



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Diseño de los Planes de Mantenimiento a través del RCM para garantizar la Confiabilidad de los Sistemas de Inyección de Agua de Producción de una Empresa Petrolera, Talara 2020

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Industrial**

AUTORA:

Mogollón Herrera, Dora Abigail (ORCID: 0000-0002-8925-6429)

ASESOR:

Msc. Guerrero Millones, Ana María (ORCID: 0000-0001-7668-6684)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

PIURA - PERÚ
2020

DEDICATORIA

El presente trabajo es dedicado a Dios, por darme la vida, brindarme la oportunidad de tener estudios universitarios e iluminar siempre mi camino ante las adversidades. A mis padres, por su incondicional apoyo, por sus ánimos, por su cariño y su inmenso amor que me fortalece día a día. A mis hermanos y sobrinos que me impulsan a ser un buen ejemplo.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por todo lo que me brinda, por suplir cada medio y permitirme tener una grata experiencia universitaria, por renovar mis fuerzas y ayudarme a llegar hasta este momento. A mi familia, por su enorme amor, apoyo y comprensión. A la Mg. Ana María Guerrero, por sus enseñanzas, apoyo y orientación durante la elaboración de este trabajo de investigación. Al Ing. Manuel Senador Torres, por compartirme sus conocimientos y brindarme siempre su incondicional apoyo. A Harold Cortez P., por brindarme soporte en todos los momentos difíciles, por ser esa voz de corrección y aliento. A mis compañeros de trabajo y compañeros de la casa de estudios, por su ayuda y el grato tiempo compartido.

Índice de Contenidos

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	12
3.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	12
3.2. Operacionalización de Variables.....	12
3.3. Población y muestra.....	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	14
3.5. Procedimientos.....	15
3.6. Método de análisis de datos.....	16
3.7. Aspectos éticos.....	16
IV. RESULTADOS.....	17
V. DISCUSIÓN.....	32
VI. CONCLUSIÓN.....	37
VII. RECOMENDACIONES.....	38
REFERENCIAS.....	39
ANEXOS.....	44

Índice de Tablas

Tabla 1. Confiabilidad del Sistema de Inyección de Agua de Producción	19
Tabla 2: Componentes de los subsistemas del sistema de inyección de agua de Producción	20
Tabla 3. Plan de Mantenimiento Motor Eléctrico 90 KW, Sistema de Inyección de Agua de Producción	24
Tabla 4. Plan de Mantenimiento Bomba Reciprocante, Sistema de Inyección de Agua de Producción	25
Tabla 5. Plan de Mantenimiento a Tablero Eléctrico, Sistema de Inyección de Agua de Producción	26
Tabla 6. Plan de Mantenimiento Bomba de Lubricación para Pistones, Sistema de Inyección de Agua de Producción	27
Tabla 7. Plan de Mantenimiento Sistema de Transmisión de Potencia, Sistema de Inyección de Agua de Producción	27
Tabla 8. Resumen de Tiempos de Mantenimientos y Recursos de Personal	28
Tabla 9. Beneficio - Costo de la implementación de los planes de mantenimiento basados en RCM	31
Tabla 10: Reporte diario de producción de la empresa petrolera en estudio	45
Tabla 11: Producción e inyección de agua del proceso de extracción de crudo	46
Tabla 12: Matriz de operacionalización de variables	53
Tabla 13: Matriz de consistencia	54
Tabla 14: Matriz de Procedimientos	68
Tabla 15. Indicadores del departamento de Mantenimiento de la empresa petrolera en estudio	128
Tabla 16. Taxonomía de Fallas de Motor Eléctrico según ISO 14224	130
Tabla 17. Taxonomía de Fallas de Bomba Reciprocante según ISO 14224	131
Tabla 18: Criterio propuesto de evaluación de Severidad	132
Tabla 19: Criterio propuesto de evaluación de Ocurrencia	133
Tabla 20: Criterio propuesto de evaluación de Detección	134
Tabla 21: Matriz de Evaluación de Riesgo	135
Tabla 22. Costos de Penalización para la estimación del Beneficio - Costo	137

Índice de Figuras

Figura 1: Promedio diario por mes de inyección de agua en los lotes de la empresa petrolera en estudio	17
Figura 2: Porcentaje de inyección de agua por lote	18
Figura 3. Criticidad de Fallas en el Motor Eléctrico	22
Figura 4. Criticidad de Fallas en la Bomba Reciprocante.....	23
Figura 5: Esquema del Sistema de Inyección de agua.....	44
Figura 6: Subsistema eléctrico del sistema de inyección de agua de producción	47
Figura 7: Subsistema mecánico del sistema de inyección de agua de producción	48
Figura 8: Subsistema de lubricación del sistema de inyección de agua de producción	48
Figura 9. Diagrama de Decisión	136

RESUMEN

El presente estudio, propuso el diseño de los planes de mantenimiento, a través del RCM, para garantizar la confiabilidad de los sistemas de inyección de agua de producción de una empresa petrolera; para lo cual se empleó una investigación aplicada, con diseño no experimental y enfoque cuantitativo, empleando como instrumentos las entrevistas de opinión, guías de análisis documental y la guía de observación hacia la muestra que fue un sistema de inyección de agua de producción. Mediante el estudio, se obtuvo que la confiabilidad mensual del sistema es del 44%; confiabilidad desfavorable en función de los indicadores establecidos por el departamento de mantenimiento. La obtención de los planes, se logró mediante el desarrollo de la planilla RCM y tras su análisis se elaboró la propuesta para implementar los planes de manera efectiva y segura. Tras el análisis de la cuantificación de los beneficios económicos, se obtuvo que, por cada dólar invertido, el beneficio máximo podría ser de \$ 301.16, y siendo la inversión anual \$ 19,820.82 para lograr un mantenimiento óptimo con una confiabilidad aceptable, mayor a 95%; se determinó que sería rentable implementar los planes de mantenimiento para los sistemas de inyección de agua de producción.

Palabras clave: Plan de mantenimiento, confiabilidad, RCM, sistema de inyección de agua de producción.

ABSTRACT

This study proposed the design of maintenance plans, through the reliability centered maintenance (RCM), to guarantee the reliability of the production water injection systems of an oil company. This applied research was used, with a non-experimental design and a quantitative approach, using as instruments the opinion interviews, documentary analysis guides and the observation guide towards the sample that was a production water injection system. Through this study, it was obtained that the monthly reliability of the system is 44%; unfavorable reliability based on the indicators established by the maintenance department. For obtaining the plans was achieved through the development of the RCM template and after its analysis the proposal was prepared to implement the plans effectively and safely. After the analysis of the quantification of the economic benefits, the maximum benefit would be invested in \$ 301.16, and the annual investment of \$ 19,820.82 for achieving optimal maintenance with acceptable reliability, greater than 95%; it was determined that it would be cost effective to implement maintenance plans for production water injection systems.

Keywords: Maintenance plan, reliability, RCM, production water injection system.

I. INTRODUCCIÓN

Para asegurar la conservación y que las máquinas e instalaciones trabajen continua y eficientemente, es imprescindible, para las empresas, darle importancia al mantenimiento industrial dentro de sus procesos; no obstante, muchas organizaciones ven al mantenimiento como un costo necesario que debe ser reducido dado que puede llegar a representar hasta un 40% del presupuesto total del departamento de operaciones (Amendola, Artacho y Depool, 2017, p. 566); sin embargo, asegurar una alta confiabilidad y disponibilidad a un bajo costo, no es posible solo con tareas de mantenimiento. Por ello es necesario recurrir a metodologías de mantenimiento tales como el RCM (Reliability Centered Maintenance), la misma que, a fin de garantizar la principal función de los activos, muestra las mejores pericias teniendo en consideración los efectos posibles que originan sus modos de falla en el medio ambiente, en las funciones operacionales y en la seguridad (García O, 2014). Con esta metodología, por ejemplo, en el campo Jaguar de Colombia, Cepeda Pérez (2017) identificó los primordiales inconvenientes de mantenimiento que originaban paradas inesperadas y excesivo mantenimiento correctivo en las bombas de inyección.

La inadecuada gestión de mantenimiento conlleva al incremento de los costos, ejemplo de ello nos presenta Uscátegui P. (2014), quien determinó problemas en la gestión de mantenimiento tales como la deficiencia en los sistemas de información, inadecuada planeación y control de actividades, falta de documentación y complicaciones con los asuntos técnicos y del personal; los cuales ocasionaban altos costos de mantenimiento. Actualmente, las empresas de clase mundial han desarrollado técnicas y metodologías para mejorar la gestión del mantenimiento; pasando del mantenimiento preventivo y programado (segunda generación), al mantenimiento por condición, al estudio de riesgos y al análisis de los modos y efectos de falla (entre otras técnicas).

En la industria peruana, en su gran mayoría, el mantenimiento ha evolucionado solamente a la segunda generación, es decir, se basa en el mantenimiento preventivo, el mismo que se fundamenta en la probabilidad de falla de acuerdo a la antigüedad de los equipos o componentes. Muy pocas empresas, como las

transnacionales, han evolucionado en temas de mantenimiento a la tercera generación, basados en estudios de causa efecto a fin de conocer el origen de los problemas; es por ello la baja confiabilidad y alto costo del periodo de vida de los equipos o sistemas, en gran parte de la industria. Por ejemplo, en HYDRO PATAPO S.A.C, Pacheco L. (2018) descubrió que esta compañía no contaba con un área encargada del mantenimiento y que en el desarrollo de las actividades se generaban grandes costos debido a las frecuentes averías que se presentaban en las máquinas. Así mismo, Cáceres A. (2018) identificó como uno de los problemas de la empresa, la falta de gerencia de mantenimiento, es decir no contaba con un ente encargado de fiscalizar las labores y no existía una planificación de intervenciones y al no tener un programa de mantenimiento preventivo, las acciones correctivas tenían mayor demanda.

Las empresas dedicadas a la extracción de crudo en la provincia de Talara, no son ajenas a los problemas en el mantenimiento. Coronado G. (2015) mencionó en su investigación que la empresa solo ejecutaba mantenimiento correctivo planificado y preventivo, por lo cual existía una gran pérdida de producción de petróleo a consecuencia de la disponibilidad baja de los equipos dada por las averías en sus componentes. Estos problemas se deben a que las actividades y planes de mantenimiento están fundamentados en las recomendaciones del fabricante y en la experiencia de los expertos; aunque estas tienen determinada efectividad, se requiere que sean analizadas en el contexto de causa – efecto, que garanticen la preservación de la función de los equipos o sistemas de manera confiable; para tal fin, se hace necesario el uso de herramientas de análisis tales como el RCM.

En el proceso de extracción de hidrocarburos, son tres los fluidos extraíbles: crudo, gas asociado y agua. El agua es el producto de mayor desperdicio en la producción de hidrocarburos (ARPEL, p.9), y al contener sales disueltas y gases (CO, CO₂, H₂S), las aguas de producción de los campos petroleros no son aptas para el consumo humano o para uso animal, y a fin de evitar cualquier impacto negativo al medio ambiente; esta agua tiene que ser tratada y reinyectada a los yacimientos a través de sistemas de bombeo de alta presión. Es por ello que, en las empresas petroleras, los sistemas de inyección de agua de producción constituyen un proceso crítico. El Decreto Supremo N° 015-2006-EM en su Artículo 76° establece que “La

disposición final del Agua de Producción se efectuará por Reinyección”, por lo tanto, el incumplimiento de este reglamento está sujeto a penalidades costosas.

En el presente estudio, se tomó como referencia una empresa de la zona de Talara que opera cuatro Lotes petroleros; la misma que a la fecha de investigación producía 3638 barriles de petróleo por día (BPPD), junto con 9.4 millones de pies cúbicos de gas asociado por día (MMPCSD) y 1435 barriles de agua por día (BAPD) (ver Anexo n°2). Para dar disposición final al agua de producción, se usaban pozas de evaporación y parcialmente era reinyectada a un yacimiento a través de un pozo colector. Para realizar este proceso se empleaban electrobombas reciprocantes; sin embargo, estos equipos no tenían el diseño adecuado para el sistema, resultando fallas constantes hasta el deterioro de los mismos; además, debido a las campañas de perforación, los volúmenes de agua incrementaron de 801 BAPD a 1435 BAPD respecto a los tres últimos años (ver Anexo n°3); y, por tanto, los equipos con los que se contaban en dos de los lotes ya no eran suficientes. Esto motivó a la empresa a realizar un estudio para adquirir los equipos adecuados para el sistema y finalmente a inicios del año 2020, instalaron los nuevos sistemas para la inyección de agua a alta presión en tres de sus lotes petroleros. Dichos sistemas están conformados principalmente por un subsistema eléctrico (motor, tablero de mando y fuerza, conductores eléctricos), subsistema mecánico (bomba reciprocante, sistema de transmisión de potencia, líneas de flujo y accesorios), subsistema de lubricación (bomba de lubricación de pistones y líneas de flujo) y subsistema automático de control (Instrumentación de protección) (ver Anexo n°4). Estos sistemas no contaban con un plan de mantenimiento definido, y dado que era de vital importancia garantizar una alta confiabilidad, ameritaba que sus planes de mantenimiento sean evaluados y propuestos a través de una metodología que garantice esta confiabilidad, tal como lo hace el RCM.

Es por ello que en el presente estudio se diseñaron los planes de mantenimiento de los sistemas de inyección a través de la metodología RCM, lo cual conllevó a formular la pregunta general: ¿Cómo el diseño de los planes de mantenimiento podrá garantizar la confiabilidad de los Sistemas de Inyección de Agua de una Empresa Petrolera en Talara? y a su vez se formularon las preguntas específicas: ¿cuál es la situación actual de los sistemas de inyección de agua de la empresa

petrolera en estudio?, ¿cuáles son las fallas críticas del sistema de inyección de agua?, ¿cómo se harán los planes de mantenimiento de los sistemas de inyección de agua basados en RCM?, y ¿resultará económicamente viable el diseño de los planes de mantenimiento?

La investigación se justificó técnicamente puesto que mediante la aplicación de la metodología RCM, se buscó la reducción de las fallas críticas, la optimización de recursos y la extensión de la vida de los activos. También sostuvo justificación económica, dado que con el aseguramiento de la confiabilidad y, por ende, la disponibilidad del sistema de inyección de agua de producción, se buscó evitar los pagos de penalidades por incumplimiento del Artículo N° 76 del Decreto Supremo N° 015-2006-EM; además de la disminución de los costos de mantenimiento al reducir las fallas en los equipos. Así mismo, asumió justificación ambiental pues el diseño de los planes de mantenimiento centrados en la confiabilidad, buscó permitir que se contribuya con el cuidado del medio ambiente, al garantizar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos para que se continuara con la reinyección del agua de formación a los yacimientos de origen.

La hipótesis que sostuvo la investigación fue la siguiente: El diseño de los planes de mantenimiento, a través del RCM, de los sistemas de inyección de agua, garantizará la confiabilidad de los equipos de dichos sistemas de la empresa petrolera en estudio. Por lo tanto, el objetivo general del proyecto fue: Diseñar los planes de mantenimiento a través del RCM para garantizar la confiabilidad de los sistemas de inyección de agua de la empresa petrolera en estudio de la provincia de Talara. Para lograrlo se plantearon los siguientes objetivos específicos: Diagnosticar la situación actual de los sistemas de inyección de agua de la empresa petrolera en estudio, el segundo objetivo fue determinar la criticidad de las fallas del sistema de inyección de agua de producción; como tercer objetivo elaborar los planes de mantenimiento de los sistemas de inyección de agua basados en RCM y como último objetivo: cuantificar los beneficios de la aplicación del RCM en el diseño de los planes de mantenimiento.

II. MARCO TEÓRICO

La empresa en estudio, debía tomar acciones que le permitieran garantizar la confiabilidad y disponibilidad del sistema de inyección de agua de producción. Por ello ameritaba que sus planes de mantenimiento sean evaluados y propuestos a través de una metodología confiable, como lo es el RCM.

La metodología RCM fue empleada en otras investigaciones de nivel internacional tal como hicieron mención los siguientes autores:

Recabal (2019), en su investigación titulada “Propuesta de mantenimiento centrado en la confiabilidad en instalaciones de Hualpén Gas S.A”, para optar el título de Ingeniero de Ejecución en Mecánica de Procesos y Mantenimiento Industrial en la Universidad Técnica Federico Santa María en Chile. Expresó que el mantenimiento existente puede ser mejorado gracias al RCM, por ello propone elaborar un modelo base de mantenimiento centrado en la confiabilidad enfocado principalmente en los Calentadores indirectos de GLP. Indicó que el RCM es una estrategia útil para generar un mantenimiento más eficiente y seguro para los activos de una planta, por lo cual el área de mantenimiento tendría mejores tiempos y resultados en sus tareas, lo que a largo plazo mejoraría la producción y el índice de confiabilidad de mantenimiento a más del 90%, lo cual es un porcentaje bastante bueno.

Trujillo (2018), en su proyecto titulado “Propuesta de un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM), para la planta de tratamiento de aguas en Termosuria-Meta” en la Universidad Libre de Colombia, para optar el título de Ingeniero Mecánico; empleó esta metodología con la finalidad de garantizar la productividad, dado que la empresa adquirió nuevos activos y no tienen una estrategia de mantenimiento. Recolectó la información a través de los catálogos, los manuales, las fichas técnicas y de los soportes técnicos de equipos y servicios; lo que le permitió realizar el análisis de falla, la matriz de valoración de riesgo (RAM), el análisis de los tiempos medio entre fallas y la duración, para posteriormente, realizar el plan de mantenimiento requerido bajo la norma ISO 14224, para los equipos que integran el sistema de producción.

Castillo (2017), en su trabajo de titulación “Propuesta de mantenimiento centrado en confiabilidad de las unidades de bombeo horizontal multietapas del Sistema Power Oil de la Estación Atacapi del B57-LI de Petroamazonas”, para optar el grado

de Magíster en Gestión del Mantenimiento Industrial en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo de Ecuador; planteó utilizar la metodología RCM con el fin de controlar y disminuir las fallas que afectaban diariamente a la producción. Con la implantación de la metodología RCM, comprobó que es posible reducir la tasa de fallas, obteniendo un tiempo medio entre fallas de 29 a 69 días.

Vergara (2016), en su proyecto titulado “Programa de mantenimiento basado en la metodología RCM para el motor eléctrico del sistema de bombeo MP-3301 en la Refinería de Ecopetrol en Barrancabermeja utilizando software iRCMS”, para optar la Maestría en Ingeniería de Mantenimiento en la Universidad EAFIT en Medellín-Colombia. Expresó que, la metodología RCM conlleva a registrar todas las tareas factibles que eviten las fallas imprevistas, reduciendo de este modo los costos operacionales; además concluyó que la planeación estratégica se realiza con el software IRCMS.

Gómez y Roa (2014) en su trabajo de grado, para optar el título de Especialista en Evaluación y Gerencia de Proyectos en la Universidad Industrial de Santander en Bucaramanga Colombia, titulado “Optimización del plan de mantenimiento centrado en confiabilidad para los equipos rotativos en la Planta Aromáticos de la GRB de Ecopetrol”; expresaron que los costos de producción se incrementaron y se maximizó el riesgo de la oportuna entrega de los productos a los clientes debido a que los equipos rotativos de la planta tenían baja disponibilidad; por lo tanto, a fin de incrementar dicha disponibilidad, emplearon la metodología RCM para: determinar las averías más frecuentes en los equipos rotativos y en los componentes de mayor relevancia; establecer una metodología funcional que minimice las fallas inesperadas, las paradas en los equipos y las excesivas horas extras de mantenimiento; y realizar el AMEF a los componentes críticos para determinar las acciones preventivas que eviten los fallos o minimicen sus efectos. Tras su investigación obtuvieron mejoras y modificaciones convenientes a realizar.

En el ámbito nacional los siguientes autores también utilizaron la metodología RCM para dar solución a dificultades en la gestión o desarrollo del mantenimiento; entre ellos tenemos:

Álvarez (2018), en su tesis titulada “Plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad de los motores CATERPILLAR 3516 de los grupos electrógenos de una refinería de petróleo Iquitos - Perú”, para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico de la Universidad Nacional del Callao; menciona que, con el objetivo de mejorar la disponibilidad de los equipos, diseñó un plan de mantenimiento empleando la técnica RCM siguiendo los conceptos descritos en la norma SAE JA1011 y SAE JA1012. Emplear el RCM, le llevó a conocer el contexto operacional del equipo y a analizar las funciones, los posibles modos y efectos de falla, y las fallas funcionales de los subsistemas del motor, a fin de establecer, mediante el diagrama de decisión, las tareas de mantenimiento y su periodicidad. Los instrumentos de recolección fueron los manuales de operación y mantenimiento, y las bitácoras del operador de la sala de generación donde se detalla todas las incidencias del día a día de los grupos electrógenos.

Belli (2018), en su tesis titulada “Propuesta de Gestión de Mantenimiento RCM en Plantas de Energía a Gas Natural”, para obtener el título de Ingeniero Industrial por la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas en Lima; señaló que con el propósito de disminuir las paradas no programadas (cortes de energía) de la Central Térmica, las cuales afectaban la confiabilidad de la planta; propuso la gestión de mantenimiento empleando la metodología RCM. Entre las conclusiones mencionó que el análisis funcional y la matriz de riesgos son fundamentales ya que son las herramientas de batalla que usa AMEF en el RCM. Recomendó implementar la aplicación del RCM dado que éste permite generar un efectivo plan de mantenimiento al proponer estrategias que logren reducir las fallas.

Idrogo (2016), en su investigación titulada “Estudio de un sistema de mantenimiento centrado en la confiabilidad para aumentar la disponibilidad de los motores asíncronos trifásicos de la empresa Cogorno S.A Trujillo”, para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico Electricista de la Universidad César Vallejo de Trujillo; tras considerar que el RCM optimiza la organización del mantenimiento preventivo y correctivo, planteó el uso del RCM, a través de la metodología AMEF, a fin de incrementar la disponibilidad y la vida útil de los motores, y reducir los costos de mantenimiento y producción. Entre las conclusiones indica que desarrolló la hoja de información y la hoja de decisión para los 13 modos de fallas de los componentes

críticos y semicríticos, y estableció el esquema de actividades de mantenimiento basado en la solución descrita en dichas hojas de decisiones.

Con lo que respecta al ámbito local, Coronado (2015), en su tesis titulada “Diseño de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad basado en el análisis de modo y efecto de fallas a unidades de bombeo mecánico de pozos de extracción de petróleo crudo del Lote I, para aumentar su disponibilidad - Provincia de Talara”, para adquirir el título de Ingeniero Mecánico Electricista en la Universidad César Vallejo en Trujillo; a fin de acrecentar la disponibilidad de las unidades de bombeo mecánico, planteó optimizar los planes de mantenimiento existentes (preventivo y correctivo programado), por medio de la elaboración de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad, basado en AMEF, direccionado a los principales elementos de las unidades de bombeo. Mediante la observación directa de los hechos, la entrevista, los documentos de Pre- uso y los reportes de estado de los equipos, obtuvo información que le indicó los componentes y partes de las UBM’S que presentaban fallas y el tiempo que demoraban en ejecutar el mantenimiento solicitado, para luego obtener, mediante hojas de información y hojas de decisiones del AMEF, el planeamiento y programación de las actividades de mantenimiento. Además, calculó la confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad de las UBM’S en función de las horas muertas por fallas y las horas programadas.

Para poder desarrollar la investigación, se tomó en cuenta varias teorías relacionadas al tema, entre ellas se tuvieron:

La variable independiente que es el Plan de Mantenimiento, cuya definición según el autor Plaza (2009, p.166), es un conjunto de tareas de mantenimiento programado que debemos realizar en una planta para asegurar los niveles de disponibilidad. Además, indica que el plan de mantenimiento no es algo estático, sino que es algo que se revisa y actualiza continuamente.

La variable dependiente de esta investigación, es la Confiabilidad, cuya definición según el autor Acuña (2003, p.16), es la probabilidad de que una unidad de producto se desempeñe satisfactoriamente cumpliendo con su función durante un período de tiempo diseñado y bajo condiciones previamente establecidas. La norma COVENIN 3049-93, resume la definición a: la “probabilidad de que un sistema productivo no falle en un momento dado bajo condiciones establecidas” (p.5).

La metodología que se empleó en la investigación, fue el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM); la cual, según Troffé (2017, p.148), es una metodología de análisis sistemática, objetiva y documentada, que puede ser aplicada a cualquier tipo de instalación industrial; en especial útil para el desarrollo de un Plan de Mantenimiento nuevo. Esta metodología tiene por objetivo fundamental, aumentar la fiabilidad de la instalación (disminuir fallas imprevistas y minimizar tiempos de parada). Según Moubray (1997, p.71), el RCM es “un proceso utilizado para determinar qué se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional actual”.

Para que una instalación funcione adecuadamente, la filosofía RCM sugiere efectuar el mantenimiento priorizando a los componentes calificados como críticos, y aplicar el mantenimiento correctivo a los componentes no críticos; es decir, dejarlos funcionar hasta que presenten fallas (Cárcel F., 2014, p.131).

La norma SAE JA1011, establece que el desarrollo del proceso RCM, se basa en las siguientes 7 interrogaciones: ¿cuáles son las funciones y los estándares de desempeño asociados deseados del equipo en su actual contexto operacional?, ¿de qué manera puede dejar de ejecutar sus funciones?, ¿qué provoca cada falla funcional?, ¿qué sucede cuando ocurre cada falla?, ¿de qué manera importa cada falla?, ¿qué se debe hacer para predecir o para prevenir cada falla? y ¿qué se debe hacer si no se puede encontrar una tarea proactiva apropiada? (1999, p.6).

Según Troffé (2017), de las cuatro primeras preguntas se desprende de inmediato la necesidad de definir la función, y comenzar a documentar. Para esto existe una planilla conocida como hoja de información (p.150), en la cual debe estar registrado todo lo que ocurre en el equipo y su afectación, la sub función, proceso productivo, y para un mayor análisis, la severidad y mecanismo de falla (p.156). Con las siguientes preguntas se lleva a cabo la evaluación de las consecuencias que las fallas pueden generar en la operación en cuestión, para lo cual se usa una hoja de decisión y el diagrama de decisión. El resultado final es la selección de las tareas de mantenimiento para los equipos que forman la función.

Lo anterior indica que, el corazón del RCM es una metodología de análisis sistemático de los Modos y Efectos de Falla (AMEF), que pudieran acontecer en un activo específico. Tras el análisis se obtienen las posibles causas y mecanismos de

fallas, y como resultado, las actividades predictivas, preventivas y correctivas necesarias para impedir las fallas y/o atenuar sus consecuencias (Yañez M., Gomez De La Vega H., Semeco K., Nucette G., p.13).

Para implementar con éxito un RCM, se debe tener en cuenta 10 fases. La fase 0 implica el compromiso gerencial, la formación del personal y conformación de un equipo de trabajo; luego en la fase 1, se define claramente los objetivos del RCM determinando indicadores (Anexo 5) y la valoración de éstos. En la fase 2, se realiza la taxonomía; codificación y listado de todos los sistemas, subsistemas y componentes de la planta (esquemas, diagramas funcionales, diagramas lógicos, etc.); a los cuales se les hace un estudio detallado en la fase 3 (tabla de información con funcionamiento, especificaciones, listado de funciones primarias y secundarias). En la fase 4, se determinan las fallas funcionales y fallas técnicas para luego realizar un análisis de los modos y efectos de dichas fallas (FMEA) en la fase 5. Para la fase 6, se realiza un estudio de consecuencias de cada modo de falla y se les clasifica en críticos, significativos o tolerables empleando una matriz de riesgo. En la fase 7, se determina las medidas preventivas que eviten o atenúen los efectos de las fallas (Tabla de decisión), las cuales en la fase 8 son agrupadas en categorías (preparación del Plan de Mantenimiento, mejoras, procedimientos de operación y de mantenimiento, planes de formación, lista de repuestos que deben tenerse en stock y medidas provisionales a adoptar en caso de falla). En la fase 9 se pone en acción las medidas preventivas y por último en la fase 10, se evalúan las medidas adoptadas, mediante la valoración de los indicadores de la fase 1.

Para asegurar que la metodología RCM se utilizara apropiadamente, se emplearon las siguientes normativas: SAE JA1011 (dispone criterios que debe cumplir el RCM), SAE JA1012 (guía para la aplicación del RCM), SAE J1739 (diseño FMEA) y el estándar ISO 14224 (datos de fiabilidad y mantenimiento de equipos). (Campos, Tolentino G., Toledo y Tolentino M., 2019, p.51).

Respecto al impacto ambiental, gestión de riesgos, seguridad y salud ocupacional; cabe mencionar que el RCM tiene como una de sus ventajas la optimización en la seguridad de la planta puesto que, al identificar, categorizar y tratar de evitar todos los fallos potenciales con probabilidades de causar daños a las personas y al medio

ambiente; se trabaja de manera efectiva en la prevención de riesgos para evitar los accidentes (García S., 2016).

En cuanto al estado del arte, existen softwares desarrollados para llevar a cabo el proceso de implantación de RCM, tales como el RCM3 (de IRIM), RCM++ (de ReliaSoft) y eMaint (de FLUKE); sin embargo, la empresa en estudio cuenta con un Sistema de Gestión de Activos Empresariales (ORACLE EAM), el cual también sirvió de ayuda para desarrollar los planes de mantenimiento y como base de datos para realizar el FMEA.

Otro de los objetivos del RCM es reducir los costes de mantenimiento. Al emplear la metodología RCM se busca incrementar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos, lo que implica la reducción de fallas, logrando con ello la disminución de los costes de indisponibilidad por fallos y, a su vez, la reducción de los costos directos de corrección por fallos (tales como los costes de materiales, mano de obra, sobrecostos operativos, etc.), y los costes de penalización, que en éste caso, eran los costes por impacto en seguridad (afectación de personas y/o maquinarias) y ambiente (penalizaciones por el incumplimiento del Artículo N° 76 del Decreto Supremo N° 015-2006-EM).

Dentro de los enfoques conceptuales, se consideraron los siguientes términos: Contexto operacional, mantenimiento y sus categorías, falla, análisis de modo y efectos de fallas, entre otros; los cuáles se encuentran definidos en el Anexo 6.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de Investigación

Según Baena (2014, p.14), la investigación aplicada tiene como objeto el estudio de un problema destinado a la acción. Además, concentra su atención en las posibilidades concretas de llevar a la práctica las teorías generales, destinando sus esfuerzos a resolver las necesidades que se plantean la sociedad y los hombres. Por lo tanto, la investigación, según su finalidad fue del tipo aplicada; dado que empleó las teorías y herramientas relacionadas al RCM con la finalidad de diseñar un plan de mantenimiento para garantizar la confiabilidad de los sistemas de inyección de agua de producción de una empresa petrolera en Talara.

En cuando al diseño, la investigación fue no experimental pues como indicaron Toro y Parra (2006), este tipo de investigación es sistemática y empírica tal como lo es la metodología a emplear (RCM). Además, mencionaron que en este tipo de investigación se observan situaciones ya existentes que no son provocadas intencionalmente y en este caso los sistemas de inyección de agua en estudio, no eran propuestos a instalar, sino que ya existían en la empresa.

La investigación tuvo un enfoque cuantitativo, pues tal como indicó Garza (2009), éste enfoque se identifica con el cuestionario estructurado con precisión, el experimento, la estadística y la expresión numérica del informe. Al emplear la metodología RCM, se usaron escalas numéricas y porcentuales para desarrollar el AMEF, y los resultados obtenidos fueron medibles por medio de indicadores.

3.2. Operacionalización de Variables

La investigación tuvo como variable independiente los planes de mantenimiento, y como variable dependiente la confiabilidad.

La definición conceptual de un Plan de Mantenimiento, según Plaza (2009), es un conjunto de tareas de mantenimiento programado que debemos realizar en una planta para asegurar los niveles de disponibilidad; no es algo estático, sino que es algo que se revisa y actualiza continuamente. Según Acuña (2003), la definición conceptual de la confiabilidad, está dada por la probabilidad de que una unidad de producto se desempeñe satisfactoriamente cumpliendo con su función durante un período de tiempo diseñado y bajo condiciones previamente especificadas.

La variable Plan de Mantenimiento, se definió operacionalmente como las acciones que se realizan para mantener el activo funcionando en las condiciones requeridas; teniendo como dimensión a las actividades de mantenimiento y los costos. La variable Confiabilidad, se definió operacionalmente como la probabilidad de que un sistema productivo no falle en un momento dado bajo condiciones establecidas.

Uno de los indicadores de la variable independiente (Plan de Mantenimiento), fue el análisis de los modos y efectos de fallas, que tuvo como sub indicadores la función, el modo de falla, el efecto de falla y la consecuencia; otro de los indicadores fue la Criticidad del Análisis de Modo y Efecto de fallas, cuyos sub indicadores fueron la gravedad, la ocurrencia y la detección. Así mismo, el plan de mantenimiento tuvo como indicador los Costos de Disponibilidad por Fallos y como sub indicadores, la Frecuencia de Fallos, el Tiempo Medio para Reparar, los Costos Directos por suministro, mano de obra y sobrecostos operativos, y los costos de penalización por impacto negativo en la seguridad y ambiente. La variable dependiente tuvo, a su vez, como indicador a la confiabilidad siendo sus indicadores la frecuencia de fallos y el tiempo medio entre fallas.

La variable Confiabilidad tuvo a la razón como escala de medición, mientras que la variable Plan de Mantenimiento, tuvo escala de medición ordinal para los indicadores de la dimensión actividades de mantenimiento, y a la razón, expresada en dólares por cada hora, como escala de medición para el indicador de Costos de Disponibilidad por Fallos.

La matriz de operacionalización de variables se puede visualizar en el anexo n°7.

3.3. Población y muestra

La unidad de estudio de la investigación, fue el sistema de inyección de agua producida. La empresa en estudio cuenta con estos sistemas en tres de sus lotes petroleros; por lo tanto, la población de la investigación, fueron los 3 sistemas de inyección de agua producida de la empresa petrolera.

Dado que los sistemas de inyección de agua cumplen la misma función en contextos operacionales similares, y los componentes tienen iguales características técnicas; la muestra de la investigación fue un sistema de inyección de agua producida.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas que se emplearon en la investigación fueron: la entrevista, la observación y el análisis documental. Los instrumentos que se emplearon fueron: las entrevistas de opinión, las guías de análisis documental y la guía de observación.

Se aplicaron 3 formatos de entrevistas de opinión: para jefes y supervisores de mantenimiento (anexo n°11), para el personal técnico del área de mantenimiento (anexo n°12) y para los operadores de producción de la empresa petrolera en estudio (anexo n°13). Dichas entrevistas sirvieron como instrumento de recolección de información tanto para la variable independiente, plan de mantenimiento, como para la variable dependiente, confiabilidad.

Las guías de análisis documental a emplear fueron: la planilla de RCM (anexo n°14), el formato de tiempos y costos de mano de obra y materiales (anexo n°15), y el formato de costos de penalización (anexo n°16). Para fines de la investigación y practicidad en la aplicación, se unió la hoja de información, la evaluación del riesgo y la hoja de decisión, en un único formato denominado "Planilla RCM", la cual se elaboró en base al estándar SAE 1739; para efecto de estudio esta planilla se empleó por única vez para desarrollar el análisis y la evaluación de criticidad del modo y efecto de fallas, los cuales fueron los indicadores de la variable plan de mantenimiento. El formato de tiempos y costos de mano de obra y materiales, tuvo registro con información histórica de 6 meses (a sugerencia de los expertos) o los publicados por OREDA en el sector de hidrocarburos, y se empleó para el cálculo de los costos de indisponibilidad por fallos de la variable independiente, y para el cálculo de la variable dependiente, que fue la confiabilidad. El formato de costes por penalización, contuvo la información acerca de los costos de penalización por impacto negativo al medio ambiente e infracción de los estándares de seguridad al personal y daños a los componentes del sistema de inyección de agua de producción. Este formato sirvió de apoyo para el cálculo de los costos de indisponibilidad por fallos de la variable plan de mantenimiento, para lo cual se buscó información referencial con periodo anual y una antigüedad de un año estipuladas por Osinerming y OEFA.

La guía de observación empleada fue la planilla de verificación para operación de la electrobomba del sistema de inyección de agua de producción (anexo n°17). Esta planilla sirvió de apoyo tanto para la variable plan de mantenimiento como para la variable confiabilidad, pues contuvo la información acerca de los hallazgos resaltantes, la detección de fallas y de las acciones a seguir por los operadores, para el correcto funcionamiento del sistema de inyección de agua de producción. Para efectos de estudio y a sugerencia de los expertos, se empleó el registro con una frecuencia diaria en un periodo de tres meses.

3.5. Procedimientos

Para lograr el primer objetivo específico del proyecto (diagnosticar la situación actual de los sistemas de inyección de agua de la empresa petrolera en estudio), se empleó la información adquirida mediante las entrevistas de opinión dirigidas al jefe y supervisores de mantenimiento, al personal técnico y los operadores de producción; las cuales brindaron información acerca de la situación actual del funcionamiento del sistema de inyección de agua de producción. Así mismo sirvieron de apoyo los hallazgos y observaciones relevantes proporcionadas por la guía de observación desarrollada por los operadores de la electrobomba del sistema de inyección de agua de producción.

El desarrollo del segundo objetivo, que fue determinar la criticidad de las fallas del sistema de inyección de agua de producción; se logró mediante el desarrollo de la guía de análisis documental “planilla de RCM”, donde se evaluaron las consecuencias que las fallas podían generar en la operación en cuestión, puesto que esta planilla colectaba información acerca de la función del sistema y subsistemas, sus modos y efectos de fallas. El resultado final del desarrollo de esta planilla, fue la selección de las tareas de mantenimiento para los equipos que forman la función; lo cual contribuyó al desarrollo del tercer objetivo que fue elaborar los planes de mantenimiento de los sistemas de inyección de agua de producción basados en RCM.

La cuantificación de los beneficios de la aplicación del RCM en el diseño de los planes de mantenimiento, se pudo elaborar mediante el cálculo de los costos de indisponibilidad por falla; para lo cual se empleó la información obtenida de las guías de análisis documental: Formato de Tiempos y Costos de Mano de Obra y

Materiales y Formato de costos de penalización; el cual contenía la información de los costos de penalización por impacto negativo al medio ambiente e infracción de los estándares de seguridad al personal y daños a los componentes del sistema de inyección de agua de producción.

La matriz de procedimientos se visualiza en el anexo n° 19.

3.6. Método de análisis de datos

La información recolectada se analizó empleando tablas estadísticas de los modos de falla para el análisis RCM, y la distribución de Weibull, para estimar el cálculo de la confiabilidad; para ello se utilizó el programa Microsoft Excel. Así mismo, la información cualitativa obtenida mediante las entrevistas y la guía de observación, será analizó mediante la clasificación y tabulación de la información en el programa Microsoft Excel. Todos los datos obtenidos para el estudio, se procesaron en base a cada instrumento ya indicados en el apartado 3.4.

3.7. Aspectos éticos

En garantía del cumplimiento de los aspectos éticos de la investigación, la autora se comprometió a respetar la veracidad de los resultados y la confidencialidad de los datos obtenidos de la empresa petrolera en estudio. Considerando la ética en la publicación, se reservó la entidad de la empresa; sin embargo, es necesario aclarar que la información recolectada mediante los instrumentos validados por tres profesionales de la universidad César Vallejo de Piura (Anexos n°20 y n°21), se empleó sólo con fines académicos para el desarrollo del proyecto de investigación y con el fin de contribuir en las mejoras de la empresa; de igual forma se garantizó que los datos fueron tomados con honestidad y su procesamiento fue veraz e imparcial.

Con respeto a la autoría de los trabajos citados en el proyecto, se realizó las citaciones y referencias bibliográficas cumpliendo la normativa ISO 690 establecida por la facultad de ingeniería industrial, a fin de evitar el plagio intelectual.

IV. RESULTADOS

Los Sistemas de Inyección de Agua con los que cuenta la empresa petrolera en estudio, están conformados principalmente por un subsistema eléctrico (motor, tablero de mando y control, conductores eléctricos), subsistema mecánico (bomba reciprocante, sistema de transmisión de potencia, líneas de flujo y accesorios), subsistema de lubricación (bomba de lubricación y líneas de flujo) y subsistema automático de control (Instrumentación de protección) (ver Anexo n°4). Estos sistemas tienen una capacidad de 90 BPH y operan con presiones entre 1000 PSI a 1500 PSI. Para efectos de estudio se eligió el lote de mayor producción e inyección de agua, el cual tuvo una inyección promedio de 665 Bls. de agua diario entre los meses de abril y setiembre, el cual representó el 46% del promedio de inyección diaria de los 4 lotes de la empresa petrolera en estudio.

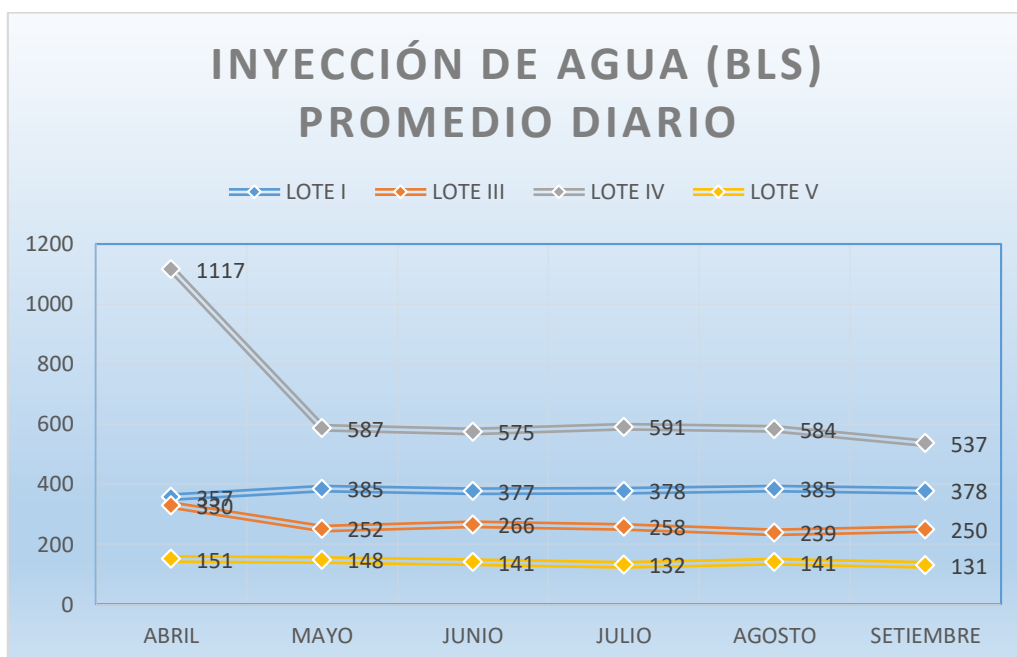


Figura 1: Promedio diario por mes de inyección de agua en los lotes de la empresa petrolera en estudio

Fuente: Elaboración Propia en base a Reportes de la Empresa en estudio

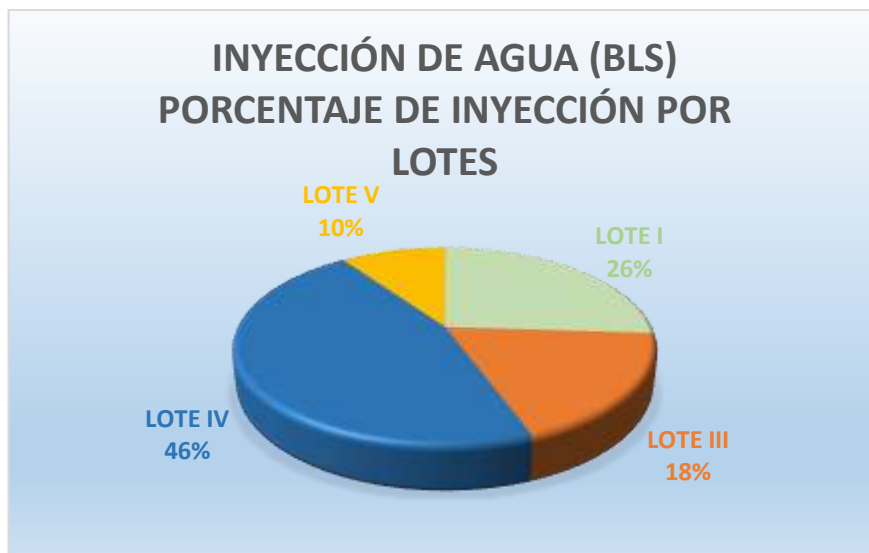


Figura 2: Porcentaje de inyección de agua por lote

Fuente: Elaboración Propia en base a Reportes de la Empresa en estudio

Siendo la capacidad de inyección de agua de estos sistemas, de 90 BPH, se tendría una utilización de 30.8%; sin embargo, la empresa en estudio prevé que este volumen aumentará, junto con la producción, dado que tiene proyectado realizar 7 campañas de perforación adicionales a las ya realizadas.

Las planillas de verificación para la operación de este sistema, evidenciaron que a la fecha de estudio se reportaron 6 fallas: cinco fallas en el subsistema eléctrico y una falla en el subsistema de lubricación (ver Anexo n°22); en base a estos datos y considerando que la tasa de falla permanece constante, se realizó el cálculo de la confiabilidad del sistema de inyección en estudio (ver tabla 1), obteniendo que la confiabilidad mensual es del 44%; es decir, existe solamente la probabilidad del 44% de que el equipo NO FALLE en un mes. Esto significa que el sistema tiene una confiabilidad desfavorable, en función de los indicadores establecidos por el departamento de Mantenimiento de la empresa (ver Anexo n°23), los cuales establecen que la confiabilidad de un equipo o sistema crítico es desfavorable cuando es menor al 95%, aceptable cuando se encuentra en 95% y excelente cuando obtiene un valor mayor al 98%.

Tabla 1. Confiabilidad del Sistema de Inyección de Agua de Producción

CÁLCULO	DATOS	Número de Fallas	Periodo (días)
			5
MTBF (Periodo/N° fallas)		37 días	
Tasa de Falla (1/MTBF)		0.02739726 fallos/día	
Confiabilidad Mensual ($e^{-\lambda t}$)		44%	

Fuente: Elaboración Propia

Las fallas reportadas fueron solucionadas por los técnicos del área, los mismos que cuentan con las habilidades técnicas para realizar los mantenimientos y han recibido el entrenamiento al respecto. Ellos manifestaron que sólo intervienen estos sistemas cuando se presenta alguna falla y dicha información fue corroborada por el ingeniero de Planificación y Programación quien indicó además que los equipos de estos sistemas, aún no se encuentran inscritos en el sistema de gestión de activos ORACLE EAM pero que sí hay intención y compromiso de realizar los planes de mantenimiento, pues es un estándar en el mantenimiento de los equipos.

De las entrevistas de opinión que se aplicaron a los operadores de estos sistemas, a los supervisores y técnicos de mantenimiento; se pudo concluir que existió cierto grado de disconformidad con el desempeño de estos sistemas debido a que se presentaron fallas tempranas relacionadas al diseño del subsistema eléctrico, por lo cual, en su mayoría, la percepción de la confiabilidad de estos sistemas, fue baja en un inicio. Así mismo, los entrevistados manifestaron que los activos de estos sistemas aún no cuentan con planes de mantenimiento, no se tienen estadísticas de las fallas presentadas (sólo cuentan con algunos reportes de falla) y aún no cuentan con indicadores de desempeño. No obstante, perciben que los sistemas son seguros dado que cuentan con protecciones diversas; por ello, aclararon que es necesario contar con los planes de mantenimiento que contemplen la validación de las condiciones óptimas de estas protecciones.

Respecto a la criticidad de estos sistemas, manifestaron que es muy crítico, desde el punto de vista operativo, impacto ambiental y económico. Una de sus alternativas para la mitigación del impacto ambiental en caso de presentarse fallas en estos sistemas, es que cuentan con sistemas de inyección en otros lotes con capacidad

disponible, a donde pueden trasladar el agua a inyectar; sin embargo, en este caso el impacto es económico y podría restringir la producción si se llegan a demoras en el traslado.

Los planes de mantenimiento en esta empresa son realizados de acuerdo a las recomendaciones del fabricante, a la experiencia de los involucrados y a las características particulares del medio donde operan; es decir no se hace uso de la técnica RCM para la elaboración de los planes de mantenimiento.

Para determinar la criticidad de las fallas del sistema de inyección de agua de producción, se tuvo que identificar a los componentes de los subsistemas (ver Anexo N° 4 y tabla 1); para luego dar inicio al desarrollo de la planilla RCM, la cual, a su vez, permitió determinar las tareas de mantenimiento, sus frecuencias y la especialidad encargada de realizar dichas actividades; y de esta forma, elaborar los planes de mantenimiento de los sistemas de inyección de agua basados en RCM.

Tabla 2: Componentes de los subsistemas del sistema de inyección de agua de Producción

SUBSISTEMAS	COMPONENTES
ELÉCTRICO	Motor Eléctrico
	Tablero de Mando y control
MECÁNICO	Bomba Reciprocante
	Sistema de Transmisión de Potencia
LUBRICACIÓN	Bomba de lubricación de pistones
AUTOMÁTICO DE CONTROL	Instrumentación de protección

Fuente: Elaboración propia

El primer paso para el desarrollo de la planilla RCM, fue definir las funciones de los componentes de los subsistemas, estableciendo un objeto y parámetros de funcionamiento; luego se procedió a identificar los modos de falla y sus mecanismos teniendo en cuenta los datos de taxonomía de fallas brindados por la norma ISO 14224 (ver anexo N° 24). Posterior a ello se definieron las fallas funcionales y se describieron los efectos producidos por las fallas; así mismo se tipificaron las consecuencias y las tareas a considerar por dichas fallas.

Para determinar la criticidad de las fallas del sistema de inyección de agua de producción, se siguieron los pasos establecidos por la norma SAE JA1739; es decir, primero se realizó la ponderación del riesgo de las consecuencias, empleando tablas de clasificación proporcionadas por la norma, en base a tres factores: gravedad (ver anexo N° 25), ocurrencia (ver anexo N° 26) y detección (ver anexo N° 27), y luego, por medio de la multiplicación de estos factores, se obtuvo el RPN (Risk Priority Number); el cual mediante una matriz (ver anexo N° 28) indicó el nivel de riesgo de las consecuencias determinando así la criticidad de las fallas.

Mediante el desarrollo y análisis de la planilla RCM, se pudo determinar que las fallas más críticas para el motor eléctrico son: Circuito de control de parada en falla, Señal de elemento de protección en falla, Elemento de protección activado por falla, Pérdida de tensión en una de las fases, No hay tensión en el circuito de alimentación, Baja frecuencia, Tensión baja, Elementos con rotura o rajadura, Conectores de cable de alimentación flojos, Cable de alimentación en cortocircuito, Bobina del estator en cortocircuito, Bobina del estator abierta, Alojamiento de rodamientos fuera de medida y Rotor desbalanceado (ver figura 3). Así mismo, las fallas críticas identificadas para la bomba recíproca, son las siguientes: Falsa señal de elementos de protección por aflojamiento de conectores, Falsa señal de elementos de protección por rotura en conectores o cableado, Aflojamiento de elementos de sellado, Corrosión de elementos de contención, Desgaste de elementos de contención, Pérdida del lubricante, Activación de switch de vibración, Erosión, Pérdida del líquido de proceso, Rotura de elementos de contención, Bloqueo de líneas de flujo, Elementos de fijación flojos, Erosión de componentes internos, Fatiga de componentes internos, Rotura de componentes, Bloqueo de línea de flujo de proceso, Taponamiento de líneas de flujo, Parada inesperada por error de operación y Aflojamiento de elementos de fijación (ver Figura 4).

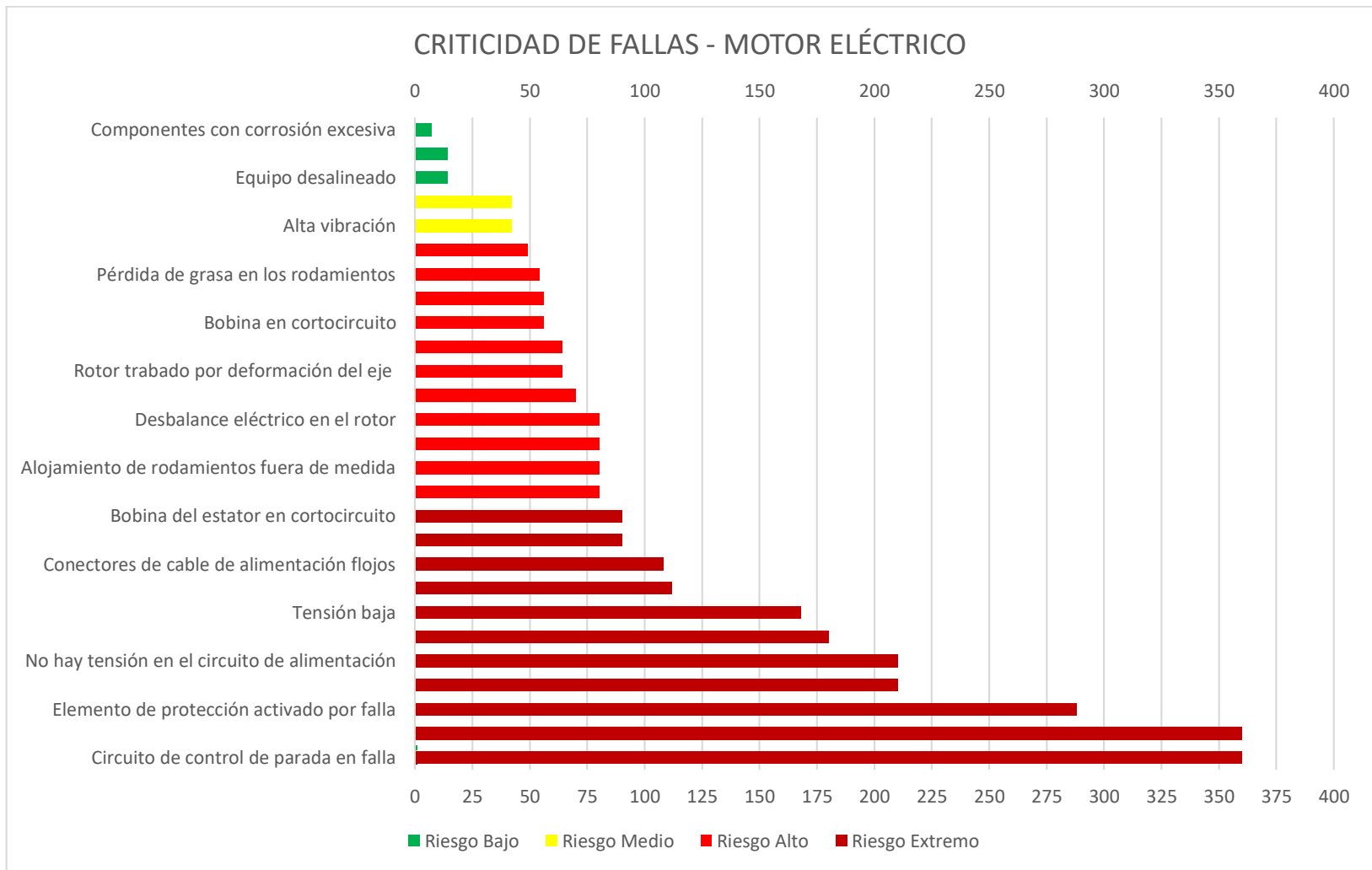


Figura 3. Criticidad de Fallas en el Motor Eléctrico

Fuente: Elaboración Propia

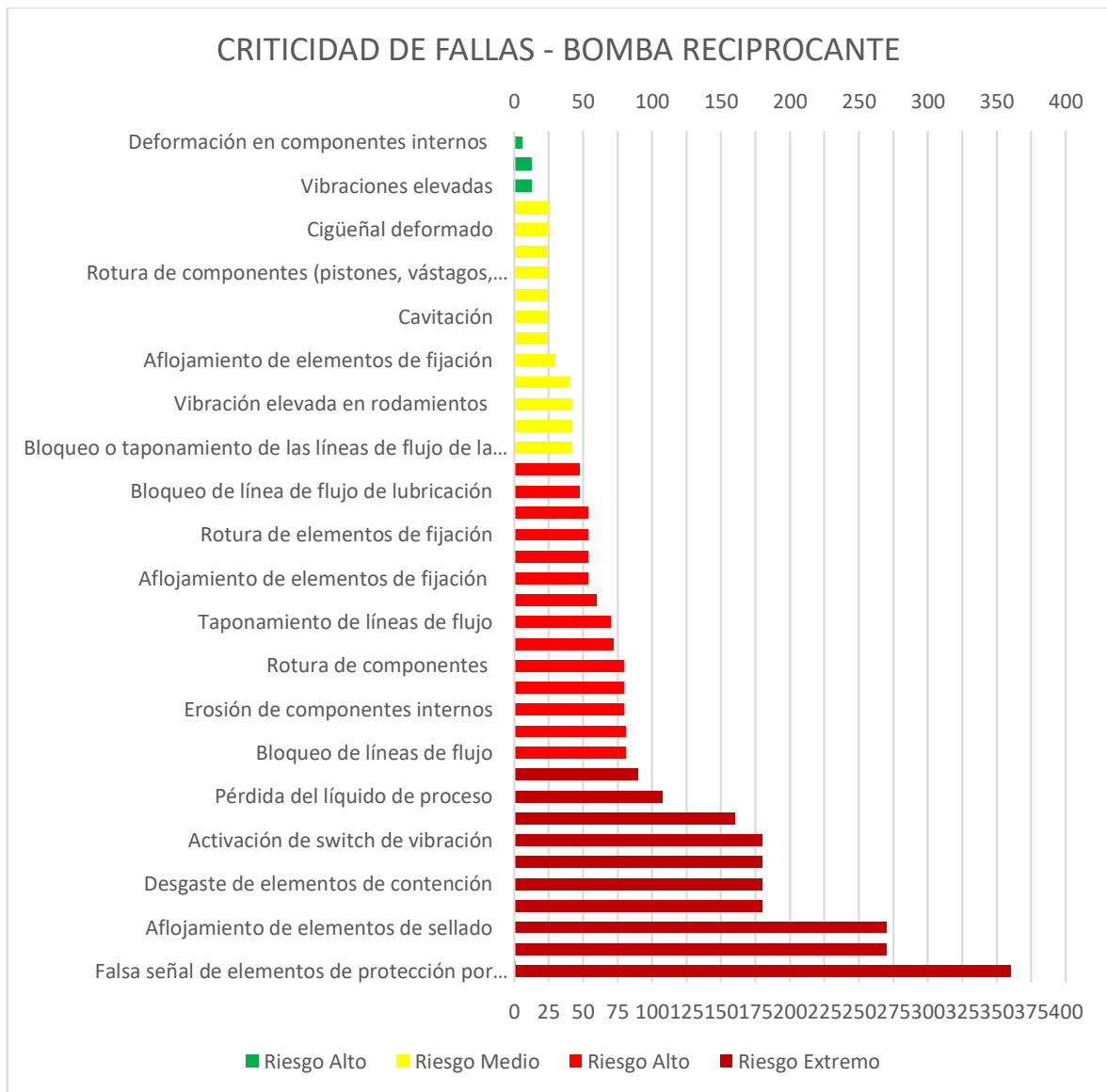


Figura 4. Criticidad de Fallas en la Bomba Reciprocante

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente paso fue llevar a cabo la evaluación de las consecuencias según la norma SAE JA 1012, clasificándolas por su impacto generado en las personas, el medio ambiente y en el proceso productivo; para ello se empleó el diagrama de decisión de la norma SAE JA1011 (ver anexo N° 29), el cual además, permitió establecer el análisis para determinar si las tareas a proponer serían tareas a condición, tareas de reacondicionamiento cíclico, sustitución cíclica, actividades de rediseño obligatorio o el aceptar trabajar a rotura. Como resultado de este análisis, se obtuvieron los siguientes planes de mantenimiento:

Tabla 3. Plan de Mantenimiento Motor Eléctrico 90 KW, Sistema de Inyección de Agua de Producción

ITEM	TAREAS PROPUESTAS	FRECUENCIA INICIAL	A REALIZAR POR	FRECUENCIA INICIAL			
				DIARIO	MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL
1	Inspección visual	Diario	Operador	X			
2	Diagnóstico por monitoreo, análisis de vibraciones y control de temperatura.	Mensual	Analista Predictivo		X		
3	Inspección de elementos de fijación.	Mensual	Analista Predictivo		X		
4	Engrase de rodamientos.	Mensual	Electro-instrumentista		X		
5	Inspección visual y toma de parámetros.	Mensual	Analista Predictivo		X		
6	Inspección visual de componentes.	Mensual	Analista Predictivo		X		
7	Toma de parámetros, inspección y ajuste de conectores y borneras.	Semestral	Electro-instrumentista			X	
8	Inspección y ajuste de elementos de protección.	Semestral	Electro-instrumentista			X	
9	Inspección y ajuste de elementos de fijación.	Semestral	Electro-instrumentista			X	
10	Inspección y ajuste del circuito de control de parada.	Semestral	Electro-instrumentista			X	
11	Megado de conductores eléctricos.	Anual	Electro-instrumentista				X
12	Megado de las bobinas del motor.	Anual	Electro-instrumentista				X
13	Pruebas dinámicas eléctricas.	Anual	Trabajo terciarizado y especializado				X

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Plan de Mantenimiento Bomba Reciprocante, Sistema de Inyección de Agua de Producción

ITEM	TAREAS PROPUESTAS	FRECUENCIA INICIAL	A REALIZAR POR	FRECUENCIA INICIAL			
				DIARIO	MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL
1	Inspección visual general	Diario	Operador	X			
2	Verificación de niveles de aceite y parámetros de trabajo	Diario	Operador	X			
3	Inspección visual de componentes y toma de parámetros	Mensual	Analista Predictivo		X		
4	Inspección visual de elementos de contención	Mensual	Analista Predictivo		X		
5	Monitoreo y análisis de vibraciones	Mensual	Analista Predictivo		X		
6	Monitoreo y análisis de temperaturas	Mensual	Analista Predictivo		X		
7	Muestreo de aceite lubricante	Mensual	Analista Predictivo		X		
8	Inspección, limpieza y ajuste de los conectores y conductores de elementos de protección.	Semestral	Electro-instrumentista			X	
9	Inspección y ajuste de elementos de fijación.	Semestral	Mecánico			X	
10	Inspección y limpieza de líneas de flujo de lubricación.	Semestral	Mecánico			X	
11	Inspección, limpieza y ajuste de líneas de flujo de proceso, elementos de sellado y elementos de contención.	Semestral	Mecánico			X	
12	Inspección, limpieza y ajuste de líneas de flujo de lubricante, elementos de sellado y elementos de contención.	Semestral	Mecánico			X	
13	Inspección y evaluación de componentes internos (cigüeñal, bielas, metales, pistones, válvulas, retenes, etc.)	Anual	Mecánico				X
14	Reemplazo de elementos de contención (retenes, empaques, etc.)	Anual	Mecánico				X

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Plan de Mantenimiento a Tablero Eléctrico, Sistema de Inyección de Agua de Producción

ITEM	TAREAS PROPUESTAS	FRECUENCIA INICIAL	A REALIZAR POR	FRECUENCIA INICIAL			
				DIARIO	MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL
1	Realizar inspección visual interior y exterior	Diario	Operador	X			
2	Realizar inspección termográfica de componentes eléctricos internos	Mensual	Analista Predictivo		X		
3	Realizar limpieza interior y exterior	Semestral	Electro-instrumentista			X	
4	Realizar inspección y ajuste de conexiones y borneras	Semestral	Electro-instrumentista			X	
5	Verificar la correcta apertura y cierre del interruptor principal y secundarios	Semestral	Electro-instrumentista			X	
6	Verificar estado de fusibles	Semestral	Electro-instrumentista			X	
7	Verificar funcionamiento de los ventiladores de enfriamiento	Semestral	Electro-instrumentista			X	
8	Verificar el sellado del ingreso y salida de cables eléctricos	Semestral	Electro-instrumentista			X	
9	Verificar conexiones a tierra	Semestral	Electro-instrumentista			X	
10	Realizar medición de la resistencia a tierra (<10 ohm)	Anual	Electro-instrumentista				X

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Plan de Mantenimiento Bomba de Lubricación para Pistones, Sistema de Inyección de Agua de Producción

ITEM	TAREAS PROPUESTAS	FRECUENCIA INICIAL	A REALIZAR POR	FRECUENCIA INICIAL			
				DIARIO	MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL
1	Realizar inspección visual exterior	Diario	Operador	X			
2	Verificar nivel de aceite	Diario	Operador	X			
3	Verificar dosificación de lubricante a pistones (10 gotas por minuto)	Diario	Operador	X			
4	Verificar Estado de faja, polea y eje de transmisión	Semestral	Mecánico			X	
5	Inspeccionar y limpiar componentes internos, poniendo atención al estado de los pistones de bombeo	Semestral	Mecánico			X	
6	Realizar ajuste y calibración de la dosificación	Semestral	Mecánico			X	
7	Inspeccionar y limpiar cañerías de dosificación	Semestral	Mecánico			X	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Plan de Mantenimiento Sistema de Transmisión de Potencia, Sistema de Inyección de Agua de Producción

ITEM	TAREAS PROPUESTAS	FRECUENCIA INICIAL	A REALIZAR POR	FRECUENCIA INICIAL			
				DIARIO	MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL
1	Realizar inspección visual	Diario	Operador	X			
2	Verificar estado de fajas	Diario	Operador	X			
3	Verificar alineamiento y tensado de fajas; realizar ajustes de ser necesario	Semestral	Mecánico			X	
4	Verificar estado de polea conductora y conducida (usar calibrador para evaluar desgaste)	Semestral	Mecánico			X	
5	Verificar estado de chavetas y ajuste de prisioneros	Semestral	Mecánico			X	
6	Verificar estado de guarda de protección; realizar ajustes de sujeción de ser necesario	Semestral	Mecánico			X	

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al análisis efectuado con las planillas RCM, para efectuar las actividades de mantenimiento se requiere de 01 Operador para que realice el Mantenimiento Diario o de Rutina, 01 Analista Predictivo para el mantenimiento mensual, 02 Técnico Electro – instrumentistas (especialidad requerida así por la empresa) para que efectúe los mantenimientos mensuales, semestrales y anuales, y 02 técnicos mecánicos para que ejecute los mantenimientos semestrales y anuales. Cabe indicar que las actividades de mantenimiento se han dividido en base a componentes y áreas (Mantenimiento Predictivo, Mantenimiento Eléctrico, Mantenimiento de Instrumentación y Mantenimiento Mecánico), incluyendo, además, al departamento de producción; para que de este modo las actividades puedan inscribirse de acuerdo a la división y clasificación de ORACLE EAM.

Tal como se resume en la tabla 8, para implementar los planes de mantenimiento de los sistemas de inyección de agua de producción, se requiere de 6 operarios y 876 horas hombre por año.

Tabla 8. Resumen de Tiempos de Mantenimientos y Recursos de Personal

TIEMPOS DE MANTENIMIENTOS Y RECURSOS DE PERSONAL									
Especialidad	Total Horas	Mantenimiento Diario		Mantenimiento Mensual		Mantenimiento Semestral		Mantenimiento Anual	
		Duración (horas)	Mano de Obra	Duración (horas)	Mano de Obra	Duración (horas)	Mano de Obra	Duración (horas)	Mano de Obra
Operador	720	2	1						
Analista Predictivo	60			5	1				
Técnico Electro-instrumentista	68			2	2	3	2	4	2
Técnico Mecánico	28					4	2	6	2
RESUMEN									
CANTIDAD DE HORAS - HOMBRE					CANTIDAD DE MANO DE OBRA				
876					6				

Fuente: Elaboración Propia

Tras el análisis de las planillas RCM, se elaboró el documento de propuesta titulado “Propuesta de Planes de Mantenimiento, basados en RCM, para garantizar la confiabilidad de los Sistemas de Inyección de Agua de Producción”. La propuesta tiene como objetivo establecer los Planes de Mantenimiento empleando la metodología RCM para garantizar la confiabilidad de los Sistemas de Inyección de Agua de Producción; siendo su alcance todas las áreas con actividades relacionadas a las operaciones de transferencias de Fluidos en la Planta de Inyección de Agua y Estaciones de Bombeo de los Lotes de la empresa petrolera en estudio en la provincia de Talara. Esta propuesta se basó en las normas SAE JA1011, SAE JA1012 y SAE J1739; además empleó los datos de taxonomía de fallas de la norma ISO 14224.

Dado que la propuesta fue desarrollada en base a la metodología RCM, se consideró necesario dar a conocer las fallas funcionales y críticas de los sistemas de inyección de agua de producción, determinadas en función a esta metodología. Asimismo, se establecieron las actividades y frecuencias de mantenimiento para los sistemas de inyección de agua de producción, y para llevarlos a cabo se determinaron los recursos materiales y humanos necesarios para la implementación de los planes; para ello se elaboró un listado de repuestos, listado de herramientas y equipos, perfiles de puestos, procedimientos de trabajo y el plan de capacitación necesarios para implementar los planes de manera eficaz y segura.

El tiempo para la implementación de la propuesta es de dos meses, considerando un mes de capacitación, y el costo anual para la implementación es de \$ 19,820.82. Adicionalmente, en el primer año de la Implementación se considerará un costo de \$ 902.01 debido a las capacitaciones a realizar para la adecuada implementación de los planes de mantenimiento.

Cabe indicar que el detalle de la propuesta se encuentra en el Anexo n° 32.

Para cuantificar los beneficios de la aplicación del RCM en el diseño de los planes de mantenimiento; se determinó emplear la fórmula beneficio/costo, considerando para el beneficio el ahorro de los costos de penalización y de los costos de indisponibilidad por fallas en relación al costo anual para la implementación de los planes de mantenimiento, basados en RCM, para los sistemas de inyección de agua de producción.

En cuanto a los costos de penalización, recolectados en la guía de análisis documental (Formato de Costo por Penalización) adjuntada en el Anexo n°30; se consideró una penalidad de 20 UIT que tuvo la empresa en el año 2019 por no acoger medidas de prevención que eviten la generación de impactos ambientales negativos producto de fugas, derrames o liqueos de hidrocarburos en diversas áreas de uno de sus lotes en función al Artículo N°21 de la Ley 27444, asimismo se atribuyó una supuesta penalidad máxima de 5000 UIT por concepto de incumplir los instrumentos ambientales y normas sobre el manejo, tratamiento y/o disposición de efluentes y/o agua de producción en función del Artículo N° 9 de la Resolución del Consejo Directivo N° 035-2015-OEFA/CD. Para realizar el cálculo del costo/beneficio se decidió considerar la penalidad máxima de 5 000 UIT.

Para obtener el costo de indisponibilidad por falla, se empleó la información obtenida de la guía de análisis documental: Formato de Tiempos y Costos de Mano de Obra y Materiales; mediante el cual se obtiene un monto total de \$ 531.50 (ver Anexo n°31) por costo de reparación de las 6 fallas presentadas en el periodo de recolección del instrumento (abril a setiembre del 2020). Asimismo, se adiciona el costo para trasladar con cisterna el agua de producción hacia otro lote de la empresa y así realizar el proceso de reinyección, el cual asume un costo diario de \$600.00. Dado que, mediante la evaluación de los efectos de fallas, en el análisis de la planilla RCM, se determinó la indisponibilidad del sistema por un periodo máximo de 4 días en un evento grave, 3 días por evento mediano y 1 día por evento leve; es decir 8 días de indisponibilidad por fallo en un periodo de 1 año; el costo de traslado del agua de producción sería de \$ 4,800.00 y por lo tanto el costo de indisponibilidad por fallo anual asumiría un monto total de \$5,331.50 como máximo.

El costo anual para la implementación de los planes de mantenimiento se realizó en base a los costos de mano de obra, materiales, equipos y herramientas

necesarios para la ejecución de las tareas de los planes y adicionando un costo adicional del 10% (\$1,801.89) por gastos imprevistos; obteniendo un monto total de \$ 19,820.82.

Por lo tanto, en base a los factores mencionados (costos de penalización, costos de indisponibilidad por fallas y costo anual para la implementación de los planes de mantenimiento), se realizó el cálculo beneficio/coso obteniendo que por cada dólar a invertir en el sistema de mantenimiento RCM, el beneficio máximo podría ser de \$ 301.16; lo cual significa que es muy factible la implementación de los planes de mantenimiento basados en RCM.

Tabla 9. *Beneficio - Costo de la implementación de los planes de mantenimiento basados en RCM*

FACTOR	TIPO DE COSTO	MONTO
Beneficio	Costos de Penalización	\$5,963,938.96
	Costos de Indisponibilidad por falla	\$ 5,331.50
Costo	Costo de Implementación de planes de Mantenimiento	\$ 19,820.82
Cálculo Beneficio/Costo		\$ 301.16

Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSIÓN

En la investigación de Idrogo (2016), “Estudio de un sistema de mantenimiento centrado en la confiabilidad para aumentar la disponibilidad de los motores asíncronos trifásicos de la empresa Cogorno S.A Trujillo”, empleó un análisis documental con fichas de registro de fallas para determinar los indicadores globales de mantenimiento; encontrando la disponibilidad en 90.45%, la confiabilidad en 90.98% y la mantenibilidad en 7.19%. El autor menciona que estos indicadores no eran favorables para la empresa dado que causaron pérdidas económicas en la producción debido a las horas perdidas por no tener disponibles los equipos. En contraste con el resultado del diagnóstico situacional de los sistemas de inyección de agua, en el presente estudio, se realizó el cálculo de la confiabilidad en base a las fallas registradas en las guías de observación aplicadas diariamente por los operadores de los sistemas de inyección de agua de producción en un periodo de tres meses, obteniendo que la confiabilidad mensual del sistema es del 44%; esto significó que el sistema tiene una confiabilidad desfavorable, en función de los indicadores establecidos por el departamento de Mantenimiento de la empresa, los cuales establecen que la confiabilidad de un equipo o sistema crítico es desfavorable cuando es menor al 95%, aceptable cuando se encuentra en 95% y excelente cuando obtiene un valor mayor al 98%.

La determinación de la criticidad de las fallas de los sistemas de inyección de agua del presente estudio se realizó siguiendo los pasos establecidos por la norma SAE JA1739; es decir, se realizó la ponderación del riesgo de las consecuencias, empleando tablas de clasificación proporcionadas por esta norma, en base a tres factores: gravedad, ocurrencia y detección, y luego, por medio de la multiplicación de estos factores, se obtuvo el RPN (número prioritario de riesgo); el cual mediante una matriz, indicó el nivel de riesgo de las consecuencias determinando así la criticidad de las fallas en base a cuatro niveles de riesgo: 21 fallas con riesgo extremo, 25 fallas con riesgo alto, 14 fallas con riesgo medio y 6 fallas con riesgo bajo. Este método de determinación de la criticidad de fallas en base al número prioritario de riesgo (NPR) tras la multiplicación de los factores de gravedad,

ocurrencia y detección, también fue empleado por otros autores de investigaciones, tales como Pacheco (2018) en su tesis titulada “Propuesta de Implementación de un Sistema de Gestión de Mantenimiento Preventivo basado en RCM para la Reducción de Fallas de la Maquinaria De La Empresa HYDRO PÁTAPO S.A.C.” e Idrogo (2016) en su investigación titulada “Estudio de un sistema de mantenimiento centrado en la confiabilidad para aumentar la disponibilidad de los motores asíncronos trifásicos de la empresa Cogorno S.A Trujillo”; sin embargo, estos autores no emplearon las tablas de clasificación de los índices de gravedad, ocurrencia y detección propuestos por la norma SAE JA1739, sino las tablas de clasificación propuestas por Moubray (2004), autor de los libros “Reliability Centered Maintenance” primera y segunda edición. Cabe indicar que, tal como lo menciona Moubray, el proceso de RCM descrito en los capítulos 2 al 10 de su libro RCM II, cumplen totalmente con las normas SAE, por lo que fue válido para los autores Idrogo y Pacheco el empleo de las tablas de clasificación propuestas por Moubray. Cual sea la elección de las tablas de clasificación para la ponderación del riesgo y, por ende, de la clasificación de la criticidad de las fallas, la aplicación de este método (ponderación del riesgo mediante el RPN), ayuda a decidir las tareas a proponer incitando a poner especial atención a las fallas que tienen un alto valor RPN.

La obtención de los planes de mantenimiento mediante la aplicación de la metodología RCM, se logró por medio del desarrollo de la guía de análisis documental: Planilla RCM; dicha guía fue elaborada en base al estándar SAE J1739, por lo cual reunió la hoja de información, la evaluación del riesgo y la hoja de decisión necesarias para la correcta aplicación del RCM; lo cual se corrobora por el autor Troffé (2017, p.157) en su libro “Herramientas de Gestión Integradas”, quien menciona que para dar respuesta a las 7 interrogaciones del RCM (¿cuáles son las funciones?, ¿de qué manera puede fallar?, ¿qué causa que falle?, ¿qué ocurre cuando falla?, ¿cuáles son las consecuencias de la falla?, ¿qué se puede realizar para prevenir las fallas? y ¿qué ocurre si no se logra prevenir la falla?) se necesita de estos instrumentos adicionando además el uso del estándar ISO 14224 para poder llenar la hoja de información y el uso de un diagrama de decisión que

permita establecer el análisis para determinar si las tareas a llevar a cabo serían preventivas, si se merece la pena realizarlas, si son técnicamente posibles, y si resuelven adecuadamente las consecuencias, o si hay que rediseñar, mitigar o aceptar trabajar a rotura. En contraste con lo sugerido por el autor Troffé, en el presente estudio, también se empleó la taxonomía de fallas del estándar ISO 14224 para identificar los modos de falla y los mecanismos de falla de cada subsistema del sistema de inyección, asimismo se utilizó el diagrama de decisión proporcionado por la norma SAE JA 1011, el cual permitió además llevar a cabo la evaluación de las consecuencias según la norma SAE JA 1012, clasificándolas por su impacto generado en las personas, el medio ambiente y en el proceso productivo.

Todo el proceso anteriormente mencionado también fue empleado por otros autores. Entre ellos se encuentran Campos O., Tolentino G., Toledo M. y Tolentino R. quienes en su artículo “Metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) considerando taxonomía de equipos, bases de datos y criticidad de efectos” desarrollaron la propuesta tras analizar las normas SAE J1739, SAE JA1011 y SAE JA1012 para RCM, el estándar ISO 14224 y la jerarquización de fallas mediante los números de prioridad de riesgo (NPR).

Como resultado de todo el análisis de las planillas RCM se obtuvieron los planes de mantenimiento para cada subsistema del sistema de inyección de agua de producción, asimismo el análisis permitió determinar los recursos materiales, los recursos humanos, recursos monetarios, perfiles de puestos, procedimientos de trabajo y el plan de capacitación necesarios para implementar los planes de mantenimiento, basados en RCM, de manera eficaz y segura a fin de garantizar la confiabilidad de los sistemas de inyección de agua de producción de la empresa petrolera en estudio. En comparación con ello Castillo (2017), en su investigación de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en Ecuador, aclaró que con su estudio no pretendió modificar la organización del trabajo, ni agregar tareas que no sean posibles de cumplir, sencillamente su intención fue mostrar los modos de falla y los activos con afectación mayor, de modo que se tomen las medidas proactivas para asegurar que los activos continúen cumpliendo adecuadamente su función, por ello no diseñó una propuesta de plan de mantenimiento, sino sólo propuso las

hojas de trabajo que contenían las tareas de mantenimiento propuestas para cada uno de los equipos, la frecuencia de dichas tareas y la especialidad necesaria para efectuarlas.

La cuantificación de los beneficios de la aplicación del RCM en el diseño de los planes de mantenimiento; se determinó empleando la fórmula beneficio/costo, considerando para el beneficio el ahorro de los costos de penalización y de los costos de indisponibilidad por fallas en relación al costo anual para la implementación de los planes de mantenimiento. En cuanto a los costos de penalización, se emplearon los datos recolectados en la guía de análisis documental “Formato de Costo por Penalización” atribuyendo una supuesta penalidad máxima de 5000 UIT por concepto de incumplir los instrumentos ambientales y normas sobre el manejo, tratamiento y/o disposición de efluentes y/o agua de producción en función del Artículo N° 9 de la Resolución del Consejo Directivo N° 035-2015-OEFA/CD. El costo de indisponibilidad por falla contempló el costo de reparación y el costo para trasladar con cisterna el agua de producción hacia otro lote de la empresa y así realizar el proceso de reinyección, asumiendo un monto total de \$5,331.50, por último, el costo anual para la implementación de los planes de mantenimiento se realizó en base a los costos de mano de obra, materiales, equipos y herramientas necesarios para la ejecución de las tareas de los planes; obteniendo un monto total de \$ 19,820.82. Por lo tanto, en base a los factores mencionados (costos de penalización, costos de indisponibilidad por fallas y costo anual para la implementación de los planes de mantenimiento), se obtuvo que por cada dólar invertido en el sistema de mantenimiento RCM, el beneficio máximo podría ser de \$ 301.16.

En similitud con lo descrito el párrafo anterior, para en el análisis Costo-Beneficio, Pacheco (2018) estimó que por cada dólar que se invertiría en el sistema de mantenimiento RCM, el beneficio sería de \$1.52. Esto lo estimó en base al costo total de la implantación del sistema que fue de \$ 42 158.04 anuales por concepto de costos de ejecución, costos de repuestos y costos de capacitación, y en función al beneficio que se obtendría con la adaptación del Sistema de Gestión de mantenimiento Preventivo cimentado en RCM, dado que se reducirían la frecuencia

de fallas, disminuyendo de este modo los costos de manteniendo correctivo e inoperatividad del personal, que en la parte monetaria habían representado una pérdida anual de \$ 64 091.88.

Por otro lado, el investigador Trujillo (2018), tras su estudio consideró que no era factible implementar un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM), para la planta de tratamiento de aguas en Termosuria-Meta, dado que si la compañía Ecopetrol deseaba efectuar una reprogramación de las acciones de mantenimiento mediante la filosofía RCM, resultaría muy costoso, debido a que se requeriría dedicación y tiempo para reprogramar los trabajos de mantenimiento preventivo, ya que el AMEF tiene información relacionada a los modos y efectos de falla que logran indicar actividades nuevas para los activos, lo cual acrecentaría los recursos humanos y físicos, involucrando así costos adicionales. A diferencia de lo expresado por este investigador, en el presente estudio sí se considera factible la implementación de los planes de mantenimiento, basados en RCM, para los sistemas de inyección de agua de producción de la empresa petrolera en estudio, dado que los subsistemas de estos sistemas aún no cuentan con planes de mantenimiento por tratarse de equipos nuevos y que aún no se encuentran inscritos en el sistema de gestión de activos (ORACLE EAM) de la empresa; lo cual no implicaría costos elevados por la reprogramación de las actividades de mantenimiento y tampoco implicaría costos para ideación de las actividades de mantenimiento dado que éstas junto con todos los procedimientos, planes y listados de recursos se encuentran en el documento de propuesta realizado en el presente estudio.

