

Generación de cambios en el contexto operacional y de mantenimiento del sistema de bombeo en Estaciones de Flujo de Oil & Gas en Unidades de Producción haciendo uso de mejores prácticas

PhD. José Luis Perdomo Ramirez
Zibatá, El Marqués, Querétaro. México.

E-mail: jose.perdomo@twpl.com – itsce.jose.perdomo@gmail.com
Latinoamérica.

Resumen

En las empresas es muy difícil lograr que el personal de las áreas de operación, procesos y mantenimiento, se reúnan para revisar y actualizar los contextos operacionales, lo que implica una oportunidad de mejora. Pero más difícil es que lo hagan, con la visión integral del negocio (combinando lo técnico y financiero) para mejorar la toma de decisiones y el desempeño total, donde consideren diferentes factores y el valor que los activos aportan a lo largo del ciclo de vida de estos.

Objetivo

Demostrar cómo se pueden obtener beneficios en el negocio, haciendo uso de mejores prácticas para planear de forma eficiente, realizando la revisión y cambios en el contexto operacional y de mantenimiento (O&M) del sistema de bombeo en Estaciones de Flujo (EF) de “Petróleo y gas /Oil & Gas” en Unidades de Producción.

Introducción

El contexto operacional y de mantenimiento, conjuga un conjunto de variables, especificaciones y condiciones en las que se espera que opere un activo físico, sistema o proceso de una organización.

En las empresas, las instalaciones y los activos como tendencia general se operan por mucho tiempo bajo una o varias condiciones de las que se describen las más frecuentes a continuación:

- Variables del proceso y/o productos que cambiaron en el tiempo y, sin embargo, se

mantiene operando los activos, sistemas y procesos como de inicio.

- Activos que ya no cumplen con las condiciones apropiadas para manejar los cambios de las variables de los procesos y/o productos y, aun así, se opera como de inicio.
- En los escenarios anteriores, probablemente el mantenimiento también se realiza como de inicio, con muy pocas variaciones y/o mejoras, o hasta pudiera ser 100% de manera reactiva.
- Otras instalaciones incurren en la operación con alta carga del factor obsolescencia, lo que puede emplazar los activos, procesos o ingresos.
- Estas situaciones pueden estar presentes por múltiples razones, por ejemplo:
 - Cambios en las especificaciones de las bases del suministro de los insumos y/o productos (condiciones del campo o utilizadas en este).
 - El uso de aditivos que mejoran las especificaciones finales de los productos y/o a los procesos.
 - Implantación de nuevas tecnologías, nuevos materiales en los activos o disposición de estos en los procesos e infraestructuras.
 - Cambios en los requerimientos regulatorios, que conlleva a tomar otras acciones o implantar mejoras (toma de decisiones).
 - Modificaciones requeridas o dispuestas por directrices empresariales.

- Deterioro de la salud de los activos o hasta presencia de obsolescencia.
- Nuevas adecuaciones en las instalaciones o facilidades de producción (proyectos), entre otros.

Sin embargo, operar instalaciones con estas condiciones, sin tomar en cuenta las oportunidades de mejora que se pueden ofrecer al negocio, al aplicar mejores prácticas como la evaluación integral del contexto operacional, se pierde de vista la utilidad de las acciones lo que genera una pérdida de valor.

Esta pérdida, puede ser representada de diferentes maneras, por ejemplo: Altos costos/gastos, impactos negativos (operativa y financieramente al entorno, bien sea a la comunidad, la seguridad, y medio ambiente), o también, planificación ineficiente, decisiones gerenciales con mayor incertidumbre que pueden afectar el desempeño y la sustentabilidad.

Por otro lado, vale la pena mencionar que la empresa evaluada cuenta con estaciones de flujo EFs que poseen diferentes arreglos (infraestructura) con mayor o menor número de activos, de acuerdo a las condiciones del campo y requerimientos del negocio. Debido a esto, se toma una EF común en la Unidad de producción piloto y se presenta un caso como ejemplo.

