminando las partes duplicadas. También se tuvo que hablar con las diferentes compañías que suministran estas partes con el fin de que compartieran las longitudes estándar de elementos como barriles, pistones y varillas de recorrido. Cuando se tuvo todas las partes necesarias para armar cada diámetro de bomba, se dividieron estas por tipo y se organizaron de manera ascendente de acuerdo al diámetro o cualquier número que las identificara. También se agregaron las metalurgias disponibles de cada una de las partes de acuerdo nuevamente a la norma API 11 AX.

Adicional a todo el análisis mencionado, se realiza un estimado de número de bombas a reparar (dado que las partes de las bombas mecánicas cumplen con la norma API, no importa la marca o la compañía que la fabrique, se pueden hacer las combinaciones que se requieran sin tener inconvenientes ya que cazan perfectamente) y a comprar 100% nuevas, esto se hace con ayuda de las proyecciones del índice de falla y el índice de pulling correspondiente a los sistemas de levantamiento en estudio. De acuerdo al número de pozos que salgan con estos cálculos, se realiza un estimado de pozos a intervenir y la operadora se prepara con el fin de que cuando se ingrese con equipo, se tenga disponible la bomba con material nuevo o si corresponde a material a reusar que se encuentre en buen estado, regido también por la norma de reparación de bombas API.

Por último se agregaron accesorios especialmente para el manejo de la arena.

Lo anterior indica que el listado maestro es tan robusto que de acuerdo al API podrá armarse cualquier tipo de bomba, con la longitud requerida de acuerdo a las unidades instaladas en los

campos, de cualquier diámetro, con la metalurgia necesaria y los accesorios que se requieran y que adicionalmente debido a que las necesidades con el tiempo han ido incrementando, se abrió la puerta para incluir las bombas también que no son API asegurando el correcto funcionamiento de la atención de las diferentes áreas de la operadora.

Como se indicó en el capítulo anterior, este listado maestro de partes permitirá el correcto funcionamiento de los talleres de bombas de la compañía operadora para atenderse desde la estrategia y adicional podrá asegurar que si dentro de los pozos tipo y especiales surge alguna otra nueva necesidad, quedará cubierto desde este entregable.

De acuerdo al Anexo B. Listado maestro de partes en bombeo mecánico se presenta la variedad de equipos que deben quedar para el entregable final del capítulo y que se tiene actualmente como el oficial para la operadora.

De los principales beneficios que tiene este listado maestro es asegurar cualquier material en bombas mecánicas para cualquier necesidad nacional y la estandarización de las partes de las bombas mecánicas en el lenguaje universal que es el API. Aunque este capítulo es corto, el entregable de piezas es completo y es realmente lo necesario para realizar la operación adecuada para una próxima estrategia de contratación desde la parte técnica de la operadora y tal como se comentó anteriormente, ya se utilizó para la compra del 2018 con excelentes resultados.

5. Modelo de evaluación de desempeño técnico para Proveedores

Dentro de los procedimientos de la operadora, existen estándares para medir el desempeño del proveedor; sin embargo para la estrategia nacional vigente en ambos sistemas de levantamiento no permitía evaluar el desempeño de los equipos como tal sino únicamente el desempeño de la agilidad con la cual el proveedor entregaba sus propuestas. Esta es la razón por la cual se genera la necesidad de soportar de manera técnica qué equipos con sus respectivas marcas presenta el mejor desempeño y qué compañía presta el mejor servicio.

Se presenta como Anexo C, una de las últimas evaluaciones de desempeño realizadas por la operadora al proveedor. En esta se puede observar claramente que no era posible evaluar el desempeño del proveedor ya que solo media entregables de propuestas de ellos y sin importar la calidad ni los tiempos de entrega ya que no fueron exigidos desde un comienzo por la operadora. Este punto es importante ya que es la manera de justificar que un proveedor cumple o no con las expectativas de la operadora para invitarlo o dejarlo por fuera de manera justificada y técnica para nuevos procesos de la operadora o procesos con socios.

Por tal motivo se crean los 5 criterios (Fallas totales, Fallas directas, Match del sistema, Propuestas presentadas y calidad del servicio) para validar lo anteriormente mencionado de acuerdo como sigue:

Índice de falla: Para efectos de cálculo del índice de falla, se entiende por falla directa, aquella atribuible directamente en la bomba por defectos de fabricación, ensamble e instalación

(dependen del proveedor). *Se entiende por falla indirecta, aquella atribuible a todas las condiciones externas diferentes a una falla directa en la Bomba y que esté relacionada directamente con este componente (Bomba), con esto se quiere precisar que las fallas en tubería, varilla o superficie no serán incluidas como fallas directas ni serán incluidas como fallas indirectas.

Índice de fallas totales (I.F.) Esta definición fue revisada en el marco de referencia y es importante resalta que la meta del índice de fallas (I.F.) es la definida por la operadora a nivel nacional y será compartida al proveedor. Esta dado por la Ecuación 1.

- ✓ Si I.F. \leq 100% de la meta, se asignará el máximo puntaje.
- ✓ Si I.F. $>100\%$ y $<110\%$ del de la meta, se asignará el 80% del puntaje máximo.
- ✓ Si I.F. $\geq 110\%$ y $<120\%$ del de la meta, obtendrá 40% del puntaje máximo.
- ✓ Si I.F. $\geq 120\%$ del de la meta, obtendrá 0 puntos.

El máximo puntaje será: 4

Índice de fallas directas (IFD). Se entiende por falla directa, aquella atribuible directamente en la bomba por defectos de fabricación, ensamble e instalación (dependen del proveedor), se tendrá en cuenta en el indicador las fallas acumuladas en los últimos 12 meses. Se tendrán en cuenta las fallas directas presentadas después de 30 días de RunLife del equipo. El porcentaje se calculará según la siguiente fórmula:

$$IFD = \left(\frac{\# \text{ Fallas Directas } (>30 \text{ Dias}) \text{ en los últimos 12 meses } \times \text{ contratista}}{\# \text{ Promedio de Pozos Activos de los últimos 12 meses } \times \text{ contratista}} \right) (2)$$

Se tendrá en cuenta los equipos corriendo del proveedor bajo el contrato actual independiente de la modalidad.

- ✓ Si $IFD = 0$, se asignará el máximo puntaje.
- ✓ Si $IFD > 0$ y ≤ 0.05 , se asignará 80% del puntaje máximo.
- ✓ Si $IFD > 0.05$ y ≤ 0.1 , se asignará 40% del puntaje máximo.
- ✓ Si $IFD > 0.1$, se asignará 0 puntos.

Nota: El número de fallas directas a la fecha de corte puede ser menor cuando alguna falla se encuentra en análisis de laboratorio. En caso que se determine que la falla es directa, será contabilizada en el siguiente trimestre.

El máximo puntaje será: 6

Match del sistema (Eficiencias de Bombas)

Condiciones ofrecidas por EL PROVEEDOR. Se evaluará una vez las condiciones estén estabilizadas después del arranque del equipo. Para lo anterior la operadora suministrara la información necesaria para realizar el Match y será entregado a cada PROVEEDOR. La valoración del puntaje se realizara con el cumplimiento de los MATCH de los equipos estabilizados en el trimestre evaluado.

- ✓ Si el 70% de los equipos cumple con el MATCH (se entiende que cumple teniendo en cuenta – 10 puntos de la eficiencia ofrecida por EL PROVEEDOR al momento de ofertar el diseño) se asignará el máximo puntaje (no influye eficiencias superiores al 100%).

✓ Si menos del 70% de los equipos cumple con el MATCH se asignará 0 puntos.

Nota: Aplica hasta cumplimiento del Run life pactado.

El máximo puntaje será: 2.5

Propuestas presentadas. Todas las Solicitudes que requiera la operadora y que hacen parte del objeto del contrato bien sean Bombas y Servicios prestados por EL PROVEEDOR serán evaluados y se calcularán de la siguiente manera:

El cálculo se determina mediante la siguiente fórmula:

$$PROVEEDOR = \left(\frac{\# \text{ Propuestas presentadas (admisibles) } \times \text{ contratista}}{\# \text{ Solicitudes por parte de la operadora al contratista}} \right) (3)$$

Tener en cuenta que se considerará una propuesta como presentada y admisible si: Se entrega en los tiempos y requerimientos de forma (formato) acordados con la operadora en el documento normativo para asignaciones.

Cumple con los requerimientos técnicos acordados con la operadora en cada propuesta según el documento normativo para asignaciones.

El tiempo de entrega ofertado por el proveedor es razonable y se ajusta a lo acordado entre las partes para ítems de alta rotación objeto del contrato.

No serán consideradas como no admisibles aquellas propuestas que la operadora haya solicitado con tiempo de entrega menor al contractualmente establecido (urgencias) y que el proveedor haya presentado después del tiempo requerido.

No se considerará como No conforme o “No Admisible” o como un incumplimiento contractual las propuestas que son presentadas a la interventoría técnica en el tiempo y la forma solicitados y contractualmente pactados con la operadora y que como resultado de la revisiones realizadas por la operadora (técnica, comercial o disponibilidad) no sean asignadas al proveedor.

El máximo puntaje será: 5

Calidad de Servicios. Es el porcentaje de cumplimiento y calidad de los servicios ejecutados dentro del contrato. Este resultado será el promedio de los puntajes obtenidos en las evaluaciones realizadas a cada uno de los trabajos ejecutados durante el periodo evaluado (trimestre). Si este porcentaje promedio se encuentra:

- ✓ $\geq 90\%$, se asignará el máximo puntaje.
- ✓ ≥ 80 y $< 90\%$, se asignará 80% del puntaje máximo.
- ✓ ≥ 70 y $< 80\%$, se asignará 50% del puntaje máximo.
- ✓ < 70 , se asignará 0 puntos.

Cada trabajo ejecutado para la desinstalación o instalación de equipos se evaluará por la persona responsable de la operadora según el formato “Servicio a Pozo”.

El máximo puntaje será: 2.5

La metodología incluye que para la evaluación de los parámetros anteriores se deberá llenar la siguiente hoja con el fin de presentar al proveedor el soporte de su calificación:

Tabla 8.