VI. CONCLUSIÓN

1. En el diagnóstico situacional de los sistemas de inyección de agua de la empresa petrolera en estudio, se determinó una confiabilidad mensual desfavorable (44%), en función a los indicadores establecidos por el departamento de Mantenimiento de la empresa. Esto refleja la importancia de implementar los planes de mantenimiento, basados en RCM, para garantizar la confiabilidad de estos sistemas.

2. Mediante el desarrollo de las planillas RCM, y en función a la metodología RCM y el RPN, se estimaron 21 fallas con riesgo extremo, 25 fallas con riesgo alto, 14 fallas con riesgo medio y 6 fallas con riesgo bajo. Esta clasificación de criticidad de fallas, permitió establecer estratégicamente la frecuencia y el tipo de actividades en los planes de mantenimiento para cada subsistema, de modo que se realice un mantenimiento óptimo y confiable.

3. Tras el análisis y desarrollo de las planillas RCM, se obtuvieron los planes de mantenimiento para los sistemas de inyección de agua de producción; determinando que para la implementación de los planes se necesitan 06 técnicos especialistas con un total de 876 hh al año; además se determinó un listado de repuestos críticos necesarios de prever para cuando se requiera algún mantenimiento correctivo. Para desarrollar adecuadamente la implementación de los planes se elaboró una propuesta que contiene los planes, los recursos materiales y humanos, procedimientos de trabajo y el plan de capacitación necesarios para implementar los planes de manera eficaz y segura en contribución a los objetivos del Sistema de Gestión de Excelencia Operacional de la empresa en estudio.

4. En el análisis de la cuantificación de los beneficios económicos de la aplicación del RCM en el diseño de los planes de mantenimiento, se obtuvo que, por cada dólar invertido, el beneficio máximo podría ser de \$ 301.16 en relación a los costos de penalización y de indisponibilidad por fallas. Siendo la inversión anual de la implementación de los planes de \$ 19,820.82 para lograr un mantenimiento óptimo con una confiabilidad aceptable, mayor a 95%, será rentable y muy beneficioso para el departamento y la empresa en general, implementar los planes de mantenimiento para los sistemas de inyección de agua de producción.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda inscribir los sistemas de inyección de agua de producción en el sistema de gestión de activos empresariales de la empresa (ORACLE EAM), implementar los planes de mantenimiento y realizar el seguimiento de los resultados de la implementación; evaluándolos a través de indicadores, tales como MTBF (tiempo medio entre fallas), MTTR (tiempo medio para reparar), Disponibilidad, Confiabilidad, Índice de emergencias y Costos de Mantenimiento.
2. Para evitar la fallas críticas y funcionales de los sistemas de inyección de agua de producción, se debe generar las órdenes de trabajo de mantenimiento de acuerdo a los tipos de tareas (a condición, reacondicionamiento cíclico, sustitución cíclica o rediseño) y frecuencias establecidas en los planes de mantenimiento del presente estudio.
3. Se sugiere contemplar las actividades de formación establecidas en el plan de capacitación del documento de propuesta para de este modo asegurar que la implementación de los planes de mantenimiento de los sistemas de inyección de agua de producción se realice de manera eficaz y segura en contribución a los objetivos del Sistema de Gestión de Excelencia Operacional de la empresa.
4. Se recomienda incluir en el Presupuesto Anual del departamento de Mantenimiento, los costos involucrados para la implantación de los planes de mantenimiento de los sistemas de inyección de agua de producción, dado que tal como se demostró en el capítulo IV del presente estudio, se podría obtener un beneficio máximo de \$ 301.16 por cada dólar invertido en relación a los costos de penalización y de indisponibilidad por fallas.

REFERENCIAS

- ACUÑA, Jorge. Ingeniería de Confiabilidad. Cartago: Editorial Tecnológica de Costa Rica, 2003. 328 pp. ISBN 9977661413.
- ÁLVAREZ, Raúl. Plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad de los motores CATERPILLAR 3516 de los grupos electrógenos de una refinería de petróleo Iquitos - Perú. Tesis (Ingeniero Mecánico). Callao: Universidad Nacional del Callao, Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía, 2018.
Disponible en <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/UNAC/3817>
- AMENDOLA, L., ARTACHO RAMIREZ, M., & DEPOOL, T. (2017). Análisis de los factores clave para mejorar la gestión del mantenimiento en la industria de oil&gas en América Latina. DYNA Ingeniería e Industria, 92(5), 567-571.
Disponible en <https://recyt.fecyt.es/index.php/DY/article/view/59835>
- ASOCIACIÓN Regional de Empresas de Petróleo y Gas Natural en Latinoamérica y el Caribe (ARPEL). Guía para la disposición y el tratamiento de agua producida. Canadá: Alconsult International LTD, SF. 112 pp.
Disponible en <http://www.ingenieroambiental.com/4000/GUIA%2001%20-%20OK.pdf>
- BAENA, Guillermina. Metodología de la Investigación – Serie integral por competencias. México: Grupo Editorial Patria, 2014. 144 pp. ISBN:9786077440031.
- BELLI, Orlando. Propuesta de gestión de mantenimiento RCM en plantas de energía a gas natural. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería, 2018.
Disponible en <http://hdl.handle.net/10757/624416>
- CÁCERES, Andrés. Diseño de un Sistema de Gestión de Mantenimiento basado en el Análisis Modo Efecto Falla para mejorar la Disponibilidad de Equipos Electromecánicos de la Empresa Construedes S.A.C. Tesis (Ingeniero Mecánico Electricista). Trujillo: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2018. Disponible en http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/26584/caceres_qa.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- CAMPOS, Omar, Tolentino, Guilibaldo, Toledo-Velázquez, Miguel, Tolentino-Eslava, René Metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) taxonomía de equipos, base de datos y crítica de efectos. Científica [en línea]. 2019, 23 (1), 51-59 [fecha de consulta 15 de mayo de 2020]. ISSN: 1665-0654. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61458265006>.
- CÁRCEL, Francisco. La gestión del conocimiento en la ingeniería de mantenimiento industrial: Investigación sobre la incidencia en sus actividades estratégicas. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia, OmniaScience (Omnia Publisher SL), 2014. 313 pp. ISBN: 9788494187278
- CASTILLO, Ángel. Propuesta de mantenimiento centrado en confiabilidad de las unidades de bombeo horizontal multietapas del Sistema Power Oil de la Estación Atacapi del B57-LI de Petroamazonas EP. Proyecto (Magíster en Gestión del Mantenimiento Industrial). Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2017. Disponible en <http://dspace.espech.edu.ec/handle/123456789/6300>
- CEPEDA, Pérez. Diseño e implementación de un plan de mejoramiento basado en RCM para el mantenimiento de las bombas horizontales de inyección de agua de Campo Jaguar – MASA STORK. Monografía (Ingeniero Electromecánico). Colombia: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad Seccional Duitama, 2017. Disponible en <http://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/2697>
- COMISIÓN Venezolana de Normas Industriales. Mantenimiento – Definiciones (COVENIN 3049-93). Venezuela: COVENIN, 1993.18 pp. ISBN:9800612289.
- CORONADO, Geancarlo. Diseño de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad basado en el análisis de modo y efecto de fallas a unidades de bombeo mecánico de pozos de extracción de petróleo crudo del Lote I, para aumentar su disponibilidad - Provincia de Talara. Tesis (Ingeniero Mecánico Electricista). Trujillo: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2015.

Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/9589>

- DECRETO Supremo N° 015-2006-EM. Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos. Lima, 02 de marzo de 2006.
- GARCÍA, Oliverio. Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial. Bogotá: Ediciones de la U, 2012. 165 pp.
- GARZA, Ario. Manual de técnicas de investigación para estudiantes de ciencias sociales y humanidades. 7a. ed. México, D. F.: El Colegio de México, Biblioteca Daniel Cosío Villegas, 2007. 380 pp. ISBN: 9681212983.
- IDROGO, Wilmer. Estudio de un sistema de mantenimiento centrado en la confiabilidad para aumentar la disponibilidad de los motores asíncronos trifásicos de la empresa Cogorno S.A Trujillo. Tesis (Ingeniero Mecánico Electricista). Trujillo: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2016.

Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/9617>

- Metodologías – Enfoque Tradicional. En: Confiabilidad Integral por YAÑEZ, Medardo [et al.]. [s.l.]: CAREC, [s.f.]. Disponible en : <https://www.carec.com.pe/biblioteca/biblio/4/81/Lectura.%20Confiabilidad%20Integral.pdf>
- MOUBRAY, John. Reliability – centered maintenance. 2.a. ed. New York: Industrial Press Inc., 1997. 440 pp. ISBN: 0831130784.
- PACHECO, Larissa. Propuesta de implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en RCM para la reducción de fallas de la maquinaria de la empresa Hydro Pátapo S.A.C. Tesis (Ingeniero Industrial). Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Facultad de Ingeniería, 2018.

Disponible en <http://hdl.handle.net/20.500.12423/1353>

- PARRA, Carlos y CRESPO, Adolfo. Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad aplicada a la Gestión de Activos. Sevilla: INGEMAN, 2012. [260] pp. ISBN: 9788495499677
- PLAZA, Alejandro. Apuntes teóricos y ejercicios de aplicación de gestión del mantenimiento industrial - Integración con calidad y riesgos laborales. Lulu, 2009. 269 pp. ISBN: 9781409229216.

- RECABAL, Leonardo. Propuesta de mantenimiento centrado en la confiabilidad en instalaciones de Hualpén Gas S.A. Tesis (Ingeniero de Ejecución en Mecánica de Procesos y Mantenimiento Industrial). Rey Balduino de Bélgica - Chile: Universidad Técnica Federico Santa María, 2019.
Disponible en <https://hdl.handle.net/11673/48666>
- ROA, J. y GÓMEZ J. Optimización del plan de mantenimiento centrado en confiabilidad para los equipos rotativos en la Planta “Aromáticos” de la GRB de Ecopetrol. Proyecto de grado (Especialista en evaluación y gerencia de proyectos). Colombia: Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, 2014.
Disponible en <http://noesis.uis.edu.co/handle/123456789/29148>
- SOCIETY of Automotive Engineers. SAE JA1011: Criterios de Evaluación para Procesos de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM). E.E.U.U, 1999. 12 pp.
- SOCIETY of Automotive Engineers. SAE JA1012: Una Guía para el Estándar de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM). E.E.U.U, 2002. 67 pp.
- Tendencias actuales en mantenimiento industrial. [Mensaje en un blog]. Bogotá: García, O., (abril de 2014). [Fecha de consulta: 01 de julio de 2020]. Recuperado de <http://www.reporteroindustrial.com/temas/Tendencias-actuales-en-mantenimiento-industrial+97221?pagina=3>
- The British Standards Institution. ISO 14224: Industrias de petróleo, petroquímica y gas natural – recolección e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos. CEN, 2016. 272 pp. ISBN: 9780580903878.
- TORO, Iván y PARRA, Rubén. Método y Conocimiento – Metodología de la Investigación. Medellín: Fondo Editorial Universidad EAFIT, 2006. 387 pp. ISBN:9588281113.
- TROFFÉ, Mario. HEGI Herramientas de Gestión Integradas – Innovación en Ingeniería de Mantenimiento. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Dunken, 2017. 344 pp. ISBN: 9789870292807.

- TRUJILLO, Andrés. Propuesta de un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM), para la planta de tratamiento de aguas en Termosuria-Meta. Proyecto (Ingeniero Mecánico). Bogotá D.C.: Universidad Libre de Colombia, Facultad de Ingeniería, 2018.
Disponible en <http://hdl.handle.net/10901/11606>
- USCÁTEGUI, Paola. Propuesta de mejoramiento de Gestión de Mantenimiento para el Departamento de Confiabilidad y Proyectos en la empresa PETROSANTANDER COLOMBIA (INC). Monografía (Especialista en Alta Gerencia). Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, Ingenierías Físico Mecánicas, 2014.
Disponible en <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2014/152309.pdf>
- VENTAJAS e inconvenientes de la aplicación de RCM. [Mensaje en un blog]. Bogotá: García, S., (21 de octubre de 2016). [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2020]. Recuperado de <http://www.reporteroindustrial.com/blogs/Ventajas-e-inconvenientes-de-la-aplicacion-de-RCM+115969>
- VERGARA, John. Programa de Mantenimiento basado en la Metodología RCM para el Motor Eléctrico del Sistema de Bombeo MP-3301 en la Refinería de ECOPETROL en Barrancabermeja utilizando Software IRCMS. Proyecto (Maestría en Ingeniería de Mantenimiento). Medellín – Colombia: Universidad EAFIT, Departamento de Ingeniería Mecánica, 2016.
Disponible en <http://hdl.handle.net/10784/11561>

ANEXOS



ANEXO N°1

Esquema del proceso involucrado en el problema del proyecto de investigación

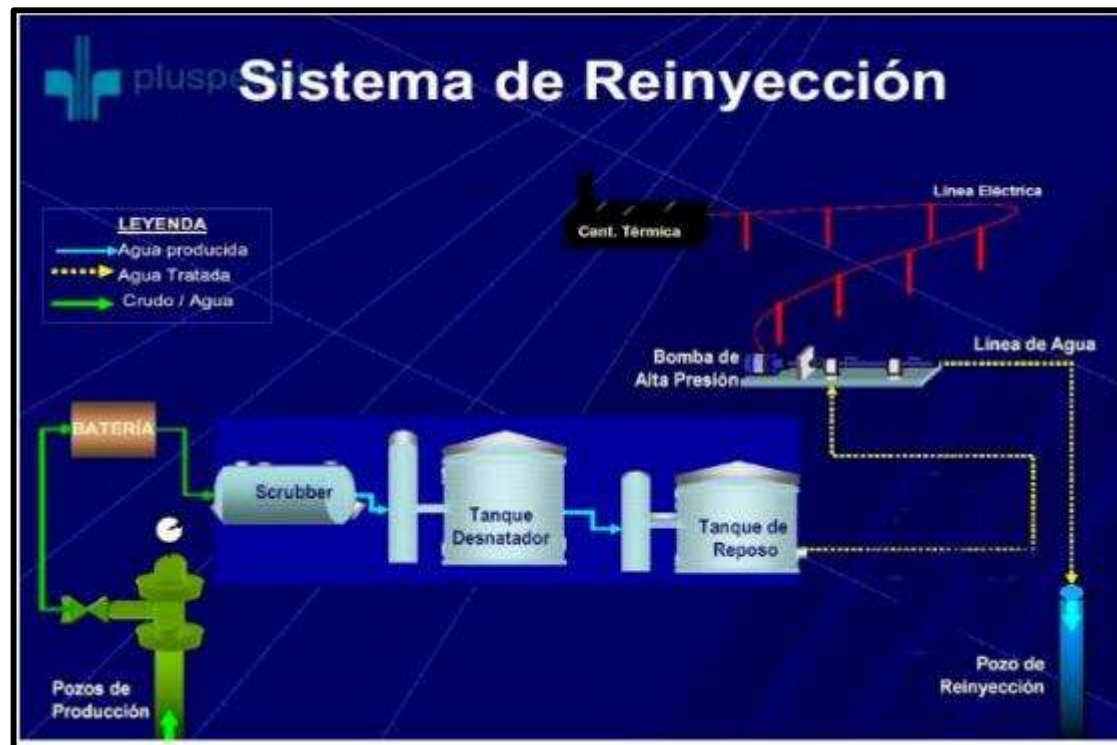


Figura 5: Esquema del Sistema de Inyección de agua

ANEXO N°2
Tabla 10: Reporte diario de producción de la empresa petrolera en estudio
REPORTE DIARIO DE PRODUCCIÓN DE CAMPO: 29-06-2020

LOTE					
Producción	Método	Pronóstico	PRODUCCIÓN		
			28/06/2020		
			Petróleo	Agua	Gas
Básica	PU	608	520	335	2768
	GL	6	5	12	68
	PL	50	37	6	859
	FL	0	0	0	0
	SB	57	59	6	0
		721	621	359	3695

LOTE					
Producción	Método	Pronóstico	PRODUCCIÓN		
			28/06/2020		
			Petróleo	Agua	Gas
Básica	PU	82	78	151	185
	PL	11	11	0	45
	GL	19	9	0	80
	SB	0	0	0	0
		112	98	151	310

LOTE					
Producción	Método	Pronóstico	PRODUCCIÓN		
			28/06/2020		
			Petróleo	Agua	Gas
Básica	PU	239	226	90	1192
	GL	294	349	122	529
	PL	35	42	21	108
	SP	100	58	7	0
	SB	26	24	4	0
	Desf	0	0	0	0
		694	699	244	1829

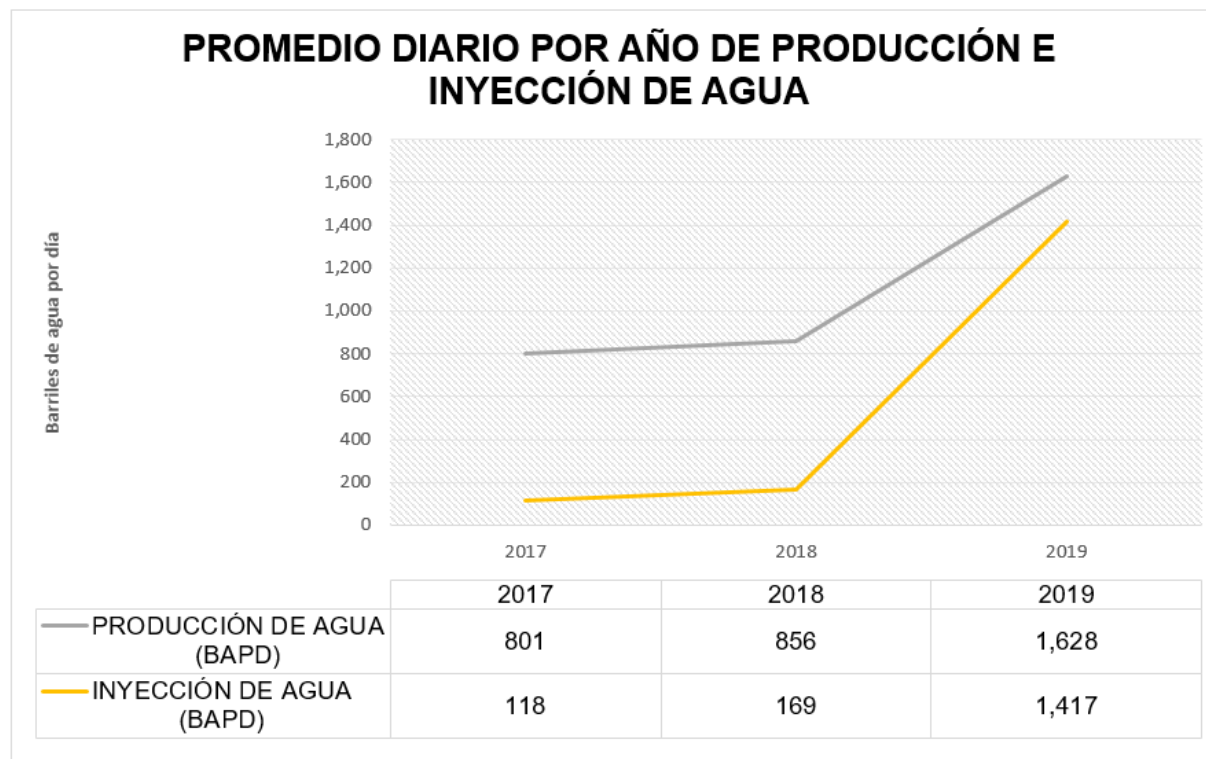
LOTE					
Producción	Método	Pronóstico	PRODUCCIÓN		
			28/06/2020		
			Petróleo	Agua	Gas
Básica	PU	1735	1738	498	3137
	PUP	31	31	1	41
	FL	0	0	0	0
	SB	109	133	79	0
Incremental IV Campaña		366	318	103	471
		2241	2220	681	3649

Producción de Campo Total	3,768	3,638	1,435	9,483
Producción Fiscalizada de Campo	3,711	3,585	1,435	9,483

Fuente: Empresa petrolera en estudio

ANEXO N°3

Tabla 11: *Producción e inyección de agua del proceso de extracción de crudo*



Fuente: Empresa petrolera en estudio

ANEXO N°4

Subsistemas del Sistema de Inyección de Agua de Producción

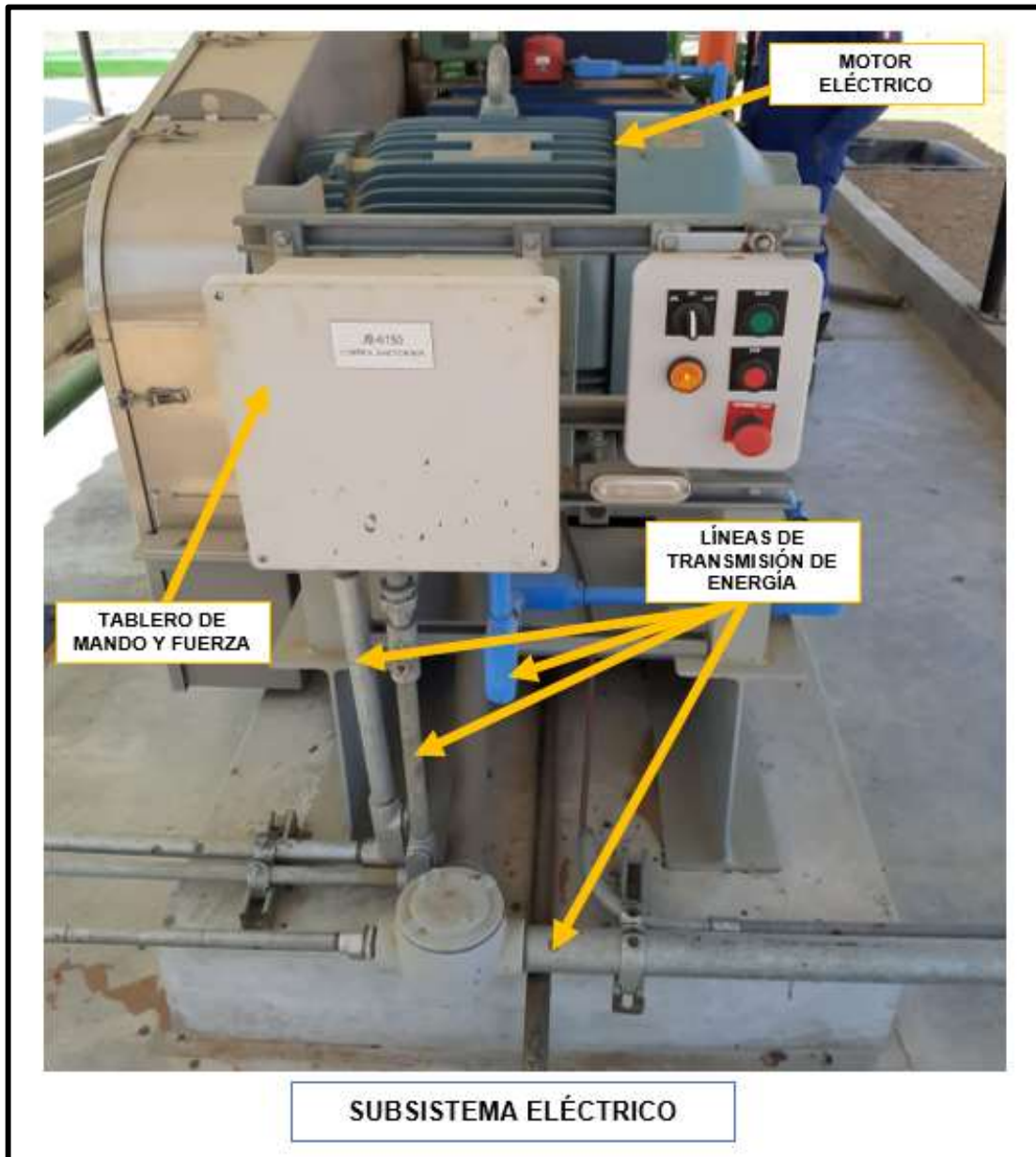


Figura 6: Subsistema eléctrico del sistema de inyección de agua de producción

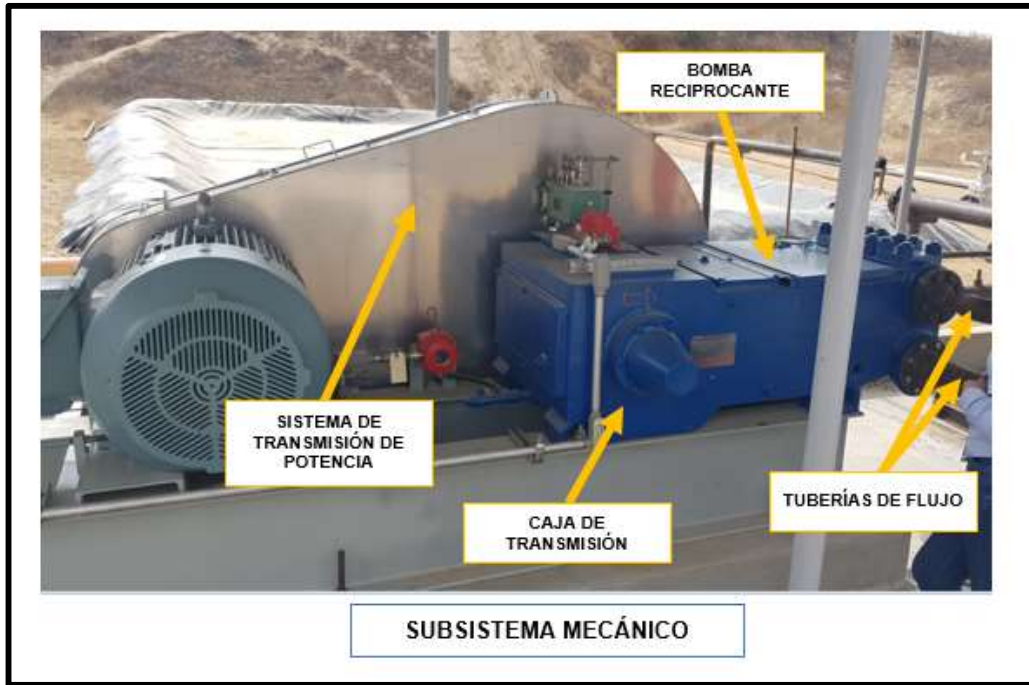


Figura 7: Subsistema mecánico del sistema de inyección de agua de producción

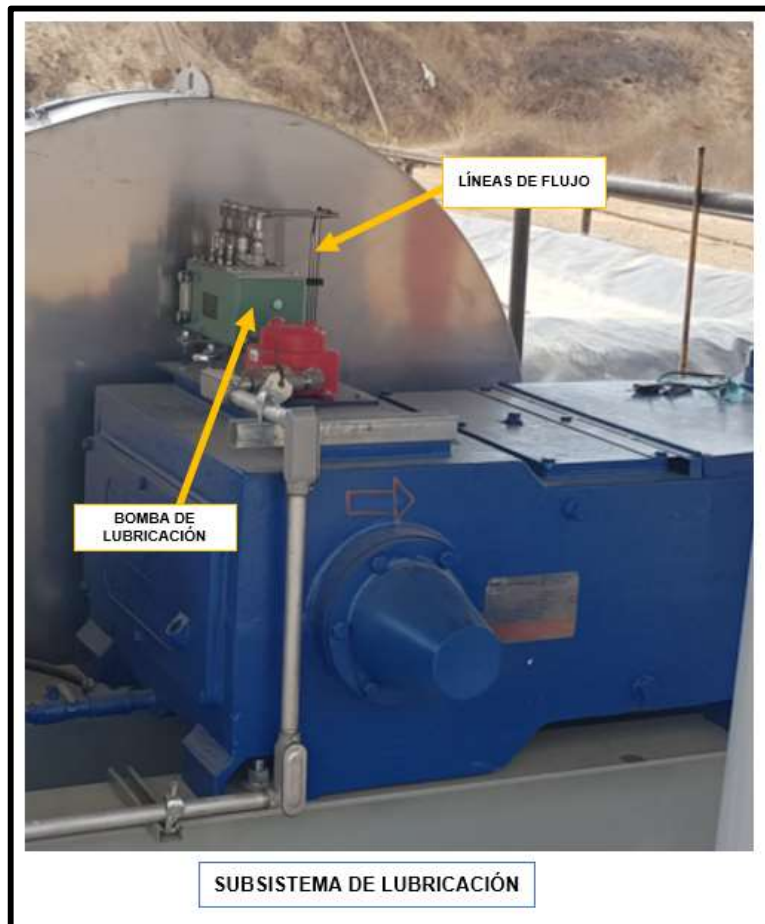


Figura 8: Subsistema de lubricación del sistema de inyección de agua de producción

Indicadores de Mantenimiento

El término “indicador”, se refiere a la información de tipo cualitativo o cuantitativo, que permiten determinar cómo se encuentran los sistemas, o las personas, en relación con algún aspecto de la realidad que se desea conocer. Entre los indicadores de Gestión de Categoría Mundial más utilizados en el Mantenimiento Industrial, se encuentran la confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad (García O., 2012, p. 129). A continuación, se definen los indicadores en base a la normativa ISO 14224:2016 y los autores Parra C., Crespo A. y García O. (2012).

La confiabilidad es la probabilidad de que un equipo o sistema, cumpla su misión (función principal) bajo condiciones de uso determinadas, en un período determinado. Su unidad de medición es el porcentaje y su expresión de cálculo es: $R(t) = 1 - e^{-t\lambda}$, donde λ es la tasa de fallas o número total de fallas por período de operación y t es el tiempo dado. Los indicadores de la confiabilidad son el tiempo medio entre fallas (*MTBF*) y la frecuencia de fallas (*FF*). El tiempo medio entre fallas es un indicador técnico que mide el tiempo promedio que es capaz de operar un equipo sin interrupciones, su unidad de medición es el tiempo (horas, días, meses, etc.) y su expresión de cálculo es: $MTBF = TTO / \Sigma(Fn + 1)$ donde *TTO* es el Tiempo Total de Operación y *Fn* es el número de fallas totales. La frecuencia de fallas, también llamada tasa de fallas (λ), es el indicador que mide el número de fallas que aparecen en un período de evaluación considerado; su unidad de medición es fallos/tiempos (fallos/año, fallos/mes, fallos/semana, fallos/hora) y su expresión de cálculo es: $FF = 1/MTBF$.

Disponibilidad (*A(t)*), es un indicador que permite estimar en forma global el porcentaje de tiempo total que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función principal para la cual fue destinado. Existen dos factores que influyen sobre la disponibilidad, el tiempo medio entre fallas (*MTBF*) y el tiempo medio de reparación (*MTTR*), siendo la expresión de cálculo: $A(t) = MTBF / (MTBF + MTTR)$ y la unidad de medición, el porcentaje (%).

Mantenibilidad es función del diseño del equipo. Representa la probabilidad de devolver el equipo a condiciones operativas, en un cierto tiempo, utilizando procedimientos predeterminados. Su unidad de medición es el porcentaje y su expresión de cálculo es: $M(t) = 1 - e^{-t\mu}$, donde μ es la tasa de reparaciones o número total de reparaciones efectuadas con relación al total de horas de reparación del equipo, y t es el tiempo previsto de reparación. El indicador de mantenibilidad es el tiempo medio para reparar ($MTTR$), el cual mide el tiempo promedio que se tarda en restituir a un componente a condiciones adecuadas de operación después de un fallo; su unidad de medición es el tiempo (horas, días, semana, etc.) y su expresión de cálculo es: $MTTR = \Sigma(TTRn)/\Sigma(Fn)$ donde, TTR es el tiempo para reparar y F_n son las fallas totales.

Además, se considera como indicador de costes, los costes de indisponibilidad por fallos (CIF). Éste indicador mide el impacto económico ocasionado por los efectos que trae consigo un modo de fallo en un período de tiempo específico; su unidad de medición es el dinero/tiempo (dólares/año, dólares/mes, etc.) y su expresión de cálculo es: $CIF = FF \times MTTR \times (CD + CP)$ donde, CD son los costos directos de corrección por fallos por hora (tales como los costes de materiales, mano de obra, sobrecostos operativos, etc.), y CP son los costes de penalización por hora. Para la investigación se consideraron los costes por impacto en seguridad (afectación de personas y/o maquinarias) y ambiente (penalizaciones por el incumplimiento del Artículo N° 76 del Decreto Supremo N° 015-2006-EM).

Enfoques Conceptuales

Contexto operacional, son las circunstancias bajo las cuales se espera que opere el activo físico (Troffé M., 2017, p.147).

Mantenimiento, es la combinación de todas las acciones técnicas y de gestión que tienen la intención de retener un ítem, restaurarlo a un estado en que pueda realizar lo requerido. Existen dos Categorías de Mantenimiento: aquellas que se realizan para corregir un ítem después de la falla (mantenimiento correctivo), y aquellas que se realizan para prevenir que un ítem caiga en estado de falla (mantenimiento preventivo). Dentro del mantenimiento preventivo se encuentra el mantenimiento basado en condiciones (pruebas e inspección y monitoreo de condiciones) y el mantenimiento predeterminado (pruebas periódicas, servicio programado); dentro del mantenimiento correctivo se encuentra el mantenimiento diferido y el mantenimiento correctivo planificado (ISO 14224:2016).

Falla, es un evento no previsible, inherente a los sistemas productivos que impide que estos cumplan función bajo condiciones establecidas o que no la cumplan (COVENIN 3049, 1993, p.4).

El análisis de modo y efectos de fallas (FMEA), es un método inductivo de análisis de la seguridad y/o fiabilidad del funcionamiento de un sistema, utilizando para ello, el estudio sistemático de las causas y consecuencias de los fallos que pueden afectar a los elementos de este sistema (AIN, 1991, pg.45).

Función, es “lo que el dueño o el usuario de un equipo o de un sistema quiere que éste haga” (SAE JA1012, 2002, p.6).

Funciones Primarias, es la acción o razón por la cual existe el equipo en el proceso productivo. Se caracteriza por verse afectada por una falla que se manifiesta por sí sola y es detectable de manera inmediata por el operador (Troffé M., 2017, p.151).

Subfunciones primarias, son las funciones que aplican o realizan los equipos para que se puedan llevar adelante las funciones primarias (Troffé M., 2017, p.152).

Funciones secundarias, son las relacionadas con seguridad, medio ambiente, en general (Troffé M., 2017, p.151).

Funciones ocultas, son aquellas que no son detectables por los operadores en circunstancias normales, estas funciones son críticas debido a que pueden producir fallas múltiples, es decir, afectar a más de un componente (Troffé M., 2017, p.151).

Modo de Falla, es “cualquier suceso que cause una falla funcional”. (Moubray J., 1997, p. 53).

Los efectos de falla describen que sucede cuando se presenta un modo de falla. Los efectos de las fallas no son lo mismo que consecuencias de las fallas; un efecto de falla responde a la pregunta ¿qué sucede?, mientras que la consecuencia responde a ¿cómo afecta? (Moubray J., 1997, p. 71).

Consecuencias de fallas, son las formas en que importa el efecto del modo de falla o de una falla múltiple. (SAE JA1011, 1999, p.4). La metodología RCM categoriza estas consecuencias en cuatro grupos: consecuencias de fallas ocultas, consecuencias medioambientales y de seguridad, consecuencias operativas y consecuencias no operativas. (Moubray J., 1997, p. 14).

Taxonomía, es una clasificación sistemática de ítems en grupos genéricos basados en factores posiblemente comunes a varios ítems (ubicación, uso, subdivisión de equipos, etc.). Dentro de la taxonomía se definen los siguientes términos: Planta es el centro de trabajo, sección es la zona de planta que tiene una característica común (centro de costo, similitud de equipos, línea de producto, función), sistema es el conjunto de elementos que tienen una función común dentro de una sección, subsistema es cada uno de las unidades productivas que componen el área y que constituyen un conjunto único, componentes son cada una de las partes que integran un sistema (ítem mantenible), elemento son las partes en que puede subdividirse un componente (ISO 14224:2016).

ANEXO N°7

Tabla 12: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	SUB INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN DE SUB INDICADOR	TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN
P L A N D E M A N T E N I M I E N T O	Según Plaza (2009), es un conjunto de tareas de mantenimiento programado que debemos realizar en una planta para asegurar los niveles de disponibilidad. No es algo estático, sino que es algo que se revisa y actualiza continuamente.	Acciones que se realizan para mantener el activo funcionando en las condiciones requeridas.	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS (AMEF)	ORDINAL	FUNCIÓN	ORDINAL	ENTREVISTA	GUÍA DE ENTREVISTA: ENTREVISTAS DE OPINIÓN
						MODO DE FALLA			GUÍA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL: PLANILLA RCM - HOJA DE INFORMACIÓN
						EFECTO DE FALLA			GUÍA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL: PLANILLA RCM - HOJA DE DECISIÓN
				CRITICIDAD DEL AMEF	ORDINAL	CONSECUENCIA		ANÁLISIS DOCUMENTAL	GUÍA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL: PLANILLA RCM - EVALUACIÓN DE RIESGO
						GRAVEDAD OCURRENCIA			
						DETECCIÓN			
			COSTOS	COSTOS DE INDISPONIBILIDAD POR FALLOS (CIF)	RAZÓN (\$/HORAS)	FRECUENCIA DE FALLOS (FF)	RAZÓN (HORAS)	ANÁLISIS DOCUMENTAL	GUÍA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL: FORMATO DE TIEMPOS Y COSTOS DE MANO DE OBRA Y MATERIALES
						TIEMPO MEDIO PARA REPARAR (MTTR)	RAZÓN (HORAS)		
						COSTOS DIRECTOS (SUMISTROS, MANO DE OBRA, SOBRECOSTOS OPERATIVOS)	RAZÓN (\$)	ANÁLISIS DOCUMENTAL	
						COSTOS DE PENALIZACIÓN (IMPACTO EN SEGURIDAD Y AMBIENTE)	RAZÓN (\$)	ANÁLISIS DOCUMENTAL	
C O N F I A B I L I D A D	Según Acuña (2003), es la probabilidad de que una unidad de producto se desempeñe satisfactoriamente cumpliendo con su función durante un período de tiempo diseñado y bajo condiciones previamente especificadas.	Probabilidad de que un sistema productivo no falle en un momento dado bajo condiciones establecidas.	CONFIABILIDAD DEL SISTEMA	CONFIABILIDAD	RAZÓN (%)	FRECUENCIA DE FALLOS (FF)	RAZÓN (HORAS)	OBSERVACIÓN	GUÍA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL: FORMATO DE TIEMPOS Y COSTOS DE MANO DE OBRA Y MATERIALES
						TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS (MTBF)	RAZÓN (FALLAS/HORA)	ANÁLISIS DOCUMENTAL	GUÍA DE OBSERVACIÓN: PLANILLA DE VERIFICACIÓN PARA OPERACIÓN

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N°8

Tabla 13: Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA					
TÍTULO	PREGUNTA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	POBLACIÓN	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
Diseño de los Planes de Mantenimiento a través del RCM para garantizar la Confiabilidad de los Sistemas de Inyección de Agua de Producción de una Empresa Petrolera, Talara 2020	¿Cómo el diseño de los planes de mantenimiento podrá garantizar la confiabilidad de los Sistemas de Inyección de Agua de una Empresa Petrolera en Talara?	Diseñar los planes de mantenimiento a través del RCM para garantizar la confiabilidad de los sistemas de inyección de agua de la empresa petrolera en estudio de la provincia de Talara.	Plan de Mantenimiento	Tres sistemas de inyección de agua de producción de la empresa petrolera en estudio.	Entrevista / Guía de entrevista (entrevistas de opinión)
	PREGUNTAS ESPECÍFICAS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	VARIABLE DEPENDIENTE	MUESTRA	
	¿Cuál es la situación actual de los sistemas de inyección de agua de la empresa petrolera en estudio?	Diagnosticar la situación actual de los sistemas de inyección de agua de producción de la empresa petrolera en estudio.	Confiabilidad	Un sistema de inyección de agua de producción de la empresa petrolera en estudio.	Análisis Documental / Guía de Análisis Documental (Planilla RCM, formato de tiempos y costos de mano de obra y materiales, formato de costos de penalización)
	¿Cuáles son las fallas críticas del sistema de inyección de agua?	Determinar la criticidad de las fallas del sistema de inyección de agua de producción.			Observación / Guía de Observación
	¿Cómo se harán los planes de mantenimiento de los sistemas de inyección de agua basados en RCM?	Elaborar los planes de mantenimiento de los sistemas de inyección de agua basados en RCM.			
¿Resultará económicamente viable el diseño de los planes de mantenimiento?	Cuantificar los beneficios de la aplicación del RCM en el diseño de los planes de mantenimiento				

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N°9
Ficha técnica de la bomba recíprocante del sistema de inyección de agua de producción

**Formerly J-275
Quintuplex Plunger Pump 300Q-5**


This 5" stroke pump is designed for a variety of fluid transfer applications operating at low, medium or high pressures.

Rated input horsepower
"Q" Quintuplex
Stroke length (in.)
Fluid end pressure ranges
"L" Low, "M" Medium, "H" High

Field Connections in. (mm)

Pump Model	Discharge Connection Size	Suction Connection Size
300Q-5L	4 (101.6) API-2000# RTJ	8 (203.2) API# 150 F.F.
300Q-5M	3 (76.2) NSD-5000 RTJ	6 (152.4) NSD-600 RTJ
300Q-5H	2 (50.8) ANSI-2500# RTJ	6 (152.4) ANSI-600 RTJ

Dimensions

Pump Type	Length	Width	Height
300Q-5L	67-1/8"	70-1/2"	23-3/16"
300Q-5M	64-1/4"	70-1/2"	23-3/16"
300Q-5H	64-1/4"	70-1/2"	23-3/16"

Pump Specifications

Pump Size (Max. Plunger Diameter x Stroke) in. (mm)..... 4 x 5 (102x127)
 Rated BHP At 400 RPM (Kw)..... 300 (224)
 Rated Plunger Load (Kg)..... 10,700 (4,853.5)

Maximum Working Pressure: PSI (kPa)

"L" Model Discharge Pressure..... 1,650 (11,375)
 "M" Model Discharge Pressure..... 3,000 (20,682)
 "H" Model Discharge Pressure..... 5,000 (34,473)

Crankshaft Extension: in. (mm)

Diameter..... 4-7/8 (123.8)
 Length (long side)..... 12 (305)
 Length (short side)..... 6-1/2 (165)
 Keyway (Width x Depth)..... 1-1/4 x 5/8 (32 x 16)

Pinion Shaft Extension, if gear unit supplied (mm)

For Belt Or Chain Drive: Diameter..... 3-1/2 (88.9)
 Length..... 5-11/16 (145)
 Keyway (Width x Depth)..... 7/8 x 7/16 (22.2 x 11.1)

Oil Capacity: Gallons (L)

Crankcase..... 12 (45.5)
 Gear Unit (Varies with Ratio)..... 3.5 to 6.5 (13.2-24.6)

Weight: Pump Only On Wood Shipping Skids - Lbs. (Kg)..... 7,000 (3175)

Gear Unit - Lbs. (Kg)..... 1,100 (499)

Standard Equipment

Aluminum Bronze Fluid End
 Aluminum Bronze Valve Covers
 Aluminum Bronze or Stainless Steel Stuffing Boxes
 Bronze Stuffing Box Internals
 Ceramic or Tungsten Carbide Plungers
 General Service or Kevlar Plunger Packing
 Stainless Steel Intermediate Rods
 Fluid King Spherical Valves
 Double Extended Crankshaft
 Oil Level Dipstick
 Crankcase Breather

Optional Equipment

Alternate Fluid End Materials
 Alternate Fluid End Valve Styles
 Custom Designs For Specialized Applications

Accessories

Bolt On Style Gear Reducers
 2.27:1 Ratio 2.89:1 Ratio
 3.25:1 Ratio 4.38:1 Ratio
 4.84:1 Ratio 5.63:1 Ratio

Packing Lubricator
 Pulsation Dampeners
 Relief Valves
 Valve Service Kit
 Complete Unitization Services

Quick Maintenance Features:

- Horizontal Design
- Large Power End Covers
- Easy Access To Bearings
- Separate Crosshead/Plunger Construction
- Open Frame Construction
- Removable Stuffing Boxes
- Interchangeable Valves

ANEXO N°10

Ficha técnica del motor eléctrico del sistema de inyección de agua de producción

OPTIM™ TEFC

FEATURES

NEMA @ e SA

MODEL: OPTIM™ TEFC
TYPE: AEHH8N, AEHE

Effective 05-01-18
Supercedes All Previous



APPLICATIONS

- Fans & Blowers
- Pumps
- Crushers
- Compressor
- Mixers
- Conveyors

PRODUCT OVERVIEW

- 1-800HP
- 60Hz, 230/460V, 460V or 575V
- 3600, 1800, 1200 & 900 RPM
- Totally Enclosed Fan Cooled IP54 Design, IP55 for 5000 Frames and Larger
- Horizontal F1 Mount
- NEMA Premium Efficiency

DESIGN FEATURES

- 1.15 S.F. Sine Wave Power; 1.0 S.F. VFD Power
- Continuous Duty
- Class F Insulation
- NEMA Design B or C
- Max Elevation 3300ft
- 40°C Ambient

MECHANICAL FEATURES

- Shielded Bearings Frames 140T-280T and Open Bearings with Regreaseable Provisions Frames 280TS, 320T and Larger
- Polyrex EM Grease in all Regreaseable Bearings, Multitemp SRL Grease in Shielded Bearings
- Aluminum Rotor up to 5000 Frames; Copper/Copper Alloy 5800 and Larger
- Cast-Iron Frame and End Brackets
- Cast-Iron Conduit Box up to 449T Frames; Fabricated Steel Conduit Box 5000 Frames and Larger
- Non-Sparking Plastic Fan up to 449T 4,6 & 8 Pole Motors; Bronze Fan 440TS 2 Pole Motors; Aluminum Fan 5000 Frames and Larger
- Number of Leads 230/460V: 9 Leads 1-5HP; 12 Leads 7.5-125HP; 6 Leads 150 and Above
- Number of Leads 575V: 3 Leads up to 449T; 6 Leads 5000 Frames and Larger
- Solderless Lug Terminals on All Leads
- Grounding Terminal Inside Main Terminal Box, Additional Grounding Terminal on Frame for 5000 Frames and Larger
- Interchangeable F1 and F2 mounting up to 449T
- Dual Drilled Feet for Longer Frames (i.e. 145T also Drilled for 143T) 449T and Below
- Paint System: Phenolic Rust Proof Base with Lacquer Top Coat
- Insulated NDE Bearing Standard for 600HP and Larger (2 Pole Motors Only)
- Rubber Flinger on DE up to 280T; Steel Flinger on Both Ends 280TS and Larger
- *HPE™ High Pulse Endurance Spike Resistant Wire
- 2 Dips Phenolic Alkyd Resin Varnish 140T-440T, 2 Dips Epoxy Resin 5000 Frames and Larger; Spray Enamel Top Coat on all Frames
- Bi-Directional Rotation Except 3600RPM Motors 5000 Frames and Larger Which are CW From NDE
- Winding RTD's, Space Heaters and Provisions for Bearing RTD's Standard 5000 Frames and Larger

OTHER FEATURES

- CSA Certified for Class I, Division 2, Groups B, C & D (Class I, Zone 2, Groups IIB+H2, IIB and IIA)
- CSA Certified Class II, Division 2 (Class II, Zone 22) available for 440 Frames and larger upon request
- *Speed Ranges up to 10:1 CT, and 20:1 VT. Refer to data sheet for rating specific turn down ratios
- *Meets NEMA MG1 Part 31.4.4.2

* Precautions should be taken to eliminate or reduce voltage spikes and shaft currents that may be imposed on the motor by the VFD as stated per NEMA MG1, Part 31.4.4.

**ANEXO N°11
ENTREVISTA DE OPINIÓN**

Esta entrevista está dirigida al jefe y supervisores del área de Mantenimiento de la empresa petrolera en estudio, respecto a los sistemas de inyección de agua de producción en sus lotes petroleros.

Las siguientes preguntas son realizadas al jefe y supervisores del área de mantenimiento, con el propósito de obtener la información necesaria para poder llevar acabo el presente proyecto con la mayor objetividad y veracidad.

Nombre del Entrevistado: -----

Puesto de Trabajo del Entrevistado: -----

Años de experiencia en el puesto: ----- Fecha de Entrevista: -----

1. ¿Es adecuado el desempeño del sistema de inyección de agua de producción?
¿Por qué?
2. ¿Cuál es su percepción respecto a la confiabilidad de los equipos?
3. ¿Los equipos cuentan con planes de mantenimiento?
4. ¿Qué tipos de mantenimiento se realizan? ¿Se realiza mantenimiento predictivo?
5. Si cuenta con planes de mantenimiento, ¿estos se realizan de acuerdo a lo planificado/programado?
6. ¿Se tiene un control de las fallas de estos equipos?
7. ¿Se cuenta con indicadores de desempeño de los equipos?
8. ¿Qué tan crítico es el sistema en las operaciones de la empresa?
9. ¿Se percibe que los sistemas son seguros?
10. ¿Cuál es el nivel de impacto en el medio ambiente si este sistema falla?
11. ¿Los repuestos se consiguen con facilidad?
12. ¿Se requiere de mano calificada muy especializada para el mantenimiento?
13. El personal, ¿actualmente se encuentra entrenado para realizar el mantenimiento?
14. ¿Se cuenta con soporte externo para solucionar problemas críticos?
15. ¿Cuál es el nivel de inversión en este sistema?

ANEXO N°12

ENTREVISTA DE OPINIÓN

Esta entrevista está dirigida al personal técnico del área de Mantenimiento de la empresa petrolera en estudio, respecto a los sistemas de inyección de agua de producción en sus lotes petroleros.

Las siguientes preguntas son realizadas al personal técnico del área de mantenimiento, con el propósito de obtener la información necesaria para poder llevar acabo el presente proyecto con la mayor objetividad y veracidad.

Nombre del Entrevistado: -----

Puesto de Trabajo del Entrevistado: -----

Años de experiencia en el puesto: ----- Fecha de Entrevista: -----

1. ¿Es adecuado el desempeño del sistema de inyección de agua de producción?
¿Por qué?
2. ¿Los equipos cuentan con planes de mantenimiento?
3. ¿Qué tipos de mantenimiento se realizan? ¿Se realiza mantenimiento predictivo?
4. ¿Se cumple con la ejecución de los planes de mantenimiento dentro de la programación establecida?
5. ¿Se tiene un control de las fallas de los equipos de este sistema?
6. ¿Cuáles son las fallas más recurrentes que se han presentado en los equipos de este sistema?
7. ¿Se percibe que los sistemas son seguros?
8. ¿Qué crees que sucedería si no se llegara a contar con el funcionamiento del sistema?
9. ¿Cuál es el nivel de impacto en el medio ambiente si este sistema falla?
10. ¿Se suministran los repuestos con prontitud para la atención de las fallas?
11. ¿Se requiere de mano calificada muy especializada para el mantenimiento?
12. ¿Has recibo capacitación sobre el funcionamiento y correcto mantenimiento de los equipos de este sistema?
13. ¿Se cuenta con soporte externo para solucionar problemas críticos?

ANEXO N°13**ENTREVISTA DE OPINIÓN**

Esta entrevista está dirigida a los operadores de producción de la empresa petrolera en estudio, respecto a los sistemas de inyección de agua de producción en sus lotes petroleros.

Las siguientes preguntas son realizadas a los operadores de producción, con el propósito de obtener la información necesaria para poder llevar a cabo el presente proyecto con la mayor objetividad y veracidad.

Nombre del Entrevistado: -----

Puesto de Trabajo del Entrevistado: -----

Años de experiencia en el puesto: ----- Fecha de Entrevista: -----

1. ¿Es adecuado el desempeño del sistema de inyección de agua de producción?
¿Por qué?
2. ¿El sistema cuenta con procedimientos de operación?
3. El personal de mantenimiento, ¿cumple con la ejecución de los planes de mantenimiento?
4. ¿Qué actividades de mantenimiento crees que haría falta?
5. ¿Cuáles son las fallas que has detectado con mayor frecuencia en estos sistemas?
6. ¿Se atienden oportunamente las fallas detectadas?
7. ¿Se percibe que los sistemas son seguros?
8. ¿Tu supervisor o el área de mantenimiento te informa cuando el equipo no se encuentra disponible?
9. ¿Qué crees que sucedería si no se llegara a contar con el funcionamiento del sistema?
10. ¿Cuál es el nivel de impacto en el medio ambiente si este sistema falla?
11. ¿Has recibido capacitación sobre el funcionamiento y correcta operación de los equipos de este sistema?
12. ¿Qué se podría mejorar para facilitar la operación? y ¿Qué se podría mejorar para mejorar la confiabilidad?



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

PIURA 2020

ANEXO N°14

**GUÍA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL:
PLANILLA RCM**

Acerca de la información necesaria para realizar el análisis y la evaluación de criticidad de los modos y efectos de falla de los componentes del sistema de inyección de agua de producción. Esta planilla elaborada en base a la SAE 1739, se aplicará por única vez a efecto de estudio.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

PIURA 2020

ANEXO N°15

GUÍA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL:

FORMATO DE TIEMPOS Y COSTOS DE MANO DE OBRA Y MATERIALES

Acerca de la información para el cálculo de los indicadores de Confiabilidad y Costos de Indisponibilidad por falla en los sistemas de inyección de agua de producción. A efectos de cálculo se registrará información histórica de 6 meses o los publicados por OREDA en el sector de hidrocarburos.

FORMATO DE TIEMPOS Y COSTOS DE MANO DE OBRA Y MATERIALES

SISTEMA:		CÓDIGO DE EQUIPO:				NOMBRE DE EQUIPO:				LOTE:					
PERIODO 2020	CANTIDAD DE FALLAS DE REPARACIÓN POR SUB-SISTEMAS				HORAS DE PARADA POR SUB-SISTEMAS				TIEMPO TOTAL DE OPERACIÓN (HORAS)	TOTAL N° DE FALLAS	TIEMPO PARA RESTAURAR	CANTIDAD DE OPERARIOS	COSTO DE HORA-HOMBRE	COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA	COSTO TOTAL DE MATERIALES
	ELÉCTRICO	MECÁNICO	LUBRICACIÓN	CONTROL AUTOMÁTICO	ELÉCTRICO	MECÁNICO	LUBRICACIÓN	CONTROL AUTOMÁTICO							
MES:	SEMANA 1														
	SEMANA 2														
	SEMANA 3														
	SEMANA 4														
RESUMEN															
MES:	SEMANA 1														
	SEMANA 2														
	SEMANA 3														
	SEMANA 4														
RESUMEN															
MES:	SEMANA 1														
	SEMANA 2														
	SEMANA 3														
	SEMANA 4														
RESUMEN															
MES:	SEMANA 1														
	SEMANA 2														
	SEMANA 3														
	SEMANA 4														
RESUMEN															
MES:	SEMANA 1														
	SEMANA 2														
	SEMANA 3														
	SEMANA 4														
RESUMEN															
TOTAL															
RESPONSABLE DEL REGISTRO															
Nombre:										Firma:					
Cargo:															
Fecha:															



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

PIURA 2020

ANEXO N°17

**GUÍA DE ANÁLISIS DE OBSERVACIÓN:
PLANILLA DE VERIFICACIÓN PARA OPERACIÓN
DE ELECTROBOMBA – SISTEMA DE INYECCIÓN
DE AGUA DE PRODUCCIÓN**

Acerca de la información de los hallazgos resaltantes y de las acciones a seguir, por los operadores, para el correcto funcionamiento del sistema de inyección de agua de producción. Se registrará con una frecuencia diaria en periodo de tres meses.

**PLANILLA DE VERIFICACIÓN PARA OPERACIÓN DE
ELECTROBOMBA - SISTEMA DE INYECCION DE AGUA DE PRODUCCIÓN**

UBICACIÓN:		FECHA/HORA:		
COD. EQUIPO:				
RELIZADO POR:				
ITEM	VERIFICACIONES	CONDICIÓN NORMAL	CONDICIÓN HALLADA	OBSERVACIÓN
VERIFICACIÓN ANTES DEL ARRANQUE				
1	¿Se cuenta con autorización del Supervisor para arranque de la eletrobomba e inyección de agua?			
2	Inspección general del equipo y del área (Posibles fugas, roturas en el equipo o instalaciones, presencia de objetos ajenos a la operación, etc.)			
3	¿Se cuenta con nivel suficiente (11 pies ó >335 cm) para iniciar el bombeo? SI NO SE CUENTA CON ESTE NIVEL, NO INICIAR EL BOMBEO			
4	¿Tablero de mando y control se encuentra energizado?			
5	Indicación del display del tablero de control			
6	Nivel de aceite de la bomba			
7	Nivel de aceite en caja de lubricación de vástagos			
8	Volumen del recipiente de recepción de aceite de vástagos			
9	Condición de Fajas de la bomba y guardafajas			
10	Condición de Faja Eslabonada de la caja de lubricación			
11	¿Se realizó inspección y limpieza de filtro de succión en la semana? Indicar fecha.			
12	Presión diferencial en manómetros de filtros			
13	¿La válvula de recirculación se encuentra abierta?			
14	¿La válvula de inyección de agua en el pozo se encuentra abierta?			
15	¿La válvula de bloqueo de la PSV se encuentra abierta?			
VERIFICACION EN EL PROCESO Y DESPUES DEL ARRANQUE				
16	¿Se alineó el sistema de acuerdo a Procedimiento?			
17	¿Equipo arrancó normalmente?			
18	¿Existen ruidos extraños? (de existir ruidos extraños se debe parar el equipo e informar a Mantenimiento)			
19	¿Se aprecia vibración excesiva? (si se aprecia vibración exesiva de debe parar el equipo e informar a Mantenimiento)			
20	Presión de descarga, luego de cerrar la recirculación (si presión es mayor a 1050 se debe informar a Mantenimiento)			
21	¿Trabajan los bombines de lubricación y lubricación de vástagos es normal?			
22	Caudal de trabajo			
23	Existen fugas en el sistema			
VERIFICACIONES PREVIAS A LA PARADA Y POST PARADA				
24	Nivel del Tanque			
25	Presión de descarga			
26	¿Se abrió válvula de recirculación antes de la parada?			
27	¿Se cerró válvula de descarga después de abrir la recirculación?			
28	¿La parada fue manual o automática por nivel de agua? (la parada normal debe ser de modo MANUAL por el Operador)			
29	Observaciones durante la parada (si existen observaciones en el proceso de parada informar a mantenimiento: Fugas, vibraciones, roturas, etc.)			
30	Nivel de aceite de la caja de lubricación			
31	Nivel de aceite de la bandeja de recolección			



PIURA 2020

ANEXO N°18

GUÍA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL: NORMATIVAS RCM

Acerca de las normativas a emplear para el desarrollo de la metodología RCM, de modo que se obtengan los planes de mantenimiento para el sistema de inyección de agua de producción de la empresa petrolera en estudio.

Documento: ISO 14224 - Industrias de petróleo, petroquímica y gas natural — recolección e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos.	
Partes/Títulos/Sub-Títulos	Contenidos analizados
Contenido 9	Datos recomendados para equipos, fallas y mantenimiento
9.5	Datos de Falla
9.6	Datos de Mantenimiento
Anexo B	Interpretación y notación de parámetros de fallas y mantenimiento
B.2	Notación de fallas y datos de mantenimiento
B.2.2	Mecanismo de falla
B.2.3	Causa de falla
B.2.4	Método de detección
B.2.5	Actividad de Mantenimiento
B.2.6	Modos de Falla
Documento: SAE J1739 - Criterios de Evaluación para Procesos de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM)	
Partes/Títulos/Sub-Títulos	Contenidos analizados
1.4	Implementación FMEA
3	Modo de falla potencial y análisis de efectos en el diseño (diseño FMEA)
Documento: SAE JA1011 - Criterios de Evaluación para Procesos de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM)	
Partes/Títulos/Sub-Títulos	Contenidos analizados
Contenido 5	El Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM)
5.1	Las Funciones
5.2	Las Fallas Funcionales
5.3	Los Modos de Falla
5.4	Los Efectos de las Fallas
5.5	Las Categorías de las Consecuencias de las Fallas
5.6	Selección de la Política de Manejo de las Fallas
5.7	Las Políticas para el Manejo de las Fallas - Las Tareas Programadas
5.8	Las Políticas para el Manejo de las Fallas - Cambios de Una Sola Vez y Operar a la Falla
Documento: SAE JA1012 - Una Guía para el Estándar de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM)	
Partes/Títulos/Sub-Títulos	Contenidos analizados
Contenido 6	Funciones
Contenido 8	Los Modos de Falla
Contenido 9	Efectos de la Falla
Contenido 10	Consecuencias de las Categorías de las Fallas
Contenido 15.3	Enfoques del Diagrama de Decisiones

ANEXO N°19
Tabla 14: Matriz de Procedimientos

MATRIZ DE PROCEDIMIENTOS						
TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN		OBJETIVOS ESPECÍFICOS			
			Diagnosticar la situación actual de los sistemas de inyección de agua de producción de la empresa petrolera en estudio	Determinar la criticidad de las fallas del sistema de inyección de agua de producción	Elaborar los planes de mantenimiento de los sistemas de inyección de agua basados en RCM	Cuantificar los beneficios de la aplicación del RCM en el diseño de los planes de mantenimiento
Diseño de los Planes de Mantenimiento a través del RCM para garantizar la Confiabilidad de los Sistemas de Inyección de Agua de Producción de una Empresa Petrolera, Talara 2020	GUÍA DE ENTREVISTA	Entrevista de opinión dirigida al jefe y supervisores del área de mantenimiento	X		X	
		Entrevista de opinión dirigida al personal técnico del área de mantenimiento	X			
		Entrevistas de opinión dirigida a los operadores de producción	X			
	GUÍA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL	Planilla de RCM		X	X	
		Formato de tiempos y costos de mano de obra y materiales				X
		Formato de costos de penalización				X
	GUÍA DE OBSERVACIÓN	Planilla de verificación para operación	X		X	

Fuente: Elaboración propia



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

PIURA 2020

ANEXO N°20

**CONSTANCIAS DE VALIDACIÓN DE LOS
INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE
INFORMACIÓN**

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo Dng. Oliver J. Cuyin Bastarrud con DNI N° 02845346 Magister
 en Dng. Informtica
 N°: de profesión Dng. Industrial desempeñándome como Dce Programa
Normativa Ambiental Piura en Universidad César Vallejo

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación el instrumento:

- Guía de entrevista de opinión dirigida al jefe y Supervisores del área de Mantenimiento.
- Guía de entrevista de opinión dirigida al Personal Técnico del área de Mantenimiento.
- Guía de entrevista de opinión dirigida a los operadores de Producción.
- Guía de análisis documental de la Planilla RCM.
- Guía de análisis documental del Formato de Tiempos y Costos de Mano de Obra y Materiales.
- Guía de análisis documental del Formato de Costos por penalización.
- Guía de análisis documental de las Normativas RCM.
- Guía de observación de la Planilla de Verificación para Operación de Electrobomba - Sistema de Inyección de Agua de Producción.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

INDICADORES	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			↘		
2. Objetividad			↘		
3. Actualidad			↘		
4. Organización			↘		
5. Suficiencia			↘		
6. Intencionalidad			↘		
7. Consistencia			↘		
8. Coherencia			↘		
9. Metodología			↘		

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 18 días del mes de Junio del Dos mil Veinte

Msc. Dng. Oliver J. Cuyin Bastarrud

Firma:

DNI: 02845346

Especialidad: Dng. Industrial

E-mail: ocuyin@uctv.com



Dng. Oliver J. Cuyin Bastarrud
C.I.: 58206

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo Gerardo Sosa Panta con DNI N° 03591940 Magister
 en DOCENCIA UNIVERSITARIA CIP N°:
67114, de profesión INGENIERO INDUSTRIAL desempeñándome
 como DOCENTE en UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación el instrumento:

- Guía de entrevista de opinión dirigida al jefe y Supervisores del área de Mantenimiento.
- Guía de entrevista de opinión dirigida al Personal Técnico del área de Mantenimiento.
- Guía de entrevista de opinión dirigida a los operadores de Producción.
- Guía de análisis documental de la Planilla RCM.
- Guía de análisis documental del Formato de Tiempos y Costos de Mano de Obra y Materiales.
- Guía de análisis documental del Formato de Costos por penalización.
- Guía de análisis documental de las Normativas RCM.
- Guía de observación de la Planilla de Verificación para Operación de Electrobomba - Sistema de Inyección de Agua de Producción (guía de observación).

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

INDICADORES	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				✓	
2. Objetividad				✓	
3. Actualidad				✓	
4. Organización				✓	
5. Suficiencia				✓	
6. Intencionalidad				✓	
7. Consistencia				✓	
8. Coherencia				✓	
9. Metodología				✓	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 18 días del mes de Junio del Dos mil Veinte

Msc.: Gerardo Sosa Panta
 DNI: 03591940
 Especialidad: INGENIERO INDUSTRIAL
 E-mail: gerardodotler@gmail.com


 Mg. Gerardo Sosa Panta
 INGENIERO INDUSTRIAL
 CIP. 67114

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, **Victor Gerardo Ruidías Alamo** con DNI N° **02606042** Magíster en **Ciencias de la Educación** N°: **95268**, de profesión **Ingeniero Industrial**, desempeñándome como **Docente Universitario en PFA en la Universidad César Vallejo**.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación el instrumento:

- Guía de entrevista de opinión dirigida al jefe y Supervisores del área de Mantenimiento.
- Guía de entrevista de opinión dirigida al Personal Técnico del área de Mantenimiento.
- Guía de entrevista de opinión dirigida a los operadores de Producción.
- Guía de análisis documental de la Planilla RCM.
- Guía de análisis documental del Formato de Tiempos y Costos de Mano de Obra y Materiales.
- Guía de análisis documental del Formato de Costos por penalización.
- Guía de análisis documental de las Normativas RCM.
- Guía de observación de la Planilla de Verificación para Operación de Electrobomba - Sistema de Inyección de Agua de Producción (guía de observación).

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

INDICADORES	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los **19** días del mes de **junio** del Dos mil veinte.

Mgr. : Víctor Gerardo Ruidías Alamo.

DNI : 02606042.

Especialidad : Ingeniero Industrial.

E-mail : ger_ruidias@hotmail.com.





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

PIURA 2020
ANEXO N°21

**FICHAS DE EVALUACIÓN DE LOS
INSTRUMENTOS**

**“DISEÑO DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO A TRAVÉS DEL RCM PARA GARANTIZAR LA
 CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA
 PETROLERA, TALARA 2020”**

FICHA DE EVALUACIÓN DE LA ENTREVISTA DE OPINIÓN

Indicadores	Criterios	Deficiente 0 - 20				Regular 21 - 40				Bueno 41 - 60				Muy Bueno 61 - 80				Excelente 81 - 100				OBSERVACIONES
		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	
ASPECTOS DE VALIDACIÓN		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. Claridad	Está formulado con un lenguaje apropiado.												↘									
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.												↘									
3. Actualidad	Adecuado al enfoque teórico abordado en la investigación.												↘									
4. Organización	Existe una organización lógica entre sus ítems.												↘									
5. Suficiencia	Comprende los aspectos necesarios en												↘									

**“DISEÑO DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO A TRAVÉS DEL RCM PARA GARANTIZAR LA
 CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA
 PETROLERA, TALARA 2020”**
FICHA DE EVALUACIÓN DE LA ENTREVISTA DE OPINIÓN

Indicadores	Criterios	Deficiente 0 - 20				Regular 21 - 40				Bueno 41 - 60				Muy Bueno 61 - 80				Excelente 81 - 100				OBSERVACIONES
		0	5	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	
ASPECTOS DE VALIDACIÓN		0	5	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	
1. Claridad	Está formulado con un lenguaje apropiado.												✓									
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.												✓									
3. Actualidad	Adecuado al enfoque teórico abordado en la investigación.												✓									
4. Organización	Existe una organización lógica entre sus ítems.												✓									
5. Suficiencia	Comprende los aspectos necesarios en cantidad y calidad.												✓									

“DISEÑO DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO A TRAVÉS DEL RCM PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA PETROLERA, TALARA 2020”

FICHA DE EVALUACIÓN DE LA ENTREVISTA DE OPINIÓN

Indicadores	Criterios	Deficiente 0 - 20				Regular 21 - 40				Bueno 41 - 60				Muy Bueno 61 - 80				Excelente 81 - 100				OBSERVACIONES
		0	5	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	
ASPECTOS DE VALUACIÓN		0	5	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	
1. Claridad	Está formulado con un lenguaje apropiado.												↘									
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.												↘									
3. Actualidad	Adecuado al enfoque teórico abordado en la investigación.												↘									
4. Organización	Existe una organización lógica entre sus ítems.												↘									
5. Suficiencia	Comprende los aspectos necesarios en												↘									

“DISEÑO DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO A TRAVÉS DEL RCM PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA PETROLERA, TALARA 2020”

FICHA DE EVALUACIÓN DE LA PLANILLA RCM

Indicadores	Criterios	Deficiente 0 - 20				Regular 21 - 40				Bueno 41 - 60				Muy Bueno 61 - 80				Excelente 81 - 100				OBSERVACIONES
		0	5	11	18	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	
ASPECTOS DE VALUACIÓN		0	5	11	18	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. Claridad	Está formulado con un lenguaje apropiado.												✓									
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.												✓									
3. Actualidad	Adecuado al enfoque teórico abordado en la investigación.												✓									
4. Organización	Existe una organización lógica entre sus ítems.												✓									
5. Suficiencia	Comprende los aspectos necesarios en cantidad y calidad.												✓									

“DISEÑO DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO A TRAVÉS DEL RCM PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA PETROLERA, TALARA 2020”

FICHA DE EVALUACIÓN DEL FORMATO DE TIEMPOS Y COSTOS DE MANO DE OBRA Y MATERIALES

Indicadores	Criterios	Deficiente 0 - 20				Regular 21 - 40				Bueno 41 - 60				Muy Bueno 61 - 80				Excelente 81 - 100				OBSERVACIONES
		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	
ASPECTOS DE VALIDACIÓN		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. Claridad	Está formulado con un lenguaje apropiado.												✓									
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.												✓									
3. Actualidad	Adecuado al enfoque teórico abordado en la investigación.												✓									
4. Organización	Existe una organización lógica entre sus ítems.												✓									
5. Suficiencia	Comprende los aspectos necesarios en cantidad y calidad.												✓									

“DISEÑO DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO A TRAVÉS DEL RCM PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA PETROLERA, TALARA 2020”

FICHA DE EVALUACIÓN DEL FORMATO DE COSTOS POR PENALIZACIÓN

Indicadores	Criterios	Deficiente 0 - 20				Regular 21 - 40				Bueno 41 - 60				Muy Bueno 61 - 80				Excelente 81 - 100				OBSERVACIONES	
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95		100
ASPECTOS DE VALIDACIÓN		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. Claridad	Está formulado con un lenguaje apropiado.												✓										
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.												✓										
3. Actualidad	Adecuado al enfoque teórico abordado en la investigación.												✓										
4. Organización	Existe una organización lógica entre sus ítems.												✓										
5. Suficiencia	Comprende los aspectos necesarios en cantidad y calidad.												✓										

“DISEÑO DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO A TRAVÉS DEL RCM PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA PETROLERA, TALARA 2020”

FICHA DE EVALUACIÓN DE LA PLANILLA DE VERIFICACIÓN PARA OPERACIÓN DE ELECTROBOMBA - SISTEMA DE INYECCION DE AGUA DE PRODUCCIÓN

Indicadores	Criterios	Deficiente 0 - 20				Regular 21 - 40				Bueno 41 - 60				Muy Bueno 61 - 80				Excelente 81 - 100				OBSERVACIONES
		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	
ASPECTOS DE VALIDACIÓN		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. Claridad	Está formulado con un lenguaje apropiado.												✓									
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.												✓									
3. Actualidad	Adecuado al enfoque teórico abordado en la investigación.												✓									
4. Organización	Existe una organización lógica entre sus ítems.												✓									
5. Suficiencia	Comprende los aspectos necesarios en cantidad y calidad.												✓									

“DISEÑO DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO A TRAVÉS DEL RCM PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA PETROLERA, TALARA 2020”

FICHA DE EVALUACIÓN DE LAS NORMATIVAS RCM

Indicadores	Criterios	Deficiente 0 - 20				Regular 21 - 40				Bueno 41 - 60				Muy Bueno 61 - 80				Excelente 81 - 100				OBSERVACIONES
		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	
ASPECTOS DE VALIDACIÓN		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	
1. Claridad	Está formulado con un lenguaje apropiado.	6	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.												✓									
3. Actualidad	Adecuado al enfoque teórico abordado en la investigación.												✓									
4. Organización	Existe una organización lógica entre sus ítems.												✓									
5. Suficiencia	Comprende los aspectos necesarios en cantidad y calidad.												✓									

**“DISEÑO DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO A TRAVÉS DEL RCM PARA GARANTIZAR LA
CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA
PETROLERA, TALARA 2020”**

FICHA DE EVALUACIÓN DE LA ENTREVISTA DE OPINIÓN

Indicadores	Criterios	Deficiente 0 - 20				Regular 21 - 40				Bueno 41 - 60				Muy Bueno 61 - 80				Excelente 81 - 100				OBSERVACIONES	
		0 5	6 10	11 15	18 20	21 25	26 30	31 35	36 40	41 45	46 50	51 55	56 60	61 65	66 70	71 75	76 80	81 85	86 90	91 95	96 100		
1. Claridad	Está formulado con un lenguaje apropiado.													X									
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.														X								
3. Actualidad	Adecuado al enfoque teórico abordado en la investigación.														X								
4. Organización	Existe una organización lógica entre sus ítems.														X								
5. Suficiencia	Comprende los aspectos necesarios en														X								

“DISEÑO DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO A TRAVÉS DEL RCM PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA PETROLERA, TALARA 2020”

FICHA DE EVALUACIÓN DE LA ENTREVISTA DE OPINIÓN

Indicadores	Criterios	Deficiente 0 - 20				Regular 21 - 40				Bueno 41 - 60				Muy Bueno 61 - 80				Excelente 81 - 100				OBSERVACIONES
		0	6	11	18	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	
ASPECTOS DE VALIDACIÓN		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. Claridad	Está formulado con un lenguaje apropiado.													X								
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.													X								
3. Actualidad	Adecuado al enfoque teórico abordado en la investigación.													X								
4. Organización	Existe una organización lógica entre sus ítems.													X								
5. Suficiencia	Comprende los aspectos necesarios en cantidad y calidad.													X								

“DISEÑO DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO A TRAVÉS DEL RCM PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA PETROLERA, TALARA 2020”

FICHA DE EVALUACIÓN DE LA ENTREVISTA DE OPINIÓN

Indicadores	Criterios	Deficiente 0 - 20				Regular 21 - 40				Bueno 41 - 60				Muy Bueno 61 - 80				Excelente 81 - 100				OBSERVACIONES
		0 5	6 10	11 15	16 20	21 25	26 30	31 35	36 40	41 45	46 50	51 55	56 60	61 65	66 70	71 75	76 80	81 85	86 90	91 95	96 100	
ASPECTOS DE VALIDACIÓN																						
1.Claridad	Está formulado con un lenguaje apropiado.														X							
2.Objetividad	Está expresado en conductas observables.														X							
3.Actualidad	Adecuado al enfoque teórico abordado en la investigación.														X							
4.Organización	Existe una organización lógica entre sus ítems.														X							
5.Suficiencia	Comprende los aspectos necesarios en														X							

“DISEÑO DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO A TRAVÉS DEL RCM PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA PETROLERA, TALARA 2020”

FICHA DE EVALUACIÓN DE LA PLANILLA RCM

Indicadores	Criterios	Deficiente 0 - 20				Regular 21 - 40				Bueno 41 - 60				Muy Bueno 61 - 80				Excelente 81 - 100				OBSERVACIONES
		0	5	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	
ASPECTOS DE VALIDACIÓN		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. Claridad	Está formulado con un lenguaje apropiado.															X						
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.															X						
3. Actualidad	Adecuado al enfoque teórico abordado en la investigación.															X						
4. Organización	Existe una organización lógica entre sus ítems.															X						
5. Suficiencia	Comprende los aspectos necesarios en cantidad y calidad.															X						

“DISEÑO DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO A TRAVÉS DEL RCM PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA PETROLERA, TALARA 2020”

FICHA DE EVALUACIÓN DEL FORMATO DE TIEMPOS Y COSTOS DE MANO DE OBRA Y MATERIALES

Indicadores	Criterios	Deficiente 0 - 20				Regular 21 - 40				Bueno 41 - 60				Muy Bueno 61 - 80				Excelente 81 - 100				OBSERVACIONES
		0	5	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	
ASPECTOS DE VALIDACIÓN		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. Claridad	Está formulado con un lenguaje apropiado.															X						
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.															X						
3. Actualidad	Adecuado al enfoque teórico abordado en la investigación.															X						
4. Organización	Existe una organización lógica entre sus ítems.															X						
5. Suficiencia	Comprende los aspectos necesarios en cantidad y calidad.															X						

“DISEÑO DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO A TRAVÉS DEL RCM PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA PETROLERA, TALARA 2020”

FICHA DE EVALUACIÓN DE LA PLANILLA DE VERIFICACIÓN PARA OPERACIÓN DE ELECTROBOMBA - SISTEMA DE INYECCION DE AGUA DE PRODUCCIÓN

Indicadores	Criterios	Deficiente 0 - 20				Regular 21 - 40				Bueno 41 - 60				Muy Bueno 61 - 80				Excelente 81 - 100				OBSERVACIONES	
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95		100
ASPECTOS DE VALIDACIÓN		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. Claridad	Está formulado con un lenguaje apropiado.																X						
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.																X						
3. Actualidad	Adecuado al enfoque teórico abordado en la investigación.																X						
4. Organización	Existe una organización lógica entre sus ítems.																X						
5. Suficiencia	Comprende los aspectos necesarios en cantidad y calidad.																X						

**“DISEÑO DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO A TRAVÉS DEL RCM PARA GARANTIZAR LA
 CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA
 PETROLERA, TALARA 2020”**

FICHA DE EVALUACIÓN DE LAS NORMATIVAS RCM

Indicadores	Criterios	Deficiente 0 - 20				Regular 21 - 40				Bueno 41 - 60				Muy Bueno 61 - 80				Excelente 81 - 100				OBSERVACIONES
		0 5	6 10	11 15	16 20	21 25	26 30	31 35	36 40	41 45	46 50	51 55	56 60	61 65	66 70	71 75	76 80	81 85	86 90	91 95	96 100	
ASPECTOS DE VALIDACIÓN																						
1. Claridad	Está formulado con un lenguaje apropiado.													X								
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.													X								
3. Actualidad	Adecuado al enfoque teórico abordado en la investigación.													X								
4. Organización	Existe una organización lógica entre sus ítems.													X								
5. Suficiencia	Comprende los aspectos necesarios en cantidad y calidad.													X								

"DISEÑO DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO A TRAVÉS DEL RCM PARA GARANTIZAR LA
CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN DE UNA
EMPRESA PETROLERA, TALARA 2020"

FICHA DE EVALUACIÓN DE LA ENTREVISTA DE OPINIÓN

Indicadores	Criterios	Deficiente 0 - 20				Regular 21 - 40				Bueno 41 - 60				Muy Bueno 61 - 80				Excelente 81 - 100				OBSERVACIONES	
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95		100
ASPECTOS DE VALIDACIÓN		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. Claridad	Está formulado con un lenguaje apropiado.																80						
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.																80						
3. Actualidad	Adecuado al enfoque teórico abordado en la investigación.																80						
4. Organización	Existe una organización lógica entre sus ítems.																80						
5. Suficiencia	Comprende los aspectos necesarios en																80						

"DISEÑO DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO A TRAVÉS DEL RCM PARA GARANTIZAR LA
CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN DE UNA
EMPRESA PETROLERA, TALARA 2020"

FICHA DE EVALUACIÓN DE LA ENTREVISTA DE OPINIÓN

Indicadores	Criterios	Deficiente 0 - 20				Regular 21 - 40				Bueno 41 - 60				Muy Bueno 61 - 80				Excelente 81 - 100				OBSERVACIONES	
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95		100
ASPECTOS DE VALIDACIÓN		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. Claridad	Está formulado con un lenguaje apropiado.																80						
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.																80						
3. Actualidad	Adecuado al enfoque teórico abordado en la investigación.																80						
4. Organización	Existe una organización lógica entre sus ítems.																80						
5. Suficiencia	Comprende los aspectos necesarios en																80						

"DISEÑO DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO A TRAVÉS DEL RCM PARA GARANTIZAR LA
CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN DE UNA
EMPRESA PETROLERA, TALARA 2020"

FICHA DE EVALUACIÓN DE LA ENTREVISTA DE OPINIÓN

Indicadores	Criterios	Deficiente 0 - 20				Regular 21 - 40				Bueno 41 - 60				Muy Bueno 61 - 80				Excelente 81 - 100				OBSERVACIONES	
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95		100
ASPECTOS DE VALIDACIÓN		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. Claridad	Está formulado con un lenguaje apropiado.																80						
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.																80						
3. Actualidad	Adecuado al enfoque teórico abordado en la investigación.																80						
4. Organización	Existe una organización lógica entre sus ítems.																80						
5. Suficiencia	Comprende los aspectos necesarios en																80						

"DISEÑO DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO A TRAVÉS DEL RCM PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA PETROLERA, TALARA 2020"

FICHA DE EVALUACIÓN DE LA PLANILLA RCM

Indicadores	Criterios	Deficiente 0 - 20				Regular 21 - 40				Bueno 41 - 60				Muy Bueno 61 - 80				Excelente 81 - 100				OBSERVACIONES
		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	
ASPECTOS DE VALIDACIÓN		5	10	15	20	25	30	36	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. Claridad	Está formulado con un lenguaje apropiado.															80						
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.															80						
3. Actualidad	Adecuado al enfoque teórico abordado en la investigación.															80						
4. Organización	Existe una organización lógica entre sus ítems.															80						
5. Suficiencia	Comprende los aspectos necesarios en cantidad y calidad.															80						

"DISEÑO DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO A TRAVÉS DEL RCM PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA PETROLERA, TALARA 2020"

FICHA DE EVALUACIÓN DEL FORMATO DE TIEMPOS Y COSTOS DE MANO DE OBRA Y MATERIALES

Indicadores	Criterios	Deficiente 0 - 20					Regular 21 - 40					Bueno 41 - 60					Muy Bueno 61 - 80					Excelente 81 - 100					OBSERVACIONES
		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96						
ASPECTOS DE VALIDACIÓN		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100						
1. Claridad	Está formulado con un lenguaje apropiado.																					80					
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.																					80					
3. Actualidad	Adecuado al enfoque teórico abordado en la investigación.																					80					
4. Organización	Existe una organización lógica entre sus ítems.																					80					
5. Suficiencia	Comprende los aspectos necesarios en cantidad y calidad.																					80					

DISEÑO DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO A TRAVÉS DEL RCM PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA PETROLERA, TALARA 2020

FICHA DE EVALUACIÓN DEL FORMATO DE COSTOS POR PENALIZACIÓN

Indicadores	Criterios	Deficiente 0 - 20					Regular 21 - 40					Bueno 41 - 60					Muy Bueno 61 - 80					Excelente 81 - 100					OBSERVACIONES
		0	5	10	15	20	21	25	30	35	40	41	45	50	55	60	61	65	70	75	80	81	85	90	95	100	
ASPECTOS DE VALIDACIÓN		0	5	10	15	20	21	25	30	35	40	41	45	50	55	60	61	65	70	75	80	81	85	90	95	100	
1. Claridad	Está formulado con un lenguaje apropiado.																				80						
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.																				80						
3. Actualidad	Adecuado al enfoque teórico abordado en la investigación.																				80						
4. Organización	Existe una organización lógica entre sus ítems.																				80						
5. Suficiencia	Comprende los aspectos necesarios en cantidad y calidad.																				80						

"DISEÑO DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO A TRAVÉS DEL RCM PARA GARANTIZAR LA
 CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN DE UNA
 EMPRESA PETROLERA, TALARA 2020"

FICHA DE EVALUACIÓN DE LAS NORMATIVAS RCM

Indicadores	Criterios	Deficiente 0 - 20					Regular 21 - 40					Bueno 41 - 60					Muy Bueno 61 - 80					Excelente 81 - 100					OBSERVACIONES															
		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	100																				
ASPECTOS DE VALIDACIÓN																																										
1. Claridad	Está formulado con un lenguaje apropiado.																					80																				
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.																					80																				
3. Actualidad	Adecuado al enfoque teórico abordado en la investigación.																					80																				
4. Organización	Existe una organización lógica entre sus ítems.																					80																				
5. Suficiencia	Comprende los aspectos necesarios en cantidad y calidad.																					80																				



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

PIURA 2020

ANEXO N°22

**EVIDENCIAS DE LA RECOLECCIÓN DE LAS
GUÍAS DE OBSERVACIÓN:
PLANILLAS DE VERIFICACIÓN PARA OPERACIÓN
DE ELECTROBOMBA – SISTEMA DE INYECCIÓN
DE AGUA DE PRODUCCIÓN**

**PLANILLA DE VERIFICACIÓN PARA OPERACIÓN DE
ELECTROBOMBA - SISTEMA DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN**

UBICACIÓN: PIA BP 193 - Lt IV

FECHA/HORA: 31/07/2020

COD. EQUIPO: S/C

RELIZADO POR: Operador Turno Día/ E.M.C.