Metodología

Partiendo del uso de mejores prácticas y de la necesidad identificada en el caso del sistema de bombeo de la EF de “Petróleo y gas /Oil & Gas” en la Unidad de Producción de la empresa que permitió realizar el análisis, donde se aplicó la evaluación del contexto de O&M. Se describe a continuación lo realizado para una de las EF del centenar de estaciones que posee dicha empresa y se mencionan los beneficios obtenidos de manera global para una de las unidades de producción.

Lo anterior, respetando los lineamientos de confidencialidad de la información de la empresa, al mismo tiempo que se comparten de manera didáctica las experiencias, conocimientos y resultados para que sirvan a otros profesionales e industrias.

A continuación, se muestra una visual de la instalación (EF) a describir como caso ejemplo (Fig. 1):



Fig. 1. Foto de EF ejemplo de evaluación de contexto operacional y de mantenimiento.

Fuente: Perdomo J. (Venezuela,1999) Archivo fotográfico instalación empresarial. Tía Juana, Venezuela.

En el estudio de la EF una vez identificada la problemática y el dimensionamiento de esta, se realiza lo siguiente:

1. Planificar la atención de la necesidad de forma focalizada.
2. Preparar la hoja de ruta sin perder de vista una expectativa (estimación base 0) de los posibles beneficios que se pudieran obtener.
3. Considerar la conformación de los equipos de trabajo multidisciplinarios. Estos serán seleccionados y encargados de acuerdo a las funciones, roles y responsabilidades, así como por sus fortalezas y experiencia para realizar las evaluaciones, incluyendo sus “*habilidades blandas/soft skill*” (Fig. 2).
4. Tomar en cuenta la información requerida para las etapas de las evaluaciones, así como la disponibilidad de dicha información (cantidad,

calidad, accesibilidad, confiabilidad de esta, etc.).



Fig. 2. Elementos en un equipo de trabajo. Habilidades blandas.

Fuente: Perdomo J. adaptado para Elementos en un equipo de trabajo. Habilidades blandas O&M (México, 2024) Archivo personal. Querétaro, México.

5. Para el punto anterior, es importante considerar qué y/o cuales sistemas, bases de información y herramientas tecnológicas se tienen, se usan y que pueden facilitar y soportar el desarrollo de la evaluación del contexto (operacional y de mantenimiento) con sus posibles ajustes o actualización.
6. Determinar de manera más detallada los beneficios que se obtendrían de los posibles ajustes o actualización de los contextos (según sea cada caso). Y el planteamiento del seguimiento del logro de lo propuesto.

Una vez terminada la Planificación/Hoja de Ruta para la evaluación de las EF y definidas las estaciones pilotos como puntos de partida en las unidades de producción, se seleccionó una de las estaciones de flujo de las que posee dicha empresa con un arreglo del tipo común operativamente.

Se conformaron equipos multidisciplinarios con personal de las siguientes áreas involucradas con las EF:

Operadores de Producción, Superintendentes y Supervisores de Operación y Mantenimiento,

Ingenieros de Infraestructura, Planificación y Mantenimiento, personal de Seguridad Higiene y ambiente (SHA), de Procesos y de Mejoramiento de la Confiabilidad Operacional, según fuera cada caso.

Se consideró la información requerida vs. la disponible en los registros y documentación (técnica y administrativa) de los sistemas de información usados en las diferentes áreas participantes en las etapas de las evaluaciones, así como su cantidad o volumen, diversidad, complejidad, criticidad, calidad, accesibilidad, trazabilidad y confiabilidad de la información.

Se consultaron diferentes módulos del sistema de gestión empresarial (ERP), sistemas de manejo operacional (operación, medición y control) de los flujos en las EF dependiendo del nivel de automatización de estas, sistemas de simulación, manejo y control de procesos, entre otros, en atención al punto 4 de mejores prácticas.

