Universidad Continental

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

Trabajo de Suficiencia Profesional

Informe de suficiencia profesional como Técnico Electrónico Senior para el área de Mantenimiento de Well Construction en la empresa Schlumberger del Perú S.A.

Ivan Ernesto Alcedo Bejarano

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Industrial

Lima, 2025

Repositorio Institucional Continental
Trabajo de suficiencia profesional

Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería

DE : Karina Ponce Begazo

Asesor de trabajo de investigación

ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación

FECHA : 4 de Mayo de 2025

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:
Informe de Suficiencia Profesional como Técnico Electrónico Senior para el área de Mantenimiento de Well Construction en la empresa Schlumberger del Perú S.A.

Autor:
Ivan Ernesto Alcedo Bejarano – EAP. Ingeniería Industrial

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 12 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía — SI [X] NO [ ]
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores — SI [X] NO [ ]
  Nº de palabras excluidas **(en caso de elegir "SI"):** 10
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante — SI [ ] NO [X]

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

La firma del asesor obra en el archivo original
(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)

ASESOR

MBA Ing. Karina Ponce Begazo

AGRADECIMIENTO

A Dios y a mis padres, por darme la vida y guiarme de manera responsable por el sendero del saber y la responsabilidad.

A mi esposa Verónica (†), por alentarme cada día a desarrollarme profesionalmente, por motivarme a esforzarme y entender que cada sacrificio tiene su recompensa, por todo el apoyo brindado, por estar siempre presente especialmente en los momentos en que más necesité de su ayuda.

A mi hija Arleth Guadalupe, por ser mi motor y la razón que impulsa este trabajo, por quien me despierto cada día con la motivación de salir adelante.

A mis compañeros de trabajo, quienes me brindaron su apoyo en numerosas ocasiones para cumplir con mis horarios de clases, trabajos grupales y exámenes presenciales. Sin su ayuda, hubiera sido difícil culminar la carrera en el tiempo estimado.

Finalmente, a los docentes de la Universidad Continental, quienes, con su vasta experiencia y formación, me enseñaron valiosas lecciones que me servirán tanto en la vida como en mi desarrollo profesional. Especialmente, porque gracias a ellos podré obtener el grado académico de Ingeniero Industrial y ver realizado uno de mis objetivos de vida.

DEDICATORIA

A mi esposa Verónica Elizabeth (†) y a mi hija Arleth Guadalupe, a quienes tanto amo, y quienes han sido mi motor y razón durante todo el desarrollo de mi carrera universitaria. Sin ellas, no hubiera encontrado la fuerza ni las ganas para sacrificar tanto tiempo en la consecución de este tan anhelado objetivo.

ÍNDICE

ASESOR ii
AGRADECIMIENTO iii
DEDICATORIA iv
ÍNDICE v
ÍNDICE DE FIGURAS viii
RESUMEN EJECUTIVO x
EXECUTIVE SUMMARY xi
INTRODUCCIÓN xii
CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA Y/O INSTITUCIÓN. 1
1.1 DATOS GENERALES DE LA INSTITUCIÓN 1
1.2 ACTIVIDADES PRINCIPALES DE LA INSTITUCIÓN Y/O EMPRESA 1
1.3 RESEÑA HISTORICA DE LA INSTITUCIÓN Y/O EMPRESA 3
1.3.1 Algunos clientes potenciales Schlumberger 8
1.4 ORGANIGRAMA DE LA INSTITUCIÓN Y/O EMPRESA 9
1.5 VISIÓN Y MISIÓN 11
1.6 BASES LEGALES O DOCUMENTOS ADMINISTRATIVOS 12
1.6.1 Normas Nacionales 12
1.6.2 Normas Internacionales 13
1.7 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DONDE REALIZA SUS ACTIVIDADES PROFESIONALES 13
1.8 DESCRIPCIÓN DEL CARGO Y DE LAS RESPONSABILIDADES DEL BACHILLER EN LA INSTITUCIÓN Y/O EMPRESA 14
1.8.1 Cargo desempeñado 14
1.8.2 Descripción de las actividades desarrolladas en el cargo: 15
CAPITULO II: ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES 19
2.1 ANTECEDENTES O DIAGNÓSTICO SITUACIONAL 19
2.2 IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDAD O NECESIDAD EN EL ÁREA DE ACTIVIDAD PROFESIONAL 24
2.3 OBJETIVOS DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL 24
2.3.1 Objetivo General 24
2.4 JUSTIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL 24
2.5 RESULTADOS ESPERADOS 25
CAPITULO III: MARCO TEÓRICO 26

3.1 BASES TEÓRICAS DE LAS METODOLOGÍAS O ACTIVIDADES REALIZADAS 26
3.1.1 Antecedentes 26
3.1.2 Bases teóricas 32
3.1.2.1 Área de Pruebas 32
3.1.2.2 Optimización de Mantenimiento 33
3.1.2.3 Disponibilidad 33
3.1.2.4 Eficiencia 34
3.1.2.5 Efectividad General del Equipo (OEE) 34
3.1.2.6 Confiabilidad 35
3.1.2.7 Productividad 36
3.1.2.8 Calidad 36
3.1.2.9 Cultura de Seguridad 37
CAPITULO IV: DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES 39
4.1 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES PROFESIONALES 39
4.1.1 Enfoque de las actividades profesionales 39
4.1.2 Alcance de las actividades profesionales 40
4.1.3 Entregables de las actividades profesionales 40
4.2 ASPECTOS TÉCNICOS DE LA ACTIVIDAD PROFESION4|AL 57
4.2.1 Metodologías 57
4.2.2 Técnicas 66
4.2.3 Instrumentos 70
4.2.4 Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades 71
4.3 EJECUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES 73
4.3.1 Cronograma de actividades realizadas: 73
4.3.2 Proceso y secuencia operativa de las actividades profesionales. 75
CAPITULO V: RESULTADOS 76
5.1 RESULTADOS FINALES DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS 76
5.2 LOGROS ALCANZADOS 79
5.3 DIFICULTADES ENCONTRADAS 79
5.4 PLANTEAMIENTO DE MEJORAS 81
5.4.1 Metodologías propuestas 81
5.4.1.1 Implementación 81
5.4.2 Descripción de la implementación 82
5.5 ANÁLISIS 83

5.6 APORTE DEL BACHILLER EN LA EMPRESA Y/O INSTITUCIÓN 87
CONCLUSIONES 88
RECOMENDACIONES 89
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 90
ANEXOS 94

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Extracción de petróleo y gas natural 2
Figura 2: Sistema Energético 2
Figura 3: Resumen de Línea de Tiempo 7
Figura 4: Estructura Organizacional de SLB 9
Figura 5: Estructura Organizacional de SLB – Well Construction 10
Figura 6: Organigrama según línea de autoridad 14
Figura 7: Análisis FODA de SLB 21
Figura 8: Las Cinco Fuerzas de Porter 23
Figura 9: ENTREGABLE I - Orden de Trabajo para Mantenimiento 41
Figura 10: ENTREGABLE II - Informe de Aseguramiento de Calidad en activos de la compañía 44
Figura 11: ENTREGABLE III - Creación de la demanda de Repuestos 45
Figura 12: ENTREGABLE IV - Coordinación con Proveedores (Orden de compra) 46
Figura 13: ENTREGABLE V - Cultura HSE, Reporte HSE en portal QUEST 47
Figura 14: ENTREGABLE VI - Listado de reportes de Incidentes en HSE 49
Figura 15: ENTREGABLE VII - Soporte en campo (Reporte de Falla en Equipo) 50
Figura 16: ENTREGABLE VIII - Adherencia a los procesos de mantenimiento 53
Figura 17: Diagrama de Ishikawa 58
Figura 18: Factores de causa raíz de incidencia en Fallas 59
Figura 19: Diagrama de Ishikawa para un Análisis de Causa Raíz de un sistema de Alta Presión 60
Figura 20: Estación de Trabajo para diagnóstico de Equipos de Perforación con aplicación de SMED 61
Figura 21: Programa de Mantenimiento Centrado en la confiabilidad de SLB 62
Figura 22: Estadística de Indicadores de desempeño del área de Mantenimiento 63
Figura 23: Formato de un informe de Falla con los 8 datos mínimos 64
Figura 24: Herramienta de los 5 Porqués aplicada a la causa raíz de un defecto 65
Figura 25: Diagrama de Pareto para identificar Causales de Incidentes 66
Figura 26: Técnica de Análisis de Causa Raíz de la plataforma QUEST de SLB 67
Figura 27: Gráfica de Control para el monitoreo del proceso de entrega de repuestos 68
Figura 28: Método DMAIC para mejorar la resolución de Problemas en Procesos 69
Figura 29: Proyecto elaborado mediante DMAIC para la trazabilidad en componentes 70
Figura 30: Cronograma de actividades 73
Figura 31: Proceso de ejecución de actividades 75
Figura 32: Indicadores de Desempeño de Confiabilidad 77
Figura 33: Gráfica de MTBM para equipos de Well Construction 78
Figura 34: Indicador de Desempeño de Productividad 78
Figura 35: Diagrama de Pareto para problemas Frecuentes en bombas centrífugas 84
Figura 36: Pareto de Principales Causas en Fallas 86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: *Tiempo de paralización de Bombas Centrífugas* 83
Tabla 2: *Tipos de problemas frecuentes en Bombas Centrífugas* 83
Tabla 3: *Causas de Fallas en Equipos de Control de Sólidos* 85

RESUMEN EJECUTIVO

Hoy en día, los estudios universitarios son de suma importancia para adquirir conocimientos teóricos, técnicos y prácticos de calidad, los cuales permiten al estudiante desarrollar diversas competencias, habilidades blandas y capacidades para el trabajo en equipo, esenciales en el ámbito laboral de este mundo globalizado.

El presente informe de suficiencia profesional como técnico electrónico en el área de mantenimiento detalla, de manera clara, objetiva y resumida, las diferentes actividades y procesos desarrollados en la empresa transnacional Schlumberger, actualmente conocida como SLB.

Mi intención es compartir el conocimiento adquirido a lo largo de las diversas experiencias durante la ejecución de mis funciones y responsabilidades, con el fin de apoyar a futuros ingenieros en los procedimientos relacionados con mantenimiento, electricidad, electrónica, manejo de activos, proveedores, seguridad, entre otros, que son fundamentales en los servicios de una empresa de gran magnitud como la mencionada en este informe.

Me enfocaré principalmente en 10 actividades que contribuyeron significativamente a incrementar mi desempeño dentro de mis funciones, tanto con las empresas contratistas como con el público en general.

Estas actividades son: mantenimiento de equipos de perforación y cementación, aseguramiento de calidad en los activos de la compañía, creación de demanda de repuestos, coordinación con proveedores, soporte en campo, cultura de HSE (Health, Safety and Environment), adherencia a los procesos de mantenimiento, coordinación de activos, manejo de herramientas de Office y Microsoft, y crosstraining con empleados de otros países.

Palabras clave: Optimización, Productividad, Mantenimiento centrado en la confiabilidad, Lean Six Sigma, indicadores de desempeño, aplicaciones de 5S, niveles de servicio, análisis de fallas.

EXECUTIVE SUMMARY

Today, university studies are of utmost importance for acquiring quality theoretical, technical, and practical knowledge, which helps students develop various competencies, soft skills, and teamwork skills necessary in the workplace of a globalized world.

This professional proficiency report as an electronics technician in the maintenance area details in a clear, objective, and summarized manner the different activities and processes developed at the transnational company Schlumberger, currently known as SLB.

My intention is to share the knowledge acquired through various experiences while performing my duties and responsibilities, in order to help future engineers understand the different maintenance procedures, electricity, electronics, asset management, suppliers, security, among others, required in the services of a large company such as the one mentioned in this report.

I will primarily focus on 10 activities carried out to satisfactorily increase my performance within my duties for contracting companies and the public in general.

These activities are: Maintenance of Drilling and Cementing Equipment, quality assurance for company assets, creating a demand for spare parts, coordination with suppliers, field support, HSE (Health, Safety, and Environment) culture, adherence to maintenance processes, asset coordination, proficiency in Office and Microsoft tools, cross-training with employees from other countries.

Keywords: Optimization, Productivity, Reliability-centered maintenance, Lean Six Sigma, performance indicators, 5S applications, service levels, failure analysis.

INTRODUCCIÓN

El trabajo de suficiencia profesional titulado “Informe de Suficiencia Profesional como Técnico Electrónico Senior para el Área de Mantenimiento de Well Construction en la Empresa Schlumberger del Perú S.A.” tiene como objetivo principal dar a conocer las diferentes actividades que he realizado y sigo realizando en la empresa, explicando la forma en que han sido desarrolladas, organizadas en 10 actividades clave.

Este trabajo de suficiencia profesional se divide en cinco capítulos, cuyo contenido es el siguiente:

Capítulo I – Aspectos Generales de la Empresa y/o Institución: Se mencionan los aspectos generales de la empresa, incluyendo sus datos, actividades principales, una breve reseña histórica a lo largo de los años, su organización, misión y visión. También se incluyen sus bases legales y una breve descripción del área y el cargo en el que el bachiller desempeña sus actividades profesionales en la empresa.

Capítulo II – Aspectos Generales de las Actividades Profesionales: En este capítulo, se presentan los antecedentes, un diagnóstico situacional, las oportunidades o necesidades identificadas en el área de desarrollo, los objetivos de la actividad profesional, así como la justificación y los resultados esperados.

Capítulo III – Marco Teórico: Se citan diversas fuentes relacionadas con el objetivo del presente trabajo. Además, se describen las definiciones y bases teóricas en cuanto a metodologías y actividades realizadas en el ámbito profesional.

Capítulo IV – Descripción de las Actividades Profesionales: En este capítulo, se describen las diferentes actividades realizadas por el bachiller en la empresa SLB, abarcando los aspectos técnicos y la ejecución de las actividades profesionales.

Capítulo V – Resultados: Se evalúan los resultados obtenidos, los logros alcanzados, las dificultades encontradas, el planteamiento de mejoras, el análisis de las actividades realizadas y el aporte del bachiller a los objetivos de la empresa.

CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA Y/O INSTITUCIÓN.

1.1 DATOS GENERALES DE LA INSTITUCIÓN

Número de RUC: 20329973256

Tipo Contribuyente: SOCIEDAD ANONIMA

Nombre Comercial: SCHLUMBERGER DEL PERU S.A.

Fecha de Inscripción: 23/07/1996

Fecha de Inicio de Actividades: 01/08/1996

Estado del Contribuyente: ACTIVO

Condición del Contribuyente: HABIDO

Domicilio Fiscal: AV. VICTOR ANDRES BELAUNDE NRO. 147 (V.P. 133, OFICINAS 06-113 Y 07-102) LIMA - LIMA - SAN ISIDRO

Sistema Emisión de Comprobante: MANUAL

Actividad Comercio Exterior: IMPORTADOR/EXPORTADOR

Sistema Contabilidad: COMPUTARIZADO

Representante legal: Susy Taber Tito

Cargo: Técnico Electrónico Senior

Número de Trabajadores: 120

Página Web: **https://www.slb.com/**

1.2 ACTIVIDADES PRINCIPALES DE LA INSTITUCIÓN Y/O EMPRESA

Actividad(es) Económica(s):

Principal – 0910: ACTIVIDADES DE APOYO PARA LA EXTRACCIÓN DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL

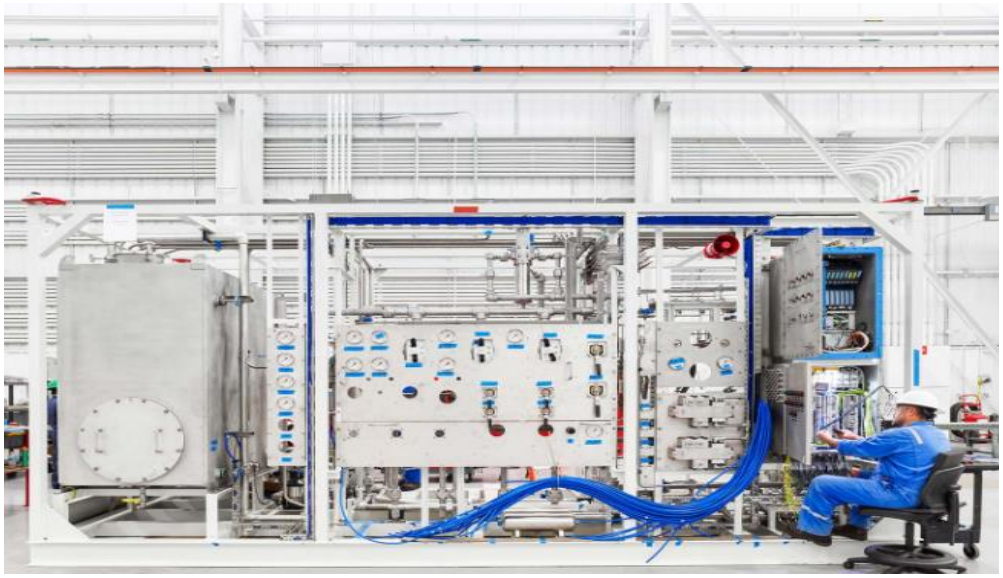
Secundaria 1 – 4659: VENTA AL POR MAYOR DE OTROS TIPOS DE MAQUINARIA Y EQUIPO

***Figura 1**: Extracción de petróleo y gas natural*

Fuente: slb.com

"Con una presencia global en más de 100 países y empleados que representan casi el doble de nacionalidades, SLB trabaja todos los días para descarbonizar la industria, innovar en petróleo y gas, ofrecer tecnología digital a escala, desarrollar y ampliar nuevos sistemas energéticos que aceleren la transición energética" (1)

***Figura 2**: Sistema Energético*



Fuente: slb.com

1.3 RESEÑA HISTORICA DE LA INSTITUCIÓN Y/O EMPRESA

A lo largo del último siglo, la compañía se ha adaptado constantemente para satisfacer las necesidades siempre cambiantes de sus clientes y socios. Es un legado con la innovación, con un pensamiento audaz, se ha establecido como pioneros en la adopción de soluciones digitales y pioneros de nuevas mentalidades para abordar el desafío de cero emisiones netas (2).

Años 1870-1920
Todo gran legado comienza con una visión audaz.

"Nacido en Francia en 1878, Conrad Schlumberger concibió la revolucionaria idea de cartografiar los cuerpos rocosos del subsuelo con mediciones eléctricas. Su técnica serviría como chispa para un nuevo nombre disruptivo en energía. Conrad y su hermano Marcel comenzaron a trabajar juntos en 1919 para cambiar la cara de la exploración del subsuelo" (2)

Década de 1920
Pioneros en la primera de muchas primicias

"A lo largo de la década de 1920, los hermanos Schlumberger realizaron estudios geofísicos en todo el mundo. Más tarde, la familia creó el primer registro de pozos de resistividad eléctrica, un punto de inflexión en la historia de la exploración petrolera. En 1929, la extracción de núcleos eléctricos se estaba llevando a cabo en todo el mundo, un testimonio de la innovación a escala en los grandes comienzos de la empresa" (2)

Década de 1930
Un innovador global toma forma.

"A mediados de la década de 1930, la extracción de núcleos eléctricos había tomado por asalto la industria y, con ella, SLB comenzó a parecerse a la fuerza global que es hoy. La compañía se expandió a los mayores países productores de petróleo, incluido un mercado clave en los EE.UU, y aumentó su número de equipos casi 20 veces antes del final de la década. Aunque Conrad murió en 1936, vivió para ver cómo su apellido se convertía en un líder en la frontera de la innovación energética" (2)

Década de 1940

Una empresa cambiante con oportunidades crecientes.

"Si bien la guerra ralentizó el progreso, las innovaciones y la modernización de la industria, como las primeras plataformas petrolíferas en alta mar, ayudarían a impulsar a SLB hacia adelante. En 1948, Henri Doll estableció el Centro de Investigación Schlumberger-Doll, el trampolín para los avances y el pensamiento audaz de la compañía durante la segunda mitad del siglo, y un centro de innovación que aún hoy se conserva. Y a medida que la empresa siguió creciendo a nivel mundial, los equipos crecieron con más reclutas locales, creando la diversidad cultural que todavía define a SLB en la actualidad" (2)

Década de 1950

Nuevas tecnologías, adquisiciones estratégicas

"A medida que la electrónica cambió la industria, SLB impulsó su propia innovación, explorando nuevas tecnologías como herramientas de "micro-laterolog" y "micro neutrones" y su matriz de inducción estándar de la industria, introducida en 1959. Y con varias adquisiciones estratégicas y la reestructuración de la empresa, SLB comenzó a construir un mayor espectro de capacidades para el futuro" (2)

Década de 1960

SLB crece, desde el océano hasta la luna.

"La tecnología SLB comenzó a utilizarse de nuevas maneras, desde el descubrimiento de naves hundidas con electrodos hasta la provisión de cálculos a la NASA durante la carrera espacial. Mientras tanto, la compañía comenzó a cotizar en la Bolsa de Valores de Nueva York en 1962. SLB continuó su rápido desarrollo con nuevas adquisiciones, asociaciones y empresas que han llegado a definir su proceso de cambio colaborativo" (2)

Década de 1970

Innovar para liderar.

"El auge de la ingeniería y la potencia informática en la década de 1970 ayudó a SLB a alcanzar nuevas cotas como líder del mercado, impulsado por su incomparable gama de herramientas. Como uno de los primeros en adoptar la tecnología, SLB se unió a ARPAnet en 1975, una red de investigación que se convertiría en Internet. SLB también presentó la herramienta digital sónica de primera generación para el procesamiento de pozos. Y con la apertura del Museo

Schlumberger en Normandía, SLB se afirmó como una empresa con un legado digno de celebración" (2)

Década de 1980

Conectando mentes de todo el mundo.

"Esforzándose por construir una red de investigación global, SLB abrió el Centro de Investigación de Cambridge en Inglaterra y un centro de ingeniería en Japón para impulsar la innovación y explorar nuevos enfoques y tecnología. Esta expansión fue impulsada por la conectividad digital pionera de la compañía. SLB implementó sus primeros enlaces internacionales de datos con el correo electrónico y estableció la Red de Información de Schlumberger, la primera intranet comercial basada en ARPANet" (2)

Década de 1990

Creación de nuevos y potentes productos.