ITEM	VERIFICACIONES	CONDICIÓN NORMAL	CONDICIÓN HALLADA	OBSERVACIÓN
VERIFICACIÓN ANTES DEL ARRANQUE				
1	¿Se cuenta con autorización del Supervisor para arranque de la electrobomba e inyección de agua?	Debe ser autorizado	Autorizado	
2	Inspección general del equipo y del área (Posibles fugas, roturas en el equipo o instalaciones, presencia de objetos ajenos a la operación, etc.)	Sin Fuga	Sin Fugas	
3	¿Se cuenta con nivel suficiente (05 pies ó >152 cm) para iniciar el bombeo? SI NO SE CUENTA CON ESTE NIVEL, NO INICIAR EL BOMBEO	> 05 pies	15 pies	
4	¿Tablero de mando y control se encuentra energizado?	Energizado	energizado	
5	Indicación del display del tablero de control	Ready	Ready	
6	Nivel de aceite de la bomba de lubricación	Entre Limite Alto y Limite Bajo	Normal	
7	Nivel de aceite en caja de lubricación de vástagos	>50%	75%	
8	Volumen del recipiente de recepción de aceite de vástagos	<75%	20%	
9	Condición de Fajas de la bomba y guardafajas	Sin desgaste/ Tensadas	Normal	
10	Condición de Faja Eslabonada de la caja de lubricación	Sin desgaste/ Tensadas	Normal	
11	¿Se realizó inspección y limpieza de filtro de succión en la semana? Indicar fecha.	Sin Saturación	limpios	
12	Presión diferencial en manómetros de filtros	<10 psi	4 psi	
13	¿La válvula de recirculación se encuentra abierta?	Abierto	abierto	
14	¿La válvula de inyección de agua en el pozo se encuentra abierta?	Cerrado	cerrado	
15	¿La válvula de bloqueo de la PSV se encuentra abierta?	Abierta	abierto	
VERIFICACION EN EL PROCESO Y DESPUES DEL ARRANQUE				
16	¿Se alineó el sistema de acuerdo a Procedimiento?	Alieneado según procedimiento	Alineado	
17	¿Equipo arrancó normalmente?	Arranque sin problemas	Normal	
18	¿Existen ruidos extraños? (de existir ruidos extraños se debe parar el equipo e informar a Mantenimiento)	Sin ruidos extraños	Sin ruidos	
19	¿Se aprecia vibración excesiva? (si se aprecia vibración exesiva de debe parar el equipo e informar a Mantenimiento)	Sin vibraciones elevadas	Sin vibraciones	
20	Presión de descarga, luego de cerrar la recirculación (si presión es mayor a 1050 se debe informar a Mantenimiento)	<1050 psi	980 psi	
21	¿Trabajan los bombines de lubricación y lubricación de vástagos es normal?	12 gotas x min	12	
22	Caudal de trabajo	>80 BBL/Hr	85	
23	Existen fugas en el sistema	Sin Fugas	sin fugas	
VERIFICACIONES PREVIAS A LA PARADA Y POST PARADA				
24	Nivel del Tanque	> 5 pies		
25	Presión de descarga	<1050 psi		
26	¿Se abrió válvula de recirculación antes de la parada?	Abierta		
27	¿Se cerró válvula de descarga después de abrir la recirculación?	Cerrada		
28	¿La parada fue manual o automática por nivel de agua? (la parada normal debe ser de modo MANUAL por el Operador)	Manual		
29	Observaciones durante la parada (si existen observaciones en el proceso de parada informar a mantenimiento: Fugas, vibraciones, roturas, etc.)	Sin fugas/ Sin vibraciones altas/ sin golpes		
30	Nivel de aceite de la caja de lubricación	>50%		
31	Nivel de aceite de la bandeja de recolección	<75%		
32	Otras Observaciones	S/O		Siendo las 14:05 hrs. Equipo para intempestivamente; por problemas eléctricos. Se notifica a mantenimiento y se alinean las válvulas. Se identifica fusible de media tensión abierto.

**PLANILLA DE VERIFICACIÓN PARA OPERACIÓN DE
ELECTROBOMBA - SISTEMA DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN**

UBICACIÓN: PIA BP 193 - Lt IV

FECHA/HORA: 14/07/2020

COD. EQUIPO: S/C

RELIZADO POR: Operador Turno Día/ E.M.C.

ITEM	VERIFICACIONES	CONDICIÓN NORMAL	CONDICIÓN HALLADA	OBSERVACIÓN
VERIFICACIÓN ANTES DEL ARRANQUE				
1	¿Se cuenta con autorización del Supervisor para arranque de la electrobomba e inyección de agua?	Debe ser autorizado	Autorizado	
2	Inspección general del equipo y del área (Posibles fugas, roturas en el equipo o instalaciones, presencia de objetos ajenos a la operación, etc.)	Sin Fuga	Sin Fugas	
3	¿Se cuenta con nivel suficiente (05 pies ó >152 cm) para iniciar el bombeo? SI NO SE CUENTA CON ESTE NIVEL, NO INICIAR EL BOMBEO	> 05 pies	14 pies	
4	¿Tablero de mando y control se encuentra energizado?	Energizado	energizado	
5	Indicación del display del tablero de control	Ready	Ready	
6	Nivel de aceite de la bomba de lubricación	Entre Limite Alto y Limite Bajo	Normal	
7	Nivel de aceite en caja de lubricación de vástagos	>50%	60%	
8	Volumen del recipiente de recepción de aceite de vástagos	<75%	25%	
9	Condición de Fajas de la bomba y guardafajas	Sin desgaste/ Tensadas	Normal	
10	Condición de Faja Eslabonada de la caja de lubricación	Sin desgaste/ Tensadas	Normal	
11	¿Se realizó inspección y limpieza de filtro de succión en la semana? Indicar fecha.	Sin Saturación	limpios	
12	Presión diferencial en manómetros de filtros	<10 psi	1.5 psi	
13	¿La válvula de recirculación se encuentra abierta?	Abierto	abierto	
14	¿La válvula de inyección de agua en el pozo se encuentra abierta?	Cerrado	cerrado	
15	¿La válvula de bloqueo de la PSV se encuentra abierta?	Abierta	abierto	
VERIFICACION EN EL PROCESO Y DESPUES DEL ARRANQUE				
16	¿Se alineó el sistema de acuerdo a Procedimiento?	Alieneado según procedimiento	Alineado	
17	¿Equipo arrancó normalmente?	Arranque sin problemas	Normal	
18	¿Existen ruidos extraños? (de existir ruidos extraños se debe parar el equipo e informar a Mantenimiento)	Sin ruidos extraños	Sin ruidos	
19	¿Se aprecia vibración excesiva? (si se aprecia vibración exesiva de debe parar el equipo e informar a Mantenimiento)	Sin vibraciones elevadas	Sin vibraciones	
20	Presión de descarga, luego de cerrar la recirculación (si presión es mayor a 1050 se debe informar a Mantenimiento)	<1050 psi	1000 psi	
21	¿Trabajan los bombines de lubricación y lubricación de vástagos es normal?	12 gotas x min	12	
22	Caudal de trabajo	>80 BBL/Hr	85	
23	Existen fugas en el sistema	Sin Fugas	sin fugas	
VERIFICACIONES PREVIAS A LA PARADA Y POST PARADA				
24	Nivel del Tanque	> 5 pies		
25	Presión de descarga	<1050 psi		
26	¿Se abrió válvula de recirculación antes de la parada?	Abierta		
27	¿Se cerró válvula de descarga después de abrir la recirculación?	Cerrada		
28	¿La parada fue manual o automática por nivel de agua? (la parada normal debe ser de modo MANUAL por el Operador)	Manual		
29	Observaciones durante la parada (si existen observaciones en el proceso de parada informar a mantenimiento: Fugas, vibraciones, roturas, etc.)	Sin fugas/ Sin vibraciones altas/ sin golpes		
30	Nivel de aceite de la caja de lubricación	>50%		
31	Nivel de aceite de la bandeja de recolección	<75%		
32	Otras Observaciones	S/O		Siendo las 20:00 hrs. Equipo para intempestivamente; por problemas eléctricos. Se notifica a mantenimiento y se alinean las válvulas. Fusible de protección de motor abierto (ver reporte de falla)

**PLANILLA DE VERIFICACIÓN PARA OPERACIÓN DE
ELECTROBOMBA - SISTEMA DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN**

UBICACIÓN: PIA BP 193 - Lt IV

FECHA/HORA: 27/04/2020

COD. EQUIPO: S/C

RELIZADO POR: Operador Turno Dia/ E.M.C.

ITEM	VERIFICACIONES	CONDICIÓN NORMAL	CONDICIÓN HALLADA	OBSERVACIÓN
VERIFICACIÓN ANTES DEL ARRANQUE				
1	¿Se cuenta con autorización del Supervisor para arranque de la electrobomba e inyección de agua?	Debe ser autorizado	Autorizado	
2	Inspección general del equipo y del área (Posibles fugas, roturas en el equipo o instalaciones, presencia de objetos ajenos a la operación, etc.)	Sin Fuga	Sin Fugas	
3	¿Se cuenta con nivel suficiente (05 pies ó >152 cm) para iniciar el bombeo? SI NO SE CUENTA CON ESTE NIVEL, NO INICIAR EL BOMBEO	> 05 pies	14 pies	
4	¿Tablero de mando y control se encuentra energizado?	Energizado	energizado	
5	Indicación del display del tablero de control	Ready	Ready	
6	Nivel de aceite de la bomba de lubricación	Entre Limite Alto y Limite Bajo	Normal	
7	Nivel de aceite en caja de lubricación de vástagos	>50%	90%	
8	Volumen del recipiente de recepción de aceite de vástagos	<75%	10%	
9	Condición de Fajas de la bomba y guardafajas	Sin desgaste/ Tensadas	Normal	
10	Condición de Faja Eslabonada de la caja de lubricación	Sin desgaste/ Tensadas	Normal	
11	¿Se realizó inspección y limpieza de filtro de succión en la semana? Indicar fecha.	Sin Saturación	limpios	
12	Presión diferencial en manómetros de filtros	<10 psi	3 psi	
13	¿La válvula de recirculación se encuentra abierta?	Abierto	abierto	
14	¿La válvula de inyección de agua en el pozo se encuentra abierta?	Cerrado	cerrado	
15	¿La válvula de bloqueo de la PSV se encuentra abierta?	Abierta	abierto	
VERIFICACION EN EL PROCESO Y DESPUES DEL ARRANQUE				
16	¿Se alineó el sistema de acuerdo a Procedimiento?	Alieneado según procedimiento	Alineado	
17	¿Equipo arrancó normalmente?	Arranque sin problemas	Normal	
18	¿Existen ruidos extraños? (de existir ruidos extraños se debe parar el equipo e informar a Mantenimiento)	Sin ruidos extraños	Sin ruidos	
19	¿Se aprecia vibración excesiva? (si se aprecia vibración exesiva de debe parar el equipo e informar a Mantenimiento)	Sin vibraciones elevadas	Sin vibraciones	
20	Presión de descarga, luego de cerrar la recirculación (si presión es mayor a 1050 se debe informar a Mantenimiento)	<1050 psi	900 psi	
21	¿Trabajan los bombines de lubricación y lubricación de vástagos es normal?	12 gotas x min	12	
22	Caudal de trabajo	>80 BBL/Hr	85	
23	Existen fugas en el sistema	Sin Fugas	sin fugas	
VERIFICACIONES PREVIAS A LA PARADA Y POST PARADA				
24	Nivel del Tanque	> 5 pies		
25	Presión de descarga	<1050 psi		
26	¿Se abrió válvula de recirculación antes de la parada?	Abierta		
27	¿Se cerró válvula de descarga después de abrir la recirculación?	Cerrada		
28	¿La parada fue manual o automática por nivel de agua? (la parada normal debe ser de modo MANUAL por el Operador)	Manual		
29	Observaciones durante la parada (si existen observaciones en el proceso de parada informar a mantenimiento: Fugas, vibraciones, roturas, etc.)	Sin fugas/ Sin vibraciones altas/ sin golpes		
30	Nivel de aceite de la caja de lubricación	>50%		
31	Nivel de aceite de la bandeja de recolección	<75%		
32	Otras Observaciones	S/O		Siendo las 16:00 hrs. Equipo para intempestivamente; por problemas eléctricos. Se notifica a mantenimiento e identifica relé R12 abierto

**PLANILLA DE VERIFICACIÓN PARA OPERACIÓN DE
ELECTROBOMBA - SISTEMA DE INYECCION DE AGUA DE PRODUCCIÓN**

UBICACIÓN: PIA BP 193 - Lt IV		FECHA/HORA: 25/04/2020		
COD. EQUIPO: S/C				
RELIZADO POR: Operador Turno Dia/ E.M.C.				
ITEM	VERIFICACIONES	CONDICIÓN NORMAL	CONDICIÓN HALLADA	OBSERVACIÓN
VERIFICACIÓN ANTES DEL ARRANQUE				
1	¿Se cuenta con autorización del Supervisor para arranque de la electrobomba e inyección de agua?	Debe ser autorizado	Autorizado	
2	Inspección general del equipo y del área (Posibles fugas, roturas en el equipo o instalaciones, presencia de objetos ajenos a la operación, etc.)	Sin Fuga	Sin Fugas	
3	¿Se cuenta con nivel suficiente (05 pies ó >152 cm) para iniciar el bombeo? SI NO SE CUENTA CON ESTE NIVEL, NO INICIAR EL BOMBEO	> 05 pies	10 pies	
4	¿Tablero de mando y control se encuentra energizado?	Energizado	energizado	
5	Indicación del display del tablero de control	Ready	Ready	
6	Nivel de aceite de la bomba de lubricación	Entre Limite Alto y Limite Bajo	Normal	
7	Nivel de aceite en caja de lubricación de vástagos	>50%	80%	
8	Volumen del recipiente de recepción de aceite de vástagos	<75%	20%	
9	Condición de Fajas de la bomba y guardafajas	Sin desgaste/ Tensadas	Normal	
10	Condición de Faja Eslabonada de la caja de lubricación	Sin desgaste/ Tensadas	Normal	
11	¿Se realizó inspección y limpieza de filtro de succión en la semana? Indicar fecha.	Sin Saturación	limpios	
12	Presión diferencial en manómetros de filtros	<10 psi	2.5 psi	
13	¿La válvula de recirculación se encuentra abierta?	Abierto	abierto	
14	¿La válvula de inyección de agua en el pozo se encuentra abierta?	Cerrado	cerrado	
15	¿La válvula de bloqueo de la PSV se encuentra abierta?	Abierta	abierto	
VERIFICACION EN EL PROCESO Y DESPUES DEL ARRANQUE				
16	¿Se alineó el sistema de acuerdo a Procedimiento?	Alieneado según procedimiento	Alineado	
17	¿Equipo arrancó normalmente?	Arranque sin problemas	Normal	
18	¿Existen ruidos extraños? (de existir ruidos extraños se debe parar el equipo e informar a Mantenimiento)	Sin ruidos extraños	Sin ruidos	
19	¿Se aprecia vibración excesiva? (si se aprecia vibración exesiva de debe parar el equipo e informar a Mantenimiento)	Sin vibraciones elevadas	Sin vibraciones	
20	Presión de descarga, luego de cerrar la recirculación (si presión es mayor a 1050 se debe informar a Mantenimiento)	<1050 psi	930 psi	
21	¿Trabajan los bombines de lubricación y lubricación de vástagos es normal?	12 gotas x min	14	
22	Caudal de trabajo	>80 BBL/Hr	85	
23	Existen fugas en el sistema	Sin Fugas	sin fugas	
VERIFICACIONES PREVIAS A LA PARADA Y POST PARADA				
24	Nivel del Tanque	> 5 pies		
25	Presión de descarga	<1050 psi		
26	¿Se abrió válvula de recirculación antes de la parada?	Abierta		
27	¿Se cerró válvula de descarga después de abrir la recirculación?	Cerrada		
28	¿La parada fue manual o automática por nivel de agua? (la parada normal debe ser de modo MANUAL por el Operador)	Manual		
29	Observaciones durante la parada (si existen observaciones en el proceso de parada informar a mantenimiento: Fugas, vibraciones, roturas, etc.)	Sin fugas/ Sin vibraciones altas/ sin golpes		
30	Nivel de aceite de la caja de lubricación	>50%		
31	Nivel de aceite de la bandeja de recolección	<75%		
32	Otras Observaciones	S/O		Siendo las 11:50 hrs. Equipo para intempestivamente; por problemas eléctricos. Se notifica a mantenimiento y encuentra fusible de instrumentación abierto

**PLANILLA DE VERIFICACIÓN PARA OPERACIÓN DE
ELECTROBOMBA - SISTEMA DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN**

UBICACIÓN: PIA BP 193 - Lt IV		FECHA/HORA: 19/04/2020		
COD. EQUIPO: S/C				
RELIZADO POR: Operador Turno Dia/ E.M.C.				
ITEM	VERIFICACIONES	CONDICIÓN NORMAL	CONDICIÓN HALLADA	OBSERVACIÓN
VERIFICACIÓN ANTES DEL ARRANQUE				
1	¿Se cuenta con autorización del Supervisor para arranque de la electrobomba e inyección de agua?	Debe ser autorizado	Autorizado	
2	Inspección general del equipo y del área (Posibles fugas, roturas en el equipo o instalaciones, presencia de objetos ajenos a la operación, etc.)	Sin Fuga	Sin Fugas	
3	¿Se cuenta con nivel suficiente (05 pies ó >152 cm) para iniciar el bombeo? SI NO SE CUENTA CON ESTE NIVEL, NO INICIAR EL BOMBEO	> 05 pies	14 pies	
4	¿Tablero de mando y control se encuentra energizado?	Energizado	energizado	
5	Indicación del display del tablero de control	Ready	Ready	
6	Nivel de aceite de la bomba de lubricación	Entre Limite Alto y Limite Bajo	Normal	
7	Nivel de aceite en caja de lubricación de vástagos	>50%	60%	
8	Volumen del recipiente de recepción de aceite de vástagos	<75%	30%	
9	Condición de Fajas de la bomba y guardafajas	Sin desgaste/ Tensadas	Normal	
10	Condición de Faja Eslabonada de la caja de lubricación	Sin desgaste/ Tensadas	Normal	
11	¿Se realizó inspección y limpieza de filtro de succión en la semana? Indicar fecha.	Sin Saturación	limpios	
12	Presión diferencial en manómetros de filtros	<10 psi	2.5 psi	
13	¿La válvula de recirculación se encuentra abierta?	Abierto	abierto	
14	¿La válvula de inyección de agua en el pozo se encuentra abierta?	Cerrado	cerrado	
15	¿La válvula de bloqueo de la PSV se encuentra abierta?	Abierta	abierto	
VERIFICACION EN EL PROCESO Y DESPUES DEL ARRANQUE				
16	¿Se alineó el sistema de acuerdo a Procedimiento?	Alieneado según procedimiento	Alineado	
17	¿Equipo arrancó normalmente?	Arranque sin problemas	Normal	
18	¿Existen ruidos extraños? (de existir ruidos extraños se debe parar el equipo e informar a Mantenimiento)	Sin ruidos extraños	Sin ruidos	
19	¿Se aprecia vibración excesiva? (si se aprecia vibración excesiva de debe parar el equipo e informar a Mantenimiento)	Sin vibraciones elevadas	Sin vibraciones	
20	Presión de descarga, luego de cerrar la recirculación (si presión es mayor a 1050 se debe informar a Mantenimiento)	<1050 psi	900 psi	
21	¿Trabajan los bombines de lubricación y lubricación de vástagos es normal?	12 gotas x min	12	
22	Caudal de trabajo	>80 BBL/Hr	88	
23	Existen fugas en el sistema	Sin Fugas	sin fugas	
VERIFICACIONES PREVIAS A LA PARADA Y POST PARADA				
24	Nivel del Tanque	> 5 pies		
25	Presión de descarga	<1050 psi		
26	¿Se abrió válvula de recirculación antes de la parada?	Abierta		
27	¿Se cerró válvula de descarga después de abrir la recirculación?	Cerrada		
28	¿La parada fue manual o automática por nivel de agua? (la parada normal debe ser de modo MANUAL por el Operador)	Manual		
29	Observaciones durante la parada (si existen observaciones en el proceso de parada informar a mantenimiento: Fugas, vibraciones, roturas, etc.)	Sin fugas/ Sin vibraciones altas/ sin golpes		
30	Nivel de aceite de la caja de lubricación	>50%		
31	Nivel de aceite de la bandeja de recolección	<75%		
32	Otras Observaciones	S/O		A las 15:20 se produce parada intempestiva, por problemas eléctricos. Manteimiento encontró fusible abiero

PLANILLA DE VERIFICACIÓN PARA OPERACIÓN DE ELECTROBOMBA - SISTEMA DE INYECCION DE AGUA DE PRODUCCIÓN				
UBICACIÓN: PIA BP 193 - Lt IV			FECHA/HORA: 16/04/2020	
COD. EQUIPO: S/C				
RELIZADO POR: Operador Turno Dia/ E.M.C.				
ITEM	VERIFICACIONES	CONDICIÓN NORMAL	CONDICIÓN HALLADA	OBSERVACIÓN
VERIFICACIÓN ANTES DEL ARRANQUE				
1	¿Se cuenta con autorización del Supervisor para arranque de la electrobomba e inyección de agua?	Debe ser autorizado	Autorizado	
2	Inspección general del equipo y del área (Posibles fugas, roturas en el equipo o instalaciones, presencia de objetos ajenos a la operación, etc.)	Sin Fuga	Fuga	Fuga de aceite de lubricación de pistones, ajustar tapón de drenaje
3	¿Se cuenta con nivel suficiente (05 pies ó >152 cm) para iniciar el bombeo? SI NO SE CUENTA CON ESTE NIVEL, NO INICIAR EL BOMBEO	> 05 pies	12 pies	
4	¿Tablero de mando y control se encuentra energizado?	Energizado	energizado	
5	Indicación del display del tablero de control	Ready	Ready	
6	Nivel de aceite de la bomba de lubricación	Entre Limite Alto y Limite Bajo	Normal	
7	Nivel de aceite en caja de lubricación de vástagos	>50%	75%	
8	Volumen del recipiente de recepción de aceite de vástagos	<75%	10%	
9	Condición de Fajas de la bomba y guardafajas	Sin desgaste/ Tensadas	Normal	
10	Condición de Faja Eslabonada de la caja de lubricación	Sin desgaste/ Tensadas	Normal	
11	¿Se realizó inspección y limpieza de filtro de succión en la semana? Indicar fecha.	Sin Saturación	limpios	
12	Presión diferencial en manómetros de filtros	<10 psi	2 psi	
13	¿La válvula de recirculación se encuentra abierta?	Abierto	abierto	
14	¿La válvula de inyección de agua en el pozo se encuentra abierta?	Cerrado	cerrado	
15	¿La válvula de bloqueo de la PSV se encuentra abierta?	Abierta	abierto	
VERIFICACION EN EL PROCESO Y DESPUES DEL ARRANQUE				
16	¿Se alineó el sistema de acuerdo a Procedimiento?	Alieneado según procedimiento	Alineado	
17	¿Equipo arrancó normalmente?	Arranque sin problemas	Normal	
18	¿Existen ruidos extraños? (de existir ruidos extraños se debe parar el equipo e informar a Mantenimiento)	Sin ruidos extraños	Sin ruidos	
19	¿Se aprecia vibración excesiva? (si se aprecia vibración exesiva de debe parar el equipo e informar a Mantenimiento)	Sin vibraciones elevadas	Sin vibraciones	
20	Presión de descarga, luego de cerrar la recirculación (si presión es mayor a 1050 se debe informar a Mantenimiento)	<1050 psi	950 psi	
21	¿Trabajan los bombines de lubricación y lubricación de vástagos es normal?	12 gotas x min	12	
22	Caudal de trabajo	>80 BBL/Hr	85	
23	Existen fugas en el sistema	Sin Fugas	sin fugas	
VERIFICACIONES PREVIAS A LA PARADA Y POST PARADA				
24	Nivel del Tanque	> 5 pies	6 pies	
25	Presión de descarga	<1050 psi	960 psi	
26	¿Se abrió válvula de recirculación antes de la parada?	Abierta	Se abrió	
27	¿Se cerró válvula de descarga después de abrir la recirculación?	Cerrada	Cerrada	
28	¿La parada fue manual o automática por nivel de agua? (la parada normal debe ser de modo MANUAL por el Operador)	Manual	Manual	
29	Observaciones durante la parada (si existen observaciones en el proceso de parada informar a mantenimiento: Fugas, vibraciones, roturas, etc.)	Sin fugas/ Sin vibraciones altas/ sin golpes	Sin novedad	
30	Nivel de aceite de la caja de lubricación	>50%	70%	
31	Nivel de aceite de la bandeja de recolección	<75%	10%	
32	Otras Observaciones	S/O	S/O	

Fuente: Elaboración propia en base a SAE 1739

**PIURA 2020
ANEXO N°23**
**INDICADORES DE MANTENIMIENTO DE LA
EMPRESA PETROLERA EN ESTUDIO**

Tabla 15. Indicadores del departamento de Mantenimiento de la empresa petrolera en estudio

ITEM	DEFINICIÓN	FORMULA	Resultado desfavorable	Resultado Aceptable	Resultados excelentes
1	Cumplimiento del Mantenimiento (CM)	$CM = \frac{PT_{eje}}{PT_{mes}} * 100$	< 95%	95% - 97%	>98%
2	Cumplimiento del Mantenimiento Preventivo (CPR)	$CPR = \frac{PT_{pr} - eje}{PT_{pr} - prg} * 100$	< 96%	96%-98%	>98%
3	%Preventivo – Correctivo (P-C)	% PT _{pr} – eje VS %PT _{cor} – eje	%PT _{cor} >30%	70% - 30%	%PT _{cor} <20%
4	%Mant. Planeado – No Planeado (PL-NPL)	% PT _{pl} VS %PT _{npl}	%PT _{npl} >15%	90% - 10%	%PT _{npl} <10%
5	MTBF	Tiempo promedio entre fallas.	< 100 días	150 – 250 días	> 250 días
6	MTTR	Tiempo promedio para reparar.	> 2 días	0.125 – 1 días	< .125 días
7	Disponibilidad de Equipos Críticos (D)	$D = \frac{H_{mes} - H_{prev} - H_{corr}}{H_{mes}} * 100$	< 97%	97%-98%	>98%
8	Confiabilidad de Equipos Críticos (R)	$R = e^{-\lambda t}$	< 95%	95%	>98%
9	Back Log	PT pendientes cuantificado en semanas horas hombre	>4 semanas	2 – 4 semanas	No aplica

Fuente: Empresa petrolera en estudio



PIURA 2020
ANEXO N°24

**TAXONOMÍA DE FALLAS SEGÚN NORMA ISO
14224**

Tabla 16. Taxonomía de Fallas de Motor Eléctrico según ISO 14224

3. MECANISMO DE FALLA			
Modo	Código	Descripción	Fenómeno
Falla mecánica	MT00	General	Una falla relacionada con un defecto mecánico, pero no se conocen más detalles
	MT01	Frotidos	Frotidos internos o externos, ya sean líquidos o gases. Si el modo de falla del componente es pánico, debería utilizarse algún descriptor de la falla más orientado a la causa si fuera posible
	MT02	Vibración	Vibración anormal. Si el modo de falla del modo es vibración, debería utilizarse algún descriptor de la falla más orientado a la causa si fuera posible
	MT03	Falta alineación, huelgo	Falta causada por una desalineación o exceso huelgo en un sistema
	MT04	Deformación	Distorsión, abollado, golpeado, partido, etc.
	MT05	Afflojamiento	Desmontaje, elementos desajustados o flojos
Falla de material	MT06	Golpeado	Golpeado, deformado, agrietado, por cualquier motivo distinto de alineación
	AF00	General	Una falla relacionada con un defecto en el material, pero no se conocen más detalles
	AF01	Cadencia	Relevante para equipos rotos dentados y vibrados
	AF02	Corrosión	Todos los tipos de corrosión, sea química y/o térmica (electrolítica)
	AF03	Erosión	Daño por erosión
	AF04	Daño por abrasión y adherencia	Daño por abrasión y adherencia como corrosión, amarrado, etc.
	AF05	Rotura	Fractura, grietas, arrancado
AF06	Fatiga	Si la causa de la rotura puede ser evaluada como fatiga, debe utilizarse este código	
AF07	Sobrecalentamiento	Material dañado por sobrecalentamiento/quemado	
AF08	Explosión	Material explotado, fragmentado, distorsionado, quemado	
Falla de software	PS00	General	Falla relacionada con instrumentación, pero no se conocen más detalles
	PS01	Falta monitoreo y control	Falta monitoreo y control
	PS02	No indicación/alerta o alarma	No se generaron indicaciones, señales o alarma como se esperaba
	PS03	Falla en la indicación, señal o alarma	No se generaron indicaciones, señales o alarma como se esperaba
	PS04	Fuera de ajuste	Error de calibración, parámetros
	PS05	Falla del software	Falla de falla de control, reinicio o operación debido a una falla en el software
Falla eléctrica	PE00	Modo de falla Común	Varios instrumentos o componentes fallan simultáneamente, como ocurren los defectos de fuego y gas relacionados
	PE01	General	Falla relacionada con el suministro y transmisión de energía eléctrica, pero no se conocen más detalles
	EF01	Cortocircuito	Cortocircuito
	EF02	Circuito abierto	Desconexión, interrupción, cables rotos/cortados
	EF03	Sin tensión	Falta de suficiente suministro de energía eléctrica
	EF04	Falla en la tensión	Falla en la fuente de alimentación de potencia, por ejemplo sobretensiones
	EF05	Falla en la atenuación o puesta a tierra	Faltas a tierra, baja resistencia eléctrica
Influencia externa	IE00	General	Falla causada por algún evento externo desconocido
	IE01	Incendio, sobrecalentamiento	Restricciones de flujo o bloqueo debido a fuego, contaminación, hollín
	IE02	Contaminación	Contaminación con fluidos o gas, como contaminación con aceites lubricantes, contaminación de cables conductores de gas
	IE03	Influencia externa no mecánica	Otros eventos, impactos, medio ambiente, influencias desde sistemas vecinos
Falla no especificada	NS00	General	Descripciones de falla que no entran en ninguna de las categorías anteriores
	NS01	Desconocido	No hay información disponible acerca del descriptor de la falla

Fuente: Elaboración propia en base a ISO 14224

Tabla 17. Taxonomía de Fallas de Bomba Reciprocante según ISO 14224

1. COMPONENTES		
Control y Monitoreo		
0022	Cableado	
0060	Unidad de control	
0069	Dispositivo de actuación	
0084	Fuente interna de energía	
0332	Sensor	
M022	Cafetería	
M054	Monitores	
M060	Sello	
M078	Válvula	
Sistema de Lubricación		
G145	Motor	
G148	Reservorio	
M022	Cafetería	
M060	Sello	
M078	Válvula	
M228	Bomba	
NC21	Filtro	
R001	Aceite lubricante	
R078	Enfriador	
Transmisión de Potencia		
M060	Sello	
R001	Acoplamiento	
R002	Acoplamiento	
R045	Cojinete	
R167	Caja engranaje / variable	
Unidad de Bombas		
0052	Soporte	
M022	Cafetería	
M040	Diáfragma	
M058	Pistón	
M060	Sello	
M078	Válvula	
M191	Carreta	
M254	Casing	
R000	Cojinete radial	
R069	Eje	
R093	Impulsor	
R108	Sudamiento de empuje	
Mecánica		
G123	Separador Ciclónico	
G147	Purga de aire	
M005	Amortiguador de pulsaciones	
M050	Junta	
M100	Enfriador/calefactor	

2. MODOS DE FALLA		
Código	Modo de falla	Explicación
AR	Lectura anormal de instrumento	Medición incorrecta, fallos alarmas
BR0	Rotura	Defeo serio (perforación, explosión)
EP	Pérdida de proceso al medio	Escape del proceso al medio ambiente
EU	Pérdida externa de líquido auxiliar	Pérdida de agua, aceite, otros
ER0	Salida errática	Salida con oscilaciones o cambios repentinos
FTS	Fallos amarrar según demanda	Indisponibilidad para amarrar
HO	Salida muy alta	Sobrevelocidad, fuera de especificación
IRL	Pérdida interna	Pérdida interna de agua por ejemplo
LD0	Salida muy baja	Salida fuera de la especificación requerida
NOI	Ruido	Excesivo ruido
OME	Sobrecalentamiento	Excesiva temperatura
OTH	Otros	Problemas no especificados
PDE	Desviación de algún parámetro	Desviación de un parámetro fuera de lo establecido
PLU	Taponamiento/obstrucción de flujo	Cualquier tipo de taponamiento que restrinja el flujo
SER	Problemas menores en servicio	Pérdidas, suciedad, descoloración
STD	Deficiencia estructural	Roturas en casaca de cilindro, soportes
STP	Fallos a detener la marcha según demanda	Indisponibilidad para detenerse o manejar procesos de perm
UNK	Desconocido	Información inadecuada, perdida
UST	Pero no programado	Pero no programado de la máquina
VIB	Vibración	Excesiva vibración

3. MECANISMO DE FALLA			
Código	Código	Mecanismo	Explicación
Falla mecánica	MF00	General	Una falla relacionada con un defecto mecánico, pero no se conocen más detalles
	MF01	Pérdidas	Pérdidas internas o externas, ya sean líquidas o gases. Si el modo de falla del componente es pérdida, debería utilizarse algún descriptor de la falla más orientado a la causa si fuera posible
	MF02	Vibración	Vibración anormal. Si el modo de falla del equipo es vibración, debería utilizarse algún descriptor de la falla más orientado a la causa si fuera posible
	MF03	Fallos al reacción, huelgo	Fallos causados por una desalineación o exceso/huelgo muy evidente
	MF04	Deformación	Distorsión, doblado, golpeado, estrizado, etc
	MF05	Affigamiento	Desconexión, elementos desconectados o faltantes
MF06	Golpeado	Golpeado, deformado, agrietado, por cualquier motivo dentro de alineación	
Falla de Material	AF00	General	Una falla relacionada con un defecto en el material, pero no se conocen más detalles
	AF01	Corrosión	Relevante para equipos como bombas y válvulas
	AF02	Corrosión	Todos los tipos de corrosión, seca (química) y húmeda (electroquímica)
	AF03	Erosión	Desgaste por erosión
	AF04	Desgaste	Desgaste abrasivo y adhesivo como escoriación, amateado, etc
	AF05	Rotura	Fractura, quebradura, arrieteado
	AF06	Fatiga	Si la causa de la rotura puede ser evaluada como fatiga, debe utilizarse este código
	AF07	Sobrecalentamiento	Material dañado por sobrecalentamiento/quemado
AF08	Explosión	Material explotado, implosionado, desplazado, quemado	
Influencia de entornos	EO0	General	Fallos causados por algún evento externo desconocido
	EO1	Bloqueos, taponamientos	Restricciones de flujo o bloqueos debido a (choking), contaminación, hielo
	EO2	Contaminación	Contaminación con fluidos o gas, como contaminación con aceites lubricantes, contaminación de cabezales detectores de gas.
Misceláneos	MO0	General	Objetos extraños, impactos, medio ambiente, influencias desde sistemas vecinos
	MO1	Desconocido	Descripciones de falla que no entran en ninguna de las categorías anteriores
			No hay información disponible acerca del descriptor de la falla

Fuente: Elaboración propia en base a ISO 14224

CLASIFICACIÓN DEL ÍNDICE GRAVEDAD O SEVERIDAD SEGÚN NORMA SAE 1739

Tabla 18: *Criterio propuesto de evaluación de Severidad*

EFECTOS	SEVERIDAD DEL EFECTO	RANKING
Peligrosos - Sin advertencia	Rango de muy alta gravedad - Afecta al operador, planta o personal de mantenimiento, seguridad y/o afecta el incumplimiento de las regulaciones gubernamentales, sin advertencia.	10
Peligrosos, con advertencias	De alto rango de gravedad - Afecta al operador, planta o personal de mantenimiento, seguridad y/o afecta el incumplimiento de las regulaciones gubernamentales, con advertencia.	9
Muy alto	Tiempo de inactividad de la operación de mas de 8 horas o la produccion de piezas defectuosas por mas de 4 horas.	8
Alto	Tiempo de inactividad de la operación entre 4 y 8 horas o la produccion de piezas defectuosas entre 2 y 4	7
Moderado	Tiempo de inactividad de la operación entre 1 y 4 horas o la produccion de piezas defectuosas entre 1 y 2	6
Bajo	Tiempo de inactividad de la operación entre 30 minutos y 1 hora o la produccion de piezas defectuosas durante un maximo de 1 hora.	5
Muy bajo	Tiempo de inactividad de la operación entre 10 y 30 minutos pero no la produccion de piezas defectuosas.	4
Menor	Tiempo de inactividad de hasta 10 minutos pero no la produccion de piezas defectuosas.	3
Muy menor	Variacion de los parametros de proceso fuera de los limites de especificacion. Durante la produccion deben realizarse ajustes u otro tipo de controles del proceso. No hay tiempo de inactividad ni produccion de piezas defectuosas.	2
Ninguno	Variación de los parámetros de proceso dentro de los límites de especificación. Ajustes u otro tipo de controles de proceso se puede realizar durante el mantenimiento normal.	1

Fuente: Elaboración propia en base a SAE 1739

**PIURA 2020
ANEXO N°26**
**CLASIFICACIÓN DEL ÍNDICE OCURRENCIA
SEGÚN NORMA SAE 1739**
Tabla 19: *Criterio propuesto de evaluación de Ocurrencia*

Criterio: Posible número de fallas dentro de las horas de operación	Criterio: Posible número de fallas dentro ciclos de operación	Criterio: La confiabilidad basada en el tiempo de uso requerido	RANKING
1 en 1	1 en 90	R(t)<1%; MTBF es alrededor de 10% de tiempo del usuario	10
1 en 8	1 en 900	R(t)=4%; MTBF es alrededor de 30% de tiempo del usuario	9
1 en 24	1 en 36000	R(t)=19%; MTBF es alrededor de 60% de tiempo del usuario	8
1 en 80	1 en 90000	R(t)=37%; MTBF es alrededor de 100% de tiempo del usuario	7
1 en 350	1 en 180000	R(t)=61%; MTBF es 2 veces más del tiempo del usuario	6
1 en 1000	1 en 270000	R(t)=78%; MTBF es 4 veces más del tiempo del usuario	5
1 en 2500	1 en 360000	R(t)=85%; MTBF es 6 veces más del tiempo del usuario	4
1 en 5000	1 en 540000	R(t)=90%; MTBF es 10 veces más del tiempo del usuario	3
1 en 10000	1 en 900000	R(t)=95%; MTBF es 20 veces más del tiempo del usuario	2
1 en 25000	1 en mas de 900000 ciclos	R(t)=100%; MTBF es 50 veces más del tiempo del usuario	1

Fuente: Elaboración propia en base a SAE 1739

**PIURA 2020
ANEXO N°27**

**CLASIFICACIÓN DEL ÍNDICE DETECCIÓN
SEGÚN NORMA SAE 1739**

Tabla 20: *Criterio propuesto de evaluación de Detección*

Detección	Criterio: Probabilidad de detección de diseño y/o control de maquinaria	RANKING
Casi imposible	Diseño y/o controles de maquinas no pueden detectar la posible causa y posterior falla, o no hay controles de diseño de maquinaria.	10
Muy remota	Muy remota posibilidad de que los controles de diseño y/o maquinaria puedan detectar una posible causa y posterior modo de falla.	9
Remota	Remota posibilidad de que los controles de diseño y/o maquinaria puedan detectar una posible causa y modo de falla. Maquinaria de control proporcionara la indicación de falla.	8
Muy baja	Controles de diseño y/o maquinaria no impiden que se produzca la falla. Controles de la maquinaria va a aislar la causa y el modo de falla subsecuente después de que la falla se ha producido.	7
Baja	Baja probabilidad de que los controles de diseño y/o maquinaria detectara una causa potencial y modo de falla posterior. Los controles de la máquina será un indicador de la falla inminente.	6
Medio	Posibilidad media de que los controles de diseño detectaran una causa potencial y modo de falla posterior. Los controles de la máquina evitan los fallos inminentes.	5
Moderadamente alto	Moderadamente alta probabilidad de que los controles de diseño detecten una causa potencial y modo de fallo posterior. Los controles de la máquina evitan el fallo inminente.	4
Alto	Alta probabilidad de que los controles de diseño detecten la causa potencial y modo de fallo posterior. Los controles de la máquina evitan un fallo inminente y aíslan la causa de falla.	3
Muy alto	Muy alta probabilidad de que los controles de diseño detecten una causa potencial y modo de fallo posterior. Los controles de la máquina no son activados.	2
Casi con certeza	El diseño de los controles detectan casi con certeza una posible causa y modo de falla posterior. Los controles de la máquina no son activados.	1

Fuente: Elaboración propia en base a SAE 1739

PIURA 2020
ANEXO N°28

MATRIZ DE RIESGO PARA ÍNDICE RPN APLICADA A INDUSTRIAS DE HIDROCARBUROS

Tabla 21: Matriz de Evaluación de Riesgo

Categoría de la Probabilidad	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
											A	B	C	D	E					
5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100										
4	9	18	27	36	45	54	63	72	81	90										
3	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80										
2	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70										
1	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60										
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50										
	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40										
	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30										
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										

Categoría de la Consecuencias	
mayor que 85	Riesgo Extremo
de 44 a 84	Riesgo Alto
de 17 a 43	Riesgo Medio
menor que 16	Riesgo Bajo

Fuente:

**PIURA 2020
ANEXO N°29**

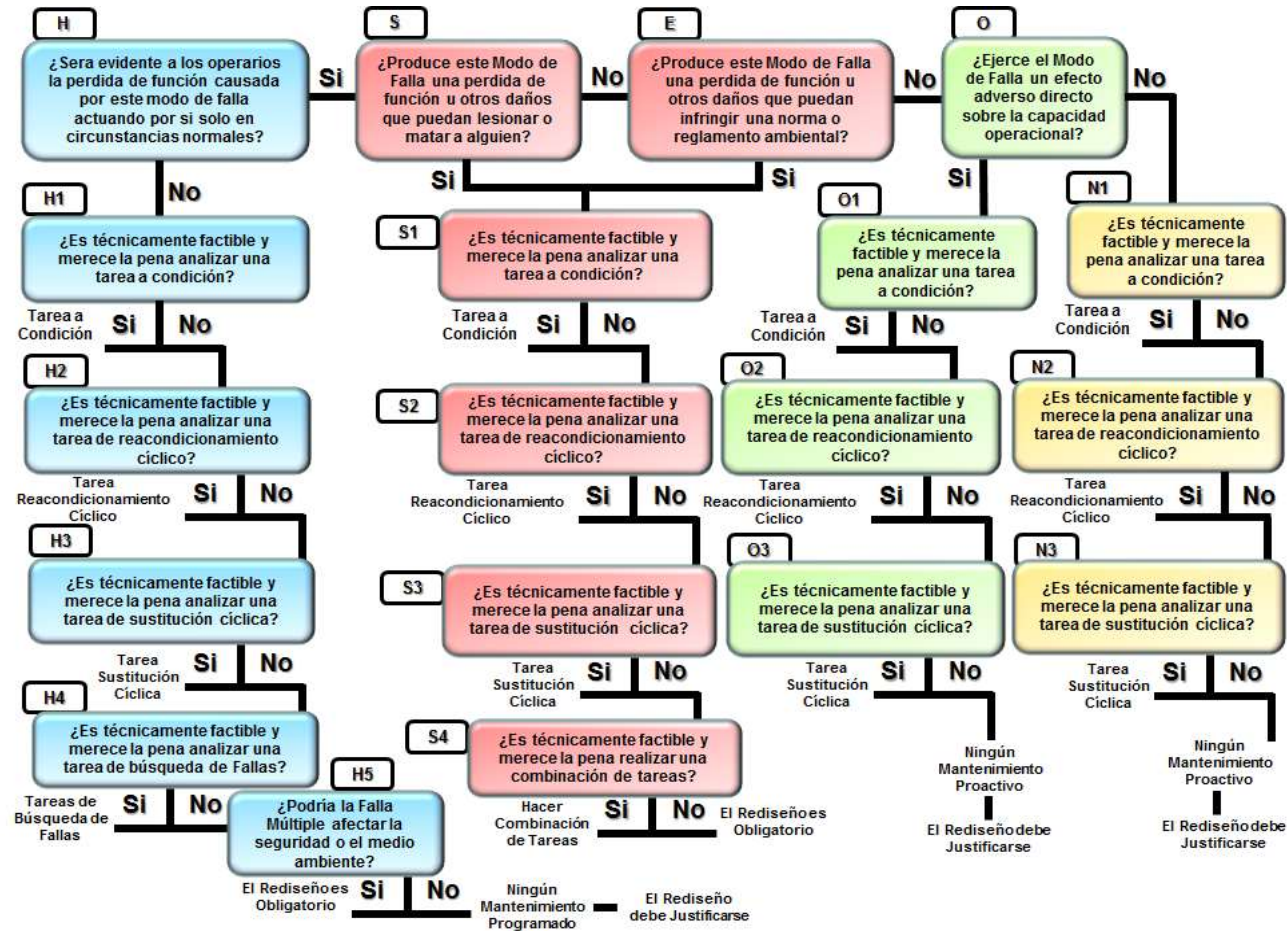


Figura 9. Diagrama de Decisión

**PIURA 2020
ANEXO N°30**
Tabla 22. Costos de Penalización para la estimación del Beneficio - Costo

FORMATO DE COSTOS POR PENALIZACIÓN					
Ítem	Incumplimiento	Fecha	Base Legal	Obligación Normativa	Monto de Multas y Sanciones
1	El administrado (la empresa) no adoptó medidas de prevención para evitar la generación de impactos ambientales negativos producto de fugas, derrames o liqueos de hidrocarburos en diversas áreas del Lote D.	9/01/2019	Ley N° 29325. Ley N° 27444.	Artículo N°21 Ley 27444 D.S N°004-2019-JUS	20 UIT
2	No cumplir con las normas e instrumentos ambientales sobre manejo, tratamiento y/o disposición de efluentes y/o agua de producción.	POSIBLE DE APLICAR	Artículos 86° y 95° y Literales b) y d) del Numeral 83.2° del Artículo 83°, Literal b) del Artículo 84° y el Artículo 93° del Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos	Artículo N° 9 de la Resolución de Consejo Directivo N° 035-2015-OEFA/CD	De 20 UIT (genera daño potencial a la flora o fauna) a 5000 UIT (genera daño real a la salud o vida humana)

Fuente: Elaboración propia

PIURA 2020
ANEXO N°31

Tabla 23. Costos de Indisponibilidad por falla para la estimación del Beneficio - Costo

FORMATO DE TIEMPOS Y COSTOS DE MANO DE OBRA Y MATERIALES																		
SISTEMA: Inyección de Agua de Producción										CÓDIGO DE EQUIPO: (AÚN NO TIENE CÓDIGO)		NOMBRE DE EQUIPO: Electrobomba de Inyección de Agua		LOTE: IV				
PERIODO 2020		CANTIDAD DE FALLAS DE REPARACIÓN POR SUB-SISTEMAS				HORAS DE PARADA POR SUB-SISTEMAS				TIEMPO TOTAL DE OPERACIÓN (HORAS)	TOTAL N° DE FALLAS	TIEMPO PARA RESTAURAR	CANTIDAD DE OPERARIOS	COSTO DE HORA-HOMBRE	COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA	COSTO TOTAL DE MATERIALES	COSTO TOTAL DE REPARACIÓN	
		ELÉCTRICO	MECÁNICO	LUBRICACIÓN	CONTROL AUTOMÁTICO	ELÉCTRICO	MECÁNICO	LUBRICACIÓN	CONTROL AUTOMÁTICO									
MES: ABRIL	SEMANA 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	SEMANA 2	0	0	1	0	0	0	0.5	0	1	0.5	1	\$ 12.00	\$ 6.00	\$ 0	\$ 6.00	\$ 0	
	SEMANA 3	2	0	0	0	4	0	0	0	2	4	2	\$ 12.00	\$ 96.00	\$ 11.50	\$ 107.50	\$ 0	
	SEMANA 4	1	0	0	0	2	0	0	0	1	2	2	\$ 12.00	\$ 48.00	\$ 35.00	\$ 83.00	\$ 0	
	RESUMEN	3	0	1	0	6	0	0.5	0	4	6.5	5	\$ 12.00	\$ 150.00	\$ 46.50	\$ 196.50	\$ 0	
MES: MAYO	SEMANA 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	SEMANA 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	SEMANA 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	SEMANA 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	RESUMEN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MES: JUNIO	SEMANA 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	SEMANA 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	SEMANA 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	SEMANA 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	RESUMEN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MES: JULIO	SEMANA 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	SEMANA 2	1	0	0	0	3	0	0	0	1	3	2	\$ 12.00	\$ 72.00	\$ 200.00	\$ 272.00	\$ 0	
	SEMANA 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	SEMANA 4	1	0	0	0	2	0	0	0	1	2	2	\$ 12.00	\$ 48.00	\$ 15.00	\$ 63.00	\$ 0	
	RESUMEN	2	0	0	0	5	0	0	0	2	5	4	\$ 12.00	\$ 120.00	\$ 215.00	\$ 335.00	\$ 0	
MES: AGOSTO	SEMANA 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	SEMANA 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	SEMANA 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	SEMANA 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	RESUMEN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MES: SETIEMBRE	SEMANA 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	SEMANA 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	SEMANA 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	SEMANA 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	RESUMEN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL	5	0	1	0	11	0	0.5	0	6	11.5	9	\$ 24.00	\$ 270.00	\$ 261.50	\$ 531.50	\$ 0		
RESPONSABLE DEL REGISTRO																		
Nombre: Abigail Mogollón Herrera										Firma:								
Cargo: Investigadora																		
Fecha: 01/10/2020																		

Fuente: Elaboración propia



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

PIURA 2020
ANEXO N°32

**PROPUESTA DE PLANES DE
MANTENIMIENTO**

2020

PROPUESTA DE PLANES MANTENIMIENTO,
BASADOS EN RCM, PARA GARANTIZAR LA
CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN
DE AGUA DE PRODUCCIÓN



Dora Abigail Mogollón Herrera

Dirigido a la empresa petrolera en estudio

INDICE

1.	GENERALIDADES	1
2.	OBJETIVOS	1
3.	NORMATIVA	2
4.	ALCANCE	2
5.	DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	2
5.1	Determinación de las fallas funcionales y críticas del sistema de inyección de agua de producción:	3
5.1.01	Definición de Subsistemas y Componentes	3
5.1.02	Definición de Funciones	3
5.1.03	Identificación de Modos de Falla, Mecanismos de Fallas y Fallas Funcionales	4
5.1.03.1	Motor Eléctrico	5
5.1.03.2	Bomba Reciprocante.....	6
5.1.04	Identificación de los Efectos de Falla.....	7
5.1.05	Evaluación de Riesgo.	10
5.2	Definición de actividades y frecuencias de mantenimiento para los sistemas de inyección de agua de producción.....	11
5.3	Recursos necesarios para la implementación de los planes de mantenimiento de los Sistemas de Inyección de Agua de Producción.....	16
5.3.01	Tiempos de Mantenimiento y Recursos de Personal	16
5.3.02	Equipos y Herramientas	17
5.1.01.1	Consideraciones para el cuidado y conservación de los Equipos y Herramientas.....	20
5.1.02	Repuestos Críticos	21
5.2	Procedimientos de Trabajo	25
5.2.01	Mantenimiento Diario (Operador)	26
5.2.02	Mantenimiento Mensual (Analista Predictivo):.....	26
5.2.03	Mantenimiento Mensual, Semestral, Anual (Electro - instrumentista):.....	26
5.2.04	Mantenimiento Semestral y Anual (Técnico Mecánico):	26
6.	ACTIVIDADES DE FORMACIÓN.....	26
7.	SEGUIMIENTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL RCM	27
8.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	27
9.	PRESUPUESTO.....	29
	ANEXOS.....	30

Índice de Tablas

Tabla 1. Componentes de los subsistemas del sistema de inyección de agua de Producción	3
Tabla 2. Funciones de los componentes de los subsistemas del sistema de inyección de agua de Producción.....	4
Tabla 3. Modos de falla, mecanismos de fallas y fallas funcionales del motor eléctrico	5
Tabla 4. Modos de falla, mecanismos de fallas y fallas funcionales de la bomba reciprocante	6
Tabla 5. Efectos de falla del motor eléctrico	7
Tabla 6. Efectos de falla de la Bomba Reciprocante	8
Tabla 7. Efectos de falla de la Bomba Reciprocante (Continuación)	9
Tabla 8. Plan de Mantenimiento Motor Eléctrico 90 KW. Sistema de Inyección de Agua de Producción.....	12
Tabla 9. Plan de Mantenimiento Bomba Alternativa, Sistema de Inyección de Agua de Producción.....	13
Tabla 10. Plan de Mantenimiento a Tablero Eléctrico, Sistema de Inyección de Agua de Producción.....	14
Tabla 11. Plan de Mantenimiento Bomba de Lubricación para Pistones, Sistema de Inyección de Agua de Producción.....	15
Tabla 12. Plan de Mantenimiento Sistema de Transmisión de Potencia, Sistema de Inyección de Agua de Producción.....	15
Tabla 13. Resumen de Tiempos de Mantenimientos y Recursos de Personal.....	16
Tabla 14. Equipos y Herramientas para el Operador del Sistema de Inyección de Agua de Producción.....	17
Tabla 15. Equipos y Herramientas para el Analista Predictivo	18
Tabla 16. Equipos y Herramientas para el Técnico Electro-instrumentista.....	19
Tabla 17. Equipos y Herramientas para el Técnico Mecánico.....	20
Tabla 18. Repuestos Críticos para Válvulas de Succión y Descarga de Bomba NOV 165T – 5L	21
Tabla 19. Repuestos Críticos para el Sistema de Potencia de Bomba NOV 165T – 5L ..	22
Tabla 20. Repuestos Críticos para la Transmisión - Cigüeñal de Bomba NOV 165T – 5L	23
Tabla 21. Repuestos Críticos para el Sellado de Pistones de Bomba NOV 165T – 5L....	24
Tabla 22. Repuestos Críticos para Pistones de Bomba NOV 165T – 5L.....	25
Tabla 23. Cronograma de Actividades	28
Tabla 24. Presupuesto Anual para la Implementación de los Planes de Mantenimiento .	29
Tabla 25. Presupuesto para el Plan de Capacitación	29

Índice de Figuras

Figura 1. Criticidad de Fallas en el Motor Eléctrico del Sistema de Inyección de Agua de Producción.....	10
Figura 2. Criticidad de Fallas en la Bomba Reciprocante del Sistema de Inyección de Agua de Producción.....	11
Figura 3. Identificación de Repuestos para las Válvulas de Succión y Descarga de la Bomba NOV 165T-5L.....	21
Figura 4. Identificación de Repuestos para el Sistema de Potencia de la Bomba NOV 165T-5L.....	22
Figura 5. Identificación de Repuestos para la Transmisión - Cigüeñal de Bomba NOV 165T – 5L.....	23
Figura 6. Identificación de Repuestos para el Sellado de Pistones de Bomba NOV 165T – 5L.....	24
Figura 7. Identificación de Repuestos para Pistones de Bomba NOV 165T – 5L.....	25

	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
	PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

1. GENERALIDADES

Luego de haber realizado el diagnóstico de los sistemas de inyección de agua de producción, se confirmó que estos no contaban con un plan de mantenimiento definido y que son sistemas críticos desde el punto de vista operativo, impacto ambiental y económico. Además, en base a las fallas reportadas y considerando que la tasa de falla permanece constante, se obtuvo que la confiabilidad mensual del sistema de inyección de agua de producción es del 44%; es decir, existe solamente la probabilidad del 44% de que el equipo NO FALLE en un mes. Esto significa que el sistema tiene una confiabilidad desfavorable, en función de los indicadores establecidos por el departamento de Mantenimiento de la empresa, los cuales establecen que la confiabilidad de un equipo o sistema crítico es desfavorable cuando es menor al 95%, aceptable cuando se encuentra en 95% y excelente cuando obtiene un valor mayor al 98%.

Dado que ameritaba que sus planes de mantenimiento sean evaluados y propuestos a través de una metodología que garantice la confiabilidad de estos sistemas; se decidió diseñar los planes de mantenimiento de los sistemas de inyección de agua de producción, basados en el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) y presentarlos como propuesta para la empresa.

2. OBJETIVOS

General

Establecer los Planes de Mantenimiento empleando la metodología RCM para garantizar la confiabilidad de los Sistemas de Inyección de Agua de Producción.

Específicos

- Determinar las fallas funcionales y críticas de los sistemas de inyección de agua de producción, en función a la metodología RCM.
- Establecer las actividades y frecuencias de mantenimiento para los sistemas de inyección de agua de producción.
- Determinar los recursos necesarios para la implementación de los planes de mantenimiento de los sistemas de inyección de agua de producción.

	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
	PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

- Establecer los procedimientos de trabajo para la ejecución de los planes de mantenimiento de los sistemas de inyección de agua de producción.

3. NORMATIVA

- SAE-JA1011 - Criterios de Evaluación para Procesos de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.
- SAE-JA1012 - Una Guía para la Norma de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.
- SAE-J1739 – Diseño del Análisis de los Modos y Efectos de Falla.
- ISO 14224 - Recolección e Intercambio de Datos de Confiabilidad y Mantenimiento en Equipos.
- ISO 45001 – Sistema de Seguridad y Salud Ocupacional.

4. ALCANCE

El desarrollo del diseño de los planes de mantenimiento, basados en RCM, para garantizar la confiabilidad de los sistemas de inyección de agua de producción; comprenderá a todas las áreas con actividades relacionadas a las operaciones de transferencias de Fluidos en la Planta de Inyección de Agua y Estaciones de Bombeo de los Lotes de la empresa petrolera en estudio en la provincia de Talara.

5. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

La propuesta se desarrolló tomando en cuenta los lineamientos de las normas SAE JA1011, SAE JA1012 y SAE J1739; además se emplearon los datos de taxonomía de fallas de la norma ISO 14224. Para obtener los planes de mantenimiento, fue necesario realizar el análisis empleando un formato denominado Planilla RCM, la cual reúne a la hoja de información, la evaluación del riesgo y la hoja de decisión.

	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
	PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

5.1 Determinación de las fallas funcionales y críticas del sistema de inyección de agua de producción:

Para determinar las fallas funcionales y su criticidad, fue necesario iniciar con la definición de los subsistemas y sus componentes, luego definir sus funciones, identificar los modos de falla y mecanismos de fallas para posteriormente determinar las fallas funcionales y evaluar la criticidad de las mismas.

5.1.01 Definición de Subsistemas y Componentes

Para realizar el análisis se consideraron los siguientes subsistemas y componentes:

Tabla 1. Componentes de los subsistemas del sistema de inyección de agua de Producción

SUBSISTEMAS	COMPONENTES
ELÉCTRICO	Motor Eléctrico
	Tablero de Mando y control
MECÁNICO	Bomba Reciprocante
	Sistema de Transmisión de Potencia
LUBRICACIÓN	Bomba de lubricación para pistones
AUTOMÁTICO DE CONTROL	Instrumentación de protección

Fuente: Elaboración propia

5.1.02 Definición de Funciones

Se determinaron las siguientes funciones principales para los componentes de los subsistemas; las cuales fueron la base para la identificación de los modos de falla.

	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
	PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

Tabla 2. Funciones de los componentes de los subsistemas del sistema de inyección de agua de Producción

COMPONENTES	FUNCIÓN
Motor Eléctrico	Transmitir potencia mecánica hacia la bomba a un nivel máximo de 125 HP y a una velocidad de 1780 RPM
Tablero de Mando y Control	Permitir el arranque y parada del motor eléctrico así como protegerlo ante sobrecargas, cortocircuitos y pérdidas de fase.
Bomba Reciprocante	Inyectar agua desde el tanque de almacenamiento hacia el pozo receptor a un flujo de 90 Bls/h y presión mínima de 1000 PSI
Sistema de Transmisión de Potencia	Transmitir potencia mecánica desde el motor eléctrico hacia la bomba reduciendo la velocidad de 1780 RPM a 400 RPM
Bomba de lubricación de pistones	Dosificar aceite lubricante para los émbolos de los pistones de la bomba a una dosis de 10 gotas/minuto en cada émbolo.
Instrumentación de protección	Proteger el sistema contra sobrepresiones, vibraciones elevadas, nivel bajo.

Fuente: Elaboración propia

5.1.03 Identificación de Modos de Falla, Mecanismos de Fallas y Fallas Funcionales

La identificación de los modos de falla, mecanismos de falla y fallas funcionales, se realizó teniendo en cuenta la taxonomía de fallas brindada por la norma ISO 14224. Estas identificaciones se realizaron para cada componente de los subsistemas del sistema de inyección de agua de producción. A continuación, se presenta el listado de los mismos:

	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
	PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

5.1.03.1 Motor Eléctrico

Tabla 3. Modos de falla, mecanismos de fallas y fallas funcionales del motor eléctrico

Cód.	Modo de falla	Mecanismo de Falla	Falla Funcional
FTS	Falla al arrancar	Deformación	Rotor trabado por deformación del eje
		Aflojamiento	Conectores de cable de alimentación flojos
		Falla monitoreo y control	Elemento de protección activado por falla
		Cortocircuito	Cable de alimentación en cortocircuito
		Cortocircuito	Bobina del estator en cortocircuito
		Circuito abierto	Cable de alimentación abierto
		Circuito abierto	Bobina del estator abierta
		Sin Tensión	No hay tensión en el circuito de alimentación
		Falla en la tensión	Pérdida de tensión en una de las fases
		Falla en la tensión	Tensión baja
LOO	Baja velocidad	Falla en la tensión	Pérdida de tensión en una de las fases
		Falla en la tensión	Baja frecuencia
NOI	Ruido extraño	Vibración	Alta vibración
		Falla alineación, huelgo.	Equipo desalineado
		Deformación	Eje deformado
		Aflojamiento	Elementos de fijación flojos
		Desgaste	Desgaste de rodamientos
		Desgaste	Desgaste de rodamientos
		Rotura	Elementos internos con rotura
OHE	Sobrecalentamiento	Falla en la tensión	Pérdida de tensión en una de las fases
		Pérdidas	Pérdida de grasa en los rodamientos
		Pérdidas	Pérdida de grasa en los rodamientos
		Vibración	Alta vibración
		Falla alineación, huelgo.	Equipo desalineado
		Aflojamiento	Conectores de cable de alimentación flojos
STD	Defecto estructural	Cortocircuito	Bobina en cortocircuito
		Influencias externas	Sobrecarga por problemas en bomba accionada
		Deformación	Eje deformado
		Aflojamiento	Alojamiento de rodamientos fuera de medida
STP	Falla al detener la marcha	Corrosión	Componentes con corrosión excesiva
		Rotura	Elementos con rotura o rajadura
		Falla monitoreo y control	Circuito de control de parada en falla
UST	Parada inesperada	Falla en la indicación, señal o alarma	Señal de elemento de protección en falla
		Falla monitoreo y control	Circuito de control de parada en falla
		Cortocircuito	Cable de alimentación en cortocircuito
		Cortocircuito	Bobina del estator en cortocircuito
		Circuito abierto	Cable de alimentación abierto
		Circuito abierto	Bobina del estator abierta
		Sin Tensión	No hay tensión en el circuito de alimentación
		Falla en la tensión	Pérdida de tensión en una de las fases
		Falla en la tensión	Tensión baja
		Influencias externas	Sobrecarga por problemas en bomba accionada
VIB	Vibración elevada	Falla alineación, huelgo.	Equipo desalineado
		Deformación	Eje deformado
		Aflojamiento	Elementos de fijación flojos
		Aflojamiento	Elementos de fijación flojos
		Desgaste	Alojamiento de rodamientos fuera de medida
		Rotura	Elementos con rotura o rajadura
		Desbalance	Rotor desbalanceado
		Fallas eléctricas	Desbalance eléctrico en el rotor
		Fallas eléctricas	Desbalance eléctrico en el rotor

Fuente: Elaboración propia

	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
	PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

5.1.03.2 Bomba Reciprocante

Tabla 4. Modos de falla, mecanismos de fallas y fallas funcionales de la bomba reciprocante

Cód.	Modo de Falla	Falla Funcional	Mecanismo de Falla
AIR	Lectura anormal de instrumento	Falsa señal de elementos de protección por aflojamiento de conectores.	Aflojamiento
		Falsa señal de elementos de protección por rotura en conectores o cableado	Rotura
BRD	Rotura	Vibraciones elevadas	Vibración elevada
		Aflojamiento de elementos de fijación	Aflojamiento
		Erosión de componentes internos	Erosión
		Desgaste de componentes internos	Desgaste
		Fatiga de componentes internos	Fatiga
		Bloqueo de línea de flujo de lubricación	Bloqueos, taponamientos
ELP	Fuga externa - medio del proceso	Bloqueo de línea de flujo de proceso	Bloqueos, taponamientos
		Aflojamiento de elementos de sellado	Aflojamiento
		Corrosión de elementos de contención	Corrosión
		Desgaste de elementos de contención	Desgaste
		Rotura de elementos de contención	Rotura
		Bloqueo de líneas de flujo	Bloqueos, taponamientos
		Corrosión de elementos de contención	Corrosión
		Desgaste de elementos de contención	Desgaste
HIO	Sobrepresión	Rotura de elementos de contención	Rotura
		Bloqueo o taponamiento de las líneas de flujo de la descarga	Bloqueos, taponamientos
LOO	Baja presión	Pérdida del líquido de proceso	Pérdidas
		Cavitación	Cavitación
		Bloqueo o taponamiento de las líneas de flujo de la succión	Bloqueos, taponamientos
NOI	Ruido extraño	Vibraciones elevadas	Vibración
		Deformación en componentes internos	Deformación
		Aflojamiento de elementos de fijación	Aflojamiento
		Cavitación	Cavitación
		Desgaste de componentes (pistones, vástagos, rodamientos, eje, metales de biela)	Desgaste
		Rotura de componentes (pistones, vástagos, rodamientos, eje, metales de biela, biela, válvulas)	Rotura
OHE	Sobrecalentamiento	Pérdida del líquido de proceso	Pérdidas
		Pérdida del lubricante	Pérdidas
		Vibración elevada en rodamientos	Vibración
		Aflojamiento de componentes internos	Aflojamiento
		Cavitación	Cavitación
PLU	Taponamiento/restricción de flujo	Desgaste de componentes internos	Desgaste
		Taponamiento de líneas de flujo	Bloqueos, taponamientos
STD	Deficiencia estructural	Altas vibraciones	Vibración
		Aflojamiento de elementos de fijación	Aflojamiento
		Corrosión	Corrosión
		Erosión	Erosión
		Desgaste en alojamientos	Desgaste
		Rotura de componentes	Rotura
UST	Parada inesperada	Activación de switch de vibración	Vibración
		Activación de elementos de protección de sobrepresión generada por taponamiento	Bloqueos, taponamientos
		Parada inesperada por error de operación	Influencias externas
VIB	Vibración	Equipo desalineado	Falla alineación, huelgo.
		Cigüeñal deformado	Deformación
		Elementos de fijación flojos	Aflojamiento
		Cavitación	Cavitación
		Rotura de componentes internos	Rotura
		Rotura de elementos de fijación	Rotura
Bloqueo o taponamientos de líneas de flujo del proceso	Bloqueos, taponamientos		

Fuente: Elaboración propia

	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
	PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

5.1.04 Identificación de los Efectos de Falla

Los efectos de falla identificados, fueron los siguientes:

Tabla 5. Efectos de falla del motor eléctrico

MOTOR ELÉCTRICO	
Falla Funcional	Efecto de falla ¿Qué ocurre cuando falla?
Rotor trabado por deformación del eje	El sistema deja de funcionar y el motor debe ser enviado a reparación en un taller especializado, paralizando el proceso por aprox. 4 días. El agua de producción debe ser trasladada a otros lotes para su inyección; generándose impactos económicos.
Elemento de protección activado por falla	Se generan problemas en el arranque del motor. Se requiere realizar inspección, ajuste y/o reemplazo de los elementos de protección; lo cual mantendría al sistema fuera de servicio por un tiempo aprox. De 2 horas. Dado que el sistema no funciona las 24 horas, el proceso de inyección no sería afectado.
Cable de alimentación en cortocircuito	El sistema deja de funcionar y se requiere reparar o reemplazar el conductor de alimentación; lo cual mantendría al sistema fuera de servicio por un periodo aprox. De 6 horas; con lo cual no afectaría el proceso de inyección diaria.
Bobina del estator en cortocircuito	El sistema deja de funcionar y el motor debe ser enviado a reparación en un taller especializado, paralizando el proceso por aprox. 4 días. El agua de producción debe ser trasladada a otros lotes para su inyección; generándose impactos económicos.
Cable de alimentación abierto	El sistema deja de funcionar y se requiere reparar o reemplazar el conductor de alimentación; lo cual mantendría al sistema fuera de servicio por un periodo aprox. De 6 horas; con lo cual no afectaría el proceso de inyección diaria.
Bobina del estator abierta	El sistema deja de funcionar y el motor debe ser enviado a reparación en un taller especializado, paralizando el proceso por aprox. 4 días. El agua de producción debe ser trasladada a otros lotes para su inyección; generándose impactos económicos.
No hay tensión en el circuito de alimentación	Se requiere inspeccionar el sistema eléctrico y restituir la tensión en el circuito; esto dejaría al sistema fuera de servicio por un periodo aprox. De 2 horas y el proceso no sería afectado significativamente.
Pérdida de tensión en una de las fases	Se requiere inspeccionar el sistema eléctrico y restituir la tensión normal en el circuito; esto dejaría al sistema fuera de servicio por un periodo aprox. De 2 hora y el proceso no sería afectado significativamente.
Baja frecuencia	Se requiere inspeccionar el sistema eléctrico y solicitar al proveedor de energía mejorar el nivel de frecuencia; esto dejaría al sistema fuera de servicio por un periodo aprox. De 2 horas y el proceso no sería afectado significativamente.
Alta vibración	Se produce desgaste acelerado de componentes. Se requiere evaluar y eliminar las causas. Esto no detendría el proceso; sin embargo, si no se atiende oportunamente podría derivar en una falla mayor.
Eje deformado	Se produce vibraciones elevadas por deformación del eje. Esto no detiene el proceso; sin embargo, se requiere corregir oportunamente dado que podría derivar en una falla mayor.
Elementos de fijación flojos	Se produce desgaste acelerado de componentes. Se requiere realizar los ajustes necesarios. Esto no detendría el proceso; sin embargo, si no se atiende oportunamente podría derivar en una falla mayor.
Desgaste de rodamientos	Se requiere cambiar los rodamientos dado que podría derivar en una falla múltiple. Esto detendría el proceso de inyección por un periodo aprox. De 4 horas; sin embargo no afectaría el proceso de inyección diaria.
Elementos internos con rotura	Se requiere evaluar los componentes con rotura, ya que en caso de ser de gran magnitud, se tendrían que realizar las reparaciones en un taller especializado. Esto podría detener el sistema de inyección por un periodo aprox. De 2 días. El agua de producción debe ser trasladada a otros lotes para su inyección; generándose impactos económicos.
Pérdida de grasa en los rodamientos	Se requiere lubricar oportunamente los rodamientos. Esto no detendría el proceso de inyección; sin embargo, es necesario la intervención oportuna dado que podría derivar en una falla mayor.
Equipo desalineado	Se produce vibraciones elevadas por desalineamiento que generan desgaste acelerado de componentes. Se requiere corregir el desalineamiento y esto no detendría el proceso; sin embargo, si no se atiende oportunamente podría derivar en una falla mayor.
Conectores de cable de alimentación flojos	Se generan problemas en el arranque del motor y sobrecalentamientos por falso contacto. Se requiere realizar el ajuste; lo cual mantendría al sistema fuera de servicio por un tiempo aprox. De 1 hora. Dado que el sistema no funciona las 24 horas, el proceso de inyección no sería afectado.
Bobina en cortocircuito	El sistema deja de funcionar y el motor debe ser enviado a reparación en un taller especializado, paralizando el proceso por aprox. 4 días. El agua de producción debe ser trasladada a otros lotes para su inyección; generándose impactos económicos.
Componentes con corrosión excesiva	No afecta el proceso de inyección; sin embargo, debe ser corregida oportunamente para evitar otras fallas asociadas.
Elementos con rotura o rajadura	Se requiere evaluar los componentes con rotura, ya que en caso de ser de gran magnitud, se tendrían que realizar las reparaciones en un taller especializado. Esto podría detener el sistema de inyección por un periodo aprox. De 1 día. El agua de producción debe ser trasladada a otros lotes para su inyección; generándose impactos económicos.
Señal de elemento de protección en falla	Se generan problemas en la parada del motor. Se requiere realizar inspección, ajuste y/o reemplazo de los elementos de protección; lo cual mantendría al sistema fuera de servicio por un tiempo aprox. De 2 horas. Dado que el sistema no funciona las 24 horas, el proceso de inyección no sería afectado.
Circuito de control de parada en falla	Se generan problemas en la parada del motor. Se requiere realizar inspección, ajuste y/o reemplazo de los elementos de control. Se requiere realizar la parada a través del botón de parada de emergencia. Esto no afecta el proceso de inyección.
Tensión baja	Se requiere inspeccionar el sistema eléctrico y solicitar al proveedor de energía mejorar el nivel de tensión; esto dejaría al sistema fuera de servicio por un periodo aprox. De 2 hora y el proceso no sería afectado significativamente.
Sobrecarga por problemas en bomba accionada	Se requiere inspeccionar y determinar causas de sobrecarga generada por la bomba accionada. El funcionamiento del sistema dependerá de las causas de esta falla.
Alojamiento de rodamientos fuera de medida	El sistema puede seguir funcionando; sin embargo, cuando las vibraciones son excesivas, el sistema deja de funcionar y el motor debe ser enviado a reparación en un taller especializado, paralizando el proceso por aprox. 2 días. El agua de producción debe ser trasladada a otros lotes para su inyección; generándose impactos económicos.
Rotor desbalanceado	El sistema puede seguir funcionando; sin embargo, cuando las vibraciones son excesivas, el rotor debe ser enviado a balancear en un taller especializado, paralizando el proceso por aprox. 1 día. El agua de producción debe ser trasladada a otros lotes para su inyección; generándose impactos económicos.
Desbalance eléctrico en el rotor	El sistema puede seguir funcionando; sin embargo, cuando las vibraciones son excesivas, el rotor debe ser enviado a reparación en un taller especializado, paralizando el proceso por aprox. 3 días. El agua de producción debe ser trasladada a otros lotes para su inyección; generándose impactos económicos.

Fuente: Elaboración propia

	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
	PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

Tabla 6. Efectos de falla de la Bomba Reciprocante

BOMBA RECIPROCANTE	
Falla Funcional	Efecto de falla ¿Qué ocurre cuando falla?
Falsa señal de elementos de protección por aflojamiento de conectores.	Se generan problemas en el arranque, proceso o parada del sistema. Se requiere realizar inspección y ajuste de los conectores de los elementos de protección; lo cual mantendría al sistema fuera de servicio por un tiempo aprox. De 1 hora. Dado que el sistema no funciona las 24 horas, el proceso de inyección no sería afectado.
Falsa señal de elementos de protección por rotura en conectores o cableado	Se generan problemas en el arranque, proceso o parada del sistema. Se requiere realizar inspección y reparación los conectores o cableado de los elementos de protección; lo cual mantendría al sistema fuera de servicio por un tiempo aprox. De 1 hora. Dado que el sistema no funciona las 24 horas, el proceso de inyección no sería afectado.
Erosión de componentes internos	Se requiere evaluar los componentes con rotura, ya que en caso de ser de gran magnitud, se tendrían que realizar las reparaciones. Esto podría detener el sistema de inyección por un periodo aprox. De 3 días. El agua de producción debe ser trasladada a otros lotes para su inyección; generándose impactos económicos.
Desgaste de componentes internos	Se requiere evaluar los componentes con rotura, ya que en caso de ser de gran magnitud, se tendrían que realizar las reparaciones. Esto podría detener el sistema de inyección por un periodo aprox. De 3 días. El agua de producción debe ser trasladada a otros lotes para su inyección; generándose impactos económicos.
Fatiga de componentes internos	Se requiere evaluar los componentes con rotura, ya que en caso de ser de gran magnitud, se tendrían que realizar las reparaciones. Esto podría detener el sistema de inyección por un periodo aprox. De 3 días. El agua de producción debe ser trasladada a otros lotes para su inyección; generándose impactos económicos.
Bloqueo de línea de flujo de lubricación	Se requiere inspeccionar y corregir la rotura y en caso de ser de gran magnitud, se tendría que realizar la sustitución del componente afectado. Esto podría detener el sistema de inyección por un periodo aprox. De 2 días. El agua de producción debe ser trasladada a otros lotes para su inyección; generándose impactos económicos.
Bloqueo de línea de flujo de proceso	Se requiere inspeccionar y corregir la rotura, y en caso de ser de gran magnitud, se tendría que realizar la sustitución del componente. Esto podría detener el sistema de inyección por un periodo aprox. De 2 días. El agua de producción debe ser trasladada a otros lotes para su inyección; generándose impactos económicos.
Aflojamiento de elementos de sellado	Se requiere inspeccionar los elementos de sellado y realizar los ajustes necesarios para corregir la fuga de líquido de proceso; lo cual mantendría al sistema fuera de servicio por un tiempo máximo de 1 hora, y dado que el sistema no funciona las 24 horas, el proceso de inyección no sería afectado.
Desgaste de elementos de contención	El proceso se detiene hasta cambiar los elementos con desgaste (empaques, retenes, etc.). De acuerdo a la magnitud, esto podría detener el sistema de inyección por un periodo aprox. De 1 día. El agua de producción debe ser trasladada a otros lotes para su inyección; generándose impactos económicos.
Rotura de elementos de contención	El proceso se detiene hasta cambiar los elementos con desgaste (empaques, retenes, etc.). De acuerdo a la magnitud, esto podría detener el sistema de inyección por un periodo aprox. De 1 día. El agua de producción debe ser trasladada a otros lotes para su inyección; generándose impactos económicos.
Bloqueo de líneas de flujo	El proceso se detiene dado que es necesario corregir las fugas, así como desbloquear las líneas de flujo. Esto podría detener el sistema de inyección por un periodo aprox. de 4 horas. Dado que el sistema no funciona las 24 horas, el proceso de inyección no sería afectado.
Corrosión de elementos de contención	Se requiere inspeccionar la corrosión en los elementos de contención, y en caso de ser de gran magnitud, se tendría que reparar o realizar la sustitución de dichos elementos. Esto podría detener el sistema de inyección por un periodo aprox. De 1 día. El agua de producción debe ser trasladada a otros lotes para su inyección; generándose impactos económicos.
Bloqueo o taponamiento de las líneas de flujo de la descarga	El proceso se detiene para corregir el bloqueo o taponamiento en las líneas de flujo de la descarga. Esto podría detener el sistema de inyección por un periodo aprox. De 4 horas y el proceso no sería afectado significativamente.
Pérdida del líquido de proceso	Se requiere inspeccionar las líneas de flujo, elementos de sellado y elementos de contención a fin de identificar fugas del líquido de proceso. Esto podría detener el sistema de inyección por un periodo aprox. De 4 horas y el proceso no sería afectado significativamente.
Cavitación	Se requiere evaluar y rediseñar las condiciones del proceso. Esto no detiene el proceso; sin embargo, se requiere corregir oportunamente dado que podría derivar en una falla mayor.
Bloqueo o taponamiento de las líneas de flujo de la succión	El proceso se detiene para corregir el bloqueo o taponamiento en las líneas de flujo de la succión. Esto podría detener el sistema de inyección por un periodo aprox. De 4 horas y el proceso no sería afectado significativamente.
Vibraciones elevadas	Se produce desgaste acelerado de componentes. Se requiere evaluar y eliminar las causas. Esto no detendría el proceso; sin embargo, si no se atiende oportunamente podría derivar en una falla mayor.
Deformación en componentes internos	Se produce ruido y vibraciones elevadas por deformación de componentes internos. Esto no detiene el proceso; sin embargo, se requiere corregir oportunamente dado que podría derivar en una falla mayor.
Aflojamiento de elementos de fijación	El proceso se detiene para realizar los ajustes necesarios en un periodo aprox. De 1 hora. Si esto no se corrige oportunamente podría derivar en una falla mayor.
Desgaste de componentes (pistones, vástagos, rodamientos, eje, metales de biela)	Se requiere evaluar los componentes con desgaste, ya que en caso de ser de gran magnitud, se tendrían que realizar las reparaciones en un taller especializado. Esto podría detener el sistema de inyección por un periodo aprox. De 3 días. El agua de producción debe ser trasladada a otros lotes para su inyección; generándose impactos económicos.
Rotura de componentes (pistones, vástagos, rodamientos, eje, metales de biela, válvulas)	Se requiere evaluar los componentes con rotura, ya que en caso de ser de gran magnitud, se tendrían que realizar las reparaciones en un taller especializado. Esto podría detener el sistema de inyección por un periodo aprox. De 4 días. El agua de producción debe ser trasladada a otros lotes para su inyección; generándose impactos económicos.
Pérdida del lubricante	Se requiere inspeccionar las líneas de flujo, elementos de sellado y elementos de contención a fin de identificar fugas del lubricante. Esto podría detener el sistema de inyección por un periodo aprox. De 4 horas y el proceso no sería afectado significativamente.