Adicionalmente se emplearon herramientas tecnológicas para soportar la toma de decisiones con la finalidad de hacer modelados de escenarios, considerando el comportamiento del costo-riesgo-desempeño respondiendo a la pregunta ¿qué pasa si...? (análisis de sensibilidad) según fuera el caso.

Como parte de la evaluación, se revisó y/o actualizó la descripción de los procesos que conforman la EF y en específico el del Sistema de Bombeo, donde también se realizó para este, el comparativo del contexto operativo y de mantenimiento actual vs. el contexto que podría ser propuesto como ajustado o actualización de este si fuera el caso. Considerando además las propiedades, especificaciones y condiciones de los flujos de productos (multifásicos) ver Fig. 3.



Fig. 3. Foto de activos que conforman el sistema de bombeo de la EF descrita como ejemplo. Fuente: Perdomo J. (Venezuela,1999) Archivo fotográfico instalación empresarial. Tía Juana, Venezuela.

Resultados y Discusión

En la EF se identificó que, en el contexto actual, el Sistema de Bombeo, su operación era de manera rotativa, donde, los arranques y paros de las bombas era alterno, comandados por un Controlador Lógico Programable (PLC), programado para activarlas de acuerdo con el tiempo de operación de cada una de las bombas sin importar el nivel de producción y la capacidad de las bombas. Es decir que, para un nivel de producción manejable por una sola bomba según su capacidad de bombeo, se activan varias bombas de manera escalonada.

El tiempo y esquema de operación de la EF, así como el comportamiento del campo productor donde está la EF, no había sido considerado como para actualizar el manejo operativo y de mantenimiento de sus activos incluyendo el Sistema de Bombeo, y donde para el caso mostrado, es importante destacar que para las condiciones normales de operación, las bombas operaban por debajo de su capacidad nominal, a pesar de estar instaladas y configuradas dentro de la estación, para manejar una mayor capacidad de bombeo de acuerdo con su diseño, contextos operativos previos y según los requerimientos de producción de diferentes épocas o etapas de explotación del campo petrolero.

En otras EFs, se encontraron otros esquemas con activos del Sistema de Bombeo sobrecargados operativamente en alternancia con otro, operando con limitaciones para el manejo de los flujos requeridos y el potencial de las EF.

Se interpretó para todos los casos mencionados una pérdida de oportunidades de mejora y con ello, la pérdida de valor que los activos aportan a lo largo del ciclo de vida de estos al negocio.

Otras situaciones identificadas, se describen a continuación:

- El desgaste de los activos (Bombas y sus componentes) era proporcional para cada uno de ellos, asociado al porcentaje de utilización que estaba programado en el PLC y que era en promedio del 33% para estos activos. Debido a esto no se tenía un esquema de pruebas operacionales como parte de las estrategias de búsquedas de fallos en los activos considerados de respaldo.
- Se detectó un incremento de la probabilidad de interrupción del proceso, asociado a la ocurrencia de eventos no deseados (fallas) y con ello mayores costos de mantenimiento, al poseer desgastes similares, aunado al tiempo de operación los activos del Sistema de Bombeo de la EF.
- Se evidenció que la frecuencia de las diferentes estrategias de mantenimiento (monitoreo de condición y preventivo) de los activos del Sistema de Bombeo de la EF (Bombas, etc.) eran idénticas para todos los activos, sin importar cuánto habían operado.
- En cuanto a la gestión de la Cadena de Suministros (CDS), así como las estrategias para garantizar la existencia de repuestos para cada bomba se manejaba forzosamente en igual período de tiempo. Lo que incrementaba los

costos asociados (insumos, materiales y repuestos) al mantenimiento de estos activos, entre otros hallazgos identificados como oportunidades de mejora.

- Se tomó en cuenta el comportamiento de las fallas (históricos) y de los requerimientos de los componentes (repuestos) de las bombas para los diferentes tipos de mantenimiento donde estos son utilizados, así como, los costos de mano de obra y servicios (logística, etc.).