"En los años 90, SLB lanzó varios productos que revolucionaron las operaciones de perforación y registro, mejorando la precisión y la rentabilidad como nunca. Al mismo tiempo, SLB continuó realizando adquisiciones estratégicas y asociaciones con otras empresas y la comunidad científica para desbloquear nuevas posibilidades. En 1991, la moderna empresa SLB había cobrado vida" (2)

Década del 2000

Renovado compromiso con los cimientos de SLB.

"En la primera década del siglo XXI, SLB reforzó su oferta principal. Ayudó a llevar la comprensión de la industria de los yacimientos a un nuevo nivel con el lanzamiento y la integración de nuevas tecnologías, incluido el monitoreo de yacimientos en 4D. SLB también fue pionera en el sistema giratorio dirigible PowerDrive con mediciones integradas. Esta tecnología permitió la perforación de pozos horizontales a escala industrial, abriendo nuevas posibilidades en el acceso a la energía" (2)

Década de 2010

Adaptación a un nuevo panorama energético.

"La industria continuó cambiando a lo largo de la década de 2010, y SLB cambió con ella, innovando nuevos productos y tecnologías en imágenes, así como para yacimientos de esquisto

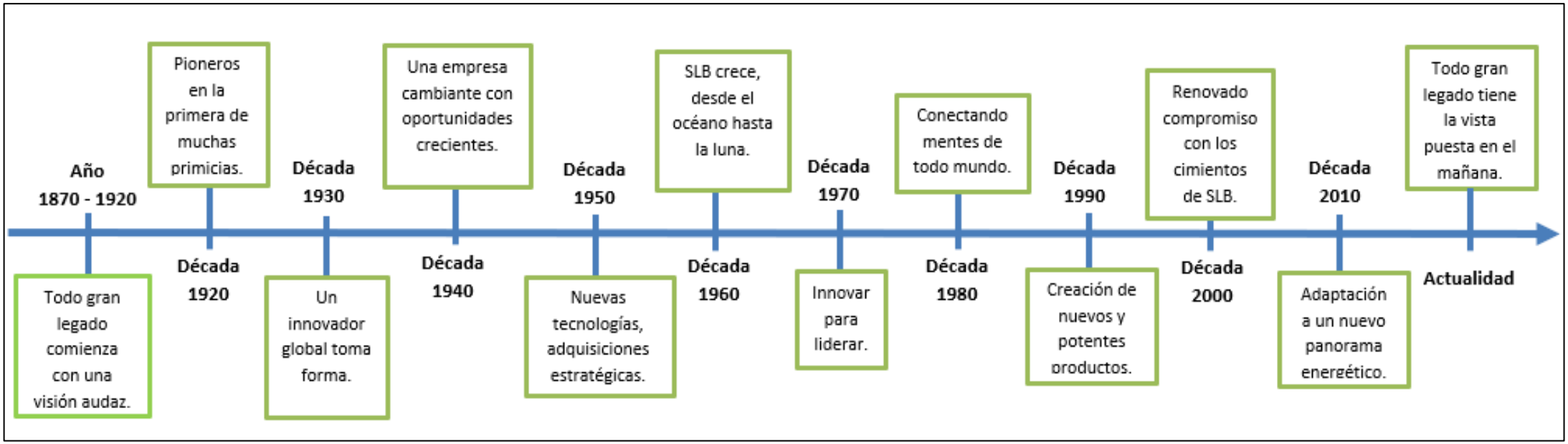
y gas. Al mismo tiempo, SLB se mantuvo firme en su compromiso con la investigación y el desarrollo mediante la construcción de nuevos centros de investigación, aprovechando nuevos talentos para construir soluciones más personalizadas para los nuevos desafíos" (2)

Actualidad

Todo gran legado tiene la vista puesta en el mañana.

"A medida que el mundo busca nuevas y mejores formas de acceder a la energía, los productos y servicios de SLB son más esenciales que nunca. La nueva tecnología conectada ha mejorado la eficiencia y el intercambio de información para una perforación más eficaz en el sector del petróleo y el gas, mientras que las nuevas ofertas para el creciente sector de las nuevas energías mantienen a SLB a la vanguardia" (2)

***Figura 3**: Resumen de Línea de Tiempo*



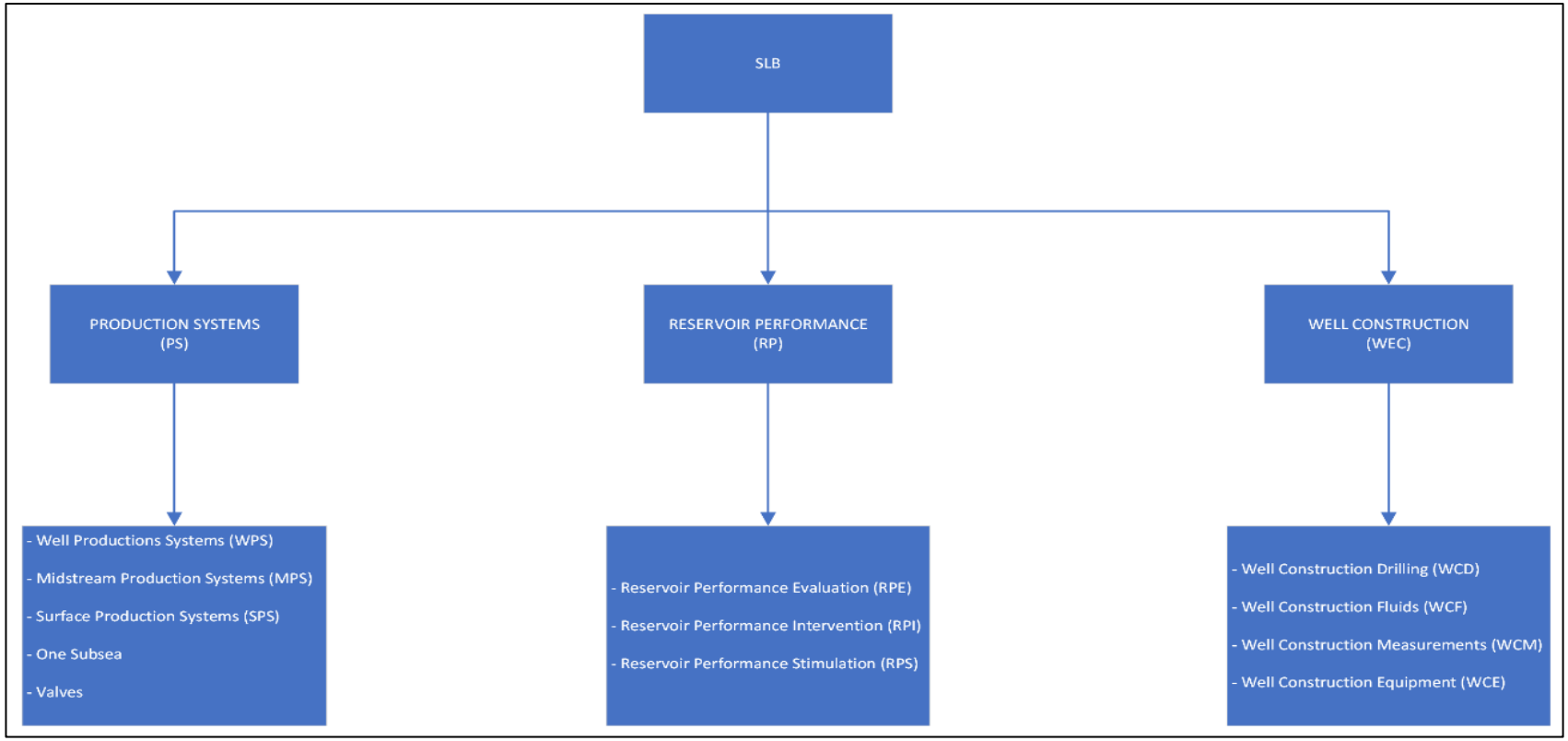
Fuente: Elaboración Propia

1.3.1 Algunos clientes potenciales Schlumberger

1.4 ORGANIGRAMA DE LA INSTITUCIÓN Y/O EMPRESA

Se detalla la estructura general de la empresa SLB y su respectivo organigrama de cómo está estructurada:

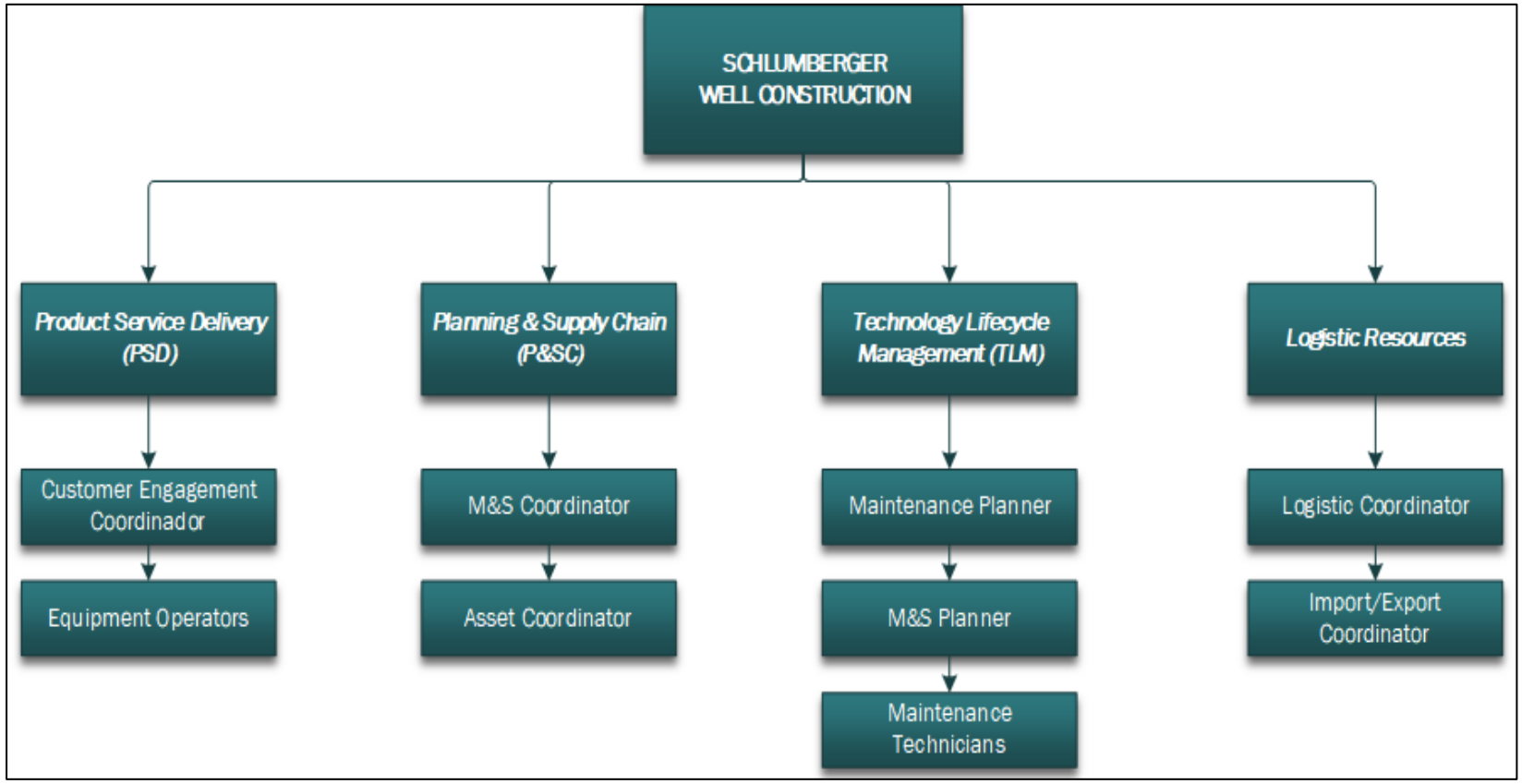
***Figura 4**: Estructura Organizacional de SLB*



Fuente: Elaboración Propia

Dentro de SLB, los distintos “Bussiness Lines” (BL’s) tienen su propia organización, por lo que se detalla a continuación la estructura organizacional de cómo se rige el BL de “Well Construction” que es el área en donde actualmente me he venido desempeñando:

Figura 5: *Estructura Organizacional de SLB – Well Construction*



Fuente: Elaboración Propia

1.5 VISIÓN Y MISIÓN

La compañía Schlumberger comienza con lo que realmente significa ser un innovador tecnológico. Representando a más de 160 nacionalidades, brinda soluciones digitales líderes e implementa tecnologías innovadoras para permitir el rendimiento y la sustentabilidad que son cruciales para la industria energética mundial.

Con experiencia en más de 120 países, Schlumberger se asocia con clientes en estrecha colaboración para crear tecnologías revolucionarias que desbloquean un acceso más limpio y seguro a la energía para todas las comunidades, incluidas aquellas en las que vive y trabaja (1).

De acuerdo con el portal www.slb.com de la empresa Schlumberger se resume a continuación la misión, visión y valores de la empresa:

A. MISIÓN

"Juntos, creamos una tecnología asombrosa que desbloquea el acceso a la energía para el beneficio de todos. Todos los días, trabajamos juntos para crear tecnología que cambie la industria y que desbloquee un acceso más limpio y seguro a la energía para todas las comunidades, incluidas aquellas en las que vivimos y trabajamos. Este propósito es atemporal y duradero, y nos impulsará en las próximas décadas" (3)

B. VISIÓN

"Nuestra visión se extiende a la transición energética global y nuestro papel en ese futuro. Al trabajar para descarbonizar las operaciones a través de nuestra cartera de Tecnologías de Transición, así como al invertir en nuevas empresas de tecnología energética, estamos avanzando en la sustentabilidad dentro de nuestra industria y ayudando a los clientes a reducir su huella ambiental" (3)

C. VALORES

"Estos valores han sido, y siempre serán, nuestra brújula cultural y luz de guía a medida que navegamos por nuestra industria cambiante y nos esforzamos por continuar con el legado que hemos construido" (3)

Gente: Se nos unen personas excepcionales de todo el mundo por lo que somos, y luego nos convierten en lo que somos. Comprometidos con los clientes, aprendiendo y creciendo constantemente, prosperamos en los desafíos técnicos más grandes del mundo, donde sea que se encuentren. Este es el pulso y el espíritu de Schlumberger.

Tecnología: nos fundamos a través de la invención y crecemos, prosperamos y lideramos a través de la innovación continua y el compromiso con la excelencia práctica. Hoy, estamos diseñando un futuro sostenible para la industria energética y ayudando a crear un mundo mejor para todos.

Beneficios: la solidez financiera nos brinda la independencia y los recursos para tomar decisiones valientes sobre el futuro e impulsar una innovación audaz y visionaria a largo plazo. La disciplina de inversión importa: los retornos que generamos aseguran que nuestro talento y tecnología sean los mejores en su clase, y el valor que creamos se comparte ampliamente (3).

1.6 BASES LEGALES O DOCUMENTOS ADMINISTRATIVOS

1.6.1 Normas Nacionales

- Ley N° 26221 - Ley Orgánica de Hidrocarburos.
- Decreto Supremo N° 042-2005-EM - Aprueban Texto Único Ordenado de la Ley Orgánica de Hidrocarburos.
- Ley N° 27377 - Ley de Actualización en Hidrocarburos
- Decreto Supremo N° 021-2012-EM - Reglamento de la Ley Nº 29852, que crea el Sistema de Seguridad Energética en Hidrocarburos y el Fondo de Inclusión Social Energético
- Decreto Supremo N° 043-2007-EM - Aprueban Reglamento de Seguridad para las Actividades de hidrocarburos y modifican diversas disposiciones
- Decreto Supremo N° 032-2004-EM - Aprueban Reglamento de las Actividades de Exploración y Explotación de Hidrocarburos
- Ley 29783 – Ley general de Seguridad y Salud en el trabajo.
- RM 005-2012- Reglamento de Seguridad y Salud en el trabajo.
- Ley 25844- Ley de Concesiones eléctricas.
- Ley 23406_ Ley General de electricidad.
- Resolución Directoral N° 012-2024-INACAL/DN

1.6.2 Normas Internacionales

- ISO 45001 - Gestión de Seguridad y Salud en el trabajo.
- ISO 14001 - Gestión de Medio Ambiente.
- ISO 9001 - Gestión de Calidad.
- ISO 3100 - Gestión de Riesgos.
- NFP 70E - Norma para la Seguridad eléctrica en lugares de trabajo

1.7 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DONDE REALIZA SUS ACTIVIDADES PROFESIONALES

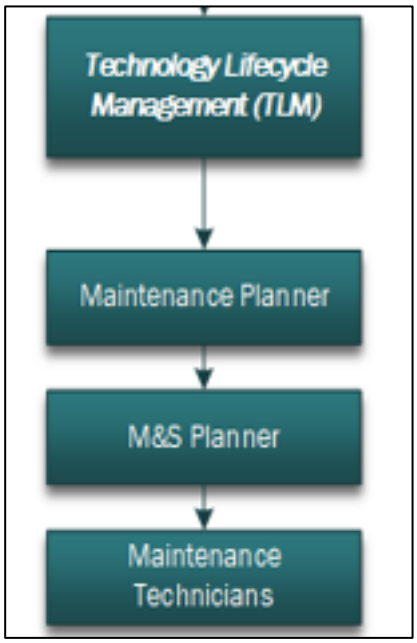
Área: WEC-TLM (Well Construction – Technology Lifecycle Management)

El área de mantenimiento o TLM de la empresa Schlumberger, es la encargada del gerenciamiento y ciclo de vida de los activos de la compañía tal y como su nombre lo indica. Esta área, asimismo, tiene a cargo el mantenimiento preventivo, correctivo y proactivo de los equipos y herramientas que son utilizados para brindar los servicios de tecnología, tales como: Perforación de pozos petroleros, estimulación de reservorios, bombeo de crudo, entre otros y está integrado por un staff de profesionales de alta eficiencia y calidad, atienden proyectos donde el cliente se expresa mediante contratos de ejecución y supervisión.

El área de TLM a la vez, cuenta con los equipos, instrumentos, diferente software, el conocimiento y entrenamiento para poder diagnosticar fallas y/o averías en los equipos, asimismo cuentan con el soporte del Centro de Manufactura de la compañía (llamado "Intouch") para resolver problemas y brindar el soporte requerido con la finalidad de que los equipos se mantengan siempre operativos.

Asimismo, se rige mediante métricas, objetivos e indicadores de desempeño (KPI´s y KPO´s) para mantener sus estándares de calidad en lo más alto; entre algunos indicadores que son monitoreados para lograrlo, se tiene: productividad, eficiencia, porcentaje de equipos inactivos, tiempo de mantenimiento, tiempo de reparación, etc.

Figura 6: *Organigrama según línea de autoridad*



Fuente: Elaboración Propia

1.8 DESCRIPCIÓN DEL CARGO Y DE LAS RESPONSABILIDADES DEL BACHILLER EN LA INSTITUCIÓN Y/O EMPRESA

1.8.1 Cargo desempeñado

Técnico Senior de Mantenimiento

Objetivos:

- Garantizar la entrega puntual de los equipos según las demandas operativas.
- Mejorar la confiabilidad de los equipos y los activos del segmento dentro de su ubicación.
- Mejorar la eficiencia y aumentar la utilización de los activos dentro de su ubicación.
- Reducir el costo de almacenamiento en la ubicación.

Actividades:

- Responsable de mejorar la disponibilidad de los activos reduciendo el tiempo de respuesta mediante la reducción de la espera de mantenimiento, la inactividad por piezas/RAN, la inactividad por falla y el trabajo en proceso.

- Garantizar la implementación de la estrategia de mantenimiento (que cumpla con la estrategia RCM) a través de la adherencia y uso de los CMMS y SW
- Cumplir con los estándares de TLM
- Responsable de respaldar la cultura de mejora continua, las iniciativas y ejecutar los Planes remediales de trabajo dentro de su ubicación.
- Comunicar, informar y documentar sugerencias, ideas, lecciones aprendidas y mejores prácticas para la mejora continua.
- Responsable de implementar prácticas de mejora de la confiabilidad.
- Garantizar que los técnicos utilicen los sistemas comerciales de mantenimiento para alcanzar la trazabilidad total de costos, tiempo y equipos para el desempeño del mantenimiento (movimientos, órdenes de trabajo, piezas utilizadas y tiempo de mantenimiento).
- Capacitar a los técnicos junior.

Habilidades Blandas: "Del inglés soft skills, el término hace referencia a aquellas competencias personales y sociales que facilitan las relaciones humanas y permiten desenvolverse con éxito en cualquier ámbito de la vida, incluido el laboral. Hablamos de habilidades relacionadas con la inteligencia emocional, el pensamiento crítico, el liderazgo, la resiliencia o la gestión del cambio, entre otras, claves para el desarrollo profesional y el crecimiento de las empresas" (4)

- Gestión del tiempo
- Pensamiento crítico
- Gestión del estrés
- Habilidades de comunicación
- Gestión del cambio
- Liderazgo
- Resiliencia

1.8.2 Descripción de las actividades desarrolladas en el cargo:

Actividad N°1: Mantenimiento de equipos de perforación y cementación

Encargado de realizar las tareas de mantenimiento, diagnóstico y pruebas eléctricas y electrónicas de las herramientas utilizadas en la perforación direccional de pozos petroleros, en las cuales intervienen equipos con diferentes tipos de sensores de dirección e inclinación y de

toma de muestras. El trabajo consiste en desarmar las maquinarias, descargar la información guardada en la memoria interna de las mismas, realizar un diagnóstico de operación de las mismas, para posteriormente realizar el nivel de servicio (mantenimiento) correspondiente de acuerdo con los parámetros de choques, vibraciones y condiciones a las cuales han estado sometidas, dichas condiciones son registradas por los diversos sensores con las que cuentan dichos equipos durante los trabajos realizados durante el servicio de perforación.