Evaluación al proveedor

Factor de Evaluación	Puntaje
Índice de fallas totales (I.F.)	
$I.F. = \frac{\# \text{ Fallas Totales en los últimos 12 meses (Acumulado)}}{\# \text{ Promedio de Pozos Activos de los últimos 12 meses}} = XX \text{ (1)}$	
Fallas Directas	Fallas Indirectas
	XX
De la meta Año 20XX=	
Valor Obtenido Equivale a= XX %	
Índice de fallas Directas (IFD)	
Fallas Directas >30 Días	
	XX
$IFD = \left(\frac{X \text{ Fallas Directas (>30 Días) en los últimos 12 meses} \times \text{contratista}}{X \text{ Promedio de Pozos Activos de los últimos 12 meses} \times \text{contratista}} \right) = XX \text{ (2)}$	
Valor Obtenido Equivale a= XX %	
Match del sistema	
– Si el 70% de los equipos cumple con el MATCH (se entiende que cumple teniendo en cuenta un +/- 10% de la eficiencia ofrecida por EL PROVEEDOR al momento de ofertar el diseño) se asignará el máximo puntaje (no influye eficiencias superiores al 100%).	XX
Si menos del 70% de los equipos cumple con el MATCH se asignará 0 puntos.	
Valor Obtenido Equivale a= XX %	
Disponibilidad (Propuestas Presentadas)	
$PROVEEDOR = \left(\frac{\# \text{ Propuestas presentadas (admisibles)} \times \text{contratista}}{\# \text{ Solicitudes por parte de la operadora al contratista}} \right) \text{ (3)}$	XX
Valor Obtenido Equivale a= XX%	
Calidad de Servicios	
POZO	% EVALUACION OBTENIDA
	PULL RUN
	XX
PROMEDIO	XX
Valor Obtenido Equivale a= XX%	
TOTAL	XX
Puntaje Total de Cumplimiento de Especificaciones Técnicas	
Puntaje máximo=20%	
Puntaje del proveedor =XX%	

La manera de saber la “calidad de servicio” se alimentará de cada evaluación realizada por el personal del pozo de acuerdo al formato “servicio a pozo” que se adjunta a continuación:

Formato. Calidad del Servicio					
Instalación y desinstalación de Equipos de PCP/ BM					
Profesional de Operaciones:		Pozo:			
Tipo de Servicio:		Campo:			
Compañía:		Fecha Evaluación:			
Item	Entrada de Datos	Peso	Máximo Puntaje	Score	Puntaje Obtenido
1- HSE			30%	100	
Incidentes ocurridos durante la operación (accidentes, lesiones, o de incidentes registrables ocurridos)	No	50%	15,0	100	15,0
Fallas de control registradas durante la operación	No	50%	15,0	100	15,0
2-Personal			20%	100	
El equipo demuestra conocimiento y experiencia en la ejecución de sus deberes del trabajo	Si	50%	10,0	100	10,0
El equipo ejecuta la actividad de acuerdo al plan de trabajo definido por el contratista	Si	50%	10,0	100	10,0
3-Perdidas de Tiempo			30%	100	
Entrega de Informes de actividades del servicio antes de finalizar la intervención del pozo	Si	50%	15,0	100	15,0
Tiempo perdido en horas por causas imputables al contratista (Equipos, herramientas, desempeño, personal)	0	50%	15,0	100	15,0
4-Equipos / Herramientas			20%	100	
Herramientas completas y en condiciones de uso	Si	50%	10,0	100	10,0
BHA recibido y verificado conforme a Diseño o Propuesta	Si	50%	10,0	100	10,0
				TOTAL	100,0
Observaciones:					

 Funcionario de la operadora
 (Nombre y firma)

 Técnico Compañía Contratista (Nombre
 y firma)

Figura 3. Calidad de servicio. Tomado de: Fuente: Área Técnica Operadora, 2017

El puntaje dado para cada uno de los criterios a evaluar se hizo mediante la aplicación de la del criterio de expertos donde participaron se solicitó la participación de 6 personas,

entregándoles la siguiente tabla con la respuesta de las 6 personas en el rango de especificado explicándoles que el puntaje máximo a obtener sería 20 Puntos:

Tabla 9.

Valoración inicial de Expertos

	ALTO	MEDIO	BAJO
	5.0-6.0	3.0-4.0	1.0-2.0
IF		X	
IFD	X		
MATCH			X
DISPONIBILIDAD	X		
SERVICIO			X

Dado que el criterio estuvo para todos en el mismo punto, se decide definir el valor final para cada uno de los puntos nuevamente entregándoles las siguientes tablas con los resultados que siguen:

Tabla 10.

Valoración Puntual de Expertos (3)-1

	6	5	4	3	2	1
IF			X			
IFD	X					
MATCH				X		
DISPONIBILIDAD		X				
SERVICIO					X	

Tabla 11.

Valoración Puntual de Expertos (3) -2

	6	5	4	3	2	1
IF			X			
IFD	X					
MATCH					X	
DISPONIBILIDAD		X				
SERVICIO				X		

Dado que hubo división en los resultados donde 3 personas colocaron una calificación para disponibilidad y servicio y la contraria para las otras 3 personas, se hizo un debate con los puntos de disponibilidad y servicio quedando como conclusión que cada uno de estos criterios se dejaría con 2.5 puntos.

6. Validación del diseño técnico para la estrategia de contratación

Después de tener cada una de las piezas para completar el diseño técnico, es decir, habiendo identificado los parámetros para realizar la selección y los diseños de pozos tipo y especiales, habiendo identificado el material de bodega necesarios para las reparaciones o complementos requeridos para las bombas, habiendo generado un modelo que permitiera evaluar realmente el desempeño técnico de los proveedores, se hace necesario realizar una validación o prueba con una de las gerencias de las diferentes áreas de la operadora que permita revisar si fueron suficientes los cambios y aseguramientos realizados con el fin de evitar que vuelvan a suceder los mismos problemas o poder identificar unos nuevos y corregirlos a tiempo, antes de que la estrategia nueva comience en Enero 2019.

La validación viene haciéndose por partes y la área seleccionada para esto fue la 1, de esta, se seleccionó la gerencia 1 que es la que presenta mayor cantidad de pozos en el sistema de bombeo mecánico y aunque no es la que presenta mayor número de pozos en el sistema de cavidades progresivas tiene un buen numero con el cual es representativo el comportamiento a nivel

nacional. Adicional esta gerencia tiene la particularidad de que tiene un taller desde donde opera y dado el volumen de pozos, las condiciones del campo y las tecnologías aplicadas y por aplicar es la gerencia que mejor puede representar los sistemas.

Para iniciar se definen las condiciones de los pozos para ambos sistemas de levantamiento.

En cuanto a producción, se tienen pozos entre 1 BFPD y 2000 BFPD. Los BSW oscilan entre el 80%-99%, la recuperación es secundaria, mediante inyección de agua, lo cual ha traído corrosión a los pozos productores, problema considerable por lo cual se usa inhibidores de corrosión, algunos fluidos presentan emulsiones por lo cual se usan productos desenmulsificantes, por otro lado el campo mantiene en su operación con sumergencias de 100ft, esto indica que mientras no se tengan volúmenes de arena considerables ya que se alcanza hasta el 5% de corte de arena (para el caso mencionado, menos de 1% de corte de arena), las sumergencias son bajas. Las profundidades en promedio del campo están entre los 3000ft y los 3500ft, solo existen unas zonas donde se ha ido a objetivos un poco más profundos pero no superan los 4500ft.

Tanto en bombeo mecánico como en PCP se tiene automatizados los pozos de tal manera que trabajen lo más optimizado posible, se tienen unidades de superficie de todo tipo, desde Baby Lufkin hasta unidades 1280 hablando de convencionales y adicional se tienen unidades de recorrido largo las cuales permiten llevar al extremo la capacidad del sistema de levantamiento, en PCP los cabezales son estándares, los motores y los variadores para ambos sistemas se tienen desde los más pequeños posibles hasta los de 100 HP.

Con lo anterior se puede concluir que las condiciones son variables, para bombeo mecánico se requieren en las bombas de fondo metalurgias especiales para corrosión y arena (combinación difícil de tratar) y también metalurgias para tratar estas dos condiciones por separado. También la diversidad de diámetros existentes y longitudes de recorrido tanto cortas como largas. Es por esto que puede confirmarse que la selección de la área conjunto con su gerencia es la adecuada para la evaluación del diseño técnico. Para PCP la condición no es menos exigente, ya que la utilización de productos químicos tales como inhibidores de corrosión y desmenuzantes requieren pruebas de compatibilidad que permitan identificar que el elastómero es el apropiado con el fin de que no presente problemas por cambios o daños con el mismo. Los desplazamientos son exigentes sin embargo ayuda que las profundidades no son considerables por lo cual el levantamiento no está exigido. Con el fin de asegurar esta última parte se tomó como información adicional otra gerencia permitiendo evaluar este requerimiento con el fin de evitar que faltara dentro de los primeros pasos a revisar pero no es indispensable en la validación del diseño.

Sabiendo que la selección para la validación del diseño técnico para la estrategia de contratación se realiza en una área que cumple con absolutamente todas las exigencias para el resto del país, se decidió iniciar con el primer objetivo propuesto en este documento que es el aseguramiento de los parámetros para la selección y diseño de pozos tipo y especiales.

Al hacer un ejercicio con algunas de las compañías de servicios que suministran los sistemas bombeo mecánico y bombeo por cavidades progresivas para solicitar la entrega de propuestas tal como se designó en el capítulo 2, 5 por cada pozo tipo variando las eficiencias de las bombas y

en metalurgia especial y estándar. Con estas 30 propuestas de bombas, 15 para bombeo mecánico y 15 para PCP se identifica lo siguiente:

Bombeo Mecánico:

- ✓ Los parámetros que mayor afectación tienen al momento de diseñar una bomba mecánica son los recorridos de las unidades y los volúmenes de arena y niveles de corrosión al igual que de fluido.
- ✓ Los diámetros de las bombas deben ser los existentes en el API ya que los parámetros están dados en máximos.
- ✓ Las metalurgias deben combinarse de varias maneras con el fin de cubrir las condiciones de arena y corrosión.

Bombeo por cavidades progresivas:

- ✓ Los parámetros que mayor afectación tienen al momento de diseñar una por cavidades progresivas son los desplazamientos y los levantamientos.
- ✓ La metalurgia no es una condición que cambia en las bombas por cavidades progresivas.
- ✓ Se deben hacer pruebas de compatibilidad con cada compañía para identificar los elastómeros por áreas y Gerencias

Al iniciar a revisar las diferentes propuestas se evidencia que dentro de los pozos tipo hizo falta la información de la tubería a usar con el fin de incluir el anclaje de las bombas mecánicas y adicional en bombeo por cavidades progresivas identificar máximo que rotor (conjunto estator y rotor realmente) cabe dentro de la condición que se tiene. Por lo cual, se realiza un análisis

adicional de los 874 pozos en bombeo mecánico y 183 en bombeo por cavidades progresivas identificándolos dentro de los 3 pozos tipo para identificar la tubería que se requeriría en cada uno. Con el análisis se identifica lo siguiente para bombeo mecánico y bombeo por cavidades progresivas respectivamente:

- Pozo tipo 1, tubería 2-7/8", tubería 2-7/8"
- Pozo tipo 2, tubería 3-1/2", tubería 3-1/2"
- Pozo tipo 3, tubería 4-1/2", tubería 3-1/2"

Las compañías de servicio que participaron en el sistema de bombeo por cavidades progresivas ofrecieron para la versión de metalurgia especial que las bombas que requieran unir dos estatores, la parte de unión se suministre en acero inoxidable pero en desplazamientos considerables, es decir, más de 7 Bls/RPM y validando con la experiencia del campo, con la base de datos de fallas que tiene la G1 de la V1 con 10 años de información, se encuentra que las pocas fallas por corrosión que se han tenido en bombas por cavidades progresivas ha sido en esos desplazamientos tal como se indica a continuación:

Primer Componente Fallado	Primer SubComponente Fallado	Categoría de la Falla	Descriptor de Falla	Causa General de la Falla	Causa Específica de la Falla
Estator	Housing	Material	Corroído	Fluidos o Yacimiento	Fluidos Corrosivos
Estator	Housing	Material	Corroído	Fluidos o Yacimiento	Fluidos Corrosivos

Figura 4. Fallas en estatores por corrosión.. Tomado de: Base de datos de la operadora, 2017

La clasificación es acorde a lo explicado anteriormente de la metodología de RIFT al cual la compañía operadora toma como guía para la metodología e identificación de fallas en los sistemas de levantamiento artificial.