	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
	PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Efectos de falla de la Bomba Reciprocante (Continuación)

BOMBA RECIPROCANTE	
Falla Funcional	Efecto de falla ¿Qué ocurre cuando falla?
Vibración elevada en rodamientos	Se produce sobrecalentamiento y desgaste acelerado de rodamientos. Se requiere engrasar rodamientos y evaluar el cambio de los mismos dado que podría derivar en una falla múltiple y esto detendría el proceso de inyección por un periodo aprox. De 4 horas; sin embargo no afectaría el proceso de inyección diaria.
Aflojamiento de componentes internos	Se requiere evaluar y ajustar los componentes internos. Esto podría detener el sistema de inyección por un periodo aprox. De 1 día. El agua de producción debe ser trasladada a otros lotes para su inyección; generándose impactos económicos.
Taponamiento de líneas de flujo	El sistema se detiene por un periodo aprox. De 4 horas para eliminar los taponamientos o bloqueos; el proceso no sería afectado significativamente.
Corrosión	Se requiere evaluar los componentes corroídos, ya que en caso de ser de gran magnitud, se tendrían que realizar las reparaciones. Esto podría detener el sistema de inyección por un periodo aprox. De 1 día. El agua de producción debe ser trasladada a otros lotes para su inyección; generándose impactos económicos.
Erosión	Se producen vibraciones elevadas y sobrecalentamiento que podrían derivar en fallas mayores. Para corregir el desgaste, se detendría el proceso por un periodo aprox. De 2 días. El agua de producción debe ser trasladada a otros lotes para su inyección; generándose impactos económicos.
Desgaste en alojamientos	Se producen vibraciones elevadas y sobrecalentamiento que podrían derivar en fallas mayores. Para corregir el desgaste, se detendría el proceso por un periodo aprox. De 2 días. El agua de producción debe ser trasladada a otros lotes para su inyección; generándose impactos económicos.
Rotura de componentes	Se requiere evaluar los componentes con rotura, ya que en caso de ser de gran magnitud, se tendrían que realizar las reparaciones en un taller especializado. Esto podría tomar un periodo aprox de 2 días. El agua de producción debe ser trasladada a otros lotes para su inyección; generándose impactos económicos.
Activación de switch de vibración	El sistema se detiene y se debe realizar inspección en los componentes de la bomba; esto podría tomar un periodo aprox. 1 hora. Dado que el sistema no funciona las 24 horas, el proceso de inyección no sería afectado.
Activación de elementos de protección de sobrepresión generada por taponamiento	El sistema se detiene por activación de la protección y se debe realizar inspección en los componentes de la bomba y líneas accesorias; lo cual mantendría al sistema fuera de servicio por un tiempo aprox. De 2 horas. Dado que el sistema no funciona las 24 horas, el proceso de inyección no sería afectado.
Parada inesperada por error de operación	El sistema se detiene a causa de un error de operación y se debe reactivar el funcionamiento del sistema.
Equipo desalineado	Se produce vibraciones elevadas por desalineamiento que generan desgaste acelerado de componentes. Se requiere corregir el desalineamiento y esto no detendría el proceso; sin embargo, si no se atiende oportunamente podría derivar en una falla mayor.
Cigüeñal deformado	Se produce desgaste acelerado de componentes y se debe programar la verificación y/o reemplazo del cigüeñal; lo cual detendría el proceso por un periodo aprox. De 3 días. El agua de producción debe ser trasladada a otros lotes para su inyección; generándose impactos económicos.
Elementos de fijación flojos	Se produce desgaste acelerado de componentes. Se requiere realizar los ajustes necesarios. Esto no detendría el proceso; sin embargo, si no se atiende oportunamente podría derivar en una falla mayor.
Rotura de componentes internos	Se requiere evaluar los componentes con rotura, ya que en caso de ser de gran magnitud, se tendrían que realizar las reparaciones en un taller especializado. Esto podría detener el sistema de inyección por un periodo aprox. De 4 días. El agua de producción debe ser trasladada a otros lotes para su inyección; generándose impactos económicos.
Rotura de elementos de fijación	Se requiere reemplazar los elementos de fijación. Esto podría detener el sistema de inyección por un periodo aprox. De 1 hora y el proceso no sería afectado significativamente.
Bloqueo o taponamientos de líneas de flujo del proceso	Se requiere inspeccionar las líneas de flujo de proceso. Esto podría detener el sistema de inyección por un periodo aprox. De 2 horas y el proceso no sería afectado significativamente.

Fuente: Elaboración propia

	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
	PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

5.1.05 Evaluación de Riesgo.

La ponderación del riesgo se efectuó en base a tres factores: gravedad, ocurrencia y detección, y por medio de la multiplicación de estos factores, se obtuvo el RPN (Risk Priority Number); el cual, mediante una matriz, indicó el nivel de riesgo de las consecuencias determinando así la criticidad de las fallas. A continuación, se presenta la criticidad de las fallas según la evaluación del riesgo:

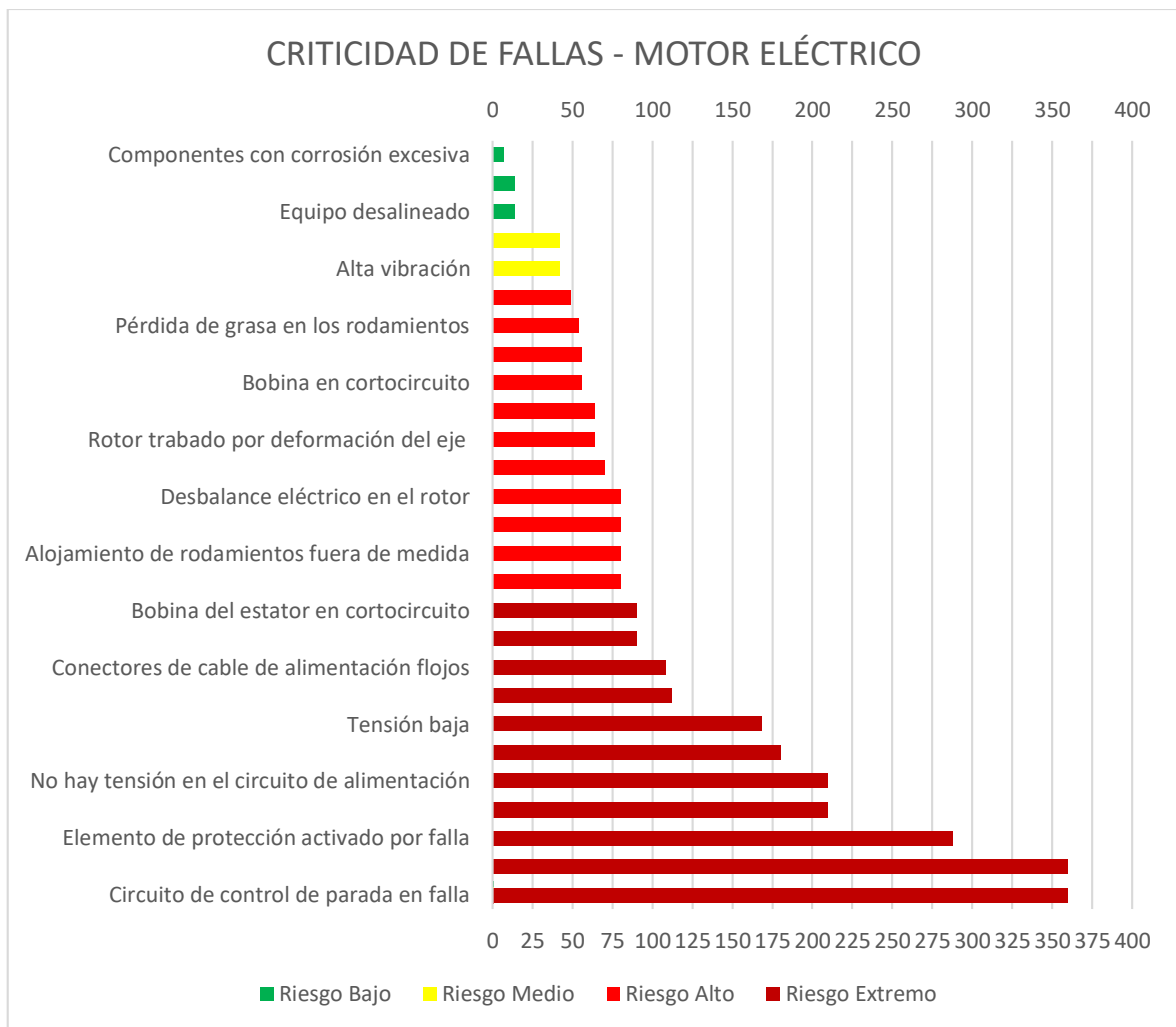


Figura 1. Criticidad de Fallas en el Motor Eléctrico del Sistema de Inyección de Agua de Producción

Fuente: Elaboración propia

PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

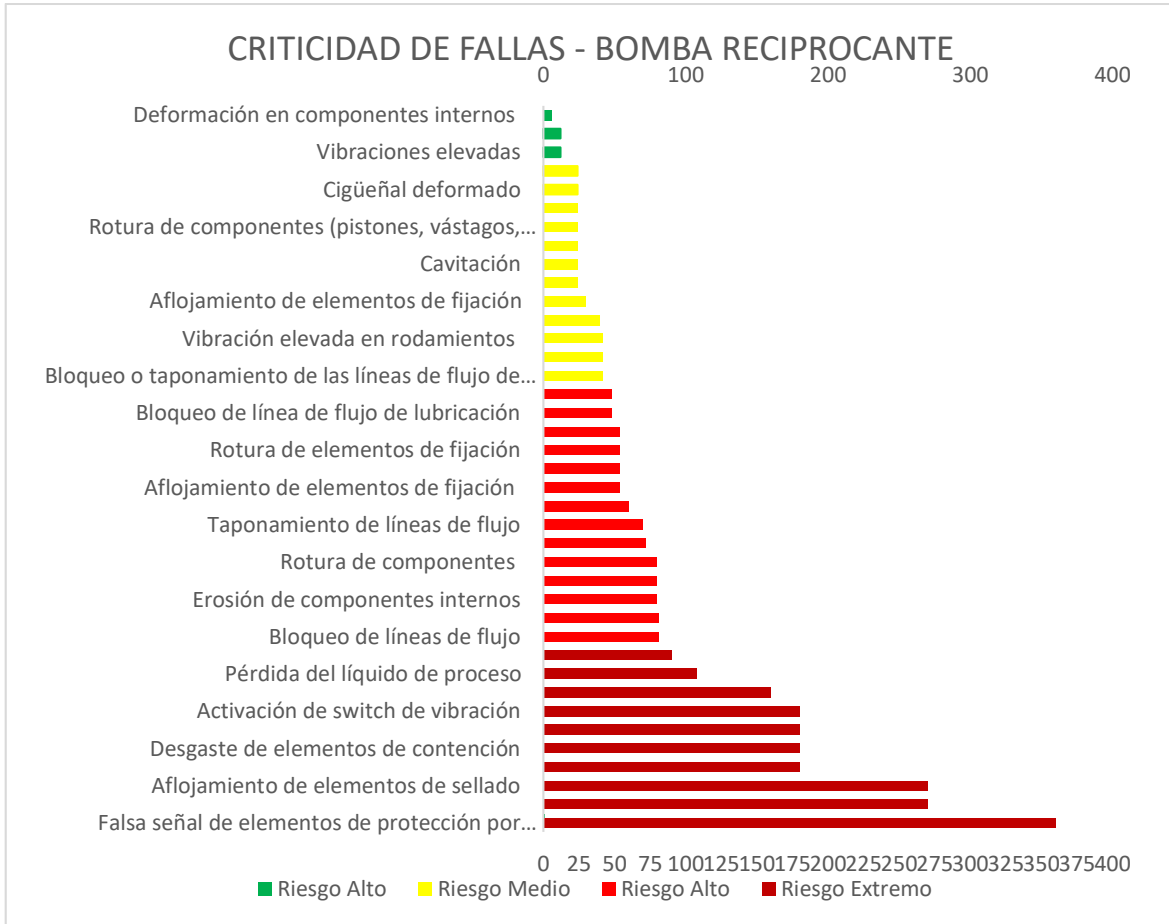


Figura 2. Criticidad de Fallas en la Bomba Reciprocante del Sistema de Inyección de Agua de Producción

Fuente: Elaboración propia

5.2 Definición de actividades y frecuencias de mantenimiento para los sistemas de inyección de agua de producción

Para definir las actividades y frecuencias de los planes de mantenimiento, mediante las planillas RCM, se realizó la evaluación de las consecuencias clasificándolas por su impacto generado en las personas, el medio ambiente y en el proceso productivo empleando el diagrama de decisión de la norma SAE JA1011 el cual, además, permitió determinar si las tareas a proponer serían tareas a condición, tareas de reacondicionamiento cíclico, sustitución cíclica, actividades de rediseño obligatorio o el aceptar trabajar a rotura. Como resultado de este análisis, se obtuvieron los siguientes planes de mantenimiento:

	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
	PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, PARA LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

Tabla 8. Plan de Mantenimiento Motor Eléctrico 90 KW. Sistema de Inyección de Agua de Producción

ITEM	TAREAS PROPUESTAS	FRECUENCIA INICIAL	A REALIZAR POR	FRECUENCIA INICIAL			
				DIARIO	MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL
1	Inspección visual	Diario	Operador	X			
2	Diagnóstico por monitoreo, análisis de vibraciones y control de temperatura.	Mensual	Analista Predictivo		X		
3	Inspección de elementos de fijación.	Mensual	Analista Predictivo		X		
4	Engrase de rodamientos.	Mensual	Electro-instrumentista		X		
5	Inspección visual y toma de parámetros.	Mensual	Analista Predictivo		X		
6	Inspección visual de componentes.	Mensual	Analista Predictivo		X		
7	Toma de parámetros, inspección y ajuste de conectores y borneras.	Semestral	Electro-instrumentista			X	
8	Inspección y ajuste de elementos de protección.	Semestral	Electro-instrumentista			X	
9	Inspección y ajuste de elementos de fijación.	Semestral	Electro-instrumentista			X	
10	Inspección y ajuste del circuito de control de parada.	Semestral	Electro-instrumentista			X	
11	Megado de conductores eléctricos.	Anual	Electro-instrumentista				X
12	Megado de las bobinas del motor.	Anual	Electro-instrumentista				X
13	Pruebas dinámicas eléctricas.	Anual	Trabajo terciarizado y especializado				X

Fuente: Elaboración propia

	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
	PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

Tabla 9. Plan de Mantenimiento Bomba Alternativa, Sistema de Inyección de Agua de Producción

ITEM	TAREAS PROPUESTAS	FRECUENCIA INICIAL	A REALIZAR POR	FRECUENCIA INICIAL			
				DIARIO	MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL
1	Inspección visual general	Diario	Operador	X			
2	Verificación de niveles de aceite y parámetros de trabajo	Diario	Operador	X			
3	Inspección visual de componentes y toma de parámetros	Mensual	Analista Predictivo		X		
4	Inspección visual de elementos de contención	Mensual	Analista Predictivo		X		
5	Monitoreo y análisis de vibraciones	Mensual	Analista Predictivo		X		
6	Monitoreo y análisis de temperaturas	Mensual	Analista Predictivo		X		
7	Muestreo de aceite lubricante	Mensual	Analista Predictivo		X		
8	Inspección, limpieza y ajuste de los conectores y conductores de elementos de protección.	Semestral	Electro-instrumentista			X	
9	Inspección y ajuste de elementos de fijación.	Semestral	Mecánico			X	
10	Inspección y limpieza de líneas de flujo de lubricación.	Semestral	Mecánico			X	
11	Inspección, limpieza y ajuste de líneas de flujo de proceso, elementos de sellado y elementos de contención.	Semestral	Mecánico			X	
12	Inspección, limpieza y ajuste de líneas de flujo de lubricante, elementos de sellado y elementos de contención.	Semestral	Mecánico			X	
13	Inspección y evaluación de componentes internos (cigüeñal, bielas, metales, pistones, válvulas, retenes, etc.)	Anual	Mecánico				X
14	Reemplazo de elementos de contención (retenes, empaques, etc.)	Anual	Mecánico				X

Fuente: Elaboración propia

PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

Tabla 10. Plan de Mantenimiento a Tablero Eléctrico, Sistema de Inyección de Agua de Producción

ITEM	TAREAS PROPUESTAS	FRECUENCIA INICIAL	A REALIZAR POR	FRECUENCIA INICIAL			
				DIARIO	MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL
1	Realizar inspección visual interior y exterior	Diario	Operador	X			
2	Realizar inspección termográfica de componentes eléctricos internos	Mensual	Analista Predictivo		X		
3	Realizar limpieza interior y exterior	Semestral	Electro-instrumentista			X	
4	Realizar inspección y ajuste de conexiones y borneras	Semestral	Electro-instrumentista			X	
5	Verificar la correcta apertura y cierre del interruptor principal y secundarios	Semestral	Electro-instrumentista			X	
6	Verificar estado de fusibles	Semestral	Electro-instrumentista			X	
7	Verificar funcionamiento de los ventiladores de enfriamiento	Semestral	Electro-instrumentista			X	
8	Verificar el sellado del ingreso y salida de cables eléctricos	Semestral	Electro-instrumentista			X	
9	Verificar conexiones a tierra	Semestral	Electro-instrumentista			X	
10	Realizar medición de la resistencia a tierra (<10 ohm)	Anual	Electro-instrumentista				X

Fuente: Elaboración propia

	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
	PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

Tabla 11. Plan de Mantenimiento Bomba de Lubricación para Pistones, Sistema de Inyección de Agua de Producción

ITEM	TAREAS PROPUESTAS	FRECUENCIA INICIAL	A REALIZAR POR	FRECUENCIA INICIAL			
				DIARIO	MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL
1	Realizar inspección visual exterior	Diario	Operador	X			
2	Verificar nivel de aceite	Diario	Operador	X			
3	Verificar dosificación de lubricante a pistones (10 gotas por minuto)	Diario	Operador	X			
4	Verificar Estado de faja, polea y eje de transmisión	Semestral	Mecánico			X	
5	Inspeccionar y limpiar componentes internos, poniendo atención al estado de los pistones de bombeo	Semestral	Mecánico			X	
6	Realizar ajuste y calibración de la dosificación	Semestral	Mecánico			X	
7	Inspeccionar y limpiar cañerías de dosificación	Semestral	Mecánico			X	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Plan de Mantenimiento Sistema de Transmisión de Potencia, Sistema de Inyección de Agua de Producción

ITEM	TAREAS PROPUESTAS	FRECUENCIA INICIAL	A REALIZAR POR	FRECUENCIA INICIAL			
				DIARIO	MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL
1	Realizar inspección visual	Diario	Operador	X			
2	Verificar estado de fajas	Diario	Operador	X			
3	Verificar alineamiento y tensado de fajas; realizar ajustes de ser necesario	Semestral	Mecánico			X	
4	Verificar estado de polea conductora y conducida (usar calibrador para evaluar desgaste)	Semestral	Mecánico			X	
5	Verificar estado de chavetas y ajuste de prisioneros	Semestral	Mecánico			X	
6	Verificar estado de guarda de protección; realizar ajustes de sujeción de ser necesario	Semestral	Mecánico			X	

Fuente: Elaboración propia

	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
	PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, PARA LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

5.3 Recursos necesarios para la implementación de los planes de mantenimiento de los Sistemas de Inyección de Agua de Producción

5.3.01 Tiempos de Mantenimiento y Recursos de Personal

De acuerdo al análisis efectuado con las planillas RCM, para efectuar las actividades de mantenimiento se requiere de 01 Operador para que realice el Mantenimiento Diario o de Rutina, 01 Analista Predictivo para el mantenimiento mensual, 02 Técnicos Electro – instrumentistas (especialidad requerida así por la empresa) para que efectúe los mantenimientos mensuales, semestrales y anuales, y 02 técnicos mecánicos para que ejecute los mantenimientos semestrales y anuales. Cabe indicar que las actividades de mantenimiento se han dividido en base a componentes y áreas (Mantenimiento Predictivo, Mantenimiento Eléctrico, Mantenimiento de Instrumentación y Mantenimiento Mecánico), incluyendo, además, al departamento de producción; para que de este modo las actividades puedan inscribirse de acuerdo a la división y clasificación de ORACLE EAM.

Tal como se visualiza en la tabla 13, para implementar los planes de mantenimiento de los sistemas de inyección de agua de producción, se requiere de 6 operarios y 876 horas hombre por año.

Tabla 13. Resumen de Tiempos de Mantenimientos y Recursos de Personal

TIEMPOS DE MANTENIMIENTOS Y RECURSOS DE PERSONAL									
Especialidad	Total Horas	Mantenimiento Diario		Mantenimiento Mensual		Mantenimiento Semestral		Mantenimiento Anual	
		Duración (horas)	Mano de Obra	Duración (horas)	Mano de Obra	Duración (horas)	Mano de Obra	Duración (horas)	Mano de Obra
Operador	720	2	1						
Analista Predictivo	60			5	1				
Técnico Electro-instrumentista	68			2	2	3	2	4	2
Técnico Mecánico	28					4	2	6	2
RESUMEN									
CANTIDAD DE HORAS - HOMBRE					CANTIDAD DE MANO DE OBRA				
876					6				

Fuente: Elaboración propia

	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
	PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

Los perfiles de puestos se encuentran detallados en el Anexo N° 1.

5.3.02 Equipos y Herramientas

Los equipos y herramientas que se necesitan para la implementación de los planes propuestos; son aquellos con los que cuenta la empresa, no es necesario adquirir nuevos equipos y herramientas. A continuación, se menciona los equipos y herramientas necesarios por especialidades:

Tabla 14. Equipos y Herramientas para el Operador del Sistema de Inyección de Agua de Producción

Equipos y Herramientas - Operador			
Ítem	Descripción	Especificación	Cantidad
1	Kit de Llaves Mixtas	8 mm a 32 mm	1
2	Kit de Llaves Mixtas	1/4" a 2"	1
3	Llave Stilson	8" y 12" y 18"	1
4	Llave Francesa	8 mm, 16 mm y 20 mm	1
5	Destornillador	Kit de punta plana y punta estrella	1
6	Wincha	10 metros / 33"	1
7	Detector de tensión	Marca FLUKE - Modelo 2AC voltalert	1

Fuente: Elaboración propia

	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
	PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

Tabla 15. Equipos y Herramientas para el Analista Predictivo

Equipos y Herramientas - Analista Predictivo			
Ítem	Descripción	Especificación	Cantidad
1	Colector de Vibraciones	Marca MEGGITT - Modelo MAC 800	1
2	Cámara Termográfica	Marca FLUKE - Modelo TI 400	1
3	Alineador Láser	Marca SKF - Modelo TKSA 41	1
4	Pirómetro	Marca FLUKE - Modelo 64 MAX	1
5	Tacómetro	Marca HIBOK - Modelo 23	1
6	Tacómetro	Marca EXTECH - Modelo 461995	1
7	Analizador de Redes	Marca METREL - Modelo MI 2885 MASTER Q4	1
8	Juego de Calibrador de Poleas	Marca SKF	1
9	Tensiómetro	Marca TEXROPE - Modelo AWI-1	1
10	Nivel de burbuja	12"	1
11	Kit de muestreo de aceite	Contiene Bomba de vacío, caja de transporte, manguera, frasco.	1
12	Multímetro	Marca FLUKE - Modelo 179	1
13	Detector de tensión	Marca FLUKE - Modelo 2AC voltaalert	1
14	Kit de Llaves Mixtas	8 mm a 32 mm	1
15	Kit de Llaves Mixtas	1/4" a 1 3/4"	1
16	Llaves Hexagonales	Juego milimétrico	1
17	Llaves Hexagonales	Juego en pulgadas	1
18	Destornillador	Kit aislados de punta plana y punta estrella	1
19	Alicate de Presión	Quijada curva 7"	1
20	Llave Stilson	8"	1
21	Llave Francesa	8 mm, 16 mm	1

Fuente: Elaboración propia

	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
	PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

Tabla 16. Equipos y Herramientas para el Técnico Electro-instrumentista

Equipos y Herramientas - Técnico Electro-instrumentista			
Ítem	Descripción	Especificación	Cantidad
1	Extractor de Rodamientos	Marca SKF - Modelo TMBS 150E	1
2	Calentador de Rodamientos	Marca SKF - Modelo TIH 100m	1
3	Megómetro		1
4	Pinza Amperimétrica	Marca FLUKE - Modelo 323	1
5	Multímetro	Marca FLUKE - Modelo 179	1
6	Llaves Hexagonales	Juego milimétrico	1
7	Kit de Llaves Hexagonales (pulgadas)	Juego en pulgadas	1
8	Llave Stilson	8" y 12" y 18"	1
9	Llave Francesa	8 mm, 16 mm y 20 mm	1
10	Destornillador	Kit aislados de punta plana y punta estrella	1
11	Alicate de Presión	Quijada curva 7"	1
12	Alicate de Pelacables	Ajustable a 10-24 AWG	1
13	Alicates	Juego de alicates aislados	1
14	Detector de tensión	Marca FLUKE - Modelo 2AC voltalert	1
15	Juego ratchet y dados	Medidas de 10 a 32 mm / encastre 1/2"	1
16	Wincha	5 metros/16"	1
17	Torquímetro	Rango de Torque: 60 - 1,200 in-Lb	1
18	Kit de Llaves Mixtas	8 mm a 32 mm	1
19	Kit de Llaves Mixtas	1/4" a 2"	1

Fuente: Elaboración propia

	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
	PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

Tabla 17. Equipos y Herramientas para el Técnico Mecánico

Equipos y Herramientas - Técnico Mecánico			
Ítem	Descripción	Especificación	Cantidad
1	Extractor de Rodamientos	Marca SKF - Modelo TMBS 150E	1
2	Calentador de Rodamientos	Marca SKF - Modelo TIH 100m	1
3	Kit de Llaves Mixtas	8 mm a 32 mm	1
4	Kit de Llaves Mixtas	1/4" a 2"	1
5	Llaves Hexagonales	Juego milimétrico	1
6	Llaves Hexagonales	Juego en pulgadas	1
7	Llave Stilson	8" y 12" y 18"	1
8	Llave Francesa	8 mm, 16 mm y 20 mm	1
9	Destornillador	Kit de punta plana y punta estrella	1
10	Alicate de Presión	Quijada curva 7"	1
11	Alicate	Universal 8"	1
12	Juego ratchet y dados	Medidas de 10 a 32 mm / encastre 1/2"	1
13	Wincha	5 metros/16"	1
14	Juego de Calibrador de Poleas SKF	Marca SKF	1
15	Tensiómetro SKF	Marca TEXROPE - Modelo AWI-1	1
16	Nivel de burbuja	12" y 24"	1
17	Torquímetro	Rango de Torque: 60 - 1,200 in-Lb	1

Fuente: Elaboración propia

Las hojas de datos técnicos de los equipos, se encuentran en el Anexo N° 2.

5.1.01.1 Consideraciones para el cuidado y conservación de los Equipos y Herramientas.

Cabe indicar que cada equipo debe contar con su certificado de calibración anual emitido por una empresa certificada y que cada herramienta debe ser inspeccionada antes de la realización de los trabajos de operación y mantenimiento, además deben ser inspeccionadas trimestralmente de acuerdo a lo estipulado por el departamento de Seguridad de la empresa teniendo en cuenta el formato de check list de Equipos y Herramientas. Asimismo, cada equipo y herramienta deben ser almacenadas correctamente en su debido estuche y caja de herramientas en garantía de la conservación de las mismas.

PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

5.1.02 Repuestos Críticos

Para el caso de la bomba NOV, existen repuestos críticos que son necesarios prever para cuando se requiera de algún mantenimiento correctivo. A continuación, se detalla un listado de repuestos críticos elaborado en base al manual de listado de partes de la bomba recíproca NOV 165T-5L (ver Anexo N° 3).

- **Válvulas de Succión y Descarga**

Tabla 18. Repuestos Críticos para Válvulas de Succión y Descarga de Bomba NOV 165T – 5L

Ítem	N° Parte	Descripción	Cantidad
3	2410031429	PACKING, TOP CYL COVER	3
5	1794020-25	VALVE CPT.,SPHERICAL SUCTION	3
7	1794022-25	VALVE CPT.,SPHERICAL DISCHARGE	3
9	1794021-25	SEAT. VALVE	6
10	1794027-25	VALVE ONLY	6
11	1794024-6	RETAINER, SPRING	6
12	1794025	SPRING, OUTER	6
13	1794023-25	SEAT. VALVE	6
14	1794026	SPRING, INNER	6

Fuente: Elaboración propia en base a Manual de Listado de Partes de Bomba NOV 165T-5L

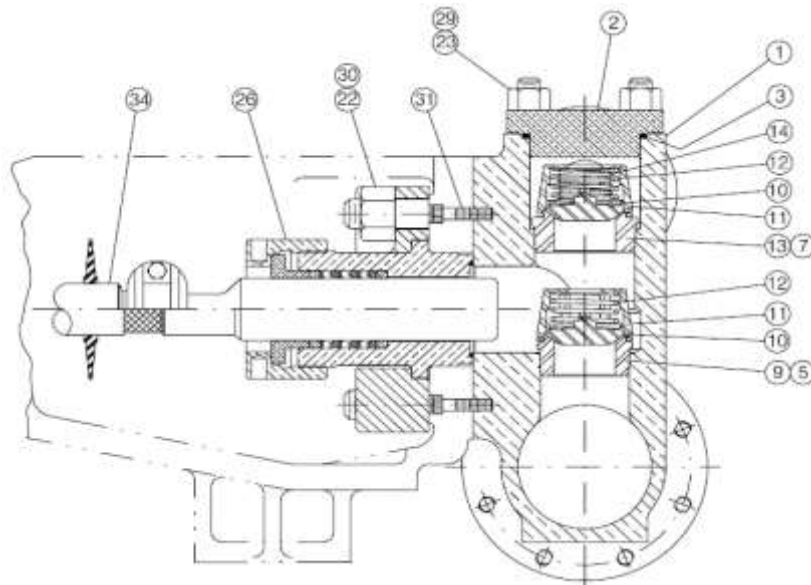


Figura 3. Identificación de Repuestos para las Válvulas de Succión y Descarga de la Bomba NOV 165T-5L

Fuente: Manual de Listado de Partes de Bomba NOV 165T-5L

PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

- **Sistema de Potencia**

Tabla 19. Repuestos Críticos para el Sistema de Potencia de Bomba NOV 165T – 5L

Ítem	N° Parte	Descripción	Cantidad
1	G1716004	ROD CPT, CONNECTING	3
2	1716010	BUSHING, CROSSHEAD PIN	3
3	1716008	PIN, CROSSHEAD	3
7	1713297	WIPER, OIL JM 16203	12
10	1716009	RETAINER, WIPER	3
12	1716012	BUSHING, CONN ROD	6
13	1716017	GASKET, INT ROD	3
18	6510604	PIN 3/8" X 1/2" DOWEL	1

Fuente: Elaboración propia en base a Manual de Listado de Partes de Bomba NOV 165T-5L

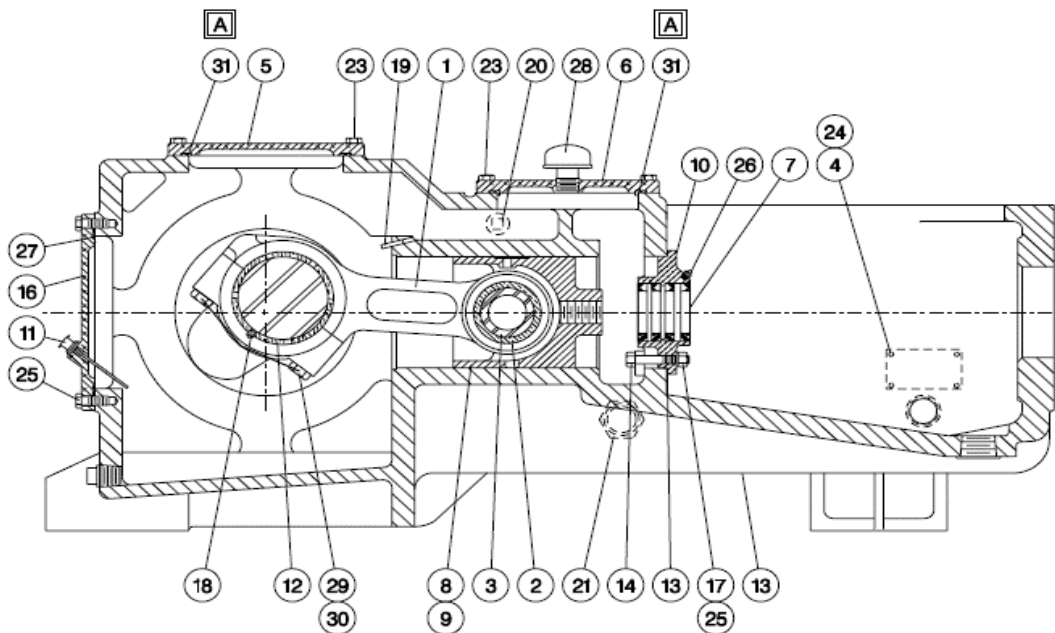


Figura 4. Identificación de Repuestos para el Sistema de Potencia de la Bomba NOV 165T-5L

Fuente: Manual de Listado de Partes de Bomba NOV 165T-5L

PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

- **Transmisión – Cigüeñal**

Tabla 20. Repuestos Críticos para la Transmisión - Cigüeñal de Bomba NOV 165T – 5L

Ítem	N° Parte	Descripción	Cantidad
1	G1712002	GRANKSHAFT T J165	1
2	6304044	NUT, TIMKEN BEARING LOCK	2
3	7610046	WASHER, TIMKEN	2
4	ZT4506	BEARING, TIMKEN	2
5	1701070	GASKET, CRANKSHAFT BEARING RETAINER	2
7	1712016	SPROCKET, CRANKSHAFT - 62T	1
8	1712614	GASKET, MAIN BEARING CAGE	1

Fuente: Elaboración propia en base a Manual de Listado de Partes de Bomba NOV 165T-5L

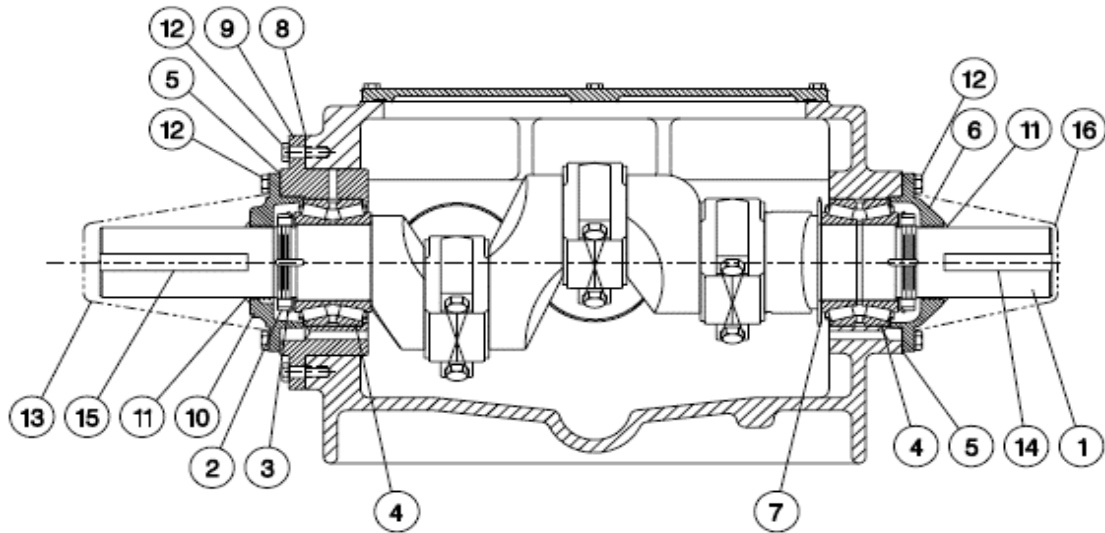


Figura 5. Identificación de Repuestos para la Transmisión - Cigüeñal de Bomba NOV 165T – 5L

Fuente: Manual de Listado de Partes de Bomba NOV 165T-5L

	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
	PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

- **Sellado de Pistones**

Tabla 21. Repuestos Críticos para el Sellado de Pistones de Bomba NOV 165T – 5L

Ítem	N° Parte	Descripción	Cantidad
3	1712065	NUT, ADJUSTING	3
4	1712089	2 3/4" GLAND	3
5	1712096	3" WASHER	6
6	1712513	2 3/4" SLEEVE WASHER	3
7	2410031-347	SEAL STUFFING BOX	3
8	6422338	2 3/4" - 850 - N UNIVERSAL PACKING	3

Fuente: Elaboración propia en base a Manual de Listado de Partes de Bomba NOV 165T-5L

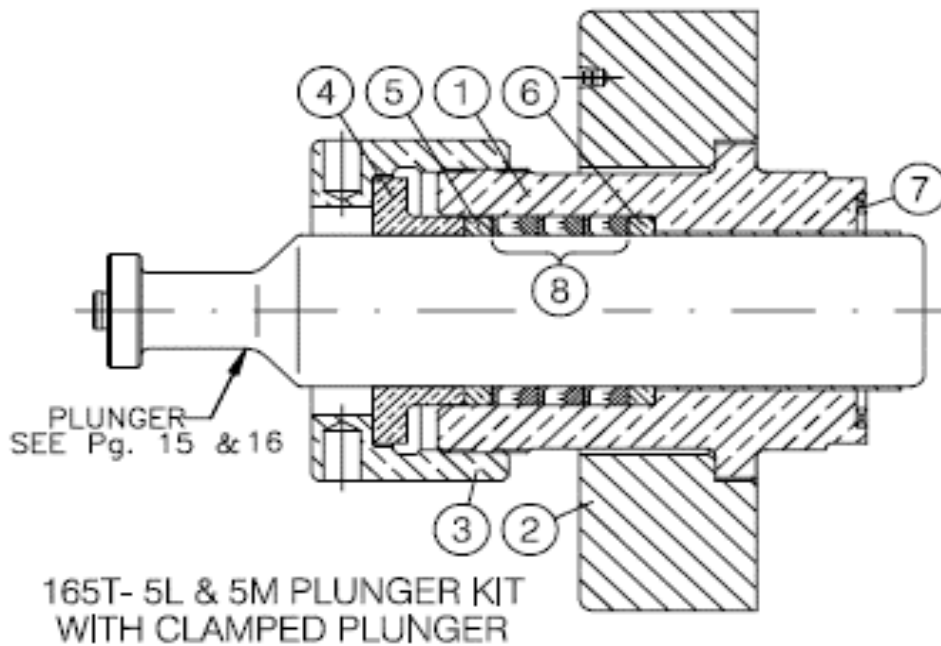


Figura 6. Identificación de Repuestos para el Sellado de Pistones de Bomba NOV 165T – 5L

Fuente: Manual de Listado de Partes de Bomba NOV 165T-5L

	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
	PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

- **Pistones**

Tabla 22. Repuestos Críticos para Pistones de Bomba NOV 165T – 5L

Ítem	N° Parte	Descripción	Cantidad
1	340-019	INTERMEDIATE ROD STAINLESS	3
2	1716037	CLAMP CPT	3
3	1716035	BOLT HALF	3
4	1716036	THREAD HALF	3
7	1717016	BAFFLE, INTERMEDIATE ROD	3
8	1716160/ 340-011	2 3/4" CARBIDE PLUNGER	3

Fuente: Elaboración propia en base a Manual de Listado de Partes de Bomba NOV 165T-5L

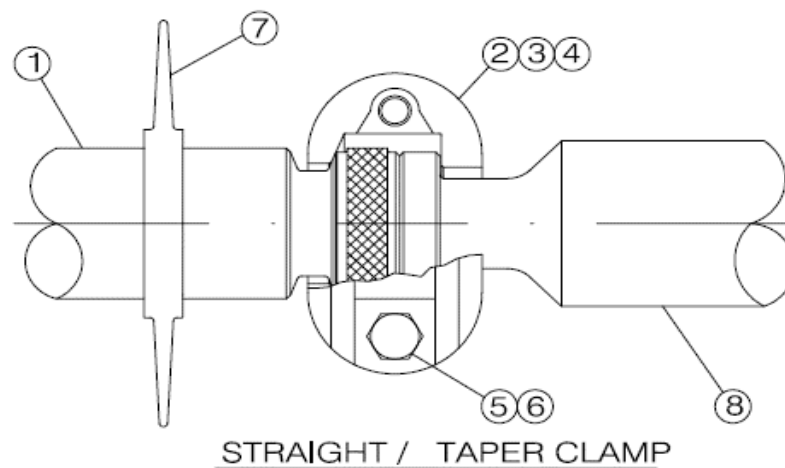


Figura 7. Identificación de Repuestos para Pistones de Bomba NOV 165T – 5L

Fuente: Manual de Listado de Partes de Bomba NOV 165T-5L

5.2 Procedimientos de Trabajo

A fin de que las actividades contempladas en los planes mantenimiento para los sistemas de inyección de agua de producción, se ejecuten de acuerdo a lo establecido en los planes y se cumpla con los lineamientos de seguridad y medio ambiente; se ha elaborado los siguientes procedimientos de trabajo:

	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
	PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

5.2.01 Mantenimiento Diario (Operador)

- Operación de Electrobomba de Agua – PIA (Planta de inyección de Agua).

5.2.02 Mantenimiento Mensual (Analista Predictivo):

- Procedimiento para Inspección y Monitoreo Predictivo en Equipos Rotativos.
- Procedimiento para Inspección Termográfica en Equipos Eléctricos de Baja/Media Tensión.
- Procedimiento para Muestreo de Aceite en Equipos Rotativos.

5.2.03 Mantenimiento Mensual, Semestral, Anual (Electro - instrumentista):

- Mantenimiento Preventivo De Motores Eléctricos.
- Mantenimiento Preventivo de Bombas de Transferencia Reciprocantes.

5.2.04 Mantenimiento Semestral y Anual (Técnico Mecánico):

- Mantenimiento Preventivo de Bombas de Transferencia Reciprocantes.

Los procedimientos de trabajo se encuentran descritos en el Anexo N° 4.

6. ACTIVIDADES DE FORMACIÓN

Una vez aprobada la propuesta de los planes de mantenimiento de los sistemas de inyección de agua de producción, y antes de su implementación, se deberá realizar una difusión de los resultados del estudio RCM a todo el personal de mantenimiento, personal de producción y a las demás áreas relacionadas, mediante charlas de difusión y concientización. Para ello se elaboró un Plan de Capacitación (ver Anexo N° 5), el cual deberá ser incorporadas al plan anual de trabajo del departamento de Mantenimiento dentro del ítem de capacitaciones y difusiones de procedimientos. Dichas capacitaciones contemplarán lo siguiente:

- Los planes de mantenimiento (actividades, frecuencias).
- Los fundamentos de la metodología RCM.

	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
	PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

- Los repuestos catalogados como críticos.
- Los procedimientos de trabajo seguro.
- Las herramientas y especialidades requeridas.
- El impacto en la seguridad, medio ambiente y económico en caso no se ejecuten los planes.

7. SEGUIMIENTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL RCM

Se propone realizar el seguimiento de los resultados de la implementación, el mismo que debe evaluarse a través de indicadores, tales como:

- MTBF (tiempo medio entre fallas).
- MTTR (tiempo medio para reparar).
- Disponibilidad.
- Confiabilidad.
- Índice de emergencias.
- Costos de Mantenimiento.

Para ello se empleará el formato de tiempos y costos de mano de obra y materiales que se encuentra en el Anexo N° 6.

8. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Para implementar los Planes de Mantenimiento, basados en RCM, para garantizar la confiabilidad de los Sistemas de Inyección de Agua de Producción; se ha elaborado el siguiente cronograma de actividades, el cual contempla la reunión con el jefe y supervisores del departamento de mantenimiento para presentarles los planes propuestos y tras su revisión, difundirlos a las jefaturas de los departamentos relaciones para que los aprueben y los envíen a la revisión y aprobación de gerencia. Una vez aprobados los planes, se deben inscribir en Oracle EAM. Además, se ha contemplado una etapa de capacitación al personal involucrado.

	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
	PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, PARA LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

Tabla 23. Cronograma de Actividades

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES									
ÍTEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	ENERO				FEBRERO			
		SEMANAS				SEMANAS			
		1	2	3	4	1	2	3	4
1	Reunión con jefe y supervisores del departamento de Mantenimiento								
2	Difusión de los planes a las jefaturas de los departamentos relacionados								
3	Aprobación de los planes								
4	Inscripción de los planes en EAM								
5	Desarrollo del Plan de Capacitación								
5.1	Presentación de los planes y Fundamentos de la metodología RCM.								
5.2	Difusión de los planes a los departamentos relacionados.								
5.3	Repuestos catalogados como críticos para los Sistemas de Inyección de Agua de Producción.								
5.4	Equipos, herramientas y especialidades requeridas para la ejecución de los Planes de Mantenimiento Sistemas de Inyección de Agua de Producción.								
5.5	Concientización sobre el impacto en la seguridad, medio ambiente y económico en caso no se ejecuten los planes de mantenimiento.								
5.6	Difusión de procedimientos de operación								
5.7	Difusión de procedimientos de mantenimiento mecánico								
5.8	Difusión de procedimientos de mantenimiento electro - instrumentista								
5.9	Difusión de procedimientos de mantenimiento predictivo								

Fuente: Elaboración propia

	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
	PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, PARA LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

9. PRESUPUESTO

El presupuesto anual para la implementación de los planes de mantenimiento se ha realizado en base a los costos de mano de obra, materiales, equipos y herramientas necesarios para la ejecución de las tareas de los planes, y sumando un costo adicional del 10% (\$1,801.89) por gastos imprevistos; se obtiene un monto total de \$ 19,820.82 (ver tabla 24).

Adicionalmente, en el primer año de la Implementación se considerará un costo de \$ 902.01 (S/ 3,261.20), debido a las capacitaciones a realizar para la adecuada implementación de los presentes planes de mantenimiento (ver tabla 25).

Tabla 24. Presupuesto Anual para la Implementación de los Planes de Mantenimiento

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UND.	COSTO UND (US\$)	PARCIAL (US\$)
1	Mano de obra	876.0	hh	12.00	10,512.00
2	Materiales	1.0	Glb	6,982.00	6,982.00
3	Equipos y herramientas	1.0	Glb	524.93	524.93
4	Gastos imprevistos				1,801.89
		Total Presupuesto Año			\$ 19,820.82

Fuente: Elaboración Propia

El detalle de cada costo se encuentra en el Anexo N° 7.

Tabla 25. Presupuesto para el Plan de Capacitación

ITEM	RECURSOS	DESCRIPCIÓN DE LOS RECURSOS	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UND (S/)	TOTAL (S/)
1	Documentos Técnico - educativos	Impresión y anillado de documentos para el personal de Mantenimiento	43	Und	6.00	258.00
		Impresión y anillado de documentos para el personal de Producción	24.0	Und	6.00	144.00
		Impresión y anillado de documentos para el personal de Cadena de Abastecimiento	4.0	Und	6.00	24.00
		Impresión y anillado de documentos para el personal de Gestión y Talento Humano	3.0	Und	6.00	18.00
		Impresión y anillado de documentos adicionales	10.0	Und	6.00	60.00
2	Útiles de Escritorio	Plumones	4.0	Und	6.80	27.20
		Lapiceros	84.0	Und	1.50	126.00
		Libretas de apuntes	84.0	Und	3.00	252.00
3	Refrigerio	Refrigerio variado para 4 sesiones	336.0	Und	7.00	2,352.00
			Total Presupuesto			S/ 3,261.20

Fuente: Elaboración Propia

	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
	PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

ANEXOS

ANEXO N°1

PERFILES DE PUESTOS

	PERFIL DE PUESTO Analista Predictivo	Código
		Versión / Fecha
		XX / XX-XX-XX
		Rev.: Aprob.:
		XXX XXX

I. IDENTIFICACIÓN DEL PUESTO

NOMBRE DEL PUESTO	Analista Predictivo	
GERENCIA / ÁREA	Gerencia de Exploración Producción	
PUESTO DEL SUPERIOR INMEDIATO	Jefe Jerárquico:	Ingeniero de Mantenimiento
	Jefe Funcional:	Ingeniero de Mantenimiento
	Cantidad de personal reporte directo	01
	Cantidad total de personal de la unidad /área (APROX.)	35

II. OBJETIVO DEL PUESTO

Evaluar la condición de equipos críticos (según programa), diagnosticar fallas y emitir recomendaciones para mantener la confiabilidad de los equipos.

III. DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES

FUNCIONES PRINCIPALES
Realizar inspecciones predictivas a los equipos según programa y con técnicas apropiadas: vibraciones, termografía, inspección sensorial, análisis de aceites, videoscopia, etc.
Generar reportes de las inspecciones predictivas realizadas.
Generar Solicitudes de Trabajo en EAM para atender las recomendaciones de los reportes de inspección.
Comunicar oportunamente las fallas detectadas en los equipos a fin de evitar que se llegue a la falla funcional.
Finalizar pedidos de Trabajo en EAM
Realizar muestreos de aceite a los equipos críticos inspeccionados.
Enviar las muestras de aceite al laboratorio para el análisis correspondiente.
Administrar la información de los análisis de aceite y alertar sobre las condiciones que requieren intervención.
Hacer seguimiento de la condición de los equipos con observaciones predictivas.
Realizar alineamiento de ejes según se requiera, ya sea por diagnóstico predictivo o por requerimiento de nueva instalación o montaje.
Salvaguardar los equipos a su carga para el cumplimiento de las funciones.
Otras funciones inherentes al puesto.

	PERFIL DE PUESTO Analista Predictivo	Código
		Versión / Fecha
		XX / XX-XX-XX
		Rev.: Aprob.:
		XXX XXX

IV. COORDINACIONES

COORDINACIONES INTERNAS	COORDINACIONES EXTERNAS
<ul style="list-style-type: none"> - Personal de Planificación y Programación - Ingeniería de Mantenimiento - Personal Técnico de Mantenimiento - Personal de producción. 	<ul style="list-style-type: none"> - Laboratorio de análisis de aceites. - Contratistas de apoyo al mantenimiento predictivo.

V. REQUISITOS

EDUCACIÓN	Grado obtenido (Mínimo)	Técnico
	Grado obtenido (Deseado)	Técnico con Certificación en Vibraciones CAT-I
	Carrera (Especialidad)	Técnico de mantenimiento, técnico mecánico, técnico mecánico eléctrico u otras carreras afines.
	Estudios de Postgrado deseables (Indicar la Especialidad)	
FORMACIÓN	Conocimientos (deseado):	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis de Vibraciones. - Análisis de Aceites. - Análisis de termografía. - Alineamiento de Ejes. - Balanceo de equipos rotativos.
EXPERIENCIA (Deseable)	Mínimo (Tiempo):	03 años
	Deseado (Tiempo):	05 años

VI. COMPETENCIAS

COMPETENCIAS	DESCRIPCIÓN
Adaptabilidad a diferentes entornos	Tolerancia a la presión: Capacidad para manejar adecuadamente emociones, de modo que cumpla con las tareas asignadas
Efectividad: Cumple metas establecidas	Disciplina: Capacidad para cumplir con las tareas asignadas y especificaciones
Generación del conocimiento necesario	Alto Dominio técnico: Implica un alto estándar de dominio de conocimientos y habilidades técnicas relacionadas a las labores de mantenimiento predictivo

	PERFIL DE PUESTO Analista Predictivo	Código
		Versión / Fecha
		XX / XX-XX-XX
		Rev.: Aprob.:
		XXX XXX

VII. OTROS

IDIOMA	NIVEL REQUERIDO			OBSERVACIONES
Ingles	1			lectura (Deseado)
Otros:				

1= Básico 2= Intermedio 3= Avanzado

MANEJO DE SOFTWARE	NIVEL REQUERIDO			OBSERVACIONES
MS Office		2		Excel, Word, power point, etc. (Deseado)
Otros:		2		Software afines a los equipos a utilizar

1= Básico 2= Intermedio 3= Avanzado

VIII. REQUISITOS ADICIONALES

REQUIERE LICENCIA DE CONDUCIR <i>(Indicar el tipo)</i>	A1 (obligatorio y con 02 años de antigüedad)
---	---

IX. OBSERVACIONES

Aspectos a considerar: Responsabilidad, trabajo en equipo, comunicación y proactividad. Es de vital importancia contar con valores éticos sólidos.

X. RIESGOS Y RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

RIESGOS EN EL CENTRO DE TRABAJO	RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD
Riesgos mecánicos y generales Riesgo eléctrico (directo e indirecto) Incendio/Explosión Fenómenos naturales (sismo, tsunamis, ENSO, etc.)	Orden y limpieza del área de trabajo Uso de equipos eléctricos aprobados Uso de herramientas en buen estado Usar los EPP para cada tipo de agente en el área de trabajo
RIESGOS EN LA FUNCIÓN	Consulta de las hojas de seguridad de los productos Estricto cumplimiento de Estándares HSSE Participar en los programas de capacitación HSSE Participar en simulacros de emergencias Respetar las normativas de tránsito y manejo Estrés térmico defensivo Reportar incidentes, accidentes en área de trabajo
Físicos Ruido Iluminación deficiente Estrés térmico Deficiencia de oxígeno Químicos (por inhalación, contacto o ingestión) Partículas (polvo) Gases	

	PERFIL DE PUESTO Analista Predictivo	Código	
		Versión / Fecha	
		XX / XX-XX-XX	
		Rev.:	Aprob.:
		XXX	XXX

<p>Vapores Ergonómicos (posturas, manipulación de instrumentos, cargas, etc.) Psicosocial (carga de trabajo, estrés, violencia, etc.) Traslado y transporte en medios asignados por la organización</p>	<p>Reporte de actos y condiciones sub-estándar Conocer el IPER del área de trabajo Conocer Mapa de Riesgos Consultar estándares HSSE Adoptar posturas adecuadas en el puesto de trabajo Consultar y conocer sus procedimientos de trabajo Consultar el Reglamento Interno de Trabajo Consultar el RISST Consultar la carta de Ética y Código de conducta GMP Procedimiento de queja por hostigamiento sexual Desarrollar el Análisis de Riesgo en el Trabajo (ART) Gestionar Permiso de Trabajo (PT)</p>
---	--

	PERFIL DE PUESTO ELETRO INSTRUMENTISTA	Código
		Versión / Fecha
		XX / XX-XX-2020
		Rev.: Aprob.:
		XXX XXX

I. IDENTIFICACIÓN DEL PUESTO

NOMBRE DEL PUESTO	Técnico Electro Instrumentista	
GERENCIA / ÁREA	Gerencia de Exploración Producción	
PUESTO DEL SUPERIOR INMEDIATO	Jefe Jerárquico:	Supervisor de Mantenimiento
	Jefe Funcional:	Jefatura de Mantenimiento
	Cantidad de personal reporte directo	01
	Cantidad total de personal de la unidad /área (APROX.)	35

II. OBJETIVO DEL PUESTO

Mantener la operatividad y disponibilidad de los equipos de producción y servicios auxiliares

III. DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES

FUNCIONES PRINCIPALES
Realiza el mantenimiento eléctrico de los de equipos de producción (motores eléctricos, tableros, conductores, instrumentos sensores, actuadores y controladores, líneas eléctricas, entre otros), y servicios auxiliares (sistemas contra incendio, reinyección de agua, generación de emergencia, entre otros); revisando su funcionamiento y condiciones adecuadas.
Prever la disponibilidad de repuestos para los trabajos de mantenimiento de los equipos.
Mantener en buenas condiciones las unidades móviles de transporte
Realizar avisos de trabajo en EAM por condiciones sub estándar en sistemas y equipos que atenten contra la seguridad de las personas, medio ambiente y la conservación de los equipos.
Hacer la finalización de las órdenes de trabajo en el sistema de gestión de mantenimiento EAM.
Otras funciones inherentes al puesto

IV. COORDINACIONES

COORDINACIONES INTERNAS	COORDINACIONES EXTERNAS
Personal de mantenimiento Personal de Producción	Contratistas

	PERFIL DE PUESTO ELETRO INSTRUMENTISTA	Código
		Versión / Fecha
		XX / XX-XX-2020
		Rev.: Aprob.:
		XXX XXX

V. REQUISITOS

EDUCACIÓN	Grado obtenido (Mínimo)	Técnico Electricista
	Grado obtenido (Deseado)	Técnico Electro – instrumentista
	Carrera (Especialidad)	Técnico Electricista, técnico Instrumentista, técnico electo – instrumentista, o carreras afines.
	Estudios de Postgrado deseables (Indicar la Especialidad)	
FORMACIÓN	Conocimientos (deseado):	Motores eléctricos, líneas de transmisión de energía, tableros, elementos sensores, actuadores y controladores y manejo de herramientas y equipos de electricidad y calibración de instrumentos. Aspectos e impactos ambientales, peligros y riesgos relacionados a su actividad. Manejo de Software de Mantenimiento (EAM de Oracle)
EXPERIENCIA (Deseable)	Mínimo (Tiempo):	03 años
	Deseado (Tiempo):	05 años

VI. COMPETENCIAS

COMPETENCIAS	DESCRIPCIÓN
Adaptabilidad a diferentes entornos	Tolerancia a la presión: Capacidad para manejar adecuadamente emociones, de modo que cumpla con las tareas asignadas
Efectividad: Cumple metas establecidas	Disciplina: Capacidad para cumplir con las tareas asignadas y especificaciones
Generación del conocimiento necesario	Alto Dominio técnico: Implica un alto estándar de dominio de conocimientos y habilidades técnicas relacionadas a las labores de mantenimiento

VII. OTROS

IDIOMA	NIVEL REQUERIDO			OBSERVACIONES
Ingles	1			lectura (Deseado)
Otros:				

1= Básico 2= Intermedio 3= Avanzado

	PERFIL DE PUESTO ELETRO INSTRUMENTISTA	Código
		Versión / Fecha
		XX / XX-XX-2020
		Rev.: Aprob.:
		XXX XXX

MANEJO DE SOFTWARE	NIVEL REQUERIDO			OBSERVACIONES
MS Office	1			Indicar Excel, power point, etc. (Deseado)
Otros:				

1= Básico 2= Intermedio 3= Avanzado

VIII. REQUISITOS ADICIONALES

REQUIERE LICENCIA DE CONDUCIR <i>(Indicar el tipo)</i>	A1 (Obligatorio y con 02 años de antigüedad)
---	---

IX. OBSERVACIONES

Aspectos a considerar: Responsabilidad, trabajo en equipo, comunicación y proactividad. Es de vital importancia contar con valores éticos sólidos

X. RIESGOS Y RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

RIESGOS EN EL CENTRO DE TRABAJO	RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD
Riesgos mecánicos y generales Riesgo eléctrico (directo e indirecto) Incendio/Explosión Fenómenos naturales (sismo, tsunami, ENSO, etc.)	Orden y limpieza del área de trabajo Uso de equipos mecánicos y eléctricos aprobados Uso de herramientas en buen estado Usar los EPP para cada tipo de agente en el área de trabajo Consulta de las hojas de seguridad de los productos Estricto cumplimiento de Estándares HSSE Participar en los programas de capacitación HSSE Participar en simulacros de emergencias Respetar las normativas de tránsito y manejo Estrés térmico defensivo Reportar incidentes, accidentes en área de trabajo Reporte de actos y condiciones sub-estándar Conocer el IPER del área de trabajo Conocer Mapa de Riesgos Consultar estándares HSSE Adoptar posturas adecuadas en el puesto de trabajo Consultar y conocer sus procedimientos de trabajo Consultar el Reglamento Interno de Trabajo Consultar la carta de Ética y Código de conducta GMP
RIESGOS EN LA FUNCIÓN	
Físicos Ruido Iluminación deficiente Estrés térmico Deficiencia de oxígeno Químicos (por inhalación, contacto o ingestión) Partículas (polvo) Gases Vapores Ergonómicos (posturas, manipulación de cargas, etc.) Psicosocial (carga de trabajo, estrés, violencia, etc.) Traslado y transporte en medios asignados por la organización	

	PERFIL DE PUESTO ELETRO INSTRUMENTISTA	Código	
		Versión / Fecha	
		XX / XX-XX-2020	
		Rev.:	Aprob.:
		XXX	XXX

	Procedimiento de queja por hostigamiento sexual Desarrollar el Análisis de Riesgo en el Trabajo (ART) Gestionar Permiso de Trabajo (PT)
--	---

	PERFIL DE PUESTO MECANICO DE MANTENIMIENTO	Código
		Versión / Fecha
		XX / XX-XX-2020
		Rev.: Aprob.:
		XXX XXX

I. IDENTIFICACIÓN DEL PUESTO

NOMBRE DEL PUESTO	Mecánico de Mantenimiento	
GERENCIA / ÁREA	Gerencia de Exploración Producción	
PUESTO DEL SUPERIOR INMEDIATO	Jefe Jerárquico:	Supervisor de Mantenimiento
	Jefe Funcional:	Jefatura de Mantenimiento
	Cantidad de personal reporte directo	01
	Cantidad total de personal de la unidad /área (APROX.)	35

II. OBJETIVO DEL PUESTO

Mantener la operatividad y disponibilidad de los equipos de producción y servicios auxiliares

III. DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES

FUNCIONES PRINCIPALES
Realiza el mantenimiento mecánico de los de equipos de producción (motores a gas, bombas centrífugas, bombas de desplazamiento positivo, bombas reciprocantes dúplex y triplex, compresores, entre otros), y servicios auxiliares (sistemas contra incendio, reinyección de agua, generación de emergencia, entre otros); revisando su funcionamiento y condiciones adecuadas.
Prever la disponibilidad de repuestos para los trabajos de mantenimiento de los equipos.
Mantener en buenas condiciones las unidades móviles de transporte
Realizar avisos de trabajo en EAM por condiciones sub estándar en sistemas y equipos que atenten contra la seguridad de las personas, medio ambiente y la conservación de los equipos.
Hacer la finalización de las órdenes de trabajo en el sistema de gestión de mantenimiento EAM.
Otras funciones inherentes al puesto

IV. COORDINACIONES

COORDINACIONES INTERNAS	COORDINACIONES EXTERNAS
Personal de mantenimiento Personal de Producción	Contratistas

	PERFIL DE PUESTO MECANICO DE MANTENIMIENTO	Código
		Versión / Fecha
		XX / XX-XX-2020
		Rev.: Aprob.:
		XXX XXX

V. REQUISITOS

EDUCACIÓN	Grado obtenido (Mínimo)	Técnico Mecánico
	Grado obtenido (Deseado)	Técnico Electro Mecánico
	Carrera (Especialidad)	Técnico de mantenimientos, técnico mecánico electricista u otras carreras afines
	Estudios de Postgrado deseables (Indicar la Especialidad)	
FORMACIÓN	Conocimientos (deseado):	Motores de combustión, sistemas hidráulicos y neumáticos, bombas centrífugas, bombas reciprocantes, bombas de desplazamiento positivo, transmisiones y manejo de herramientas y equipos. Aspectos e impactos ambientales, peligros y riesgos relacionados a su actividad. Manejo de Software de Mantenimiento (EAM de Oracle)
EXPERIENCIA (Deseable)	Mínimo (Tiempo):	03 años
	Deseado (Tiempo):	05 años

VI. COMPETENCIAS

COMPETENCIAS	DESCRIPCIÓN
Adaptabilidad a diferentes entornos	Tolerancia a la presión: Capacidad para manejar adecuadamente emociones, de modo que cumpla con las tareas asignadas
Efectividad: Cumple metas establecidas	Disciplina: Capacidad para cumplir con las tareas asignadas y especificaciones
Generación del conocimiento necesario	Alto Dominio técnico: Implica un alto estándar de dominio de conocimientos y habilidades técnicas relacionadas a las labores de mantenimiento

VII. OTROS

IDIOMA	NIVEL REQUERIDO			OBSERVACIONES
Ingles	1			lectura (Deseado)
Otros:				

1= Básico 2= Intermedio 3= Avanzado

	PERFIL DE PUESTO MECANICO DE MANTENIMIENTO	Código
		Versión / Fecha
		XX / XX-XX-2020
		Rev.: Aprob.:
		XXX XXX

MANEJO DE SOFTWARE	NIVEL REQUERIDO			OBSERVACIONES
MS Office	1			Indicar Excel, power point, etc. (Deseado)
Otros:				

1= Básico 2= Intermedio 3= Avanzado

VIII. REQUISITOS ADICIONALES

REQUIERE LICENCIA DE CONDUCIR <i>(Indicar el tipo)</i>	A1 (Obligatorio y con 02 años de antigüedad)
---	---

IX. OBSERVACIONES

Aspectos a considerar: Responsabilidad, trabajo en equipo, comunicación y proactividad. Es de vital importancia contar con valores éticos sólidos

X. RIESGOS Y RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

RIESGOS EN EL CENTRO DE TRABAJO	RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD
Riesgos mecánicos y generales Riesgo eléctrico (directo e indirecto) Incendio/Explosión Fenómenos naturales (sismo, tsunami, ENSO, etc.)	Orden y limpieza del área de trabajo Uso de equipos mecánicos y eléctricos aprobados Uso de herramientas en buen estado Usar los EPP para cada tipo de agente en el área de trabajo Consulta de las hojas de seguridad de los productos Estricto cumplimiento de Estándares HSSE Participar en los programas de capacitación HSSE Participar en simulacros de emergencias Respetar las normativas de tránsito y manejo Estrés térmico defensivo Reportar incidentes, accidentes en área de trabajo Reporte de actos y condiciones sub-estándar Conocer el IPER del área de trabajo Conocer Mapa de Riesgos Consultar estándares HSSE Adoptar posturas adecuadas en el puesto de trabajo Consultar y conocer sus procedimientos de trabajo Consultar el Reglamento Interno de Trabajo Consultar la carta de Ética y Código de conducta GMP
RIESGOS EN LA FUNCIÓN	
Físicos Ruido Iluminación deficiente Estrés térmico Deficiencia de oxígeno Químicos (por inhalación, contacto o ingestión) Partículas (polvo) Gases Vapores Ergonómicos (posturas, manipulación de cargas, etc.) Psicosocial (carga de trabajo, estrés, violencia, etc.) Traslado y transporte en medios asignados por la organización	

	PERFIL DE PUESTO MECANICO DE MANTENIMIENTO	Código	
		Versión / Fecha	
		XX / XX-XX-2020	
		Rev.:	Aprob.:
		XXX	XXX

	Procedimiento de queja por hostigamiento sexual Desarrollar el Análisis de Riesgo en el Trabajo (ART) Gestionar Permiso de Trabajo (PT)
--	---

	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
	PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

ANEXO N°2

HOJAS DE DATOS TÉCNICOS

MachineryMate™ medidor de vibraciones de mano MAC800



El medidor de vibraciones portátil de Meggitt ayuda a encontrar fallas en la máquina antes de que afecten el funcionamiento o causen fallas catastróficas. El MAC800 puede aumentar la productividad y reducir los costos de mantenimiento al identificar problemas de vibración, incluidas las condiciones de los cojinetes en las primeras y últimas etapas de falla. Este medidor simple y fácil de usar registra, analiza y muestra las señales de vibración y viene con filtros de banda incorporados para detectar desequilibrio, desalineación y holgura. El rango bajo de Hertz permite lecturas en maquinaria que funciona tan lentamente como 120 RPM.

Combinado con el software DataMate incluido, el MAC800 puede convertirse en la base de un programa de monitoreo de condición en toda la planta, que admite hasta diez máquinas. La actualización al software DataMate Pro permite monitorear máquinas ilimitadas. El medidor MAC800 se puede utilizar en la mayoría de las industrias, incluidas HVAC comercial e industrial, procesamiento de alimentos, embalaje,

petroquímica, celulosa y papel, plantas de energía y servicios públicos. Las opciones para capacidades extendidas incluyen

Auriculares Bluetooth de alto rendimiento para monitoreo auditivo y un accesorio de luz estroboscópica para analizar la velocidad de ejecución.

MachineryMate™ Los kits están disponibles con una variedad de accesorios. Utilice la guía de pedidos a continuación para encontrar una solución básica a avanzada para sus necesidades de monitoreo.

Sistema MachineryMate™			Accesorios	Parte número
MAC800	MAC810	MAC820		
x	x	x	Base de acoplamiento USB del software DataMate y medidor MAC800	M800
x	x	x	Bota protectora	MAC001
x	x	x	Estuche de transporte	MAC002
	x	x	Estuche de luz estroboscópica	MAC003
	x	x	Accesorio de luz estroboscópica	MAC004
		x	Software DataMate Pro	MAC005
		x	Auriculares bluetooth	MAC006
		x	Estuche para auriculares	MAC007

Características clave

- Almacenamiento de datos interno
- Software de tendencias de datos
- Cable estándar montado
acelerómetro con imán
- Bluetooth incorporado
capacidad de comunicación
- Estación de acoplamiento USB para PC
- Alarmas ISO integradas
- Identifique fácilmente problemas de rodamientos con la lectura de BDU
- Espectro FFT de 800 líneas
- Carcasa resistente IP67
- Escuche el ruido de los rodamientos con auriculares (opcional)
- Ver la velocidad de carrera con el accesorio de luz estroboscópica (opcional)

Certificaciones



Sistemas de detección de Meggitt

Nuestras competencias y servicios de productos energéticos

Protección de maquinaria | Monitoreo de condición | Monitoreo de desempeño integrado | Seguimiento de descargas parciales | Sensores para entornos extremos Sistemas de encendido | Detección y análisis de llamas | Soluciones de monitorización industrial | Productos nucleares

99194 Rev A.1 12/13

MEGGITT
smart engineering for
extreme environments

MachineryMate™ medidor de vibraciones de mano

MAC800

Especificaciones

	Inglés	Métrico
Talla	7,95 "x 2,36 x 1"	20 x 6 x 2,6 centímetros
Peso, sin incluir imán Ambiental	9,8 onzas	280 g
Agua	IP 67 a prueba de agua	IP 67 a prueba de agua
Temperatura de funcionamiento	+ 32 a + 122 ° F	0 hasta + 50 ° C
Temperatura de almacenamiento	- 4 a + 158 ° F	- 20 hasta + 70 ° C
Fuente de alimentación	2x pilas AA	2x pilas AA
Duración de la batería	20 horas de uso normal	20 horas de uso normal
Rangos de frecuencia	YO ASI 120 - 60.000 CPM 60 - BDU 600.000 CPM	2 Hz - 1 kHz 1 - 10 kHz
Resolución de frecuencia máxima	1,25 Hz a 800 líneas de configuración FFT	1,25 Hz a 800 líneas de configuración FFT
Unidades de amplitud mostradas	Aceleración gramo Daños en los cojinetes BDU Velocidad pulg / seg	gramo BDU mm / seg
Unidades de frecuencia mostradas	Hz	CPM o RPM
Rango de entrada	± 60 g	588 m / seg _z
Rango dinámico, bandas VA de resolución de 0,01	96 dB	96 dB
g	Configuración automática	Configuración automática
Conexión acelerómetro	500 g pico	4.900 m / seg _z pico
Idiomas seleccionables	Inglés (predeterminado), español, portugués, francés, italiano, turco, chino, japonés y coreano	

Accesorios suministrados: acelerómetro 780FM-2-J88C con cable integral, software DataMate, estación de acoplamiento MAC001 con cable USB, Funda protectora MAC002 con imanes, maletín de transporte MAC003 con inserto
Accesorios disponibles: accesorio de luz estroboscópica MAC004, software MAC005 DataMate Pro, auriculares Bluetooth MAC006, Estuche de transporte para auriculares MAC007

Nota: Debido a la mejora continua del proceso, las especificaciones están sujetas a cambios sin previo aviso. Este documento está autorizado para su divulgación pública.

Contacto

Sistemas de detección de Meggitt

20511 Seneca Meadows Parkway
Germantown MD 20876, EE. UU. Tel: +1
(301) 330 8811
MachineryMate@meggitt.com
www.meggittsensingsystems.com
www.meggitt.com

Sistemas de detección de Meggitt

Nuestras competencias y servicios de productos energéticos
Protección de maquinaria | Monitoreo de condición | Monitoreo de desempeño integrado | Seguimiento de descargas parciales | Sensores para entornos extremos Sistemas de encendido | Detección y análisis de llamas | Soluciones de monitorización industrial | Productos nucleares

MEGGITT
smart engineering for
extreme environments

Cámaras termográficas Ti400, Ti300 y Ti200 con enfoque automático LaserSharp®

Consiga lecturas precisas e imágenes perfectamente enfocadas

Datos técnicos



Ahora compatible con la aplicación móvil Fluke Connect™

Cámaras termográficas Fluke Experiencia. Rendimiento. Confianza.

Capture rápidamente imágenes enfocadas a la perfección con solo pulsar un botón y comparta de forma inalámbrica mediciones con su equipo en cualquier momento y lugar gracias a la **videollamada ShareLive™ de Fluke Connect™**.

- Consiga rápidamente **lecturas precisas e imágenes perfectamente enfocadas** con el **enfoque automático LaserSharp®**
- **Ahorre tiempo en la creación de informes.** Tome mejores decisiones más rápido que nunca. Organice sus mediciones por activo en una ubicación con el historial EquipmentLog™.
- **Imágenes con una calidad de detalle magnífica.** Pixel a pixel, la mejor resolución espacial disponible.
- **Imágenes visuales e infrarrojas mezcladas a la perfección** con detalles esenciales para ayudar a identificar problemas potenciales; tecnología IR-Fusion® con modo AutoBlend™
- **Grabación y reproducción de video estándar y radiométrica***
- **La grabación/anotación de texto y voz** le permite ahorrarse detalles adicionales relacionados con los archivos de imagen
- **Diversas opciones de memoria:** tarjeta de memoria micro SD extraíble, memoria flash integrada, capacidad de almacenamiento en USB, descarga directa por medio de conexión USB a computadora

* Las actualizaciones de firmware para estas funciones aún no se encuentran disponibles en todos los países. Usuarios notificados a través de SmartView

CALIDAD DE IMAGEN SUPERIOR

RESOLUCIÓN ESPACIAL

Ti400
1,31 mrad

Ti300
1,75 mrad

Ti200
2,09 mrad

RESOLUCIÓN

Ti400
320x240 (76.800 pixeles)

Ti300
240X180 (43.200 pixeles)

Ti200
200X150 (30.000 pixeles)

CAMPO DE VISIÓN

Ti400, Ti300, Ti200
24 °H x 17 °V

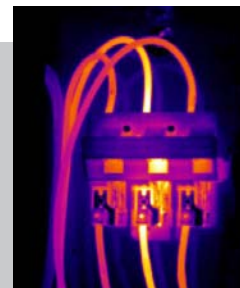
Tecnología IR-Fusion® con modo AutoBlend™



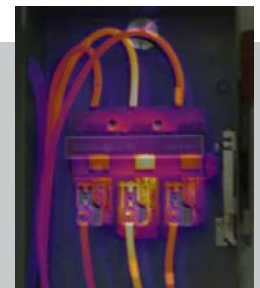
Imágenes visuales e infrarrojas mezcladas a la perfección con detalles esenciales para ayudar a identificar problemas potenciales.



Tres etapas, totalmente visible



Tres etapas, totalmente infrarrojo



Tres etapas, modo AutoBlend

	Ti400	Ti300	Ti200
Funciones principales			
IFOV con lentes estándares (resolución espacial)	1,31 mrad	1,75 mrad	2,09 mrad
Resolución	320x240 (76.800 pixeles)	240X180 (43.200 pixeles)	200X150 (30.000 pixeles)
Campo de visión	24 °H x 17 °V		
Distancia focal mínima	15 cm (aprox. 6 pulgadas)		
IFOV con lente opcional tipo teleobjetivo	0,65 mrad	0,87 mrad	1,05 mrad
Campo de visión	12 °H x 9 °V		
Distancia focal mínima	45 cm (aprox. 18 pulg.)		
IFOV con lente opcional tipo ángulo amplio	2,62 mrad	3,49 mrad	4,19 mrad
Campo de visión	46 °H x 34 °V		
Distancia focal mínima	15 cm (aprox. 6 pulgadas)		
Enfoque automático LaserSharp®	Sí, para imágenes perfectamente enfocadas. En Todo momento.		
Enfoque manual avanzado	Sí		
Conectividad inalámbrica	Sí, para PC, iPhone® y iPad® (iOS 4s y posterior), Android™ 4.3 y superior, y WiFi a LAN*		
Compatible con la aplicación Fluke Connect™*	Sí* (donde esté disponible)		
Sistema inalámbrico CNX™*	Sí* (donde esté disponible)		
Tecnología IR-Fusion®	Sí		
Modo AutoBlend™	Sí		
Recuadro (PIP)	Sí		
Pantalla táctil resistente (capacitiva)	8,9 cm (3,5 pulg.) diagonal, horizontal, a color VGA (640 x 480) con retroiluminación		
Diseño ergonómico y resistente para su uso con una sola mano	Sí		
Sensibilidad térmica (NETD)	≤ 0,05 °C a 30 °C temp. objetivo (50 mK)		≤ 0,075 °C a 30 °C temp. objetivo (75 mK)
Rango de medida de temperatura (no calibrada por debajo de -10 °C)	De -20 °C a +1200 °C (de -4 °F a +2192 °F)	-20 °C a +650 °C (-4 °F a +1202 °F)	
Nivel y amplitud	Suave escala automática/manual		
Cambio automático rápido entre el modo manual y el automático	Sí		
Reajuste rápido y automático de la amplitud en modo manual	Sí		
Amplitud mínima (en modo manual)	2 °C (3,6 °F)		
Amplitud mínima (en modo automático)	3,0 °C (5,4 °F)		
Cámara digital integrada (luz visible)	Rendimiento industrial con 5 megapíxeles		
Frecuencia de refresco	9 Hz		
Puntero láser	Sí		
Linterna	Sí		
Almacenamiento de datos y captura de imagen			
Diversas opciones de memoria	Tarjeta de memoria micro SD extraíble, memoria flash integrada, capacidad de almacenamiento en USB, descarga directa por medio de conexión USB a computadora		
Mecanismo de captura, revisión y almacenamiento de imágenes	Capacidad para capturar, revisar y almacenar imágenes con una sola mano		
Formatos de archivos	No radiométrico (.bmp) o (.jpeg), o totalmente radiométrico (.is2); No hace falta un software de análisis para los archivos no radiométricos (.bmp, .jpg y avi*)		
Revisión de la memoria	Vista de imágenes en miniatura para desplazarse y seleccionar la imagen deseada		
Software	Software SmartView®, Fluke Connect™ y aplicación móvil SmartView® (software de informes y de análisis total)		
Formatos de archivos exportados con el software SmartView®	BMP, DIB, GIF, JPE, JFIF, JPEG, JPG, PNG, TIF, y TIFF		
Anotación de voz	60 segundos de tiempo máximo de grabación por imagen, reproducción sujeta a revisión en la cámara		
IR-PhotoNotes™	Sí		
Anotaciones de texto*	Sí		
Grabación en video*	Estándar y radiométrica		
Transmisión de video	De USB a PC y de HDMI a una pantalla compatible HDMI		
Formatos de archivos de video	No radiométrico (MPEG - codificación .AVI) y totalmente radiométrico (.IS3)*		
Captura automática (temperatura e intervalo)*	Sí*		
Control y funcionamiento remoto (para aplicaciones especiales y avanzadas)	Sí		—

	Ti400	Ti300	Ti200
Batería			
Baterías (reemplazable en terreno, recargable)	Dos baterías de ion de litio inteligentes con indicador LED de cinco segmentos para mostrar el nivel de carga		
Duración de la batería	Más de cuatro horas de uso ininterrumpido por paquete de batería (supone el 50 % del brillo de la pantalla LCD y un uso promedio)		
Tiempo de carga de las baterías	2,5 horas para carga completa		
Sistema de carga de baterías de CA	Cargador de CA para dos baterías (de 110 V CA a 220 V CA, 50/60 Hz) (incluido), o carga dentro de la cámara. Adaptadores de alimentación de CA incluidos en las versiones de 9 Hz. Adaptador de carga automatizada de 12 V opcional.		
Funcionamiento con CA	Funcionamiento con CA con fuente de suministro incluida (110 V CA a 220 V CA, 50/60 Hz). Adaptador de alimentación CA incluido.		
Ahorro de energía	Modos de apagado e hibernación seleccionables por el usuario		
Medición de la temperatura			
Exactitud	± 2 °C o 2 % (a 25°C nominales, la mayor de ambas)		
Corrección de emisividad en pantalla	Sí (ámbas, número y tabla)		
Compensación de la temperatura reflejada de fondo en pantalla	Sí		
Corrección de transmisión en pantalla	Sí		
Paletas de color			
Paletas estándar	8: Hierro, azul-rojo, alto contraste, ámbar, ámbar invertido, metal caliente, escala de grises, escala de grises invertida		
Paletas Ultra Contrast™	8: Hierro ultra, azul-rojo ultra, alto contraste ultra, ámbar ultra, ámbar invertido ultra, metal caliente ultra, escala de grises ultra, escala de grises invertido ultra		
Especificaciones generales			
Alarmas de color (alarmas de temperatura)	Alta temperatura, baja temperatura e isoterma		
Banda espectral infrarroja	7,5 µm a 14 µm (onda larga)		
Temperatura de trabajo	De -10 °C a +50 °C (de 14 °F a 122 °F)		
Temperatura de almacenamiento	-20 °C a +50 °C (-4 °F a 122 °F) sin baterías		
Humedad relativa	De 10 % a 95 %, sin condensación		
Medición de la temperatura del punto central	Sí		
Marcadores de puntos	Marcadores de puntos fríos y calientes seleccionables por el usuario, 3 marcadores de puntos definibles por el usuario en la cámara y en Smartview®		
Caja central (MÍN-MÁX-MED)	Caja de medición expansible y contraíble con temperatura MÍN-MÁX-MED		
Normativas de seguridad	UL 61010-1:2012 CAN/CSA-C22.2 n.º 61010-1-12 IEC 61010-1 3.ª edición (2010)		
Compatibilidad electromagnética	EN 61326-1:2006 IEC 61326-1:2005		
C Tick	IEC/EN 61326-1		
FCC de EE. UU.	CFR 47, parte 15, subparte B, clase B		
Vibraciones	0,03 g/Hz (3,8 gramos), 2,5 g IEC 68-2-6		
Impactos	25 g, IEC 68-2-29		
Caída	Diseñado para resistir caídas de 2 metros (6,5 pies) con la lente estándar		
Tamaño (L x An x Al)	27,7 x 12,2 x 16,7 cm (10,9 x 4,8 x 6,5 pulg.)		
Peso (batería incluida)	1,04 kg (2,3 lb)		
Grado de protección	IP54 (protección contra polvo, entrada limitada; protección contra salpicaduras de agua desde cualquier dirección)		
Garantía	Dos años (estándar), garantías ampliadas disponibles.		
Ciclo de calibración recomendado	Dos años (suponiendo un funcionamiento y envejecimiento normales)		
Idiomas admitidos	Checo, holandés, inglés, finés, francés, alemán, húngaro, italiano, japonés, coreano, polaco, portugués, ruso, chino simplificado, español, sueco, chino tradicional y turco		
* Las actualizaciones de firmware para estas funciones aún no se encuentran disponibles en todos los países. Los usuarios serán notificados a través del software SmartView® cuando esté disponible.			