El mantenimiento puede consistir en: Limpieza de partes (normalmente vienen con residuos de lodo de perforación), reemplazo de componentes, pruebas de diagnóstico a través de software propio desarrollado por la compañía, ensamble de partes, realizar reportes de falla, entre otros.

Toda la información del mantenimiento y labores realizadas, se registran en una base de datos llamada “Qtrac”, en la cual se detallan los pasos a seguir a manera de checklist para llevar a cabo un correcto mantenimiento en los equipos y asegurar su confiabilidad. (Ver Anexo 1)

Actividad N° 2: Aseguramiento de calidad en los activos de la compañía

Encargado de elaborar los reportes de falla de los equipos cada vez que se reporta una falla en campo o durante la operación de los equipos mientras se realiza la perforación de un pozo en la locación del cliente. La elaboración de los reportes de falla, se realizan con la finalidad de encontrar la causa raíz de las fallas, el modo de falla y encontrar los planes de acción a tomar en cuenta para evitar que este tipo de fallas ocurran en el futuro; ya que, en algunos casos estos producen pérdidas económicas para la compañía (NPT = Non Productive Time)

Asimismo; el aseguramiento de la calidad implica también el mapeo y la mejora de los procesos de mantenimiento con la finalidad de asegurar la calidad de servicio e incrementar la confiabilidad de los equipos, también mediante la adopción de la cultura LEAN dentro del área de mantenimiento, los tiempos de mantenimiento son monitoreados y deben ser los menores posibles, para asegurar a tiempo la disponibilidad de los equipos para cuando nuestros clientes las requieran. (Ver Anexo 2)

Actividad N° 3: Creación de la demanda de repuestos

Con la finalidad de asegurar la calidad de servicio en nuestros activos, los técnicos somos los encargados de realizar la demanda o listado de repuestos que vamos a necesitar en los meses venideros, en base a la utilización actual, el stock de estos en almacén y la cantidad de trabajos que se van a realizar en los siguientes 3 meses. Esta información es recabada en conjunto con las áreas de operación, la cual debe ser la más certera, para asegurar la disponibilidad de repuestos en el momento que se requieran.

Los técnicos de mantenimiento son los responsables de que cada parte necesaria, sea pedida mediante su número de parte, descripción y unidad de medida correctos para evitar realizar pedidos erróneos e innecesarios al momento de realizar la demanda.

Actividad N° 4: Coordinación con proveedores

En la compañía se maneja un listado de proveedores que nos suministran servicios y materiales necesarios para llevar a cabo mantenimientos y/o tareas de reparación. Los técnicos son los encargados de coordinar con los proveedores para solicitar el servicio y derivar los pedidos con el área de compras. Los servicios o materiales solicitados deben estar acorde con el requerimiento inicial y dentro de los costos estimados dentro del pronóstico (forecast) del mes presente. (Ver Anexo 3)

Actividad N° 5: Soporte en campo

En algunas ocasiones, es necesario el soporte de mantenimiento en campo, específicamente en las locaciones de nuestros clientes, con la finalidad de resolver cualquier imprevisto o problema suscitado con nuestros equipos durante la operación. Mayormente las locaciones de los clientes están ubicadas en la parte selva del Perú y en la zona petrolera de Talara en la costa norte del país. Ocasionalmente, también tenemos operaciones offshore; es decir en plataformas petroleras marinas, en las cuales también he tenido la experiencia de visitar.

Actividad N° 6: Cultura de HSE (Health, Safety and Environment)

Todos y cada uno de los empleados que trabajan en Schlumberger, tienen la obligación de reportar los diferentes tipos de incidentes implicados con la salud, seguridad y el medio ambiente en el lugar de trabajo, con la finalidad de evitar accidentes, daños al personal o a los activos de la compañía. Esto nos ha servido todos estos años a mantener los incidentes incapacitantes del personal los más bajos como ha sido posible, gracias a la cultura de seguridad implantada en todos y cada uno de los empleados.

Esta misma cultura es aplicada en todos y cada uno de los países en que Schlumberger tiene operación; asimismo cabe mencionar que todos los reportes que son identificados deben ser registrados en un sistema basado en la web, llamado QUEST, el cual nos ayuda a reportar estadísticas y tasas de accidentabilidad a través de los reportes registrados en cualquier momento.

Actividad N° 7: Adherencia a los procesos de mantenimiento

Otra de nuestras responsabilidades como técnicos de mantenimiento del área de Technology and LifeCycle Management, es la adherencia a los procesos de mantenimiento establecidos por la compañía, y estos implican entre otros: llevar a cabo las tareas y procedimientos de acuerdo a los manuales, estándares e instrucciones de trabajo estándar o SWI (Standard Working Instructions, por sus siglas en inglés), asimismo las políticas de la compañía.

Los procesos de mantenimiento necesitan ser revisados y discutidos por los técnicos y supervisores de mantenimiento, con la finalidad de ser entendidos y sean claros en cada punto descrito. Cabe indicar que cada uno de estos procesos están disponibles en la página de soporte con la que cuenta la compañía, llamada Intouch. (Ver Anexo 4)

Actividad N° 8: Seguridad Radiológica con el manejo de fuentes radioactivas

Otra de las funciones que desempeñé durante todo este tiempo en la compañía Schlumberger, fue la de Oficial en Seguridad radiológica, el cual tiene como objetivo el cuidado y la protección de las personas y del medio ambiente contra los efectos nocivos que pueden resultar producto de la exposición a radiaciones ionizantes dentro de SLB, asimismo mantener un control sobre el inventario de las fuentes radiactivas. Se me determino esta actividad debido al grado de experiencia y responsabilidad en el área de TLM.

Actividad N° 9: Manejo de herramientas de Office y Microsoft

Dentro de mis actividades realizadas, también me ha tocado realizar reportes de falla y diversos en formato Word, presentaciones en PowerPoint, manejar datos estadísticos en Excel, etc. Es por eso que he aprendido bastante sobre el manejo de office y otras herramientas de Microsoft, como Teams, PowerBI, Outlook, Visio, entre otros. (Ver Anexo 5)

Actividad N° 10: Crosstraining con empleados de otros países

Al ser Schlumberger una compañía transnacional y al promover la diversidad cultural dentro de sus pilares, he tenido la oportunidad de viajar a otros países y entrenarme en diversas herramientas. Asimismo, en nuestras instalaciones hemos recibido personal de otros países que han venido a prestar soporte; he llevado cursos de entrenamiento en países como: Estados Unidos, Inglaterra, Emiratos Árabes Unidos; y, asimismo, he tenido la oportunidad de viajar a países como: Colombia, México, Argentina, USA y Angola con la finalidad de prestar soporte en calidad de préstamo. (Ver Anexo 6)

CAPITULO II: ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES

De acuerdo con los valores, misión y visión de la compañía SLB, se detallan a continuación los diversos aspectos de la empresa enfocados en el logro de nuestros objetivos. A diario, nos enfrentamos al desafío de cumplir con los objetivos y metas, tanto a corto como a largo plazo. A medida que aumenta el grado de responsabilidad dentro de la compañía, también se incrementa la carga laboral, el manejo de personal y la interacción con diversas áreas de SLB. Por ello, es necesario realizar un análisis detallado del área en la que se desarrollan las actividades, con el fin de identificar posibles planes de mejora. De esta manera, se pueden sugerir e implementar las mejoras necesarias para optimizar los procesos. A continuación, se presenta un diagnóstico situacional mediante un análisis FODA.

2.1 ANTECEDENTES O DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

Las actividades realizadas con Schlumberger del Perú S.A. me ayudaron a crecer profesionalmente; asimismo, a adquirir conocimientos nuevos, nuevas metas, y sobre todo a tener contacto directo con los clientes y proveedores; observando desde otro ángulo el funcionamiento estratégico de la empresa. Durante el soporte brindado en campo, se tuvo la oportunidad de intercambiar conocimientos con un equipo de profesionales debidamente entrenados y capacitados para brindar soluciones a nuestros clientes; se tuvo, asimismo, la oportunidad de poder compartir y aprender de ellos, de su experiencia, de sus conocimientos teóricos y técnicos en el rubro de Servicios de Extracción de hidrocarburos.

Actualmente los servicios que presta la empresa para los sectores de Hidrocarburos e industria a nivel nacional e internacional son los siguientes:

- Innovación en petróleo y gas.
- Descarbonización de la Industria.
- Entrega digital a escala.
- Escalamiento de nuevos sistemas energéticos.

Los lugares o sitios donde se realizan las actividades dependen del cliente y dentro de nuestras actividades, tenemos:

- Lote 95 de Bretaña Norte, Loreto
- Lotes Petroleros en Talara zona norte
- Base Talara: Campamento Schlumberger S/N, Zona Industrial Talara Alta.
- Oficinas Lima: Av. Santo Toribio 143 Int. 28 Lima, Lima, 15073 Perú.

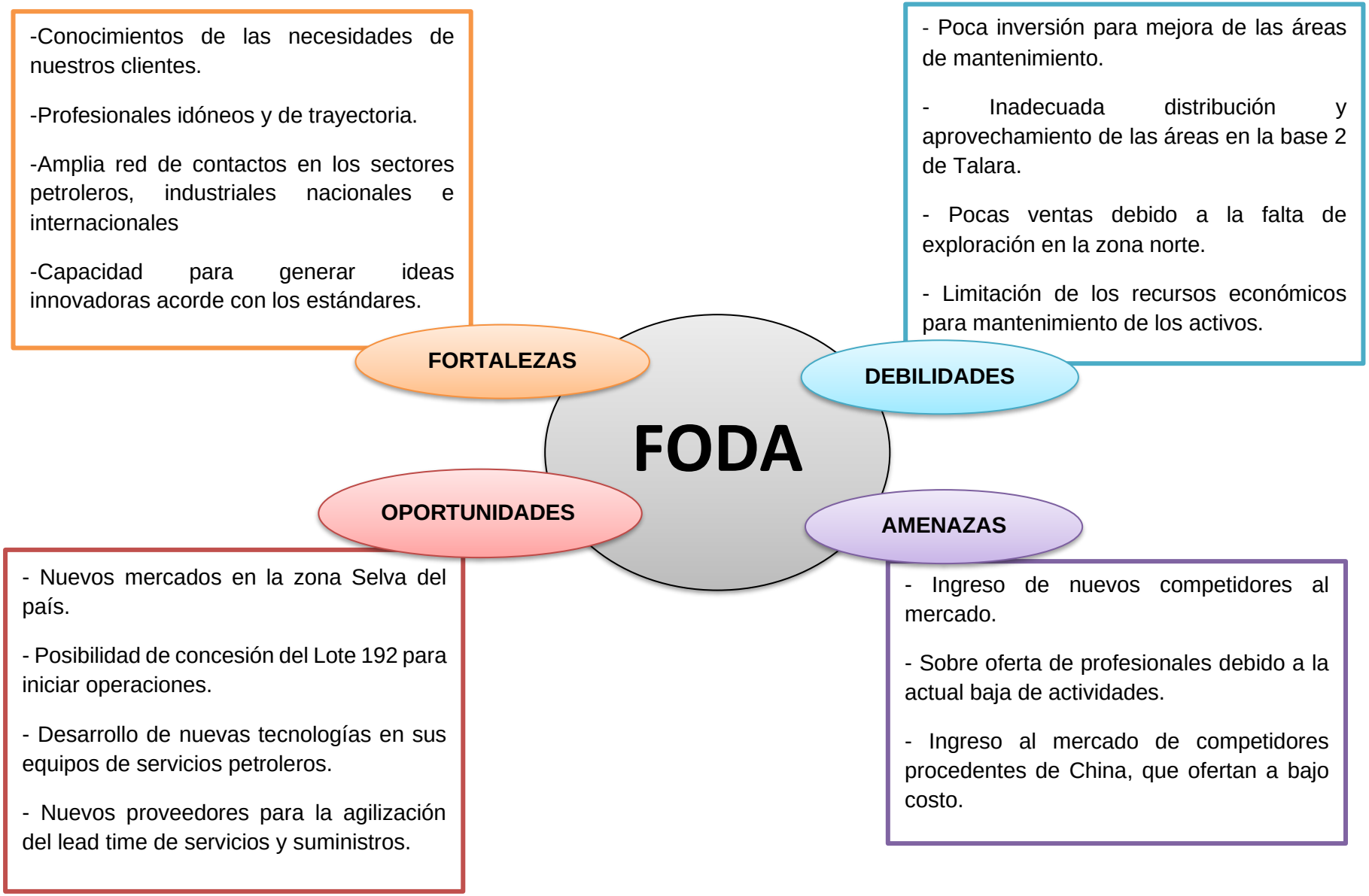
La actual situación del sector de hidrocarburos y de la industria es compleja y existe un alto grado de incertidumbre debido a la posición de los lotes petroleros dado por el Gobierno Peruano, como es el caso de PeruPetro o Petroperú respecto al comportamiento a futuro de la extracción de dicha materia prima.

Por eso es importante determinar las fortalezas y debilidades de nuestra empresa, enfocándonos en analizar el entorno actual que nos rodea, y teniendo en cuenta las características de la organización basados en su misión, visión y objetivos.

Para eso se utiliza el análisis FODA, conocido también como análisis DAFO, que es una herramienta para el estudio de la situación actual de una empresa o institución, en la cual se analizan sus características internas y su situación externa mediante una matriz. Proviene de las siglas en inglés SWOT, herramienta utilizada en nuestra formación profesional como Ingenieros Industriales.

El análisis FODA en el presente trabajo se utiliza con el propósito de analizar estratégicamente la situación actual de nuestra empresa SLB conformante del sector y el área donde ejerzo mi actividad profesional y formular sus estrategias de mediano y largo plazo.

Figura 7: *Análisis FODA de SLB*

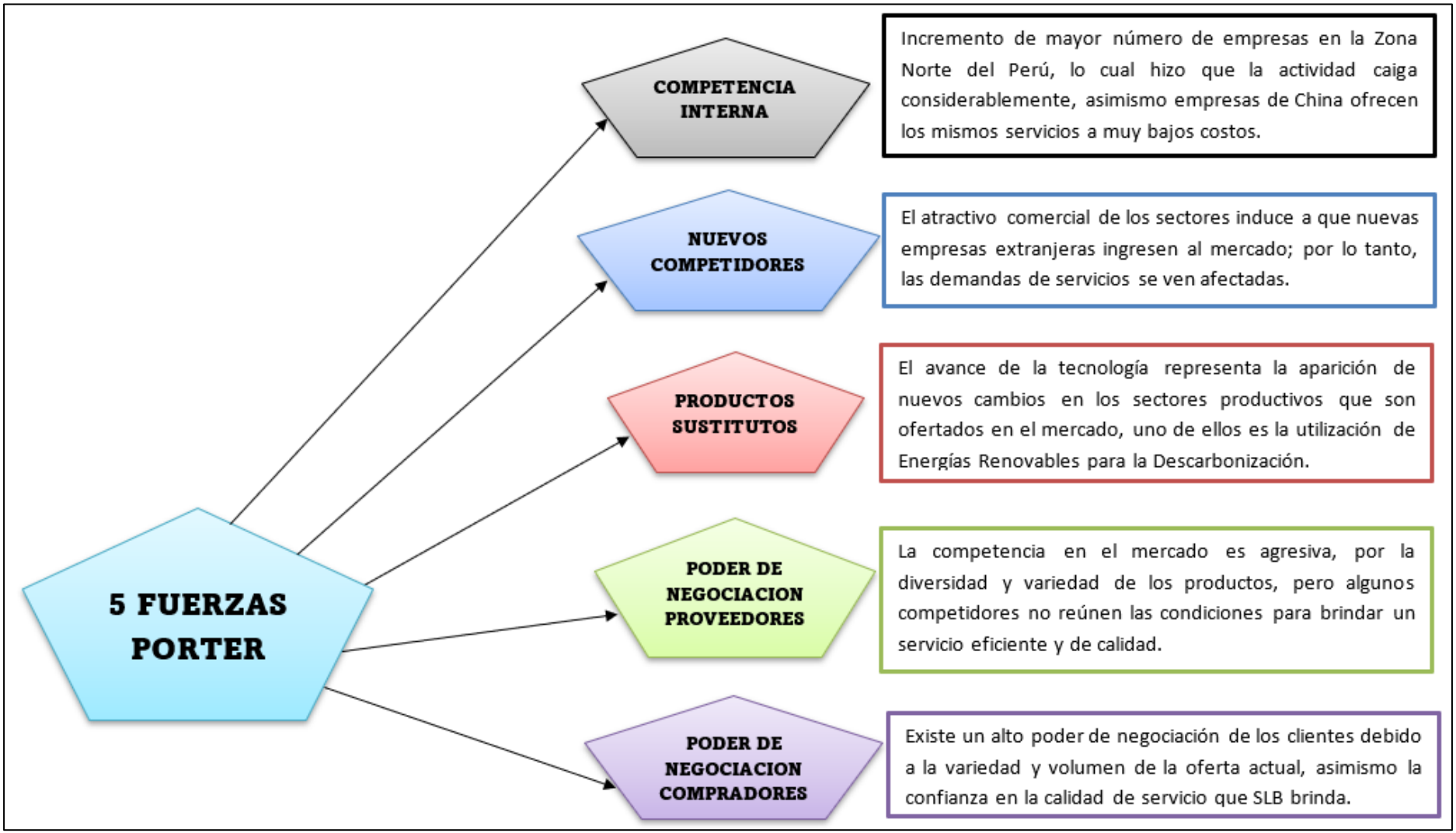


Fuente: Elaboración Propia

Tabla 1: *Estrategias a raíz de la combinación de las F-O-D-A*

MATRÍZ DE ESTRATEGIAS	**FORTALEZAS**	**DEBILIDADES**
	1. Conocimientos de las necesidades de nuestros clientes	1. Poca inversión para mejora de las áreas de mantenimiento
	2. Profesionales idóneos y de trayectoria	2. Inadecuada distribución y aprovechamiento de las áreas en la base 2 de Talara
	3. Amplia red de contactos en los sectores petroleros, industriales nacionales e internacionales	3. Pocas ventas debido a la falta de exploración en la zona norte
	4. Capacidad para generar ideas innovadoras acorde con los estándares	4. Limitación de los recursos económicos para mantenimiento de los activos
OPORTUNIDADES	**ESTRATEGIAS FO**	**ESTRATEGIAS DO**
1. Nuevos mercados en la zona Selva del país	Aprovechar el conocimiento de las necesidades de nuestros clientes para ampliar nuevos mercados en la zona selva del país	Aprovechar la disponibilidad de nuevos proveedores para invertir en la mejora de las áreas de mantenimiento.
2. Posibilidad de concesión del Lote 192 para iniciar operaciones	Desarrollar nuevas tecnologías en investigación mediante la contratación de profesional idóneos y de trayectoria	Mejorar la distribución y aprovechamiento de las áreas de la base 2 para el desarrollo de nuevas tecnologías en los equipos y servicios.
3. Desarrollo de nuevas tecnologías en sus equipos de servicios petroleros	Aprovechar la capacidad para generar ideas innovadoras para obtener la concesión del Lote 192 en la zona selva del país.	Mejorar la inversión en mantenimiento de los activos para ganar nuevos mercados en la zona norte y selva del país.
4. Nuevos proveedores para la agilización del lead time de servicios y suministros		
AMENAZAS	**ESTRATEGIAS FA**	**ESTRATEGIAS DA**
1. Ingreso de nuevos competidores al mercado	Aprovechar el conocimiento de las necesidades de nuestros clientes para evitar el ingreso de nuevos competidores.	Invertir en la mejora de las áreas para mantener la calidad del servicio y evitar el ingreso de nuevos competidores al mercado.
2. Sobre oferta de profesionales debido a la actual baja de actividades	Mantener a los profesionales idóneos y de trayectoria para evitar la sobre oferta debido a la baja de actividades.	Mejorar la calidad de servicio aumentando los recursos para el mantenimiento de los activos y asi evitar el ingreso al mercado de competidores chinos.
3. Ingreso al mercado de competidores procedentes de China, los cuales ofertan a bajo costo	Mantener la capacidad para generar ideas innovadoras en los servicios para evitar la pérdida de mercado debido a competidores chinos.	Mejorar las estrategias de venta en la zona norte para evitar el ingreso de nuevos competidores al mercado.

***Figura 8**: Las Cinco Fuerzas de Porter*



Fuente: Elaboración propia

2.2 IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDAD O NECESIDAD EN EL ÁREA DE ACTIVIDAD PROFESIONAL

2.3 OBJETIVOS DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL

2.3.1 Objetivo General

El objetivo de la actividad profesional del bachiller es cumplir con las tareas asignadas por la empresa en el área de Mantenimiento. Entre estas actividades, se puede destacar la responsabilidad de mantener la disponibilidad de los equipos y herramientas, lo que permite seguir generando ingresos y brindando un servicio de calidad, sin que la operatividad se vea afectada. Para ello, se hace uso de diversas herramientas digitales, instrumentación especializada y capacitaciones que el personal debe tomar para realizar las actividades encomendadas.

Hoy en día, las empresas son muy competitivas en el mercado laboral. Por esta razón, el buen desempeño, la responsabilidad y la constante actualización con los cambios globales son fundamentales. En este contexto, mi objetivo principal es alcanzar el éxito tanto a nivel profesional como personal con SLB, en el corto plazo.

2.4 JUSTIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL

La actividad profesional realizada en SLB se justifica por la calidad de servicio que la empresa de servicios brinda a sus clientes. En este contexto, el mantenimiento y manejo de los activos llevado a cabo por el área de TLM es crucial para alcanzar el objetivo de Cero Incidentes de Calidad durante la ejecución de los trabajos. Este objetivo se logra mediante una constante mejora continua y las bases que rigen el área de mantenimiento para cumplir con dicha función.

Asimismo, se justifica con las diversas capacitaciones y entrenamientos que el personal de mantenimiento adquiere a lo largo de su carrera profesional y dentro de la compañía. Los técnicos de mantenimiento son responsables de aplicar los conocimientos y conceptos relacionados con productividad, eficiencia, gestión de activos, principios y cultura LEAN, ciclos de Deming, y seguir los procesos y procedimientos estándar de trabajo. Todo esto contribuye a garantizar que los equipos y maquinarias estén operativos al 100%, mejorando la calidad del servicio y reduciendo los costos en cada entrega de servicio (reducción de CoSD).