Ambas bombas fallaron en el 2014 y eran de 7 Bls/RPM, y bien podría pensarse que no es un impacto importante sin embargo al precio actual del crudo y los pocos pozos en el sistema de levantamiento por cavidades progresivas, sumado a que los fluidos corrosivos cada vez son más agresivos es un punto aceptado dentro de la propuesta.

Se presentan a continuación las 10 propuestas de bombas mecánicas (resumidas en 5) para el pozo tipo 1 y especial entendiendo que el pozo especial es con metalurgia para tratar la arena y la corrosión. Las bombas se mencionan de acuerdo a lo explicado en el capítulo 2 de este documento.

20-125-RHBC-20-3-1-1 Metalurgia convencional y especial, 20-150-RWAC-20-3 Metalurgia convencional y especial, 20-150-RHAC-20-3-1-1 Metalurgia convencional y especial, 25-175-RHAC-20-3-1-1 Metalurgia convencional y especial, 25-200-RWAC-20-3 Metalurgia convencional y especial.

Ahora se presentan las 5 propuestas resumidas para bombas mecánicas para el pozo tipo 2 y especial:

25-200-RWAC-20-3 Metalurgia convencional y especial, 25-225-THC-20-3-2-2 Metalurgia convencional y especial, 30-225-RHAC-20-3-2-2 Metalurgia convencional y especial, 30-275-THC-20-3-2-2 Metalurgia convencional y especial, 40-275-OVER-20-3-2-2 Metalurgia convencional y especial

Por último se tienen las 5 propuestas (resumidas) para el pozo tipo 3 y especial:

30-275-THC-20-34-2-2 Metalurgia convencional y especial, 40-275-OVER-20-34-2-2 Metalurgia convencional y especial, 30-325-OVER-34-3-2-2 Metalurgia convencional y especial, 40-325-THC-34-3-2-2 Metalurgia convencional y especial, 30-375-OVER-34-3-2-2 Metalurgia convencional y especial

Para todas las anteriores propuestas las compañías de servicios con el fin de que aplique para cualquier condición de operación, ofreció cambiar para cada uno de los escenarios el diámetro del anclaje de la bomba, la posición y el tipo del mismo. Adicionalmente podrá ofrecer el ajuste que se requiera combinando los ajustes entre el barril y el pistón (estándares). Las longitudes de los barriles y los pistones están abiertos a variar según la necesidad siempre y cuando se encuentren dentro del estándar de su fabricación.

Dentro de las propuestas aclararon que las válvulas para bombas mecánicas convencionales están dadas con carburo de tungsteno bola y asiento y para bombas mecánicas especiales podrían combinarse entre carburo de titanio y “silicon nitride” bola y asientos en carburo de tungsteno.

Se nos aclara y se está de acuerdo que las metalurgias están en el API de las bombas mecánicas por lo cual se realizará un análisis de acuerdo a las condiciones de los pozos por arena y corrosión.

Para los casos de PCP se tienen las siguientes propuestas de acuerdo con el tipo de pozo.

Pozo tipo 1

23-1800, 27-2100, 32-1600, 35-3000, 40-1200

Pozo tipo 2

50-1800, 55-2000, 56-1500, 80-1400

Pozo tipo 3

85-1400, 89-1500, 98-1800, 113-1200, 120-1600

Con la cantidad de propuestas recibidas, pudo evaluarse que la primera pieza del rompecabezas para la G1 de la V1 encajará perfectamente en el rompecabezas a armar.

La posterior validación del diseño técnico para la estrategia que se realizó fue la identificación del material necesario para las bodegas propiedad de la operadora. Esta pieza del rompecabezas ayuda al diseño técnico para la estrategia de contratación única y exclusivamente del sistema en bombeo mecánico. La forma en que se realizó la validación del entregable presentado en el respectivo capítulo de este documento fue mediante la compra que requería el área 1 con su respectiva gerencia 1 para abastecerse de los materiales del 2018 para bombas mecánicas.

Al iniciar con las necesidades 2018 y siendo agresivos con los retos de producción en el sistema de levantamiento y los problemas por corrosión y arena que continúan afectando el sistema, se evidencia que puede hacerse la compra de todos y cada uno de los elementos requeridos sin tener que incluir ninguno de los elementos. Las necesidades se sacan mediante el departamento de compras de la operadora siguiendo el procedimiento que se tiene determinado, iniciando con un sondeo de mercado, posteriormente y con ayuda del sondeo se identifica las compañías que pueden suministrar todos los elementos requeridos para la compra y los tiempos de entrega que han propuesto. Con esas compañías pre seleccionadas, se entregan las

necesidades nuevamente llamándolas a una licitación con el fin de que ajusten precios y tiempos y de ahí tomar una decisión final. Debido al gran volumen que representa comprar un año completo de abastecimientos de este material se hizo necesario dividirlo en tres compañías las cuales el criterio más importante fue el precio y posteriormente el tiempo de entrega recalando que no se permitían más de 12 semana para ninguno de los ítems. Se estima que los materiales comprados sean entregados en su totalidad durante la tercera semana de Enero de 2018 por las compañías tiempo acorde con la finalización de inventario de la bodega.

Por último se hizo la comparación de las 4 gerencias adicionales que compran materiales con el fin de identificar si algún elemento había quedado por fuera y de acuerdo con las proyecciones y necesidades de las mismas, estas podrían comprarse mediante el listado maestro generado para cumplir el segundo objetivo de diseñar la estrategia técnica que ayudará a evitar que materiales se quedaran por fuera de la contratación. A continuación se presenta una pequeña parte de la validación realizada donde en la columna izquierda se da la descripción API del material necesario y como comentario se indica la metalurgia y en la columna derecha se presenta el resultado de la búsqueda en el listado maestro generado como entregable.

NECESIDAD	COMENTARIO	LISTADO MAESTRO
B11-125-20	BARRIL CROMADO	B11-125-20ACI
B11-125-24	BARRIL CROMADO	B11-125-24ACI
B11-150-20	BARRIL CROMADO	B11-150-20ACI
B11-150-24	BARRIL CROMADO	B11-150-24ACI
B11-200-20	BARRIL CROMADO	B11-200-20ACI
B11-200-24	BARRIL CROMADO	B11-200-24ACI
B11-250-20	BARRIL CROMADO	B11-250-20ACI
B11-250-24	BARRIL CROMADO	B11-250-24ACI
B12-125-20	BARRIL CROMADO	B12-125-20ACI
B12-125-24	BARRIL CROMADO	B12-125-24ACI
B12-150-20	BARRIL CROMADO	B12-150-20ACI
B12-150-24	BARRIL CROMADO	B12-150-24ACI
B12-175-20	BARRIL CROMADO	B12-175-20ACI
B12-175-24	BARRIL CROMADO	B12-175-24ACI
B12-225-20	BARRIL CROMADO	B12-225-20ACI
B12-225-24	BARRIL CROMADO	B12-225-24ACI

Figura 7. Validación realizada a los materiales

Para finalizar la validación del diseño técnico para la estrategia, se realizó la evaluación de desempeño para las dos compañías que están operando el contrato actualmente, aunque la evaluación como se comenta ya se realizó, no ha sido notificado al proveedor el puntaje obtenido para el Q3 (periodo evaluado) ya que es la primera vez que se evalúa de esta manera y aunque fue acordado con el proveedor se espera un impacto no tan positivo ya que en la mayoría de evaluaciones realizadas mediante la metodología anterior, el proveedor casi siempre lograba los 20 puntos que podía sacar como máximo.

De acuerdo a como fue indicado en el anterior capítulo, se procedió a diligenciar la evaluación de desempeño encontrando algunos inconvenientes tal como se puede describe en el paso a paso a continuación:

Índice de fallas totales. Debido a que este criterio depende del número de pozos activos del proveedor en los últimos 12 meses, se tuvo que revisar y contrastar con el proveedor las bombas que había instalado en los pozos, esta revisión fue en conjunto y finalmente se llega un mutuo acuerdo. Las fallas totales en 12 meses si fueron fáciles de identificar ya que por sistema de levantamiento se hace ese seguimiento.

Índice de fallas directa: Debido a que el proveedor difícilmente acepta una falla directa, este punto fue difícil de acordar, sin embargo se llega a un acuerdo de que se cuentan las fallas única y exclusivamente cuando las condiciones del pozo estaban estables hablando de velocidad, sumergencia (más de 150ft), torque y todo lo demás y no se tienen paradas ni preventivas ni proactivas. Además que la evidencia del elastómero no trajera gas. Si bien es cierto que este número casi siempre es muy pequeño, debido a los ajustes que debieron hacerse para lograr la evaluación se hizo aún más pequeño. Con esto se toma como lección aprendida enviar a laboratorio de un tercero las partes de las bombas afectadas y que se sospecha generaron una falla directa, es decir, de las que ocurren en menos de 30 días con el fin de asegurar un informe que soporte la respectiva evaluación.

Los Match del sistema fue la parte más sencilla de hacer ya que desde finales de 2016 se implementó esta buena práctica copiada del trabajo que se hace en el sistema Electrosumergible.

El Match es un dato que se actualiza mes a mes y dado que esta evaluación cubre un Q es decir tres meses, se toma absolutamente todos los resultados, los que estén bien dan buen puntaje pero los que están mal también los da, no son promedios, son datos totales y permiten evaluar que tanto está cumpliendo el proveedor con la promesa que dio para ganarse la adjudicación del pozo ya que si presenta un excelente diseño se lo gana pero existen lamentablemente muchas maneras de manipular resultados y que el personal de la operadora no puede validar, entre otros la eficiencia que gana la bomba cuando entra en operación constante y en contacto con el fluido pero esta manera de evaluar les exige que ajusten sus números y si no es viable ganarse el pozo prefieran dar los datos reales y no quedar mal evaluados. Al principio se genera una curva de aprendizaje, donde tanto el proveedor como la operadora aprenden el rango en que puede comportarse las bombas y con el pasar del tiempo el ajuste de lo prometido contra el resultado en pozo deberá ser exacto.

La evidencia de un Match por fuera del rango permitido, no solo evaluará mal al proveedor sino le permitirá revisar que sucedió con su diseño ya que el tiempo de la curva de aprendizaje se vivió hace mucho ya.