Información para realizar pedidos

FLK-Ti400 9Hz Cámara termográfica de 9 Hz

FLK-Ti300 9Hz Cámara termográfica de 9 Hz

FLK-Ti200 9Hz Cámara termográfica de 9 Hz

Se incluye

Cámara termográfica con lentes infrarrojos estándar ; fuente de alimentación de CA y cargador de baterías (incluye adaptadores de alimentación); dos baterías inteligentes de iones de litio; cable USB; cable de video HDMI; software SmartView® disponible a través de descarga gratuita; maletín carcasa resistente; estuche de transporte flexible; correa ajustable para la mano; tarjeta de registro de la garantía.

Accesorios opcionales

FLK-LENS/TELE2 Lentes infrarrojos tipo teleobjetivo (2 aumentos)

FLK-LENS/WIDE2 Lentes infrarrojos de ángulo amplio

TI-CAR-CHARGER Cargador para el auto

FLK-TI-VISOR3 Visor solar

BOOK-ITP Libro de introducción a los principios de la termografía

TI-TRIPOD3 Accesorio para montar trípode

FLK-Ti-SBP3 Batería inteligente adicional

FLK-Ti-SBC3 Cargador de batería inteligente adicional

Visite el sitio web de Fluke para obtener detalles completos sobre estos productos, o consulte con su representante local de ventas de Fluke.

El tiempo de conexión RF (tiempo de vinculación) puede tardar hasta por 1 minuto.



Fabricado con
**FLUKE
CONNECT™**

**Véalo. Guárdelo. Compártalo.
Todos los datos en el terreno.**

Fluke Connect con ShareLive™ es el único sistema de medición inalámbrico que le permite mantenerse en contacto con todo su equipo sin alejarse del terreno. La aplicación móvil Fluke Connect está disponible para Android™ (4.3 y superiores) y para iOS (4s y posteriores) y trabaja con más de 20 productos Fluke diferentes: el sistema de herramientas de prueba conectadas más grande del mundo. Y hay más en camino. Visite el sitio web de Fluke para obtener más información.

Descargue la aplicación en:



Smartphone no incluido en la venta.



Todas las marcas registradas son propiedad de sus respectivos propietarios. El servicio inalámbrico y el plan de datos del smartphone no se incluyen con la compra. Los primeros 5 GB de almacenamiento son gratis. Compatible con Android™ (4.3 y superior) e iOS (4s y posterior). Apple y el logo Apple son marcas registradas de Apple Inc., registradas en Estados Unidos y otros países. App Store es una marca de servicio de Apple Inc. Google Play es una marca registrada de Google Inc.

Fluke. Manteniendo su mundo en marcha.®

Fluke Corporation
Everett, WA 98206 EE.UU.

Latin America
Tel: +1 (425) 446-5500
Web: www.fluke.com/laam

Para obtener información adicional póngase en contacto con:

En EE. UU. (800) 443-5853 o
Fax (425) 446-5116
En Europa/Medio Oriente/África
+31 (0)40 267 5100 o
Fax +31 (0)40 267 5222
En Canadá (800)-36-FLUKE o
Fax +1 (425) 446-5116
Acceso a Internet: www.fluke.com

©2014 Fluke Corporation. Reservados todos los derechos. Impreso en los Países Bajos. Información sujeta a modificación sin previo aviso.
5/2014 6002304C_LAES

No está permitido modificar este documento sin autorización por escrito de Fluke Corporation.

Alineador de ejes SKF TKSA 41

El avanzado sistema de alineación de ejes por láser con mejor capacidad de medición y creación de informes



La medición libre permite comenzar a realizar mediciones de alineación en cualquier ángulo y finalizar con un barrido angular de solo 90°.



La biblioteca de máquinas da una visión general de todas las máquinas e informes de alineación.

El TKSA 41 es una solución avanzada de alineación por láser que permite conseguir una alineación precisa de ejes. Con dos unidades de medición inalámbricas, detectores de gran tamaño y potentes láseres, el instrumento realiza mediciones precisas en las condiciones más difíciles.

Gracias a su unidad de visualización ergonómica, con pantalla de navegación táctil intuitiva, las alineaciones se realizan de manera simple y rápida. Cuenta con características innovadoras, como la "medición libre", que ayuda a aumentar el rendimiento de la alineación. Con el objetivo de mejorar las prácticas de alineación, el alineador de ejes SKF TKSA 41 es una de las soluciones de alineación de mejor calidad y al menor precio de la industria.

- La comunicación inalámbrica mejora el manejo del instrumento y permite la alineación de aplicaciones a las que es difícil acceder desde una posición segura.
- La medición automática permite operar el dispositivo sin utilizar las manos. El alineador detecta la posición de los cabezales y toma una medición cuando se giran los cabezales en la posición correcta.

- Después de cada alineación, se generan informes automáticos. Los informes se pueden personalizar con notas y fotografías, tomadas con la cámara incorporada, para una descripción más integral. Todos los informes se pueden exportar como archivos PDF.
- La visualización en vivo ayuda a realizar mediciones intuitivas, y facilita la alineación horizontal y vertical.
- La simplicidad del TKSA 41 aporta mayor confianza a la hora de realizar las tareas de alineación en todo tipo de máquinas giratorias horizontales.
- Para simplificar aún más la identificación de las máquinas y mejorar el flujo de trabajo de alineación, se pueden utilizar códigos QR.

Datos técnicos

Referencia	TKSA 41		
Sensores y comunicación	CCD de 29 mm (1.1 pulg.) con láser lineal clase 2 Inclinómetro $\pm 0,5^\circ$; Bluetooth 4.0 de baja energía y alámbrico, cables USB	Accesorios	Dos soportes en V con cadenas, ancho de 21 mm (0.8 pulg.)
Distancia de medición del sistema	De 0,07 a 4 m (de 0.23 a 13.1 ft)	Diámetros de ejes	De 20 a 150 mm (de 0.8 a 5.9 pulg.) 300 mm (11.8 pulg.) con cadenas de extensión opcionales (no incluidas)
Errores de medición	$<0,5\% \pm 5 \mu\text{m}$	Altura máxima de acoplamiento ¹⁾	105 mm (4.2 pulg.) con varillas estándares 195 mm (7.7 pulg.) con varillas de extensión (incluidas)
Material del soporte	Polycarbonato relleno de vidrio al 20%	Adaptador de potencia	Entrada: Alimentación eléctrica CA 100 V-240 V 50/60 Hz. Salida: CC 12 V 3 A con adaptadores para UE, EE. UU., RU, AUS
Autonomía	Hasta 16 horas Batería recargable de LiPo	Temperatura de funcionamiento	De 0 °C a 45 °C (de 32 a 113 °F)
Dimensiones	120 x 90 x 36 mm (4.7 x 3.5 x 1.4 pulg.)	Clasificación IP	IP 54
Peso	220 g (0.5 lb)	Dimensiones del maletín de transporte	530 x 110 x 360 mm (20.9 x 4.3 x 14.2 pulg.)
Dispositivo de funcionamiento	Pantalla táctil LCD resistiva a color de 5.6 pulg. PC/ABS de alto impacto con sobremolde	Peso total (incl. el maletín)	4,75 kg (10.5 lb)
Actualización del software/ la aplicación	A través de memoria USB	Certificado de calibración	Se entrega con una validez de dos años
Autonomía de la unidad de visualización	Hasta 8 horas (100% de retroiluminación)	Contenido del maletín	Dos unidades de medición (M&S); unidad de visualización; 2 soportes de eje con cadenas de 400 mm (15.8 pulg.) y varillas roscadas de 150 mm (5.9 pulg.); varilla de ajuste de las cadenas; 4 varillas de extensión roscadas de 90 mm (3.5 pulg.); adaptador de corriente con fichas compatibles con diferentes países; 2 cables micro USB a USB; cinta métrica; certificado impreso de calibración y conformidad; guía impresa de inicio rápido (en inglés); maletín de transporte SKF; 2 hojas A5 con 6 pegatinas con códigos QR por hoja (total de 12 pegatinas)
Dimensiones	205 x 140 x 60 mm (8.1 x 5.5 x 2.4 pulg.)		
Peso	640 g (1.4 lb)		
Método de alineación	Alineación de ejes horizontales, medición en tres posiciones: 9-12-3, medición automática, medición (con giro mín. de 90°), pata coja		
Valores de corrección en el momento	Vertical y horizontal		
Funciones adicionales	Biblioteca de máquinas, lectura de código QR, rotación de pantalla, informe automático en pdf		

¹⁾ Según el tipo de acoplamiento, los soportes pueden montarse en el acoplamiento, con lo que se reduce la limitación de altura del acoplamiento.



Se recomienda la alineación del eje en casi todas las industrias, ya que permite incrementar considerablemente el tiempo productivo de las máquinas y reducir los costos de mantenimiento. La simplicidad del TKSA 41 aporta mayor confianza a la hora de realizar las tareas de alineación en todo tipo de máquinas giratorias horizontales.

skf.com | mapro.skf.com | skf.com/lubrication

© SKF es una marca registrada del Grupo SKF.

© Grupo SKF 2019
El contenido de esta publicación es propiedad de los editores y no puede reproducirse (incluso parcialmente) sin autorización previa por escrito. Se ha tenido el máximo cuidado para garantizar la exactitud de la información contenida en esta publicación, pero no se acepta ninguna responsabilidad por pérdidas o daños, ya sean directos, indirectos o consecuentes, que se produzcan como resultado del uso de dicha información.

PUB MP/P8 15303/2 ESAR · Noviembre 2019

DATOS TÉCNICOS

Termómetros de infrarrojos 64 MAX, 62 MAX+ y 62 MAX



RANGO DE TEMPERATURA

64 MAX

-30 °C a 600 °C (-22 °F a 1112 °F)

62 MAX+

-30 °C a 650 °C (-22 °F a 1202 °F)

62 MAX

-30 °C a 500 °C (-22 °F a 932 °F)

PRECISIÓN DE LA TEMPERATURA

64 MAX

± 1,0 °C o ± 1,0 % de la lectura,
la mayor de ambas
± 2,0 °C entre -10 °C y 0 °C
± 3,0 °C entre -30 °C y -10 °C

62 MAX+

± 1,0 °C o ± 1,0 % de la lectura,
la mayor de ambas
± 2,0 °C entre -10 °C y 0 °C
± 3,0 °C entre -30 °C y -10 °C

62 MAX

± 1,5 °C o ± 1,5 % de la lectura,
la mayor de ambas
± 2,0 °C entre -10 °C y 0 °C
± 3,0 °C entre -30 °C y -10 °C

**RELACIÓN ENTRE DISTANCIA AL BLANCO
Y EL DIÁMETRO DE LA SUPERFICIE (D:S)**

64 MAX

20:1

62 MAX+

12:1

62 MAX

10:1

MEMORIA INTERNA

64 MAX

Registro de 99 puntos de datos

CAPTURA AUTOMÁTICA

64 MAX

A prueba de calor, polvo, agua y caídas desde 3 m. Y ahora con memoria interna y supervisión automática.

Los termómetros de infrarrojos Fluke 64 MAX, 62 MAX+ y 62 MAX ofrecen la precisión que necesita para hacer bien su trabajo, sin exceder el presupuesto. Estos termómetros de infrarrojos son instrumentos ligeros y compactos que han sido diseñados y probados para resistir caídas desde 3 m, y que podrá utilizar hasta en los entornos más exigentes aunque usted no se encuentre ahí (64 MAX).

- Tecnología láser avanzada para realizar medidas más precisas y repetibles
- Precisión de la temperatura de hasta ≥ 0 °C: ± 1 °C o ± 1 % de la lectura, el mayor de ambos, con una relación D:S de 20:1 (64 MAX)
- Linterna (64 MAX) y gran pantalla LCD retroiluminada que facilita la lectura incluso en zonas oscuras
- Clasificación IP54 para protección añadida frente contaminantes en suspensión
- Programe el instrumento para que trabaje sin usted. Defina la hora y el intervalo deseado entre medidas y la función de captura automática se encargará de capturar la temperatura puntual sin supervisión (64 MAX)
- Capacidad de registro de 99 puntos de datos (64 MAX)
- Muestra la temperatura mínima, máxima o promedio, así como la diferencia entre dos medidas
- Alarmas "Hi" y "Lo" para una visualización rápida de las medidas que están fuera de los límites
- El 62 MAX+ tiene dos láseres giratorios que le ayudan a identificar la zona que desea medir. La zona que se mide es la que queda entre los puntos (62 MAX y 64 MAX tienen una).
- Diseño pequeño y ligero, cabe sin problemas en su caja de herramientas

Especificaciones

	64 MAX	62 MAX+	62 MAX
Características principales			
Rango de temperatura	-30 °C a 600 °C (-22 °F a 1112 °F)	-30 °C a 650 °C (-22 °F a 1202 °F)	-30 °C a 500 °C (-22 °F a 932 °F)
Precisión (geometría de calibración con temperatura ambiente de 23 °C +/- 2 °C)	± 1,0 °C o ± 1,0 % de la lectura, la mayor de ambas ± 2,0 °C entre -10 °C y 0 °C ± 3,0 °C entre -30 °C y -10 °C		± 1,5 °C o ± 1,5 % de la lectura, la mayor de ambas ± 2,0 °C entre -10 °C y 0 °C ± 3,0 °C entre -30 °C y -10 °C
Resolución óptica	20:1 (calculado al 90 % de la energía)	12:1 (calculado al 90 % de la energía)	10:1 (calculado al 90 % de la energía)
Tiempo de respuesta (95 %)	< 500 ms (95 % de la lectura)	< 300 ms (95 % de la lectura)	< 500 ms (95 % de la lectura)
Respuesta espectral	8 a 14 micras		
Emisividad	0,10 a 1,00		
Resolución de la pantalla	0,1 °C (0,2 °F)		
Repetibilidad (% de la lectura)	± 0,5 % de la lectura o 0,5 °C (la mayor de ambas)		± 0,8 % de la lectura o ± 1 °C (la mayor de ambas)
Captura automática	Establezca la hora y el intervalo para capturar hasta 99 medidas	-	-
Memoria interna	Capacidad de registro de 99 puntos de datos	-	-
Linterna	Sí	-	-
Alimentación	1 pila alcalina AA		
Autonomía de la batería	30 horas con el láser y la iluminación de pantalla activadas	8 horas con el láser y la iluminación de pantalla activadas	10 horas con el láser y la iluminación de pantalla activadas
Peso	255 g (8,99 onzas)		
Dimensiones	175 x 85 x 75 mm (6,88 x 3,34 x 2,95 pulgadas)		
Temperatura de funcionamiento	0 °C a 50 °C (32 °F a 122°F)		
Temperatura de almacenamiento	-20 a 60 °C (-4 a 140 °F) (sin pila)		
Humedad de funcionamiento	Sin condensación a <10 °C (< 50 °F) ≤90 % HR entre 10 °C y 30 °C (50 °F a 86 °F) ≤75 % HR entre 30 °C y 40 °C (86 °F a 104 °F) ≤45 % HR entre 40 °C y 50 °C (104 °F a 122 °F)		
Altitud de funcionamiento	2.000 m sobre el nivel del mar		
Altitud de almacenamiento	12.000 m sobre el nivel del mar		
Prueba de caída	3 m		
Norma aplicada	Q/ASFO1		
Normas y certificaciones			
Conformidad	IEC 61010-1: Grado de contaminación 2		
Seguridad láser	IEC 60825-1 Clase 2, 650 nm, < 1 mW 		
Clasificación de protección de entrada	IP 54 según IEC 60529		
Garantía	3 años		

Información para pedidos

Fluke-64 MAX Termómetro de infrarrojos

Fluke-62 MAX+ Termómetro de infrarrojos

Fluke-62 MAX Termómetro de infrarrojos

Accesorios incluidos

Termómetro de infrarrojos

Hoja de instrucciones impresa

Mosquetón (solo 62 MAX+)

Manuales del producto disponibles para descarga en fluke.com

Kits

Fluke T5-600/62 MAX+/1AC II

Kit de detector de tensión, comprobador eléctrico y termómetro de infrarrojos

Fluke 62 MAX+/323/1AC

Kit de detector de tensión, pinza amperimétrica y termómetro de infrarrojos

Accesorios opcionales

FLK-TI-TRIPOD

Accesorio para montaje en trípode para 64 MAX

Fluke. Manteniendo su mundo en marcha.

Fluke Ibérica, S.L.

Avda de la Industria, 32

Edificio Payma

28108 Alcobendas (Madrid)

Spain

Tel: +34 91 414 0100

Fax: +34 91 414 0101

E-mail: cs.es@fluke.com

Acceso a Internet: www.fluke.es

©2017 Fluke Corporation. Reservados todos los derechos. Información sujeta a modificación sin previo aviso.
4/2017 6008893b-spa

No se permite ninguna modificación de este documento sin permiso escrito de Fluke Corporation.

Comprobadores mecánicos » Tacómetro » HIBOK 23 TACOMETRO OPTICO

Medidor de RPM industrial, con sistema de medida óptico (sin contacto) y para medidas por distancia, con función TOT y display iluminado. De nuevo diseño, ergonómico y con gran display y símbolos de función en pantalla. De fácil manejo, alcanza hasta 99.999RPM y está controlado por microprocesador. Recomendable para la industria, donde se requiera una medida de ejes en movimiento sin contacto.

Características:

	H-23
Display digital de 5 díg. (99999)	•
Medidas de RPM (hasta 99.999)	•
Sistema de medida óptico (sin contacto) con puntero láser	•
Sistema TOT: contador total	•
Incorpora láser direccional	•
Modo Max, Min, y medida última	•
Display iluminado	•
Selección de rango: auto rango	•

Especificaciones:

Medidas de RPM	
Rango óptico	De 5 a 99.999 RPM
Resolución / Precisión	0.1 RPM / $\pm(0.05RPM) + 1 \text{ dig.}$
Otras especificaciones	
Tipo de medida	Sistema óptico
Función TOT	Contador acumulable
Medidas	RPM por sistema óptico
Normas seguridad	CE
Alimentación	4 bat. 1.5V(LR6)
Dimensiones instrumento (LxAxF)	160 x 58 x 39mm
Peso	151g.

Fabricante:

HIBOK

Cód. 384



Accesorios Incluidos:

Cinta reflectante
Estuche
Baterías
Instrucciones,
en castellano.

Tacómetros de foto / contacto combinados



Combina modelos de contacto y sin contacto

Elección del modelo guiado por láser para mediciones sin contacto de mayor distancia

características:

- Pantalla única donde los caracteres cambian de dirección dependiendo del modo de medición en el que se encuentre
- Gran pantalla LCD de 0,4 "(5 dígitos)
- Basado en microprocesador con oscilador de cristal de cuarzo para mantener una alta precisión
- La memoria del tacómetro almacena las últimas lecturas, máxima y mínima
- Proporciona mediciones amplias de RPM (foto y contacto) y velocidad de superficie lineal (contacto)
- Precisión al 0,05% con una resolución máxima de 0,1 rpm en modo foto o contacto
- Completo con puntas y rueda para rpm o velocidad de superficie lineal, cuatro baterías AA de 1.5V, cinta reflectante y estuche de transporte

Características adicionales (461995):

- Foto tacómetro láser de haz estrecho para mediciones precisas de RPM sin contacto
- Medidas de hasta 6,5 pies del objetivo para mejorar la seguridad y la accesibilidad



Especificaciones para ambos modelos	Modo foto	Modo de contacto
Rango (RPM) 461895	5 hasta 99.999	0,5 hasta 20.000
Rango (RPM) 461995	10 hasta 99.999	0,5 hasta 20.000
Exactitud	0,05% lectura +1 dígito 1	
Tiempo de muestreo	segundo > 60 rpm	1 segundo > 6 rpm
Velocidad de superficie	0,2 a 6560 pies / min 0,05 hasta 1999,9 m / min	
Resolución	0,1 rpm (<1000 rpm) 1 rpm (> 1000 rpm)	
Poder	4 pilas AA	
Dimensiones	8,5 x 2,6 x 1,5 "(215 x 65 x 38 mm)	
Peso	10,6 onzas (300 g)	

Información sobre pedidos:

- 461895 Tacómetro de contacto / foto combinado
 461895-NIST 461895 con certificado NIST
 461995 Foto láser / tacómetro de contacto
 461995-NIST 461995 con certificado NIST
 461937 Cinta reflectante de repuesto (paq. De 10, 23 "cada rollo)
 461990 Juego de ruedas de contacto de repuesto (2 juegos de 3)



Analizadores de calidad de energía

MI 2885 Master Q4



El MI 2885 Master Q4 es una herramienta ideal de resolución de problemas para sistemas de distribución monofásicos y trifásicos. Está diseñado para registrar automáticamente todos los datos importantes y formas de onda de eventos de tensión como caídas y subidas. Además, el usuario puede configurar 7 disparos opcionales para capturar formas de onda de valores seleccionados. Una gran pantalla gráfica a color de fácil lectura y los botones de configuración rápida hacen que el equipo sea más fácil de usar y permiten una visión más rápida de los datos. El avanzado paquete de software para PC PowerView3 permite un análisis detallado de los datos registrados, una lectura directa de la tarjeta de memoria microSD, un análisis de los datos grabados durante largos períodos de tiempo y la creación automática de informes profesionales.

FUNCIONES DE MEDICIÓN

- Tensión: TRMS, pico, factor de cresta (4 canales);
- Corriente: TRMS, pico, factor de cresta (4 canales);
- Potencia (activa, reactiva, aparente).
- Mediciones de potencia según IEEE 1459 (activa, no activa, fundamental, armónicos, desequilibrio de cargas);
- VFD (variadores de frecuencia, 5 Hz - 110 Hz), 400 Hz;
- Desequilibrio, medición de flicker;
- Análisis de armónicos e interarmónicos hasta el armónico 50, medición de THD;
- Energía (activa, reactiva, generada, consumida);
- Captura y registro de eventos en el suministro eléctrico (desconexiones, interrupciones, subidas, caídas).
- Monitorización y registro de corrientes de arranque;
- Presentación, captura y registro de formas de onda/arranque
- Análisis de calidad de energía según la norma EN 50160, IEEE 519.
- Registro de hasta 7 alarmas ajustables;
- Medición de temperatura;
- Mediciones de eficacia del inversor fotovoltaico;
- Factor de potencia, tg fi.

CARACTERÍSTICAS DE PRODUCTO

- 4 canales de tensión con una amplia escala de medición: 0 ... 1000 Vrms (CAT III / 1000 V);
- 4 canales de corriente con reconocimiento automático de pinzas y selección de escala "en el equipo";
- Detección automática de pinzas inteligentes y selección de escala de pinzas inteligentes;
- Cumplimiento de la norma de calidad de energía IEC 61000-4-30 Clase S (0,1%);
- Análisis completo de calidad de energía según la norma EN 50160, incluida la señalización y los interarmónicos;
- Soporte para tarjeta de memoria microSD (de 8 GB suministrada con el equipo) hasta 32 GB.
- Terminales de entrada con código de colores y etiquetas en los terminales para adaptarse a la zona geográfica;
- Menú principal intuitivo e iconos grandes que hacen que el equipo sea muy fácil de navegar y configurar;
- Selección automática del rango de la pinza de corriente;
- El potente software para PC PowerView3 permite la descarga, visualización y análisis de los datos registrados, así como la creación de informes profesionales;
- Pinzas flexibles (sin alimentación adicional) incluidas en el kit Euro;
- Comunicación remota mediante Ethernet
- Sincronización reloj GPS - opcional.

APLICACIÓN

- Evaluación de la calidad de energía y resolución de problemas en sistemas eléctricos de baja y media tensión;
- Comprobación del rendimiento de equipos de corrección de energía;
- Análisis a largo plazo;
- Mantenimiento predictivo;
- Verificación de la capacidad de sistemas eléctricos antes de añadir cargas.
- Optimización del consumo energético;

NORMATIVAS

Funcionalidad

- EN 61010-1

Mediciones:

- IEC/EN 61000-4-30, Clase S;
- IEC/EN 61557-12;
- IEC/EN 61000-4-7, Clase I;
- IEC/EN 61000-4-15;
- EN 50160;
- IEEE 1448;
- IEEE 1459

Compatibilidad electromagnética:

- EN 61326

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

FUNCIÓN

Entradas de tensión	CA+CC
Número de entradas	5
Rango de tensión nominal (L - N)	Fase (L-N): 50 ... 1000 VRMS / Línea (L-L): 50 ... 1730 VRms
Rango de medición	10% ... 150% de tensión nominal
Precisión	IEC/EN 61000-4-30 clase S, $\pm 0,1\%$ de tensión nominal,
Tasa de muestreo	7000 muestras por seg @ 50/60 Hz, sinc. con frec. de red 1700 muestras por seg @ VFD (5 Hz - 110 Hz) 12200 muestras por segundo @ 400 Hz
Rango de frecuencia de red	42,5 ... 69,0 Hz ± 10 mHz 5 ... 110 Hz ± 10 mHz (VFD) 335,0 ... 465,0 Hz ± 100 mHz

Entradas de corriente	CA+CC
Número de entradas	4
Rango de medición (con pinzas flex A 1227/ A 1502)	3 ... 6000 Arms $\pm 1,5\%$ de m.v.
Rango de medición (con pinzas de hierro A1281)	50 m ... 1200 Arms $\pm 0,5\%$ de m.v.

Funciones	Rango de medición	Precisión
Potencia (P, Q, S, cos fi, PF...)	En función de la tensión y las pinzas seleccionadas	IEC 61557-12 Clase 1
Energía	En función de la tensión y las pinzas seleccionadas	Activa: IEC 62053-21 Clase 1 Reactiva: IEC 62053-23 Clase 2
Armónicos (DC ... 50°)	0 ... 20% de tensión nom.	IEC 61000-4-7 Clase 1
Armónicos (DC ... 13°) @400 Hz		
Armónicos (DC ... 20°) @VFD (5 - 16 Hz)		
Armónicos (DC ... 13°) @VFD (16 - 33 Hz)		
Armónicos (DC ... 5°) @VFD (33 - 110 Hz)		
Interarmónicos (1 ... 50°)	0 ... 20% de tensión nom.	IEC 61000-4-7 Clase 1
Interarmónicos (1 ... 20°) @VFD (5 - 16 Hz)		
Interarmónicos (1 ... 13°) @VFD (16 - 33 Hz)		
Interarmónicos (1 ... 5°) @VFD (33 - 110 Hz)		
Flicker	0,2 ... 10	IEC 61000-4-15 Clase F3
Señalización de red	0 ... 15% de tensión nom.	IEC 61000-4-30 Clase S
Desequilibrio	Tensión: 0 ... 5% Corriente: 0 ... 17%	
Temperatura	-10 ... 85 °C	$\pm 0,5$ °C
Bajadas, Subidas	10 ... 150% de tensión nom.	$\pm 0,2$ % de tensión nominal ± 1 ciclo
Interrupciones	0 ... 10% de tensión nom.	± 1 ciclo

Registros	
Memoria	MicroSD de 8GB, soporta hasta 32GB

Registro general	
Periodo de integración	1 segundo ... 2 horas
Señales grabadas	> 1000 (tensiones, corrientes, armónicos, potencia...) Valor mínima, máxima y medio por intervalo - Eventos de tensión - Alarmas personalizadas > 1 año (depende del tamaño de la tarjeta SD)

Grabador de forma de onda	
Duración	Hasta 60 segundos de forma de onda de corriente y tensión
Disparador	Manual, eventos de tensión, alarmas personalizadas. Nivel de tensión o corriente (arranque), intervalo de tiempo

General	
Pantalla	TFT a color de 4,3 pulgadas (480 x 272)
Comunicación	USB, Ethernet
Sincronización de tiempo	Receptor GPS (A 1355)
Alimentación	110 ... 240 Vac o 6 x pilas recargables NiMH, tamaño AA
Categoría de sobretensión	CAT IV / 600 V o CAT III / 1000 V
Peso	1 kg
Dimensiones	230 x 140 x 80 mm

METREL D.D.

Measuring and Regulation Equipment Manufacturer
Ljubljanska 77, SI-1354 Horjul, Slovenia
T +386 (0)175 58 200, F +386 (0)175 49 226
metrel@metrel.si, www.metrel.si

Nota: Las fotografías de este catálogo pueden diferir ligeramente de los equipos en el momento del envío. Sujeto a cambios técnicos sin preaviso.

INFORMACIÓN PARA EL PEDIDO



Imagen del kit MI 2885 EU

Kit MI 2885 Advanced (AD)

- Instrumento Power Q4
- Pinzas de corriente flexibles monofásicas: 3000/300/30 A (A 1502), 4 uds
- Sonda de prueba (marrón, negro, gris, verde, azul), 5 uds
- Pinza de cocodrilo (marrón, negro, gris, verde, azul), 5 uds
- Cable de medición de la tensión (marrón, negro, gris, verde, azul), 5 uds
- Etiquetas de codificación por colores
- Tarjeta de memoria microSD de 8,0 GB
- Lector de tarjeta microSD
- Software para PC PowerView3
- RS232, USB y cable cruzado Ethernet
- Adaptador de fuente de alimentación
- Batería recargable de 1,2 V, NiMH, 6 uds
- Bolsa de transporte blanda
- Manual de instrucciones,
- Certificado de calibración.

Kit MI 2885 Euro (EU)

- Con pinzas de corriente flexibles monofásicas: 3000/300/30 A (A 1227), 4 uds

Kit MI 2885 Standard (ST)

- Sin pinzas de corriente flexibles

ACCESORIOS OPCIONALES

Foto	Num.	Descripción
	A 1033	Pinza de corriente 1000 A/1 V
	A 1037	Transformador de corriente 5 A/1 V
	A 1561	Cable conexión para la pinza de corriente (A 1069, A 1122)
	A 1069	Mini pinza de corriente 100A/1 V
	A 1588	Pinza de corriente 0.5/5/50 A
	A 1281	Current clamp 1000 / 100 / 5 A / 1 V
	A 1503	Minipinza amperimétrica flexible monofásica 6000/600/60 A / 1V
	A 1458	Lector de tarjeta microSD
	A 1354	Sonda de Temperatura
	A 1355	Receptor GPS
	S 2014	Adaptador fusible seguridad, 3 uds.
	S 2015	Pinza plana de seguridad, 4 uds
	A 1391	Pinza corriente AC/DC 300 / 40 A / 1 V
	A 1622	EI Router 3G y Wi-Fi
	S 2072	Disp. almacenamiento USB (backup datos)

Multímetro digital de verdadero valor eficaz Serie 170 de Fluke



Los multímetros digitales Fluke de la serie 170 son las principales herramientas de prueba para solucionar problemas de sistemas eléctricos y electrónicos

Los multímetros digitales Fluke de la serie 170 ofrecen las soluciones preferidas para los técnicos profesionales de todo el mundo. Tienen las capacidades que necesita para solucionar problemas y reparar sistemas eléctricos y electrónicos, combinadas con la reputación única de Fluke de robustez, confiabilidad y precisión.

Todos los multímetros digitales de la serie 170 funcionan con Medición del valor real efectivo. En los sistemas eléctricos modernos con armónicos y accionamientos de motor con convertidores de frecuencia, estos multímetros digitales proporcionan mediciones precisas de tensión y corriente CA con señales complejas no sinusoidales.

Fluke desarrolló el gráfico de barras analógicas para multímetros digitales, que ahora se encuentra en muchos multímetros. Para las señales que cambian con el tiempo, el gráfico de barras facilita el seguimiento de las tendencias que el cambio de valores numéricos.

Los multímetros digitales Fluke serie 170 están respaldados por una garantía limitada de por vida. Cuando la calidad de su trabajo depende de su herramienta de prueba, tenga un multímetro digital Fluke serie 170 en su maletín de herramientas.

EXCEPCIONALMENTE SIMPLE FUNCIONAMIENTO, ALTA ROBUSTEZ Y FIABILIDAD

Fluke 175, 177 y 179 son opciones perfectas para sus tareas diarias y trabajo profesional.

MAYOR PRECISIÓN POR MEDICIONES DE VALOR REAL EFECTIVAS

Mediciones precisas de voltaje y corriente para señales complejas de voltaje de CA.

FÁCIL EVALUACIÓN CAMBIAR SEÑALES

Un gráfico de barras analógico facilita la identificación de tendencias en señales fluctuantes.

MEDICIONES DE TEMPERATURA EN PRESIONE EL BOTÓN (SOLO FLUKE 179)

Con el termómetro incorporado, puede registrar fácilmente los valores de temperatura sin tener que llevar consigo un dispositivo de medición separado.





Información General

Datos ambientales

Rango de temperatura de funcionamiento	- 10 ° C hasta +50 ° C
Rango de temperatura de almacenamiento	- 30 ° C hasta +60 ° C
Humedad (sin Condensación)	0% - 90% (0 ° C - 35 ° C) 0% - 70% (35 ° C - 50 ° C)

Especificaciones de seguridad

Categorías de sobretensión	CAT III 1000 V según EN 61010-1 CAT IV 600 V según EN 61010-1
Aprobaciones	CSA, CE

Datos mecánicos y generales

Dimensiones	mm
Peso	420 g
Garantía	De por vida, restringido
Duración de la batería	Alcalino, aproximadamente 200 horas típico, sin luz de fondo

Especificaciones técnicas

La precisión se especifica por un período de un año a partir de la calibración a temperaturas de funcionamiento de 18 ° C a 28 ° C con humedad relativa de 0% a 90%. Las especificaciones de precisión se dan de la siguiente manera: ± ([% de lectura] + [pasos de conteo]) 1

Función de medida	Zona	resolución	exactitud		
			Modelo 175	Modelo 177	Modelo 179
Voltaje CA 2.3 60,00 V.	600,0 mV	0,1 mV	1,0% + 3 (De 45 Hz a 500 Hz)	1,0% + 3 (De 45 Hz a 500 Hz)	1,0% + 3 (De 45 Hz a 500 Hz)
	6.000 V	0,001 V			
		0,01 V			
	600,0 V	0,1 V			
	1000 V	1 V	2,0% + 3 (500 Hz a 1 kHz)	2,0% + 3 (500 Hz a 1 kHz)	2,0% + 3 (500 Hz a 1 kHz)
Voltaje DC mV	600,0 mV	0,1 mV	0,15% + 2	0,09% + 2	0,09% + 2
Voltaje DC	6.000 V	0,001 V	0,15% + 2	0,09% + 2	0,09% + 2
	60,00 V.	0,01 V			
	600,0 V	0,1 V			
	1000 V	1 V	0,15% + 2	0,15% + 2	0,15% + 2
Examen de continuidad	600 Ω	1 Ω	Señal acústica a <25 Ω; La señal acústica se apaga a > 250 Ω; detecta circuitos abiertos y cortocircuitos de 250 μs o más.		
resistencia	600,0 Ω	0,1 Ω	0,9% + 2	0,9% + 2	0,9% + 2
	6.000 kΩ	0,001 kΩ	0,9% + 1	0,9% + 1	0,9% + 1
	60,00 kΩ	0,01 kΩ	0,9% + 1	0,9% + 1	0,9% + 1
	600,0 kΩ	0,1 kΩ	0,9% + 1	0,9% + 1	0,9% + 1
	6.000 MΩ	0,001 MΩ	0,9% + 1	0,9% + 1	0,9% + 1
	50,00 MΩ	0,01 MΩ	1,5% + 3	1,5% + 3	1,5% + 3
Prueba de diodos	2.400 V	0,001 V	1% + 2		
capacidad	1000 nF	1 nF	1,2% + 2	1,2% + 2	1,2% + 2
	10,00 μF	0,01 μF	1,2% + 2	1,2% + 2	1,2% + 2
	100,0 μF	0,1 μF	1,2% + 2	1,2% + 2	1,2% + 2
	9999 μF4	1 μF	10% típico	10% típico	10% típico
AC 5 (realmente efectivo) (De 45 Hz a 1 kHz)	60,00 mA	0,01 mA	1,5% + 3	1,5% + 3	1,5% + 3
	400,0 mA6	0,1 mA			
	6.000 A	0,001 A			
	10.00 A7	0,01 A			
Corriente continua 4	60,00 mA	0,01 mA	1,0% + 3	1,0% + 3	1,0% + 3
	400,0 mA6	0,1 mA			
	6.000 A	0,001 A			
	10.00 A7	0,01 A			
frecuencia	99,99 Hz	0,01 Hz	0,1% + 1	0,1% + 1	0,1% + 1
(AC o DC acoplado, V o entrada A2,3)	999,9 Hz	0,1 Hz			
	9,999 kHz	0,001 kHz			
	99,99 kHz	0,01 kHz			
temperatura	- 40 ° C hasta +400 ° C - 40 ° F a +752 ° F	0,1 ° C 0,1 ° F	no disponible	no disponible	1% + 105 1% + 185
Mínimo máximo- / Promedio	Para las funciones de CC, la precisión corresponde a la precisión especificada de la función de medición ± 12 pasos de conteo para cambios con una duración de > 350 ms. Para las funciones de CA, la precisión corresponde a la precisión especificada de la función de medición ± 40 pasos de conteo para cambios con una duración de > 900 ms.				




1 Todos los rangos de voltaje CA y corriente CA se especifican del 5% al 100% del rango.


2 Factor de cresta ≤ 3 en el valor de escala completa hasta 500 V, disminuyendo linealmente hasta el factor de cresta ≤ 1,5 a 1000 V.

3 Para señales no sinusoidales con factores de cresta de hasta 3, sume típicamente: - (2% del valor medido + 2% del final del rango). 4 En el rango de 9999 μF, la precisión para mediciones de hasta 1000 μF para todos los modelos es 1.2% + 2.

5 Tensión de carga en la entrada de corriente (típica): entrada de 400 mA 2 mV / mA, entrada de 10 A 37 mV / A. 6 Precisión en el rango de 400,0 mA especificado hasta una sobrecarga de 600 mA.

7 > 10A sin especificar.

modelo	175	177	179
			
	Usos generales	Solución de problemas reparar	Medida de temperatura Reparación de resolución de problemas
Funciones básicas			
Alcance de la pantalla	6000	6000	6000
Medición de valor real efectivo	C.A.	C.A.	C.A.
Precisión básica con voltaje CC	0,09%	0,09%	0,09%
Selección de rango automática y manual Configuración de la pantalla	• / •	• / •	• / •
	3-1 / 2	3-1 / 2	3-1 / 2
Funciones de medida			
Voltaje DC y AC	1000 V	1000 V	1000 V
Corriente continua y alterna	10 A	10 A	10 A
resistencia	50 M. Ω	50 MΩ	50 MΩ
frecuencia	100 kHz	100 kHz	100 kHz
capacidad	10,000 μF	10,000 μF	10,000 μF
temperatura			(+) 400 ° C
Prueba de continuidad / prueba de diodos	•	•	•
monitor			
Gráfico de barras analógicas	•	•	•
Iluminar desde el fondo		•	•
Diagnóstico y datos			
Grabación mínima / máxima	•	•	•
Retención de pantalla / Retención automática (táctil)	• / •	• / •	• / •
Más funciones			
Carcasa con protección de plástico / integrada funda tem	•	•	•
Rango de temperatura de funcionamiento	- 10 ° C, +50 ° C	- 10 ° C, +50 ° C	- 10 ° C, +50 ° C
Garantía y seguridad eléctrica			
Garantía en años	De por vida, restringido	De por vida, restringido	De por vida, restringido
Advertencia de contacto peligroso tensión	•	•	•
EN 61010-1 CAT III EN	1000 V	1000 V	1000 V
61010-1 CAT IV	600 V	600 V	600 V
Cables de prueba recomendados como accesorios	TL75, TL175	TL75, TL175	TL75, TL175

 Funciones etiquetadas solo disponibles en este modelo

Información sobre pedidos

Multímetro digital de verdadero valor eficaz Fluke 179

Multímetro digital de verdadero valor eficaz Fluke 177

Multímetro digital de verdadero valor eficaz Fluke 175

alcance de entrega

Batería de 9 V instalada

Cables de prueba TL75

Manual de instrucciones

Sonda de temperatura 80BK-A (solo Fluke 179)



Casualidad. Para que tu mundo se mantenga intacto.

Fluke Germany GmbH
 In den Engematten 14
 79286 Glottertal
 Teléfono: 0 69 2 2222 0203 Fax:
 0 76 84800 9410
 Correo electrónico: CS.Deutschland-ELEK@Fluke.com
 Correo electrónico: CS.Deutschland-INDS@Fluke.com
 Web: www.fluke.de

Consejo técnico:
 Asesoramiento sobre las propiedades del producto,
 Especificaciones, calibres y
 Preguntas de aplicación
 Tel.: +49 (0) 7684 8 00 95 45 Correo electrónico:
techsupport.dach@fluke.com

Fluke Austria GmbH
 Liebermannstrasse F01
 2345 Brunn am Gebirge Teléfono: +43
 (0) 1928 9503 Fax: +43 (0) 1928 9501
 Correo electrónico:
roc.austria@fluke.nl
 Web: www.fluke.at

Fluke (Suiza) GmbH
 División industrial
 Hardstrasse 20
 CH-8303 Bassersdorf
 Teléfono: +41 (0) 44580 7504 Fax: +41
 (0) 44580 75 01 Correo electrónico:
info@ch.fluke.nl
 Web: www.fluke.ch

© 2018 Fluke Corporation. Todos los derechos reservados.
 Sujeto a cambios.
 10/2018 6011663a-de
 Este documento no puede modificarse sin el permiso por escrito de
 Fluke Corporation.

Extractores hidráulicos y de cuchillas SKF



Extractores hidráulicos de garras



Desmontaje de rodamientos sin apenas esfuerzo, hasta 100 kN

Kit de extractores de garras TMHP 10E

- Kit versátil que incluye tres garras de longitudes diferentes; adecuado para un amplio rango de aplicaciones.
- El husillo hidráulico facilita el desmontaje sin apenas esfuerzo.
- El sistema de autofijación de las garras minimiza el riesgo de que el extractor resbale de la aplicación una vez sometido a carga.
- El punto de centrado con muelles del husillo hidráulico permite que el extractor se centre en el eje sin dañarlo.
- El husillo hidráulico está equipado con una válvula de seguridad, minimizando así el riesgo de sobrecargar el extractor, limitando las fuerzas aplicadas a 100 kN.
- Su alta capacidad de extracción de 100 kN hace que este extractor sea adecuado para una gran variedad de trabajos de desmontaje.
- El gran recorrido del husillo hidráulico, 80 mm, facilita el desmontaje de una sola vez.
- Se suministran unos prolongadores para el husillo hidráulico, que permiten una adaptación rápida a la longitud de extracción.

Datos técnicos – TMHP 10E



Referencia	TMHP 10E		
Contenido	1 x soporte para las garras 3 x garras, 110 mm (4.3 pulg.) 3 x garras, 160 mm (6.3 pulg.) 3 x garras, 200 mm (7.9 pulg.) 1 x husillo hidráulico TMHS 100 3 x prolongadores para el husillo hidráulico; 50, 100, 150 mm (2, 4, 6 pulg.) 1 x punto de centrado para el husillo hidráulico		
Recorrido máximo	80 mm (3.1 pulg.)		
Rosca del cilindro hidráulico	1 1/2-16 UN		
Fuerza de extracción nominal	100 kN (11.2 US ton)		
Dimensiones del maletín de transporte	578 x 410 x 70 mm (23 x 16 x 2.8 pulg.)		
Peso del kit completo	14,5 kg (32 lb)		
		Kit de garras 1 (3 x TMHP10E-10)	
		Longitud efectiva de las garras	115 mm (4.5 pulg.)
		Ancho de agarre	75–170 mm (3,0–6.7 pulg.)
		Altura de las garras	6 mm (0.2 pulg.)
		Kit de garras 2 (3 x TMHP10E-11)	
		Longitud efectiva de las garras	160 mm (6.3 pulg.)
		Ancho de agarre	80–250 mm (3.1–9.8 pulg.)
		Altura de las garras	7 mm (0.28 pulg.)
		Kit de garras 3 (3 x TMHP10E-12)	
		Longitud efectiva de las garras	200 mm (7.9 pulg.)
		Ancho de agarre	110–280 mm (4.3–11 pulg.)
		Altura de las garras	7 mm (0.28 pulg.)

Extractores de cuchillas

Fácil desmontaje de rodamientos, incluso en los espacios más reducidos

Extractores de cuchillas, serie TMBS E

Los extractores de cuchillas SKF TMBS E facilitan el desmontaje de rodamientos en aplicaciones donde el uso de los extractores de garras tradicionales está limitado por la falta de espacio disponible o donde la aplicación requiere un largo alcance.



- El diseño especial de las cuchillas permite insertar el extractor fácilmente entre el rodamiento y el resalte del eje.
- El punto de centrado con muelles del husillo hidráulico permite centrar fácilmente el extractor.
- Su firme agarre por detrás del aro interior del rodamiento reduce la fuerza requerida para desmontar el rodamiento.
- El husillo hidráulico viene equipado con una válvula de seguridad que minimiza el riesgo de sobrecargar el extractor.
- El largo recorrido del husillo hidráulico, 80 mm, facilita el desmontaje de una sola vez.
- El TMBS 50E lleva un husillo mecánico que genera la fuerza.
- Los TMBS 100E y TMBS 150E están equipados con un husillo hidráulico que permite aplicar una fuerza de hasta 100 kN sin apenas esfuerzo.
- Los prolongadores del husillo hidráulico permiten una adaptación rápida a la longitud de extracción.
- Los prolongadores del TMBS 100E y del TMBS 150E permiten una adaptación fácil y rápida a una longitud de extracción de hasta 816 mm.

Tabla de selección

Referencia	Diámetro del eje		Diámetro exterior máximo del rodamiento		Alcance máximo	
	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.
TMBS 50E	7-50	0.3-1.9	85	3.3	110	4.3
TMBS 100E	20-100	0.8-3.9	160	6.3	120-816	4.7-32.1
TMBS 150E	35-150	1.4-5.9	215	8.5	120-816	4.7-32.1
TMHC 110E	20-100	0.8-3.9	160	6.3	120-245	4.7-9.6



Potente combinación de extractor de garras y extractor de cuchillas

Kit avanzado de extracción hidráulica TMHC 110E

- El TMHC 110E es un kit de extracción hidráulica que combina un extractor de garras y un extractor de cuchillas.
- Un kit de extracción versátil facilita el desmontaje sencillo y seguro en una variedad de aplicaciones.
- El husillo hidráulico facilita el desmontaje sencillo y seguro.
- Alta capacidad de carga de 100 kN.
- El extractor de garras incluye dos tamaños diferentes para un alcance máximo de 115 mm.
- El extractor de garras se puede montar con tres o dos garras según el espacio disponible y los requisitos de la aplicación.
- El agarre firme del extractor de cuchillas en la parte trasera del aro interior del rodamiento reduce la fuerza requerida para desmontar el rodamiento.
- Se suministra con unos prolongadores para permitir un alcance máximo de 245 mm para una adaptación rápida a la longitud de extracción.

Datos técnicos – Serie TMBS E



Referencia	TMBS 50E	TMBS 100E	TMBS 150E
Contenido	1 x kit de cuchillas 1 x husillo mecánico 1 x viga 2 x barras principales	1 x kit de cuchillas 2 x barras principales 2 x prolongadores, 125 mm 4 x prolongadores, 285 mm 1 x viga 1 x husillo hidráulico TMHS 100 2 x prolongadores para el husillo hidráulico; 50, 100 mm 1 x punto de apoyo con punto de centrado para el husillo hidráulico	1 x kit de cuchillas 2 x barras principales 2 x prolongadores, 125 mm 4 x prolongadores, 285 mm 1 x viga 1 x husillo hidráulico TMHS 100 2 x prolongadores para el husillo hidráulico; 50, 100 mm 1 x punto de apoyo con punto de centrado para el husillo hidráulico
Recorrido máximo	–	80 mm (3.1 pulg.)	80 mm (3.1 pulg.)
Fuerza nominal de funcionamiento	30 kN (3.4 US ton)	100 kN (11.2 US ton)	100 kN (11.2 US ton)
Alcance máximo	110 mm (4.3 pulg.)	120–816 mm (4.7–31.1 pulg.)	120–816 mm (4.7–31.1 pulg.)
Diámetro del eje	7–50 mm (0.3–2 pulg.)	20–100 mm (0.8–4 pulg.)	35–150 mm (1.4–6 pulg.)
Rosca del cilindro hidráulico	–	1 1/2-16 UN	1 1/2-16 UN
Dimensiones del maletín de transporte	295 x 190 x 55 mm (11.6 x 7.5 x 2 pulg.)	580 x 410 x 70 mm (23 x 16 x 2.8 pulg.)	580 x 410 x 70 mm (23 x 16 x 2.8 pulg.)
Peso	1,8 kg (4 lb)	13,5 kg (29.8 lb)	17 kg (37.5 lb)

Datos técnicos – TMHC 110E



Referencia	TMHC 110E
Contenido	1 x soporte para las garras 3 x garras, 60 mm 3 x garras, 120 mm 1 x separador completo 1 x viga 2 x barras principales 2 x prolongadores, 125 mm 1 x husillo hidráulico TMHS 100 2 x prolongadores para el husillo hidráulico; 50, 100 mm 1 x punto de apoyo con punto de centrado para el husillo hidráulico
Recorrido máximo	80 mm (3.1 pulg.)
Fuerza nominal de funcionamiento	100 kN (11.2 US ton)
Rosca del cilindro hidráulico	1 1/2-16 UN
Dimensiones del maletín de transporte	580 x 410 x 70 mm (23 x 16 x 2.8 pulg.)
Peso	13,5 kg (29.8 lb)

Kit de garras 1 (3 x TMHP10E-9)		
Longitud efectiva de las garras	65 mm	(2.6 pulg.)
Ancho de agarre	50–110 mm	(2–4.3 pulg.)
Altura de las garras	6 mm	(0.2 pulg.)
Kit de garras 2 (3 x TMHP10E-10)		
Longitud efectiva de las garras	115 mm	(4.5 pulg.)
Ancho de agarre	75–170 mm	(3.0–6.7 pulg.)
Altura de las garras	6 mm	(0.2 pulg.)
Extractor de cuchillas		
Alcance máximo	250 mm	(9.8 pulg.)
Diámetro del eje	20–100 mm	(0.8–4 pulg.)

skf.com | mapro.skf.com | skf.com/mount

© SKF es una marca registrada del Grupo SKF.

© Grupo SKF 2016
El contenido de esta publicación es propiedad de los editores y no puede reproducirse (incluso parcialmente) sin autorización previa por escrito. Se ha tenido el máximo cuidado para garantizar la exactitud de la información contenida en esta publicación, pero no se acepta ninguna responsabilidad por pérdidas o daños, ya sean directos, indirectos o consecuentes, que se produzcan como resultado del uso de dicha información.

PUB MP/P8 13078 ESAR · Mayo 2016

TIH 100m

Calentador de inducción mediano con capacidad para calentar rodamientos de hasta 120 kg

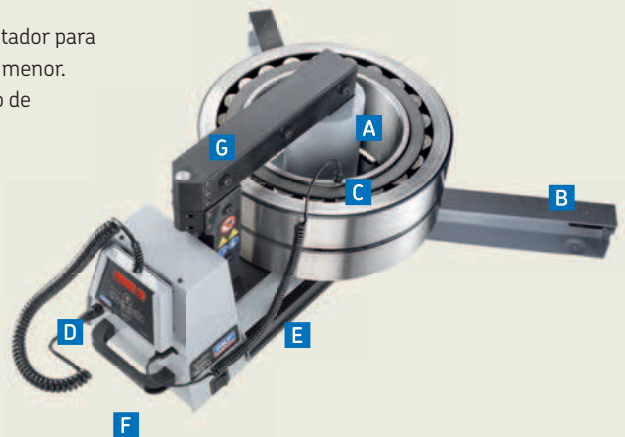
El calentador de inducción mediano SKF TIH 100m cuenta con niveles de eficiencia y rendimiento tan exigentes como los del calentador de tamaño pequeño, además de con mayor capacidad. Su sistema electrónico de avanzado diseño permite controlar la corriente eléctrica con precisión. Posee, además, un modo de auto-apagado para evitar el sobrecalentamiento y otro para controlar los incrementos de temperatura. Éstas son algunas funciones de serie de la gama TIH..m.

- Capaz de calentar un rodamiento de 97 kg en menos de 20 minutos.
- Equipado de serie con tres yugos, lo que permite calentar rodamientos con un diámetro de agujero desde 20 mm hasta un peso máximo de 120 kg.
- Brazo giratorio para yugo de mayor tamaño.



Características y beneficios

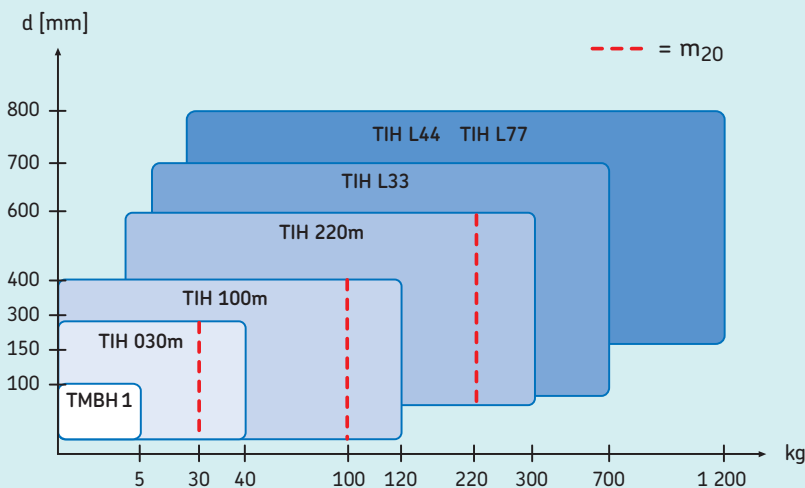
- A** La bobina de inducción está colocada en el exterior de la carcasa del calentador para permitir un tiempo de calentamiento más corto y un consumo energético menor.
- B** Los brazos plegables de apoyo de rodamientos facilitan el calentamiento de rodamientos de mayor tamaño y reducen el riesgo de que se vuelquen durante el ciclo de calentamiento.
- C** La sonda de temperatura magnética, combinada con el modo de calentamiento por temperatura preestablecido a 110 °C, ayuda a prevenir el sobrecalentamiento del rodamiento.
- D** Un control remoto único de SKF dotado de una pantalla y un panel de control, facilita el uso del calentador y lo hace más seguro.
- E** El almacenamiento interno, para los yugos más pequeños, reduce el riesgo de que el yugo sufra daños o pérdidas.
- F** Las asas de transporte integradas permiten mover el calentador más fácilmente de un lugar del taller a otro.
- G** El brazo deslizante o giratorio permite que se sustituya el rodamiento de forma fácil y rápida, con lo que se reduce la fatiga del operario (no incluido en el TIH 030m).



Datos técnicos

Referencia	TIH 100m		
Peso máximo del rodamiento	120 kg (264 lb)	Voltaje ¹⁾	100–240 V/50–60 Hz –
Gama de diámetros del agujero	20–400 mm (0.8–15.7 pulg.)		100–120 V/50–60 Hz –
Área de funcionamiento (ancho × altura)	155 × 205 mm (6.1 × 8 pulg.)		200–240 V/50–60 Hz TIH 100m/230 V
Diámetro de la bobina	110 mm (4.3 pulg.)		400–460 V/50–60 Hz TIH 100m/MV
Yugos estándares (incluidos) para adaptarse al diámetro mínimo del agujero del rodamiento	80 mm (3.1 pulg.) 40 mm (1.6 pulg.) 20 mm (0.8 pulg.)	Control de temperatura	20 to 250 °C (68 to 482 °F)
Ejemplo de aplicación (rodamiento, peso, temperatura, tiempo)	23156 CC/W33, 97 kg, 110 °C, 20m	Desmagnetización según las normas SKF	<2 A/cm
Consumo máx. de energía	3,6 kVA (230 V) 4,0–4,6 kVA (400–460 V)	Dimensiones (ancho × profundidad × altura)	570 × 230 × 350 mm (22.4 × 9 × 13.7 pulg.)
		Peso total (incl. yugos)	42 kg (92 lb)

Gama de calentadores de inducción SKF



La gama completa de calentadores de inducción SKF es adecuada para la mayoría de aplicaciones de calentamiento de rodamientos. La tabla proporciona información general con el propósito de ayudar a elegir el calentador de inducción para rodamientos apropiado en función de la aplicación ³⁾.

El concepto SKF m_{20} representa el peso (en kg) del rodamiento de rodillos a rótula de SKF más pesado de la serie 231, que se puede calentar de 20 a 110 °C en 20 minutos. Esto define la potencia de salida del calentador en lugar de su consumo de energía. A diferencia de otros calentadores de inducción, se indica claramente el tiempo que va a tardar en calentar el rodamiento, y no solo su peso máximo posible.

¹⁾ Existen algunas versiones con voltajes especiales (p. ej., 575 V, 60 Hz listo para pruebas CSA) disponibles para países específicos.

Para obtener más información, comuníquese con el distribuidor autorizado de SKF de su zona.

²⁾ La temperatura máxima de calentamiento depende del peso y la geometría del rodamiento o la pieza de trabajo.

Los calentadores pueden alcanzar temperaturas más elevadas; comuníquese con SKF para pedir asesoramiento.

³⁾ Para calentar componentes que no sean rodamientos, SKF recomienda utilizar un calentador de la serie TIH L MB.

Comuníquese con SKF para obtener ayuda para seleccionar un calentador de inducción adecuado para su aplicación.



AMPROBE®

AMB-25 y AMB-35

Megóhmetros digitales: probadores de resistencia de aislamiento



La calidad no tiene por qué ser cara. Estos megóhmetros asequibles aún ofrecen una sólida gama de características diseñadas para cumplir con la mayoría de las aplicaciones de prueba de aislamiento.

- Prueba de aislamiento de alambres, cables, transformadores y motores
- Viene como un kit completo que incluye cables de prueba
- Voltajes de prueba seleccionables hasta 1000V
- Bloqueo de botón para prueba de relación de absorción dieléctrica
- Ohmímetro sensible para comprobar la resistencia de los devanados del motor
- Voltímetro incorporado (solo AMB-35)
- Memoria interna (almacena 9 lecturas)
- Diseño robusto y duradero, rápido y fácil de usar



CARACTERÍSTICAS	AMB-25	AMB-35	EXACTITUD
Resistencia de aislamiento con Prueba de 250, 500 y 1000 VCC 0 voltajes	4.000 / 40.00 / 400.0 / 4000 MΩ 0 - 4.000 / 40.00 / 400.0 / 4000 MΩ	0 - 4.000 / 40.00 / 400.0 / 4000 MΩ ± 5% Rdg ± 5 LSD <4GΩ	± 3% Rdg ± 5 LSD <1GΩ
Resistencia	0 - 9999Ω	0 - 9999Ω	1% de lectura ± 2 LSD
Baja resistencia		0,10 - 40,00 Ω	2% de lectura ± 2 LSD
Voltaje AC / DC		0,1 - 1000,0 V	± 2.0% Rdg ± 1 LSD

PIEZAS DE REPUESTO (suministrado con el producto)	NÚMERO DE PARTE
Juego completo de cables de prueba	MTL-45
Manual de instrucciones	www.AMPROBE.com

ACCESORIOS OPCIONALES	NÚMERO DE PARTE
Estuche de transporte	GP-2CC



Miramar, FL 33025 • Número gratuito: 800-327-5060 • Teléfono: 954-499-5400 • Fax: 954-499-5418 • www.Amprobe.com

www.AMPROBE.com

Pinzas amperimétricas serie 320 de verdadero valor eficaz

Con la resistencia, precisión y confiabilidad de Fluke.

Las pinzas amperimétricas 323, 324 y 325 de Fluke están diseñadas para desempeñarse en los entornos más hostiles y para proporcionar resultados confiables, libres de ruidos para que los usuarios puedan diagnosticar problemas con toda confianza. Las mediciones de verdadero valor eficaz y con ergonomía mejorada convierten a las pinzas amperimétricas de la serie 320 en las mejores herramientas de resolución general de problemas para los electricistas comerciales y residenciales.

Nuevo



Datos técnicos

Funciones de medición

- Medición de corriente CA de 400 A (solo 325 para corriente CC y AC)
- Medición de tensión CA y CC de 600 V
- Corriente y tensión CA de verdadero valor eficaz para mediciones precisas en señales no lineales
- Medición de resistencia de hasta 40 kΩ con detección de continuidad
- Medición de temperatura y capacitancia (solo 324 y 325)
- Medición de la frecuencia (solo 325)

Características

- Diseño ergonómico y delgado
- Pantalla retroiluminada grande y de fácil lectura (solo 324 y 325)
- Categoría de seguridad CAT IV 300 V/CAT III 600 V
- Botón de retención
- Garantía de dos años
- Estuche de transporte flexible

Especificaciones

		323	324	325
Corriente CA	Rango	400,0 A	40,00 A/400,0 A	40,00 A/400,0 A
	Precisión	2 % ± 5 dígitos (45 Hz a 65 Hz) 2,5 % ± 5 dígitos (65 Hz a 400 Hz)	1,5 % ± 5 dígitos (45 Hz a 400 Hz) Añadir 2 % por la sensibilidad posición	2 % ± 5 dígitos (45 Hz a 65 Hz) 2,5 % ± 5 dígitos (65 Hz a 400 Hz)
Corriente continua	Rango	—	—	40,00 A/400,0 A
	Precisión	—	—	2 % ± 5 dígitos
Tensión de CA	Rango	600,0 V	600,0 V	600,0 V
	Precisión	1,5 % ± 5 dígitos	1,5 % ± 5 dígitos	1,5 % ± 5 dígitos
Tensión de CC	Rango	600,0 V	600,0 V	600,0 V
	Precisión	1,0 % ± 5 dígitos	1,0 % ± 5 dígitos	1,0 % ± 5 dígitos
Resistencia	Rango	400,0 Ω/4000 Ω	400,0 Ω/4000 Ω	400,0 Ω, 4000 Ω, 40,00 Ω
	Precisión	1 % ± 5 dígitos	1 % ± 5 dígitos	1 % ± 5 dígitos
Continuidad		≤ 70 Ω	≤ 30 Ω	≤ 30 Ω
Capacitancia		—	0 to 100,0 µF, 100 µF to 1000 µF	0 to 100,0 µF, 100 µF to 1000 µF
Frecuencia		—	—	5,0 Hz a 500,0 Hz
Respuesta de CA		Verdadero valor eficaz	Verdadero valor eficaz	Verdadero valor eficaz
Retroiluminación		—	Sí	Sí
Registro de datos		Sí	Sí	Sí
Temperatura de contacto		—	-10,0 °C a 400,0 °C (14,0 °F a 752,0 °F)	-10,0 °C a 400,0 °C (14,0 °F a 752,0 °F)
Mín./Máx.		—	—	Sí
Dimensiones	Al x An x Pr (mm)	207 x 75 x 34	207 x 75 x 34	207 x 75 x 34
	Diámetro máx. del cable	30 mm (600 MCM)	30 mm (600 MCM)	30 mm (600 MCM)
	Peso	265 g	208 g	283 g
Clasificación de categoría		CAT III 600 V CAT IV 300 V	CAT III 600 V CAT IV 300 V	CAT III 600 V CAT IV 300 V
Garantía		Dos años	Dos años	Dos años

Información para realizar pedidos

Pinza amperimétrica 323 de verdadero valor eficaz
Pinza amperimétrica 324 de verdadero valor eficaz
Pinza amperimétrica 325 de verdadero valor eficaz

Todos los modelos incluyen

Pinza amperimétrica, cables de prueba, estuche flexible y manual de uso.

Fluke. *Los instrumentos más confiables en el mundo.*

Fluke Corporation
Everett, WA 98206 EE.UU.

Latin America
Tel: +1 (425) 446-5500
Web: www.fluke.com/laam

Para obtener información adicional póngase en contacto con:
En EE. UU. (800) 443-5853 o
Fax (425) 446-5116
En Europa/Medio Oriente/África
+31 (0) 40 2675 200 o
Fax +31 (0) 40 2675 222
En Canadá (800)-36-FLUKE o
Fax +1 (425) 446-5116
Acceso a Internet: www.fluke.com

©2012-2014 Fluke Corporation. Reservados todos los derechos. Impreso en los Países Bajos. Información sujeta a modificación sin previo aviso. 9/2014 4240157B_LAES

No está permitido modificar este documento sin autorización por escrito de Fluke Corporation.

	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
	PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

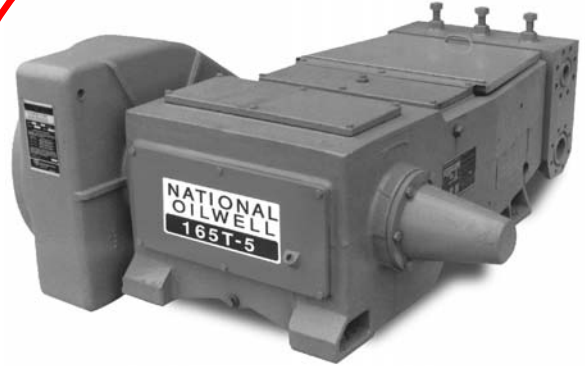
ANEXO N°3

LISTADO DE PARTES DE BOMBA NOV 165T-5L

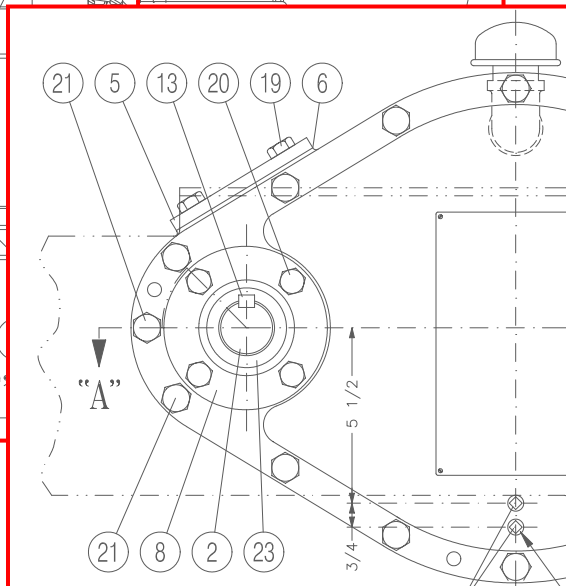
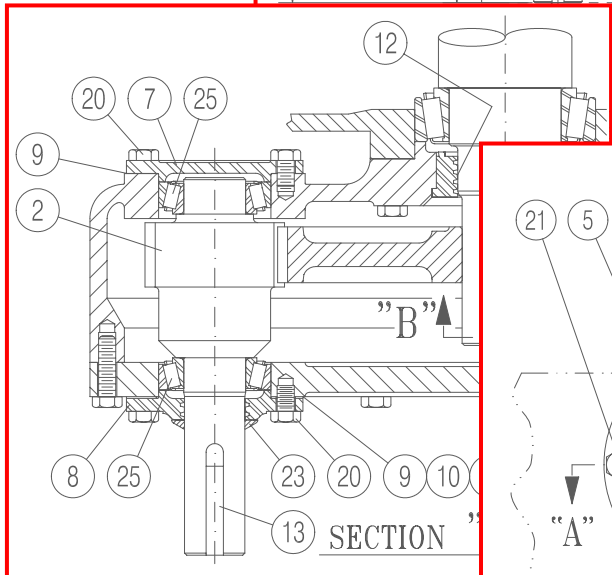
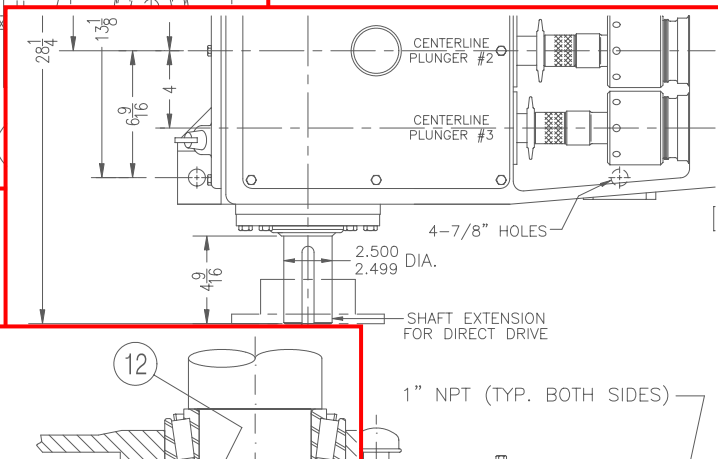
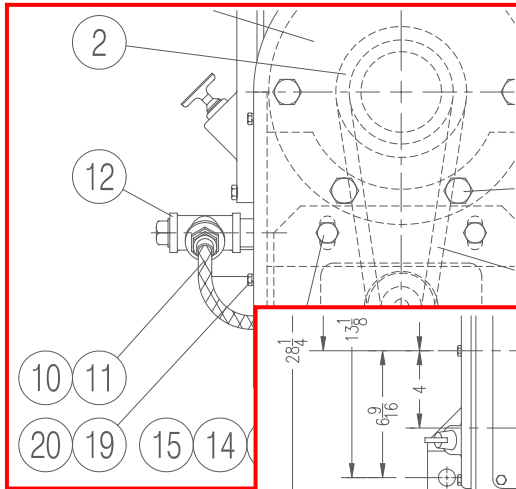


NATIONAL OILWELL

165T-5 Triplex Plunger Pump Parts List

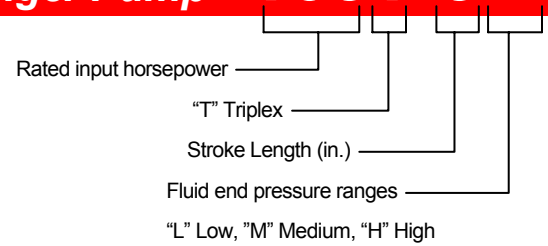
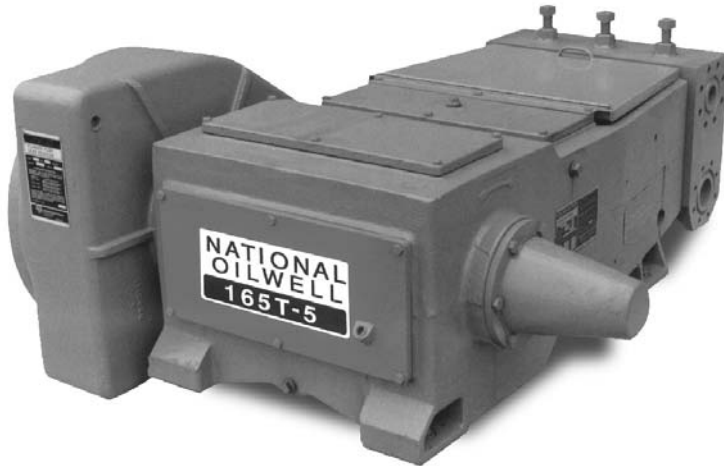


165T-5



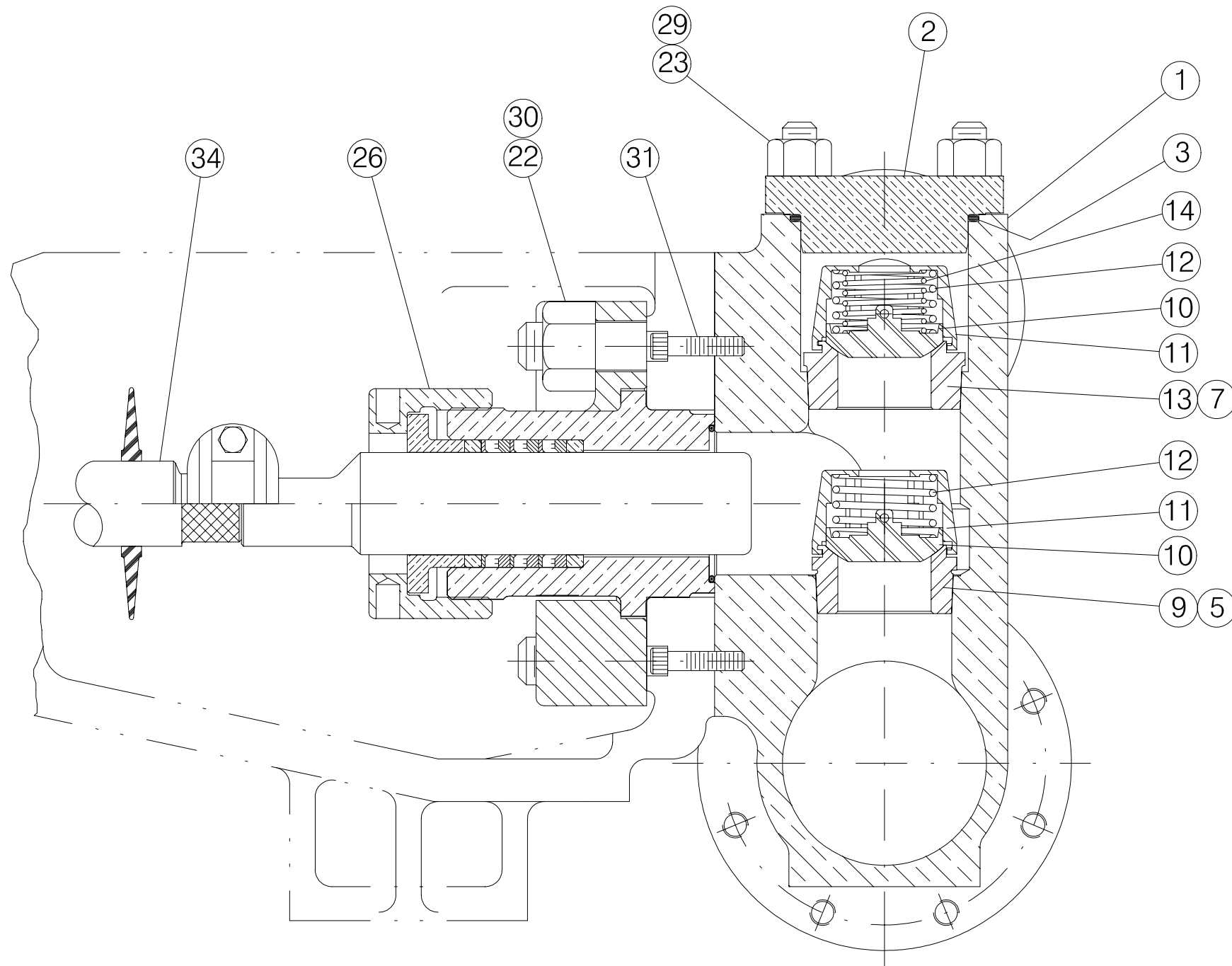
Types:
165T-5L
165T-5M
165T-5H

Sales / Technical Information
USA Tollfree: 1 (800) 800-4110
Phone: 1 (713) 462-4110
Fax: 1 (713) 462-3152
Internet: <http://www.natoil.com>



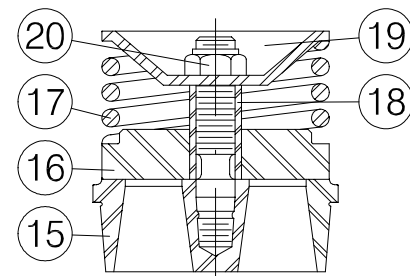
Index and Check List:

PAGE	DWG. NUMBER	DESCRIPTION	SERIES OF ISSUE	DATE OF ISSUE
1	1717138	ASSEMBLY, FLUID END, 165T-5L – ALUM. BRZ.	FIRST	06-15-95
2	1717139	ASSEMBLY, FLUID END, 165T-5M – ALUM. BRZ.	FIRST	06-15-95
3	1717140	ASSEMBLY, FLUID END, 165T-5H – ALUM. BRZ.	FIRST	06-15-95
4	1717135	POWER END ASSEMBLY	SECOND	10-17-00
5	1717136	CRANKSHAFT ASSEMBLY	THIRD	12-19-03
6	1717131	DELTRIN OR PLATE DISC VALVE SERVICE – DURABLA TAPERED SEAT	FIRST	06-15-95
7	1717132	CAGE VALVE SERVICE – S.S. PLATE, BOTTOM GUIDED AND BALL AND SEAT	FIRST	06-15-95
8	1717127	VALVE SERVICE KITS – SPHERICAL SEAT AND DURABLA TAPERED SEAT	FIRST	06-15-95
9	1717137	VALVE SERVICE KITS – NOW TAPERED SEAT AND CAGE TYPE	FIRST	06-15-95
10	1717141	GEAR REDUCER ASSEMBLY (ALL RATIOS)	SECOND	10-09-01
11	1717120	PLUNGER KIT ASSEMBLY – 165T-5L AND 5M	FIRST	06-15-95
12	1717121	PLUNGER KIT ASSEMBLY – 165T-5H	FIRST	06-15-95
13	1717125	S.S. PLUNGER KITS W/ KEVLAR PACKING – 165T-5L AND 5M	FIRST	06-15-95
14	1717126	S.S. PLUNGER KITS W/ KEVLAR PACKING – 165T-5L, 5M AND 5H	FIRST	06-15-95
15	1717122	PLUNGER W/ INTERM. ROD ASSY. STRAIGHT / TAPERED CLAMP	FIRST	06-15-95
16	1717123	PLUNGER W/ INTERM. ROD ASSY. – DOUBLE TAPERED CLAMP (OBSOLETE)	FIRST	06-15-95
17	1717124	PLUNGER W/ INTERM. ROD ASSY. – THREADED PLUNGER	FIRST	06-15-95
18	1712225	LUBRICATOR PIPING ASSY.	FIRST	06-15-95
19	1717129	OPTIONAL ACCESSORIES	FIRST	06-15-95
20	1717133	LOW PRESSURE IN-LINE SUCTION DAMPENERS (WELD-ON)	FIRST	06-15-95
21	1717134	HIGH PRESSURE IN-LINE SUCTION DAMPENERS (WELD-ON)	FIRST	06-15-95
22	1717005	165T-5 OUTLINE DRAWING WITHOUT GEAR REDUCER	FIRST	06-15-95
23	1717007	165T-5 OUTLINE DRAWING WITH GEAR REDUCER	FIRST	06-15-95

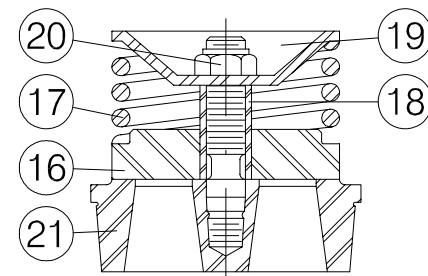


QTY REQ'D	PART NO.	DESCRIPTION	ITEM NO.
3	SEE PAGES 15, 16 & 17	INTERMEDIATE ROD (SCREW OR CLAMP TYPE)	34
△	16 7000444-11	7000444-11 SCREW, 3/4" x 3 HEX HD CAP (DISCH.)	33
△	16 7000440-11	7000440-11 SCREW, 3/4" x 2 HEX HD CAP (SUCT.)	32
4	7006309	7006309 SCREW, 1/2"-13 x 2 1/4" HEX SOC HD CAP	31
12	6300220	6300220 NUT, 1 3/8"-6 HVY HEX	30
12	6300160	6300160 NUT, 1"-8 HVY HEX	29
△	2 6908025	6908025 RING, OVAL JOINT R-31	28
△	2 6010007	6010007 GASKET, 6" 150# FLAT RING	27
3	SEE PAGES 11, 12, 13 & 14	STD. PLUNGER KIT SELECTION	26
⊗	2 #45-A	#45-A CAPPLUG - DISCH. FLG.	25
⊗	2 #1097	#1097 CAPPLUG - SUCT. FLG.	24
12	10000185	10000185 STUD, 1" x 3 3/4" LG	23
12	10032367	10032367 STUD, 1 3/8" x 7 1/2" LG.	22
1	1560034	SEAT, VALVED STUDDED	21
1	6306100	NUT, 5/8" LOCKING	20
1	1560103	RETAINER	19
1	1560147	SLEEVE	18
1	1560105	SPRING	17
1	1560145	VALVE ONLY (DELFIN TYPE "C")	16
1	1560032	SEAT, VALVE STUDDED	15
1		1794026 SPRING, INNER	14
1		1794023-25 SEAT, VALVE	13
1		1794025 SPRING, OUTER	12
1		1794024-6 RETAINER, SPRING	11
1		1794027-25 VALVE ONLY	10
1		1794021-25 SEAT, VALVE	9
3	1560136	VALVE CPT., DISC T.S. DISCHARGE (INCL. 16-21)	8
3		1794022-25 VALVE CPT., SPHERICAL DISCHARGE (INCL. 10-14)	7
3	1560126	VALVE CPT., DISC T.S. SUCTION (INCL. 15-20)	6
3		1794020-25 VALVE CPT., SPHERICAL SUCTION (INCL. 9-12)	5
*	1 1712326	1712326 BAR, STUFF. BOX ADJ. NUT	4
3	2410031429	2410031429 PACKING, TOP CYL. COVER	3
3	1712073	1712073 COVER, CYLINDER TOP	2
1	171296414	171296414 CYLINDER ONLY, FLUID (NI-ALUM. BRONZE)	1
	171296614	171296614-S * ITEM NOT SHOWN FOR CLARITY	
	w/ DISC TAPERED SEAT VALVES	w/ SPHER. TAPERED SEAT VALVES	⊗ FOR SHIPPING PURPOSES ONLY
			△ SHIPPED SEPERATELY