2.5 RESULTADOS ESPERADOS

- Garantizar la producción en cualquier proceso industrial, asegurando su calidad y manteniendo el correcto funcionamiento de los equipos, extendiendo su vida útil.
- Evitar las fallas recurrentes en los equipos de perforación direccional durante las campañas de servicios de pozos petroleros.
- Cumplir con los planes y programas de mantenimiento en la gestión de activos.
- Cumplir con los indicadores de mantenimiento establecidos.
- Realizar mantenimiento correctivo de los equipos, reemplazando partes o componentes que han alcanzado el final de su vida útil.
- Elaborar informes de mantenimiento detallados.
- Cumplir con la metodología LEAN Six Sigma.
- Realizar análisis de fallas para identificar problemas, detectar las causas raíz y evitar futuras incidencias.
- Cumplir con los procedimientos de diagnóstico, evaluaciones y pruebas para garantizar el correcto funcionamiento de los equipos.
- Lograr un alto nivel de experiencia en el mantenimiento de equipos, entrenando a nuevos talentos mediante el proceso de "Knowledge Sharing" (compartir el conocimiento).

CAPITULO III: MARCO TEÓRICO

Las actividades de mantenimiento que SLB ofrece a terceros en el sector de hidrocarburos e industrias requieren una sólida base de conocimientos teóricos y prácticos. Estos conocimientos deben estar respaldados por definiciones fundamentales y alineados con las leyes y reglamentos nacionales e internacionales aplicables.

El estudio teórico, aplicado a la práctica, ha permitido consolidar profesionalmente la participación efectiva, implementando estándares competitivos a nivel de gestión en el campo de acción. Todo esto ha sido logrado gracias a la coordinación y colaboración con las diversas áreas de la empresa Schlumberger del Perú S.A., considerando siempre el criterio y la experiencia acumulada.

3.1 BASES TEÓRICAS DE LAS METODOLOGÍAS O ACTIVIDADES REALIZADAS

3.1.1 Antecedentes

En la tesis titulada “Diseño de una estación de Trabajo para Mantenimiento y Reparación de bombas hidroneumáticas y sumergibles por medio de la aplicación de Lean Manufacturing en una empresa de servicios industriales” elaborada por Gustavo Adolfo De Jesús Marroquín García, en el año 2018, tuvo por objetivo “diseñar una estación de trabajo para mantenimiento y reparación de bombas hidroneumáticas y sumergibles que ayudará a garantizar y reducir el tiempo de trabajo con el fin de mejorar las condiciones de los técnicos por medio de la ergonomía y optimizando los diferentes procesos por medio de la estandarización. Se diseñó una estación de trabajo de acuerdo a las diferentes pruebas que se necesitan hacer para el mantenimiento o reparación de bombas; además se proponen los instrumentos de medición adecuados para las diferentes variables. Asimismo, se aplican las herramientas que nos ofrece Lean Manufacturing para poder mejorar continuamente”. El método fue del tipo Cuantitativo, asimismo el alcance fue del tipo Correlacional, mientras que el diseño se define como experimental. En cuanto a las técnicas e instrumentos, se utilizaron: observación, documentación, cuestionarios, simulación y modelos. Como principales resultados, “se determinó que las pruebas de caudal, presión, temperatura superficial y vibraciones fueron esenciales para establecer y asegurar el perfecto funcionamiento de los equipos de bombeo sin importar su capacidad, asimismo se establecieron las proporciones adecuadas para la estación de trabajo tomando en cuenta el método de extremos, diseñando de acuerdo a las medidas del operador más pequeño; con lo cual se pretende que todos los operarios cuenten con un espacio ergonómico para llevar a cabo sus diferentes actividades” (5).

En el artículo “Optimización del plan de Mantenimiento para el sistema de bombas principales en la estación de bombeo Rubiales para la empresa Oleoducto de los Llanos, S.A” elaborada por Zambrano Medina y Roger Eduardo en el año 2021, señaló como objetivo principal, “elaborar una optimización del plan de mantenimiento del sistema de bombas principales ubicada en la estación de bombeo Rubiales de la empresa ODL. Con esto se logrará reducir los gastos de mantenimiento desarrollados en los equipos, también se logra que las actividades de mantenimiento preventivo se realicen en los tiempos adecuados y reducir las paradas correctivas, asimismo se desarrolla la gestión del mantenimiento para identificar las causas y efectos que representan las fallas generadas en los equipos. La optimización logra los resultados esperados con el estudio del MTBF, se logra ajustar los periodos de intervención preventivas de la máquina, generando así una reducción de actividades considerables, esta optimización refleja beneficios como la disponibilidad del equipo, el tiempo de intervención del operario y reducción del stand de repuestos”. El método fue del tipo cuantitativo, asimismo el alcance fue del tipo correlacional; mientras el diseño se identificó como experimental. En cuanto a las técnicas que se utilizaron fueron: la observación, entrevistas y documentación; y los instrumentos fueron: tablas de efectos y consecuencias, checklists de operatividad, etc. Como resultados se observó que “el análisis financiero refleja una reducción del 26% de los costos con respecto al mantenimiento ejecutado y un sobrecosto del 13% con respecto al planeado, teniendo en cuenta que el sobre costo que ejecutó la empresa fue de un 56%” (6).

En el artículo “Propuesta de plan de Mantenimiento para bombas centrífugas ubicadas en Anglo American Sur Planta Las Tórtolas estación de rebombeo” elaborada por Retamal Arriaza Sebastián Eduardo, en el año 2018, la cual tuvo por objetivo “la implementación de una propuesta de un plan de mantenimiento para bombas centrifugas pertenecientes a la empresa Anglo American Sur (AAS) y reparadas por la empresa Proseal Ltda. y resolver la problemática presente, la cual consistía en un incumplimiento del contrato acordado por ambas empresas donde se explicaba que la reparación a cada unidad de bombeo no puede sobrepasar los 15 días, cuando esto no se cumplía, se comenzaban a generar multas hacia la empresa las que generaban pérdidas. Se explica cómo se lleva a cabo la categorización de las fallas más comunes que pueden incidir en una bomba centrífuga mediante el diagrama de Pareto e Ishikawa y que describen las causas y efectos de cada una de las variables que intervienen en la generación de las fallas”. El método fue del tipo cuantitativo, el alcance del tipo descriptivo; mientras que el diseño fue del tipo experimental. En cuanto a las técnicas utilizadas fueron: la observación, entrevistas, y los instrumentos: cuestionarios y simulaciones. Como resultados se concluyó que se necesita “llevar a cabo un mantenimiento recomendado por parte del fabricante, pero con las necesidades que también requiere el cliente, esto quiere decir aplicar un mantenimiento predictivo periódico y su vez un mantenimiento preventivo cada 6 meses (4500 horas). Con

esto se evitará llegar al mantenimiento correctivo, que genera pérdidas a la empresa mediante las multas aplicadas, debido al no cumplimiento de los tiempos establecidos; además, aumentar la disponibilidad del equipo y llegar a un ahorro de costos según los mantenimientos propuestos, para que las bombas centrífugas operen de la forma más óptima posible" (7).

En la tesis titulada "Implementación de plan de mantenimiento en bombas centrífugas verticales para aumentar su vida útil, en proyecto de gran minería, Arequipa 2019" elaborada por Rivero Diaz Alfredo Edgardo en el año 2020, señalaba "sobre la implementación de una propuesta de un plan de mantenimiento en bombas centrífugas verticales enfocados al sector de la industria de gran minería, se pretendía aumentar su tiempo de vida útil mediante el análisis crítico de los factores externos a los cuales están expuestas las bombas y los factores internos como el material de sus componentes con los cuales trabajaba. La problemática que se pensó resolver es de aumentar la vida útil de las bombas disminuyendo así los costos por el mantenimiento el cual incluye la compra de los componentes". Como metodología de la investigación se estableció como cuantitativa, asimismo el diseño fue del tipo experimental; mientras que alcance fue explicativo. Las técnicas utilizadas fueron: la documentación, observación y encuestas y los instrumentos fueron los registros, y bases de datos. Entre los resultados, se resaltó "que existe una diferencia significativa después de aplicar el plan de mantenimiento y se tuvo una relación el tipo de material de los componentes que se mejoraron con el aumento de la vida útil" (8).

En la tesis titulada: "Propuesta de mejora del proceso de mantenimiento en un taller mecánico, aplicando la metodología de Mantenimiento Productivo Total para incrementar la productividad en una empresa de transporte urbano" elaborada por Lévano Lévano Milagros Estefanía en el año 2021, propuso una "mejora para la gestión de mantenimiento en el taller Máxima Calidad SAC, perteneciente a la empresa de transporte público Red Lima Móvil S.A, mediante la aplicación del Mantenimiento Productivo Total; para demostrar el crecimiento de productividad, reducción de costos e incremento de actividades eficientes con la mejora integral del área de mantenimiento. Mediante el diagnóstico de estudio se identifica tiempos improductivos, inadecuada logística preventiva y desbalance de carga laboral, se determinó puntos de mejora respecto al orden y limpieza con el objetivo de incrementar la productividad. Para la mejora del taller se realizó una programación de tiempo asociado al personal y al recurso con el que se cuenta, se aplicaron los pilares del Sistema de Mantenimiento Productivo Total. Asimismo, una adecuada productividad y distribución de inventarios en el almacén de repuestos, y también disminución de recorridos innecesarios para mejorar el desempeño de los operarios". Como metodología de la investigación se tuvo que fue del tipo cuantitativo; asimismo el diseño fue experimental, mientras que el alcance fue del tipo explicativo. En cuanto a las técnicas utilizadas se encontraron: la documentación, observación, mediciones de tiempos,

encuestas, y los instrumentos: los cuestionarios y fichas de tiempos. Dentro de los principales resultados, se concluyó "que al implementar herramientas de trabajo como manuales de procedimientos, de mantenimiento; mapa de procesos del taller de mantenimiento, planes ante emergencias, roles de funciones, comité de seguridad; el taller de mantenimiento mejoró su nivel de eficiencia de un 47% a un 78% respecto al uso de los equipos, medido con el OEE (Overall Equipment Efectiveness), lo que indicó se realizaron mayor cantidad de reparaciones de buses al día con una mejor calidad de sus servicios, lo cual genera una mayor disponibilidad en la flota de buses gracias a la mejora en la organización de funciones del taller de mantenimiento" (9).

En el artículo "Aplicación del Mantenimiento Autónomo para incrementar la Productividad en el Área de Mantenimiento de Máquinas Herramienta de la empresa AIRTEC S.A, Callao 2018", elaborada por Morillo León Christian Alexander, en el año 2018, en la cual tuvo por objetivo "determinar cómo la aplicación del Mantenimiento Autónomo incrementa la productividad en el Área de Mantenimiento de Máquinas y Herramientas, en donde existe deficiencias de personal, debido principalmente por la falta de capacitación, se concluyó que la aplicación del Mantenimiento Autónomo tenía una relación directa con la productividad en el Área de Mantenimiento". Como metodología de la investigación se tuvo que era el tipo Cuantitativa; mientras que el diseño fue del tipo experimental. Se observó que el alcance fue del tipo correlacional. Las técnicas utilizadas fueron: la documentación y las entrevistas; mientas que los instrumentos fueron: las bases de datos y fichas de tiempos. Como resultados se demostró "que la aplicación del Mantenimiento Autónomo tiene una relación directa de la productividad con en el Área de Mantenimiento. La aplicación del Mantenimiento Autónomo incrementa significativamente el servicio. Asimismo, incrementa relevantemente el uso de las horas hombre" (10).

En el artículo "Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo basado en el RCM para mejorar la disponibilidad mecánica de la excavadora CAT 336 de la empresa Ecosem Smelter S.A, presentada por Casachagua Davila Cesar Gabriel, en el año 2017, tuvo como objetivo aplicar el conocimiento científico del mantenimiento centrado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad mecánica de las excavadoras CAT 336 por ser equipos muy críticos, ya que su operatividad es continua y dependen de ellas las demás flotas, se recogió información encontrando una disponibilidad mecánica de la flota en un 80% siendo muy bajo comparado al target de la disponibilidad que la minería exige a la empresa, identificando así las funciones, fallas funcionales, modos de falla. Como método se utilizó el cuantitativo, mientras que el diseño fue del tipo experimental. Asimismo, el alcance fue del tipo explicativo y las técnicas utilizados fueron: Encuestas, entrevistas, análisis documental, observación no experimental, observación experimental; mientras que los instrumentos de recolección de datos fueron:

reportes de Check List Pre – uso del operador, reportes diarios del operador, reportes de control de equipo, reportes de inspección técnica de los equipos, reportes de estado situacional de los equipos. Como resultado principal se tuvo que con la aplicación del RCM se logró superar la disponibilidad mecánica mínima de 81% de las excavadoras CAT 336, mejorando en un 9% llegando a 90% de la disponibilidad mecánica de las Excavadoras 336 en la empresa Ecosem Smelter S.A." (11)

En la tesis titulada "Gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad de las máquinas de la empresa Road Solutions E.I.R.L – 2020" elaborada por Fernandez Heredia, Blanca Lizeth y Neyra Nieto, Maria Zaratine en el año 2021, "tuvo como meta gestionar el mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de máquinas y equipos". La metodología fue de carácter cuantitativo y el alcance descriptivo; el diseño fue experimental y las técnicas de recolección de datos fueron: entrevista y análisis de datos; asimismo los instrumentos utilizados fueron: cuestionarios, tablas y gráficos con distribuciones de frecuencia. "Se realizó el cálculo de los indicadores de mantenimiento, comparando los resultados antes y después de aplicar el plan de mantenimiento preventivo, con la finalidad de proporcionar a la empresa una herramienta que permita el seguimiento del rendimiento operacional de las máquinas, teniendo que la disponibilidad aumentó en un 1.59 % luego de la reducción de las fallas. Como resultados, se tuvo que el plan de mantenimiento preventivo es un conglomerado de tareas, que incluye actividades, procedimientos, recursos y el tiempo requerido para realizar estas tareas. Asimismo, se determinó que las propuestas de mejora son viables económicamente por cuanto el costo-beneficio arrojó un resultado de 1.27 lo que estaría diciendo que por cada 1 sol invertido en las propuestas de mejora la empresa se estaría beneficiando en 0.27 soles" (12).

En la tesis "Diseño de un taller integral de mantenimiento para Well Services de Schlumberger" elaborada por Arenas Velásquez Renato en el año 2017, tuvo por objetivo "disminuir el tiempo improductivo generado por los extensos desplazamientos del personal técnico dentro de sus instalaciones, mediante el diseño y propuesta del layout para un taller de mantenimiento unificado y orientado a contribuir con la fluidez de los procesos que lo conforman. Se efectuaron estudios de campo para recolectar información de la situación actual, concentrándose en el registro de tiempos e identificación de desplazamientos correspondientes a los mantenimientos de mayor frecuencia". La metodología del estudio fue de carácter cuantitativo, mientras que el diseño fue del tipo experimental con un alcance del tipo descriptivo; asimismo, las técnicas utilizadas fueron: registro de tiempos e identificación de desplazamientos, y los instrumentos utilizados fueron: diagrama de procesos, diagrama de operaciones, base de datos de mantenimiento, entre otros. "Consecuentemente, se obtuvo una distribución con trayectos más cortos e implícitamente, más económicos, en lo que a tiempos respecta. Asimismo, se estiman los beneficios económicos que se podrían alcanzar mediante un

breve análisis financiero fundamentado en las proyecciones económicas del negocio petrolero. Como resultados te tuvo que los tiempos muertos detectados fueron reducidos en un 50% en la distribución planteada, lo cual considera un avance importante en la eficiencia global del proceso. Inclusive, al efectuar las proyecciones al largo plazo, se obtendría un ahorro de casi $100 mil durante los años de mayor producción, corroborando la efectividad del diseño" (13).

En la tesis titulada "Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) a bombas de carga en una refinería" presentada por Cruzado Valladares Ricardo José en el año 2020, indicaba que "actualmente no solo basta con aplicar tareas preventivas, sino además emplear un mantenimiento eficiente que no solo tome en cuenta aspectos operacionales sino también medioambientales y de seguridad. Se aplicó la metodología RCM a las bombas de carga de una refinería, realizando previamente un análisis de criticidad e identificando su contexto operativo actual. Se utilizó el número de prioridad de riesgo para identificar el componente más crítico del sistema analizado y posteriormente se utilizó el diagrama lógico de decisión para seleccionar un plan de mantenimiento orientado a prevenir los modos de falla más significativos". La metodología utilizada fue del tipo cuantitativa, mientras que el diseño fue experimental y el alcance del tipo correlacional; asimismo, se identificaron como técnicas de recolección de datos: la documentación y observación, mientras que como instrumento se utilizó el Análisis de Modos y Efectos de Fallas (AMEF) y Análisis de Criticidad. Como resultados, se ha podido comprobar "que la confiabilidad operacional depende considerablemente de la forma en que se realizan actividades preventivas durante la operación de los equipos. Estas tareas de mantenimiento son susceptibles a ser actualizadas en función del contexto operativo o requerimientos de la compañía. Asimismo, se tuvo que el plan de mantenimiento obtenido a partir de la aplicación de la metodología RCM unifica tanto tareas operativas como tareas propias de mantenimiento, pues de acuerdo al RCM, la confiabilidad de los activos depende mucho de las condiciones de operación y el cómo se opere el equipo diariamente y no está supeditada solamente a lo que realiza el área de mantenimiento. Ambas áreas deben complementarse para garantizar la buena operatividad de los equipos" (14).

En la tesis titulada "Optimización del mantenimiento planeado en una línea de producción de bebidas carbonatadas" elaborada por Ponce Mostacero Angelina en el año 2018, tuvo "como objetivo la mejora de la eficacia de los programas de mantenimiento mediante la implementación de una táctica denominada Optimización del Mantenimiento Planificado. Con tal fin, se analizó el histórico de fallas de una línea de producción, identificando los equipos críticos que generan mayor tiempo de parada. Además, se describieron los conceptos de la táctica de mantenimiento mencionada, proporcionando cada uno de los pasos del proceso de implementación para poder comprender e interpretar las diferentes ventajas que esta nueva modalidad trae consigo. Para lo cual, se detalla la metodología que permite la jerarquización de

los sistemas en función de su impacto para así poder armar la matriz de criticidad que incluya a la mayoría de los activos físicos, llegándose a cuantificar y clasificar las fallas críticas de los activos físicos mediante el análisis de modos y efectos de fallas". La metodología de la investigación fue del tipo cuantitativa, el diseño fue experimental, mientras que el alcance se define como descriptivo. "Las técnicas de recolección de datos fueron: documentación, observación y encuestas; mientras que los instrumentos utilizados fueron: el histórico de fallas de una línea de producción. Se demuestra a manera de resultado que la implementación de esta nueva táctica de mantenimiento es necesaria para disminuir los valores de ineficiencia mecánica, lo que implica un ahorro económico en la disminución del costo de mantenimiento mensual que actualmente consumen las máquinas críticas" (15).

En la tesis titulada "Implementación de la metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad a excavadoras Caterpillar 336D2L" elaborada por Vásquez Díaz Juan José, en el año 2019, "tuvo como objetivo implementar la metodología del RCM a la flota de excavadoras Caterpillar Modelo 336 D2L de una empresa constructora, con la finalidad de aumentar su disponibilidad; para ello, fue necesario mejorar los índices de gestión". La metodología fue de orden cuantitativa, mientras que el diseño fue del tipo experimental; asimismo, el alcance de la investigación fue correlacional. En cuanto a las técnicas de recopilación de datos utilizadas se tuvo: la documentación y la observación; mientras que los instrumentos utilizados fueron: registro de los principales problemas, fichas de modos de falla, entre otros. "Como conclusión y resultados, se disminuyeron las horas de parada y se incrementó la disponibilidad de las excavadoras, esto permitió una reducción económica de 17.55%. Asimismo, se encontró un tiempo promedio entre paradas (MTBF) de 48.8 horas y en el índice de mantenibilidad –tiempo medio para reparar (MTTR) de 4,91 horas. La disponibilidad de la flota mejoró en un 90% y el costo de mantenimiento pasó de 16.9% a 14%" (16).

3.1.2 Bases teóricas

3.1.2.1 Área de Pruebas

"En un banco de pruebas se puede garantizar que el trabajo y todos los repuestos utilizados funcionen correctamente con los estándares de fabricación, para de esta manera ofrecer un mejor servicio y confianza a los clientes".

El área de pruebas es un espacio, debidamente equipado y acondicionado para brindar un servicio óptimo de mantenimiento preventivo y correctivo a diversos equipos. Esto no se refiere

sólo a tener un lugar grande y con buena iluminación, sino también que cuente con sus propias herramientas y equipos, con un alcance de energía adecuado a las necesidades de estos, y que además disminuya las fallas operativas, principalmente las de mayor incidencia. Así mismo, este espacio garantizará la disponibilidad de los equipos y la atención eficiente a las necesidades de los clientes (17).

3.1.2.2 Optimización de Mantenimiento

"Si bien la mayoría de las empresas han identificado la necesidad de un programa de mantenimiento preventivo (PM), la ejecución eficaz de dichas actividades de mantenimiento puede ser un desafío. Circunstancias invisibles que requieren atención urgente pueden descarrilar fácilmente las actividades planificadas y potencialmente interrumpir un proyecto que funciona sin problemas" (18).

"PMO (optimización de mantenimiento planificado, por sus siglas en inglés) proporciona un método mediante el cual las actividades de mantenimiento se llevan a cabo de manera más eficiente. Al realizar la PMO, las tareas existentes, las modificaciones en la programación y la frecuencia de las rutinas se realizan en función del historial de fallas del equipo. Con un tiempo relativamente más corto para desarrollar, la estrategia resultante puede ser similar a realizar un Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM)" (18).

3.1.2.3 Disponibilidad

"Disponibilidad representa el porcentaje de tiempo durante el cual un equipo se encuentra apto y operativo. Para calcular este indicador se toma en cuenta la suma de tiempo transcurrido en paradas planificadas (procesos rutinarios de mantenimiento preventivo o predictivo), también se toma en cuenta la sumatoria de tiempo en paradas no planificadas (fallos e imprevistos operativos).