En cuanto a las propuestas realizadas se midió la disponibilidad del proveedor ya que el contrato no exige tiempos de entrega y este mismo es para atención a pozo, es decir, ocurre una falla y el tiempo de entrada del equipo solo dependerá del potencial del pozo. Esto genera que la operadora requiera que el proveedor tenga prácticamente todas sus necesidades en bombas disponibles en la base más cercana con el fin de entregar a tiempo, pero esto no estaba sucediendo ya que las compañías que atienden los contratos tienen clientes adicionales y si les

salía una entrega con otro operador simplemente suministraban la bomba y dejaban desabastecida la operadora en cuestión y sin poder reclamar el proveedor continuaba tranquilo operando el contrato sin ningún inconveniente. Para poder evaluar el punto, se lleva un control de propuestas donde se indica la razón por la cual un proveedor pierde, en el momento en que la razón es el tiempo de entrega este es castigado. Al inicio de la implementación de esta evaluación se vio la increíble mejora en disponibilidad de ambos proveedores y lejos de ser una coincidencia fue que dado el conocimiento actual de las necesidades del operador que ya los proveedores tienen debidamente identificados, hicieron sus pedidos mientras se lograba la aceptación de estos criterios para evaluar y al momento del acuerdo ya estaban con mejores inventarios en sus bases o bodegas.

Para la evaluación de la calidad del servicio se reunieron todos los formatos que realiza el ingeniero de campo y se logró hacer una evaluación total. Es de aclarar que se debe tener presente que varios componentes pueden entenderse de manera subjetiva y que debe diligenciarse con criterio técnico y acertado con el fin de evitar una imprecisión al sacar el total. Esto es identificado de manera temprana ya que el proveedor lo entrega al ingeniero que representa en campo al operador, este lo diligencia y se lo entrega nuevamente al proveedor. Si el proveedor no está de acuerdo con las respuestas, este debe presentar los soportes para que sea cambiado por el interventor local del campo. Afortunadamente se cumple con todas las expectativas y todas las evaluaciones se encuentran a satisfacción sin presentar problemas de mayor nivel.

Con lo anterior se presenta la evaluación de uno de los proveedores y se espera que sea notificado antes de terminar el año 2017.

Tabla 12.

Ejemplo de resultados de evaluación al proveedor

<i>Factor de Evaluación</i>	<i>Puntaje</i>
Índice de fallas totales (I.F.)	
$IF = \frac{20}{50} = 0.4$ (1)	
Fallas Directa	Fallas Indirectas
1	5
0	6
0	8
De la meta Año 2017= 0.5	
Valor Obtenido Equivale a= 100 %	
Índice de fallas Directas (IFD)	
Fallas Directas >30 Días	
1	
	4.8
$IFD = \left(\frac{1}{50}\right) = 0.02$ (2)	
Valor Obtenido Equivale a= 80 %	
Match del sistema	
Si el 70% de los equipos cumple con el MATCH (se entiende que cumple teniendo en cuenta un +/- 10% de la eficiencia ofrecida por EL PROVEEDOR al momento de ofertar el diseño) se asignará el máximo puntaje (no influye eficiencias superiores al 100%).	2.5
Si menos del 70% de los equipos cumple con el MATCH se asignará 0 puntos.	
Valor Obtenido Equivale a= 100 %	
Disponibilidad	
$D = \left(\frac{20}{20}\right) = 1$ (3)	5
Valor Obtenido Equivale a= 100%	
Calidad de Servicios	
POZO	% EVALUACION OBTENIDA
	PULL
	RUN
	100
	100
PROMEDIO	100
Valor Obtenido Equivale a= 100%	
TOTAL	18.8

De acuerdo a lo anterior se genera un puntaje de 18.8 de 20 puntos máximos que puede sacar el proveedor en la evaluación de desempeño técnico y el campo queda conforme con el mismo ya que con una sola falla que tuvo el proveedor la cual fue presentar una falla directa la evaluación se afecta y no saca el 100% que siempre obtenía sin importar el desempeño de los equipos.

De esta manera se valida que el diseño técnico para la estrategia nacional de contratación cumple con las necesidades del país y asegurara evitar inconvenientes durante la ejecución de los contratos.

7. Conclusiones

El diseño técnico presentó 3 divisiones principales, el diseño de pozos tipo y especiales, el aseguramiento de la necesidad del material de las diferentes bodegas y la evaluación de desempeño, con esto se pudo armar una estrategia técnica robusta para cada una de las gerencias que tienen los sistemas de levantamiento en estudio.

Los pozos tipo y especiales cumplen con todas las condiciones que se tienen en las diferentes áreas y con la tecnología total existente.

El material identificado para bodega permitió ser la guía para las compras de año 2018 y se logra revisar que asegura las compras para cualquier gerencia.

El diseño técnico permite cubrir desde el mismo enfoque todas las necesidades de la operadora en cuanto a los sistemas de levantamiento artificial en Bombeo Mecánico y Bombeo por Cavidades Progresivas.

La evaluación de desempeño generara una calificación más justa de acuerdo al comportamiento técnico real de las bombas del proveedor sin necesidad de sacar 100% todas las veces sin estar cumpliendo a plenitud esta parte.

La evaluación de desempeño mide los aspectos más importantes que debe cumplir el proveedor, incluso el servicio que ofrecen.

Con cada ficha propuesta se arma el rompecabezas y valida que el diseño técnico funciona claramente para la V1 y G1, sin embargo al ir haciendo el ejercicio de validación para esa área específica se pudo validar que aplica para el resto del país.

La validación garantiza el éxito del diseño técnico para la nueva estrategia de contratación de los sistemas de levantamiento artificial por Bombeo Mecánico y Bombeo por Cavidades Progresivas.

8. Recomendaciones

Realizar especificaciones técnicas que permitan para bombeo mecánico la guía mediante las normas API, siendo como mínimo el primer requisito para que el proveedor compita, pero adicional solicitar experiencia en fabricación, suministro y desempeño de las bombas

Realizar especificaciones técnicas que permitan para PCP la guía mediante las normas ISO, siendo como mínimo el primer requisito para que el proveedor compita, pero adicional solicitar experiencia en fabricación, suministro y desempeño de las bombas.

Invitar compañías fabricantes a los procesos o que tengan una representación exclusiva de una marca y se sostenga durante toda la ejecución del contrato.

Tomar todas las experiencias de la ejecución, teniendo presente que la operadora aún no está preparada para realizar una modalidad de riesgo compartido y que su función principal es tener los mayores ahorros al comprar equipos de levantamiento artificial.

Realizar Estrategias de servicio y suministro de manera separada.

Realizar estrategia para el BM teniendo en cuenta los talleres de la operadora.

Asegurar una compañía contingente que pueda atender solicitudes que las compañías ganadoras no puedan cumplir.

Referencias Bibliográficas

American Petroleum Institute (2001). Api Specification 11AX. Specification for subsurface Sucker Rod Pump and fittings

Brown, K. The Technology of Artificial Lift Methods. Tulsa. Penn Well Publishing Company. 1977. 487p

Cfer technologies (2017). Manual de nomenclatura y clasificación de fallas en PCP. Recuperado de: <http://pcp-rli.pcprifts.com/downloads/pcp-failure-nomenclature-standard>.

Diaz, C. et al. (2010). Optimization of electrical submersible pump artificial lift system for extraheavy oils through an analysis of bottom dilution scheme. CT&F – Ciencia, Tecnología y Futuro. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0122-53832010000100006&lng=en&nrm=iso&tlng=es.

Hirschfeldt, M (2009). Manual de Bombeo de Cavidades Progresivas. Recuperado de: <http://oilproduction.net/produccion/artificial-lift-systems/pcp-bombas-de-cavidades-progresivas2/item/1714-manual-de-bombeo-de-cavidades-progresivas-pcp>.

Hirschfeldt, M (2011). Artificial lift management recommendations and suggestions of best practices. CT&F – Ciencia, Tecnología y Futuro. Recuperado de

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0122-53832011000100001&lng=en&nrm=iso&tlng=es

International Standard (2009). ISO 15136-1. Petroleum and natural gas industries-Progressing cavity pump systems for artificial lift

Maldonado Pérez, L (2012). Análisis del comportamiento y vida útil de las varillas e los sistemas de levantamiento artificial tipo PCP y Bombeo Mecánico en el campo la Cira-Infantas. Bucaramanga, 2012, 39-143. Trabajo de grado (Ingeniería de petróleos). Universidad Industrial de Santander. Facultad de ingenierías físico-químicas. Santander.

Monroy, M (2015). Failure index reduction strategy for artificial lift systems in Cira Infantas field. Recuperado de: <https://www.spe.org/en/>

Monsalve Duarte, D (2015). Evaluación técnica y financiera de la implementación de nuevas tecnologías para la mejora del rendimiento de los sistemas de levantamiento artificial de Bombeo por Cavidades Progresivas. Bucaramanga, 2015, 56-77. Trabajo de grado (Especialista en Producción de Hidrocarburos). Universidad Industrial de Santander. Facultad de ingenierías físico-químicas. Santander.

Norris a Dover Company (2007). Análisis de las fallas de las varillas de bombeo Recuperado de: <http://www.oilproduction.net/cms3/files/Analisis%20de%20fallas%20en%20varillas%20de%20bombeo-Norris.pdf>.

Sarmiento, D.B (2015). Replecement of ESP with long stroke pumping units in maranta block.

Disponible en: <https://www.spe.org/en/>

Vargas, E. (2017) Métodos de Levantamiento. Recuperado de:

<http://www.monografias.com/trabajos63/metodos-levantamiento-artificial/metodos-levantamiento-artificial2.shtml>

Villalba Villamizar, M (2014). Análisis de desempeño de la válvula reguladora de contrapresión BPR para el manejo de gas en el proceso de extracción de pozos productores con bombeo mecánico del campo LCI. Bucaramanga, 2014, 30-78. Trabajo de grado (Ingeniería de petróleos). Universidad Industrial de Santander. Facultad de ingenierías físico-químicas. Santander.