OPTIONAL VALVES



DISC TAPERED SEAT VALVE COMPLETE SUCTION



DISC TAPERED SEAT VALVE COMPLETE DISCHARGE

LIST OF MATERIAL

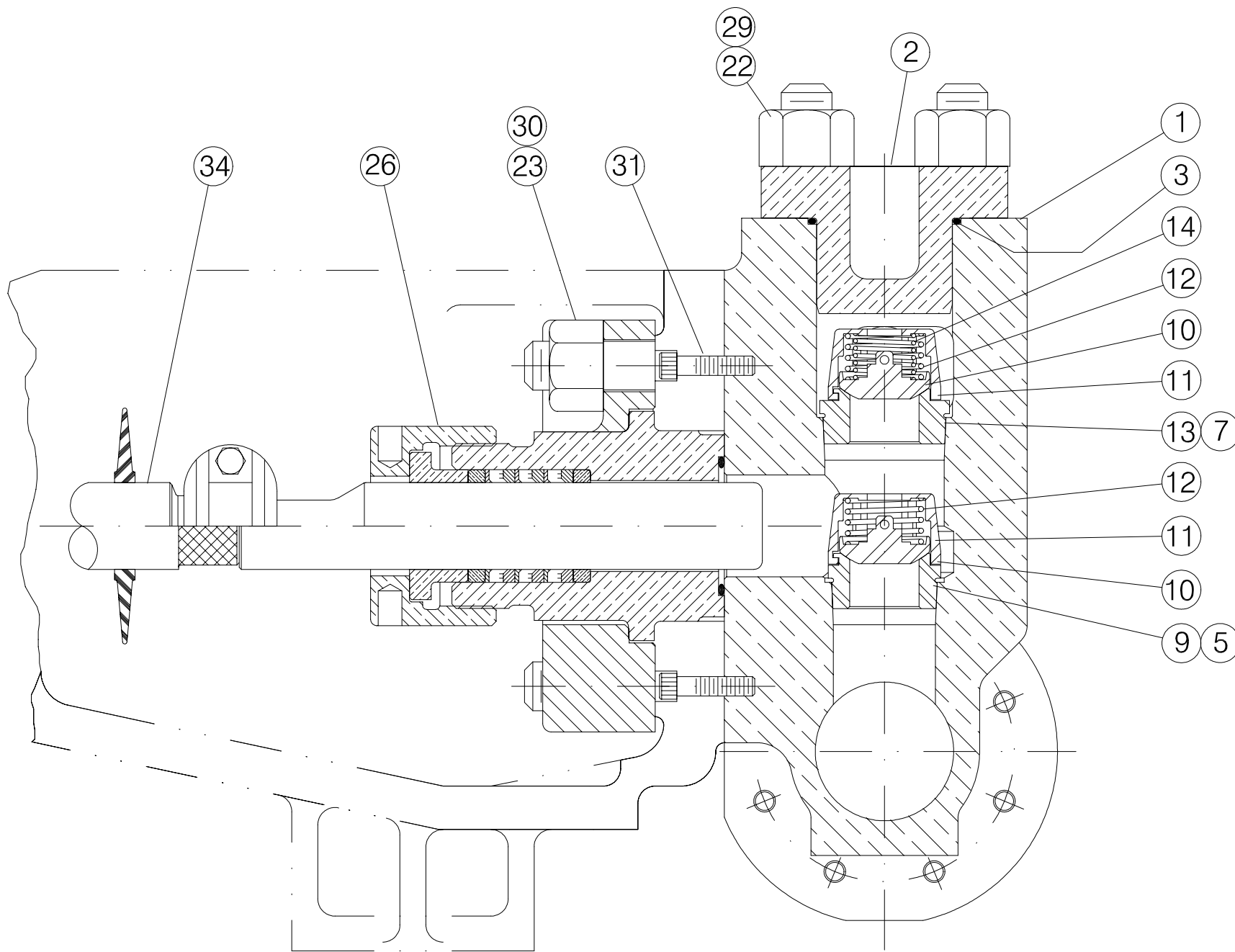


HOUSTON, TEXAS U.S.A. ENGINEERING, McALESTER, OKLAHOMA

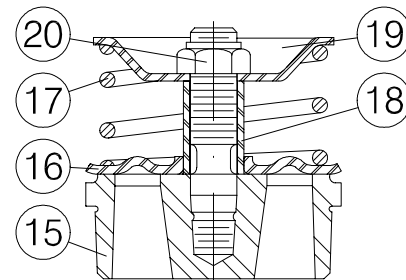
TITLE FLUID END ASSEMBLY
165T-5L (J-165-L14SF)

SIZE B	REFERENCE No.	DRAWING No. 1717138	REV
-----------	---------------	------------------------	-----

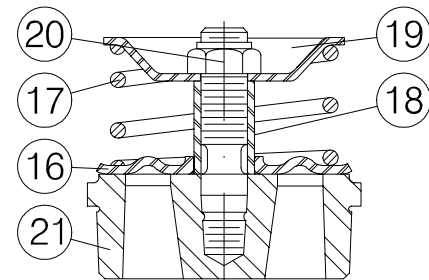
SCALE 1/8 EST WT SHEET 1 OF 1



OPTIONAL VALVES



6
DISC TAPERED SEAT VALVE COMPLETE
SUCTION



8
DISC TAPERED SEAT VALVE COMPLETE
DISCHARGE

3	SEE PAGES 15, 16 & 17	INTERMEDIATE ROD (SCREW OR CLAMP TYPE)	34		
△	16	7000485-11	7000485-11	SCREW, 7/8" x 3 HEX HD CAP (DISCH.)	33
△	16	7000397-11	7000397-11	SCREW, 5/8" x 2 HEX HD CAP (SUCTION)	32
	4	7006309	7006309	SCREW, 1/2"-13 x 2 1/4" HEX SOC HD CAP	31
	12	6300220	6300220	NUT, 1 3/8" HVY HEX	30
	12	6300240	6300240	NUT, 1 1/2" HVY HEX	29
△	2	6908015	6908015	RING, OVAL JOINT R-24	28
△	2	6010006	6010006	GASKET, 4" 150# FLAT RING	27
	3	SEE PAGES 11, 12, 13 & 14		STD. PLUNGER KIT SELECTION	26
⊗	2	#21	#21	CAPLUG - DISCH. FLG.	25
⊗	2	#1063	#1063	CAPLUG - SUCTION FLG.	24
	12	10032367	10032367	STUD, 1 3/8"-6 x 7 1/2" LG.	23
	12	49-010-359	49-010-359	STUD, 1 1/2"-6 x 5 1/2" LG.	22
	1	1560030		SEAT, VALVED STUDDED	21
	1	6306100		NUT, 5/8" LOCKING	20
	1	1560081		RETAINER	19
	1	1560082		SLEEVE	18
	1	1560083		SPRING	17
	1	1560133		VALVE ONLY	16
	1	1560028		SEAT, VALVE STUDDED	15
	1		1793026	SPRING, INNER	14
	1		1793023-25	SEAT, VALVE	13
	1		1793025	SPRING, OUTER	12
	1		1793024-6	RETAINER, SPRING	11
	1		1793027-25	VALVE ONLY	10
	1		1793021-25	SEAT, VALVE	9
	3	1560112		VALVE CPT., DISC T.S. DISCHARGE (INCL. 16-21)	8
	3		1793022-25	VALVE CPT., SPHERICAL DISCHARGE (INCL. 10-14)	7
	3	1560122		VALVE CPT., DISC T.S. SUCTION (INCL. 15-20)	6
	3		1793020-25	VALVE CPT., SPHERICAL SUCTION (INCL. 9-12)	5
*	1	1712326	1712326	BAR, STUFF. BOX ADJ. NUT	4
	3	2410031345	2410031345	PACKING, TOP CYL. COVER	3
	3	171203314	171203314	COVER, CYLINDER TOP	2
	1	171297314	171297314	CYLINDER ONLY, FLUID (NI-ALUM. BRONZE)	1
QTY REQ'D	PART NO.		DESCRIPTION	ITEM NO.	
	171297114	171297114-S	* ITEM NOT SHOWN FOR CLARITY		
	OPTIONAL ASSY. w/ DISC TAPERED SEAT VALVES	STANDARD ASSY. w/ SPHER. TAPERED SEAT VALVES	⊗ FOR SHIPPING PURPOSES ONLY		
			△ SHIPPED SEPERATELY		

LIST OF MATERIAL

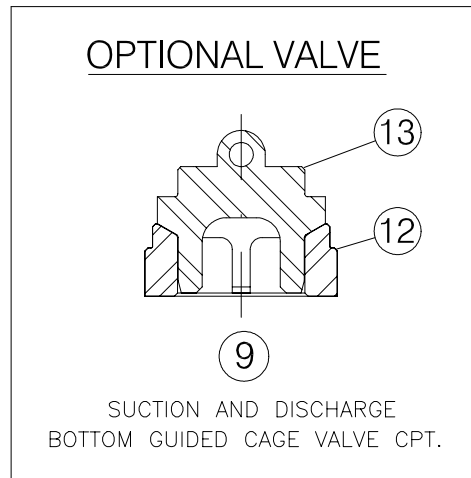
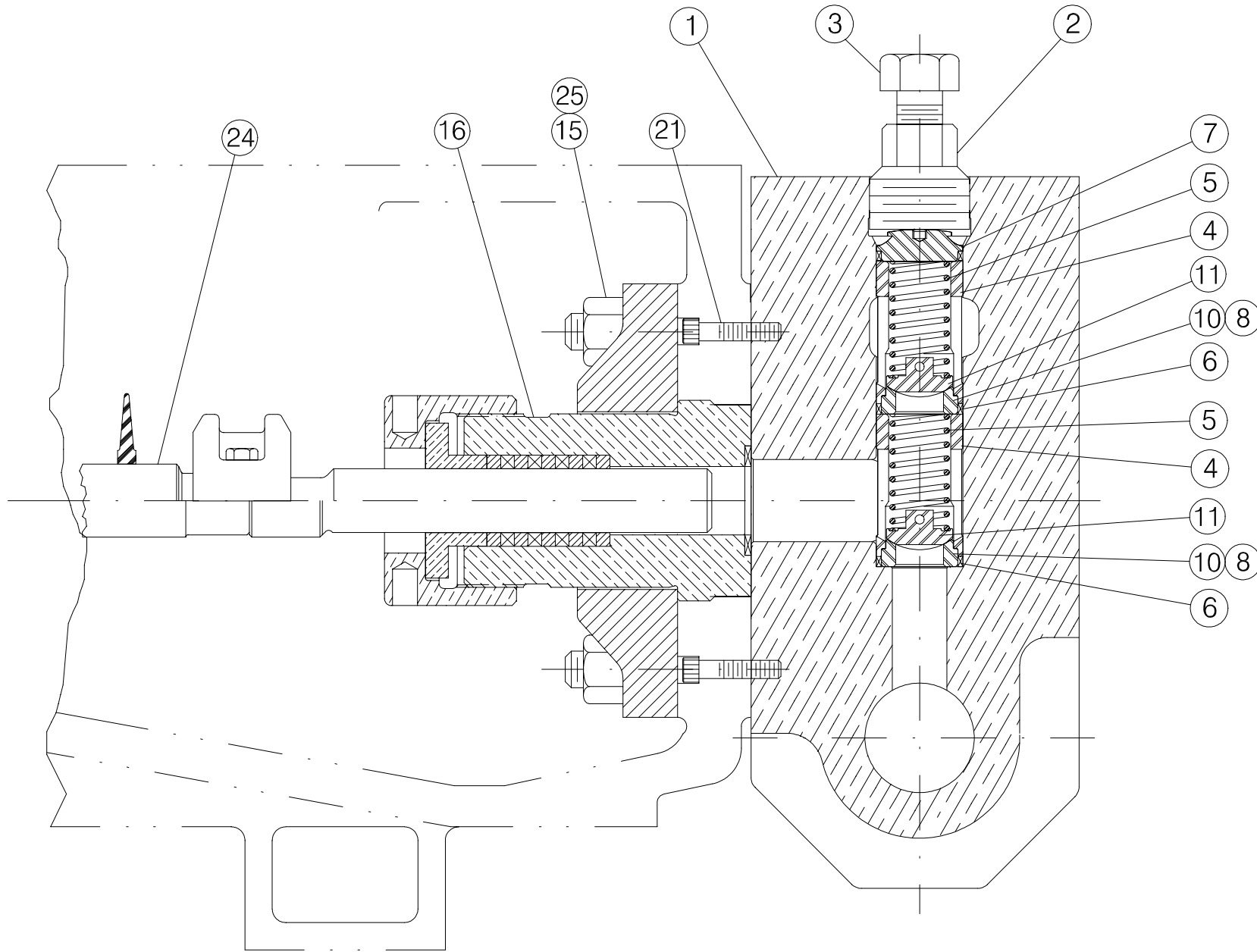


HOUSTON, TEXAS U.S.A. ENGINEERING, McALESTER, OKLAHOMA

TITLE
FLUID END ASSEMBLY
165T-5M (J-165-M14SF)

SIZE B REFERENCE No. DRAWING No. 1717139 REV

SCALE 1/4 EST WT SHEET 1 OF 1



	12	6300220	6300220	NUT, 1 3/8 " -6 HVY HEX	25
	3	SEE PAGES 15, 16 & 17		ROD, INTERMEDIATE (CLAMP OR THREADED TYPE)	24
△	16	700053011	700053011	SCREW, 1" x 4" LG. HEX HD CAP (DISCHARGE)	23
△	16	700044411	700044411	SCREW, 3/4" x 3" LG. HEX HD CAP (SUCTION)	22
	4	7006309	7006309	SCREW, 1/2" x 2 1/4" LG. HEX SOC HD CAP	21
△	2	6908025	6908025	RING, OVAL JOINT R-31 (SUCT.)	20
△	2	6908019	6908019	RING, OVAL JOINT R-26 (DISCH.)	19
⊗	2	#250	#250	CAPLUG, DISCHARGE FLANGE	18
⊗	2	#501	#501	CAPLUG, SUCTION FLANGE	17
	3	SEE PAGES 11, 12, 13, & 14		STD. PLUNGER KIT OPTIONS	16
	12	10032367	10032367	STUD, 1 3/8" x 7 1/2" LG.	15
*	1	1712326	1712326	BAR, STUFFING BOX ADJUSTING NUT	14
	1	171708425		VALVE ONLY	13
	1	171708125		SEAT	12
	1		1717092-25	VALVE ONLY	11
	1		1717091-25	SEAT	10
	6	171708025		VALVE CPT, BG CAGE (INCL. 12 & 13)	9
	6		1717090-25	VALVE CPT, SPHERICAL (INCL. 10 & 11)	8
	3	17134172	17134172	RETAINER, VALVE CAGE	7
	9	1712373	1712373	SEAL, VALVE CAGE	6
	6	1712486	1712486	SPRING, BALL VALVE	5
	6	17125854	17125854	CAGE, VALVE	4
	3	1713410	1713410	SCREW, CAGE LOADING	3
	3	17094842	17094842	COVER, CYLINDER TOP	2
	1	171247914	171247914	CYLINDER ONLY, FLUID (NI-ALUM. BRONZE)	1
	QTY REQ'D	PART NUMBERS		MATERIAL/SPECIFICATION	ITEM NO.
		171247714	171247714-S	* ITEM NOT SHOWN FOR CLARITY	
		OPTIONAL ASSY.	STANDARD ASSY.	⊗ FOR SHIPPING PURPOSES ONLY	
		w/ BOTTOM GUIDED	w/ SPHERICAL	△ SHIPPED SEPERATELY	
		CAGE VALVES	CAGE VALVES		

LIST OF MATERIAL



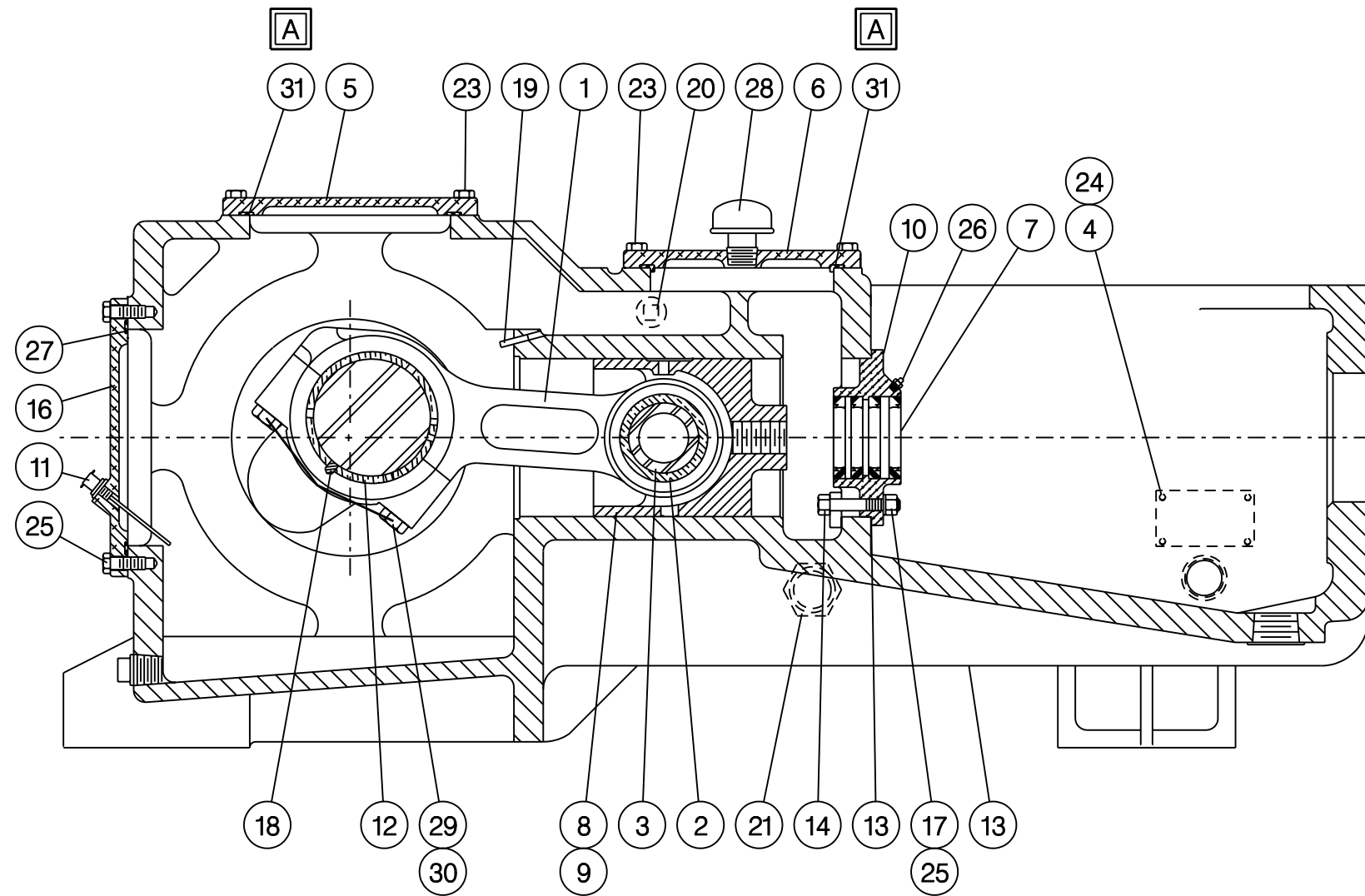
HOUSTON, TEXAS U.S.A. ENGINEERING, McALESTER, OKLAHOMA

TITLE
FLUID END ASSEMBLY
165T-5H (J-165-H14SF)

SIZE B	REFERENCE No.	DRAWING No. 1717140	REV
-----------	---------------	------------------------	-----

SCALE 1/4 EST WT SHEET 1 OF 1

LTR	DESCRIPTION OF CHANGE	MADE	CHKD	DATE	APPROVED	M NO
A	REVISED COVER GASKETS	DCP	RPQ	10-17-00		



A	2	1717111	GASKET, TOP COVER	31
	3 FT	59-800-016	WIRE, 16 GA. ANNEALED	30
	2	1716016	BOLT, CONN. ROD - DRILLED HD	29
	1	7802020	CAP, 1" BREATHER	28
A	1	1717110	GASKET, REAR COVER	27
	3	7805052	FITTING, LUBE 1/8	26
	6	7618018	WASHER, 1/2 PARKER	25
	4	7178025	DRIVESCREW, *2-1/4" ROUND HEAD	24
	18	700030511	CAPSCREW, 1/2" x 1/2" LG. HEX HD	23
*	2	7026299	SETSCREW, 1/2" x 1/2" LG. HEX SOCKET	22
	1	6874012	PLUG, 1/2" STD SOLID SQ. HD.	21
	2	6874008	PLUG, 1" STD SOLID SQ. HD.	20
	3	6572420	PIN, 3/8" x 1/4" SPRING SLOT	19
	1	6510604	PIN, 3/8" x 1/2" DOWEL	18
	6	6308080	NUT, 1/2" ESNA	17
	1	1717015	PLATE, POWER END REAR COVER	16
	1	1717001	FRAME, MAIN	15
	6	1716031	BOLT, HOOK INT ROD	14
	3	1716017	GASKET, INT ROD	13
	6	1716012	BUSHING, CONN ROD	12
	1	2400054	GAUGE, DIPSTICK OIL	11
	3	1716009	RETAINER, WIPER	10
	1	H7028104	SETSCREW, 1/4" x 1/2" LG. HEX SOC CONE	9
	3	1716005	CROSSHEAD	8
	12	1713297	WIPER, OIL JM 16203	7
	1	1712014	PLATE, CROSSHEAD COVER	6
	1	1712013	PLATE, POWER END TOP	5
	1	G2407274	PLATE, WARNING	4
	3	1716008	PIN, CROSSHEAD	3
	3	1716010	BUSHING, CROSSHEAD PIN	2
	3	G1716004	ROD CPT, CONNECTING (INCL. ITEM No. 2, 18 & 29)	1
QTY REQ'D	PART NO.	DESCRIPTION / MATERIAL / SPECIFICATION		ITEM NO.
LIST OF MATERIAL				

4

* ITEM NOT SHOWN FOR CLARITY

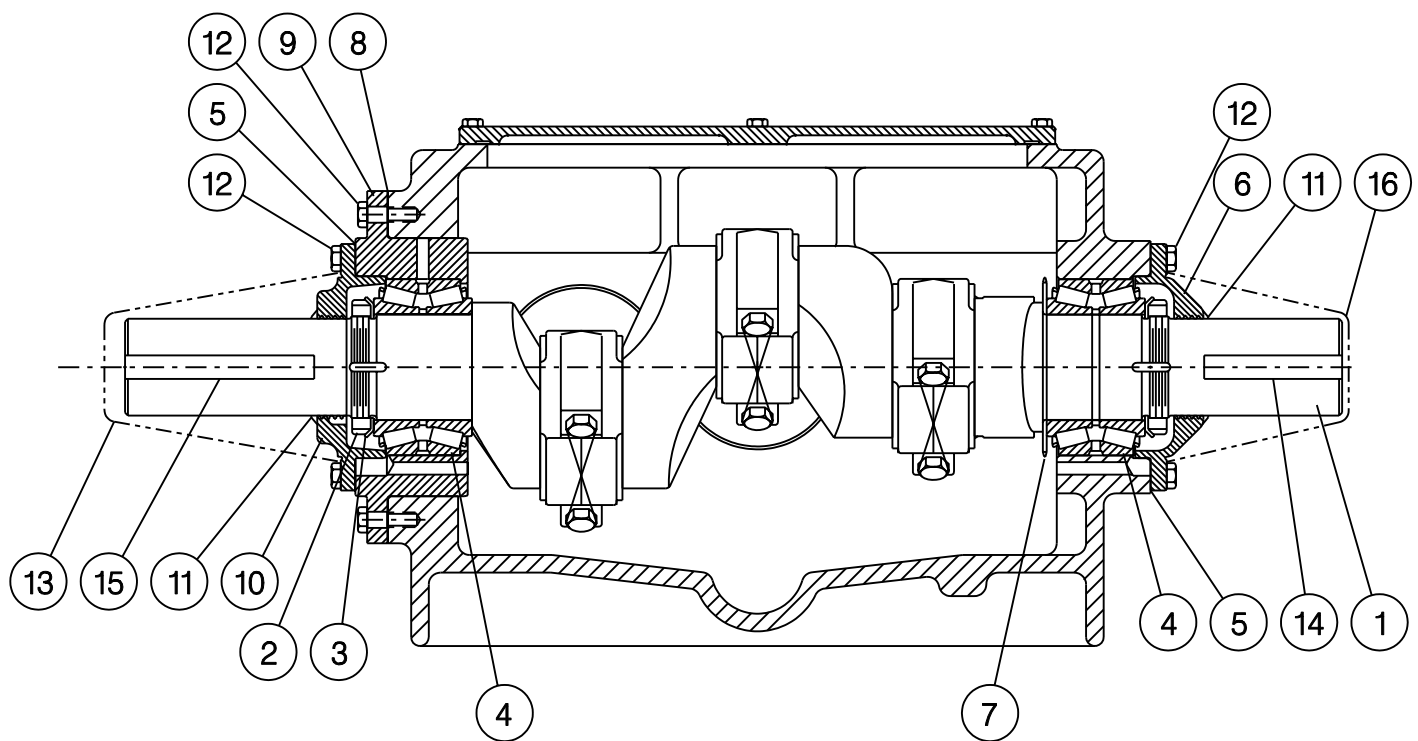
NATIONAL OILWELL
HOUSTON, TEXAS U.S.A. ENGINEERING, McALESTER, OKLAHOMA

TITLE ASSEMBLY, POWER END
165T-5 PLUNGER PUMP

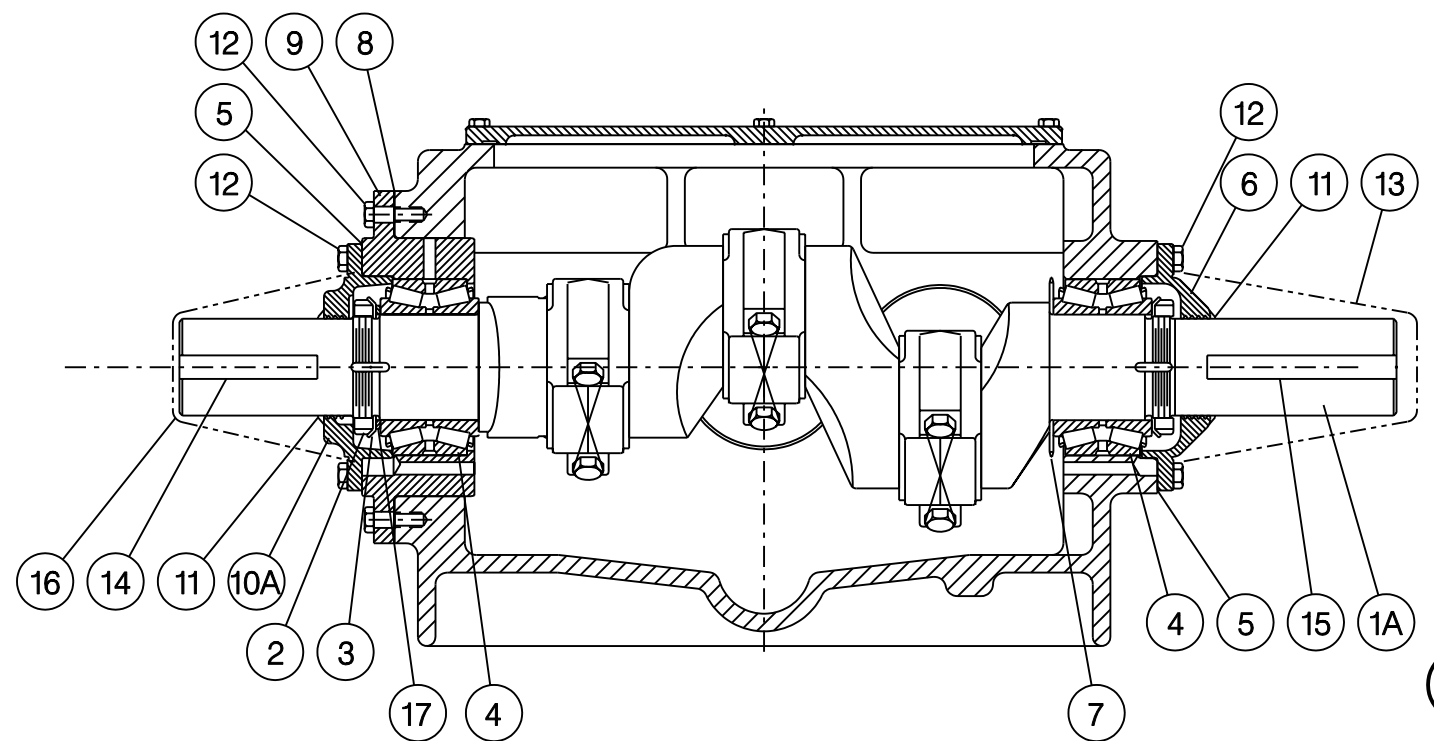
SIZE B REFERENCE No. DRAWING No. 1717135 REV A

SCALE NONE EST WT SHEET 1 OF 1

LTR	DESCRIPTION OF CHANGE	MADE	CHKD	DATE	APPROVED	M NO
A	ADDED R.H. DRIVE ARRANGEMENT	WFL	RPQ	10-9-01		
B	REVISED	DCP	RPQ	12.19.03		



165T LEFT HAND DRIVE ARRANGEMENT



165T RIGHT HAND DRIVE ARRANGEMENT

QTY REQ'D	PART NO.	DESCRIPTION / MATERIAL / SPECIFICATION	ITEM NO.
1	X17-3709	SPACER, SHAFT (R.H.HAND DRIVE ONLY)	17
1	1712129	COVER, RIGHT CRANKSHAFT EXTENSION	16
1	2401630	KEY, CRANKSHAFT 1"x6 1/2" (BELT DRIVE)	15
1	2400024	KEY, CRANKSHAFT 1"x4" (DIRECT DRIVE)	14
1	1712128	COVER, CRANKSHAFT EXTENSION	13
20	2400930	SCREW, 5/8 X 1 3/4 DRLD HEX HD CAP	12
2	2229659	EXCLUDER, DIRT	11
1	1717017	RETAINER, CRANKSHAFT -(R.H. DRIVE), CAGE SIDE	10A
1	1712618	RETAINER, CRANKSHAFT -(L.H. DRIVE), CAGE SIDE	10
1	1712617	CAGE, MAIN BEARING	9
1	1712614	GASKET, MAIN BEARING CAGE	8
1	1712016	SPROCKET, CRANKSHAFT-62T	7
1	1701830	RETAINER, CRANKSHAFT BEARING	6
2	1701070	GASKET, CRANKSHAFT BEARING RETAINER	5
2	ZT4506	BEARING, TIMKEN	4
2	7610046	WASHER, TIMKEN	3
2	6304044	NUT, TIMKEN BEARING LOCK	2
1	1717012	CRANKSHAFT, R.H. DRIVE	1A
1	G1712002	CRANKSHAFT, J165	1

B

* *
*
*
*

* OPTIONAL EQUIPMENT
* * FURNISHED ONLY WHEN NO ACCESSORY DRIVES ARE REQUIRED

NATIONAL OILWELL

TITLE
**CRANKSHAFT ASSEMBLY
165T-5 PLUNGER PUMP**

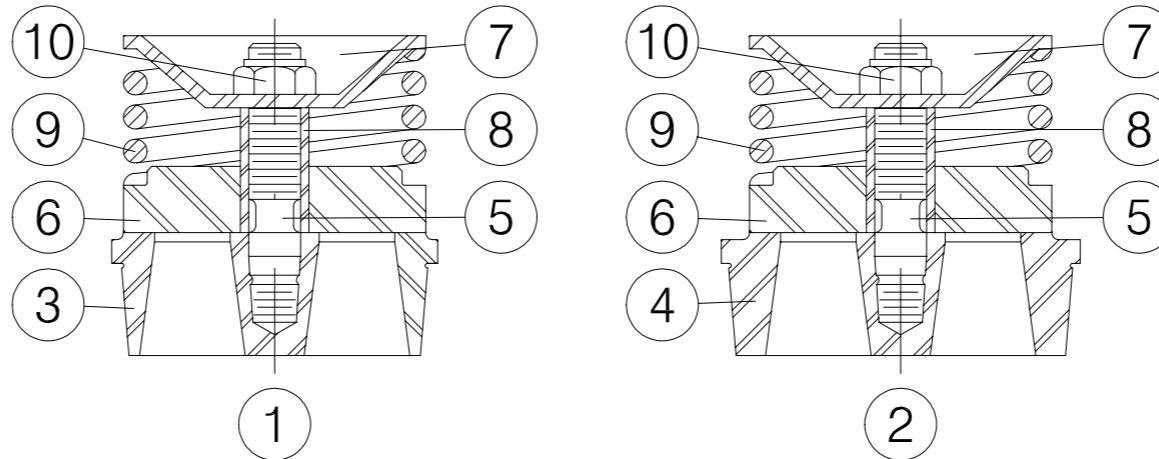
SIZE B	REFERENCE No.	DRAWING No. 1717136	REV B
SCALE 1/8		EST WT	SHEET 1 OF 1



DURABLA TAPERED SEAT VALVE WITH DELRIN DISC

ITEM No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NOTE	SUCTION VALVE COMPLETE	DISCHARGE VALVE COMPLETE	SUCTION STUDDED SEAT	DISCHARGE STUDDED SEAT	STUD ONLY	VALVE DISC	SPRING GUARD	STUD SLEEVE	VALVE SPRING	DURABLA NUT (5/8")
	1560126	1560136	1560032	1560034	1560148	1560145	1560103	1560147	1560105	6306100
*	1560124	1560114	1560032	1560034	1560148	1560135	1560103	1560054	1560105	6306100
**	X17-2422	X17-2424	X17-2421	X17-2423	1560148	1560135	1560103	1560054	1560105	6306100
***	X17-3023	X17-3024	X17-2421	X17-2423	1560148	X17-2999	1560103	1560054	1560105	6306100

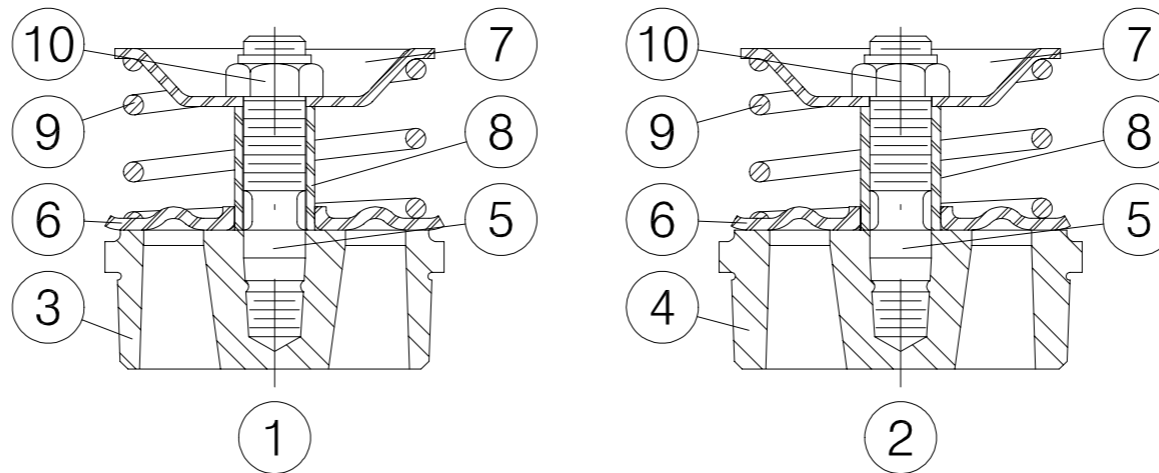
* 316 S.S. SEAT, 15-7 S.S. DISC
 ** 11-13 S.S. SEAT, 15-7 S.S. DISC
 *** 11-13 S.S. SEAT, 17-4 S.S. GUIDED STEM DISC



DURABLA TAPERED SEAT VALVE WITH PLATE DISC

ITEM No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NOTE	SUCTION VALVE COMPLETE	DISCHARGE VALVE COMPLETE	SUCTION STUDDED SEAT	DISCHARGE STUDDED SEAT	STUD ONLY	VALVE DISC	SPRING GUARD	STUD SLEEVE	VALVE SPRING	DURABLA NUT (5/8")
	1560122	1560112	1560028	1560030	1561329	1560133	1560081	1560082	1560083	6306100
*	X17-2683	X17-2684	X17-2681	X17-2682	1561329	1560133	1560081	1560082	1560083	6306100
**	X17-2967	X17-2968	X17-2965	X17-2966	1561329	1560133	1560081	1560082	1560083	6306100
***	1560354	1560357	1560356	1560358	1561329	1560133	1560081	1560082	1560083	6306100

* 11-13 S.S. SEAT, 15-7 S.S. DISC
 ** 316 S.S. SEAT WITH .200" STANDOFF
 *** 316 S.S. SEAT WITH 2" PER FOOT TAPER

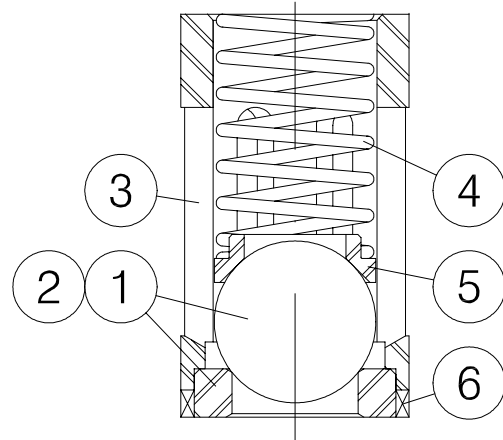


NATIONAL OILWELL
 HOUSTON, TEXAS U.S.A. ENGINEERING, McALESTER, OKLAHOMA

TITLE
 DURABLA TAPERED SEAT VALVE ASSY.
 165T-5 TRIPLEX PLUNGER PUMP

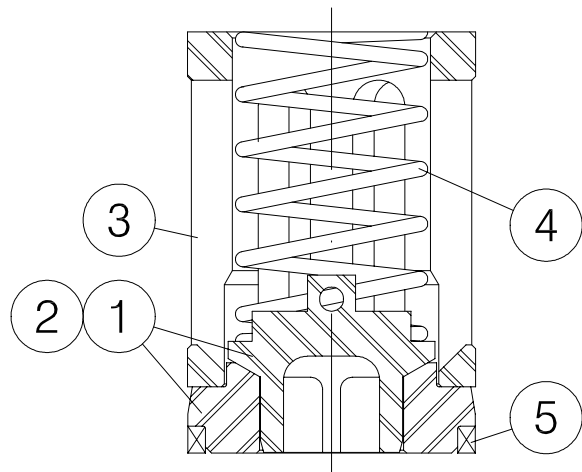
SIZE B	REFERENCE No.	DRAWING No. 1717131	REV
SCALE 1 / 2	EST WT	SHEET 1 OF 1	

1	1712373	SEAL	6
1	1712372	RETAINER, SPRING	5
1	1712371	SPRING	4
1	1712370-4	CAGE	3
1	1712367	VALVE & SEAT (DISCHARGE)	2
1	1712367	VALVE & SEAT (SUCTION)	1
QTY REQ'D	PART NO.	DESCRIPTION	ITEM NO.
LIST OF MATERIAL			



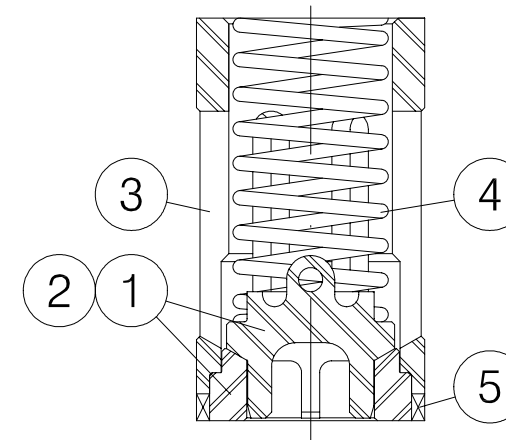
165T - 5H & 5PO
CAGE TYPE
BALL VALVE

1	1716112	SEAL	5
1	1716336	SPRING	4
1	1716335-4	CAGE	3
1	1716330-25	VALVE & SEAT (DISCHARGE)	2
1	1716330-25	VALVE & SEAT (SUCTION)	1
QTY REQ'D	PART NO.	DESCRIPTION	ITEM NO.
LIST OF MATERIAL			



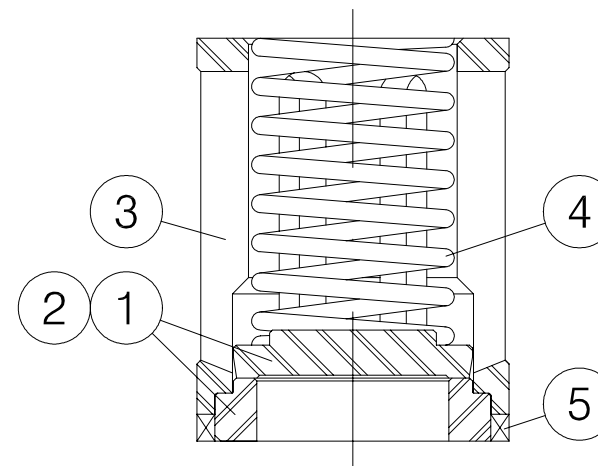
165T - 5HCB
BOTTOM GUIDED
CAGE TYPE VALVE

1	1713038	1712373	SEAL	5
1	1713036	1712486	SPRING	4
1	1713065-4	1712585-4	CAGE	3
1	1713500-25	1717080-25	VALVE & SEAT (DISCHARGE)	2
1	1713500-25	1717080-25	VALVE & SEAT (SUCTION)	1
QTY REQ'D	PART NO. 165T-5M	PART NO. 165T-5H	DESCRIPTION	ITEM NO.
LIST OF MATERIAL				




165T - 5MCA & 5HCA
BOTTOM GUIDED
CAGE TYPE VALVE

1	1713038	1712373	SEAL	5
1	1713036	1712486	SPRING	4
1	1713065-4	1712585-4	CAGE	3
1	1713062	1712582	VALVE & SEAT (DISCHARGE)	2
1	1713060	1712580	VALVE & SEAT (SUCTION)	1
QTY REQ'D	PART NO. 165T-5M	PART NO. 165T-5H	DESCRIPTION	ITEM NO.
LIST OF MATERIAL				



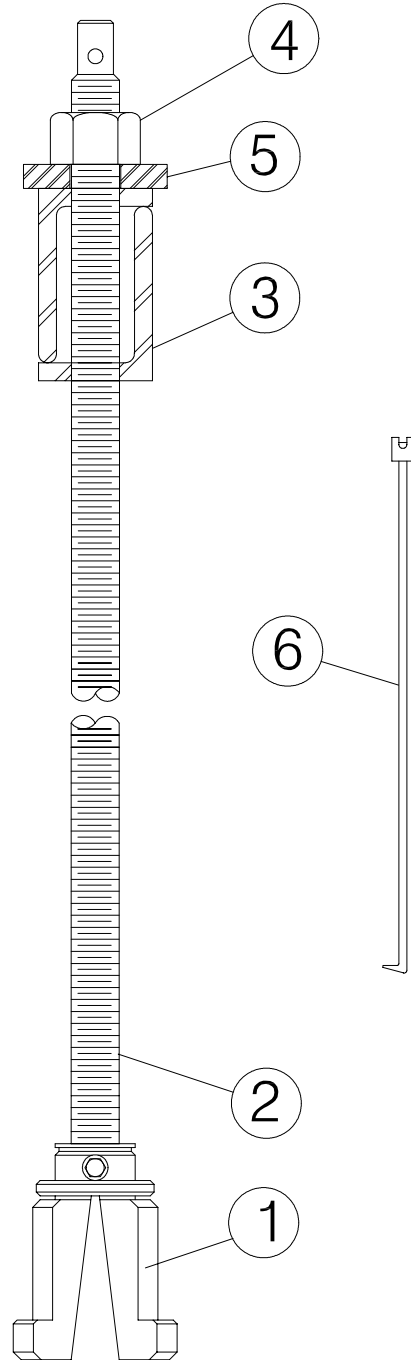
165T - 5MCA & 5HCA
CAGE TYPE
DISC VALVE

		NATIONAL OILWELL	
<small>HOUSTON, TEXAS U.S.A.</small>		<small>ENGINEERING, MCALESTER, OKLAHOMA</small>	
TITLE CAGE TYPE VALVE ASSEMBLY 165T-5 TRIPLEX PLUNGER PUMP			
SIZE B	REFERENCE No.	DRAWING No. 1717132	REV
SCALE 1/2	EST WT	SHEET 1 OF 1	

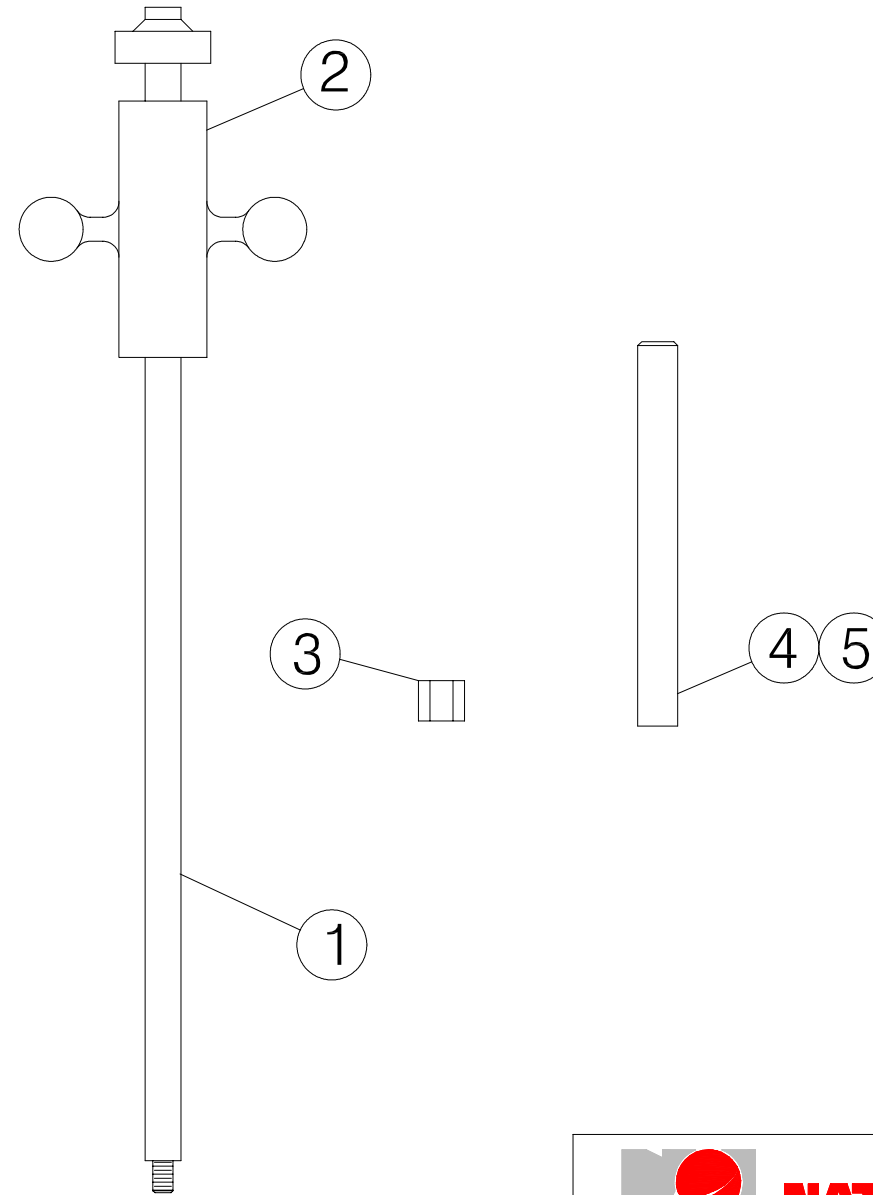
165T - 5L			
ITEM NO.	PART NO.	DESCRIPTION	QTY. REQ'D
	180104143	VALVE KIT CPT.	1
1	181259409	HEAD	1
2	20220159	STEM	1
3	181205709	SPACER	1
4	75518308	NUT, 1"	1
5	20220194	WASHER	1
6	1790034	RETRIEVER	1

165T - 5M			
ITEM NO.	PART NO.	DESCRIPTION	QTY. REQ'D
	180104127	VALVE KIT CPT.	1
1	181259300	HEAD	1
2	20220159	STEM	1
3	181205709	SPACER	1
4	75518308	NUT, 1"	1
5	20220194	WASHER	1
6	1790034	RETRIEVER	1


165T - 5L & 5M			
ITEM NO.	PART NO.	DESCRIPTION	QTY. REQ'D
	1712294	VALVE KIT CPT.	1
1	1790080	BUMPER	1
2	1712204	BAR, INCL.	1
	7027397	SCREW, PULLER	1
3	1712205	REMOVER	1
	1710268	DRIVER CPT., INCL.	1
4	1710267	BAR	1
5	1710266	INSERT	1



SPHERICAL TAPERED SEAT VALVE KIT



DURABLA TAPERED SEAT VALVE KIT

 NATIONAL OILWELL		HOUSTON, TEXAS U.S.A.		ENGINEERING, McALESTER, OKLAHOMA	
		TITLE VALVE SERVICE KITS 165T-5 PLUNGER PUMP			
SIZE C	REFERENCE No.	DRAWING No. 1717127	REV		
SCALE 1/4	EST WT	SHEET 1 OF 1			

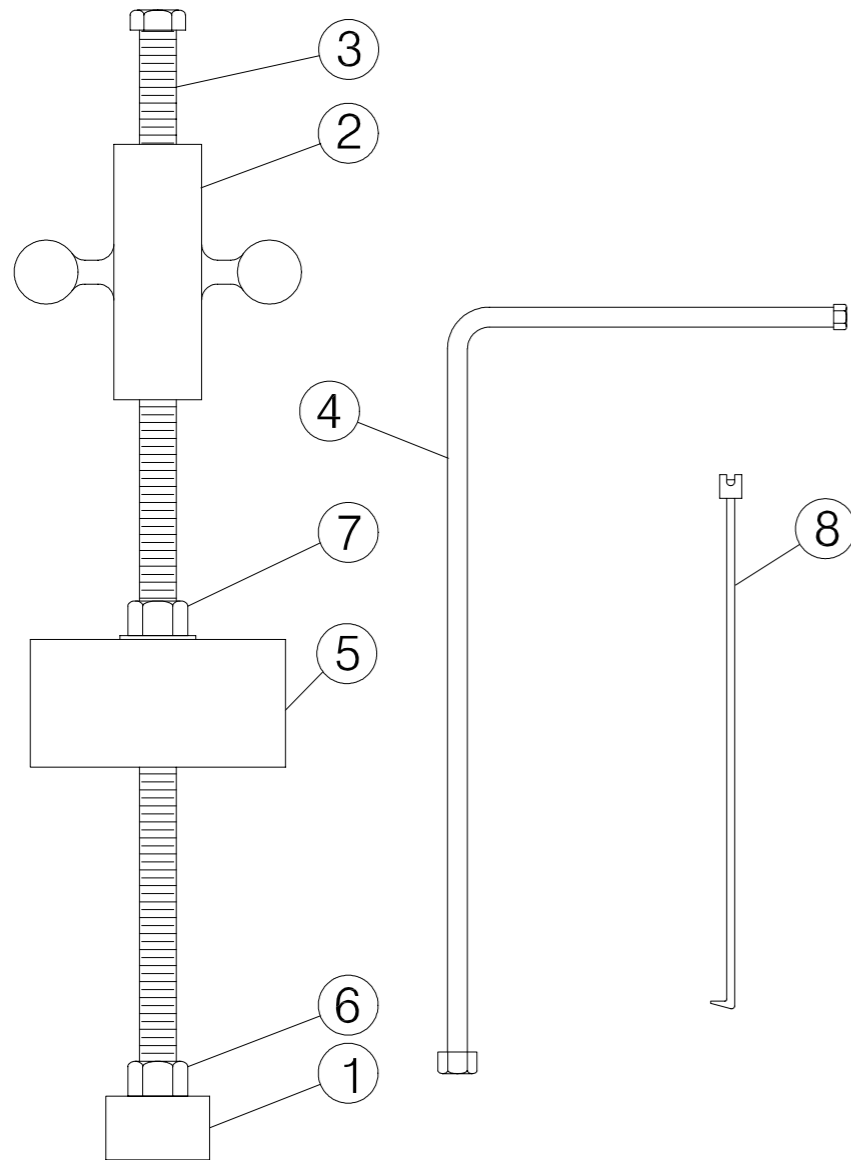
165T - 5L			
ITEM NO.	PART NO.	DESCRIPTION	QTY. REQ'D
	1794007	VALVE KIT CPT.	1
1	1794006	HEAD	1
2	1790080	BUMPER	1
3	1790081	BAR	1
4	1790082	WRENCH	1
5	1713109	SUPPORT	1
6	6300160	NUT	1
7	6314002	NUT	1
8	1790034	RETRIEVER	1

165T - 5M			
ITEM NO.	PART NO.	DESCRIPTION	QTY. REQ'D
	1793007	VALVE KIT CPT.	1
1	1793006	HEAD	1
2	1790080	BUMPER	1
3	1790081	BAR	1
4	1790082	WRENCH	1
5	1713109	SUPPORT	1
6	6300160	NUT	1
7	6314002	NUT	1
8	1790034	RETRIEVER	1

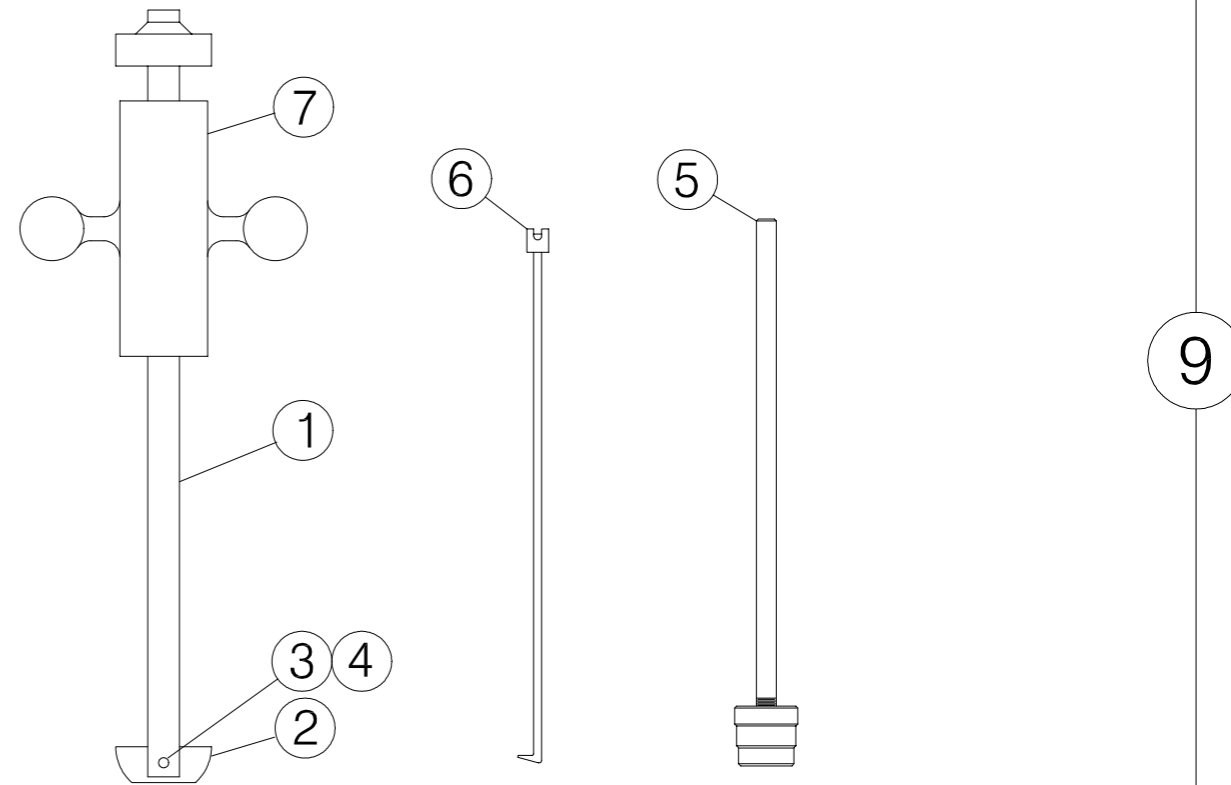
165T - 5M (MCA)			
ITEM NO.	PART NO.	DESCRIPTION	QTY. REQ'D
	1713068	VALVE KIT CPT.	1
	1713069	BAR CPT., INCL.	1
1	1713070	BAR	1
2	1713072	PLATE	1
3	6572018	PIN	1
4	6571218	PIN	1
5	1790043	DRIVER	1
6	1790034	RETRIEVER	1
7	1790080	BUMPER	1

165T - 5H (HCB)			
ITEM NO.	PART NO.	DESCRIPTION	QTY. REQ'D
	1713351	VALVE KIT CPT.	1
	1713352	BAR CPT., INCL.	1
1	1713070	BAR	1
2	1713353	PLATE	1
3	6572018	PIN	1
4	6571218	PIN	1
5	G-1790064	DRIVER	1
6	1790034	RETRIEVER	1
7	1790080	BUMPER	1


165T - 5PO / 5HCA			
ITEM NO.	PART NO.	DESCRIPTION	QTY. REQ'D
	1712342	VALVE KIT CPT.	1
	1712242	BAR CPT., INCL.	1
1	1710250	BAR	1
2	1712263	PLATE	1
3	6572016	PIN	1
4	6571216	PIN	1
5	1790042	DRIVER	1
6	1790034	RETRIEVER	1
7	1790080	BUMPER	1



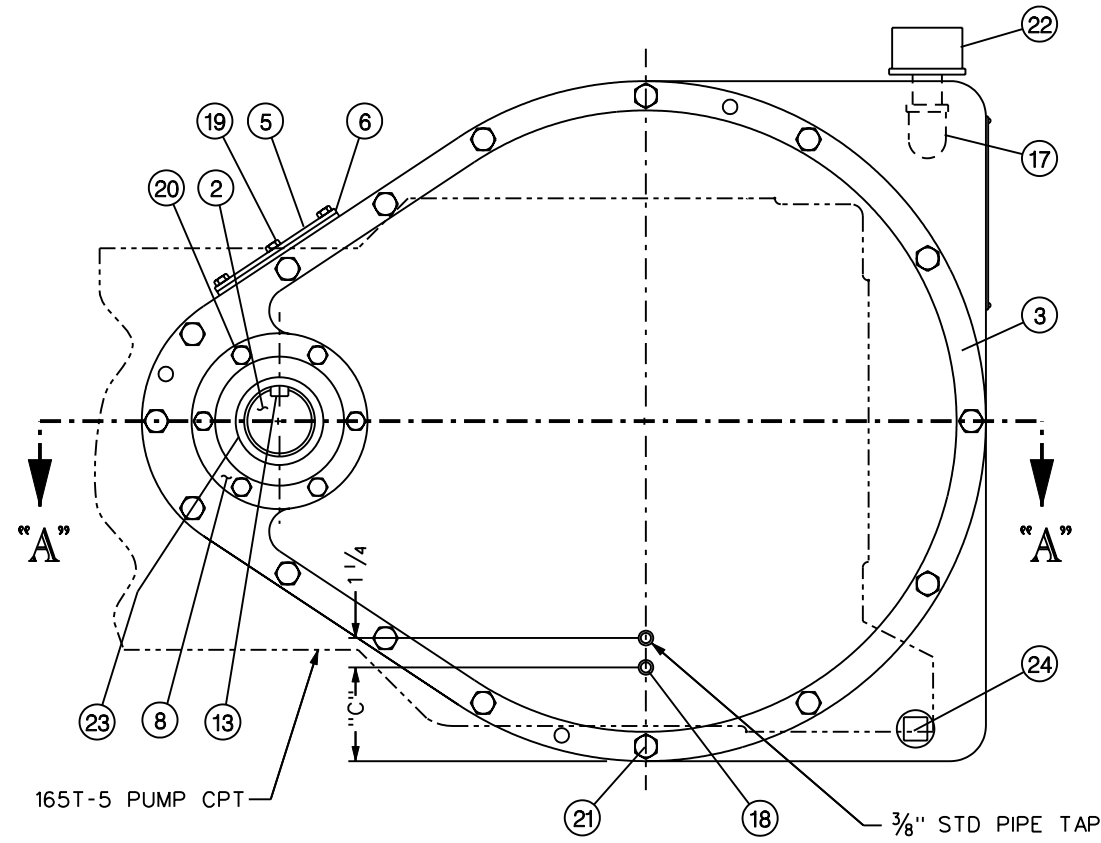
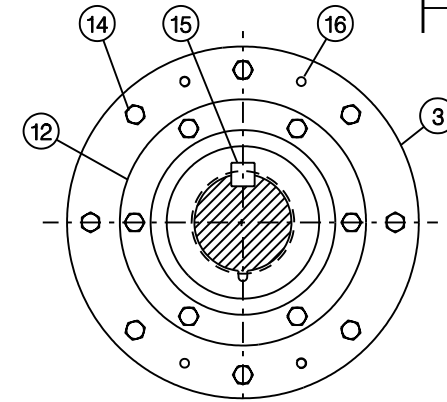
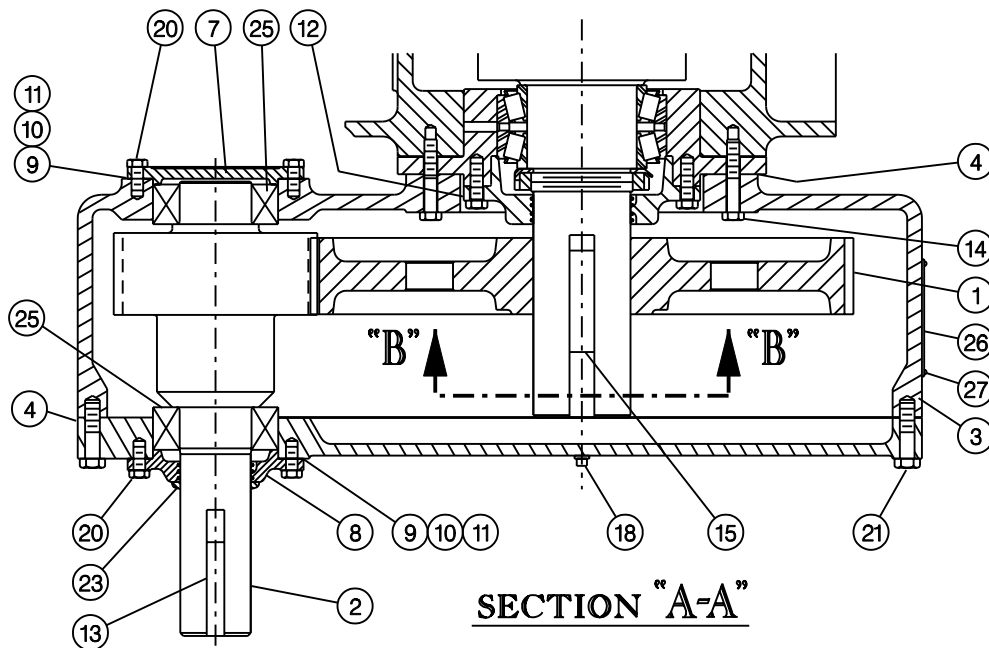
NATIONAL OILWELL TAPERED SEAT VALVE KIT



CAGE TYPE VALVE KIT
(SPHERICAL, BOTTOM GUIDED, DISC, OR BALL)

 NATIONAL OILWELL		HOUSTON, TEXAS U.S.A.		ENGINEERING, McALESTER, OKLAHOMA	
		TITLE			
VALVE SERVICE KITS				165T-5 PLUNGER PUMP	
SIZE	REFERENCE No.	DRAWING No.	REV		
C		1717137			
SCALE	1/4	EST WT	SHEET 1 OF 1		

LTR	DESCRIPTION OF CHANGE	MADE	CHKD	DATE	APPROVED	M NO
A	ADDED 3.73 RATIO	WFL	RPQ	10-9-01	RPQ	



1		7178025							SCREW, RD HD DRIVE #2 x 1/4"	27	
1		1711606							PLATE, NAME & INSTRUCTION	26	
2		ZT-3060							BEARING, PINION SHAFT	25	
1		7815059							PLUG, MAGNETIC DRAIN 1/4"	24	
1		7804040							EXCLUDER, BRG	23	
1		7802020							CAP, BREATHER *S-183	22	
16		7000400-11							SCREW, HEX HD CAP 5/8" x 2 3/4"	21	
12		7000304-11							SCREW, HEX HD CAP 1/2" x 1 1/4"	20	
4		7000206-11							SCREW, HEX HD CAP 3/8" x 3/4"	19	
2		6874003							PLUG, STD PIPE 3/8"	18	
1		6829008							ELBOW, STD 1" x 90° STREET	17	
2		6581060							PIN, TAPER #10 x 3 3/4"	16	
1		2404047							KEY, GEAR 1" x 1" x 3/4"	15	
8		2403190							SCREW, HEX HD DRLD 5/8" x 3 1/2"	14	
1		2401710							KEY, PINION 3/4" x 3/4" x 4"	13	
1		1712639							RETAINER, CRANKSHAFT BRG	12	
6		1712627							SHIM, BEARING RETAINER .007	11	
6		1712625							SHIM, BEARING RETAINER .005	10	
2		1712620							SHIM, BEARING RETAINER .020	9	
1		1712605							CAP, H.S. PINION BRG OPEN	8	
1		1712604							CAP, H.S. PINION BRG BLIND	7	
1		1711619							GASKET, INSPECTION COVER	6	
1		1105609							COVER, INSPECTION	5	
1		7817200-68							GASKET, LOCTITE PLASTIC	4	
1	1712628	1712607	1712602	1712602	1712607	1712602	1712602	1712602	1712602	HOUSING CPT, GEAR REDUCER	3
1	1712626	1712619	1712616	1712615	1712638	1712697	1712613	1712659	1712612	PINION	2
1	1712621	1712608	1712608	1712609	1712637	1712696	1712610	1712658	1712611	GEAR	1
QTY REQD	PART NO.	PART NO.	PART NO.	PART NO.	PART NO.	PART NO.	PART NO.	PART NO.	PART NO.	DESCRIPTION /MAT'L. /SPEC.	ITEM NO.
	1712635	1712634	1712633	1712632	1712636	1712695	1712631	1712657	1712630		
	5.74 RATIO	4.96 RATIO	4.78 RATIO	4.38 RATIO	4.00 RATIO	3.73 RATIO	3.46 RATIO	3.22 RATIO	2.80 RATIO		

GEAR REDUCER ASSY. COMPLETE BILL OF MATERIAL No.'s

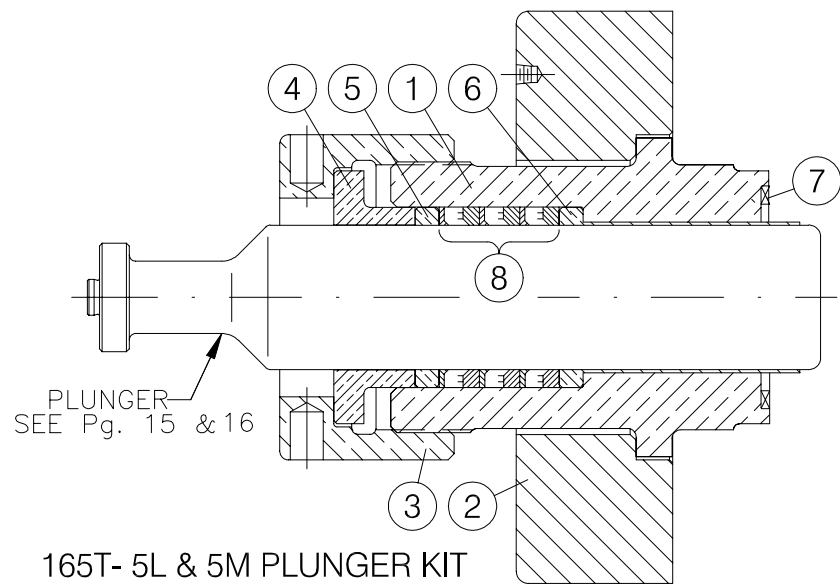
LIST OF MATERIAL

OIL LEVEL LOCATION		
GEAR RED. CPT. / RATIO	"C"	
1712630 / 2.80	4"	
1712657 / 3.22	4"	
1712631 / 3.46	3/4"	
1712695 / 3.73	2 1/2"	
1712636 / 4.00	3"	
1712632 / 4.38	2 1/2"	
1712633 / 4.78	2 1/2"	
1712634 / 4.96	2 1/2"	
1712635 / 5.74	2 1/2"	

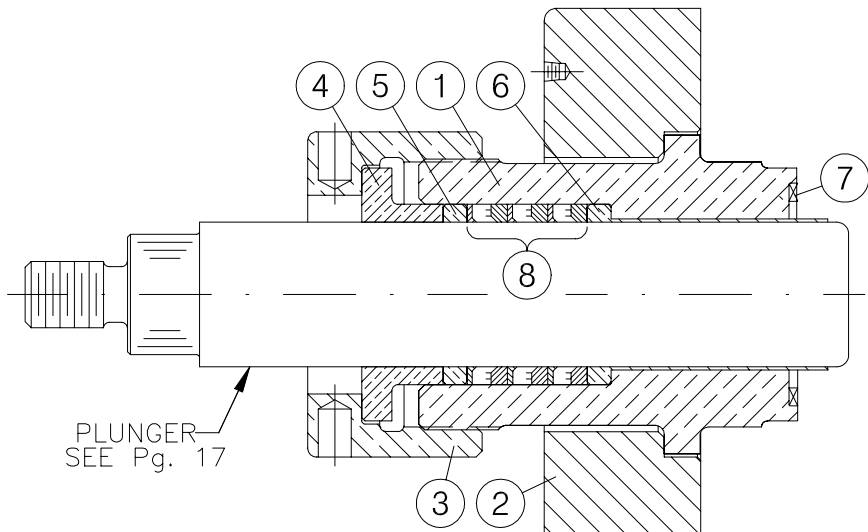
NATIONAL OILWELL

TITLE
**GEAR REDUCER ASSEMBLY
165T-5 TRIPLEX PLUNGER PUMP**

SIZE B	REFERENCE No.	DRAWING No. 1717141	REV A
SCALE 1/8	EST WT	SHEET 1 OF 1	



165T- 5L & 5M PLUNGER KIT WITH CLAMPED PLUNGER



165T- 5L & 5M PLUNGER KIT WITH THREADED PLUNGER

1	6422338	2 3/4 " - 850-N UNIVERSAL PACKING	8
1	6422340	3" - 850-N UNIVERSAL PACKING	
1	6422342	3 1/4 " - 850-N UNIVERSAL PACKING	
1	6422343	3 1/2 " - 850-N UNIVERSAL PACKING	
1	6422345	3 3/4 " - 850-N UNIVERSAL PACKING	
1	6422346	4" - 850-N UNIVERSAL PACKING	
1	2410031-347	SEAL, STUFFING BOX	7
1	1712513	2 3/4 " SLEEVE WASHER	6
1	1712514	3" SLEEVE WASHER	
1	1712515	3 1/4 " SLEEVE WASHER	
1	1712516	3 1/2 " SLEEVE WASHER	
1	1712517	3 3/4 " SLEEVE WASHER	
1	1712518	4" SLEEVE WASHER	
2	1712095	2 3/4 " WASHER	5
2	1712096	3" WASHER	
2	1712097	3 1/4 " WASHER	
2	1712098	3 1/2 " WASHER	
2	1712099	3 3/4 " WASHER	
2	1712100	4" WASHER	
1	1712089	2 3/4 " GLAND	4
1	1712090	3" GLAND	
1	1712091	3 1/4 " GLAND	
1	1712092	3 1/2 " GLAND	
1	1712093	3 3/4 " GLAND	
1	1712094	4" GLAND	
1	1712065	NUT, ADJUSTING	3
1	1716034	RETAINER, STUFFING BOX	2
1	1716078-2	2 3/4 " PLG'R x 3 3/4 " BORE STUFFING BOX	1
1	1716078-2	3" PLG'R x 3 3/4 " BORE STUFFING BOX	
1	1716079-2	3 1/4 " PLG'R x 4 1/4 " BORE STUFFING BOX	
1	1716079-2	3 1/2 " PLG'R x 4 1/4 " BORE STUFFING BOX	
1	1716080-2	3 3/4 " PLG'R x 4 3/4 " BORE STUFFING BOX	
1	1716080-2	4" PLG'R x 4 3/4 " BORE STUFFING BOX	
QTY REQ'D	PART NO.	DESCRIPTION	ITEM NO.

165T- 5L PLUNGER KIT

1	6422324	2" - 850-N UNIVERSAL PACKING	8	
1	6422326	2 1/8 " - 850-N UNIVERSAL PACKING		
1	6422329	2 1/4 " - 850-N UNIVERSAL PACKING		
1	6422359	2 3/8 " - 850-N UNIVERSAL PACKING		
1	6422333	2 1/2 " - 850-N UNIVERSAL PACKING		
1	6422335	2 5/8 " - 850-N UNIVERSAL PACKING		
1	6422337	2 3/4 " - 850-N UNIVERSAL PACKING	7	
1	2410031-342	SEAL, STUFFING BOX		
1	1712506	2" SLEEVE WASHER		6
1	1712503	2 1/8 " SLEEVE WASHER		
1	1712507	2 1/4 " SLEEVE WASHER		
1	1716092-2	2 3/8 " SLEEVE WASHER		
1	1716095-2	2 1/2 " SLEEVE WASHER		
1	1713058	2 5/8 " SLEEVE WASHER	5	
1	1712509	2 3/4 " SLEEVE WASHER		
2	1712057	2" WASHER		
2	1712333	2 1/8 " WASHER		
2	1712058	2 1/4 " WASHER		
2	1716091-2	2 3/8 " WASHER		
2	1716094-2	2 1/2 " WASHER	4	
2	1713057	2 5/8 " WASHER		
2	1712060	2 3/4 " WASHER		
1	1712051	2" GLAND		
1	1712332	2 1/8 " GLAND		
1	1712052	2 1/4 " GLAND		
1	1716090-2	2 3/8 " GLAND	3	
1	1716093-2	2 1/2 " GLAND		
1	1713056	2 5/8 " GLAND		
1	1712054	2 3/4 " GLAND		
1	1712025	NUT, ADJUSTING		
1	1716034	RETAINER, STUFFING BOX		
1	1716075-2	2" PLG'R x 3" BORE STUFFING BOX	2	
1	1716075-2	2 1/8 " PLG'R x 3" BORE STUFFING BOX		
1	1716075-2	2 1/4 " PLG'R x 3" BORE STUFFING BOX		
1	1716076-2	2 3/8 " PLG'R x 3 1/4 " BORE STUFFING BOX		
1	1716076-2	2 1/2 " PLG'R x 3 1/4 " BORE STUFFING BOX		
1	1716077-2	2 5/8 " PLG'R x 3 1/2 " BORE STUFFING BOX		
1	1716077-2	2 3/4 " PLG'R x 3 1/2 " BORE STUFFING BOX	1	
QTY REQ'D	PART NO.	DESCRIPTION		ITEM NO.

165T- 5M PLUNGER KIT

△ USE ONLY WITH CERAMIC PLUNGER.
REPLACE ONE OF ITEM #5 WITH ITEM #6

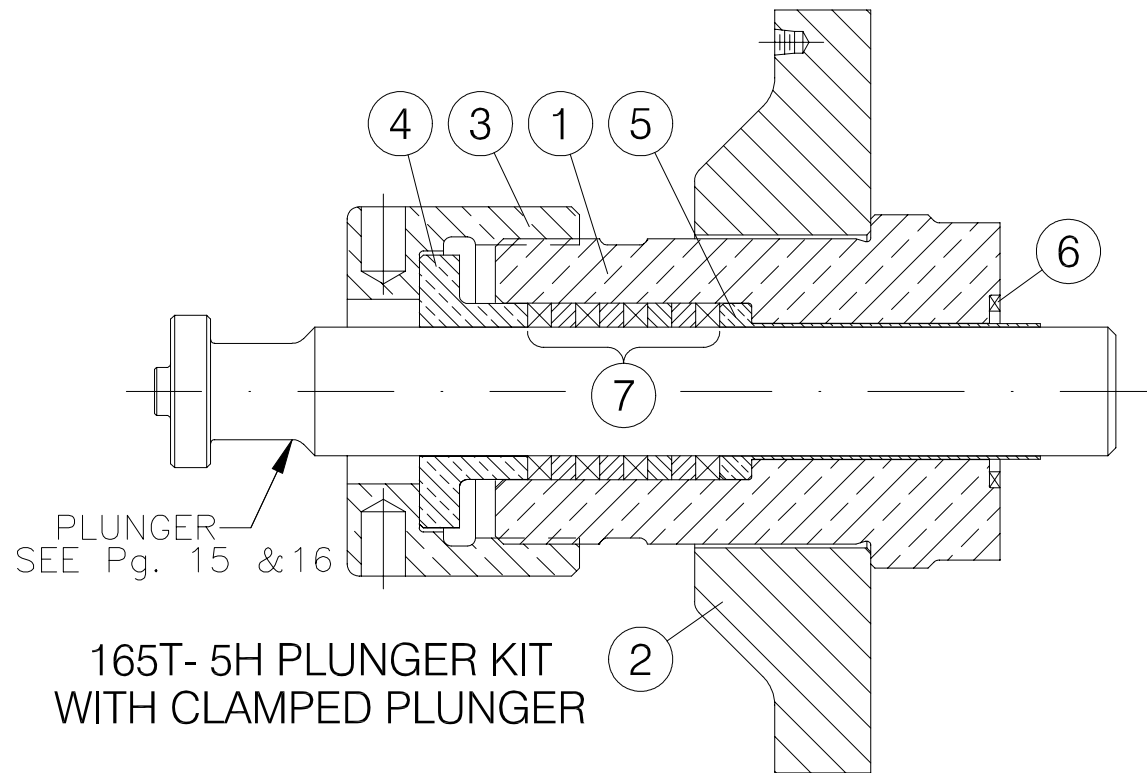


HOUSTON, TEXAS U.S.A. ENGINEERING, McALESTER, OKLAHOMA

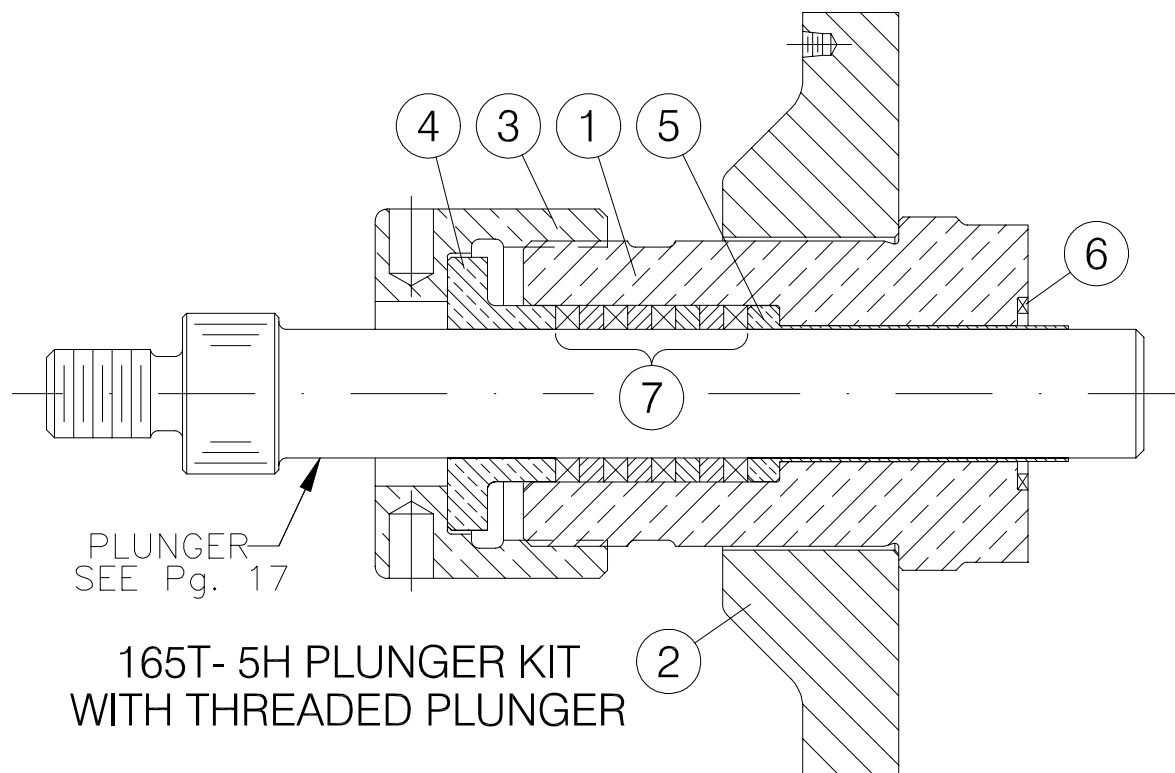
TITLE
ASSEMBLY, PLUNGER KIT
165T-5L & 5M TRIPLEX PUMP

SIZE B	REFERENCE No.	DRAWING No. 1717120	REV
-----------	---------------	------------------------	-----

SCALE 1 / 4 EST WT SHEET 1 OF 1



165T- 5H PLUNGER KIT
WITH CLAMPED PLUNGER



165T- 5H PLUNGER KIT
WITH THREADED PLUNGER

QTY REQ'D	PART NO.	DESCRIPTION	ITEM NO.
1	6420459	1 1/2 " - 1045 UNIVERSAL PACKING	7
1	6420460	1 5/8 " - 1045 UNIVERSAL PACKING	
1	6420461	1 3/4 " - 1045 UNIVERSAL PACKING	
1	6420462	1 7/8 " - 1045 UNIVERSAL PACKING	
1	6420463	2" - 1045 UNIVERSAL PACKING	
1	2410031-334	SEAL, STUFFING BOX	6
1	1712498	1 1/2 " SLEEVE WASHER	5
1	1712499	1 5/8 " SLEEVE WASHER	
1	1712552	1 3/4 " SLEEVE WASHER	
1	1713101-2	1 7/8 " SLEEVE WASHER	
1	1712554	2" SLEEVE WASHER	
1	1712049	1 1/2 " GLAND	4
1	1712159	1 5/8 " GLAND	
1	1712050	1 3/4 " GLAND	
1	1713100-2	1 7/8 " GLAND	
1	1712527	2" GLAND	
1	1712025	NUT, ADJUSTING	3
1	1713304-1	RETAINER, STUFFING BOX	2
1	1716070-2	1 1/2 " PLG'R x 2 1/2 " BORE STUFFING BOX	1
1	1716070-2	1 5/8 " PLG'R x 2 1/2 " BORE STUFFING BOX	
1	1716070-2	1 3/4 " PLG'R x 2 1/2 " BORE STUFFING BOX	
1	1716071-2	1 7/8 " PLG'R x 2 3/4 " BORE STUFFING BOX	
1	1716071-2	2" PLG'R x 2 3/4 " BORE STUFFING BOX	
QTY REQ'D	PART NO.	DESCRIPTION	ITEM NO.