Finalmente, en atención a los puntos 5 y 6 del esquema de mejores prácticas utilizado, a continuación, se hace una breve descripción de los ajustes propuestos para la EF y se presentan los beneficios de la generación de los cambios en el contexto operacional y de mantenimiento del sistema de bombeo en Estaciones de Flujo de “Petróleo y gas /Oil & Gas” en Unidades de Producción:

- Contexto operacional anterior: El sistema operaba de manera rotativa, es decir los arranques y paros de las bombas es alterno, comandadas por un PLC. Programado para activarlas de acuerdo con el tiempo de operación de cada una de las bombas.
- Contexto operacional propuesto: El sistema operaría manteniendo una (01) bomba operando en forma continua y dos (02) bombas de respaldo, activadas por un PLC reprogramado, dependiendo del incremento de nivel de crudo en los tanques lo que permite obtener un porcentaje de utilización de los activos acorde con el requerimiento funcional ver Fig. 4.

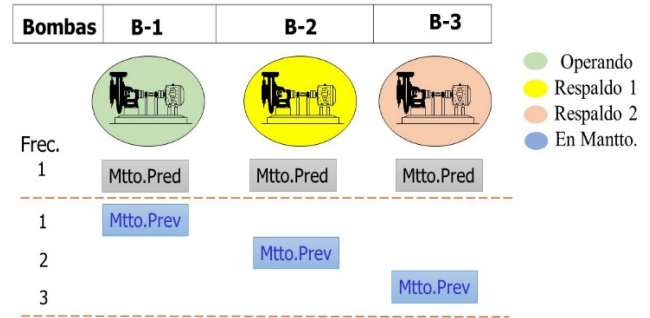


Fig. 4. Arreglo del contexto de O&M propuesto. Fuente. Perdomo J. adaptado para contexto O&M propuesto (México, 2024) Archivo personal. Querétaro, México.

Esto tomando en cuenta las condiciones de los productos manejados (flujos multifásicos) y los posibles efectos en los “*periodos de espera/ stand by*” de los activos de respaldo.

Por otro lado, también se identificaron situaciones de mejora asociadas a lo siguiente:

- El desgaste de los activos (Bombas, etc.) estaba de acuerdo con el uso o proporción de utilización y no de manera proporcional para cada uno de ellos, como estaba programado en el PLC antes.
- Se disminuyó la interrupción del proceso asociado a la ocurrencia de eventos no deseados (fallas) múltiples y con ello disminución en los costos de mantenimiento correctivo, al mostrar desgaste acorde al uso y/o al porcentaje de utilización de los activos del Sistema de Bombeo de la EF, mejorando además la disponibilidad operativa de los activos y del sistema.
Por ejemplo, en el caso del arenamiento de la estación, para una producción promedio manejable por una sola bomba, ya que en este caso solo se afectaría la bomba en operación, preservándose los otros equipos que se encuentran como respaldo y así evitar daños mayores al sistema.

- Asociado a lo anterior, operar los activos adecuadamente y acorde a los requerimientos actualizados para ese fin, permitió influir positivamente en la confiabilidad del sistema, al disminuir la probabilidad de ocurrencia de fallas conjuntas o muy próximas entre ellas lo que a su vez impacta menos en la operación y mejora la productividad del negocio.
- Se plantearon esquemas de aplicación de pruebas operacionales en las bombas, como parte de las estrategias de búsquedas de fallos en los activos considerados de respaldo. A continuación, se muestran los esquemas (Fig. 5):