El cálculo se hace dividiendo el tiempo real del equipo funcionando entre el tiempo total del periodo planificado de funcionamiento. Estos tiempos deben expresarse en la misma unidad de medida; si hablamos de horas entonces se dividirá las horas reales del equipo funcionando, entre las horas totales del periodo de operación.

Las horas reales del equipo funcionando se pueden calcular restando a las horas del periodo de operación las horas transcurridas con equipo en falla (paradas planificadas y paradas no planificadas)" (19)

$$\%D_{total} = \frac{Horas\ reales\ de\ Operación}{Horas\ planificadas\ de\ Operación} * 100$$

$$Horas\ reales\ de\ Operación = Horas\ Planificadas - Horas\ con\ equipos\ en\ falla$$

$$\%D_{total} = \left[\left(\frac{Horas\ planificadas\ de\ Operación - Horas\ con\ equipo\ en\ falla}{Horas\ planificadas\ de\ Operación}\right)\right] * 100$$

3.1.2.4 Eficiencia

"Es la capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado" (20). "Es una expresión que mide la capacidad o cualidad de la actuación de un sistema o sujeto económico para lograr el cumplimiento de un objetivo determinado, minimizando el empleo de recursos" (21)

El concepto de Eficiencia expresa "la relación entre insumos (gastos) y resultados (ingresos). Nos dice que se tiene que producir con los costos más bajos posibles; es decir, obtener los mayores resultados con los mismos recursos. Asimismo, es la capacidad de alcanzar los objetivos y metas programadas con el mínimo de recursos disponibles y tiempo, logrando su optimización" (22)

$$Eficiencia = \left(\frac{Equipos\ Serviciados}{Equipos\ Planificados}\right) x\ 100$$

3.1.2.5 Efectividad General del Equipo (OEE)

"Es un producto porcentual que sirve para medir la eficacia productiva de la maquinaria industrial, una ventaja contra cualquier otro concepto es la medición que está integrado por los 3 principales indicadores de eficiencia de una planta: Disponibilidad, Eficiencia y Calidad.

Gracias al análisis OEE es posible saber si lo que falta para el 100% se ha perdido por Disponibilidad (*la máquina o línea de ensamble estuvo parada*), Eficiencia (*la máquina o línea trabajó a un ritmo menor del que debería*) o por Calidad (*la máquina o línea produjo piezas defectuosas*)" (23)

El OEE Considera las 6 Grandes Pérdidas y las agrupa de la siguiente manera:

1.- Paradas - Averías,

2.- Configuración - Ajustes

3.- Pequeñas Paradas,

4.- Reducción de Velocidad

5.- Rechazos por puesta en marcha,

6.- Rechazos de Producción

Las primeras dos pérdidas afectan la Disponibilidad; mientras que la 3ra y la 4ta afectan la Eficiencia y la 5ta y 6ta afectan la Calidad (24)

$$OEE = Disponibilidad\ x\ Eficiencia\ x\ Calidad$$

3.1.2.6 Confiabilidad

"La confiabilidad en la gestión del mantenimiento, según la norma NBR-5462, se entiende como el porcentaje o probabilidad de un correcto funcionamiento, dentro de un determinado período de tiempo, de las máquinas, sistemas y/o ítems incluidos en la cadena de producción.

Esta medición se realiza considerando datos relacionados con el historial de desempeño del equipo y su estimación cualitativa de funcionamiento futuro.

Así, es posible determinar, por ejemplo, qué porcentaje de probabilidad operará una turbina hidráulica, según sus especificaciones, en las próximas 8.000 horas" (25)

La confiabilidad es monitoreada a través de los siguientes indicadores:

- **MTBF**: "El Tiempo Medio entre Fallas representa el tiempo medio que transcurre entre dos fallas/averías de un equipo determinado. Por lo tanto, representa la fiabilidad de la operación del activo – cuanto más alto sea su MTBF, más fiable es" (26)

  "Puede determinarse calculando la diferencia entre el tiempo total de trabajo del activo (que es el número de horas que habría funcionado si no se hubiera averiado) y su tiempo de avería, dividido por el número de fallos por los que ha pasado" (27)

$$MTBF = \frac{Tiempo\ total\ de\ Trabajo - Tiempo\ de\ Avería}{Número\ de\ Fallas}$$

- **MTTR**: “El tiempo medio de reparación mide la capacidad de mantenimiento de las máquinas y componentes reparables. Calcula el tiempo medio para reparar un activo averiado, incluyendo el tiempo que se tarda en probar y diagnosticar. El MTTR puede ayudar a los responsables de la fiabilidad a ver cuánto tiempo tardan los técnicos en reparar una máquina específica y a examinar por qué una reparación concreta lleva más tiempo del esperado. El objetivo es mantener el MTTR lo más corto posible para reducir el tiempo de inactividad de los equipos.

  Las operaciones de mantenimiento pueden reducir el MTTR analizando sus métricas de mantenimiento y sus procesos de reparación para determinar dónde y cómo reducir los tiempos de reparación y optimizar el proceso estandarizando las tareas de mantenimiento preventivo” (28).

$$MTTR = \frac{Tiempo\ total\ dedicado\ a\ las\ reparaciones}{Número\ de\ Reparaciones}$$

3.1.2.7 Productividad

“La productividad es una medida económica que calcula cuántos bienes y servicios se han producido por cada factor utilizado (trabajador, capital, tiempo, tierra, etc.) durante un periodo determinado.

El objetivo de la productividad es medir la eficiencia de producción por cada factor o recurso utilizado, entendiendo por eficiencia el hecho de obtener el mejor o máximo rendimiento utilizando un mínimo de recursos. Es decir, cuantos menos recursos sean necesarios para producir una misma cantidad, mayor será la productividad y, por tanto, mayor será la eficiencia” (29)

$$Productividad = \frac{Producción\ Obtenida}{Horas\ Trabajadas}$$

3.1.2.8 Calidad

“La calidad del mantenimiento es el conjunto de los mecanismos, acciones y herramientas realizadas para detectar la presencia de errores. La función principal de la calidad del mantenimiento es asegurar que los productos o servicios cumplan con los requisitos mínimos de calidad.

El desarrollo de un sistema acertado de la calidad del mantenimiento es esencial para asegurar reparaciones de alta calidad, estándares exactos, máxima disponibilidad, extensión del ciclo de vida del equipo y tasas eficientes de producción del equipo" (30)

Esto se logra con el aumento de la productividad, ya que, al tener un proceso más eficiente y cero defectos introducidos en el proceso de mantenimiento, se incrementa la calidad del mismo, la cual se mide con el grado de satisfacción que tienen los clientes con la empresa y sus servicios brindados.

"La Calidad del Mantenimiento se basa en:

- Realizar acciones de mantenimiento orientadas al cuidado del equipo para que este no genere defectos de calidad, prevenir defectos de calidad certificando que la maquinaria cumple las condiciones básicas para "cero defectos" y que esta se encuentra dentro de los estándares técnicos.

- Observar las variaciones de las características de los equipos para prevenir defectos y tomar acciones adelantándose a las situaciones de anormalidad potencial.

- Realizar análisis de ingeniería del equipo para identificar los elementos del equipo que tienen una alta recurrencia en las características de calidad del producto final, realizar el control de estos elementos de la máquina e intervenir estos elementos" (30)

3.1.2.9 Cultura de seguridad

"La cultura de seguridad refleja la influencia que la organización ejerce sobre las maneras de hacer y de pensar que inciden en la seguridad.

Un enfoque basado en la «cultura de seguridad» no transformará entonces a la seguridad en una «burbuja» separada de las otras metas de la organización. Pondrá el énfasis en:

- El lugar otorgado a la cultura de la seguridad en los arbitrajes efectuados por la organización.
- La influencia de la cultura de la organización sobre los comportamientos y las prácticas en materia de seguridad" (31)

“La finalidad de una estrategia de cultura de seguridad es controlar los riesgos más importantes vinculados con la actividad de la organización, es decir, los accidentes graves y mortales. Son los que suponen una mayor amenaza para la organización.

Es importante señalar que las diferentes familias de riesgos (accidentes leves, accidentes graves o mayores) no se enmarcan en las mismas acciones preventivas: las fallas organizacionales generalmente desempeñan un papel mucho más importante en los accidentes graves que en los accidentes leves. De hecho, cuando se produce un incidente serio usualmente está involucrada la falla sistémica de una gran cantidad de barreras” (31)

CAPITULO IV: DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES

4.1 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

4.1.1 Enfoque de las actividades profesionales

El presente trabajo de suficiencia profesional está enfocado en el proceso de mantenimiento y responsabilidades como técnico electrónico Senior. Las actividades y funciones asignadas fueron las siguientes:

- Calibración de sistemas de medición.
- Realización de pruebas de sistemas.
- Diseño de instalaciones eléctricas.
- Interpretación de esquemas y planos de circuitos.
- Conocimiento de los sistemas de control industrial.
- Instalación y mantenimiento de equipos.
- Instalación de componentes eléctricos en edificaciones.
- Responsable de mejorar la disponibilidad de los activos, reduciendo el tiempo de mantenimiento y a la vez minimizando los tiempos de espera por inactividad, piezas/RAN, inactividad por fallas y trabajo en proceso.
- Garantizar la implementación de la estrategia de mantenimiento (que cumple con la estrategia RCM) a través del CMMS y la adherencia a los SWI´s.
- Cumplir con los estándares de TLM (Technology Lifecycle Management) y de QHSE (Quality, Health, Safety and Environment).
- Responsable de apoyar la cultura y las iniciativas de mejora continua, y ejecutar el RWP (Remedial Work Plan) dentro de su ubicación.
- Comunicar, informar y documentar sugerencias, ideas, lecciones aprendidas y mejores prácticas para fomentar la mejora continua.
- Responsable de implementar prácticas de mejora de la confiabilidad.
- Garantizar que los técnicos utilicen sistemas comerciales de mantenimiento para lograr la trazabilidad total de los costos, tiempos y el manejo de activos. La realización y programación del mantenimiento implica, entre otros: movimientos, órdenes de trabajo, piezas utilizadas, insumos, conocimientos técnicos y tiempos estimados de labor.
- Entrenar al nuevo personal técnico a través del mentoring y el Knowledge Sharing.

4.1.2 Alcance de las actividades profesionales

Las actividades profesionales que se realizan en SLB, tienen los siguientes alcances:
Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de perforación petrolera, así como de los equipos de cementación y control de sólidos.

- Mantener la disponibilidad de los activos de la compañía siempre en los valores más altos, monitoreando estos indicadores semanalmente.
- Aplicar los conocimientos adquiridos a través de las capacitaciones constantes brindadas por la compañía y estudios externos realizados, para mantener el MTBF (Mean Time Between Failures), MTTR (Mean Time to Repair) y la calidad de los activos siempre en los niveles más altos.
- Evitar que las fallas operacionales se repitan mediante la aplicación de herramientas de análisis de fallas y análisis de causa raíz, asegurando así la calidad del servicio ofrecido a nuestros clientes.
- Mantener siempre actualizados los conocimientos técnicos relacionados con los equipos, mediante la revisión constante de las fuentes de información y el soporte remoto proporcionado por el Product Center de SLB.
- Aplicar la estandarización de los procesos de mantenimiento y fomentar la cultura de Lean Six Sigma para perseguir el objetivo de "Cero defectos".
- Elevar la productividad en el mantenimiento de los activos mediante la optimización de procesos y la implementación de la mejora continua.
- Realizar auditorías periódicas de los estándares de la compañía para elaborar planes de acción remediales que contribuyan a la mejora de los procesos de mantenimiento.
- Coordinar directamente la compra de insumos, materiales y repuestos necesarios para completar los mantenimientos de los activos.
- Mantener siempre la calidad en el mantenimiento de los equipos para asegurar que la satisfacción del cliente no se vea afectada.

4.1.3 Entregables de las actividades profesionales

De acuerdo con la descripción de las 15 actividades realizadas dentro de la compañía Schlumberger del Perú S.A. expresadas en el punto **4.1.1** se muestran los entregables que se manejan para cumplir los mismos. Algunos de estos entregables se generan a través de sistemas internos y/o documentos en diversos formatos que en su mayoría son archivados en una o más bases de datos y son accesibles para cualquier personal que labora en la compañía.

***Figura 9**: ENTREGABLE I - Orden de Trabajo para Mantenimiento*

Schlumberger

Service Level Work Order

Filter : WorkOrder ID = 23792666
Order By: + WorkOrder ID

Report generated By: IBEJARANO
Report generated Date: 05-Oct-2024

Site Name: AML-ECP-PECTLM
Address: Address_1 Address_1 Address_1
Phone No: Phone_No
Fax No:

Work Order No:	202423792666	Assigned To:	IBEJARANO	File Code:	PDEM-BA		
Creation Date:	26-Apr-2024	Released By:	JLEON18	Serial No:	03425	Version:	69
Completed Date:	25-Jun-2024	Approved By:	IBEJARANO	Created Site:	AML-ECP-PECTLM		
Recommended SL:	0	ActualSL:	3	Hrs Until Next SL:	3	=	0

Key Metrics Since Last Service

Pump Hrs:	56.3	Total Shock:	0	Last Job No:	O.1007801.20
EDT Hours:	56.3	Max Shock Level:	0.00000	Last Client:	PETROTAL PERU SRL
Max Temp:	84 degC	Max Shock Duration:	0.00000	Last Rig:	Petrex12

Procedures

Seq	Ins No.	Procedure	Expected Result	Response	Pass	LDAP Alias Date and Time	Technician Comments
1	0.1	Check that the PDEM complies with all Mod Recaps, TIR's and Tech-Alerts. If not, perform required upgrade. Verify that a RTC battery is installed in the Battery housing via the toolset template, refer to PDCU-CA/GA_FCO-TIR004: Batteryless Control Units Shipping from the Tech Center 7163724.Verify battery installation is <=4months, ensure remaining life is enough to cover next job, if not create failure section and replace the battery. If installing a new battery perform the battery load test per SWI 6502993 PDCU-CA/GA - Load test the battery assembly and update the battery S/N in the Toolset.If removing a battery or installing shock bumpers on the chassis, completely remove the tool from the pressure case and place on bench for work to be undertaken. Use a new length of Kapton tape to wrap the tool and visually inspect the tool for any debris.	TRUE	True	✓	IBEJARANO 25-Jun-2024 15:20:31	
2	1.1	Tech Alert-049: CPU Diagnostics Voltage Drop Out. Two parameters have been assigned to 100502191. 1st parameter need to be checked if the CPU board shows symptoms as described in the TA so sustaining have visibility of the issue.2nd parameter is to accurately record the revision type of the CPU board.		True	✓	JBARONA2 11-May-2024 18:55:15	

Schlumberger

Service Level Work Order

Recommended and Additional Parts

SL No.	Part No.	Part Description	Template Comments	Part Price [USD]	Rec Qty	Used Qty	LDAP Alias Date and Time	Technician Comments
3	A4121	THALES M212 MAGNETOMETER ASSEMBLY		8845.06	1	0		
3	A5222	SENSOR PACK ASSEMBLY		10678.20	1	0		
3	A5457	LITHIUM BATTERY ASSEMBLY, POWERDRIVE RTC		255.22	1	0		
3	D3152	SHOCK MOUNT RUBBER (THIN)		18.98	2	2	IBEJARANO 25-Jun-2024	
3	D5115	TUNGSTEN SHIELD LONG		741.62	1	0		
3	D5116	TUNGSTEN SHIELD SHORT		551.46	1	0		
3	D5310	MKS CONTROL UNIT CHASSIS		0.00	1	0		
3	E050761	THERMAX IRREVERSIBLE TEMPERATURE LABEL, 160-199C		8.16	2	2	IBEJARANO 25-Jun-2024	
3	E060287	TRANS IGBT N-CH TO-247AC 600V		5.28	3	0		
3	E063087	DIODE, FAST RECOVERY, 16A, 600V, DO-4 STUD		4.01	3	0		
3	M-068012	RTV 3145		24.98	1	0		
3	M-110105	GLASS TAPE		5.81	1	0		
3	M-110107	GLASS TAPE		22.05	1	0		
3	M-110121	TAPE,POLYIMIDE 1 X 36 YDS (ROLL)		82.06	1	1	IBEJARANO 25-Jun-2024	
3	M-110128	TAPE, SILICON COATED TEFLON 1 X 36 YD 3M-61		68.01	1	0		
3	T1022160	ASSEMBLY, PWB, SIGNAL CONDITIONING		3005.74	1	0		
3	T1022300	ASSEMBLY, PWB, PSU AND SHORTHOP		1141.17	1	0		

Observations

Part No.	Serial No.	Rev	Type	Failed	Root Part Failed	DFP	DFP Type	Part Received	RAN No.	Part Description	Comments	SWPS PO NO.	Updated
T1022160	201094-3	AA	Heat Failure	Yes		#Error		Yes		PWA, POWERDRIVE, SIGNAL CONDITIONING	fmt from col SR Number:TR24 COPE0000154 Failed at Heat Test	4583185114	JLEON18 or 09-Jun-202

Schlumberger

Service Level Work Order

Services

Service Provided	Service Description	Quantity	Cost[USD]	LDAP Alias Date and Time	Technician Comments
Labor	Labor	4	400.00	JLEON18 08-Jun-2024	SERVICE LEVEL

Attachments

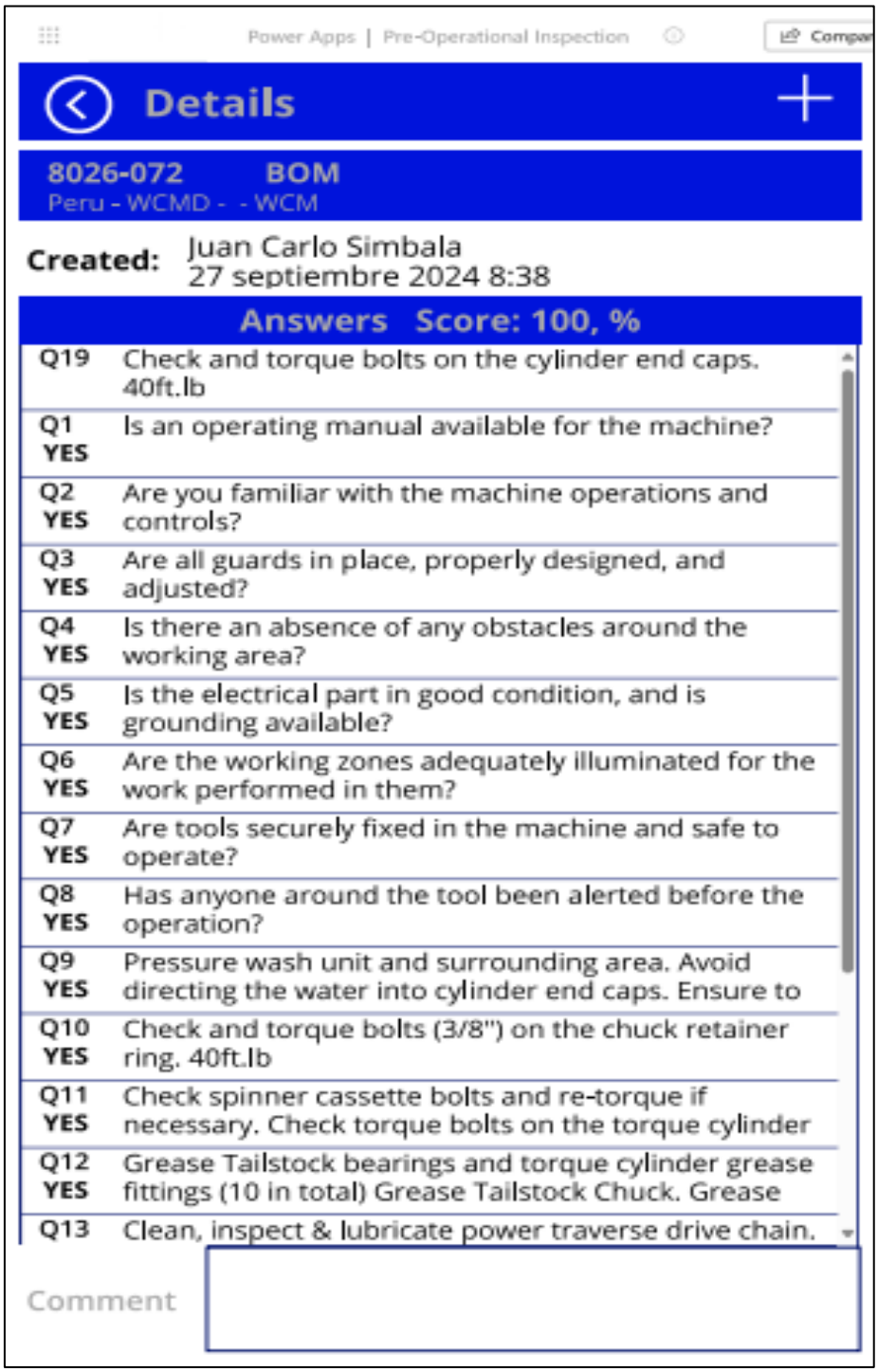
Attachment Name	Attachment Description	Attached By	Created Date	Attachment Size	Site
SL2 PDEM-BA-03425 3-MAY-2024.zip	Service Level 2 pre Heat Test	JBARONA2	05-May-2024	797871	AML-ECP-PECTLM
HeatTest PDEM-BA-03425 4-MAY-2024.zip	Failed Heat Test @122 Celsius degrees.	JBARONA2	05-May-2024	2202260	AML-ECP-PECTLM
Flowloop PDCU-CA-O4092 Orbit475 Failed 2-May-224.zip	Incoming FLowloop	JBARONA2	05-May-2024	3004047	AML-ECP-PECTLM
Heat Test PDEM-BA-03425 PDSRC-AA-70579 4-MAY-2024.DAT	Monitoring with Receiver during HeatTest	JBARONA2	05-May-2024	111461	AML-ECP-PECTLM
HeatTest PDEM-BA-03425 4-MAY-2024.zip	Failed HeatTest	JBARONA2	11-May-2024	2201041	AML-ECP-PECTLM
SL-3_Heat Test at 130 degC_NEW-CPU_24-JUN-24.zip	Heat Test Passed OK	IBEJARANO	25-Jun-2024	1915251	AML-ECP-PECTLM
SL-1 Electronics Module Check_25-JUN-24.zip	Electronics Check Module SL1 Passed OK	IBEJARANO	25-Jun-2024	545809	AML-ECP-PECTLM
D&I Verification.txt	Test not perfomed at the location	IBEJARANO	25-Jun-2024	16	AML-ECP-PECTLM

Remarks

Date	LDAP	Remarks
26-Apr-2024	JLEON18	Scheduled Work Order Created By JLEON18 On 26-Apr-2024
05-May-2024	JBARONA2	SL UPGRADED FROM 0 TO 3 UPGRADE COMMENTS:- Due to Shop Failure
05-May-2024	JBARONA2	The Incoming Flowloop performed to the PDCU-GA-O4092 passed ok, the pre SL2 performed to the PDEM-BA-03425 passed ok, but the Heat Test performed to the PDEM-BA03425 failed @ 122 Celsius degrees. The CPU and Signal Condition Board must be replaced due to this Shop Failure. Finally a Qualification test must be performed again.
11-May-2024	JBARONA2	Once the toll arrived the data was dumped, the techlogs showed that the ControlUnit was jammed with Controll Collar some times, it could be by any object jamming the PDCU and CC, or the Control Shaft jammed (the Steering Unit need be checked once arrived). Also the techlog showed that the ControlUnit turned off on 19-april-2024 from 14:00 until 14:30 approximattely. A Pre SL2 was performed to the PDEM-BA-03425, this test was ok. Then a Heat Test was performed, this test failed between 122C & 106C, the sensors reading GX, GY, GZ, CX, CY, BX, BY, BZ, RX, GTEMP, BTEMP, BOARDTEMP were out of range during the failed portion of HeatTest. It's recommended change the CPU and Signal Condition board and repeat the qualification test.
25-Jun-2024	IBEJARANO	CPU board and Signal conditioning Boards replaced. SL3 Heat performed and Passed OK.