Apéndices

Apéndice A. Equipos de bombeo por cavidades progresivas y bombeo mecánico

EQUIPO DE FONDO PCP	
ITEM	DESCRIPCIÓN GENERAL
1	Bomba PCP con desplazamiento de 0.1-0.5 bls/D/rpm y levantamiento nominal hasta 5200 ft.
2	Bomba PCP con desplazamiento de 0.1-0.5 bls/D/rpm y levantamiento nominal hasta 5200 ft. FAT BOY
3	Bomba PCP con desplazamiento de 0.1-0.5 bls/D/rpm y levantamiento nominal hasta 5200 ft. INSERTABLE
4	Bomba PCP con desplazamiento de 0.1-0.5 bls/D/rpm y levantamiento nominal entre 5201 ft - 11000 ft.
5	Bomba PCP con desplazamiento de 0.1-0.5 bls/D/rpm y levantamiento nominal entre 5201 ft - 11000 ft.. FAT BOY
6	Bomba PCP con desplazamiento de 0.1-0.5 bls/D/rpm y levantamiento nominal entre 5201 ft - 11000 ft.. INSERTABLE
7	Bomba PCP con desplazamiento de 0.51-0.82 bls/D/rpm y levantamiento nominal hasta 6000 ft.
8	Bomba PCP con desplazamiento de 0.51-0.82 bls/D/rpm y levantamiento nominal hasta 6000 ft. FAT BOY
9	Bomba PCP con desplazamiento de 0.51-0.82 bls/D/rpm y levantamiento nominal hasta 6000 ft. INSERTABLE
10	Bomba PCP con desplazamiento de 0.51-0.82 bls/D/rpm y levantamiento nominal entre 6001-10000 ft.
11	Bomba PCP con desplazamiento de 0.51-0.82 bls/D/rpm y levantamiento nominal entre 6001-10000 ft. FAT BOY
12	Bomba PCP con desplazamiento de 0.51-0.82 bls/D/rpm y levantamiento nominal entre 6001-10000 ft. INSERTABLE
13	Bomba PCP con desplazamiento de 0.82-1,1 bls/D/rpm y levantamiento nominal hasta 6000 ft.
14	Bomba PCP con desplazamiento de 0.82-1,1 bls/D/rpm y levantamiento nominal hasta 6000 ft. INSERTABLE.
15	Bomba PCP con desplazamiento de 0.81-1,1 bls/D/rpm y levantamiento nominal entre 6001-11000 ft.
16	Bomba PCP con desplazamiento de 0.81-1,1 bls/D/rpm y levantamiento nominal entre 6001-10000 ft. INSERTABLE
17	Bomba PCP con desplazamiento de 1.2-1.6 bls/D/rpm y levantamiento nominal hasta 6000 ft.
18	Bomba PCP con desplazamiento de 1.2-1.6 bls/D/rpm y levantamiento nominal hasta 6000 ft. FAT BOY
19	Bomba PCP con desplazamiento de 1.2-1.6 bls/D/rpm y levantamiento nominal entre 6001-8000 ft.
20	Bomba PCP con desplazamiento de 1.2-1.6 bls/D/rpm y levantamiento nominal entre 6001-10000 ft. FAT BOY
21	Bomba PCP con desplazamiento de 1.2-1.6 bls/D/rpm y levantamiento nominal entre 8001-12000 ft.
22	Bomba PCP con desplazamiento de 1.2-1.6 bls/D/rpm y levantamiento nominal hasta 10000 ft. INSERTABLE
23	Bomba PCP con desplazamiento de 1.61-1.9 bls/D/rpm y levantamiento nominal hasta 7000 ft.
24	Bomba PCP con desplazamiento de 1.61-1.9 bls/D/rpm y levantamiento nominal hasta 8000 ft. INSERTABLE
25	Bomba PCP con desplazamiento de 1.61-1.9 bls/D/rpm y levantamiento nominal entre 7001-11000 ft.
26	Bomba PCP con desplazamiento de 2.01 - 2.52 bls/D/rpm y levantamiento nominal hasta 6000 ft.
27	Bomba PCP con desplazamiento de 2.01 - 2.52 bls/D/rpm y levantamiento nominal hasta 6000 ft. INSERTABLE
28	Bomba PCP con desplazamiento de 2.01 - 2.52 bls/D/rpm y levantamiento nominal entre 6001-11000 ft.
29	Bomba PCP con desplazamiento de 2.01 - 2.52 bls/D/rpm y levantamiento nominal entre 6001-11000 ft. FAT BOY
30	Bomba PCP con desplazamiento de 2.53 - 3 bls/D/rpm y levantamiento nominal hasta 6000 ft.

31	Bomba PCP con desplazamiento de 2.53 - 3 bls/D/rpm y levantamiento nominal entre 6001-11000 ft.
32	Bomba PCP con desplazamiento de 3.01 - 3.6 bls/D/rpm y levantamiento nominal hasta 6000 ft.
33	Bomba PCP con desplazamiento de 3.01 - 3.6 bls/D/rpm y levantamiento nominal hasta 6000 ft. FAT BOY
34	Bomba PCP con desplazamiento de 3.01 - 3.6 bls/D/rpm y levantamiento nominal hasta 6000 ft. INSERTABLE
35	Bomba PCP con desplazamiento de 3.01 - 3.6 bls/D/rpm y levantamiento nominal entre 6001-11000 ft.
36	Bomba PCP con desplazamiento de 3.01 - 3.6 bls/D/rpm y levantamiento nominal entre 6001-11000 ft. FAT BOY
37	Bomba PCP con desplazamiento de 3.61 - 4.1 bls/D/rpm y levantamiento nominal hasta 6000 ft.
38	Bomba PCP con desplazamiento de 4.21 - 4.5 bls/D/rpm y levantamiento nominal hasta 5000 ft.
39	Bomba PCP con desplazamiento de 4.21 - 4.5 bls/D/rpm y levantamiento nominal hasta 5000 ft. INSERTABLE
40	Bomba PCP con desplazamiento de 4.21 - 4.5 bls/D/rpm y levantamiento nominal entre 5001-110000 ft.
41	Bomba PCP con desplazamiento de 4.51 - 5 bls/D/rpm y levantamiento nominal hasta 6000 ft.
42	Bomba PCP con desplazamiento de 4.51 - 5 bls/D/rpm y levantamiento nominal hasta 6000 ft. INSERTABLE
43	Bomba PCP con desplazamiento de 4.51 - 5 bls/D/rpm y levantamiento nominal entre 6001-11000 ft. FAT BOY
44	Bomba PCP con desplazamiento de 5.01 - 5.5 bls/D/rpm y levantamiento nominal hasta 6000 ft.
45	Bomba PCP con desplazamiento de 5.51 - 6.0 bls/D/rpm y levantamiento nominal hasta 6000 ft.
46	Bomba PCP con desplazamiento de 5.51 - 6.0 bls/D/rpm y levantamiento nominal entre 6001-11000
47	Bomba PCP con desplazamiento de 6.01 - 7 bls/D/rpm y levantamiento nominal hasta 6000 ft.
48	Bomba PCP con desplazamiento de 7.01 - 8 bls/D/rpm y levantamiento nominal hasta 4500 ft.
49	Bomba PCP con desplazamiento de 7.01 - 8 bls/D/rpm y levantamiento nominal entre 4501 ft -6000 ft.
50	Bomba PCP con desplazamiento de 8.01 - 9 bls/D/rpm y levantamiento nominal hasta 6000 ft.
51	Bomba PCP con desplazamiento de 9.01 - 10 bls/D/rpm y levantamiento nominal hasta 6000 ft.
52	Bomba PCP con desplazamiento de 10.01 - 11 bls/D/rpm y levantamiento nominal hasta 6000 ft.
53	Bomba PCP con desplazamiento de 11.01 - 13 bls/D/rpm y levantamiento nominal hasta 6000 ft.
54	Bomba PCP con desplazamiento de 15.01 - 20 bls/D/rpm y levantamiento nominal hasta 3000 ft.

EQUIPO DE FONDO BM

ITEM	DESCRIPCIÓN GENERAL
1	20225THO203CSBOMBA DE PROFUNDIDAD (OVERSIZE) ARMADA CON BARRIL ACERO CROMADO INTERIOR PISTÓN METALIZADO LISO, FITTING EN ACERO, VÁLVULAS ASIENTO CARBURO TUNGSTENO Y BOLA DE CARBURO TITANIO JAULAS DE ACERO CON GUÍAS STELLITE (DOBLE MÓVIL Y SIMPLE FIJA)
2	25150RHBC2431EO BOMBA DE PROFUNDIDAD ARMADA CON BARRIL LATÓN CROMADO INTERIOR PISTÓN METALIZADO LISO, FITTING EN LATÓN, VÁLVULAS ASIENTO CARBURO TUNGSTENO Y BOLA DE NITRURO DE SILICIO, JAULAS DE LATÓN / ACERO INOXIDABLE CON GUÍAS POSTIZAS
3	25150RHBCP20322EU BOMBA DE PROFUNDIDAD TIPO HOLLOW ARMADA CON BARRIL LATÓN CROMADO INTERIOR PISTÓN METALIZADO LISO CON PINES DE MONEL, FITTING EN LATÓN / ACERO INOXIDABLE, VÁLVULAS ASIENTO CARBURO TUNGSTENO Y BOLA DE CARBURO TITANIO, JAULAS DE LATÓN / ACERO INOXIDABLE CON GUÍAS POSTIZAS
4	25150RHBCP20522EU BOMBA DE PROFUNDIDAD TIPO HOLLOW ARMADA CON BARRIL LATÓN CROMADO INTERIOR PISTÓN METALIZADO LISO CON PINES DE MONEL, FITTING EN LATÓN / ACERO INOXIDABLE, VÁLVULAS ASIENTO CARBURO TUNGSTENO Y BOLA DE CARBURO TITANIO, JAULAS DE LATÓN / ACERO INOXIDABLE CON GUÍAS POSTIZAS
5	25175RHAC20355FY BOMBA DE PROFUNDIDAD ARMADA CON BARRIL ACERO CROMADO INTERIOR PISTÓN