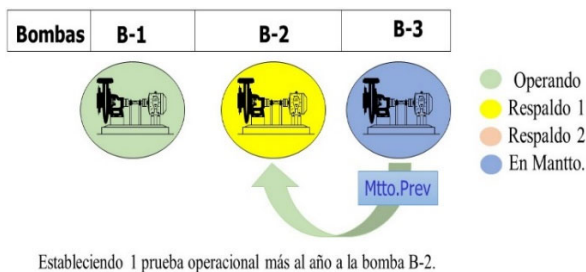
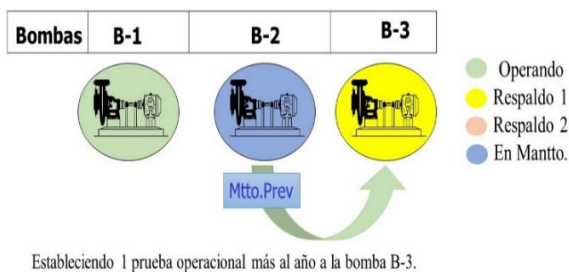
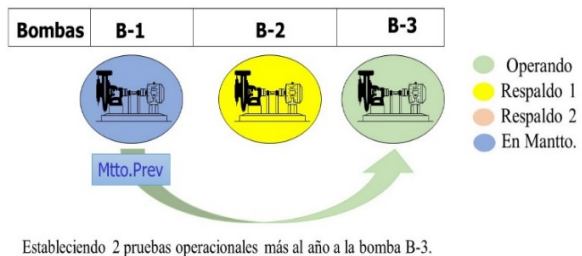


Fig. 5. Esquemas de pruebas de O&M propuestos. Fuente. Perdomo J. adaptado para contexto O&M propuesto (México, 2024) Archivo personal. Querétaro, México.

- Se realizaron ajustes en las frecuencias de las diferentes estrategias de mantenimiento (monitoreo de condición y preventivo) de los activos del Sistema de Bombeo de la EF por lo que ya no eran idénticas para todos los activos, sin importar cuánto habían operado.
- Se implementaron ajustes en la estrategia de monitoreo de condición, considerando el nuevo esquema de rotación o forma de trabajo de los activos del sistema de bombeo y a la inclusión de pruebas operacionales a estas.
- Se obtuvieron beneficios por el orden del 25 a 30% por año en los costos de mantenimiento preventivo (tomando en cuenta mano de obra, materiales, repuestos, y servicios) como consecuencia de la reducción de los niveles de actividades programadas (30 a 33% / año).
- Se optimizó la gestión en las cargas de trabajo del personal de mantenimiento debido a los ajustes realizados en la estrategia preventiva como las modificaciones en las actividades planeadas para los activos del sistema de bombeo. Se logró establecer prioridades de forma jerarquizada, de manera de poder atender lo que necesitaba atención y que, sí podía esperar; asimismo, se sinceró inclusive lo considerado como “*atraso/backlog*” en las actividades de mantenimiento para poder definir el programa de atención de estas.
- La gestión de Cadena de Suministros (CDS) así como las estrategias para garantizar la existencia de repuestos para cada bomba se ajustó acorde a requerimientos reales de los activos (disminución cercana al 50% en inventario de repuestos que se cambiaban solo por cumplir el plan anterior). Estas acciones influyeron en la disminución de los costos asociados a la gestión de la CDS (insumos,

materiales y repuestos) y en el mantenimiento de estos activos.

- Se obtuvo una mejora en la comunicación, interacción y en la participación del personal en equipos de trabajo entre las áreas involucradas con los procesos asociados a la EF.
- La mejora comunicacional en el personal involucrado con los procesos de la EF es un reflejo del engranaje de las áreas, evidenciándose como pueden afectar las acciones y decisiones individuales (pensamiento de isla) al negocio, versus hacerlo con un enfoque integral y participativo entre otros hallazgos, que se reflejaron como oportunidades de mejora aprovechadas.

Notas importantes para la evaluación:

- Respecto a la posibilidad de plantear como consideración para este tipo de evaluación de los contextos de operación y mantenimiento en las EF, el realizar plantillas o patrones donde se pretenda agrupar familias de clases (tipos de EF) o por funciones de estas, solo tomando en cuenta su similitud en la infraestructura y/o programación en el nivel de automatización, como criterio de homologación puede originar consecuencias o impactos importantes en el negocio.