En la figura 9 se muestra una Orden de Trabajo para mantenimiento generada electrónicamente mediante el sistema Qtrac® de SLB, en el cual se especifican ciertos parámetros, tales como información cronológica de los equipos, procedimientos de mantenimiento, comentarios de los técnicos, repuestos utilizados, entre otros. Toda esta información cuenta con entradas de registro en el tiempo.

***Figura 10**: ENTREGABLE II - Informe de Aseguramiento de Calidad en activos de la compañía*



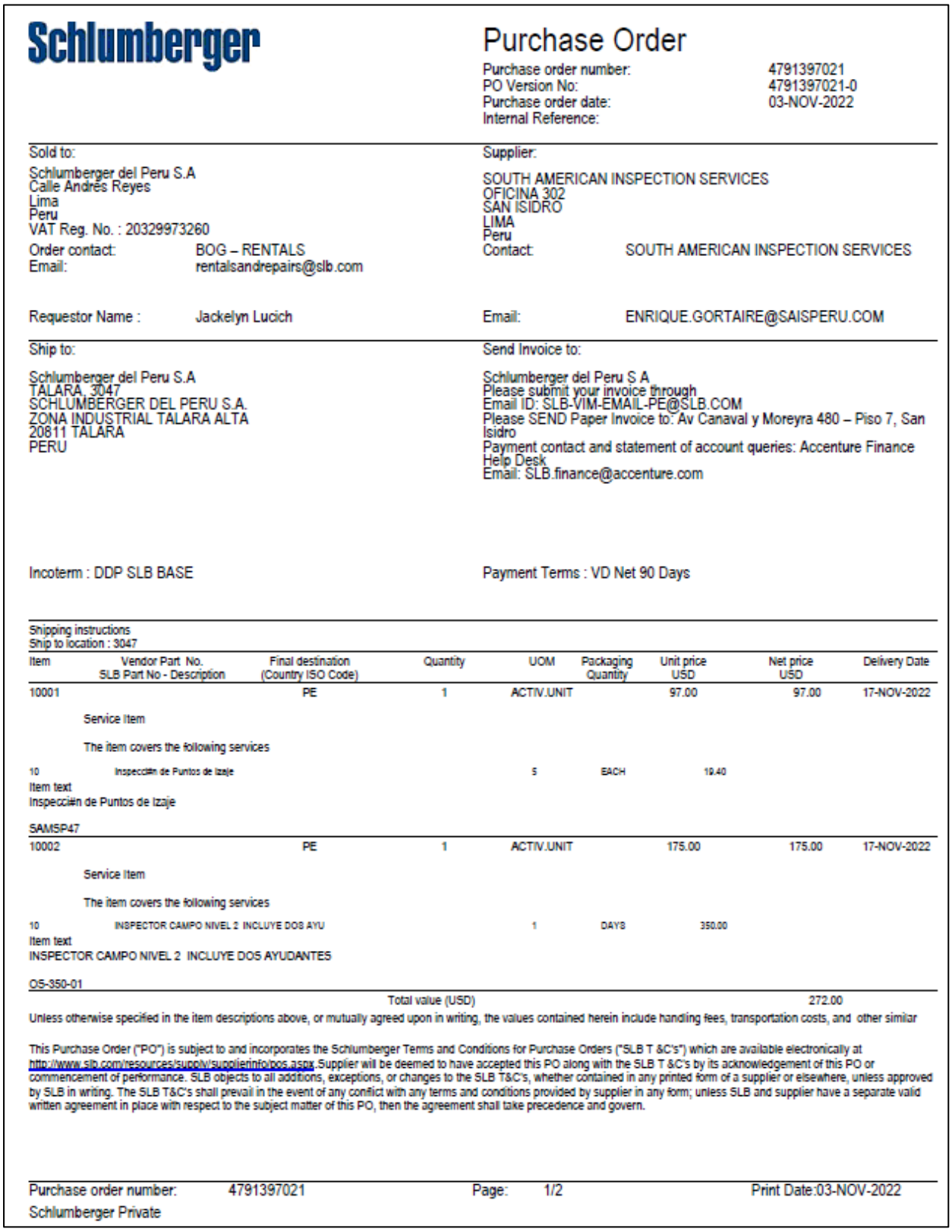
En la Figura 10 se muestra un Checklist Pre-operacional generado electrónicamente a través de PowerApps de Microsoft, para un equipo denominado “Break Out Machine”, fabricado por National Oilwell Varco® - NOV. En este checklist, los técnicos verifican que el equipo esté en óptimas condiciones antes de ponerlo en operación, completando cada una de las revisiones especificadas en el formato.

Figura 11: *ENTREGABLE III - Creación de la demanda de Repuestos*

ID	Country	Business Lin	Sub Busines	BPN	Description	Quantity	Remarks	Equipment	Type Item	Status	Created
3	Peru	WCF	WIT	101782391	CARTRIDGE SUN RSJC-LAN	2	Stranger	CBF85114C0893	Repair Kit	Pending	13/10/2021 12:01
4	Peru	WCF	WIT	101787560	SPRING,VALVE LIGHT P60-34-017	9	para envio a Bretana, Instalacion en situ a CPF377	CPF377	Repair Kit	Received	15/10/2021 12:31
5	Peru	WCF	WIT	423143000	SEAL:OIL;1 LIP,CRW1,1.625 IN,2.437 IN	6	para envio a Bretana, Instalacion en situ a CPF377	CPF377	Repair Kit	Received	15/10/2021 12:32
6	Peru	WCF	WIT	420098000	RING,ENGINE OIL FILTER CLAMP FOR FILTER	6		CPF377	Repair Kit	Received	15/10/2021 12:33
7	Peru	WCF	WIT	448657000	O-RING,SEAL VITON UNIFORM SIZE 256 70 D=	6		CPF-377	Repair Kit	Received	15/10/2021 12:34
8	Peru	WCF	WIT	473290000	O-RING;248,4.734 IN,0.139 IN,FKM,70	6		CPF-377	Repair Kit	Received	15/10/2021 12:34
9	Peru	WCF	WIT	512565000	GREASE CLIMAX STANDARD TEMPERATURE SERVICE K	4	6ea x Q	consumable	Repair Kit	Pending	15/10/2021 17:45
10	Peru	WCE	MIE3	00F55FVG00101	SET FLIGHTS VERTI MV VERTI-G FLIGHTSET - / ETA Talara: 18 Nov 2021	1	01 set x mes (Verti-G) Petrotal	Verti-G	Repair Kit	Pending	18/10/2021 08:24
11	Peru	WCE	MIE3	00A06CGRA.200	Lithoplex Grease_WCE / 18 Nov 2021	10	10ea per month	Centrifuga	Repair Kit	Pending	18/10/2021 16:00
12	Peru	WCF	WIT	101787559	STUD, PLUNGER SERVA POWER END P60-34-014 / ETA 25 Oct 2021	3	3 x Q	CPF377	Repair Kit	Pending	19/10/2021 17:47
13	Peru	WCF	WIT	103168425	9-5/8 in Manifold wire ling 300-wrsl-022 / Nov 2021	1	Elemento Izaje para Cabeza de Segmentacion Petrotal_Action Item Mechanical Lifting	Cement Head	Repair Kit	Pending	22/10/2021 09:40
14	Peru	WCF	WIT	103168426	13-3/8 in Manifold Wire Sling 300 - WRSL-023	1	Elemento Izaje para Cabeza de Segmentacion Petrotal_Action Item Mechanical Lifting	Cement Head	Repair Kit	Pending	22/10/2021 09:42
63	Peru	WCF	WIT	600567000	FLANGE,MOUNTED PILLOW BLOCK WITH 7/8 BORE SXR & SXV 2-BOLTS	2	Standard - Extranger	CPF37711A0673	Repair Kit	Pending	11/11/2021 11:05
64	Peru	WCF	WIT	100352896	FAN,RADIATOR 34-INCH DIAMETER 9 BLADES 2.00-INCH PILOT 3.5-INCH BOLT CIRCLE	2	Critical - Extranger	CPF37711A0673	Repair Kit	Pending	11/11/2021 11:06
65	Peru	WCF	WIT	100408515	SPACER,FAN 1 THICK, 2 PILOT, 3.5 B.C.	2	Standard - Extranger	CPF37711A0673	Repair Kit	Pending	11/11/2021 11:08
67	Peru	WCF	WIT	103017334	FLOW METER,MASS, PROMASS 83F DN 80 (3") W/ TRANSMITTER,CABLE ZONE1, ATEX+IECEx	1	SPN: 83F80-AAABAAC8BBA2	CPF37711A0673	DFP	Pending	12/11/2021 15:13
68	Peru	WCF	WIT	435190000	GASKET,FLANGE 3 IN 150 LB STD 1/8 IN R/M 680 7-1/2 IN OD X 3-1/2 I ID W/FOUR 3/4	4		CPF37711A0673	Repair Kit	Pending	12/11/2021 15:15
73	Peru	WCF	WIT	547711000	GAUGE,SWITCH MD DUAL SCALE, 0-15 PSI X 1000 & 0-100 KPA X 1000, W/12 VDC OVERPRE	1	Martin Decker para Unidad CPF377-Bretana	CPF37711A0673	Repair Kit	Pending	23/11/2021 14:38
74	Peru	WCE	MIE3	0.A004616	Security Switch Ex 335 AZ 20	2	01 per Q	CVG-BD	Repair Kit	Pending	30/11/2021 13:37
75	Peru	WCE	MIE3	00F17F12256.0	VERTI G ELECTRICAL PANEL IECEX	1	consumo de 01 en los proximos 06 meses	CVG-BD	DFP	Pending	1/12/2021 14:38
78	Peru	WCF	WIT	103404089	ASSEMBLY, POCLAIN MOTOR EXTENSION SUPPORT	2	Critical / Extrange	CB895509C0023	Repair Kit	Pending	13/12/2021 18:46
84	Peru	WCF	WIT	597518000	MOTOR,HYD POCLAIN MS11-0-122-A11-1320-0	2	urgente para Petrotal	CB3955	Repair Kit	Pending	27/12/2021 13:59
88	Peru	WCF	WIT	102097032	CASING SUB, 9 5/8", ACME X BTC, STD, IRI, 321-1095B, 5000 CWP	1	Necesario para Bretana, Requiere cambio Urgente. Requerido el15 Feb 2022	Equipos de Presion	Repair Kit	Pending	6/01/2022 06:55
89	Peru	WCF	WIT	102097033	SWAGE, 2", 9 5/8" BUTTRESS M X 2" 1502 F, STD, IRI, 325-0095B , 7500 CWP	1	Requerido con Urgencia para Bretana-Petrotal	Linea de Presion HP	Repair Kit	Pending	6/01/2022 06:56
90	Peru	WCF	WIT	102097010	BOWL, 13-3/8", 13-3/8" QUICK ACME THREAD X 13-3/8" BUTTRESS CASING PIN, STD, IRI, 321-1133B, 3000 CWP	1	Requerido con Urgencia para Bretana-Petrotal	Linea de Presion/Equipos de Presion	Repair Kit	Pending	6/01/2022 06:57
91	Peru	WCF	WIT	103621472	CIRCULATING SWAGE, 2", 13 3/8", CIRCULATING SWAGE, 13 3/8" BUTTRESS M X 2" 1502 F, STD, IRI, 325-0133B, 4900 CWP	1	Requerido con Urgencia para Bretana-Petrotal	Equipos de presion	Repair Kit	Pending	6/01/2022 06:59
96	Peru	WCE	MIE3	8087258	Materiales Screen Pulse solicitados por Operaciones (Maria Fernanda Iza)	1	Es un Kit para Screen Pulse / Cada Q	Screen Pulse	Repair Kit	Pending	18/01/2022 18:47
101	Peru	WCF	WIT	596988000	Assembly, Valve Air Solenoid Operated 9Stack DBL Solenoid	30	30 cada anhio (solo una CPF en Peru)	CPF377	Repair Kit	Pending	1/03/2022 07:01
106	Peru	WCF	WIT	540907000	CONVERTER,DC-DC,24V,W/CONDITIONER CARD VICOR	2	3047 / 0	CPF37711A0673		Received	5/03/2022 08:06
112	Peru	WCF	WIT	429800000	SEAL,OIL 1-1/2 DIA SHAFT FITS 2.125 BORE,7/16 IN WIDE,LOW TEMPERATURE	8	3047	CPF37711A0673		Pending	28/04/2022 16:01
113	Peru	WCF	WIT	434018000	PLATE,CENTRIFUGAL PUMP FRONT WEAR STEEL REQUIRES O-RINGS 256 & 272	2	3047	CPF37711A0673		Pending	28/04/2022 16:02
114	Peru	WCF	WIT	100362063	VALVE, FLUID END SIZE F,E,H,IBONDED INSERT, DISCHARGE	12	3047	CPF37711A0673		Pending	28/04/2022 16:05
124	Peru	WCF	WIT	100334488	VALVE,SOLENOID AIR PILOT W/MANUAL OVERR	34	cada 12 meses x cada CPF377 que tengamos en Locacion	CPF377		Pending	17/05/2022 17:01
125	Peru	WCE	MIE3	Spares 518_Troubl	Spares 518 s/n: PE-0362_Troubleshooting from Bretana	1	partes adicionales requeridas para 518	Centrifuga 518 STD		Pending	10/06/2022 14:56
130	Peru	WCE	MIE3	5804004	Repuestos para Zarandas (Kit de 06 items, Excel en adjunto)	4	5804004 SPRING COVER / BOOT	Zaranda Mongoose		Pending	30/06/2022 11:30
134	Peru	WCE	MIE3	07-443	Adicionales para reparacion de Zarandas Petrex. Adjunto 02 Excel para Ingreso de BR	1		Zarandas		Pending	15/07/2022 11:24
137	Peru	WCF	WIT	103252502	FLOWMETER,CORIOLIS PROMASS 8F DN 80 (3") S.S. TUBES	1	Planta: 3047, consumo: Critical / Stranger, Solo 1 en los proximos 6 meses	CP836193C0020		Pending	25/07/2022 15:11
138	Peru	WCE	MIE3	Spare Parts Zaran	Spare parts adicionales para Zarandas de Petrex	1	3047	Zaranda MONGOOSE PRO Nº 95096		Pending	26/07/2022 18:54
139	Peru	WCE	MIE3	9671640	WELDMENT, SCREEN GASKET	2	3047 / Consumo en 6 meses: 04 EA	Mud Cleaner 178812		Pending	16/08/2022 17:00
140	Peru	WCF	WIT	103252502	FLOWMETER,CORIOLIS PROMASS 8F DN 80 (3")	1	ETA=Q1-2023	CFP377		Pending	31/08/2022 09:29
141	Peru	WCF	WIT	103252502	FLOWMETER,CORIOLIS PROMASS 8F DN 80 (3")	1	ETA=Q2=2023	CP8361		Pending	31/08/2022 09:30
143	Peru	WCE	MIE3	9601107	Socket Locknut Feed End	1	HSE-Tech Alert	Centrifuga 518		Pending	12/09/2022 09:33
144	Peru	WCE	MIE3	9601108	Socket Locknut Gearbox End	1	HSE-Tech Alert HIPot	Centrifuga 518		Pending	12/09/2022 09:34
145	Peru	WCE	MIE3	15-3800-09-07	Listado Excel adjunto con 04 items	2	Solicitud realizada por Operaciones Bretana (Maria Fernanda)	Wilden		Pending	12/09/2022 10:00
146	Peru	WCE	MIE3	7906218	CABLE:POWER;12 AWG,4,600 V (9 Metros = 30 pies)	30	ETA 26-09-22	Zaranda MONGOOSE PRO Nº 95096		Pending	19/09/2022 12:37

En la Figura 11 se muestra en un formato en Excel de Microsoft, el listado de los repuestos requeridos para un determinado mes y para un determinado equipo, en donde se puede apreciar el número de parte (BPN), descripción de los repuestos, cantidad, entre otros.

***Figura 12**: ENTREGABLE IV - Coordinación con Proveedores (Orden de compra)*



Schlumberger

Purchase Order

Purchase order number: 4791397021
PO Version No: 4791397021-0
Purchase order date: 03-NOV-2022
Internal Reference:

Sold to:

Schlumberger del Peru S.A
Calle Andrés Reyes
Lima
Peru
VAT Reg. No. : 20329973260
Order contact: BOG – RENTALS
Email: rentalsandrepairs@slb.com

Supplier:

SOUTH AMERICAN INSPECTION SERVICES
OFICINA 302
SAN ISIDRO
LIMA
Peru
Contact: SOUTH AMERICAN INSPECTION SERVICES

Requestor Name : Jackelyn Lucich

Email: ENRIQUE.GORTAIRE@SAISPERU.COM

Ship to:

Schlumberger del Peru S.A
TALARA, 3047
SCHLUMBERGER DEL PERU S.A.
ZONA INDUSTRIAL TALARA ALTA
20811 TALARA
PERU

Send Invoice to:

Schlumberger del Peru S A
Please submit your invoice through
Email ID: SLB-VIM-EMAIL-PE@SLB.COM
Please SEND Paper Invoice to: Av Canaval y Moreyra 480 – Piso 7, San Isidro
Payment contact and statement of account queries: Accenture Finance Help Desk
Email: SLB.finance@accenture.com

Incoterm : DDP SLB BASE

Payment Terms : VD Net 90 Days

Shipping instructions
Ship to location : 3047

Item	Vendor Part No. / SLB Part No - Description	Final destination (Country ISO Code)	Quantity	UOM	Packaging Quantity	Unit price USD	Net price USD	Delivery Date
10001		PE	1	ACTIV.UNIT		97.00	97.00	17-NOV-2022
	Service Item							
	The item covers the following services							
10	Inspecci#n de Puntos de Izaje			5	EACH	19.40		
Item text	Inspecci#n de Puntos de Izaje							
SAMSP47								
10002		PE	1	ACTIV.UNIT		175.00	175.00	17-NOV-2022
	Service Item							
	The item covers the following services							
10	INSPECTOR CAMPO NIVEL 2 INCLUYE DOS AYU			1	DAYS	350.00		
Item text	INSPECTOR CAMPO NIVEL 2 INCLUYE DOS AYUDANTES							
OS-350-01								

Total value (USD) 272.00

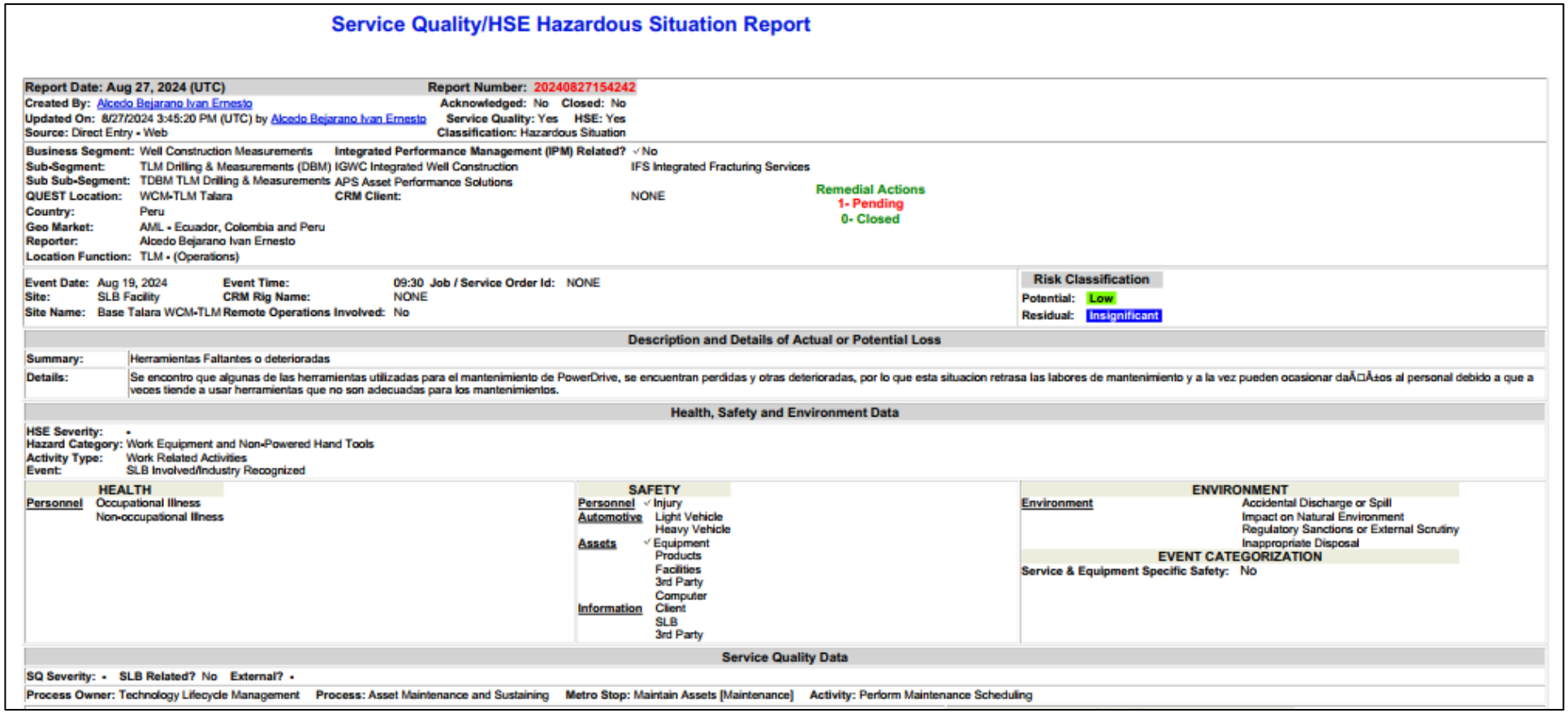
Unless otherwise specified in the item descriptions above, or mutually agreed upon in writing, the values contained herein include handling fees, transportation costs, and other similar

This Purchase Order ("PO") is subject to and incorporates the Schlumberger Terms and Conditions for Purchase Orders ("SLB T &C's") which are available electronically at http://www.slb.com/resources/supply/supplierinfo/pos.aspx.Supplier will be deemed to have accepted this PO along with the SLB T &C's by its acknowledgement of this PO or commencement of performance. SLB objects to all additions, exceptions, or changes to the SLB T&C's, whether contained in any printed form of a supplier or elsewhere, unless approved by SLB in writing. The SLB T&C's shall prevail in the event of any conflict with any terms and conditions provided by supplier in any form; unless SLB and supplier have a separate valid written agreement in place with respect to the subject matter of this PO, then the agreement shall take precedence and govern.