	METALIZADO LISO DE 3' CON EXTENSIÓN ANILLADA DE 10 ANILLOS POLYQUETONE, VÁLVULAS ASIENTO CARBURO TUNGSTENO Y BOLA DE NITRURO DE SILICIO, DOBLE JUEGO JAULAS DE ACERO CON GUÍAS POSTIZAS, INCLUYE VÁLVULA ANTIBLOQUEO DE GAS SUPERIOR
6	25150RHBCP20523EU BOMBA DE PROFUNDIDAD TIPO HOLLOW ARMADA CON BARRIL LATÓN CROMADO INTERIOR PISTÓN METALIZADO LISO CON PINES DE MONEL, FITTING EN LATÓN / ACERO INOXIDABLE, VÁLVULAS ASIENTO CARBURO TUNGSTENO Y BOLA DE CARBURO TITANIO, JAULAS DE LATÓN / ACERO INOXIDABLE CON GUÍAS POSTIZAS
7	25175RHBC2431EO BOMBA DE PROFUNDIDAD ARMADA CON BARRIL LATÓN CROMADO INTERIOR PISTÓN METALIZADO LISO, FITTING EN LATÓN, VÁLVULAS ASIENTO CARBURO TUNGSTENO Y BOLA DE NITRURO DE SILICIO, JAULAS DE LATÓN / ACERO INOXIDABLE CON GUÍAS POSTIZAS
8	25200RWAC163CH BOMBA DE PROFUNDIDAD ARMADA CON BARRIL PARDED DELGADA ACERO CROMADO INTERIOR PISTÓN METALIZADO LISO, FITTING EN ACERO, VÁLVULAS ASIENTO EN CARBURO TUNGSTENO Y BOLA EN CARBURO TITANIO, JAULAS DE ACERO CON GUÍAS POSTIZAS
9	25200RWAC203AK BOMBA DE PROFUNDIDAD ARMADA CON BARRIL PARDED DELGADA ACERO CROMADO INTERIOR PISTÓN METALIZADO LISO, FITTING EN ACERO, VÁLVULAS ASIENTO EN CARBURO TUNGSTENO Y BOLA EN CARBURO TITANIO, JAULAS DE ACERO CON GUÍAS POSTIZAS
10	25200RXBC244CK BOMBA DE PROFUNDIDAD ARMADA CON BARRIL PARDED SEMI GRUESA ACERO CROMADO INTERIOR PISTÓN METALIZADO LISO, FITTING EN ACERO, VÁLVULAS ASIENTO Y BOLA EN CARBURO TUNGSTENO, JAULAS DE ACERO CON GUÍAS POSTIZAS
11	25200RXBC244GA BOMBA DE PROFUNDIDAD ARMADA CON BARRIL PARDED SEMI GRUESA ACERO CROMADO INTERIOR PISTÓN METALIZADO LISO, FITTING EN ACERO, VÁLVULAS ASIENTO Y BOLA EN NITRURO DE SILICIO, DOBLE JUEGO DE JAULAS DE ACERO CON GUÍAS POSTIZAS, INCLUYE VÁLVULA ANTIBLOQUEO DE GAS SUPERIOR
12	25225THC2432ET BOMBA DE PROFUNDIDAD ARMADA CON BARRIL LATÓN CROMADO INTERIOR PISTÓN METALIZADO LISO CON PIENS E INTERIOR NIQUELADOS, FITTING EN LATÓN / ACERO IOXIDABLE, VÁLVULAS ASIENTO CARBURO TUNGSTENO Y BOLA DE NITRURO DE SILICIO, JAULAS DE LATÓN / ACERO INOXIDABLE CON GUÍAS POSTIZAS ANCLAJE A COPAS
13	25225THCP20522EV BOMBA DE PROFUNDIDAD TUBING PUMP TIPO HOLLOW ARMADA CON BARRIL LATÓN CROMADO INTERIOR PISTÓN METALIZADO LISO CON PINES DE MONEL, FITTING EN LATÓN / ACERO INOXIDABLE, VÁLVULAS ASIENTO CARBURO TUNGSTENO Y BOLA DE CARBURO TITANIO, JAULAS DE LATÓN / ACERO INOXIDABLE CON GUÍAS POSTIZAS
14	25225THCP22522EV BOMBA DE PROFUNDIDAD TUBING PUMP TIPO HOLLOW ARMADA CON BARRIL LATÓN CROMADO INTERIOR PISTÓN METALIZADO LISO CON PINES DE MONEL, FITTING EN LATÓN / ACERO INOXIDABLE, VÁLVULAS ASIENTO CARBURO TUNGSTENO Y BOLA DE CARBURO TITANIO, JAULAS DE LATÓN / ACERO INOXIDABLE CON GUÍAS POSTIZAS
15	25225THM1622EQ BOMBA DE PROFUNDIDAD ARMADA CON BARRIL LATÓN CROMADO INTERIOR PISTÓN METALIZADO LISO CON PIENS E INTERIOR NIQUELADOS, FITTING EN LATÓN / ACERO IOXIDABLE, VÁLVULAS ASIENTO CARBURO TUNGSTENO Y BOLA DE NITRURO DE SILICIO, JAULAS DE LATÓN / ACERO INOXIDABLE CON GUÍAS POSTIZAS ANCLAJE MECÁNICO
16	30175RHBCP20522EU

	BOMBA DE PROFUNDIDAD TIPO HOLLOW ARMADA CON BARRIL LATÓN CROMADO INTERIOR PISTÓN METALIZADO LISO CON PINES DE MONEL, FITTING EN LATÓN / ACERO INOXIDABLE, VÁLVULAS ASIENTO CARBURO TUNGSTENO Y BOLA DE CARBURO TITANIO, JAULAS DE LATÓN / ACERO INOXIDABLE CON GUÍAS POSTIZAS
17	30200RXBC243EP BOMBA DE PROFUNDIDAD ARMADA CON BARRIL PARDED SEMI GRUESA ACERO CROMADO INTERIOR PISTÓN METALIZADO LISO CON PINES E INTERIOR NIQUELADO, FITTING EN LATÓN / ACERO INOXIDABLE, VÁLVULAS ASIENTO CARBURO TUNGSTENO Y BOLA EN NITRURO DE SILICIO, JAULAS DE LATÓN / ACERO INOXIDABLE CON GUÍAS POSTIZAS
18	30225RHAC20322DH BOMBA DE PROFUNDIDAD ARMADA CON BARRIL LATÓN CROMADO INTERIOR PISTÓN METALIZADO LISO, FITTING EN LATÓN, VÁLVULAS ASIENTO CARBURO TUNGSTENO Y BOLA DE NITRURO DE SILICIO, JAULAS DE LATÓN CON GUÍAS POSTIZAS
19	30225RHBCP22522EU BOMBA DE PROFUNDIDAD TIPO HOLLOW ARMADA CON BARRIL LATÓN CROMADO INTERIOR PISTÓN METALIZADO LISO CON PINES DE MONEL, FITTING EN LATÓN / ACERO INOXIDABLE, VÁLVULAS ASIENTO CARBURO TUNGSTENO Y BOLA DE CARBURO TITANIO, JAULAS DE LATÓN / ACERO INOXIDABLE CON GUÍAS POSTIZAS
20	30250RXBC243DI BOMBA DE PROFUNDIDAD ARMADA CON BARRIL LATÓN CROMADO INTERIOR PISTÓN METALIZADO LISO, FITTING EN LATÓN / ACERO INOXIDABLE, VÁLVULAS ASIENTO CARBURO TUNGSTENO Y BOLA DE NITRURO DE SILICIO CALIFORNIA, JAULAS DE LATÓN / ACERO INOXIDABLE CON GUÍAS POSTIZAS
21	30250RXBC244CK BOMBA DE PROFUNDIDAD ARMADA CON BARRIL PARDED SEMI GRUESA ACERO CROMADO INTERIOR PISTÓN METALIZADO LISO, FITTING EN ACERO, VÁLVULAS ASIENTO Y BOLA EN CARBURO TUNGSTENO, JAULAS DE ACERO CON GUÍAS POSTIZAS
22	30250TH2432ER BOMBA DE PROFUNDIDAD ARMADA CON BARRIL LATÓN CROMADO INTERIOR PISTÓN METALIZADO LISO CON PINES E INTERIOR NIQUELADOS, FITTING EN LATÓN / ACERO INOXIDABLE, VÁLVULAS ASIENTO CARBURO TUNGSTENO Y BOLA DE NITRURO DE SILICIO, JAULAS DE LATÓN / ACERO INOXIDABLE CON GUÍAS POSTIZAS VÁLVULA DE PIE FIJA NO RECUPERABLE
23	30275THC20322DJ BOMBA DE PROFUNDIDAD ARMADA CON BARRIL LATÓN CROMADO INTERIOR PISTÓN METALIZADO LISO, FITTING EN LATÓN / ACERO INOXIDABLE, VÁLVULAS ASIENTO CARBURO TUNGSTENO Y BOLA DE NITRURO DE SILICIO, JAULAS DE LATÓN / ACERO INOXIDABLE CON GUÍAS POSTIZAS
24	40325THM2432ES BOMBA DE PROFUNDIDAD ARMADA CON BARRIL LATÓN CROMADO INTERIOR PISTÓN METALIZADO LISO NIQUELADO INTERIOR DE 3' FIT 0,006", FITTING EN ACERO, VÁLVULAS ASIENTO CARBURO TUNGSTENO Y BOLA DE CARBURO TITANIO JAULAS DE ACERO INOXIDABLE CON GUÍAS POSTIZAS
25	40325THM2442CJ BOMBA DE PROFUNDIDAD ARMADA CON BARRIL ACERO CROMADO INTERIOR PISTÓN METALIZADO LISO, FITTING EN ACERO, VÁLVULAS ASIENTO CARBURO TUNGSTENO Y BOLA DE CARBURO TITANIO JAULAS DE ACERO CON GUÍAS POSTIZAS

Apéndice B. Listado maestro de partes en bombeo mecánico

BARRILES	PISTONES	PISTONES
B11-125-16ACI	P21-106-3ML3	P21-200-4MLN4
B11-125-20ACI	P21-106-4ML4	P21-200-4MLN6
B11-125-24ACI	P21-125-3ML3	P21-225-4MLN4
B11-150-16ACI	P21-125-3ML4	P21-225-4MLN6
B11-150-20ACI	P21-125-3ML5	P21-250-4MLN4
B11-150-24ACI	P21-125-3ML6	P21-250-4MLN6
B11-200-16ACI	P21-125-3ML8	P21-275-4MLN4
B11-200-20ACI	P21-125-4ML3	P21-275-4MLN6
B11-200-20ACI4	P21-125-4ML4	P21-325-4MLN4
B11-200-24ACI	P21-125-4ML5	P21-325-4MLN6
B11-200-24ACI4	P21-125-4ML6	P22-225-3MA3
B11-250-16ACI	P21-125-4ML8	P22-225-3MA4
B11-250-20ACI	P21-125-5ML3	P22-225-3MA6
B11-250-24ACI4	P21-125-5ML4	P22-225-4MA3
B12-106-20ACI	P21-125-5ML5	P22-225-4MA4
B12-125-10ACI	P21-125-5ML6	P22-225-4MA6
B12-125-12ACI	P21-125-5ML8	P22-225-5MA3
B12-125-16ACI	P21-125-6ML3	P22-225-5MA4
B12-125-20ACI	P21-125-6ML4	P22-225-5MA6
B12-125-20ACI4	P21-125-6ML5	P22-275-3MA3
B12-125-24ACI	P21-125-6ML6	P22-275-3MA4
B12-150-16ACI	P21-150-3ML3	P22-275-3MA6
B12-150-20ACI	P21-150-3ML4	P22-275-4MA3
B12-150-20ACI4	P21-150-3ML5	P22-275-4MA4
B12-150-24ACI	P21-150-3ML6	P22-275-4MA6
B12-175-12ACI	P21-150-3ML8	P22-275-5MA3
B12-175-16ACI	P21-150-4ML3	P22-275-5MA4
B12-175-20ACI	P21-150-4ML4	P22-275-5MA6
B12-175-20ACI3	P21-150-4ML5	P22-325-3MA3
B12-175-24ACI	P21-150-4ML6	P22-325-3MA4
B12-225-16ACI	P21-150-4ML8	P22-325-3MA6
B12-225-20ACI	P21-150-5ML3	P22-325-4MA3
B12-225-20ACI3	P21-150-5ML4	P22-325-4MA4
B12-225-24ACI	P21-150-5ML5	P22-325-4MA6
B12-225-24ACI4	P21-150-5ML6	P22-125-4MIN3
B13-175-11ACI	P21-150-5ML8	P22-125-4MIN4
B13-175-15ACI	P21-150-6ML3	P22-125-4MIN6
B13-175-16ACI	P21-150-6ML4	P22-150-4MIN3
B13-175-20ACI	P21-150-6ML5	P22-150-4MIN4
B13-175-24ACI	P21-150-6ML6	P22-150-4MIN6
B13-225-11ACI	P21-175-3ML3	P22-175-4MIN3
B13-225-16ACI	P21-175-3ML4	P22-175-4MIN4
B13-225-20ACI	P21-175-3ML5	P22-175-4MIN6
B13-225-24ACI	P21-175-3ML6	P22-200-4MIN3
B13-250-24ACI	P21-175-3ML8	P22-200-4MIN4
B13-275-11ACI	P21-175-4ML3	P22-200-4MIN6
B13-275-16ACI	P21-175-4ML4	P22-225-4MIN3
B13-275-20ACI	P21-175-4ML5	P22-225-4MIN4
B13-275-24ACI	P21-175-4ML6	P22-225-4MIN6
B13-275-24ACI4	P21-175-4ML8	P22-250-4MIN3
B13-275-24ACIB	P21-175-5ML3	P22-250-4MIN4
B13-325-20ACI	P21-175-5ML4	P22-250-4MIN6