Esta práctica puede conducir a grandes errores, debido a la exclusión de factores distintivos o individuales de cada EF, o de importancia capital para la empresa, que deben tomarse en cuenta y no solo considerar un enfoque genérico como es el caso de parámetros en algoritmos para que funcionen con una variedad de tipos de datos.

- Ejemplo de algunos de los factores que pueden considerarse para alguna proyección de los ajustes o cambios en este tipo de evaluaciones:
 - Números de bombas por estación.

- Producción promedio de cada estación.
- Capacidad nominal de bombeo por bomba.
- Capacidad de bombeo en campo por bomba.
- Promedio de ocurrencia de fallas en los sistemas por estación.
- Frecuencias de mantenimiento aplicadas.
- Porcentaje de utilización de cada bomba.

Conclusión

Como situación interesante se puede decir que: Sin importar el paso de los años (décadas) y la incesante búsqueda de la optimización y mejora continua de los procesos y activos del negocio, aún en las mejores empresas se presenta pérdida del valor que los activos aportan a lo largo de su ciclo de vida, por lo que la problemática que generó la evaluación es un tema vigente por cuanto todavía existen instalaciones con este tipo de oportunidades para hacer uso de las mejores prácticas.

Hacer uso de mejores prácticas incluye conducir actualizaciones de contextos operacionales y de mantenimiento lo que permite obtener mejoras en los procesos medulares de las instalaciones, así como mantener e incrementar el valor de los activos en su ciclo de vida.

Referencias

[1] ACIEM, “Guía para elaboración y presentación de trabajos”, Instructivo para presentar trabajos en congresos promovidos por ACIEM. Bogotá. 2024.

[2] Romero, I. (sin fecha) ¿Qué es una estación de flujo? ▶ 1/5 Básico de recolección de hidrocarburos, [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=oNNdnMX_VTE

[3] PDVSA, Manual de mantenimiento. Niveles de mantenimiento. MM-01-01-03. Venezuela. 2003.

[4] WOODHOUSE, J. Cost/Risk Optimization (C/RO), Kingsclere, UK. 1999.

[5] Durán, J., y Perdomo, J., Aplicación de la técnica de optimización costo-riesgo, soporte efectivo con el uso de los Software APT-Integrated Toolkit. Lagunillas, Venezuela. 1999.

[6] CIED, Manual de Estaciones Recolectoras de Flujo, Manual para instructores y participantes de capacitaciones técnicas en el CIED. Tamare. 1998.

[7] CIED, Manual de Operaciones Estaciones de Flujo Automatizadas, Manual para instructores y participantes de capacitaciones técnicas en el CIED. Tamare. 1998.

[8] PDVSA, Manual de Ingeniería Básica para la Automatización de Estaciones de Flujo. Programa 1997, Manual para consulta de personal de ingeniería y de las unidades de producción de PDVSA. Occidente Venezuela. 1997.

[9] PDVSA, Manual de Diseño de procesos, Bombas. MDP-02-P-01. Manual para consulta de personal de ingeniería y de las unidades de producción de PDVSA. Venezuela. 1997.

PhD. José Luis Perdomo Ramírez

Profesional con más de 30 años de experiencia en multiindustrias, instituciones, empresas públicas y privadas a lo largo de 10 países, desempeñando cargos directivos, gerenciales, como líder de aplicación técnica especializada, de supervisión, puestos operativos, en mantenimiento, y en áreas de consultoría, cubriendo roles de nivel operativo, táctico y estratégico. Con participación en la solución de problemas, en proyectos y en implementación de mejoras con resultados técnicos y económicos significativos. Desarrollo de liderazgo técnico y gerencial en proyectos de

mejoramiento de confiabilidad, integridad, riesgo y gestión de activos a nivel industrial en Latinoamérica.

Datos de Autor

José Luis Perdomo Ramírez.

No. Celular: +52 9381368607

E-mail: jose.perdomo@twpl.com

itsce.jose.perdomo@gmail.com

Zibatá, El Marqués, Querétaro. México.