Purchase order number: 4791397021 Page: 1/2 Print Date:03-NOV-2022
Schlumberger Private

En la Figura 12 se muestra un formato de orden de compra generado electrónicamente por el sistema SAP, en el cual se especifica el pago por un servicio de inspección a la empresa South American Inspection Services – SAIS. Se puede observar el costo asociado y la fecha tentativa de entrega**.**

***Figura 13**: ENTREGABLE V - Cultura HSE, Reporte HSE en portal QUEST*



Service Quality/HSE Hazardous Situation Report

Report Date: Aug 27, 2024 (UTC) **Report Number: 20240827154242**
Created By: Alcedo Bejarano Ivan Ernesto **Acknowledged:** No **Closed:** No
Updated On: 8/27/2024 3:45:20 PM (UTC) by Alcedo Bejarano Ivan Ernesto **Service Quality:** Yes **HSE:** Yes
Source: Direct Entry - Web **Classification:** Hazardous Situation

Business Segment: Well Construction Measurements **Integrated Performance Management (IPM) Related?** √ No
Sub-Segment: TLM Drilling & Measurements (DBM) IGWC Integrated Well Construction IFS Integrated Fracturing Services
Sub Sub-Segment: TDBM TLM Drilling & Measurements APS Asset Performance Solutions
QUEST Location: WCM-TLM Talara **CRM Client:** NONE
Country: Peru
Geo Market: AML - Ecuador, Colombia and Peru
Reporter: Alcedo Bejarano Ivan Ernesto
Location Function: TLM - (Operations)

Remedial Actions
1- Pending
0- Closed

Event Date: Aug 19, 2024 **Event Time:** 09:30 **Job / Service Order Id:** NONE
Site: SLB Facility **CRM Rig Name:** NONE
Site Name: Base Talara WCM-TLM **Remote Operations Involved:** No

Risk Classification
Potential: Low
Residual: Insignificant

Description and Details of Actual or Potential Loss

Summary: Herramientas Faltantes o deterioradas

Details: Se encontro que algunas de las herramientas utilizadas para el mantenimiento de PowerDrive, se encuentran perdidas y otras deterioradas, por lo que esta situacion retrasa las labores de mantenimiento y a la vez pueden ocasionar daÃ□Ã±os al personal debido a que a veces tiende a usar herramientas que no son adecuadas para los mantenimientos.

Health, Safety and Environment Data

HSE Severity: -
Hazard Category: Work Equipment and Non-Powered Hand Tools
Activity Type: Work Related Activities
Event: SLB Involved/Industry Recognized

HEALTH
Personnel: Occupational Illness, Non-occupational Illness

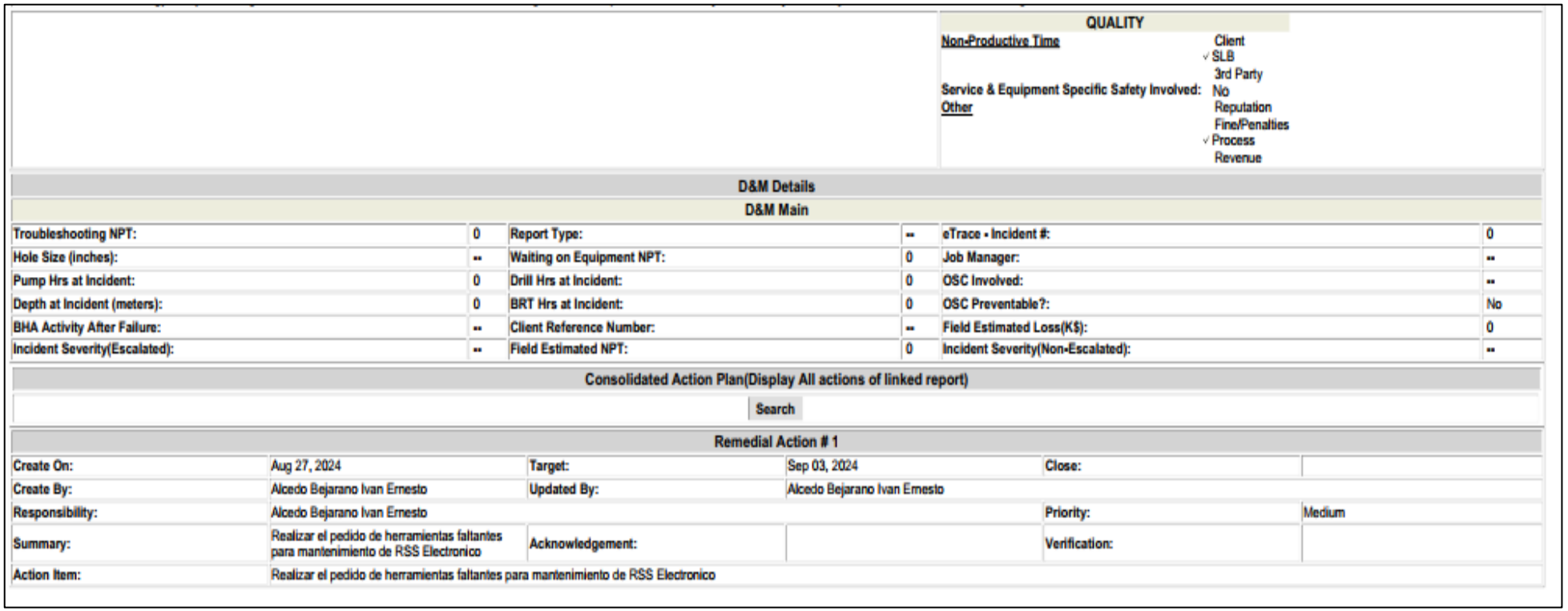
SAFETY
Personnel: √ Injury
Automotive: Light Vehicle, Heavy Vehicle
Assets: √ Equipment, Products, Facilities, 3rd Party, Computer
Information: Client, SLB, 3rd Party

ENVIRONMENT
Environment: Accidental Discharge or Spill, Impact on Natural Environment, Regulatory Sanctions or External Scrutiny, Inappropriate Disposal

EVENT CATEGORIZATION
Service & Equipment Specific Safety: No

Service Quality Data

SQ Severity: - **SLB Related?** No **External?** -
Process Owner: Technology Lifecycle Management **Process:** Asset Maintenance and Sustaining **Metro Stop:** Maintain Assets [Maintenance] **Activity:** Perform Maintenance Scheduling



QUALITY			
Non-Productive Time	Client √ SLB 3rd Party		
Service & Equipment Specific Safety Involved:	No		
Other	Reputation Fine/Penalties √ Process Revenue		

D&M Details

D&M Main

Troubleshooting NPT:	0	Report Type:	--	eTrace - Incident #:	0
Hole Size (inches):	--	Waiting on Equipment NPT:	0	Job Manager:	--
Pump Hrs at Incident:	0	Drill Hrs at Incident:	0	OSC Involved:	--
Depth at Incident (meters):	0	BRT Hrs at Incident:	0	OSC Preventable?:	No
BHA Activity After Failure:	--	Client Reference Number:	--	Field Estimated Loss(K$):	0
Incident Severity(Escalated):	--	Field Estimated NPT:	0	Incident Severity(Non-Escalated):	--

Consolidated Action Plan(Display All actions of linked report)

Search

Remedial Action # 1

Create On:	Aug 27, 2024	Target:	Sep 03, 2024	Close:	
Create By:	Alcedo Bejarano Ivan Ernesto	Updated By:	Alcedo Bejarano Ivan Ernesto		
Responsibility:	Alcedo Bejarano Ivan Ernesto			Priority:	Medium
Summary:	Realizar el pedido de herramientas faltantes para mantenimiento de RSS Electronico	Acknowledgement:		Verification:	
Action Item:	Realizar el pedido de herramientas faltantes para mantenimiento de RSS Electronico				

En la Figura 13 se muestra un reporte de incidente de Service Quality (SQ) generado electrónicamente a través del portal QUEST de SLB, en el cual se informa sobre la falta de herramientas y su deterioro, especificando el riesgo potencial de continuar trabajando con ellas. Además, se registra la fecha y hora en que se genera el reporte. Esta herramienta también permite documentar el plan de acción correctivo para evitar que situaciones similares se repitan en el futuro.

***Figura 14**: ENTREGABLE VI - Listado de reportes de Incidentes en HSE*

Report Number	Event Date	Report Type	Short Description	Location	Status	RA(C/T)
20241003164336	Oct 03, 2024	Exemptions		WCM-TLM Talara	Pending	(0/0)
20241003154709	Oct 03, 2024	Meeting	WCF-TA-2024-18-Batch Mixers	WCM-TLM Talara	Closed	(0/0)
20241001005345	Sep 27, 2024	Observation	Uso de Herramientas adecuadas	WCM-TLM Talara	Closed	(0/0)
20241001005223	Sep 26, 2024	Observation	Uso inadecuado de torquimetro	WCM-TLM Talara	Closed	(0/0)
20241001004952	Sep 25, 2024	Observation	Uso de eslinga adecuada	WCM-TLM Talara	Closed	(0/0)
20241001004814	Sep 20, 2024	Observation	Uso de hidrolavadora	WCM-TLM Talara	-	(0/0)
20241001004624	Sep 17, 2024	Observation	Personal sin casco de seguridad	WCM-TLM Talara	Closed	(0/0)
20240930223517	Sep 16, 2024	Observation	Personal haciendo uso de la hidrolavadora	WCM-TLM Talara	Closed	(0/0)
20240930222904	Sep 18, 2024	Observation	Personal sin proteccion auditiva	WCM-TLM Talara	Closed	(0/0)
20240930222415	Sep 18, 2024	HSE	Horno de Pruebas por mantenimiento	WCM-TLM Talara	Closed	(1/1)
20240928174017	Sep 24, 2024	SQ	Piso mojado debido a pruebas de Flow Loop	WCM-TLM Talara	Closed	(1/1)
20240928172856	Sep 23, 2024	HSE	Taller de mantenimiento necesita limpieza	WCM-TLM Talara	Closed	(1/1)
20240926194600	Sep 26, 2024	Meeting	PeriScope_TA024_Receiver Pockets Loosened Sleeve	WCM-TLM Talara	-	(0/0)
20240925205858	Sep 25, 2024	Exemptions	WEC-SQ-S05 Personnel Competency and Training Stand	WCM-TLM Talara	Approved/Valid	(0/0)
20240925194405	Sep 25, 2024	HARC	Perform service for GeoSphere (Tx and 2 Rx) tools by technician with On Job Training on ADATLM Location.	WCM-TLM Talara	Draft	-
20240917174447	Sep 12, 2024	SQ	Junk Equipos WCE-DS/MES y DPM Talara Peru	WCE-MES (legacy MI-SWACO-ES)	-	(0/1)
20240912161340	Sep 12, 2024	Meeting	Presentacion de TA's / FCO's RSS-MWD	WCM-TLM Talara	-	(0/0)
20240909230701	Sep 09, 2024	SQ	UPS de Carrito de Pruebas RSS Electronico danado	WCM-TLM Talara	-	(0/1)
20240909230701	Sep 09, 2024	HSE	UPS de Carrito de Pruebas RSS Electronico danado	WCM-TLM Talara	-	(0/1)
20240905155531	Sep 05, 2024	Meeting	WC-SDRM-PowerDrive-AN007: Flowloop Analyzer	WCM-TLM Talara	-	(0/0)
20240904212417	Sep 04, 2024	Exemptions	WEC-SQ-S06 Maintenance Standard	WCM-TLM Talara	Pending	(0/0)
20240904202131	Sep 04, 2024	HARC	Send to the rigsite Drilling Tools with out the proper material certificate	WCM-TLM Talara	Draft	-
20240901042219	Aug 26, 2024	Observation	Uso inadecuado de torquimetro	WCM-TLM Talara	Closed	(0/0)
20240901041436	Aug 27, 2024	Observation	Mantenimiento de Magnet Housing PDCU	WCM-TLM Talara	Closed	(0/0)
20240901040812	Aug 22, 2024	Observation	Uso de Guantes de Nitrilo	WCM-TLM Talara	Closed	(0/0)
20240901035726	Aug 20, 2024	Observation	Uso de Guantes de Impacto	WCM-TLM Talara	Closed	(0/0)
20240901034151	Aug 19, 2024	Observation	Uso de Prensa Hidraulica	WCM-TLM Talara	Closed	(0/0)

SLB-Private

En la Figura 14, en la parte superior, se muestra el listado de reportes de incidentes en HSE generados electrónicamente a través del portal QUEST de SLB. En este reporte se asigna un número único, se incluye una descripción breve del incidente y se registra la fecha del evento, así como su estatus actual.

Figura 15: *ENTREGABLE VII - Soporte en campo (Reporte de Falla en Equipo)*

slb	**Reporte de Falla Asset#: CPF37711A0673**	
	WCP-WIT-Perú, TLM Talara	
Preparado por: Iván Alcedo (ET)	Revisado por: Álvaro Aguilar (MSV Manager)	

Unidad de Cementación CPF377 – Valor de NRD Mixing al Máximo

ANTECEDENTES:

El operador de Cementación reporta que en el Software HMI de la unidad de Cementación CPF37711A0673, visualizaba en la pantalla, el valor de Densidad en el NRD Mixing constantemente en 25.00 ppg y asimismo, en el Flowmeter Endress+Hauser F500 se aprecia en el Display en estado de Falla, visualizándose la Falla F262 (Revisar o reemplazar tarjeta ISEM, cable o tarjetas), tal como se puede apreciar en la siguiente imagen:

Fig. 1: Valores Máximos en NRD Mixing y Código de Error F262 en Flowmeter

Schlumberger Private

TROUBLESHOTING:

En locación, se procede a revisar el cableado físico entre el sensor NRD y el sistema de control del Flowmeter para corroborar si se trata de un problema eléctrico del cableado, pero se verificó que el cable estaba en buen estado, la continuidad medida entre los 4 hilos del cable y el aislamiento entre ellos indicaba que se encontraba en buen estado.

Posteriormente, se procede a realizar un scan al Flowmeter, comunicándose con el instrumento mediante una conexión inalámbrica. Se puede comprobar que el equipo se encuentra en estado de "Falla" y se habían registrado los errores F262 y F272, lo cual se atribuye a una falla en la electrónica del equipo, tal como se puede apreciar en la siguiente imagen:

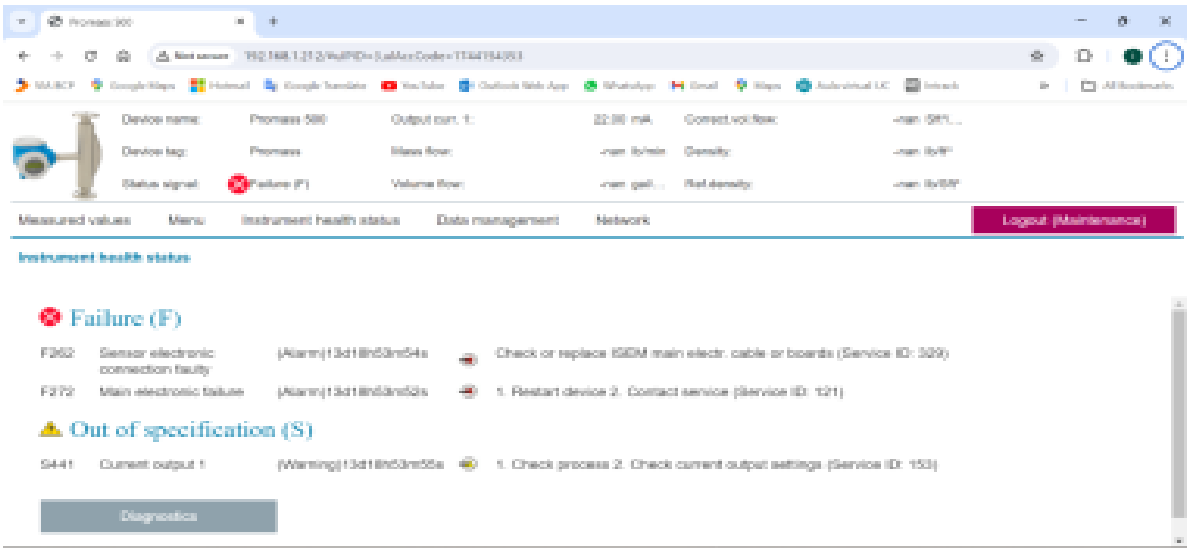
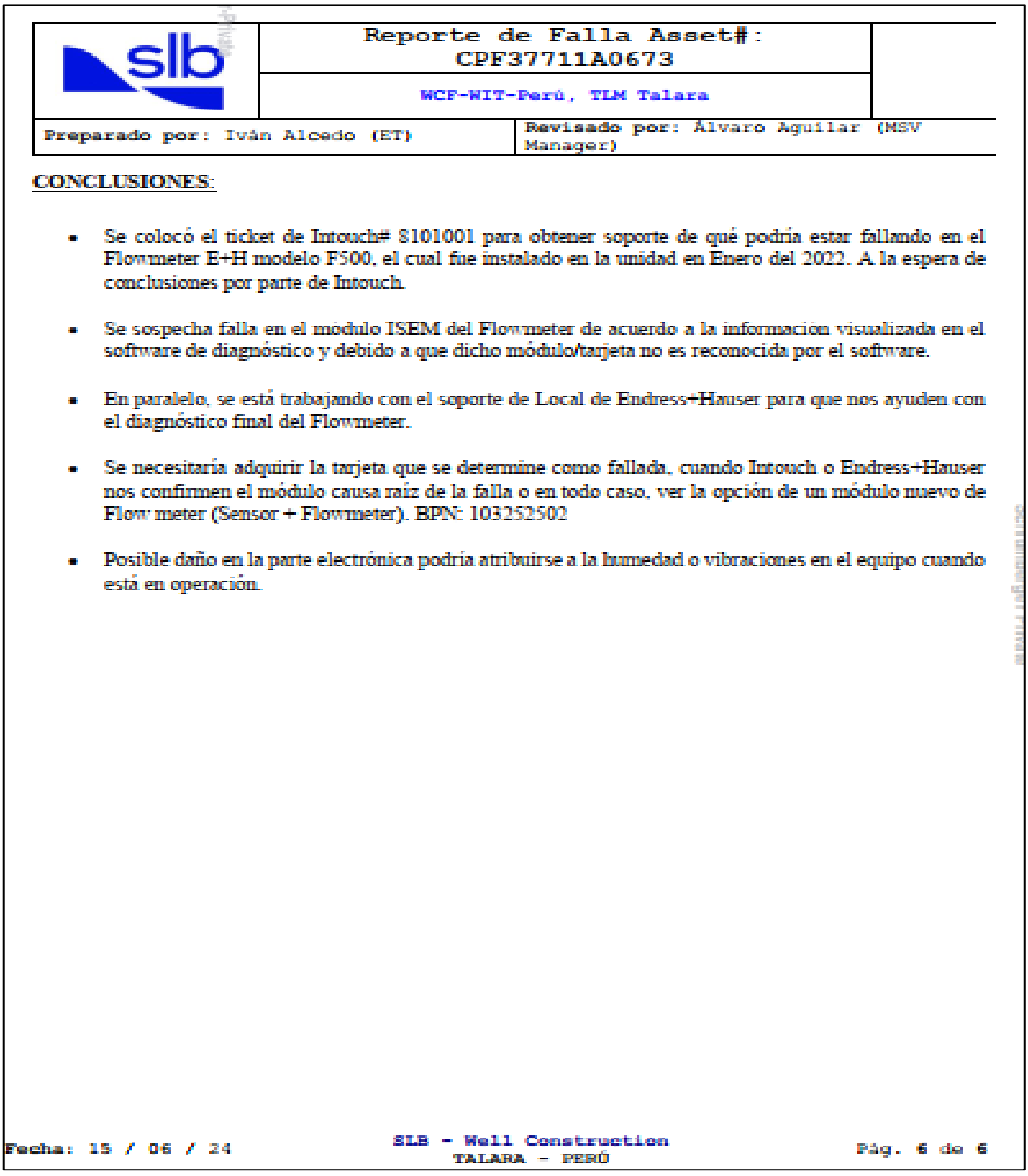