B13-325-20ACIB	P21-175-5ML5	P22-275-4MIN3
B13-325-24ACI	P21-175-5ML6	P22-275-4MIN4
B13-325-24ACI4	P21-175-5ML8	P22-275-4MIN6
B13-325-24ACIB	P21-175-6ML3	P22-325-4MIN3
B19-200-20ACI	P21-175-6ML4	P22-325-4MIN4
B19-200-24ACI	P21-175-6ML5	P22-325-4MIN6
B19-200-24ACI3	P21-175-6ML6	P23-175-2ML3
B19-250-20ACI	P21-200-3ML3	P23-175-2ML5
B19-250-24ACI	P21-200-3ML4	P23-175-2ML8
B19-125-24ACI4	P21-200-3ML5	P23-175-3ML3
B19-150-24ACI	P21-200-3ML6	P23-175-3ML5
B19-150-24ACI4	P21-200-3ML8	P23-175-3ML8
B19-175-24ACI	P21-200-4ML3	P23-175-4ML3
B19-175-24ACI4	P21-200-4ML4	P23-175-4ML5
B19-225-24ACI	P21-200-4ML5	P23-175-4ML8
B19-225-24ACI4	P21-200-4ML6	P23-225-2ML3
B11-150-20LAC	P21-200-4ML8	P23-225-2ML5
B11-150-24LAC	P21-200-5ML3	P23-225-2ML8
B11-200-20LAC	P21-200-5ML4	P23-225-3ML3
B11-200-20LAC4	P21-200-5ML5	P23-225-3ML5
B11-200-24LAC	P21-200-5ML6	P23-225-3ML8
B12-125-20LAC	P21-200-5ML8	P23-225-4ML3
B12-125-20LAC4	P21-200-6ML3	P23-225-4ML5
B12-125-24LAC	P21-200-6ML4	P23-225-4ML8
B12-150-20LAC	P21-200-6ML5	P23-275-2ML3
B12-150-20LAC4	P21-200-6ML6	P23-275-2ML5
B12-150-24LAC	P21-225-3ML3	P23-275-2ML8
B12-175-20LAC	P21-225-3ML4	P23-275-3ML3
B12-175-20LAC3	P21-225-3ML5	P23-275-3ML5
B12-175-24LAC	P21-225-3ML6	P23-275-3ML8
B12-225-20LAC	P21-225-3ML8	P23-275-4ML3
B12-225-20LAC3	P21-225-4ML3	P23-275-4ML5
B12-225-24LAC	P21-225-4ML4	P23-275-4ML8
B12-225-24LAC4	P21-225-4ML5	P23-325-2ML3
B13-175-15LAC	P21-225-4ML6	P23-325-2ML5
B13-175-20LAC	P21-225-4ML8	P23-325-2ML8
B13-175-24LAC	P21-225-5ML3	P23-325-3ML3
B13-225-20LAC	P21-225-5ML4	P23-325-3ML5
B13-225-24LAC	P21-225-5ML5	P23-325-3ML6
B13-250-24LAC	P21-225-5ML6	P23-325-3ML8
B13-275-20LAC	P21-225-5ML8	P23-325-4ML3
B13-275-24LAC	P21-225-6ML3	P23-325-4ML5
B13-275-24LAC4	P21-225-6ML4	P23-325-4ML8
B13-275-24LACB	P21-225-6ML5	P24-125-10RB
B13-325-20LAC	P21-225-6ML6	P24-125-20RB
B13-325-20LACB	P21-250-2ML5	P24-125-40RB
B13-325-24LAC	P21-250-3ML3	P24-125-60RB
B13-325-24LAC4	P21-250-3ML4	P24-150-10RB
B13-325-24LACB	P21-250-3ML5	P24-150-20RB
B19-200-24LAC	P21-250-3ML6	P24-150-40RB
B19-200-24LAC3	P21-250-3ML8	P24-150-60RB
B19-250-24LAC	P21-250-4ML3	P24-175-10RB
VÁLVULAS	P21-250-4ML4	P24-175-20RB
V11-106C	P21-250-4ML5	P24-175-40RB
V11-125C	P21-250-4ML6	P24-175-60RB
V11-150C	P21-250-4ML8	P24-200-10RB

V11-175C	P21-250-5ML3	P24-200-20RB
V11-200C	P21-250-5ML4	P24-200-40RB
V11-225C	P21-250-5ML5	P24-200-60RB
V11-250C	P21-250-5ML6	P24-225-10RB
V11-325C	P21-250-5ML8	P24-225-20RB
V11-125CC	P21-250-6ML3	P24-225-40RB
V11-150CC	P21-250-6ML4	P24-225-60RB
V11-175CC	P21-250-6ML5	P24-250-10RB
V11-200CC	P21-250-6ML6	P24-250-20RB
V11-225CC	P21-275-3ML3	P24-250-40RB
V11-250CC	P21-275-3ML4	P24-250-60RB
V11-325CC	P21-275-3ML5	P24-275-10RB
V11-125CN	P21-275-3ML6	P24-275-20RB
V11-150CN	P21-275-3ML8	P24-275-40RB
V11-175CN	P21-275-4ML3	P24-275-60RB
V11-200CN	P21-275-4ML4	P24-325-10RB
V11-225CN	P21-275-4ML5	P24-325-20RB
V11-250CN	P21-275-4ML6	P24-325-40RB
V11-325CN	P21-275-4ML8	P24-325-60RB
V11-125CNC	P21-275-5ML3	P24-125-10C
V11-150CNC	P21-275-5ML4	P24-125-40C
V11-175CNC	P21-275-5ML5	P24-125-60C
V11-200CNC	P21-275-5ML6	P24-150-10C
V11-225CNC	P21-275-5ML8	P24-150-40C
V11-250CNC	P21-275-6ML3	P24-150-60C
V11-325CNC	P21-275-6ML4	P24-175-10C
V11-106CT	P21-275-6ML5	P24-175-40C
V11-125CT	P21-275-6ML6	P24-175-60C
V11-150CT	P21-325-3ML3	P24-200-10C
V11-175CT	P21-325-3ML4	P24-200-40C
V11-200CT	P21-325-3ML5	P24-200-60C
V11-225CT	P21-325-3ML6	P24-225-10C
V11-250CT	P21-325-3ML8	P24-225-40C
V11-325CT	P21-325-4ML3	P24-225-60C
V11-125CTC	P21-325-4ML4	P24-250-10C
V11-150CTC	P21-325-4ML5	P24-250-40C
V11-175CTC	P21-325-4ML6	P24-250-60C
V11-200CTC	P21-325-4ML8	P24-275-10C
V11-225CTC	P21-150-4MLN4	P24-275-40C
V11-250CTC	P21-150-4MLN6	P24-275-60C
V11-325CTC	P21-175-4MLN4	P24-325-10C
V11-225CIC	P21-175-4MLN6	P24-325-40C
PISTONES	CAJAS	CAJAS
APB125C	C13-250ESSTP	C14-25HDC
APB125D	C13-250ESSTPC	C14-30HDC
APB150C	C13-275SSTP	C14-30CGD
APB150D	C13-275SSTPC	C15-175HD
APB175C	C13-325SSTP	C15-225HD
APB175D	C13-325SSTPC	C15-275HD
APB200C	C13-125SSTPD	C15-325HD
APB200D	C13-150SSTPD	C15-175HDC
APB225C	C13-150SSTPDC	C15-225HDC
APB225D	C13-175SSTPD	C15-225GD
APB250C	C13-175SSTPDC	C15-275HDC
APB250D	C13-200SSTPD	C15-325HDC
APB275C	C13-200SSTPDC	C16-175HD

APB275D	C13-225SSTPD	C16-225HD
APB325C	C13-225SSTPDC	C16-275HD
APB325D	C13-250ESSTPDC	C16-325HD
P26-125	C13-275SSTPD	C16-175HDC
P26-150	C13-275SSTPDC	C16-225HDC
P26-175	C13-325SSTPD	C16-275HDC
P26-200	C13-325SSTPDC	C16-325HDC
P26-225	C14-20SSSTP	FITTINGS
P26-250	C14-20-125SSSTP	B21-20HD
P26-275	C14-20-125SSSTPC	B21-25HD
P26-325	C14-20APBSST	B21-30HD
LPS125-3	C14-20APBSSTC	B21-20SST
LPS150-3	C14-25SSSTP	B21-25SST
LPS175-3	C14-25SSSTPC	B21-30SST
LPS200-3	C14-25APB125SST	B21-20MHD
LPS225-3	C14-25APB125SSTC	B21-20P78MHD
LPS250-3	C14-25APB150SST	B21-25MHD
LPS275-3	C14-25APB150SSTC	B21-25P78MHD
LPS325-3	C14-25APB175SST	B21-30MHD
LPS125-5	C14-25APB175SSTC	B21-30P78MHD
LPS150-5	C14-30SSSTP	B21-20MSST
LPS175-5	C14-30SSSTPC	B21-25MSST
LPS200-5	C14-30APB175SST	B21-30MSST
LPS225-5	C14-30APB175SSTC	B22-20HD
LPS250-5	C15-175SSSTP	B22-25HD
LPS275-5	C15-175SSSTPC	B22-30HD
LPS325-5	C15-225SSSTP	B22-278HD
P22-175-4S3C12M	C15-225SSSTPC	B22-25SST
P22-200-4S3C12M	C15-275SSSTP	B22-30SST
P22-225-4S3C12M	C15-275SSSTPC	C21-20HD
P22-250-4S3C12M	C15-325SSSTP	C21-25HD
P22-175-4S3C11P78	C15-325SSSTPC	C21-30HD
P22-225-4S3C11P78	C16-175SSSTP	C21-20SST
P22-250-4S3C11P78	C16-175SSSTPC	C21-25SST
P22-275-4S3C11P78	C16-225SSSTP	C21-30SST
VASTAGOS Y ACCESORIOS	C16-225SSSTPC	C31-106-6
PRC114-16-30	C16-275SSSTP	C31-125-6
PRC114-20-30	C16-275SSSTPC	C31-125-12
PRC114-24-30	C16-325SSSTP	C31-125-24
PRC112-16-30	C16-325SSSTPC	C31-125-36
PRC112-20-30	C13-125H1	C31-150-3
PRC112-24-30	C13-150H1	C31-150-6
PRC112-26-30	C13-150H1C	C31-150-12
PRP114-16	C13-175H1	C31-150-24
PRP114-20	C13-175H1C	C31-150-36
PRP114-24	C13-200H1	C31-150-48
PRP112-16	C13-200H1C	C31-175-3
PRP112-20	C13-225H1	C31-175-6
PRP112-24	C13-225H1C	C31-175-12
CVB112SHT	C13-250HM1C	C31-175-24
CVB112FST	C13-250H1	C31-175-36
CVB114SHT	C13-250H1C	C31-225-3
CVB114FST	C13-325H1	C31-225-6
SVB112-100	C13-325H1C	C31-225-12
SVB112-200	C13-125A2	C31-225-24
SVB112-300	C13-150A2	C31-225-36