LIST OF MATERIAL



HOUSTON, TEXAS U.S.A. ENGINEERING, McALESTER, OKLAHOMA

TITLE
ASSEMBLY, PLUNGER KIT
165T-5H TRIPLEX PUMP

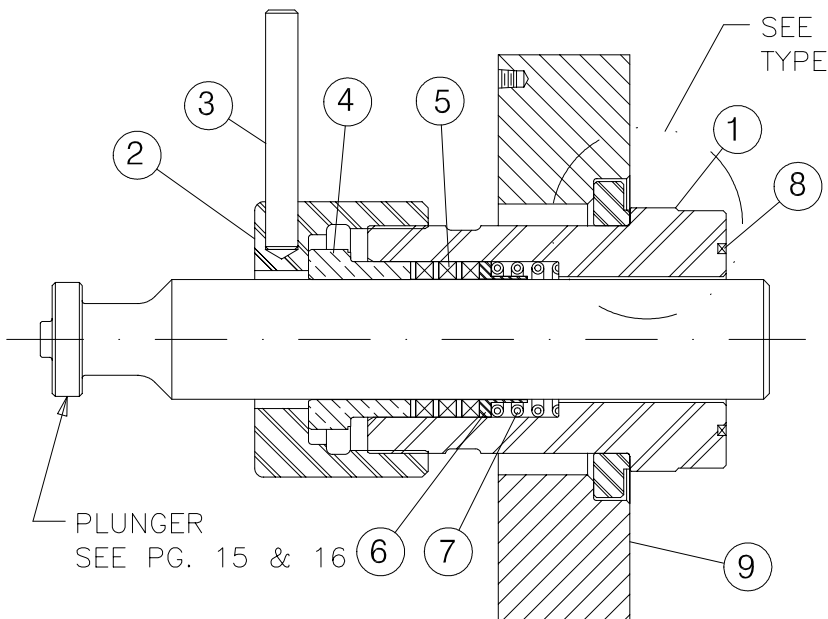
SIZE B	REFERENCE No.	DRAWING No. 1717121	REV
-----------	---------------	------------------------	-----



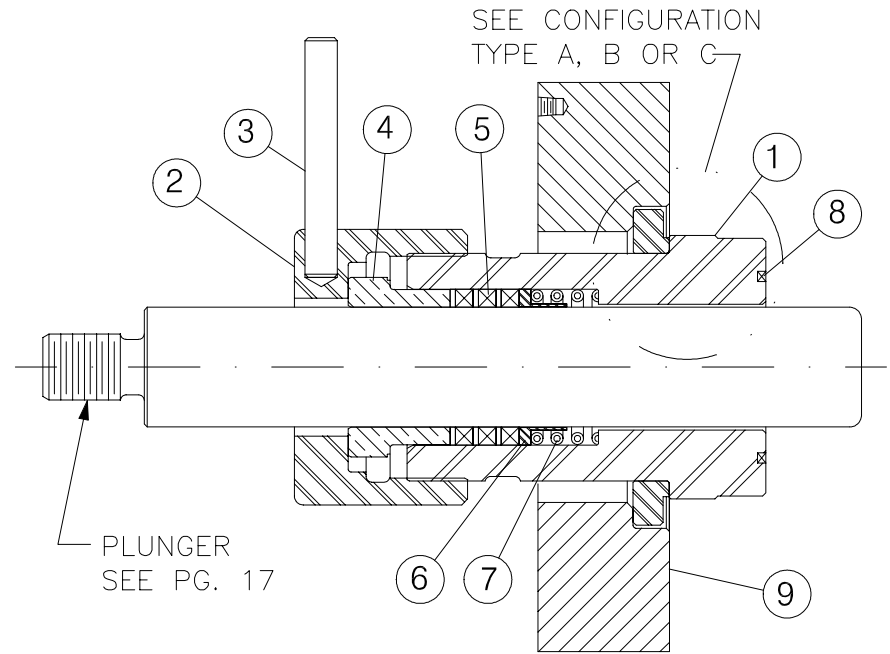
USE ONLY WITH CERAMIC PLUNGER

SCALE 1 / 3 EST WT

SHEET 1 OF 1



165T- 5L & 5M PLUNGER KIT WITH CLAMPED PLUNGER



165T- 5L & 5M PLUNGER KIT WITH THREADED PLUNGER

PLUNGER SIZE	RETAINER/ADAPTER CONFIG. SEE DETAIL FOR TYPE
2"	TYPE C
2 1/8"	TYPE C
2 1/4"	TYPE B
2 3/8"	TYPE B
2 1/2"	TYPE B
2 5/8"	TYPE B
2 3/4"	TYPE B
3"	TYPE B
3 1/4"	TYPE A
3 1/2"	TYPE A
3 3/4"	TYPE A
4"	TYPE A

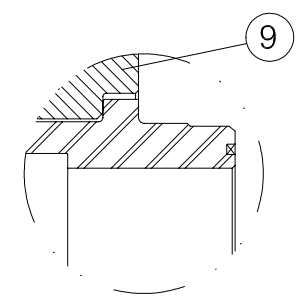
1 2" STUFFING BOX P/N L342-908 IS CUT WITH AN EXTRA SEAL GROOVE. USE BOTH SEALS.

QTY REQ'D	PART NO.	DESCRIPTION	ITEM NO.
1	1716034	RETAINER, STUFFING BOX	9
1	2410031-347	SEAL, STUFFING BOX	8
1	342-008	3" & 2 3/4" SPRING	7
1	342-007	3 1/2" & 3 1/4" SPRING	
1	342-269	4" & 3 3/4" SPRING	
1	342-014	2 3/4" FOLLOWER	6
1	342-015	3" FOLLOWER	
1	342-009	3 1/4" FOLLOWER	
1	342-028	3 1/2" FOLLOWER	5
1	342-359	3 3/4" FOLLOWER	
1	342-360	4" FOLLOWER	
1	342-018	2 3/4" KEVLAR PACKING	4
1	342-019	3" KEVLAR PACKING	
1	342-016	3 1/4" KEVLAR PACKING	
1	342-017	3 1/2" KEVLAR PACKING	3
1	342-757	3 3/4" KEVLAR PACKING	
1	342-758	4" KEVLAR PACKING	
1	342-022	2 3/4" GLAND	2
1	342-023	3" GLAND	
1	342-020	3 1/4" GLAND	
1	342-021	3 1/2" GLAND	1
1	342-127	3 3/4" GLAND	
1	342-128	4" GLAND	
1	342-930	PIN	1
1	342-928	3" & 2 3/4" NUT	
1	342-927	3 1/2" & 3 1/4" NUT	
1	342-962	4" & 3 3/4" NUT	1
1	342-924	2 3/4" PLG'R x 3 3/4" BORE STUFFING BOX	
1	342-924	3" PLG'R x 3 3/4" BORE STUFFING BOX	
1	342-923	3 1/4" PLG'R x 4 1/4" BORE STUFFING BOX	1
1	342-923	3 1/2" PLG'R x 4 1/4" BORE STUFFING BOX	
1	342-953	3 3/4" PLG'R x 4 3/4" BORE STUFFING BOX	
1	342-953	4" PLG'R x 4 3/4" BORE STUFFING BOX	1
1	342-952	2 5/8" PLG'R x 3 5/8" BORE STUFFING BOX	
1	342-924	2 3/4" PLG'R x 3 3/4" BORE STUFFING BOX	

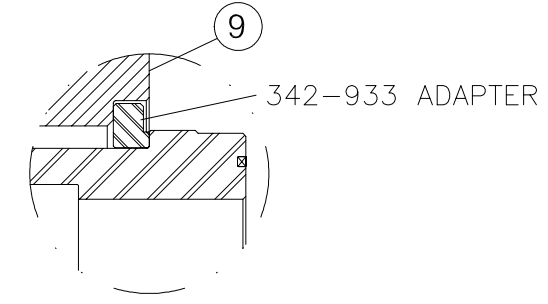
165T - 5L PLUNGER KIT

QTY REQ'D	PART NO.	DESCRIPTION	ITEM NO.
1	1716034	RETAINER, STUFFING BOX	9
1	2410031-342	2" SEAL, STUFFING BOX	8
1	2410031-334	2" SEAL, STUFFING BOX	
1	2410031-342	2 5/8", 2 1/2", 2 3/8", 2 1/4" & 2 1/8" SEAL, STF. BOX	
1	2410031-347	2 3/4" SEAL, STUFFING BOX	7
1	L342-260	2 1/8" & 2" SPRING	
1	342-000	2 1/2", 2 3/8" & 2 1/4" SPRING	
1	342-270	2 5/8" SPRING	6
1	342-008	2 3/4" SPRING	
1	L342-368	2" FOLLOWER	
1	342-353	2 1/8" FOLLOWER	5
1	342-001	2 1/4" FOLLOWER	
1	342-354	2 3/8" FOLLOWER	
1	342-002	2 1/2" FOLLOWER	4
1	342-355	2 5/8" FOLLOWER	
1	342-014	2 3/4" FOLLOWER	
1	342-768	2" KEVLAR PACKING	3
1	342-751	2 1/8" KEVLAR PACKING	
1	342-003	2 1/4" KEVLAR PACKING	
1	342-752	2 3/8" KEVLAR PACKING	2
1	342-004	2 1/2" KEVLAR PACKING	
1	342-753	2 5/8" KEVLAR PACKING	
1	324-018	2 3/4" KEVLAR PACKING	1
1	L342-168	2" GLAND	
1	342-121	2 1/8" GLAND	
1	342-005	2 1/4" GLAND	1
1	342-122	2 3/8" GLAND	
1	342-006	2 1/2" GLAND	
1	342-123	2 5/8" GLAND	1
1	342-022	2 3/4" GLAND	
1	342-914	2 1/8" & 2" PIN	
1	342-930	2 3/4", 2 5/8", 2 1/2", 2 3/8" & 2 1/4" PIN	1
1	L342-913	2 1/8" & 2" NUT	
1	342-916	2 1/2", 2 3/8" & 2 1/4" NUT	
1	342-928	2 3/4" & 2 5/8" NUT	1
1	L342-908	2" PLG'R x 2 3/4" BORE STUFFING BOX	
1	342-948	2 1/8" PLG'R x 2 7/8" BORE STUFFING BOX	
1	342-915	2 1/4" PLG'R x 3 1/4" BORE STUFFING BOX	1
1	342-915	2 3/8" PLG'R x 3 1/4" BORE STUFFING BOX	
1	342-915	2 1/2" PLG'R x 3 1/4" BORE STUFFING BOX	
1	342-952	2 5/8" PLG'R x 3 5/8" BORE STUFFING BOX	1
1	342-924	2 3/4" PLG'R x 3 3/4" BORE STUFFING BOX	

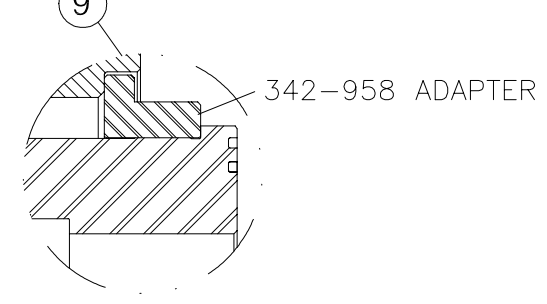
165T - 5M PLUNGER KIT



TYPE A - 165T - 5L

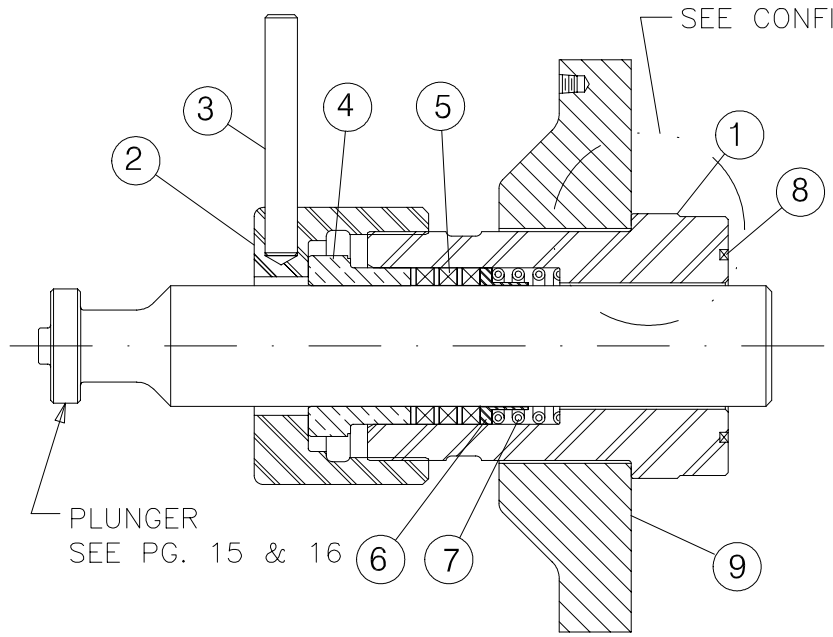


TYPE B - 165T - 5L & M

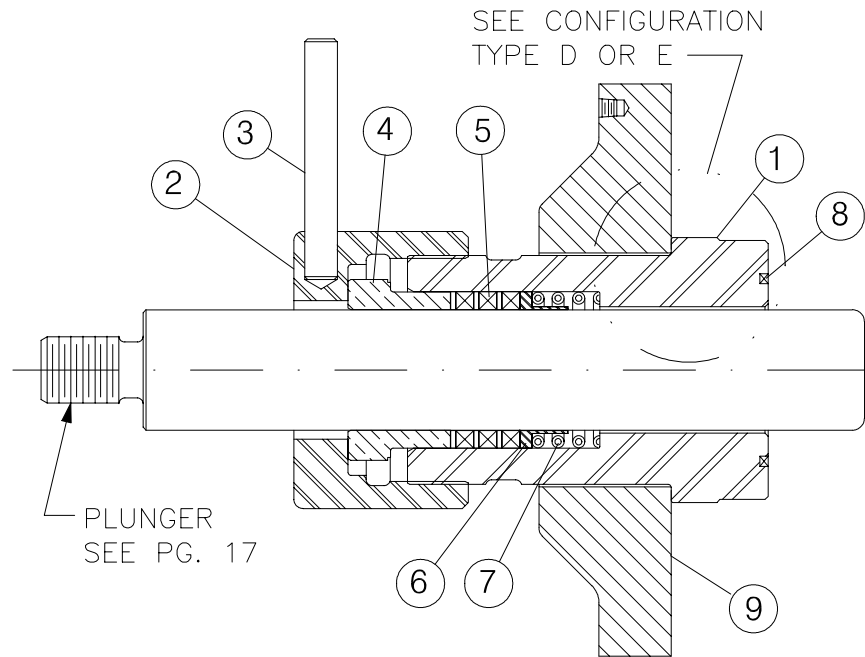


TYPE C - 165T - 5M

NATIONAL OILWELL
 HOUSTON, TEXAS U.S.A. ENGINEERING, McALESTER, OKLAHOMA
 TITLE ASSEMBLY, SS PLUNGER KITS WITH KEVLAR PACKING
 165T-5L/5M TRIPLEX PUMP
 SIZE B REFERENCE No. DRAWING No. 1717125 REV A
 SCALE 1/4" EST WT SHEET 1 OF 1



165T- 5L, 5M & 5H PLUNGER KIT WITH CLAMPED PLUNGER



165T- 5L, 5M & 5H PLUNGER KIT WITH THREADED PLUNGER

PLUNGER SIZE	RETAINER/ADAPTER CONFIG. SEE DETAIL FOR TYPE
1 1/2"	TYPE E
1 5/8"	TYPE E
1 3/4"	TYPE E
1 7/8"	TYPE E
2"	TYPE E
2 1/8"	TYPE E
2 1/4"	TYPE D
2 3/8"	TYPE D
2 1/2"	TYPE D
2 5/8"	TYPE D
2 3/4"	TYPE D
3"	TYPE D

1	1713304-1	RETAINER, STUFFING BOX	9
1	2410031-334	SEAL, STUFFING BOX	8
1	L342-240	1 3/4 " , 1 5/8 " & 1 1/2 " SPRING	7
1	L342-260	2" & 1 7/8 " SPRING	7
1	L342-344	1 1/2 " FOLLOWER	6
1	L342-345	1 5/8 " FOLLOWER	6
1	L342-346	1 3/4 " FOLLOWER	6
1	L342-367	1 7/8 " FOLLOWER	6
1	L342-368	2" FOLLOWER	6
1	L342-744	1 1/2 " KEVLAR PACKING	5
1	L342-745	1 5/8 " KEVLAR PACKING	5
1	L342-746	1 3/4 " KEVLAR PACKING	5
1	L342-767	1 7/8 " KEVLAR PACKING	5
1	342-768	2" KEVLAR PACKING	5
1	L342-544	1 1/2 " GLAND	4
1	L342-545	1 5/8 " GLAND	4
1	L342-546	1 3/4 " GLAND	4
1	L342-167	1 7/8 " GLAND	4
1	L342-168	2" GLAND	4
1	342-914	PIN	3
1	L342-913	NUT	2
1	342-919	1 1/2 " PLG'R x 2 1/2 " BORE STUFFING BOX	1
1	342-919	1 5/8 " PLG'R x 2 1/2 " BORE STUFFING BOX	1
1	342-919	1 3/4 " PLG'R x 2 1/2 " BORE STUFFING BOX	1
1	L342-908	1 7/8 " PLG'R x 2 3/4 " BORE STUFFING BOX	1
1	L342-908	2" PLG'R x 2 3/4 " BORE STUFFING BOX	1

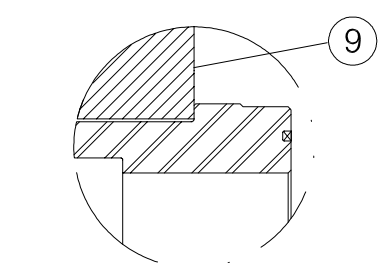
165T- 5H PLUNGER KIT

1	1713304-1	RETAINER, STUFFING BOX	9
1	2410031-347	SEAL, STUFFING BOX	8
1	342-008	3" & 2 3/4 " SPRING	7
1	342-014	2 3/4 " FOLLOWER	6
1	342-015	3" FOLLOWER	6
1	342-018	2 3/4 " KEVLAR PACKING	5
1	342-019	3" KEVLAR PACKING	5
1	342-022	2 3/4 " GLAND	4
1	342-023	3" GLAND	4
1	342-930	PIN	3
1	342-928	NUT	2
1	342-924	2 3/4 " PLG'R x 3 3/4 " BORE STUFFING BOX	1
1	342-924	3" PLG'R x 3 3/4 " BORE STUFFING BOX	1

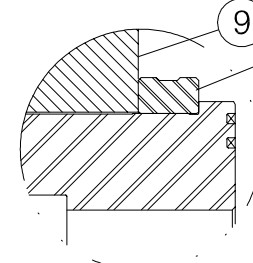
165T- 5L PLUNGER KIT

1	1713304-1	RETAINER, STUFFING BOX	9
1	2410031-342	2 5/8 " , 2 1/2 " , 2 3/8 " , 2 1/4 " , 2 1/8 " & 2" SEAL, STF. BOX	8
1	2410031-347	2 3/4 " SEAL, STUFFING BOX	8
1	L342-260	2 1/8 " & 2" SPRING	7
1	342-000	2 1/2 " , 2 3/8 " & 2 1/4 " SPRING	7
1	342-270	2 5/8 " SPRING	7
1	342-008	2 3/4 " SPRING	7
1	L342-368	2" FOLLOWER	6
1	342-353	2 1/8 " FOLLOWER	6
1	342-001	2 1/4 " FOLLOWER	6
1	342-354	2 3/8 " FOLLOWER	6
1	342-002	2 1/2 " FOLLOWER	5
1	342-355	2 5/8 " FOLLOWER	5
1	342-014	2 3/4 " FOLLOWER	5
1	342-768	2" KEVLAR PACKING	5
1	342-751	2 1/8 " KEVLAR PACKING	5
1	342-003	2 1/4 " KEVLAR PACKING	5
1	342-752	2 3/8 " KEVLAR PACKING	5
1	342-004	2 1/2 " KEVLAR PACKING	5
1	342-753	2 5/8 " KEVLAR PACKING	5
1	324-018	2 3/4 " KEVLAR PACKING	5
1	L342-168	2" GLAND	4
1	342-121	2 1/8 " GLAND	4
1	342-005	2 1/4 " GLAND	4
1	342-122	2 3/8 " GLAND	4
1	342-006	2 1/2 " GLAND	4
1	342-123	2 5/8 " GLAND	4
1	342-022	2 3/4 " GLAND	4
1	342-914	2 1/8 " & 2" PIN	3
1	342-930	2 3/4 " , 2 5/8 " , 2 1/2 " , 2 3/8 " & 2 1/4 " PIN	3
1	L342-913	2 1/8 " & 2" NUT	2
1	342-916	2 1/2 " , 2 3/8 " & 2 1/4 " NUT	2
1	342-928	2 3/4 " & 2 5/8 " NUT	2
1	L342-908	2" PLG'R x 2 3/4 " BORE STUFFING BOX	1
1	342-948	2 1/8 " PLG'R x 2 7/8 " BORE STUFFING BOX	1
1	342-915	2 1/4 " PLG'R x 3 1/4 " BORE STUFFING BOX	1
1	342-915	2 3/8 " PLG'R x 3 1/4 " BORE STUFFING BOX	1
1	342-915	2 1/2 " PLG'R x 3 1/4 " BORE STUFFING BOX	1
1	342-952	2 5/8 " PLG'R x 3 5/8 " BORE STUFFING BOX	1
1	342-924	2 3/4 " PLG'R x 3 3/4 " BORE STUFFING BOX	1

165T - 5M PLUNGER KIT



TYPE D - 165T- 5L & M



TYPE E - 165T- 5M & 5H

NATIONAL OILWELL
HOUSTON, TEXAS U.S.A. ENGINEERING, McALESTER, OKLAHOMA

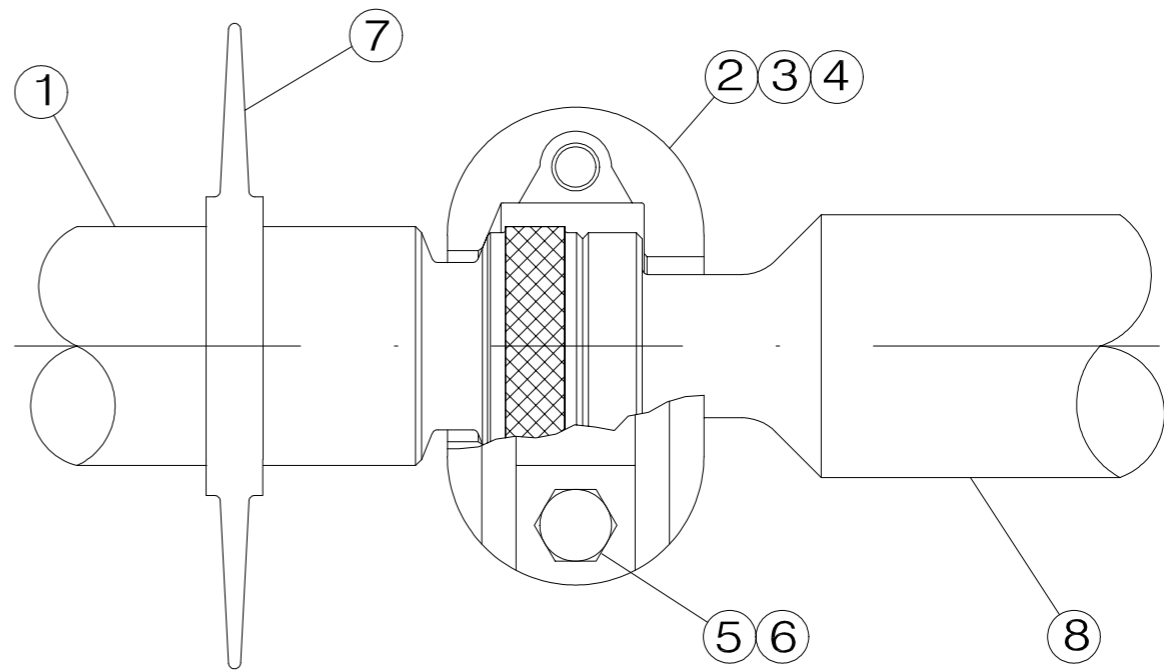
TITLE ASSEMBLY, SS PLUNGER KITS WITH KEVLAR PACKING
165T-5L/5M/5H TRIPLEX PUMP

SIZE B REFERENCE No. DRAWING No. 1717126 REV

SCALE 1 / 4 EST WT SHEET 1 OF 1

BILL OF MATERIAL

ITEM	PART NO.	DESCRIPTION
1	340-019	INTERMEDIATE ROD STAINLESS
2	1716037	CLAMP CPT.
3	1716035	BOLT HALF
4	1716036	THREAD HALF
5	700031211	SCREW, H.H. CAP
6	7616050	WASHER, SPRING LOCK
7	1717016	BAFFLE, INTERMEDIATE ROD



STRAIGHT / TAPER CLAMP

PLUNGERS FOR STRAIGHT / TAPER CLAMPS

165T - 5L

ITEM	*PART NO.*	PART NO.	DESCRIPTION
8	1716166	340-204	4" CARBIDE PLUNGER
	1716165	340-203	3-3/4" CARBIDE PLUNGER
	1716164	340-010	3-1/2" CARBIDE PLUNGER
	1716163	340-004	3-1/4" CARBIDE PLUNGER
	1716162	340-012	3" CARBIDE PLUNGER
	1716160	340-011	2-3/4" CARBIDE PLUNGER

165T - 5M

1716160	340-011	2-3/4" CARBIDE PLUNGER
1716159	340-202	2-5/8" CARBIDE PLUNGER
1716158	340-150	2-1/2" CARBIDE PLUNGER
1716157	340-201	2-3/8" CARBIDE PLUNGER
1716156	340-149	2-1/4" CARBIDE PLUNGER
1716155	340-200	2-1/8" CARBIDE PLUNGER
1716154	L340-148	2" CARBIDE PLUNGER

165T - 5H

1716154	L340-148	2" CARBIDE PLUNGER
1716153	L340-147	1-7/8" CARBIDE PLUNGER
1716152	L340-146	1-3/4" CARBIDE PLUNGER
1716151	340-145	1-5/8" CARBIDE PLUNGER
1716150	340-144	1-1/2" CARBIDE PLUNGER

PLUNGERS FOR STRAIGHT / TAPER CLAMPS

165T - 5L

ITEM	PART NO.	DESCRIPTION
8	1716066	4" CERAMIC PLUNGER
	1716065	3-3/4" CERAMIC PLUNGER
	1716064	3-1/2" CERAMIC PLUNGER
	1716063	3-1/4" CERAMIC PLUNGER
	1716062	3" CERAMIC PLUNGER
	1716060	2-3/4" CERAMIC PLUNGER

165T - 5M

1716060	2-3/4" CERAMIC PLUNGER
1716059	2-5/8" CERAMIC PLUNGER
1716058	2-1/2" CERAMIC PLUNGER
1716057	2-3/8" CERAMIC PLUNGER
1716056	2-1/4" CERAMIC PLUNGER
1716055	2-1/8" CERAMIC PLUNGER
1716054	2" CERAMIC PLUNGER

165T - 5H

1716054	2" CERAMIC PLUNGER
1716053	1-7/8" CERAMIC PLUNGER
1716052	1-3/4" CERAMIC PLUNGER
1716051	1-5/8" CERAMIC PLUNGER
1716050	1-1/2" CERAMIC PLUNGER

* LISTED PART NUMBERS WERE PREVIOUSLY HARD COAT PLUNGERS.

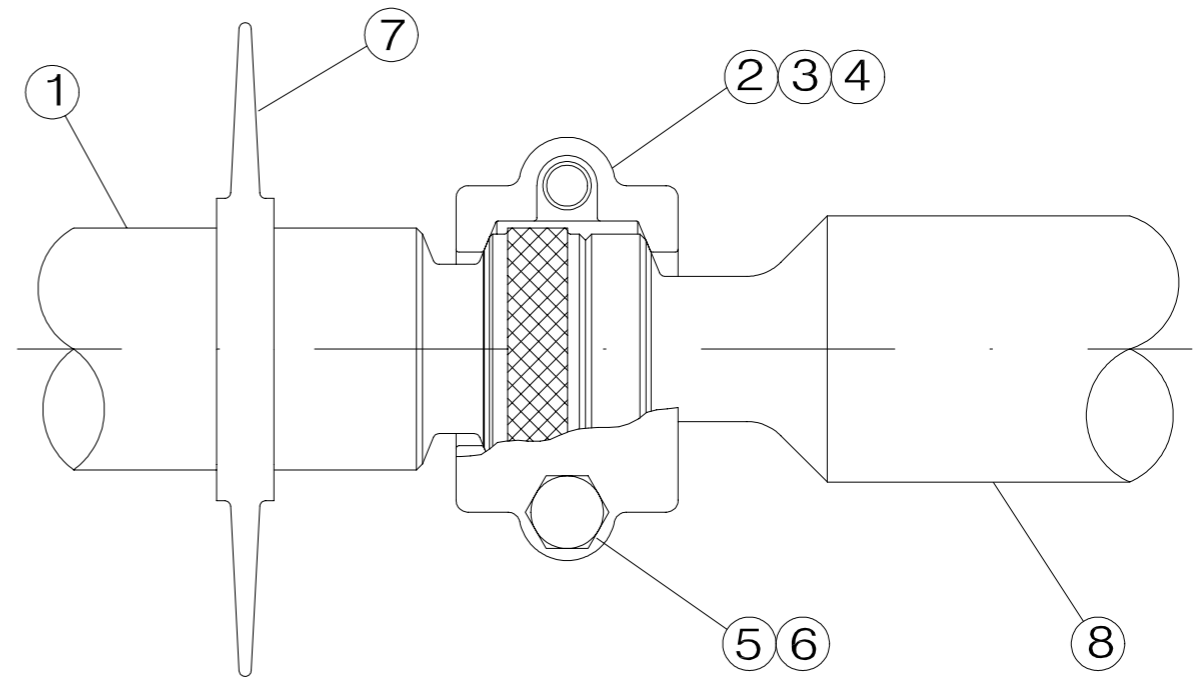


NATIONAL OILWELL

HOUSTON, TEXAS U.S.A.		ENGINEERING, McALESTER, OKLAHOMA	
TITLE PLUNGER/INTERMEDIATE ROD ASSY. STRAIGHT / TAPER CLAMP 165T-5 PLUNGER PUMP			
SIZE C	REFERENCE No.	DRAWING No. 1717122	REV
SCALE 1 / 1	EST WT	SHEET 1 OF 1	

BILL OF MATERIAL

ITEM	PART NO.	DESCRIPTION
1	340-019	INTERMEDIATE ROD STAINLESS
2	340-007	CLAMP CPT.
3	340-007-1	BOLT HALF
4	340-007-2	THREAD HALF
5	195-092	SCREW, H.H. CAP
6	195-093	WASHER, SPRING LOCK
7	1717016	BAFFLE, INTERMEDIATE ROD



DOUBLE TAPER CLAMP

PLUNGERS FOR DOUBLE TAPER CLAMPS

165T - 5L

ITEM	PART NO.	PART NO.	DESCRIPTION
8	1717170	340-270	4" CARBIDE PLUNGER
	1717168	340-269	3-3/4 " CARBIDE PLUNGER
	1717166	340-268	3-1/2 " CARBIDE PLUNGER
	1717164	340-267	3-1/4 " CARBIDE PLUNGER
	1717162	340-266	3" CARBIDE PLUNGER
	1717160	340-265	2-3/4 " CARBIDE PLUNGER

165T - 5M

1717160	340-265	2-3/4" CARBIDE PLUNGER
1717159	340-264	2-5/8 " CARBIDE PLUNGER
1717158	340-263	2-1/2 " CARBIDE PLUNGER
1717157	340-262	2-3/8 " CARBIDE PLUNGER
1717156	340-261	2-1/4" CARBIDE PLUNGER
1717155	340-260	2-1/8 " CARBIDE PLUNGER
1717154	340-259	2" CARBIDE PLUNGER

165T - 5H

1717154	340-259	2" CARBIDE PLUNGER
1717153	340-258	1-7/8 " CARBIDE PLUNGER
1717152	340-257	1-3/4 " CARBIDE PLUNGER
1717151	340-256	1-5/8 " CARBIDE PLUNGER
1717150	340-255	1-1/2" CARBIDE PLUNGER

PLUNGERS FOR DOUBLE TAPER CLAMPS

165T - 5L

ITEM	PART NO.	DESCRIPTION
8	1717070	4" CERAMIC PLUNGER
	1717068	3-3/4 " CERAMIC PLUNGER
	1717066	3-1/2 " CERAMIC PLUNGER
	1717064	3-1/4 " CERAMIC PLUNGER
	1717062	3" CERAMIC PLUNGER
	1717060	2-3/4 " CERAMIC PLUNGER

165T - 5M

1717060	2-3/4" CERAMIC PLUNGER
1717059	2-5/8 " CERAMIC PLUNGER
1717058	2-1/2 " CERAMIC PLUNGER
1717057	2-3/8 " CERAMIC PLUNGER
1717056	2-1/4" CERAMIC PLUNGER
1717055	2-1/8 " CERAMIC PLUNGER
1717054	2" CERAMIC PLUNGER

165T - 5H

1717054	2" CERAMIC PLUNGER
1717053	1-7/8 " CERAMIC PLUNGER
1717052	1-3/4 " CERAMIC PLUNGER
1717051	1-5/8 " CERAMIC PLUNGER
1717050	1-1/2" CERAMIC PLUNGER

CAUTION: FOR REFERENCE ONLY

- OBSOLETE DESIGN -
SEE DWG. 1717122 OR
1717124 FOR CURRENT DESIGN

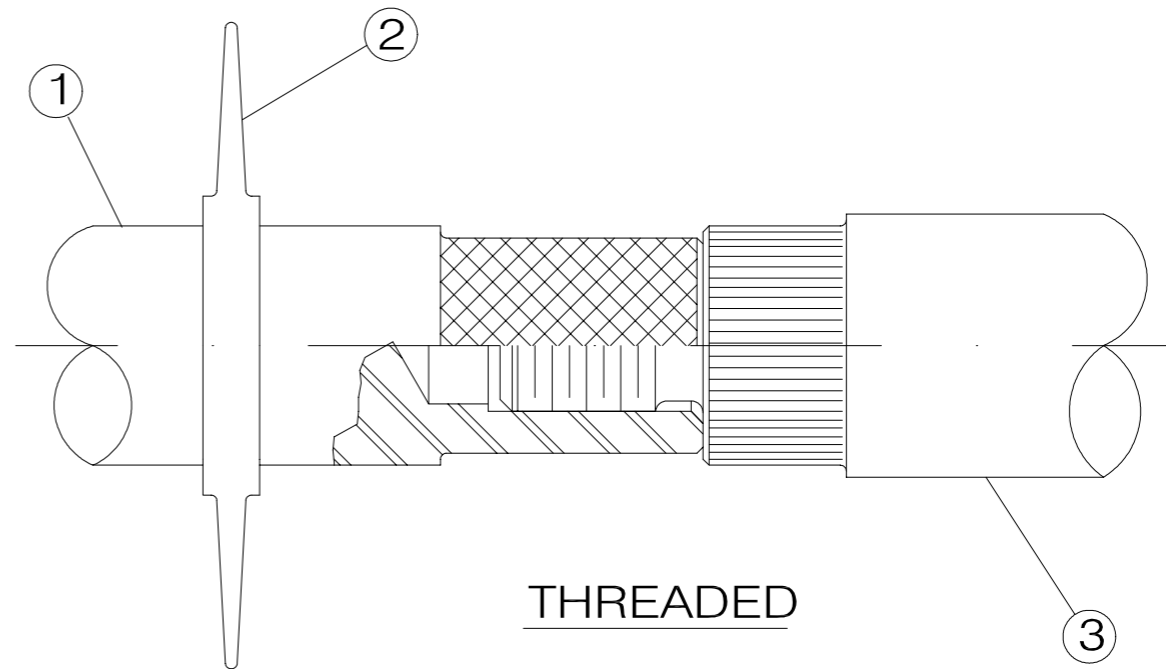


NATIONAL OILWELL

HOUSTON, TEXAS U.S.A.		ENGINEERING, McALESTER, OKLAHOMA	
TITLE PLUNGER/INTERMEDIATE ROD ASSY. DOUBLE TAPER CLAMP 165T-5 PLUNGER PUMP			
SIZE C	REFERENCE No.	DRAWING No. 1717123	REV
SCALE 1/1	EST WT	SHEET 1 OF 1	

BILL OF MATERIAL

ITEM	PART NO.	DESCRIPTION
1	340-023	INTERMEDIATE ROD STAINLESS
2	1717016	BAFFLE, INTERMEDIATE ROD



THREADED PLUNGERS

165T - 5L

ITEM	*PART NO.*	PART NO.	DESCRIPTION
3	1712264	340-199	4" CARBIDE PLUNGER
	1712265	340-198	3-3/4 " CARBIDE PLUNGER
	1712266	340-197	3-1/2 " CARBIDE PLUNGER
	1712267	340-196	3-1/4 " CARBIDE PLUNGER
	1712268	340-195	3" CARBIDE PLUNGER
	17112269	340-194	2-3/4 " CARBIDE PLUNGER

165T - 5M

1712269	340-194	2-3/4" CARBIDE PLUNGER
1712589	340-193	2-5/8 " CARBIDE PLUNGER
1712270	340-192	2-1/2 " CARBIDE PLUNGER
1712376	340-191	2-3/8 " CARBIDE PLUNGER
1712271	340-190	2-1/4" CARBIDE PLUNGER
1712447	340-189	2-1/8 " CARBIDE PLUNGER
1712272	L340-188	2" CARBIDE PLUNGER

165T - 5H

1712272	L340-188	2" CARBIDE PLUNGER
1712445	L340-187	1-7/8 " CARBIDE PLUNGER
1712273	340-186	1-3/4 " CARBIDE PLUNGER
1712274	340-185	1-5/8 " CARBIDE PLUNGER
1712275	340-184	1-1/2" CARBIDE PLUNGER

THREADED PLUNGERS

165T - 5L

ITEM	PART NO.	DESCRIPTION
3	1712082	4" CERAMIC PLUNGER
	1712081	3-3/4 " CERAMIC PLUNGER
	1712080	3-1/2 " CERAMIC PLUNGER
	1712079	3-1/4 " CERAMIC PLUNGER
	1712078	3" CERAMIC PLUNGER
	1712042	2-3/4 " CERAMIC PLUNGER

165T - 5M

1712042	2-3/4" CERAMIC PLUNGER
1712588	2-5/8 " CERAMIC PLUNGER
1712041	2-1/2 " CERAMIC PLUNGER
1712377	2-3/8 " CERAMIC PLUNGER
1712040	2-1/4" CERAMIC PLUNGER
1712331	2-1/8 " CERAMIC PLUNGER
1712039	2" CERAMIC PLUNGER

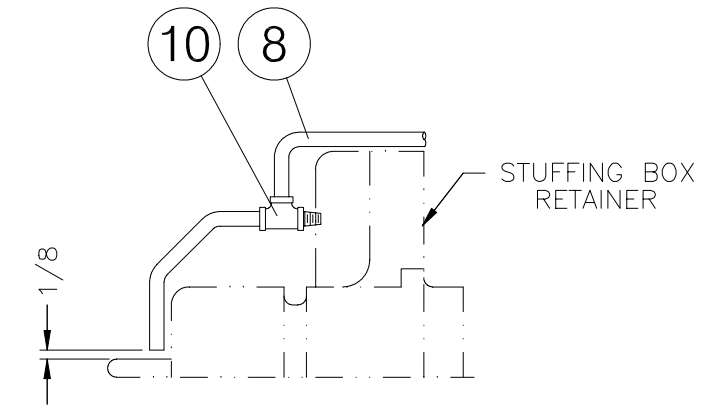
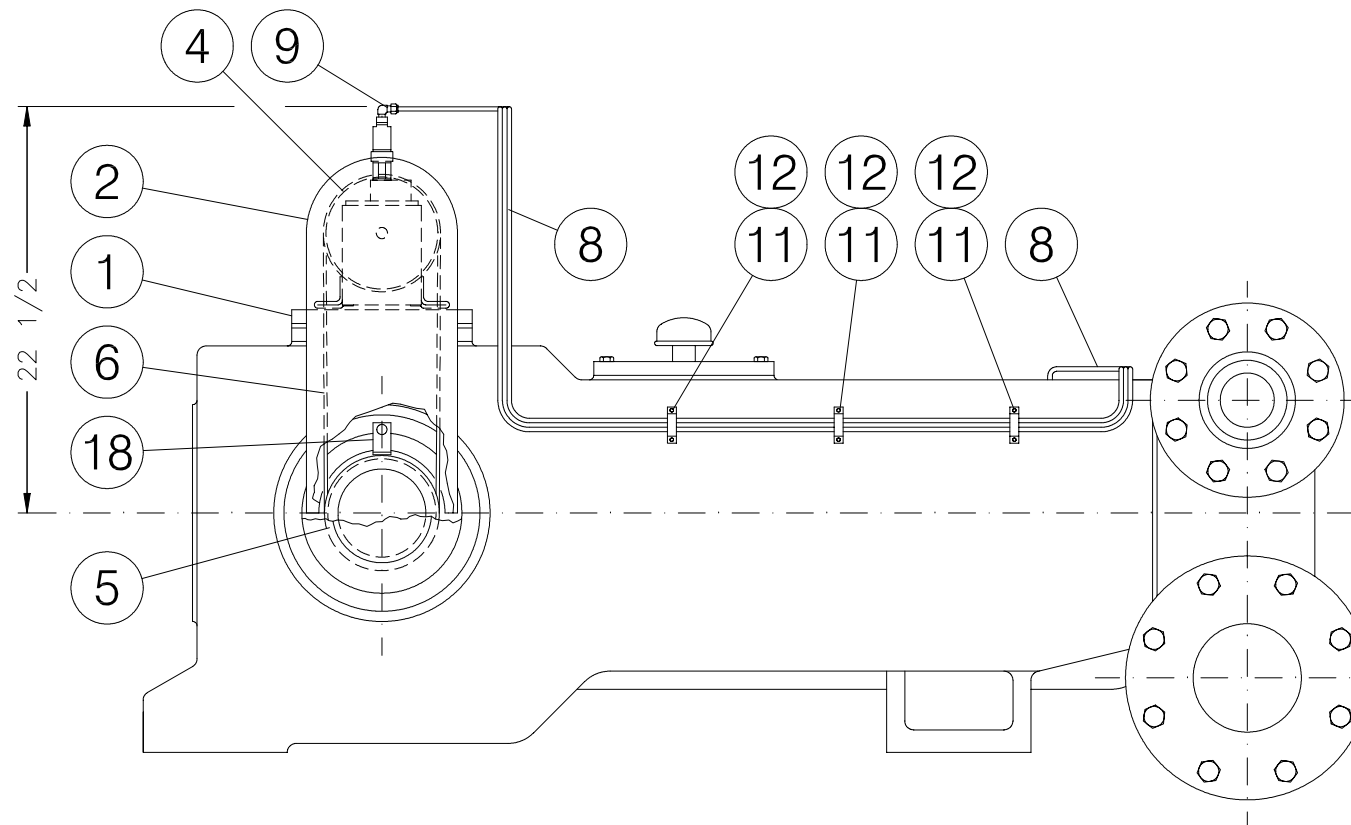
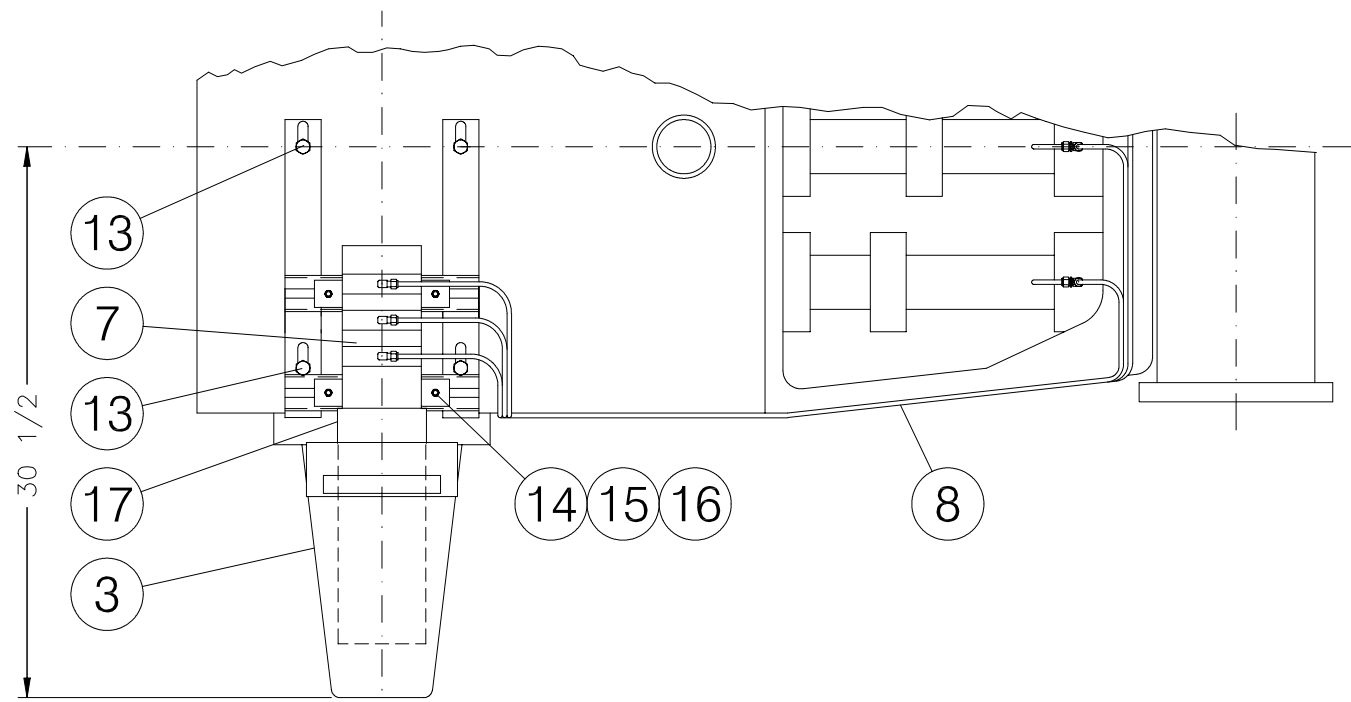
165T - 5H

1712039	2" CERAMIC PLUNGER
1712459	1-7/8 " CERAMIC PLUNGER
1712038	1-3/4 " CERAMIC PLUNGER
1712150	1-5/8 " CERAMIC PLUNGER
1712037	1-1/2" CERAMIC PLUNGER

* LISTED PART NUMBERS WERE PREVIOUSLY HARD COAT PLUNGERS



HOUSTON, TEXAS U.S.A.		ENGINEERING, McALESTER, OKLAHOMA	
TITLE PLUNGER/INTERMEDIATE ROD ASSY. THREADED PLUNGER 165T-5 PLUNGER PUMP			
SIZE C	REFERENCE No.	DRAWING No. 1717124	REV
SCALE 1/1	EST WT	SHEET 1 OF 1	



DETAIL OF DRIP LUBE PIPING
SCALE : NONE

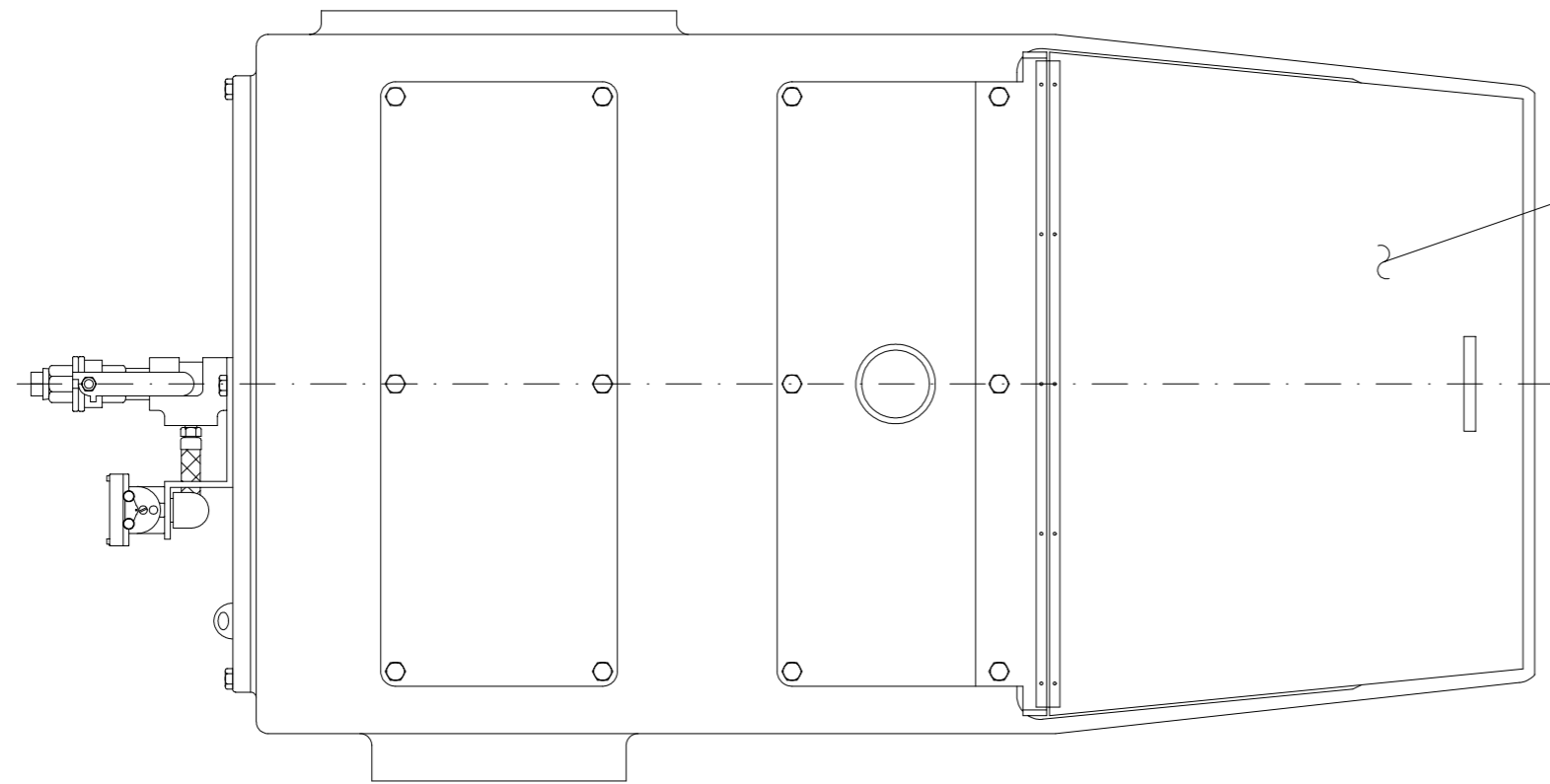
1	1790074	1790074	BRACKET, LUBRICATOR GUARD - BOTTOM	18
1	1790051	1790051	BRACKET, LUBRICATOR GUARD - TOP	17
4	6300070	6300070	NUT, HEX 7/16 "	16
20	7600032	7600032	WASHER, 1/2 " N TYPE A 1.062 O.D.	15
4	7000258-11	7000258-11	SCREW, HEX HEAD CAP 7/16 x 1 1/2 " LG.	14
4	7000306-11	7000306-11	SCREW, HEX HEAD CAP 1/2 " x 1 3/4 " LG.	13
6	7168073	7168073	SCREW, HEX HEAD #8-32 x 1/4 " TYPE F SELF TAPPING	12
3	7802200	7802200	CLIP, MULTI-LINE TUBING	11
3	25854704		TEE, 1/4 " TUBE x 1/4 " TUBE x 1/4 " N.P.T. - S.S.	10
		G7819165	TEE, 1/4 " TUBE x 1/4 " TUBE x 1/4 " N.P.T.	
3	64226988		ELBOW, 90° x 1/4 " TUBE x 1/8 " N.P.T. - S.S.	9
		7804080	ELBOW, 90° x 1/4 " TUBE x 1/8 " N.P.T.	
25 FT	64699402		TUBING, STAINLESS STEEL 1/4 " O.D. x .035 WALL	8
		7400420	TUBING, COPPER 1/4 " O.D. x .032 WALL	
1	7811072	7811072	LUBRICATOR, 3 FEED (LH)	7
	7811071	7811071	LUBRICATOR, 3 FEED (RH)	
1	4712510	4712510	BELT, V - 2510	6
1	1712201	1712201	SHEAVE, DRIVER 6" PD	5
1	7200020	7200020	SHEAVE, LUBRICATOR 6.2" PD	4
1	1712202	1712202	COVER, CRANKSHAFT EXTENSION	3
1	1710125	1710125	GUARD, LUBRICATOR BELT (INCL. ITEMS 17 & 18)	2
1	1712315	1712315	BRACKET, LUBRICATOR	1
QTY REQ'D	PART No.		DESCRIPTION / MATERIAL / SPECIFICATION	ITEM NO.
	LUBRICATOR ASSY. COMPLETE WITH STAINLESS STEEL LINES P/N 1712225RSS	LUBRICATOR ASSY. COMPLETE WITH COPPER LINES P/N 1712225		

LIST OF MATERIAL

NOTE:

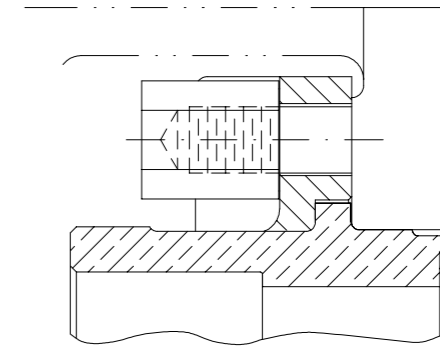
R.H. LUBRICATOR SHOWN
L.H. OPPOSITE

HOUSTON, TEXAS U.S.A. ENGINEERING, McALESTER, OKLAHOMA	
TITLE LUBRICATOR ASSEMBLY PIPING 3-FEED LUBRICATOR (R.H. OR L.H.) 165T-5 TRIPLEX PLUNGER PUMP	
SIZE B	REFERENCE No. DRAWING No. 1712225
SCALE NONE	EST WT SHEET 1 OF 1



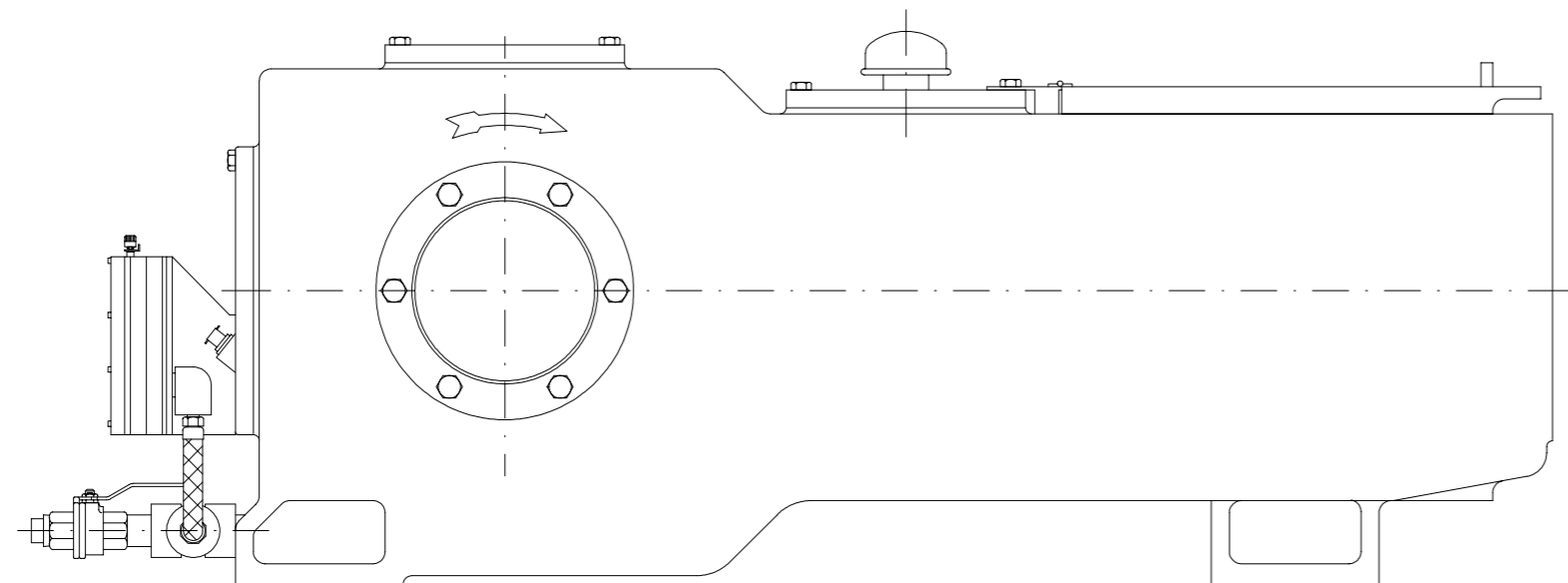
PLUNGER CHAMBER COVER
P/N 1717344 (14 GA. STL.)

STUFFING BOX RETAINER
1 3/8 " ACORN NUT OPTION
P/N 1712024 (ALUM. BRZ.)



165T- 5L, 5M or 5H

(STUFFING BOX & RETAINER SHOWN
ARE REPRESENTATIVE ONLY)



OIL LEVEL SWITCH ASSY.

(TYPICAL ARRANGEMENT)
MURPHY L-129 SHOWN

SWITCH MODEL, LOCATION & PIPING ARRANGEMENT
WILL VARY DEPENDING ON APPLICATION

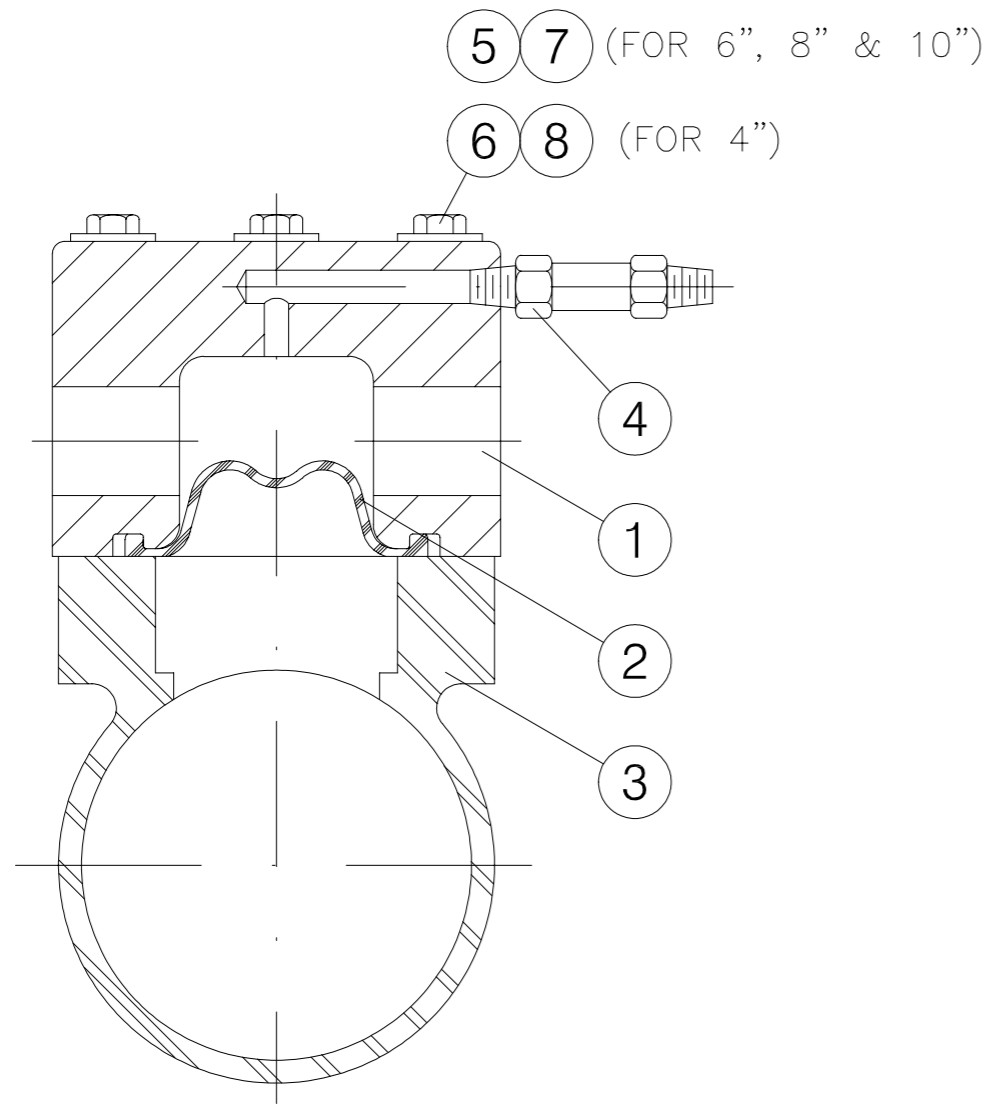


HOUSTON, TEXAS U.S.A. ENGINEERING, McALESTER, OKLAHOMA

TITLE
OPTIONAL ACCESSORIES
165T-5 TRIPLEX PLUNGER PUMP

SIZE B	REFERENCE No.	DRAWING No. 1717129	REV
-----------	---------------	------------------------	-----

SCALE 1/8	EST WT	SHEET 1 OF 1
--------------	--------	--------------



*

14	7600020	WASHER, 5/16 " (FOR 4")	14
18	7600032	WASHER, 1/2 " (FOR 6", 8" & 10")	13
14	7000157-11	CAPSCREW, 5/16 -18 x 1" LG. (FOR 4")	12
18	7000304-11	CAPSCREW, 1/2 -13 x 1 1/4 " LG. (FOR 6", 8" & 10")	11
1	1712218	GASKET, BLANKING PLATE (FOR 6", 8" & 10")	10
1	6000004	GASKET, BLANKING PLATE (FOR 4")	
1	1712217	PLATE, BLANKING (FOR 6", 8" & 10")	9
1	X17-1569	PLATE, BLANKING (FOR 4")	
14	7600020	WASHER, 5/16 " (FOR 4")	8
18	7600032	WASHER, 1/2 " (FOR 6", 8" & 10")	7
14	7000168-11	CAPSCREW, 5/16 -18 x 3 3/4 " LG. (FOR 4")	6
18	7000316-11	CAPSCREW, 1/2 -13 x 4" LG. (FOR 6", 8" & 10")	5
1	7500021	CHECK VALVE, 1/8 " (FOR 4", 6", 8" & 10")	4
1	1713201	10" PIPE BODY	3
1	1712501	8" PIPE BODY	
1	1712251	6" PIPE BODY	
1	1712250	4" PIPE BODY	2
1	1712327	10" DIAPHRAGM	
1	1712327	8" DIAPHRAGM	
1	1712327	6" DIAPHRAGM	
1	1712262	4" DIAPHRAGM	1
1	1712329	10" DAMPENER	
1	1712329	8" DAMPENER	
1	1712329	6" DAMPENER	
1	1712290	4" DAMPENER	
	1713200	DAMPENER COMPLETE - 10" (29" LG.)	
	1712502	DAMPENER COMPLETE - 8" (29" LG.)	
	1712253	DAMPENER COMPLETE - 6" (28" LG.)	
	1712252	DAMPENER COMPLETE - 4" (25 1/2 " LG.)	
QTY REQ'D	PART NO.	DESCRIPTION	ITEM NO.

LIST OF MATERIAL

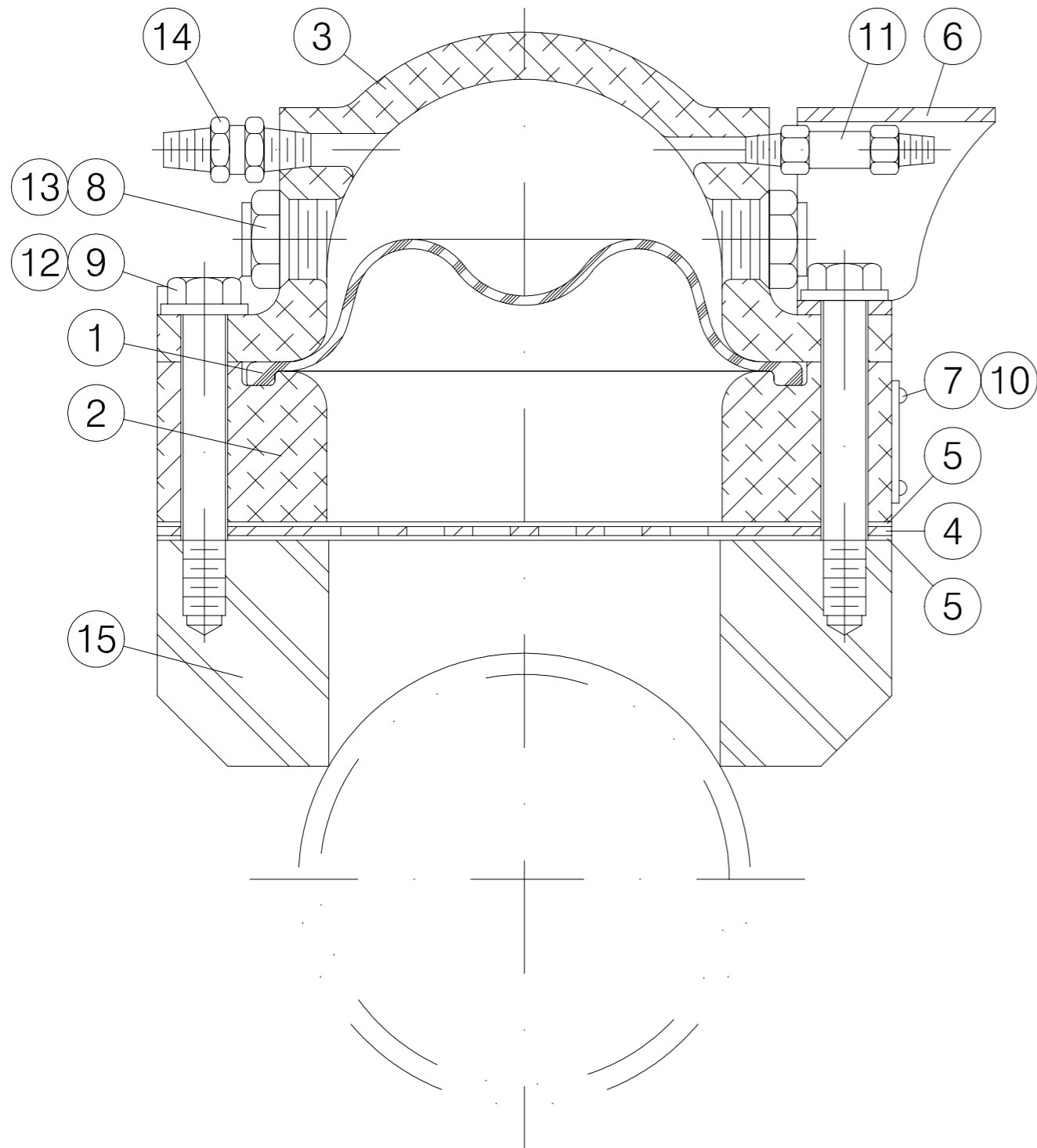
NATIONAL OILWELL
 HOUSTON, TEXAS U.S.A. ENGINEERING, MCALESTER, OKLAHOMA

TITLE: LOW PRESSURE PLASTIC BODY
 IN-LINE SUCTION DAMPENER (WELD-ON)
 PLUNGER PUMPS

SIZE: B REFERENCE No. DRAWING No. 1717133 REV

SCALE: 1/2 EST WT SHEET 1 OF 1

* L/M FOR BLANKING PLATE ASSEMBLY
 ITEMS #9 THRU #14 ARE NOT SHOWN



1	1292234	PLATE, MOUNTING (FOR 12")	15
1	1290209	PLATE, MOUNTING (FOR 10")	
1	1290211	PLATE, MOUNTING (FOR 8")	
1	1291271	PLATE, MOUNTING (FOR 6")	
1	7500396	VALVE, RELIEF 1/4" NPT #559B-2M-70	14
1	7815106	PLUG, SIGHT TEDECO #W-54	13
32	7600036	WASHER, 9/16 N TYPE "A" 1.159 O.D.	12
1	7500021	VALVE, CHECK - DILL #02500-100AA-643VC	11
8	7178025	DRIVESCREW, #2 x 1/4" LG. ROUND HD.	10
32	7000361-11	CAPSCREW, 9/16 -12UNC x 4" LG. HEX HD.	9
2	2410031-02	PACKING, SIGHT PLUG	8
1	2407136	PLATE, INSTRUCTION	7
1	1290228	GUARD, AIR VALVE	6
2	1290199	GASKET	5
1	1290198	RETAINER	4
1	1290197	COVER	3
1	1290196	SPACER	2
1	1290195	DIAPHRAGM	1
	1292233	DAMPENER COMPLETE - 12" (34 1/2" LG.)	
	1290208	DAMPENER COMPLETE - 10" (34 1/2" LG.)	
	1290210	DAMPENER COMPLETE - 8" (34 1/2" LG.)	
	1291270	DAMPENER COMPLETE - 6" (34 1/2" LG.)	
QTY REQ'D	PART NO.	DESCRIPTION	ITEM NO.

LIST OF MATERIAL

*

21



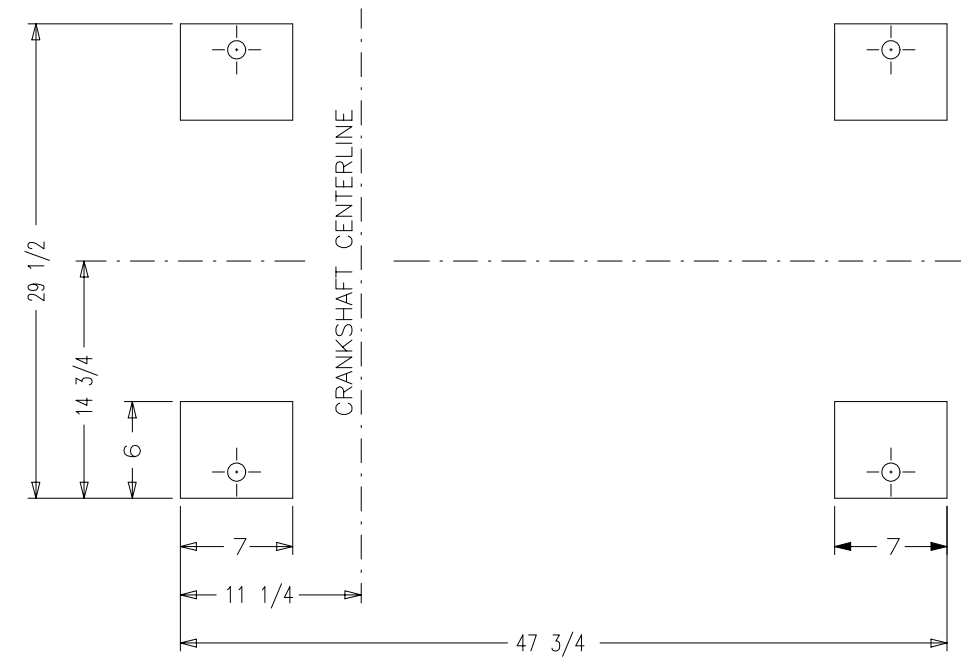
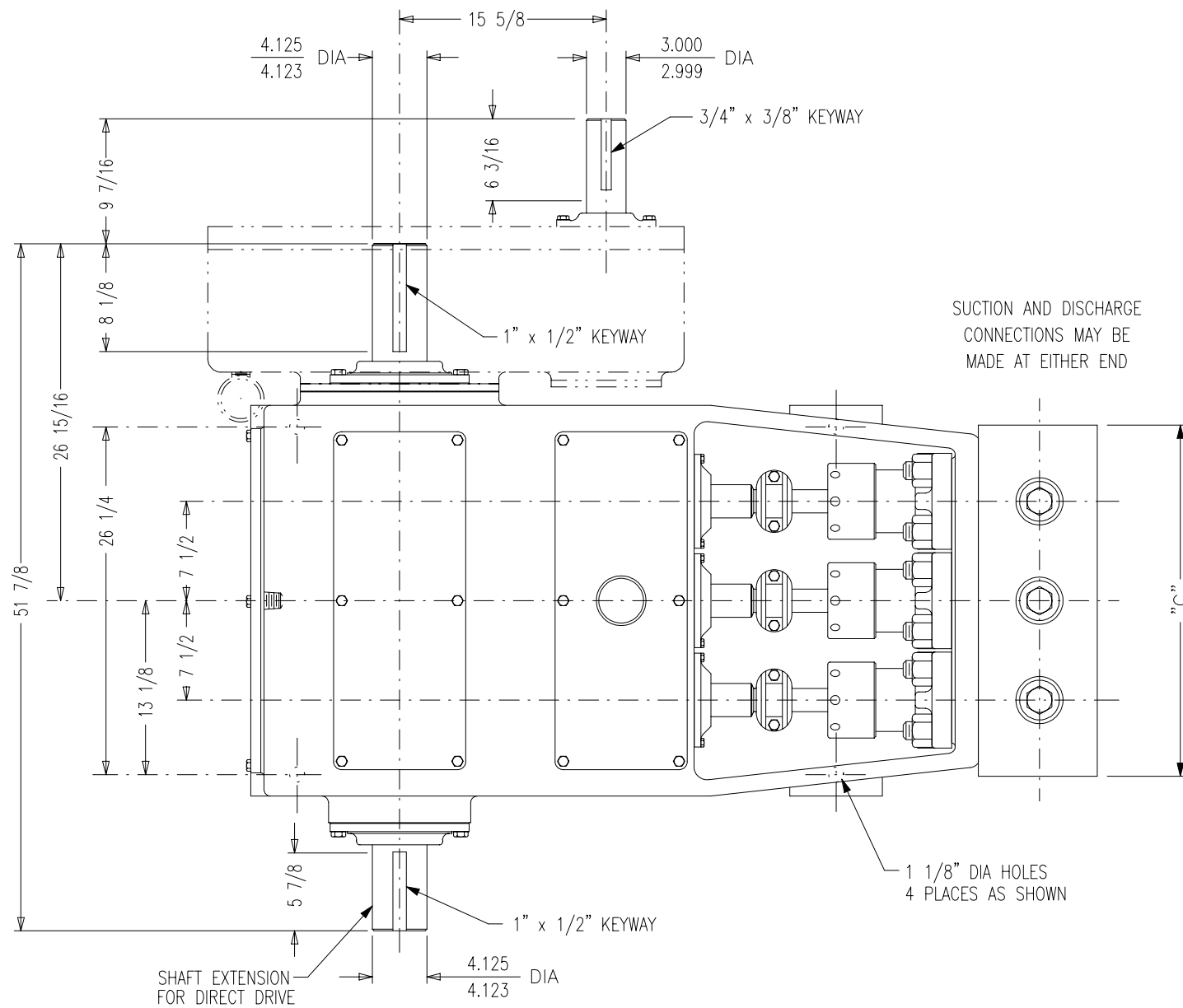
HOUSTON, TEXAS U.S.A. ENGINEERING, MCALESTER, OKLAHOMA

TITLE HIGH PRESSURE ALUMINUM BODY IN-LINE SUCTION DAMPENER (WELD-ON) PLUNGER PUMPS

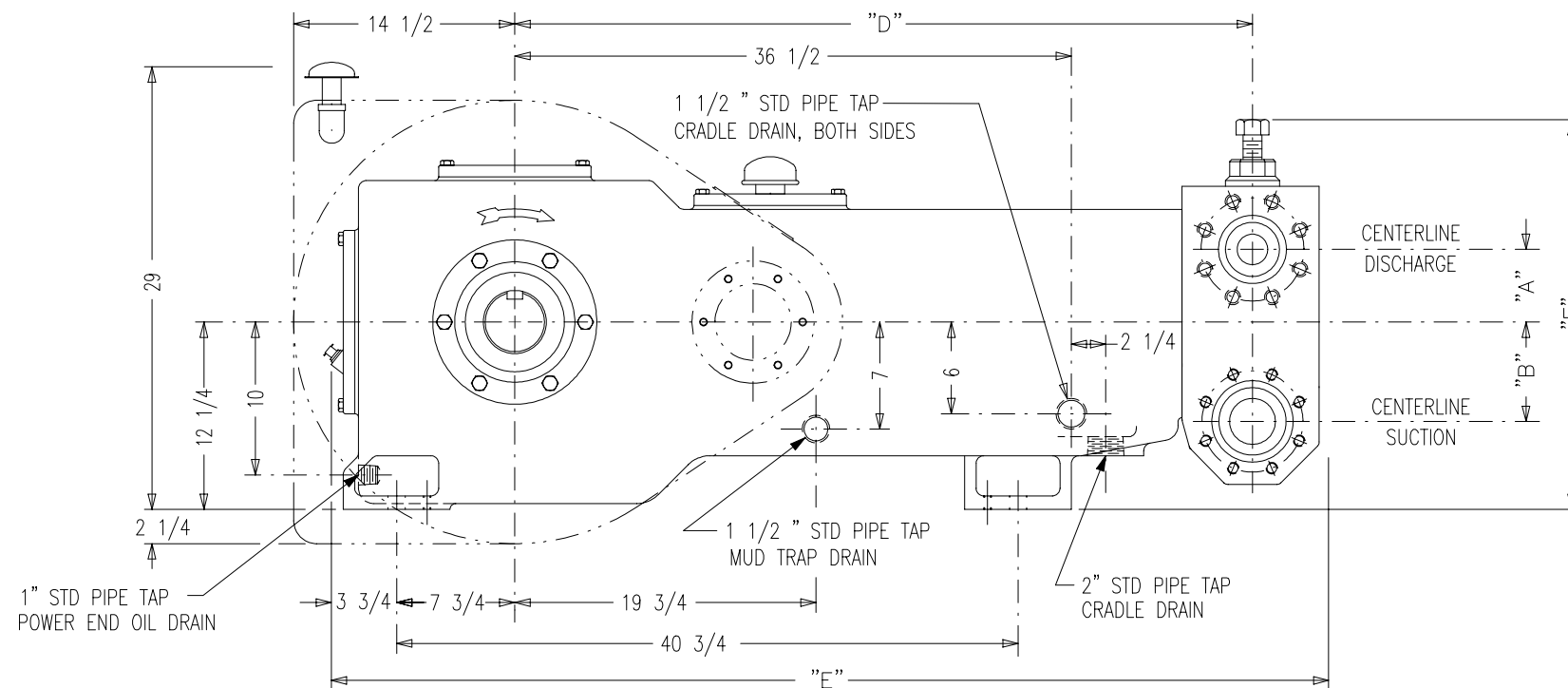
SIZE	REFERENCE No.	DRAWING No.	REV
B		1717134	

SCALE 1/2 EST WT SHEET 1 OF 1

* FOR 6", 8", 10" & 12" DIA. DAMPENERS



PUMP TYPE	DISCHARGE CONNECTION	SUCTION CONNECTION	DIMENSIONS IN INCHES					
			A	B	C	D	E	F
165T-5L	3" API-2000# R.J	6" ANSI-150# F.F.	5 11/16	7 5/8	27 3/4	48 3/4	65 3/4	23
165T-5M	2" API-5000# R.J	4" ANSI-150# F.F.	4 3/4	6 1/2	26 1/2	48 3/8	64 7/8	25 5/16
165T-5H	2" ANSI-2500# R.J	3" API-2000# R.J	4 3/4	6 1/2	26 1/2	48 3/8	64 1/4	25 5/16



165T-5H MODEL IS SHOWN

NATIONAL OILWELL

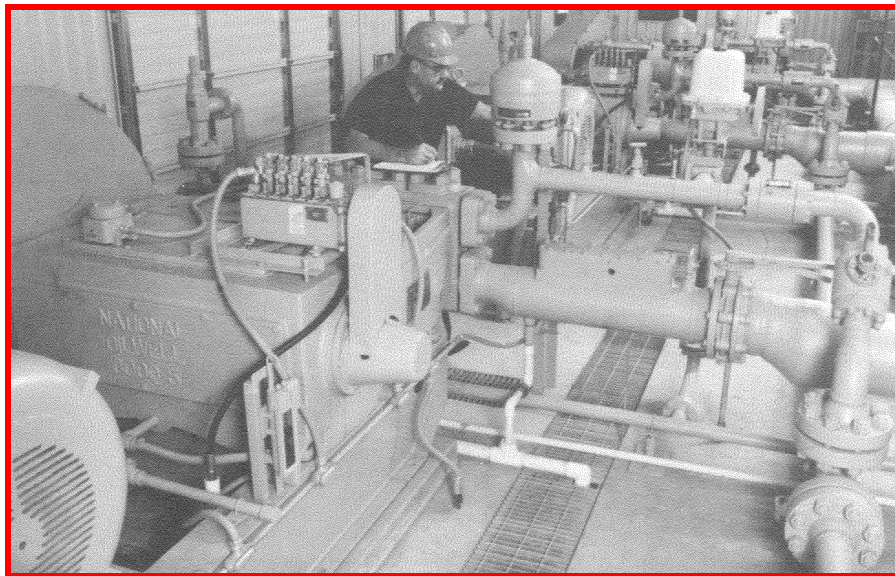
HOUSTON, TEXAS U.S.A. ENGINEERING, McALESTER, OKLAHOMA

TITLE
OUTLINE DRAWING
165T-5 TRIPLEX PLUNGER PUMP
WITH GEAR REDUCER

SIZE B	REFERENCE No.	DRAWING No. 1717007	REV
SCALE 1/12	EST WT 4800#	SHEET 1 OF 1	



NATIONAL OILWELL



With over 120 locations worldwide, National Oilwell is located near you. To find the nearest Distribution Service Center, machinery center or repair facility, please give us a call at our main office listed below.

Or you can access our website at the URL listed below, where you may search by location or country.

<http://www.natoil.com/locations>

Sales/Technical Information:
USA Tollfree: 1 (800) 800-4110

Internet: <http://www.natoil.com>

National Oilwell is a leading manufacturer of reciprocating plunger pumps, Mission Fluid King centrifugal pumps, and fluid end replacement parts. We also offer a complete set of solutions to your fluid transfer challenges. For more information, contact National Oilwell directly at the Headquarters in Houston, Texas. All National Oilwell products are available throughout the U.S. and around the world from service centers, authorized distributors, and representatives.