SVB112-400	C13-175A2	C31-125-6NQ
SVB114-100	C13-200A2	C31-150-6NQ
SVB114-200	C13-225A2	C31-150-12NQ
SVB114-300	C13-250A2	C31-150-24NQ
SVB114-400	C13-325A2	C31-150-36NQ
CAJAS	C13-125A3	C31-175-6NQ
C13-125AP	C13-150A3	C31-175-12NQ
C13-150AP	C13-175A3	C31-175-36NQ
C13-150APC	C13-200A3	C31-225-6NQ
C13-175AP	C13-225A3	C31-225-12NQ
C13-175APC	C13-250E3	C31-225-24NQ
C13-200AP	C13-275A3	C31-225-36NQ
C13-200APC	C13-325A3	C32-150HD
C13-225AP	C13-125A4	C32-175HD
C13-225APC	C13-150A4	C32-200HD
C13-250EHTPC	C13-175A4	C32-225HD
C13-275AP	C13-200A4	C33-150-20HD
C13-275APC	C13-225A4	C33-175HD
C13-325HTP	C13-250E4	C33-200HD
C13-325HTPC	C13-275A4	C33-225HD
C13-125APD	C13-325A4	C32-150THD
C13-150APD	C15-175A4	C32-175THD
C13-150APDC	C15-225A4	C32-200THD
C13-175APD	C15-275A4	C33-150T
C13-175APDC	C15-325A4	C33-150TM
C13-200APD	C16-175A4	C33-175T
C13-200APDC	C16-225A4	C33-175TM
C13-225APD	C16-275A4	C33-200TM
C13-225APDC	C16-325A4	C34-20
C13-250EPDC	C14-20A4	C34-25
C13-275APD	C14-20-125A4	C34-30
C13-275APDC	C14-20A4B	C34-40
C13-325APD	C14-25A4HD	C35-20
C13-325APDC	C14-25A4B125	C35-25
C14-20AP	C14-25A4B150	C35-30
C14-20-125AP	C14-25A4B175	C35-35
C14-20-125APC	C14-30A4	C35-25M1
C14-20APB	C14-30A4B	C35-30M1
C14-20APBC	C14-30A4B175	C35-25M
C14-25AP	C13-125SST3	C35-25M2
C14-25APC	C13-150SST3	C35-30M
C14-25APB125	C13-175SST3	G11-20HD
C14-25APB150	C13-200SST3	G11-25HD
C14-25APB150C	C13-225SST3	G11-30HD
C14-25APB175	C13-250ESST3	G11-30-78HD
C14-25APB175C	C13-275SST3	G11-20SST
C14-25CP	C13-325SST3	G11-25SST
C14-25MPC2	C13-125SST4	G11-30SST
C14-30AP	C13-125SST4D	G11-25NQ
C14-30CP	C13-150SST4	G11-30NQ
C14-30APC	C13-150SST4D	G11-150THD
C14-30APB175	C13-175SST4	G11-150MTHD
C14-30APB175C	C13-175SST4D	G11-175THD
C14-277HTPC	C13-200SST4	G11-175MTHD
C14-278HTPC	C13-200SST4D	N21-20-24
C14-325HTPC	C13-225SST4	N21-20-36

C15-175AP	C13-225SST4D	N21-25-24
C15-175APC	C13-250ESST4	N21-25-36
C15-225AP	C13-250ESST4D	N21-30-24
C15-225APC	C13-275SST4	N21-30-36
C15-275AP	C13-275SST4D	N21-30-60
C15-275APC	C13-325SST4	N21-40-24
C15-325AP	C13-325SST4D	N21-40-60
C15-325APC	C14-20-125SST4	N22-20-24
C16-175AP	C14-20A4BSST	N22-25-24
C16-175APC	C14-20SST4	N22-30-24
C16-225AP	C14-25A4B125SST	P11-175HD
C16-225APC	C14-25A4B150SST	P11-200HD
C16-275AP	C14-25A4B175SST	P12-106HD
C16-275APC	C14-25SST4	P12-125HD
C16-325AP	C14-30A4B175SST	P12-150HD
C16-325APC	C14-30A4BSST	P12-175HD
C13-125SSTP	C14-30SST4	P12-200HD
C13-150SSTP	C15-175SST4	P12-225HD
C13-150SSTPC	C15-225SST4	P12-250HD
C13-175SSTP	C15-275SST4	P12-275HD
C13-175SSTPC	C15-325SST4	P12-125SST
C13-200SSTP	C16-175SST4	P12-150SST
C13-200SSTPC	C16-225SST4	P12-175SST
C13-225SSTP	C16-275SST4	P12-200SST
C13-225SSTPC	C16-325SST4	P12-225SST
C11-20P78HD	C12-150-25CSST	P12-250SST
C11-20CP78HD	C12-175SST	P12-275SST
C11-25HD	C12-175CSST	P12-125E
C11-25P78HD	C12-200SST	P12-150E
C11-25CP78HD	C12-200CSST	P12-175E
C11-30P78HD	C12-225SST	P12-200E
C11-30CP78HD	C12-225CSST	P12-225E
C11-30CP78MHD	C12-250SST	P12-250E
C11-30HD	C12-250CSST	P12-275E
C11-325P78HD	C12-150-25MSST	P12-225CEHD
C11-325CP78HD	C12-150-25CMSST	P12-250CEHD
C11-175MHD	C12-175MSST	P12-275CEHD
C11-225P78M	C12-175CMSST	P12-325CEHD
C11-275MHD	C12-200MSST	APC16-225
C11-325M	C12-200CMSST	P31-175THD
C12-106HD	C12-225MSST	P31-225THD
C12-106CHD	C12-225CMSST	P31-225TSST
C12-125HD	C12-250MSST	P31-275THD
C12-125CHD	C12-250CMSST	P31-275TSST
C12-150-20HD	C13-106HD	P31-325THD
C12-150-20CHD	C13-125HD	P31-225J
C12-150-25HD	C13-150HD	P31-225JM
C12-150-25CHD	C13-175HD	P31-225JH
C12-175HD	C13-200HD	P31-275J
C12-175CHD	C13-225HD	P31-275JH
C12-200HD	C13-250HD	P31-275JM
C12-200CHD	C13-275HD	R11-20P
C12-225HD	C13-325HD	R11-25P
C12-225CHD	C13-106HDC	R11-30P
C12-250HD	C13-125HDC	R11-25SSP
C12-250CHD	C13-150HDC	R11-30SSP

C12-150-25M	C13-175HDC	R11-25PC
C12-150-25CM	C13-200HDC	R11-30PC
C12-175M	C13-225HDC	R11-20-240
C12-175CM	C13-225GD	R11-20-266
C12-200M	C13-250HDC	R11-25-199
C12-200CM	C13-275HDC	R11-25-211
C12-225M	C13-325HDC	R11-25-240
C12-225CM	C13-106DHD	R11-25-266
C12-250M	C13-125DHD	R11-25-280
C12-250CM	C13-150DHD	R11-25-280SS
C11-20P78SST	C13-175DHD	R11-30-240
C11-20CP78SST	C13-200DHD	R11-30-266
C11-25P78SST	C13-225DHD	R11-30-280SS
C11-25CP78SST	C13-250DHD	S11-20HD
C11-30P78SST	C13-275DHD	S11-25HD
C11-30CP78SST	C13-325DHD	S11-30HD
C11-325P78SST	C13-106DHDC	S11-20SST
C11-325CP78SST	C13-125DHDC	S11-25SST
C11-175MSST	C13-150DHDC	S11-30SST
C11-225MSST	C13-175DHDC	S11-25THD
C11-275MSST	C13-200DHDC	S17-20HD
C11-325MSST	C13-225DHDC	S17-25HD
C12-106SST	C13-250DHDC	S17-30HD
C12-106CSST	C13-275DHDC	S17-20SST
C12-125SST	C13-325DHDC	S17-25SST
C12-125CSST	C14-20HD	S17-30SST
C12-150-20SST	C14-25HD	S12-20
C12-150-20CSST	C14-30HD	S12-25
C12-150-25SST	C14-20HDC	S12-30

Apéndice C. Evaluación de desempeño 2017-Q3

Memorando

Bogotá D.C., 114 de marzo de 2018

PARA: XXXXXXXXXXXXXXXX, Administradora Contrato X

DE: LAURA LABRADOR , Interventora Contrato X

ASUNTO: Evaluación trimestral de desempeño técnico del contrato 5219682 para el periodo comprendido entre el 1 de Enero y el 31 de Marzo de 2017.

Según la guía GAB-P-013 PROCEDIMIENTO DE DESEMPEÑO DE PREVEEDORES
Versión: 1 numeral 4.1.a Evaluación de Desempeño a proveedor, Criterio Cumplimiento de Especificaciones Técnicas

Criterio Cumplimiento de Especificaciones Técnicas

	PUNTAJE
Se asignará el puntaje máximo si el Contrato se ejecutó sin No Conformidades.	
Si el Contrato se ejecutó con No Conformidades, el puntaje máximo se multiplicará por un porcentaje. La fórmula de cálculo del porcentaje será la siguiente:	20
$\% = \frac{\text{No. de Entregables recibidos} - \text{No. Entregables recibidos con No conformidad}}{\text{No. Entregables recibidos}} \times 100$	
SUBTOTAL	20

Para la calificación de los aspectos técnicos es importante tener en cuenta las siguientes definiciones:

Entregables No Conformes: se refiere a la sumatoria de las propuestas rechazadas y declinadas.

Propuestas Rechazadas: Son aquellas propuestas no admitidas por diseño, marca o porque son enviadas incompletas.

Propuestas Declinadas: Son aquellas solicitudes donde el proveedor no presenta propuesta y el ítem se encuentra pactado en el contrato.

Se establece así la calificación para el periodo comprendido entre el 1 de Enero y el 31 de Marzo de 2017

Detalle de Entregables Recibidos No Conformidad Evaluación (1 de Enero y el 31 de Marzo de 2017)

Puntaje 20 puntos de 20

MES	Solicitudes registradas	Asignadas	Oportunidad / Costos	Diseño	Marcas	DECLINADAS	RECIBIDOS	%	PUNTAJE
ENERO	18	14	0	0	0	0	14		
FEBERERO	18	12	0	0	0	0	12		
MARZO	20	10	1	0	0	0	11		
Total	56	36	1	0	0	0	37	100	20,00

Agradezco el trámite requerido para la notificación al proveedor.

Atentamente,

Laura Soraya Labrador Jiménez

Interventora del contrato X

C.c.: Expediente el contrato