© Copyright 1999 by National Oilwell, L.P. All Rights Reserved. NATIONAL OILWELL, NATIONAL, and OILWELL are registered trademarks of NATIONAL OILWELL, L.P. Houston, Texas, USA. All other trademarks used are registered to their respective companies. The information and data in this brochure, including but not limited to pictures, photographs, charts, diagrams, drawings, lists, written comments, and specifications, are accurate to the best of our knowledge and belief, but are intended for general information only. Applications suggested for the materials and other information are described only to help readers make their own evaluations and decisions, and are neither guarantees nor are they to be construed as express or implied warranties of suitability for these or other applications. National Oilwell makes no warranty, either express or implied, beyond that stipulated in National Oilwell's Standard Terms and Conditions of Sale which are available upon request.

	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
	PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

ANEXO N°4

PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO

OPERACIÓN DE ELECTROBOMBA DE AGUA - PIA	Código	
	Versión / Fecha: xx / xx-xx-xx	
	Rev.: xxx	Aprob.: xxx

OBJETIVO:	Describir la metodología para la correcta operación de las bombas recíprocantes marca NOV en las Plantas de Inyección de Agua (PIA) de los lotes de LA EMPRESA, de tal manera de prevenir accidentes, enfermedades profesionales, impactos ambientales significativos, derivados de dicha actividad.
ALCANCE:	Todas las actividades relacionadas con las operaciones de transferencias de agua en la PIA de los Lotes de LA EMPRESA.

DEFINICIONES:
- No Aplica.

PRECAUCIONES:
- Personal sin entrenamiento no debe realizar ninguna maniobra operativa de este instructivo, la operación solamente debe ser realizada por el Operador * <i>de Producción</i> .
- Utilizar en todo momento los EPP de acuerdo a los peligros identificados en la Matriz IPER, en especial los protectores auditivos, casco, guantes, lentes y ropa de trabajo.
- Inspección de área de trabajo.

FLUJOGRAMA	ETAPA	RESP	DESCRIPCION
<pre> graph TD Inicio([Inicio]) --> Verificacion[Verificación de las condiciones de bombas] Verificacion --> 1((1)) </pre>	Verificación de las Condiciones de Bombas	* <i>OP</i>	<p>El * <i>OP</i> debe verificar las condiciones de funcionamiento de la bombas de forma rutinaria contemplando lo siguiente:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Verificar las posiciones de apertura y cierre de las válvulas de succión, descarga y recirculación: Debe verificar y alinear las Válvulas de succión y descarga de la bomba. Para el arranque: Válvula de succión: abierta, Válvula de recirculación: abierta Válvula de descarga: cerrada. Para la operación normal: Válvula de succión: abierta, Válvula de descarga: abierta. Válvula de recirculación: cerrada b) Verificar los niveles de agua en el tanque: Se debe confirmar que se cuenta con el nivel de fluido en el tanque. por encima del nivel para el seteo de baja presión de succión 1.7 psig (4ft) c) Verificar visualmente estado de los manómetros de succión y descarga y que se encuentren alineados al proceso. d) <u>Los set point de los switches de presión de succión (de baja presión seteado para parada es de 1.7 psi (4 ft) con un nivel operativo mínimo en el visor de nivel de 4.6 Ft (2 psig) y set de alta presión de descarga de 1050 psi. Estos set points serán permanentes.</u>

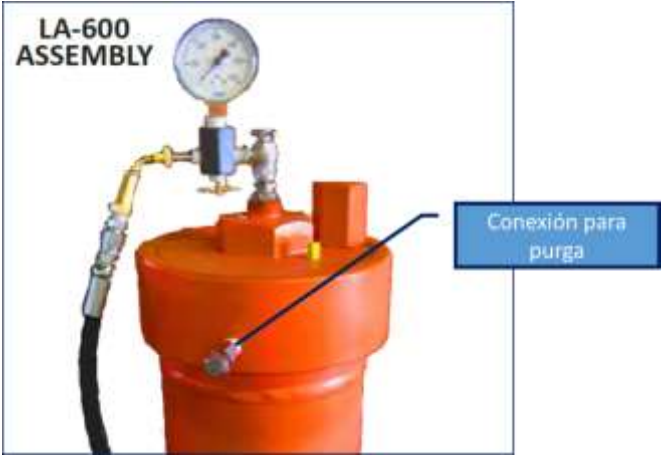
OPERACIÓN DE ELECTROBOMBA DE AGUA - PIA

Código


Versión / Fecha:
xx / xx-xx-xx

Rev.:
xxx


Aprob:
xxx

FLUJOGRAMA	ETAPA	RESP	DESCRIPCION
<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 0 auto 20px auto;">1</div> <div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%; position: relative;"> <div style="position: absolute; top: 0; left: 0; right: 0; bottom: 0; border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black;"></div> <div style="position: absolute; top: 0; left: 0; right: 0; bottom: 0; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="position: absolute; top: 0; left: 0; right: 0; bottom: 0; border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin: 0 auto 20px auto;"> Verificación de las condiciones de Bomba </div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 0 auto;">2</div>	Verificación de las Condiciones de Bombas (Cont.)	* <u>OP</u>	<p>e) Se corroborarán los niveles óptimos de aceite de lubricación de goteo por desplazamiento con el apoyo del visor de nivel.</p> <p>f) <u>Revisión de nivel de aceite de bomba NOV (SAE 15W40), por medio de nivel manual y nivel por el sensor de bajo nivel de aceite.</u> Nota: los trabajos de alineamiento de la bomba deben realizarse previamente el llenado y verificación de nivel de aceite.</p> <p>g) Verificar y asegurar que el filtro de succión este limpio antes del arranque. Realizar inspecciones mensuales.</p> <p>h) Verificar que las válvulas de succión y descarga de la bomba, estén abiertas.</p> <p>i) Confirmar que las válvulas de recirculación están alineadas, es decir, verificar que estén abiertas hacia el tanque.</p> <p>j) Verificar que la válvula de alivio PSV tiene sus válvulas de bloqueo en posición abierta. El set de la válvula de alivio es 1200 psi.</p> <p>k) Mantener abiertas las válvulas de inyección de agua al pozo.</p> <p>l) Realizar venteo de las líneas de succión y descarga, incluyendo el filtro. Realizar purgado de los Dámpers de succión y descarga con una leve apertura de tornillo lateral y luego cerrar nuevamente.</p> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">  </div> <p>m) Revisar que la cubierta de las correas este en su sitio y bien colocada</p> <p>n) Verificación de la instalación de bandeja o recipiente de recolección de aceite de desplazamiento de los <u>pistones</u></p> <p>o) En el tablero a pie de motor se debe verificar que el selector encendido/apagado remoto este en posición (Off).</p> <p>p) Verificar que el botón de parada de emergencia ESD este en posición afuera.</p> <p>q) Verificar que los fusibles de control: - Q1 / Q2 / Q3 / Q4 / Q5 estén en línea y activados.</p>

OPERACIÓN DE ELECTROBOMBA DE AGUA - PIA		Código	
		Versión / Fecha: xx / xx-xx-xx	
		Rev.: xxx	Aprob.: xxx

FLUJOGRAMA	ETAPA	RESP	DESCRIPCION
<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 30px; height: 30px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 0 auto;">2</div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">↓</div>			<p>r) Proceder a energizar el tablero de Control con la manivela (de color rojo), poner de OFF a ON.</p> <p>s) Verificar que el display del tablero de control, si todo está OK debe aparecer el código (Rdy – ready).</p> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">  </div> <p>t) Si aparece otro código ver Anexo 01 (Diagnóstico y localización de fallos),</p> <p>u) Pulsar el botón de reset de alarma. Colocar en el selector local / remoto en condición remoto.</p> <p>v) Verificar que el botón de parada de emergencia ESD del tablero de control este en posición afuera. (Botón tipo hongo color rojo).</p> <p>En el panel remoto que se encuentra junto al motor de la bomba verificar que el botón ESD se encuentre en posición afuera.</p> <p>En el tablero remoto junto al motor colocar el selector (Off) en posición (AUTO). Pulsar el botón (start) color verde en el tablero remoto. En caso de presentarse una falla en el arranque se debe revisar en el Display del panel de control del arrancador suave el código error que aparece, y ver solución Anexo 01 (Diagnóstico y localización de fallos).</p> <p>En caso de presentarse una falla que provoque la desconfiguración del arrancador suave ver Anexo 02 (Terminal gráfico, Programación y configuración). Para volver a programarlo y configurarlo proceder con personal calificado.</p> <p>Nota: Se debe rellenar la Planilla de verificación para operación de electrobomba (Anexo 03), registrando todas las condiciones y observaciones halladas.</p>
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">Accionamiento de Bomba</div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 30px; height: 30px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 0 auto;">3</div>	Accionamiento de Bomba	* OP/ CP	<p>El único autorizado a dar el inicio de bombeo de agua de acuerdo al programa de trabajo es el * <u>OP</u>.</p> <p>Durante el funcionamiento de la bomba se debe controlar estrictamente la presión de trabajo y el volumen inyectado.</p>

OPERACIÓN DE ELECTROBOMBA DE AGUA - PIA	Código	
	Versión / Fecha: xx / xx-xx-xx	
	Rev.: xxx	Aprob.: xxx

FLUJOGRAMA	ETAPA	RESP	DESCRIPCION
			<p>El control durante el bombeo se realiza luego de la puesta en marcha de las bombas.</p> <p>EI * <u>OP</u> debe detener el bombeo, si observa elementos trabajando en mala condición y/o que pudieran ocasionar daños personales o al equipo.</p> <p>Durante la operación de la bomba pueden presentarse desvíos, los cuales deben ser comunicados inmediatamente al Coordinador de Producción CP quien comunicará al Supervisor de producción SP</p>  <p>En el caso de la bomba de Inyección del Lote V, adicional a la operación de las bombas de inyección de agua, OP / CP deben trabajar en el equipo de Generación eléctrica de 200 KW que alimentará la corriente de 480 Volt AC, para ello deberán aplicar el instructivo para operación de motogeneradores.</p> <p>Luego de 2 minutos de una operación estable, proceder con el alineamiento de válvulas para la operación normal.</p> <p style="padding-left: 40px;">Alineamiento de válvula para la operación normal:</p> <p style="padding-left: 80px;">Válvula de succión: abierta, Válvula de descarga: abierta. Válvula de recirculación: cerrada</p> <p>Abrir paulatinamente la válvula de descarga y cerrar la válvula de recirculación.</p>

OPERACIÓN DE ELECTROBOMBA DE AGUA - PIA	Código	
	Versión / Fecha: xx / xx-xx-xx	
	Rev.: xxx	Aprob.: xxx

FLUJOGRAMA	ETAPA	RESP	DESCRIPCION
<pre> graph TD Start((4)) --> Decision{Conforme} Decision -- NO --> Action[Corrección de desvíos] Decision -- SI --> End([Fin]) </pre>	Corrección de Desvíos	OP/ CP/ SP/ JP	<p>El * <u>OP</u> /CP debe trabajar o coordinar en función de los siguientes casos:</p> <p>a) <u>Fugas de Agua</u>: De acuerdo a la procedencia de la fuga se trabaja con el ajuste de las empaquetaduras. <u>En caso de persistir la fuga se informa al SP y/o CP.</u></p> <p>b) <u>Caídas de presión</u>: La caída de presión puede deberse a roturas en la línea de inyección o menor contrapresión del pozo. En caso ocurra baja presión de proceder con la revisión de los filtros de la bomba de acuerdo al Instructivo * Limpieza de Filtros.</p> <p>c) Parada normal: la parada normal de la bomba se realizará en el panel remoto, activando el botón (STOP) de color rojo, una vez culminado el bombeo planificado.</p> <div style="text-align: center;"> </div>

Todas las operaciones relacionadas al * OP, se registran en el Reporte diario de Producción de Campo.

	PROCEDIMIENTO PARA INSPECCIÓN Y MONITOREO PREDICTIVO EN EQUIPOS ROTATIVOS	Código	
		Versión / Fecha xx / xx-xx-xx	
		Rev.: XXX	Aprob.: XXX

OBJETIVO:	Establecer la metodología correcta para efectuar el monitoreo predictivo en los equipos rotativos; tales como vibraciones, temperaturas, parámetros operacionales e inspecciones; con la finalidad de evaluar la condición del equipo que me permita establecer un programa de mantenimiento eficaz y seguro.
ALCANCE:	El presente procedimiento es aplicable a las actividades de inspección y monitoreo predictivo de los equipos rotativos de LA EMPRESA

DEFINICIONES

- ❖ **Vibración:** Las vibraciones se definen como los movimientos oscilatorios de un cuerpo alrededor de un punto de referencia y se pueden producir por efecto del propio funcionamiento de una máquina o equipo.
- ❖ **Termografía:** Técnica que permite tomar temperaturas a distancia y sin necesidad de contacto físico con el objeto en estudio. Esto es posible a través de una cámara termográfica que capta la radiación infrarroja en el objeto.
- ❖ **Parámetros de Operación:** son los datos de trabajo de un equipo, los mismos que dependen del tipo o familia de equipo.
- ❖ **Inspección:** Se refiere a la observación detallada y exhaustiva del equipo a través de los sentidos y uso de formatos check list.

CRITERIOS DE ACEPTACION:

Para efectuar el trabajo se deberá cumplir con todo lo establecido en el presente procedimiento; así como evidenciar en campo los siguientes documentos:

- Pedido de Trabajo.
- Permiso de Trabajo.
- Análisis de Riesgos.
- Procedimiento operativo del trabajo.
- Registro de capacitación de inicio de actividad.
- Otros documentos relacionados.

RECURSOS ASOCIADOS:

- ❖ **Equipos de protección personal**
 - Casco de seguridad con barbiquejo
 - Lentes de seguridad
 - Protector auditivo tipo copa
 - Protector auditivo tipo tapón (de ser necesario)
 - Guantes de cuero y/o guantes semicortados.
 - Calzado de seguridad
 - Ropa industrial
- ❖ **Herramientas**
 - Colector de vibraciones
 - Termómetro infrarrojo
 - Cámara termográfica
 - Multímetro
 - Tacómetro infrarrojo/ contacto

RESTRICCIONES:

- Durante las pruebas de vibración queda restringido el acceso de personal no autorizado para la labor.
- No utilizar ropa que esté suelta y en contacto con el equipo a monitorear.
- El personal deberá estar familiarizado con las instalaciones y su operación; no obstante, se deberá inspeccionar el área de trabajo con el fin de identificar condiciones sub estándar.
- Nunca se deben sacar las guardas de protección, a menos que sea requerido, para lo cual el equipo debe permanecer parado.

FLUJOGRAMA	ETAPA	RESP	DESCRIPCION
<pre> graph TD Inicio([Inicio]) --> Prep[Preparación Inicial] Prep --> 1((1)) </pre>	Preparación Inicial	Técnico predictivo/ Supervisor de mantenimiento	Realizar el análisis de riesgo y gestionar el permiso de trabajo respectivo. Inspeccionar el área de trabajo, que se encuentre libre de objetos, humedad en los pisos, entre otros, los cuales puedan provocar caídas, tropiezos, malas maniobras. Realizar orden y limpieza de ser necesario.
	Inspección del equipo	Técnico predictivo	Durante esta etapa el inspector calificado deberá proceder a efectuar una observación detallada del equipo con la finalidad de detectar defectos que pueden

PROCEDIMIENTO PARA INSPECCIÓN Y MONITOREO PREDICTIVO EN EQUIPOS ROTATIVOS

Código

Versión / Fecha
xx / xx-xx-xx

Rev.:
XXX Aprob.:
XXX

<pre> graph TD Start((1)) --> A[Inspección del Equipo] A --> B[Lectura y medición de parámetros operacionales] B --> C[Monitoreo de vibraciones] C --> D[Monitoreo de temperaturas] D --> E[Muestreo de Aceite] E --> End((2)) </pre>			<p>ser observados a simple vista, tales como: pernos sueltos, coloraciones sobre la carcasa, roturas, etc. así como también deberá percibir y evaluar ruidos y sonidos anormales emitidos por el equipo en operación, tales como: golpeteos, ruidos de defectos en rodamientos, etc. Todas las observaciones deberán ser anotadas en los formatos de reportes de campo</p>
	Lectura y medición de parámetros de operación	Técnico predictivo	<p>Realizar la toma de parámetros de operación del equipo; tales como presiones, temperaturas, velocidades, amperajes, voltajes, potencias, etc., según corresponda. Estos se realizarán por lectura directa de indicadores analógicos o digitales con los que cuente el equipo para el control o con el uso de un instrumento adicional. Los datos serán anotados en los formatos de datos de campo correspondiente</p>
	Monitoreo de vibraciones	Técnico predictivo	<p>Determinar los puntos de medición. Generalmente estos puntos estarán en los rodamientos y chumaceras de apoyo del eje del equipo y en los apoyos del equipo sobre la base</p> <p>Limpiar las superficies de los puntos establecidos en donde será colocado el sensor de medición para adquisición de la data</p> <p>El sensor deberá acoplarse a una base metálica imantada con la finalidad de que adquiera gran adherencia a la superficie de la carcasa de la máquina</p> <p>Por cada punto determinado se tomarán datos de vibración, Horizontales y/o Verticales y/o Axiales de acuerdo a la accesibilidad y necesidades de información para el posterior diagnóstico</p> <p>La data será almacenada en la memoria residente del equipo a la que se accederá posteriormente para el análisis y reporte correspondiente.</p>
	Monitoreo de temperatura	Técnico predictivo	<p>Las inspecciones de temperatura mediante termografía infrarroja o pirómetro serán efectuadas sobre las superficies de alojamientos de rodamientos, cilindros, manifold de escape, tuberías, interruptores, tableros de baja tensión y en puntos o superficies donde se haya determinado medir para evaluar la operación y condición del equipo. Las imágenes térmicas serán capturadas y guardadas en la memoria del equipo para posteriormente ser analizadas y reportadas según corresponda.</p>
	Muestreo de Aceite	Técnico predictivo	<p>Según aplique, se deberá realizar el muestreo de aceite del equipo, siguiendo estrictamente el Procedimiento de Muestreo de aceite.</p>

	PROCEDIMIENTO PARA INSPECCIÓN Y MONITOREO PREDICTIVO EN EQUIPOS ROTATIVOS	Código	
		Versión / Fecha xx / xx-xx-xx	
		Rev.: XXX	Aprob.: XXX

<pre> graph TD A((2)) --> B[Cierre de Evaluación predictiva] B --> C[Preparar y emitir informe] C --> D([Fin]) </pre>	Cierre de inspección y monitoreo predictivo	Técnico predictivo	Mantener el orden y la limpieza en el área de intervención. Limpiar y comprobar la funcionalidad de las herramientas y equipos utilizados
	Preparación y emisión de informe	Técnico predictivo/ supervisor mantenimiento	Con la información recopilada, se analizará la condición del equipo, se emitirá reporte con el diagnóstico y las recomendaciones según corresponda. Asimismo, se deberán generar solicitudes de trabajo en EAM por las observaciones encontradas. Posteriormente se debe finalizar el Pedido de Trabajo en EAM.

	PROCEDIMIENTO PARA INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA EN EQUIPOS ELÉCTRICOS DE BAJA/MEDIA TENSIÓN	Código	
		Versión / Fecha xx / xx-xx-xx	
		Rev.: XXX	Aprob.: xx

OBJETIVO:	Establecer la metodología correcta para realizar inspecciones, mediante el uso de termografía Infrarroja, en equipos eléctricos de baja tensión: tableros, líneas, conexiones, motores eléctricos, transformadores, etc.; con el fin de observar y evaluar el comportamiento de las temperaturas de operación y detectar fallas en sus componentes internos de manera temprana. También será posible la medición en líneas eléctricas de media tensión, guardando las distancias de seguridad correspondiente.
ALCANCE:	El presente procedimiento es aplicable a las actividades de inspección y monitoreo predictivo de equipos eléctricos y mecánicos de LA EMPRESA

DEFINICIONES

- ❖ **Termografía:** Técnica que permite tomar temperaturas a distancia y sin necesidad de contacto físico con el objeto en estudio. Esto es posible a través de una cámara termográfica que capta la radiación infrarroja en el objeto.
- ❖ **Parámetros de Operación:** son los datos de trabajo de un equipo, los mismos que dependen del tipo o familia de equipo.
- ❖ **Inspección:** Se refiere a la observación detallada y exhaustiva del equipo a través de los sentidos y uso de formatos check list.

CRITERIOS DE ACEPTACION:

Para efectuar el trabajo se deberá cumplir con todo lo establecido en el presente procedimiento; así como evidenciar en campo los siguientes documentos:

- Pedido de Trabajo.
- Permiso de Trabajo.
- Análisis de Riesgos.
- Procedimiento operativo del trabajo.
- Registro de capacitación de inicio de actividad.
- Otros documentos relacionados.

RECURSOS ASOCIADOS:

- ❖ **Equipos de protección personal**
 - Casco de seguridad con barbiquejo.
 - Lentes de seguridad.
 - Protector auditivo tipo copa.
 - Protector auditivo tipo tapón (de ser necesario).
 - Guantes de cuero.
 - Guantes dieléctricos Clase 0.
 - Calzado de seguridad.
 - Ropa industrial con cintas reflexivas.
- ❖ **Herramientas**
 - Termómetro infrarrojo.
 - Detector de tensión tipo lapicero.
 - Cámara termográfica.
 - Cámara fotográfica.
 - Multímetro/ pinza amperimétrica.
 - Herramientas manuales y aisladas (destornilladores, llaves).

RESTRICCIONES:

- Durante la evaluación termográfica queda restringido el acceso de personal no autorizado para la labor.
- No utilizar ropa que esté suelta y en contacto con el equipo a monitorear
- El personal deberá estar familiarizado con las instalaciones y su operación; no obstante, se deberá inspeccionar el área de trabajo con el fin de evitar confusiones entre equipos similares adyacentes.
- Para efectuar mediciones de parámetros eléctricos se deberán utilizar guantes dieléctricos, de acuerdo al nivel de tensión; asimismo no se deberá portar: relojes, pulseras o cualquier otro utensilio en las manos al momento de las labores, ni se deberá portar ningún otro tipo de objeto, sobre todo metálico, pendiente del cuerpo, tales como: cadenas, correas sueltas con hebillas metálicas, bufandas etc.
- Antes de abrir las cajas de borneras de cualquier equipo eléctrico energizado, se deberá verificar que estos cuenten con conexión al sistema de aterramiento y comprobar la existencia de corrientes de fuga con el detector de tensión.
- No se deberá realizar mediciones eléctricas en situaciones en donde la seguridad del personal se vea comprometida: tapas bloqueadas, partes húmedas, distancias a puntos con tensión muy pequeña, posiciones de medición inadecuadas, lugares de difícil acceso.

PROCEDIMIENTO PARA INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA EN EQUIPOS ELÉCTRICOS DE BAJA/MEDIA TENSIÓN

Código

Versión / Fecha
xx / xx-xx-xx

Rev.:
XXX

Aprob.:
xx

FLUJOGRAMA	ETAPA	RESP	DESCRIPCION
<pre> graph TD Inicio([Inicio]) --> Prep[Preparación Inicial] Prep --> Inspe[Inspección del equipo] Inspe --> Lect[Lectura y medición de parámetros operacionales] Lect --> Mon[Monitoreo termográfico] Mon --> Fin((1)) </pre>	Preparación inicial	Técnico predictivo/ Supervisor de mantenimiento	Realizar el análisis de riesgo y gestionar el permiso de trabajo respectivo. Inspeccionar el área de trabajo, que se encuentre libre de objetos, humedad en los pisos, entre otros, los cuales puedan provocar caídas, tropiezos, malas maniobras. Realizar orden y limpieza de ser necesario.
	Inspección del equipo	Técnico predictivo	Durante esta etapa el inspector calificado deberá proceder a efectuar una observación detallada del equipo con la finalidad de detectar defectos que pueden ser observados a simple vista, tales como: pernos sueltos, cables y borneras recalentadas, emisiones acústicas anormales, recalentamientos, entre otros. Todas las observaciones deberán ser anotadas en los formatos de reportes de campo
	Lectura y medición de parámetros de operación	Técnico predictivo	Realizar la toma de parámetros de operación del equipo; tales como temperaturas, velocidades, amperajes, voltajes, potencias, etc., según corresponda. Estos se realizarán por lectura directa de indicadores analógicos o digitales que con los que cuente el equipo para el control o haciendo la medición con instrumento portátil. Los datos serán anotados en los formatos de datos de campo correspondiente
	Evaluación termográfica	Técnico predictivo	<p>Verificar el estado de operación de los instrumentos; verificar el "seteo" de sus parámetros, tales como: emisividad, tipo de lente, formato de la imagen térmica, unidades de temperatura, voltaje, amperaje, entre otros; para la realización de una inspección térmica adecuada.</p> <p>En general, el valor de la emisividad utilizada en el instrumento deberá ser de $\epsilon=0,95$, salvo casos especiales en donde se tenga que variar el valor por el tipo de material utilizado.</p> <p>Identificar los puntos o áreas a evaluar y habilitarlos para la evaluación en caso de equipos de baja tensión (apertura de puertas, ventanas de inspección, tapas de canaletas, etc.). Considerar que la distancia de acercamiento frente a instalaciones fijas con tensión expuesta NO debe ser menor a 107 cm, para instalaciones que operan con tensiones menores a 750 V y de 153 cm para instalaciones que operan con tensiones menores a 15,000 V (NFPA 70 E).</p> <p>Encender la cámara y apuntar hacia el interior del equipo, luego ajustar el disco de contraste de la cámara a fin de que se muestre en pantalla una imagen térmica nítida y clara. Realizar barridos horizontales y/o verticales de tal manera que quede inspeccionada toda el área del interior del equipo.</p> <p>Cuando se detecte alguna anomalía en las temperaturas de operación de algún componente (terminales, borneras, cables, etc.), mantener fija la cámara en el objetivo, asegurarse de que la imagen térmica tenga nitidez y buena resolución, capturar y guardar la imagen para su análisis.</p>

PROCEDIMIENTO PARA INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA EN EQUIPOS ELÉCTRICOS DE BAJA/MEDIA TENSIÓN

Código

Versión / Fecha
xx / xx-xx-xx

Rev.:
XXX

Aprob:
xx

<pre> graph TD 1((1)) --> A[Cierre de Evaluación predictiva] A --> B[Preparar y emitir informe] B --> C([Fin]) </pre>			<p>Antes de efectuar la captura de imágenes térmicas que indiquen temperaturas inusuales o anormales de operación, realizar algunos cambios en la posición desde donde se apunta el objetivo, esto con la finalidad de verificar si la anomalía detectada no corresponda a un reflejo que provenga del exterior, en cuyo caso desaparecerá con el cambio de posición.</p> <p>Es necesario tener una imagen digital simple del equipo inspeccionado, con la finalidad de indicar, conjuntamente con la imagen térmica, la ubicación del problema detectado. En tal sentido, de ser necesario, se utilizará una cámara fotográfica digital para obtener imágenes digitales (fotografía) de la zona en cuestión</p> <p>En algunos equipos, principalmente en donde se han detectado comportamientos inusuales de temperaturas y puntos calientes, será necesario efectuar la medición de parámetros tales como de potencia, voltajes y amperajes, para observar su relación con el comportamiento térmico</p>
	Cierre de inspección y monitoreo predictivo	Técnico predictivo	<p>Terminada la labor de inspección, el equipo intervenido deberá ser cerrado y asegurado adecuadamente. Para ello se utilizarán guantes, caretas de protección facial y las herramientas necesarias</p> <p>Mantener el orden y la limpieza en el área de intervención. Limpiar y comprobar la funcionalidad de las herramientas y equipos utilizados.</p>
	Preparación y emisión de informe	Técnico predictivo/ supervisor mantenimiento	<p>Con la información recopilada, se analizará la condición del equipo, se emitirá reporte con el diagnóstico y las recomendaciones según corresponda. Asimismo, se deberán generar solicitudes de trabajo en EAM por las observaciones encontradas. Posteriormente se debe finalizar el Pedido de Trabajo en EAM.</p>

	PROCEDIMIENTO PARA INSPECCIÓN Y MONITOREO PREDICTIVO EN EQUIPOS ROTATIVOS	Código	
		Versión / Fecha xx / xx-xx-xx	
		Rev.: XXX	Aprob.: XXX

OBJETIVO:	Establecer la metodología correcta para efectuar el monitoreo predictivo en los equipos rotativos; tales como vibraciones, temperaturas, parámetros operacionales e inspecciones; con la finalidad de evaluar la condición del equipo que me permita establecer un programa de mantenimiento eficaz y seguro.
ALCANCE:	El presente procedimiento es aplicable a las actividades de inspección y monitoreo predictivo de los equipos rotativos de LA EMPRESA

DEFINICIONES

- ❖ **Vibración:** Las vibraciones se definen como los movimientos oscilatorios de un cuerpo alrededor de un punto de referencia y se pueden producir por efecto del propio funcionamiento de una máquina o equipo.
- ❖ **Termografía:** Técnica que permite tomar temperaturas a distancia y sin necesidad de contacto físico con el objeto en estudio. Esto es posible a través de una cámara termográfica que capta la radiación infrarroja en el objeto.
- ❖ **Parámetros de Operación:** son los datos de trabajo de un equipo, los mismos que dependen del tipo o familia de equipo.
- ❖ **Inspección:** Se refiere a la observación detallada y exhaustiva del equipo a través de los sentidos y uso de formatos check list.

CRITERIOS DE ACEPTACION:

Para efectuar el trabajo se deberá cumplir con todo lo establecido en el presente procedimiento; así como evidenciar en campo los siguientes documentos:

- Pedido de Trabajo.
- Permiso de Trabajo.
- Análisis de Riesgos.
- Procedimiento operativo del trabajo.
- Registro de capacitación de inicio de actividad.
- Otros documentos relacionados.

RECURSOS ASOCIADOS:

- ❖ **Equipos de protección personal**
 - Casco de seguridad con barbiquejo
 - Lentes de seguridad
 - Protector auditivo tipo copa
 - Protector auditivo tipo tapón (de ser necesario)
 - Guantes de cuero y/o guantes semicortados.
 - Calzado de seguridad
 - Ropa industrial
- ❖ **Herramientas**
 - Colector de vibraciones
 - Termómetro infrarrojo
 - Cámara termográfica
 - Multímetro
 - Tacómetro infrarrojo/ contacto

RESTRICCIONES:

- Durante las pruebas de vibración queda restringido el acceso de personal no autorizado para la labor.
- No utilizar ropa que esté suelta y en contacto con el equipo a monitorear.
- El personal deberá estar familiarizado con las instalaciones y su operación; no obstante, se deberá inspeccionar el área de trabajo con el fin de identificar condiciones sub estándar.
- Nunca se deben sacar las guardas de protección, a menos que sea requerido, para lo cual el equipo debe permanecer parado.

FLUJOGRAMA	ETAPA	RESP	DESCRIPCION
<pre> graph TD Inicio([Inicio]) --> Prep[Preparación Inicial] Prep --> 1((1)) </pre>	Preparación Inicial	Técnico predictivo/ Supervisor de mantenimiento	Realizar el análisis de riesgo y gestionar el permiso de trabajo respectivo. Inspeccionar el área de trabajo, que se encuentre libre de objetos, humedad en los pisos, entre otros, los cuales puedan provocar caídas, tropiezos, malas maniobras. Realizar orden y limpieza de ser necesario.
	Inspección del equipo	Técnico predictivo	Durante esta etapa el inspector calificado deberá proceder a efectuar una observación detallada del equipo con la finalidad de detectar defectos que pueden

PROCEDIMIENTO PARA INSPECCIÓN Y MONITOREO PREDICTIVO EN EQUIPOS ROTATIVOS

Código

Versión / Fecha
xx / xx-xx-xx

Rev.:
XXX Aprob.:
XXX

<pre> graph TD Start((1)) --> A[Inspección del Equipo] A --> B[Lectura y medición de parámetros operacionales] B --> C[Monitoreo de vibraciones] C --> D[Monitoreo de temperaturas] D --> E[Muestreo de Aceite] E --> End((2)) </pre>			<p>ser observados a simple vista, tales como: pernos sueltos, coloraciones sobre la carcasa, roturas, etc. así como también deberá percibir y evaluar ruidos y sonidos anormales emitidos por el equipo en operación, tales como: golpeteos, ruidos de defectos en rodamientos, etc. Todas las observaciones deberán ser anotadas en los formatos de reportes de campo</p>
	Lectura y medición de parámetros de operación	Técnico predictivo	<p>Realizar la toma de parámetros de operación del equipo; tales como presiones, temperaturas, velocidades, amperajes, voltajes, potencias, etc., según corresponda. Estos se realizarán por lectura directa de indicadores analógicos o digitales con los que cuente el equipo para el control o con el uso de un instrumento adicional. Los datos serán anotados en los formatos de datos de campo correspondiente</p>
	Monitoreo de vibraciones	Técnico predictivo	<p>Determinar los puntos de medición. Generalmente estos puntos estarán en los rodamientos y chumaceras de apoyo del eje del equipo y en los apoyos del equipo sobre la base</p> <p>Limpiar las superficies de los puntos establecidos en donde será colocado el sensor de medición para adquisición de la data</p> <p>El sensor deberá acoplarse a una base metálica imantada con la finalidad de que adquiera gran adherencia a la superficie de la carcasa de la máquina</p> <p>Por cada punto determinado se tomarán datos de vibración, Horizontales y/o Verticales y/o Axiales de acuerdo a la accesibilidad y necesidades de información para el posterior diagnóstico</p> <p>La data será almacenada en la memoria residente del equipo a la que se accederá posteriormente para el análisis y reporte correspondiente.</p>
	Monitoreo de temperatura	Técnico predictivo	<p>Las inspecciones de temperatura mediante termografía infrarroja o pirómetro serán efectuadas sobre las superficies de alojamientos de rodamientos, cilindros, manifold de escape, tuberías, interruptores, tableros de baja tensión y en puntos o superficies donde se haya determinado medir para evaluar la operación y condición del equipo. Las imágenes térmicas serán capturadas y guardadas en la memoria del equipo para posteriormente ser analizadas y reportadas según corresponda.</p>
	Muestreo de Aceite	Técnico predictivo	<p>Según aplique, se deberá realizar el muestreo de aceite del equipo, siguiendo estrictamente el Procedimiento de Muestreo de aceite.</p>

	PROCEDIMIENTO PARA INSPECCIÓN Y MONITOREO PREDICTIVO EN EQUIPOS ROTATIVOS	Código	
		Versión / Fecha xx / xx-xx-xx	
		Rev.: XXX	Aprob.: XXX

<pre> graph TD Start((2)) --> Box[Cierre de Evaluación predictiva] Box --> Round[Preparar y emitir informe] Round --> End([Fin]) </pre>	Cierre de inspección y monitoreo predictivo	Técnico predictivo	Mantener el orden y la limpieza en el área de intervención. Limpiar y comprobar la funcionalidad de las herramientas y equipos utilizados
	Preparación y emisión de informe	Técnico predictivo/ supervisor mantenimiento	Con la información recopilada, se analizará la condición del equipo, se emitirá reporte con el diagnóstico y las recomendaciones según corresponda. Asimismo, se deberán generar solicitudes de trabajo en EAM por las observaciones encontradas. Posteriormente se debe finalizar el Pedido de Trabajo en EAM.

	MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES ELECTRICOS	Código	
		Versión / Fecha: XX / XX-XX/XX/XX	
		Rev.:	Aprob:

OBJETIVO:	El presente documento tiene como objetivo establecer las actividades que se deben tener en cuenta al momento de realizar el mantenimiento preventivo de los motores eléctricos; las mismas que se deben realizar de manera que se garantice la integridad física de las personas, el cuidado del medio ambiente y el cuidado de los equipos.
------------------	--

ALCANCE:	Comprende a todos los trabajadores del Área de Mantenimiento, involucrados en las actividades de motores eléctricos; dentro de las instalaciones de LA EMPRESA.
-----------------	---

DEFINICIONES:	
<p>Motor Eléctrico: Es una máquina eléctrica que transforma energía eléctrica en energía mecánica por medio de campos electromagnéticos variables que permiten realizar el giro a un elemento rotor, el cual trasmite su movimiento a un elemento mecánico. Su función principal es realizar una amplia gama de necesidades de servicio, desde arrancar, acelerar, mover, o frenar, hasta sostener y detener una carga. Además de su economía, limpieza, comodidad y seguridad de funcionamiento, el motor eléctrico ha reemplazado en gran parte a otras fuentes de energía, en este caso sustituir las funciones realizadas por un motor a gas.</p>	
MANO DE OBRA:	
<ul style="list-style-type: none"> - 02 Electro instrumentistas 	
CRITERIOS DE ACEPTACION:	
<p>Para efectuar el trabajo se deberá cumplir con todo lo establecido en el presente procedimiento; así como evidenciar en campo los siguientes documentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pedido de Trabajo. - Permiso de Trabajo. - Análisis de Riesgos. - Procedimiento operativo del trabajo. - Registro de capacitación de inicio de actividad. - Otros documentos relacionados. 	
RECURSOS ASOCIADOS:	
<p>❖ <u>Equipos de protección personal</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Casco de seguridad con barbiquejo - Lentes de seguridad - Protector auditivo tipo copa (de ser necesario) - Protector auditivo tipo tapón. - Guantes de cuero - Calzado de seguridad - Guantes dieléctricos Clase 0 - Ropa industrial con cinta reflexiva 	
<p>❖ <u>Equipos y herramientas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Caja de herramientas adecuadas para el tipo de Mantenimiento (con llaves de boca y corona, destornilladores, perilleros, etc). - Multímetro - Pinza amperimétrica - Megómetro. - Detector de tensión. - Trapo para limpieza - Solvente dieléctrico 	

FLUJOGRAMA	ETAPA	RESP	DESCRIPCION
<pre> graph TD Inicio([Inicio]) --> Planificación[Planificación] Planificación --> 1((1)) </pre>	Planificación del trabajo	PMEI	<ol style="list-style-type: none"> 1. Informar al área de producción del trabajo a realizar y elaborar el ART. 2. Gestionar la emisión del Permiso de Trabajo. 3. Realizar inspección sensorial durante el funcionamiento: ruidos extraños, rozamiento, vibración, soldaduras en pernos de anclaje y de sujeción, de ser necesario se debe efectuar ajustes y correcciones luego de la parada. 4. Realizar toma de parámetros: voltaje, amperaje fase por fase para verificar el balanceo de carga, temperaturas 5. En el tablero, apagar el motor manipulando el interruptor posición OFF.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES ELECTRICOS	Código	
	Versión / Fecha: XX / XX-XX/XX/XX	
	Rev.:	Aprob:

	Mantenimient o-to Mensual	PMEI	<p>Mensualmente se deben realizar las siguientes actividades predictivas; las mismas que no requieren la parada del equipo:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar toma de parámetros eléctricos 2. Inspeccionar visualmente de elementos de fijación 3. Realizar inspección sensorial 4. Diagnóstico y monitoreo de vibraciones y temperaturas (realizar de acuerdo a procedimiento de vibraciones y termografía)
	Mantenimient o-to Semestral	PMEI	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar conexiones en la caja de borneras del motor eléctrico, de ser necesario efectuar cambio de terminales y reparación, recuperando aislamiento y hermeticidad. 2. Inspeccionar y ajustar los elementos de protección (interruptor termomagnético, relé de sobrecarga, relé de fases, etc.). 3. Inspeccionar y ajustar los elementos de fijación. 4. Inspeccionar y realizar ajustes en el circuito de control de parada 5. Engrasar rodajes lado ventilador y lado acoplamiento. 6. Inspeccionar y limpiar las fajas de transmisión, en caso sea necesario se remplazan. 7. Inspeccionar y limpiar la polea del motor y polea de la bomba. 8. Revisar acometida del motor.
	Mantenimient o-to Anual	PMEI	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar el Megado de los conductores eléctricos 2. Realizar el Megado de las bobinas del motor 3. Si amerita, realizar pruebas dinámicas eléctricas con empresa especializada, a fin de determinar el estado del rotor y estator. 4. Medir la resistencia de la puesta a tierra
	Término del trabajo	PMEI	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar las coordinaciones para realizar pruebas de funcionamiento del motor eléctrico, en lo posible. 2. Verificar parámetros de funcionamiento. 3. Verificar la rotación del motor. 4. Realizar limpieza de la locación. 5. Comunicar al área de producción de la culminación del trabajo realizado 6. Preparar reporte de mantenimiento y finalizar pedido de trabajo en EAM

	MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE BOMBAS DE TRANSFERENCIA RECIPROCANTES	Código	
		Versión / Fecha: xx / xx-xx-xx	
		Rev: xxx	Aprob: xxx

OBJETIVO:	El presente documento tiene como objetivo establecer las actividades que se deben tener en cuenta al momento de realizar el mantenimiento preventivo de las bombas reciprocantes; las mismas que se deben realizar de manera que se garantice la integridad física de las personas, el cuidado del medio ambiente y el cuidado de los equipos.
ALCANCE:	Comprende a todos los trabajadores del Área de Mantenimiento, involucrados en las actividades de bombas de transferencia reciprocantes; dentro de las instalaciones de LA EMPRESA.

DEFINICIONES:
Bomba Reciprocante: Dispositivo de bombeo mecánico recíprocante, que se encarga de transferir energía al fluido del producto impulsándolo, desde un estado de baja presión a otro de mayor presión. Su función principal es recibir la energía mecánica, que puede proceder de un motor a gas o eléctrico y convertirla en energía de presión para poder transportar el fluido de proceso desde el punto de almacenamiento hasta su destino final, que puede ser una batería, un punto de fiscalización o un pozo inyector; para ello usa movimientos alternativos de unos émbolos, impulsados por bielas, vástagos y manivela o cigüeñal.

CRITERIOS DE ACEPTACION:
Para efectuar el trabajo se deberá cumplir con todo lo establecido en el presente procedimiento; así como evidenciar en campo los siguientes documentos:

- Pedido de Trabajo.
- Permiso de Trabajo.
- Análisis de Riesgos.
- Procedimiento operativo del trabajo.
- Registro de capacitación de inicio de actividad.
- Otros documentos relacionados.

RECURSOS ASOCIADOS:

- ❖ **Mano de Obra:**
 - 02 mecánicos
 - 01 Analista predictivo.
- ❖ **Equipos de protección personal**
 - Casco de seguridad con barbiquejo
 - Lentes de seguridad
 - Protector auditivo tipo copa (de ser necesario)
 - Protector auditivo tipo tapón.
 - Guantes de cuero
 - Calzado de seguridad
 - Ropa industrial con cinta reflexiva
- ❖ **Equipos y herramientas**
 - Caja de herramientas adecuadas para el tipo de Mantenimiento (con llaves de boca y corona, destornilladores, etc.).
 - Torquímetro
 - Trapo para limpieza
 - Afloja todo
 - Desengrasante
 - Bandeja para evitar derrames.

FLUJOGRAMA	ETAPA	RESP	DESCRIPCION
<pre> graph TD INICIO([INICIO]) --> Parada[Parada de equipo] Parada --> Mantto[Mantto. Mensual] Mantto --> 1((1)) </pre>	Parada de bomba de transferencia	PMM	<ol style="list-style-type: none"> 1. Informar al área de producción del trabajo a realizar y elaborar el ART. 2. Gestionar la emisión del permiso de trabajo. 3. Gestionar con el área de Producción la paralización del equipo para su intervención.
	Mantenimiento mensual	PMM	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar niveles de aceite y parámetros de trabajo. 2. Inspeccionar elementos de contención de fluidos. 3. Realizar monitoreo de vibraciones para el análisis y diagnóstico de la condición del equipo. Esta actividad se realiza teniendo en cuenta el procedimiento de toma de vibraciones. 4. Realizar monitoreo de temperaturas. Esta actividad se realiza teniendo en cuenta el procedimiento de monitoreo con termografía. 5. Realizar el muestreo de aceite de la caja de potencia; teniendo en cuenta el procedimiento de muestreo de aceite. <p>Nota: Estas actividades se realizan con equipo en funcionamiento.</p>

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE BOMBAS DE TRANSFERENCIA RECIPROCANTES

Código

Versión / Fecha:
xx / xx-xx-xx

Rev:
xxx

Aprob:
xxx

	<p>Manteni- miento Semestral</p>	<p>PMAN</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cortar fluido eléctrico del tablero o parar el motor a gas según sea el caso. 2. Cerrar válvulas de bloqueo de succión y descarga. 3. Realizar inspección, limpieza y ajuste de los conectores y conductores de elementos de protección y realizar pruebas de funcionamiento. 4. Realizar inspección y prueba de los elementos de fijación. Dar el torque recomendado según procedimiento. 5. Realizar inspección y limpieza de las líneas de flujo de lubricación; corregir posibles fugas. 6. Realizar inspección y limpieza de las líneas de flujo de proceso; elementos de sellado y elementos de contención; dar atención al filtro de succión; corregir posibles fugas. 7. Inspeccionar y realizar actividades recomendadas en la evaluación predictiva. 8. Realizar inspección de los componentes de transmisión: fajas y poleas.
<p>Mantto. Anual</p>	<p>Manteni- miento anual</p>	<p>PMAN</p>	<p>Se realiza todo lo indicado en el mantenimiento mensual y adicionalmente:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar inspección y evaluación de componentes internos, teniendo en cuenta las recomendaciones de las evaluaciones predictivas. Realizar las reparaciones de ser el caso o las notificaciones para las intervenciones que se determinen necesarias. (inspección de pistones, émbolos, vástagos, cigüeñal, metales, válvulas de succión y descarga). 2. Inspeccionar y/o realizar el cambio de retenes, empaques y otros elementos que hayan estado presentando fuga antes de la intervención.
<p>Arranque y Pruebas</p>	<p>Arranque de bomba de Transfe- rencia</p>	<p>PMAN</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dar arranque al sistema para las pruebas de funcionamiento, en recirculación y en vacío. 2. Guardar herramientas y materiales utilizados después de realizado el trabajo 3. Realizar limpieza de la locación. 4. Comunicar al área de producción la culminación del trabajo realizado. 3. Preparar reporte de mantenimiento y finalizar el permiso de trabajo en EAM.

	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
	PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

ANEXO N°5

PLAN DE CAPACITACIÓN

2020

PLAN DE CAPACITACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN



Dora Abigail Mogollón Herrera

Dirigido a la empresa petrolera en estudio

	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
	PLAN DE CAPACITACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

ÍNDICE GENERAL

1.	GENERALIDADES	1
2.	OBJETIVO	1
3.	DOCUMENTOS RELACIONADOS Y NORMATIVA.....	2
4.	ALCANCE	2
5.	TEMÁTICA DE CAPACITACIÓN	2
6.	RECURSOS	3
6.1	Recursos Humanos.....	3
6.1.01	Perfil del capacitador.....	3
6.2	Recursos Materiales.....	4
6.2.01	Infraestructura	4
6.2.02	Equipos y Útiles de Escritorio	4
6.2.03	Documentos Técnico-Educativos.....	5
7.	EVALUACIÓN Y MONITOREO DE LA CAPACITACIÓN	5
8.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	6
9.	PRESUPUESTO.....	7
	ANEXOS.....	8

Índice de Tablas

Tabla 1.	Cantidad de documentos técnico-educativos a brindar.....	5
Tabla 3.	Cronograma de Actividades.....	6
Tabla 5.	Presupuesto para el Plan de Capacitación	7

	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
	PLAN DE CAPACITACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

1. GENERALIDADES

El presente Plan de Capacitación, es un instrumento que determina las prioridades de capacitación de los colaboradores de la EMPRESA. La capacitación a brindar es un proceso educacional de carácter estratégico aplicado de manera organizada y sistémica, mediante el cual el personal adquirirá o desarrollará conocimientos y habilidades específicas relativas a las actividades de mantenimiento en los sistemas de inyección de agua de producción de la empresa, para que de este modo los colaboradores brinden el mejor aporte en su respectivo puesto, ya que es un proceso constante que busca la eficiencia y la mayor productividad en el desarrollo de sus actividades, así mismo contribuye a elevar el rendimiento, la moral y el ingenio creativo del colaborador.

El Plan de Capacitación incluye los colaboradores relacionados con los sistemas de inyección de agua de producción, agrupados de acuerdo a las áreas de actividad y con temas puntuales. Dichas capacitaciones deberán ser incorporadas al plan anual de trabajo del departamento de Mantenimiento dentro del ítem de capacitaciones y difusiones de procedimientos; de modo que contribuya con el cumplimiento de los objetivos estratégicos establecidos por el departamento de mantenimiento y a su vez con la política del Sistema de Gestión de Excelencia Operacional de la EMPRESA.

2. OBJETIVO

El presente Plan de Capacitación tiene como objetivo preparar al personal relacionado con las actividades a las operaciones de transferencias de Fluidos en la Planta de Inyección de Agua y Estaciones de Bombeo de los Lotes de la empresa; acorde con los planes, objetivos y requerimientos de la Empresa para garantizar la confiabilidad de los Sistemas de Inyección de Agua de Producción.

	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
	PLAN DE CAPACITACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

3. DOCUMENTOS RELACIONADOS Y NORMATIVA

- Política del Sistema de Gestión de Excelencia Operacional de la Empresa.
- ISO 45001 – Sistema de Seguridad y Salud Ocupacional.
- SAE-JA1011 - Criterios de Evaluación para Procesos de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.
- SAE-JA1012 - Una Guía para la Norma de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.
- SAE-J1739 – Diseño del Análisis de los Modos y Efectos de Falla.
- ISO 14224 - Recolección e Intercambio de Datos de Confiabilidad y Mantenimiento en Equipos.

4. ALCANCE

El presente plan de capacitación es de aplicación para el personal con actividades relacionadas a las operaciones de transferencias de Fluidos en la Planta de Inyección de Agua y Estaciones de Bombeo de los Lotes de la empresa petrolera en estudio en la provincia de Talara.

5. TEMÁTICA DE CAPACITACIÓN

El presente plan de capacitación, contempla los siguientes temas indispensables para la adecuada formación y entrenamiento del personal involucrado:

- Fundamentos de la metodología RCM.
- Planes de mantenimiento, basados en RCM, para los sistemas de inyección de agua de producción (actividades, y frecuencias de mantenimiento).
- Repuestos catalogados como críticos para los sistemas de inyección de agua de producción.
- Procedimientos de trabajo seguro de los sistemas de inyección de agua de producción.

	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
	PLAN DE CAPACITACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

- Herramientas y especialidades requeridas para la ejecución de los planes de mantenimiento de los sistemas de inyección de agua de producción.
- Concientización sobre el impacto en la seguridad, medio ambiente y económico en caso no se ejecuten los planes.

6. RECURSOS

6.1 Recursos Humanos

Lo conforman los participantes, facilitadores y expositores especializados en la materia. La capacitación estará a cargo del Ingeniero de Mantenimiento de la empresa y del ejecutor del presente plan de capacitación.

6.1.01 Perfil del capacitador

Ingeniero de Mantenimiento

- Magíster en Dirección de Empresas por la Universidad ESAN e Ingeniero Mecánico- Eléctrico por la Universidad de Piura.
- Certificado como Analista de Vibraciones CAT I (Vibration Institute).
- En proceso de Certificación CMRP.
- Partícipe como capacitador dentro de los planes de capacitación de la empresa.
- Cuenta con más de 20 años de experiencia en el sector industrial. Involucrado en la ejecución de proyectos electromecánicos, y en la operación y mantenimiento de equipos industriales.
- Cuenta con experiencia en el sector industrial pesquero, en el de generación y transmisión de energía eléctrica en alta, media y baja tensión; y en equipos industriales del sector hidrocarburos y minería.

	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
	PLAN DE CAPACITACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

Ejecutora del plan

- Bachiller en Ingeniería Industrial por la Universidad César Vallejo.
- Técnica en Mecánica de Mantenimiento (SENATI).
- Certificada como Analista de Vibraciones CAT I (Vibration Institute).
- Cuenta con 7 años de experiencia en mantenimiento predictivo (análisis vibracional, análisis termográfico y administración de los análisis de aceites lubricantes), preventivo y correctivo, así como en reparación en taller de equipos auxiliares.
- Conocimientos de confiabilidad, análisis de causa-raíz, planeamiento y programación.

6.2 Recursos Materiales

6.2.01 Infraestructura

Las actividades de capacitación se desarrollarán en ambientes adecuados proporcionados por la gerencia de la empresa, es decir, en los respectivos auditorios de reunión de la empresa; para lo cual se deberá coordinar con anticipación la disposición de dichos auditorios.

6.2.02 Equipos y Útiles de Escritorio

Para llevar a cabo las actividades de capacitación se deberá coordinar la disposición y/o adquisición de los siguientes materiales y equipos:

- Pizarra.
- Plumones.
- Equipo multimedia (laptop o PC, parlantes, proyector).
- Lapiceros.
- Libretas de apuntes.

	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
	PLAN DE CAPACITACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

6.2.03 Documentos Técnico-Educativos

Para asegurar la adecuada comprensión de los temas de la capacitación, se deberá proveer al personal de materiales de estudio que contengan toda la temática involucrada en la capacitación. Para ello se deberá coordinar con el Departamento de Gestión y Talento Humano, la impresión y anillado de la documentación temática; la cual les será previamente proporcionada.

La siguiente tabla (1) indica la cantidad de documentos técnico- educativos a entregar por departamentos:

Tabla 1. Cantidad de documentos técnico-educativos a brindar

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
1	Documentos para el personal de Mantenimiento	43	Unid
2	Documentos para el personal de Producción	24.0	Unid
3	Documentos para el personal de Cadena de Abastecimiento	4.0	Unid
4	Documentos para el personal de Gestión y Talento Humano	3.0	Unid
5	Documentos adicionales	10.0	Unid
Total de documentos		84	Unid

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, se deberá considerar la emisión de certificados de participación a todo el personal que participe en el Plan de Capacitación para la implementación de los Planes de Mantenimiento, basados en RCM, para los Sistemas de Inyección de Agua de Producción.

7. EVALUACIÓN Y MONITOREO DE LA CAPACITACIÓN

Con el objetivo de medir las fortalezas y oportunidades de mejoramiento de la capacitación, al culminar cada una de las sesiones de la capacitación, los capacitados deberán evaluar los resultados de la misma. Asimismo, con el objetivo de medir los resultados de la evaluación al transcurrir el tiempo, y tomar acciones de mejora, se deberá evaluar al personal capacitado. Para ello se propone un Plan de Monitoreo del Programa de Capacitación para la Implementación de los Planes

	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
	PLAN DE CAPACITACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

de Mantenimiento, basados en RCM, de los Sistemas de Inyección de Agua de Producción (ver Anexo N°1).

8. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

El presente plan de capacitación se desarrollará en febrero del 2021, luego de la aprobación de la propuesta de los Planes de Mantenimiento, basados en RCM, para garantizar la confiabilidad de los Sistemas de Inyección de Agua de Producción, y de la aprobación del presente documento. El plan de capacitación se llevará a cabo de acuerdo al siguiente cronograma:

Tabla 2. Cronograma de Actividades

CRONOGRAMA DE CAPACITACIÓN					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN DE TEMÁTICAS	FEBRERO			
		SEMANAS			
		1	2	3	4
1	Presentación de los planes y Fundamentos de la metodología RCM.				
2	Difusión de los planes a los departamentos relacionados.				
3	Repuestos catalogados como críticos para los Sistemas de Inyección de Agua de Producción.				
4	Equipos, herramientas y especialidades requeridas para la ejecución de los Planes de Mantenimiento Sistemas de Inyección de Agua de Producción.				
5	Concientización sobre el impacto en la seguridad, medio ambiente y económico en caso no se ejecuten los planes de mantenimiento.				
6	Difusión de procedimientos de operación.				
7	Difusión de procedimientos de mantenimiento mecánico.				
8	Difusión de procedimientos de mantenimiento electro - instrumentista.				
9	Difusión de procedimientos de mantenimiento predictivo.				

Fuente: Elaboración propia

	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
	PLAN DE CAPACITACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

9. PRESUPUESTO

El presupuesto para el desarrollo del presente plan de capacitación para la implementación de los planes de mantenimiento, se ha realizado en base a los recursos materiales necesarios para las actividades de capacitación (documentos técnico-educativos, refrigerio y útiles de escritorio); obteniendo un monto total de S/ 3,261.20.

Tabla 3. Presupuesto para el Plan de Capacitación

ITEM	RECURSOS	DESCRIPCIÓN DE LOS RECURSOS	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UND (S/)	TOTAL (S/)
1	Documentos Técnico - educativos	Impresión y anillado de documentos para el personal de Mantenimiento	43	Unid	6.00	258.00
		Impresión y anillado de documentos para el personal de Producción	24.0	Unid	6.00	144.00
		Impresión y anillado de documentos para el personal de Cadena de Abastecimiento	4.0	Unid	6.00	24.00
		Impresión y anillado de documentos para el personal de Gestión y Talento Humano	3.0	Unid	6.00	18.00
		Impresión y anillado de documentos adicionales	10.0	Unid	6.00	60.00
2	Útiles de Escritorio	Plumones	4.0	Unid	6.80	27.20
		Lapiceros	84.0	Unid	1.50	126.00
		Libretas de apuntes	84.0	Unid	3.00	252.00
3	Refrigerio	Refrigerio variado para 4 sesiones	336.0	Unid	7.00	2,352.00
Total Presupuesto						S/ 3,261.20

Fuente: Elaboración Propia

	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
	PLAN DE CAPACITACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

ANEXOS

ANEXO N°1

PLAN DE MONITOREO DEL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN

2020

PLAN DE MONITOREO DEL PROGRAMA DE
CAPACITACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS
PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM,
DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE
PRODUCCIÓN



Dora Abigail Mogollón Herrera

Dirigido a la empresa petrolera en estudio

	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
	PLAN DE MONITOREO DEL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

ÍNDICE GENERAL

1.	GENERALIDADES.....	4
2.	OBJETIVO.....	4
3.	DOCUMENTOS RELACIONADOS.....	4
4.	ALCANCE.....	5
5.	ESTRATEGIAS.....	5
6.	RECURSOS.....	8
6.1	Recursos Humanos.....	8
6.2	Recursos Materiales.....	8
6.2.01	Infraestructura.....	8
6.2.02	Equipos y Útiles de Escritorio.....	8
6.2.03	Formatos de Evaluación y Monitoreo.....	8
7.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	9

	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
	PLAN DE MONITOREO DEL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

Índice de Tablas

Tabla 1. Formato de evaluación de la capacitación6

Tabla 2. Formato de monitoreo de la capacitación7

Tabla 3. Cronograma de Actividades9

	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
	PLAN DE MONITOREO DEL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

1. GENERALIDADES

El presente Plan de Monitoreo de la Capacitación, es un instrumento que permitirá reflejar los resultados obtenidos tras efectuar el Plan de Capacitación propuesto para la implementación de los planes de mantenimiento, basados en RCM, para los sistemas de inyección de agua de producción. Mediante este plan se determinará si el personal que participó del programa de capacitación, adquirió y desarrolló conocimientos y habilidades relativas a su puesto de trabajo y a las actividades de mantenimiento en los sistemas de inyección de agua de producción de la empresa; reflejándose en su eficiencia y productividad en el desarrollo de sus actividades, así como en su ingenio creativo. Todo ello en contribución con el cumplimiento de los objetivos estratégicos establecidos por el departamento de mantenimiento y a su vez con la política del Sistema de Gestión de Excelencia Operacional de la EMPRESA.

2. OBJETIVO

El presente Plan de Monitoreo de Capacitación tiene como objetivo efectuar la evaluación y monitoreo de las capacitaciones brindadas al personal que participó del programa de capacitación propuesto para la implementación de los planes de mantenimiento, basados en RCM, para los sistemas de inyección de agua de producción; acorde con los planes, objetivos y requerimientos de la Empresa para garantizar la confiabilidad de los Sistemas de Inyección de Agua de Producción.

3. DOCUMENTOS RELACIONADOS

- Política del Sistema de Gestión de Excelencia Operacional de la Empresa.
- Plan de Capacitación para la Implementación de los Planes de Mantenimiento, basados en RCM, para garantizar la Confiabilidad de los Sistemas de Inyección de Agua de Producción.
- Propuesta de Planes de Mantenimiento, basados en RCM, para garantizar La Confiabilidad de los Sistemas de Inyección de Agua de Producción.

	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
	PLAN DE MONITOREO DEL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

4. ALCANCE

El presente plan de monitoreo de capacitación es de aplicación para todo el personal, con actividades relacionadas a las operaciones de transferencias de Fluidos en la Planta de Inyección de Agua y Estaciones de Bombeo de los Lotes de la empresa petrolera en estudio en la provincia de Talara, que participó en el programa de capacitación para la Implementación de los Planes de Mantenimiento, basados en RCM, de los Sistemas de Inyección de Agua de Producción.

5. ESTRATEGIAS

- Con el objetivo de medir las fortalezas y oportunidades de mejoramiento de la capacitación, al culminar cada una de las sesiones de la capacitación, los capacitados deberán evaluar los resultados por medio del **Formato de Evaluación de la Capacitación** (ver Tabla 1).

Este formato será entregado al Ingeniero de Mantenimiento; quien analizará los resultados y posteriormente convocará a reunión con el jefe de mantenimiento y supervisores de mantenimiento y producción para darles a conocer los resultados, y, de ser el caso, proponer alternativas de mejora y solución.

- Asimismo, con el objetivo de medir los resultados de la evaluación al transcurrir el tiempo, y tomar acciones de mejora, se deberá evaluar al personal capacitado; para ello se propone emplear el **Formato de Monitoreo de la Capacitación** (ver tabla 2), el mismo que deberá ser llenado por los colaboradores que asistieron a la capacitación y por sus respectivos supervisores o jefes inmediatos.

Cada supervisor inmediato realizará una retroalimentación del cuestionario con el colaborador en evaluación y posteriormente entregará el formato al Ingeniero de Mantenimiento; el mismo que analizará los resultados y en base a ellos convocará a reunión con el jefe de mantenimiento y supervisores de mantenimiento y producción para comunicarles los resultados y/o proponer alternativas de mejora y solución.

	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
	PLAN DE MONITOREO DEL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

Tabla 1. Formato de evaluación de la capacitación

FORMATO DE EVALUACIÓN DE LA CAPACITACIÓN				
TEMA DE LA CAPACITACIÓN:				
NOMBRE DEL EXPOSITOR:				
FECHA:				
Este cuestionario tiene por objetivo medir las fortalezas y oportunidades de mejoramiento de la capacitación, de tal forma que basados en sus apreciaciones podamos optimizarla. Agradecemos su contribución, diligenciando el siguiente cuestionario con objetividad e imparcialidad. Para responder, favor utilizar las alternativas de calificación que se estipulan a continuación, colocando una X sobre la calificación seleccionada.				
1.SOBRE EL EXPOSITOR				
ITEM A EVALUAR	EXCELENTE	BUENO	REGULAR	MALO
1. ¿El expositor muestra conocimiento y dominio del tema?				
2. ¿El expositor comunicó y transmitió las ideas adecuadamente?				
3. ¿Dio a conocer los objetivos de la capacitación?				
4. ¿Respetó las ideas y aportes de los participantes?				
5. ¿Favoreció el trabajo en equipo?				
2.SOBRE LOS OBJETIVOS DE LA CAPACITACIÓN				
ITEM A EVALUAR	SI		NO	
1. ¿Los objetivos de la capacitación estuvieron definidos en forma clara y concreta?				
2. ¿Ha obtenido nuevos conocimientos y aprendizajes mediante esta capacitación?				
3. ¿Le son útiles los nuevos aprendizajes para desempeñar mejor sus funciones?				
4. ¿Se siente satisfecho(a) con la capacitación recibida?				
3.SOBRE LA METODOLOGÍA Y CONTENIDO DE LA CAPACITACIÓN				
ITEM A EVALUAR	EXCELENTE	BUENO	REGULAR	MALO
1. ¿Cómo califica el contenido temático teniendo en cuenta su utilidad práctica?				
2. ¿Qué calificación merece el material didáctico utilizado en la capacitación?				
3. ¿Cómo califica el horario de la capacitación?				
4.OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES				

Fuente: Elaboración propia

	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
	PLAN DE MONITOREO DEL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

Tabla 2. Formato de monitoreo de la capacitación

FORMATO DE MONITOREO DE LA CAPACITACIÓN		
NOMBRES Y APELLIDOS:		
PUESTO DE TRABAJO:		
FECHA:		
Este cuestionario tiene por objetivo medir los resultados obtenidos tras recibir la capacitación, sus fortalezas y oportunidades de mejoramiento de la capacitación. Agradecemos su contribución, diligenciando el siguiente cuestionario con objetividad y veracidad.		
PARA SER RESPONDIDO POR EL COLABORADOR CAPACITADO		
1. Mencione qué conocimientos, habilidades y actitudes ha adquirido tras la capacitación recibida.		
2. Menciona la(s) mejora(s) que hayas implementado en tu lugar de trabajo como consecuencia de los conocimientos, habilidades y actitudes adquiridas en la capacitación		
3. ¿Efectuaste los planes de mantenimiento cumpliendo con los procedimientos de trabajo? Justifica tu respuesta		
4. ¿Sugieres alguna modificación en los procedimientos de trabajo? Especifica claramente tu respuesta		
5. ¿Sugieres alguna modificación en los planes de mantenimiento? Especifica claramente tu respuesta		
6. ¿Existe algún tema, relacionado a los planes de mantenimiento del sistema de inyección de agua de producción, que sugieres a tratar o reforzar? Indica el(los) tema(s)		
PARA SER RESPONDIDO POR EL JEFE INMEDIATO		
ITEM A EVALUAR	SI	NO
1. ¿El colaborador cumplió satisfactoriamente con los planes de mantenimiento programados para el sistema de inyección de agua de producción?		
2. ¿El colaborador finalizó en ORACLE EAM los pedidos de trabajo correspondientes al sistema de inyección de agua de producción?		
3. ¿El colaborador sugirió alguna propuesta de mejora en los planes de mantenimiento de los sistemas de inyección de agua de producción?		
4. ¿El colaborador sugirió alguna propuesta de mejora en los procedimientos de trabajo de los sistemas de inyección de agua de producción?		
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES		

Fuente: Elaboración propia

	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
	PLAN DE MONITOREO DEL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

6. RECURSOS

6.1 Recursos Humanos

Lo conforman los participantes, facilitadores y expositores especializados en la materia. El monitoreo y evaluación estará a cargo del Ingeniero de Mantenimiento de la empresa con apoyo de los supervisores de mantenimiento y producción.

6.2 Recursos Materiales

6.2.01 Infraestructura

Las actividades de monitoreo y evaluación se desarrollarán en ambientes adecuados dentro de las instalaciones de la EMPRESA.

6.2.02 Equipos y Útiles de Escritorio

Para llevar a cabo las actividades de monitoreo y evaluación se deberá coordinar la disposición y/o adquisición de los siguientes materiales y equipos:

- Pizarra.
- Plumones.
- Equipo multimedia (laptop o PC, parlantes, proyector).
- Lapiceros.

6.2.03 Formatos de Evaluación y Monitoreo

Los formatos a emplear para el desarrollo del presente plan, son los propuestos en el apartado 5, es decir, los siguientes formatos:

- Formato de Evaluación de la Capacitación.
- Formato de Monitoreo de la Capacitación.

El área de Ingeniería de Mantenimiento deberá imprimir estos formatos y entregarlos a los supervisores o jefes inmediatos del personal capacitado.

	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
	PLAN DE MONITOREO DEL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

7. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

El presente plan de monitoreo de capacitación se desarrollará desde febrero del 2021. El **Formato de Evaluación de la Capacitación** (ver Tabla 1) se aplicará al culminar cada una de las sesiones de la capacitación, y el **Formato de Monitoreo de la Capacitación** (ver Tabla 2), se aplicará en la primera semana del mes de junio y en la primera semana del mes de diciembre. De acuerdo a los resultados, se evaluará el monitoreo de la capacitación con una frecuencia semestral.

Tabla 3. Cronograma de Actividades

CRONOGRAMA DEL PLAN DE MONITOREO							
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	FEBRERO				JUNIO	DICIEMBRE
		SEMANAS				SEMANA	SEMANA
		1	2	3	4	1	1
3	Evaluación de Capacitación sobre repuestos catalogados como críticos para los Sistemas de Inyección de Agua de Producción.						
4	Evaluación de Capacitación sobre equipos, herramientas y especialidades requeridas para la ejecución de los Planes de Mantenimiento Sistemas de Inyección de Agua de Producción.						
5	Evaluación de Capacitación sobre concientización sobre el impacto en la seguridad, medio ambiente y económico en caso no se ejecuten los planes de mantenimiento.						
6	Evaluación sobre difusión de procedimientos de operación.						
7	Evaluación sobre difusión de procedimientos de mantenimiento mecánico.						
8	Evaluación sobre difusión de procedimientos de mantenimiento electro - instrumentista.						
9	Evaluación sobre difusión de procedimientos de mantenimiento predictivo.						
10	Evaluación y monitoreo de los colaboradores que participaron del programa de capacitación						

Fuente: Elaboración propia

	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
	PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

ANEXO N°6

FORMATO DE TIEMPOS Y COSTOS DE MANO DE OBRA Y MATERIALES

FORMATO DE TIEMPOS Y COSTOS DE MANO DE OBRA Y MATERIALES

SISTEMA: Inyección de Agua de Producción				CÓDIGO DE EQUIPO:				NOMBRE DE EQUIPO: Electrobomba de Inyección de Agua			LOTE:				
PERIODO 2020	CANTIDAD DE FALLAS DE REPARACIÓN POR SUB-SISTEMAS				HORAS DE PARADA POR SUB-SISTEMAS				TIEMPO TOTAL DE OPERACIÓN (HORAS)	TOTAL N° DE FALLAS	TIEMPO PARA RESTAURAR	CANTIDAD DE OPERARIOS	COSTO DE HORA-HOMBRE	COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA	COSTO TOTAL DE MATERIALES
	ELÉCTRICO	MECÁNICO	LUBRICACIÓN	CONTROL AUTOMÁTICO	ELÉCTRICO	MECÁNICO	LUBRICACIÓN	CONTROL AUTOMÁTICO							
MES: ABRIL	SEMANA 1														
	SEMANA 2														
	SEMANA 3														
	SEMANA 4														
RESUMEN															
MES: MAYO	SEMANA 1														
	SEMANA 2														
	SEMANA 3														
	SEMANA 4														
RESUMEN															
MES: JUNIO	SEMANA 1														
	SEMANA 2														
	SEMANA 3														
	SEMANA 4														
RESUMEN															
MES: JULIO	SEMANA 1														
	SEMANA 2														
	SEMANA 3														
	SEMANA 4														
RESUMEN															
MES: AGOSTO	SEMANA 1														
	SEMANA 2														
	SEMANA 3														
	SEMANA 4														
RESUMEN															
MES: SEPTIEMBRE	SEMANA 1														
	SEMANA 2														
	SEMANA 3														
	SEMANA 4														
RESUMEN															
TOTAL															

RESPONSABLE DEL REGISTRO

Nombre:		Firma:
Cargo:		
Fecha:		

	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	
	PLANES DE MANTENIMIENTO, BASADOS EN RCM, PARA GARANTIZAR LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN	

ANEXO N°7

DETALLE DE COSTOS PARA EL PRESUPUESTO ANUAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO

Costo de Equipos y Herramientas - Analista Predictivo						
Ítem	Descripción	Especificación	Cantidad	Costo Real	Costo Anual	Costo mensual
1	Colector de Vibraciones	Marca MEGGITT - Modelo MAC 800	1	4800	960	80
2	Cámara Termográfica	Marca FLUKE - Modelo TI 400	1	7200	1440	120
3	Alineador Láser	Marca SKF - Modelo TKSA 41	1	4800	960	80
4	Pirómetro	Marca FLUKE - Modelo 64 MAX	1	600	120	10
5	Tacómetro	Marca HIBOK - Modelo 23	1	600	120	10
6	Tacómetro	Marca EXTECH - Modelo 461995	1	580	116	9.7
7	Analizador de Redes	Marca METREL - Modelo MI 2885 MASTER Q4	1	4800	960	80
8	Juego de Calibrador de Poleas	Marca SKF	1	60	12	1
9	Tensiómetro	Marca TEXROPE - Modelo AWI-1	1	90	18	1.5
10	Nivel de burbuja	12"	1	12	2.4	0.2
11	Kit de muestreo de aceite	Contiene Bomba de vacío, caja de transporte, manguera, frasco.	1	120	24	2
12	Multímetro	Marca FLUKE - Modelo 179	1	240	48	4
13	Detector de tensión	Marca FLUKE - Modelo 2AC voltalert	1	30	6	0.5
14	Kit de Llaves Mixtas	8 mm a 32 mm	1	60	12	1
15	Kit de Llaves Mixtas	1/4" a 1 3/4"	1	60	12	1
16	Llaves Hexagonales	Juego milimétrico	1	30	6	0.5
17	Llaves Hexagonales	Juego en pulgadas	1	30	6	0.5
18	Destornillador	Kit aislados de punta plana y punta estrella	1	30	6	0.5
19	Alicate de Presión	Quijada curva 7"	1	12	2.4	0.2
20	Llave Stilson	8"	1	12	2.4	0.2
21	Llave Francesa	8 mm, 16 mm	1	12	2.4	0.2
				23598	4835.6	

Horas de uso	60
Factor	3
Horas efectivas anuales de uso	2496
Asignación	348.721

Equipos y Herramientas - Operador						
Ítem	Descripción	Especificación	Cantidad	Costo Real	Costo Anual	Costo mensual
1	Kit de Llaves Mixtas	8 mm a 32 mm	1	60	12	1
2	Kit de Llaves Mixtas	1/4" a 2"	1	60	12	1
3	Llave Stilson	8" y 12" y 18"	1	12	2.4	0.2
4	Llave Francesa	8 mm, 16 mm y 20 mm	1	12	2.4	0.2
5	Destornillador	Kit de punta plana y punta estrella	1	60	12	1
6	Wincha	10 metros / 33"	1	6	1.2	0.1
7	Detector de tensión	Marca FLUKE - Modelo 2AC voltalert	1	30	6	0.5
				240	48	

Horas de uso	720
Factor	3
Horas efectivas anuales	2496
Asignación	41.5385

Costo de Equipos y Herramientas - Técnico Mecánico						
Ítem	Descripción	Especificación	Cantidad	Costo Real	Costo Anual	Costo Mensual
1	Extractor de Rodamientos	Marca SKF - Modelo TMBS 150E	1	300	60	5
2	Calentador de Rodamientos	Marca SKF - Modelo TIH 100m	1	1200	240	20
3	Kit de Llaves Mixtas	8 mm a 32 mm	1	60	12	1
4	Kit de Llaves Mixtas	1/4" a 2"	1	60	12	1
5	Llaves Hexagonales	Juego milimétrico	1	30	6	0.5
6	Llaves Hexagonales	Juego en pulgadas	1	30	6	0.5
7	Llave Stilson	8" y 12" y 18"	1	30	6	0.5
8	Llave Francesa	8 mm, 16 mm y 20 mm	1	12	2.4	0.2
9	Destornillador	Kit de punta plana y punta estrella	1	12	2.4	0.2
10	Alicate de Presión	Quijada curva 7"	1	12	2.4	0.2
11	Alicate	Universal 8"	1	12	2.4	0.2
12	Juego ratchet y dados	Medidas de 10 a 32 mm / encastre 1/2"	1	60	12	1
13	Wincha	5 metros/16"	1	6	1.2	0.1
14	Juego de Calibrador de Poleas SKF	Marca SKF	1	60	12	1
15	Tensiómetro SKF	Marca TEXROPE - Modelo AWI-1	1	90	18	1.5
16	Nivel de burbuja	12" y 24"	1	24	4.8	0.4
17	Torquímetro	Rango de Torque: 60 - 1,200 in-Lb	1	600	120	10
				2598	519.6	

Horas de uso	60
Factor	3
Horas efectivas anuales	2496
Asignación	37.47115385

Costo de Equipos y Herramientas - Técnico Electro-instrumentista						
Ítem	Descripción	Especificación	Cantidad	Costo Real	Costo Anual	Costo Mensual
1	Extractor de Rodamientos	Marca SKF - Modelo TMBS 150E	1	300	60	5
2	Calentador de Rodamientos	Marca SKF - Modelo TIH 100m	1	1200	240	20
3	Megómetro		1	3000	600	50
4	Pinza Amperimétrica	Marca FLUKE - Modelo 323	1	240	48	4
5	Multímetro	Marca FLUKE - Modelo 179	1	240	48	4
6	Llaves Hexagonales	Juego milimétrico	1	30	6	0.5
7	Kit de Llaves Hexagonales (pulgadas)	Juego en pulgadas	1	30	6	0.5
8	Llave Stilson	8" y 12" y 18"	1	12	2.4	0.2
9	Llave Francesa	8 mm, 16 mm y 20 mm	1	12	2.4	0.2
10	Destornillador	Kit aislados de punta plana y punta estrella	1	30	6	0.5
11	Alicate de Presión	Quijada curva 7"	1	12	2.4	0.2
12	Alicate de Pelacables	Ajustable a 10-24 AWG	1	12	2.4	0.2
13	Alicates	Juego de alicates aislados	1	12	2.4	0.2
14	Detector de tensión	Marca FLUKE - Modelo 2AC voltalert	1	30	6	0.5
15	Juego ratchet y dados	Medidas de 10 a 32 mm / encastre 1/2"	1	60	12	1
16	Wincha	5 metros/16"	1	6	1.2	0.1
17	Torquímetro	Rango de Torque: 60 - 1,200 in-Lb	1	600	120	10
18	Kit de Llaves Mixtas	8 mm a 32 mm	1	60	12	1
19	Kit de Llaves Mixtas	1/4" a 2"	1	60	12	1
				5946	1189.2	

Horas de uso	68
Factor	3
Horas efectivas anuales	2496
Asignación	97.1942308

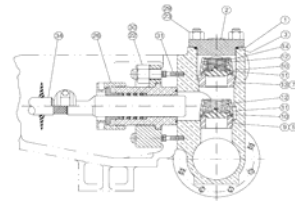
PRESUPUESTO HERRAMIENTAS

ITEM	USO	PARCIAL US\$/AÑO
1	Equipos y Herramientas - Analista Predictivo	348.7211538
2	Equipos y Herramientas - Técnico Mecánico	37.47115385
3	Equipos y Herramientas - Técnico Electro-instrumentista	97.19423077
4	Equipos y Herramientas - Operador	41.53846154
		524.925

LISTA DE REPUESTOS CRITICOS PARA BOMBA RECIPROCANTE NOV 165T-5L

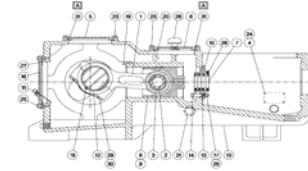
Válvulas de Succión y descarga

Item	N° Parte	Descripción	Cantidad	Costo Und	Parcial	Uso Anual	Ajustado
3	2410031429	PACKING, TOP CYL COVER	3	5	15	1	15
5	1794020-25	VALVE CPT., SPHERICAL SUCTION	3	80	240	1	240
7	1794022-25	VALVE CPT., SPHERICAL DISCHARGE	3	85	255	1	255
9	1794021-25	SEAT, VALVE	6	60	360	1	360
10	1794027-25	VALVE ONLY	6	65	390	1	390
11	1794024-6	RETAINER, SPRING	6	25	150	1	150
12	1794025	SPRING, OUTER	6	45	270	1	270
13	1794023-25	SEAT, VALVE	6	75	450	1	450
14	1794026	SPRING, INNER	6	43	258	1	258
					2388		2388



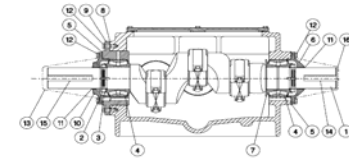
Sistema de Potencia

Item	N° Parte	Descripción	Cantidad	Costo Und	Parcial	Uso Anual	Ajustado
1	G1716004	ROD CPT, CONNECTING	3	320	960	0.20	192
2	1716010	BUSHING, CROSSHEAD PIN	3	32	96	1	96
3	1716008	PIN, CROSSHEAD	3	28	84	1	84
7	1713297	WIPER, OIL JM 16203	12	24	288	1	288
10	1716009	RETAINER, WIPER	3	18	54	1	54
12	1716012	BUSHING, CONN ROD	6	48	288	1	288
13	1716017	GASKET, INT ROD	3	22	66	1	66
18	6510604	PIN 3/8" X 1/2" DOWEL	3	12	36	1	36
					1872		1104



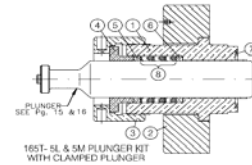
Transmisión - Cigüeñal

Item	N° Parte	Descripción	Cantidad	Costo Und	Parcial	Uso	Ajustado
1	G1712002	CRANKSHAFT T J165	1	3680	3680	0.2	736
2	6304044	NUT, TIMKEN BEARING LOCK	2	80	160	0.5	80
3	7610046	WASHER, TIMKEN	2	35	70	1	70
4	ZT4506	BEARING, TIMKEN	2	320	640	0.5	320
5	1701070	GASKET, CRANKSHAFT BEARING RETA	2	45	90	1	90
7	1712016	SPROCKET, CRANKSHAFT - 62T	1	73	73	1	73
8	1712614	GASKET, MAIN BEARING CAGE	1	42	42	1	42
					4755		1411



Sellado de Pistones

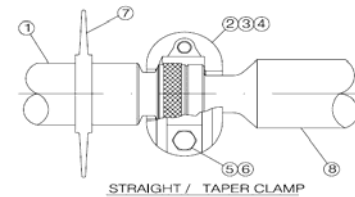
Item	N° Parte	Descripción	Cantidad	Costo Und	Parcial	Uso	Ajustado
3	1712065	NUT, ADJUSTING	3	18	54	1	54
4	1712089	2 3/4" GLAND	3	22	66	1	66
5	1712096	3" WASHER	6	8	48	1	48
6	1712513	2 3/4" SLEEVE WASHER	3	22	66	1	66
7	2410031-347	SEAL STUFFING BOX	3	68	204	1	204
8	6422338	2 3/4" - 850 - N UNIVERSAL PACKING	3	85	255	2	510
					693		948



165T- 5L & 5M PLUNGER KIT WITH CLAMPED PLUNGER

Pistones

Item	N° Parte	Descripción	Cantidad	Costo Und	Parcial	Uso	Ajustado
1	340-019	INTERMEDIATE ROD STAINLESS	3	95	285	1	285
2	1716037	CLAMP CPT	3	45	135	1	135
3	1716035	BOLT HALF	3	13	39	1	39
4	1716036	THREAD HALF	3	18	54	1	54
7	1717016	BAFFLE, INTERMEDIATE ROD	3	21	63	1	63
8	1716160/ 340-011	2 3/4" CARBIDE PLUNGER	3	185	555	1	555
					1131		1131



STRAIGHT / TAPER CLAMP

Presupuesto de repuestos

ITEM	Subsistema	Parcial (US\$)
1	Válvulas de Succión y descarga	2388
2	Sistema de Potencia	1104
3	Transmisión - Cigüeñal	1411
4	Sellado de Pistones	948
5	Pistones	1131
	Total Presupuesto US\$ - año	6982