Fig. 2: Errores visualizados en el software de diagnóstico

De acuerdo al manual del equipo, los errores registrados, se pueden atribuir a problemas con la conexión eléctrica hacia el sensor, o también problemas en la electrónica del equipo, y se necesita contactar al proveedor, tal como se aprecia en las siguientes imágenes:

Schlumberger Private



	Reporte de Falla Asset#: CPF37711A0673	
	WCF-WIT-Perú, TLM Talara	
Preparado por: Iván Alcedo (ET)	Revisado por: Álvaro Aguilar (MSV Manager)	

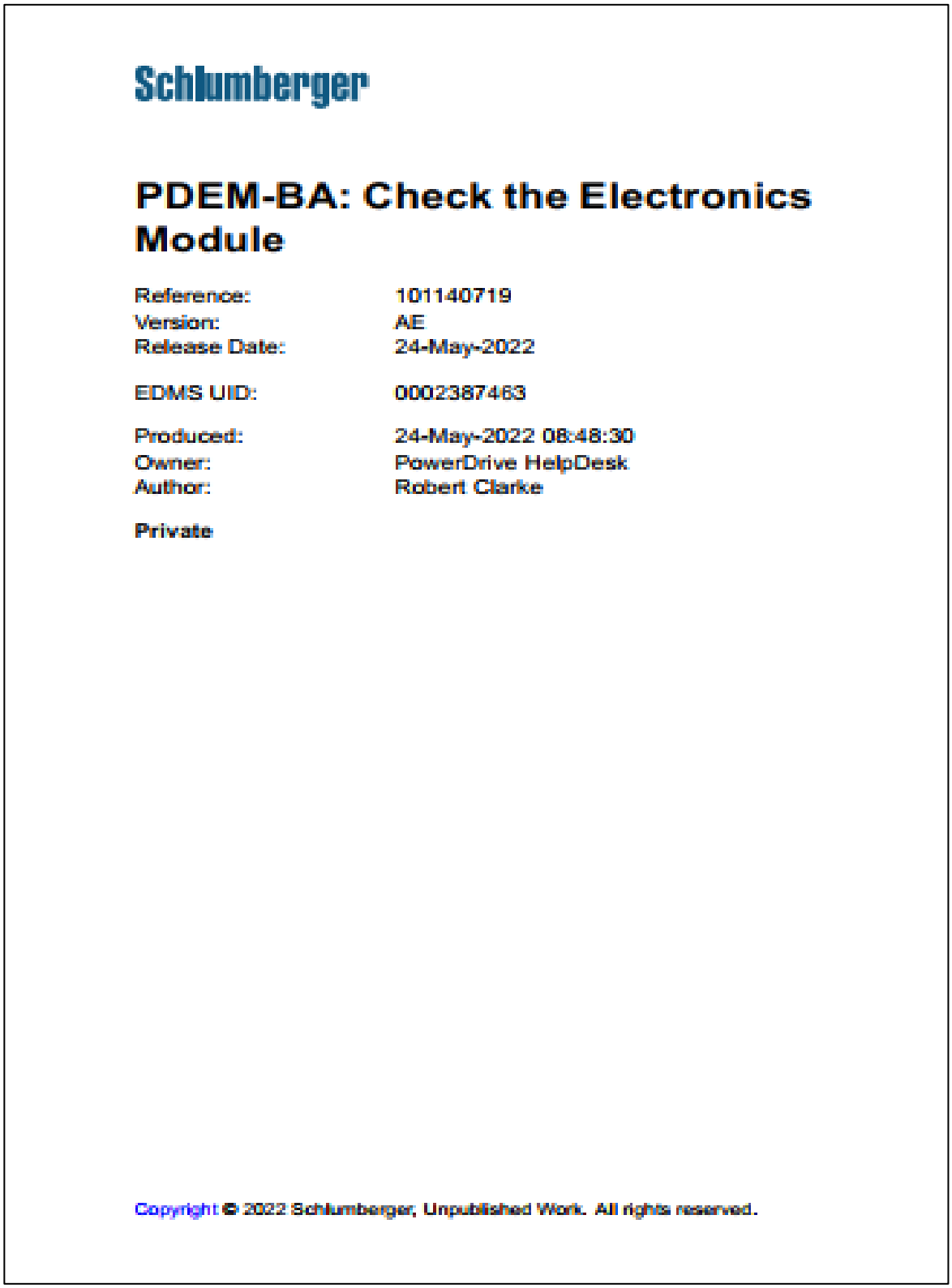
CONCLUSIONES:

- Se colocó el ticket de Intouch# 8101001 para obtener soporte de qué podría estar fallando en el Flowmeter E+H modelo F500, el cual fue instalado en la unidad en Enero del 2022. A la espera de conclusiones por parte de Intouch.
- Se sospecha falla en el modulo ISEM del Flowmeter de acuerdo a la informacion visualizada en el software de diagnóstico y debido a que dicho módulo/tarjeta no es reconocida por el software.
- En paralelo, se está trabajando con el soporte de Local de Endress+Hauser para que nos ayuden con el diagnóstico final del Flowmeter.
- Se necesitaría adquirir la tarjeta que se determine como fallada, cuando Intouch o Endress+Hauser nos confirmen el módulo causa raíz de la falla o en todo caso, ver la opción de un módulo nuevo de Flow meter (Sensor + Flowmeter). BPN: 103252502
- Posible daño en la parte electrónica podría atribuirse a la humedad o vibraciones en el equipo cuando está en operación.

Fecha: 15 / 06 / 24 | SLB - Well Construction TALARA - PERÚ | Pág. 6 de 6

En la Figura 15 se muestra un extracto de un reporte de falla de un equipo que presentó problemas durante su operación en el campo. Este reporte fue elaborado por el Especialista Técnico Electrónico Senior, en el cual se detallan las acciones tomadas, las medidas de mitigación implementadas y las recomendaciones para poner el equipo nuevamente en operación.

Figura 16: *ENTREGABLE VIII - Adherencia a los procesos de mantenimiento*



Schlumberger

PDEM-BA: Check the Electronics Module

Reference:	101140719
Version:	AE
Release Date:	24-May-2022
EDMS UID:	0002387463
Produced:	24-May-2022 08:48:30
Owner:	PowerDrive HelpDesk
Author:	Robert Clarke

Private

Copyright © 2022 Schlumberger, Unpublished Work. All rights reserved.

Table 3-1: Test equipment required

Part Number	Description	Quantity
N/A	PC running Windows with latest version of HSPM with all available service packs and patches	1
100103280	TSIM2 Unit	1
100473607	PDCU-CA Chassis Test Harness	1
100997359	PowerDrive Test Antenna	1
A4532	Shorthop Test Unit Kit[1]	1
A3987	Shorthop Test Box	1

[1] The Shorthop Test Unit Kit contains the Shorthop Test Antenna (A5056)

Note

The PDCU-CA Chassis Test Harness (100473607) does not have a mode switch. The new CPU board is always in Downhole mode. It can communicate through the ROP at any time.

4 Setting up the test equipment

Danger

Potential Severity: Major
Potential Loss: Personnel
Hazard Category: Electrical

RISK OF ELECTRIC SHOCK: If there are unplanned power supply interruptions during maintenance procedures, set the power of all test equipment to OFF and do the procedures again from the start. If possible, there should be a power trip device to isolate all power supplies in the maintenance area after a power interruption.

To set up the equipment, do the steps that follow:

Private
Copyright © 2022 Schlumberger, Unpublished Work. All rights reserved.

PowerDrive HelpDesk/Robert Clark at 10114071 9AE Release Date:24-May-2022 EDMS UID: 0002387483 Produced: 24-May-2022 08:48:30

1.

Danger

Potential Severity: Major
Potential Loss: Personnel
Hazard Category: Electrical

RISK OF ELECTRIC SHOCK: Do not touch the Electronics Module while it connected to a power supply, unless you are instructed to in the procedure steps.

Make sure all AC and DC power supplies are set to OFF, and make sure that the test antenna is not connected.

2. Put barriers around the Electronics Module and put out signs to warn people that this is a high voltage risk area.
3. Put the Electronics Module in v-blocks on a level surface with less than 5° inclination.
4. Make sure that the TSIM2 Unit (100103280) is OFF.
5. Connect the PDCU-CA Chassis Test Harness (100473607) to the 12-Way PEEK connector on the Electronics Module.

   Make sure that the flat part of the 12-Way PEEK connector is aligned with the power cable connector.
6. Connect the PDCU-CA Chassis Test Harness (100473607) to the TSIM2 Unit (100103280). See Figure 4-1.

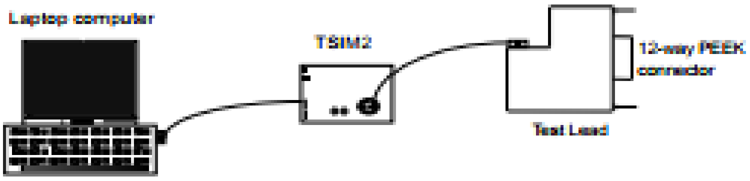


Figure 4-1: PSU Connections for functional tests

7. Set the power switch on the TSIM2 Unit (100103280) to ON.
8. Start ToolScope Manager.
9. Select **Add run** in the **Toolscope Manager** window to create a new run for the Control Unit.
10. Select **Add Tool**.
11. Select **PDCU-CA** under **Tool** in the **Add Tool** dialog box.
12. Select **PDX6B** under **Mfg Code**.
13. Select a version number under **Version**.

    The version number must be the same as the version number of the firmware.
14. Type the Control Unit serial number under **Serial Number**.

Private
Copyright © 2022 Schlumberger, Unpublished Work. All rights reserved.

PowerDrive HelpDesk\Robert Clarke\1011-40719AE Release Date:24-May-2022 EDMS UID: 0002387463 Produced: 24-May-2022 08:48:30

The ShortHop test procedure is complete.

8 Testing the Accelerometers

To test the Accelerometers, do the steps that follow:

1. The **Test Live Data - Accelerometers** window shows a live output from the Accelerometers.

   The red line shows the angle of the Electronics Module.

2. Turn the Electronics Module until the power cable in the channel along the Chassis (D5310) points down and the red line in the **Test Live Data - Accelerometers** window points to **360°/0°**.

   The display will change from amber to green. See Figure 8-1.

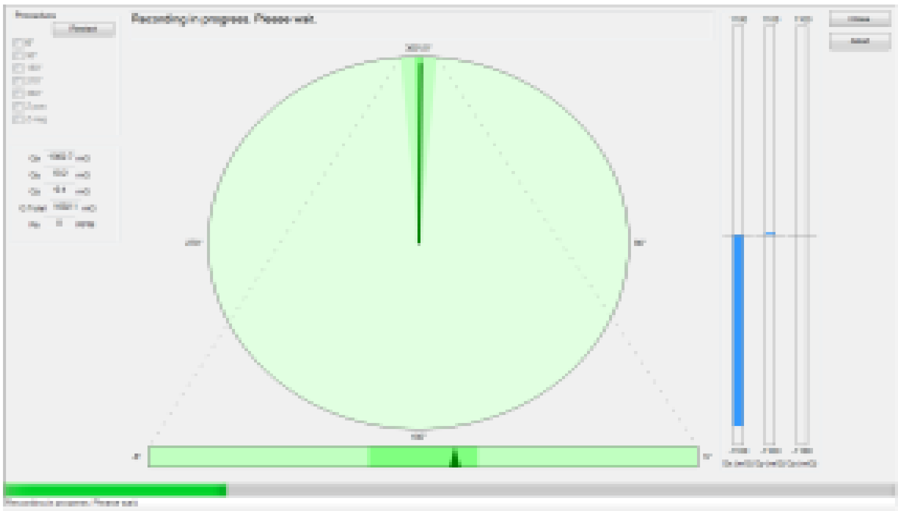


Figure 8-1: Test Live Data - Accelerometers window

3. Wait for ToolScope to record the channel values.
4. Turn the Electronics Module until the "Y" marker on the Chassis (D5310) points down and the red line in the **Test Live Data - Accelerometers** window points to **90°**.

   The display will change from amber to green.

5. Wait for ToolScope to record the channel values.

Private
Copyright © 2022 Schlumberger, Unpublished Work. All rights reserved.

PowerDrive HelpDesk\Robert Clark\d1011\4071\9AE\Release Date:24-May-2022\EDMS UID: 0003387463\Produced: 24-May-2022 08:48:30

En la Figura 16 se puede apreciar un Standard Working Procedure (SWI, por sus siglas en inglés) de un procedimiento de pruebas para el diagnóstico de un módulo electrónico perteneciente a una herramienta llamada PowerDrive® propia de SLB, en la cual se detallan los procedimientos a seguir, los equipos e instrumentos y el software requerido para el diagnóstico.

4.2 ASPECTOS TÉCNICOS DE LA ACTIVIDAD PROFESION4|AL

4.2.1 Metodologías

Dentro del área de Mantenimiento, donde desempeño mis funciones de Técnico Electrónico Senior, las metodologías más utilizadas son:

Lean Manufacturing

"Esta herramienta de organización del trabajo para los proyectos de ingeniería industrial integrada en el marco de la industria 4.0 se centra en la productividad y optimización de actividades para reducir tiempos de producción y costes gracias a la eliminación de actividades residuales que no suman valor al proceso.

Para que esta forma de trabajo resulte efectiva, será importante conocer los principios que aplicar, los cuales engloban conceptos de otras herramientas de gestión industrial como detectar el problema desde el origen, trabajar con procesos "pull" en los que la producción se realiza según la demanda en lugar de procesos "push", donde se fuerza a la máquina a producir y sobre todo, incluir una estrategia de venta distinta. No se vende un producto modular, sino una solución adaptada al cliente" (32)

Dentro de SLB, aplicamos muchas de las metodologías de Lean Manufacturing para la mejora y optimización de los procesos de mantenimiento, dentro de los cuales, a lo largo del tiempo se han venido mejorando con la finalidad de incrementar la calidad del servicio. Principalmente en el área de mantenimiento hemos adoptado la herramienta 5S, que consiste en la eliminación de los desperdicios, las cuales son:

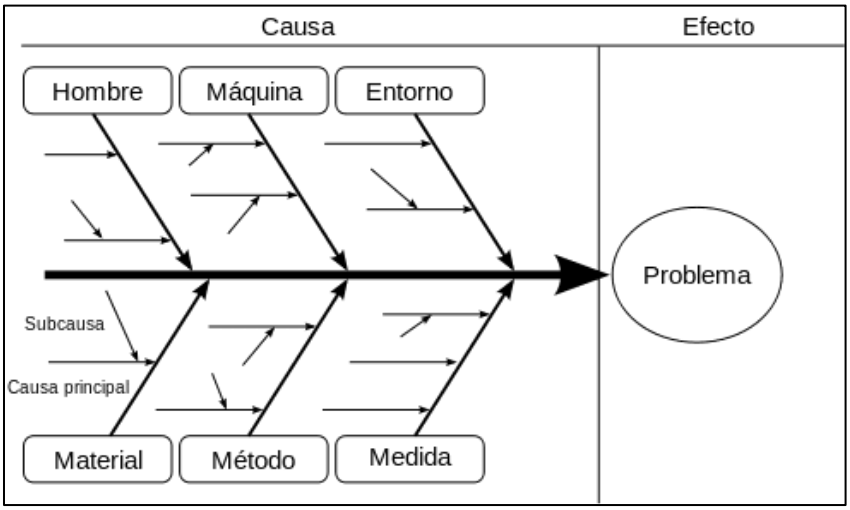
1ª S – Clasificación (Seiri)
2ª S – Organización (Seiton)
3ª S – Limpieza (Seiso)
4ª S – Estandarizar (Seiketsu)
5ª S – Seguir mejorando (Shitsuke)

En SLB, agregamos una S más, la cual tiene que ver con "Safety" o seguridad industrial, la cual hace referencia que adicionalmente a las 5's anteriormente mencionadas, nuestro lugar de trabajo debe permanecer siempre seguro, y esto hace referencia a identificar los peligros y condiciones inseguras para realizar un trabajo más seguro. (Ver Anexos 7, 8 y 9)

Diagrama de Ishikawa

"El diagrama de Ishikawa, también llamado diagrama causa-efecto, o diagrama de cola de pescado, consiste en un sistema de representación gráfica que estructura las ideas mediante un diagrama horizontal que anida las posibles causas y condicionantes que han podido generar el problema" (32)

***Figura 17**: Diagrama de Ishikawa*



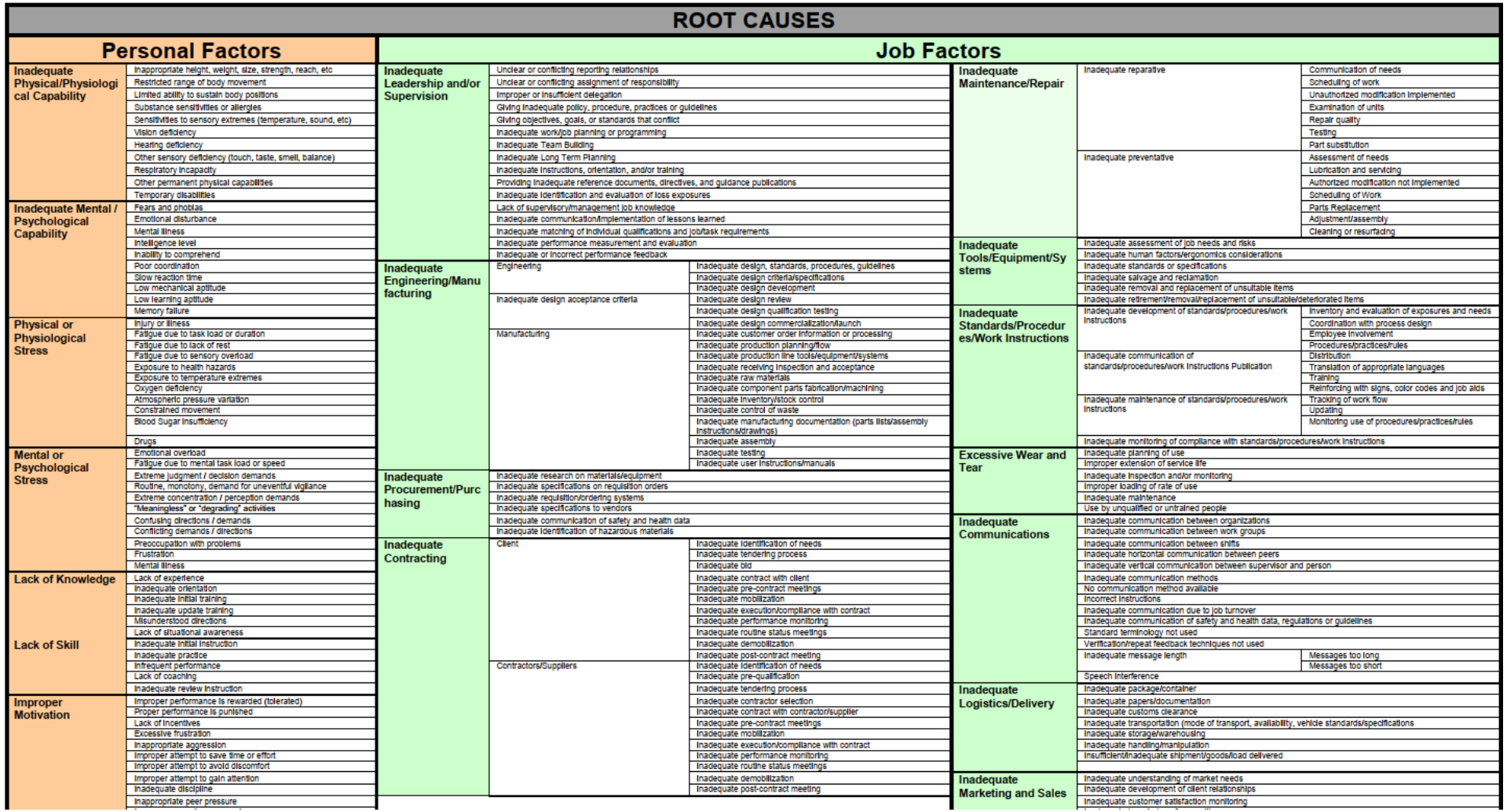
Fuente: Structuralia

En SLB comúnmente aplicamos la metodología del Diagrama de Ishikawa para la detectar la causa raíz de las fallas de SQ (Service Quality, por sus siglas en inglés) que se producen durante las operaciones y que conllevan a una pérdida financiera por tiempos no productivos (NTP: Non Productive Time, por sus siglas en inglés), mediante los análisis de falla o "Troubleshooting" y clasificar la causa raíz dentro de las siguientes categorías:

- Factores Personales; tales como: inadecuada capacidad física/psicológica/mental, falta de conocimiento, falta de habilidades, inadecuada motivación, estrés mental o psicológico, entre otros.
- Factores Laborales; tales como: inadecuada ingeniería/manufactura, inadecuada supervisión y/o liderazgo, inadecuado mantenimiento/reparación, inadecuada comunicación, inadecuada herramienta/equipos/sistemas, entre otros.

En SLB se cuenta con una técnica sistemática para investigar la causa raíz de una falla o accidente llamada "SCAT" (por sus siglas en inglés de Systematic Cause Analysis Technique) la cual se basa en el modelo de causalidad de pérdidas, en el que una causa conduce a otra, formando una cadena de incidentes. Durante una investigación SCAT, se comienza desde la pérdida hacia el incidente.

Figura 18: *Factores de causa raíz de incidencia en Fallas*

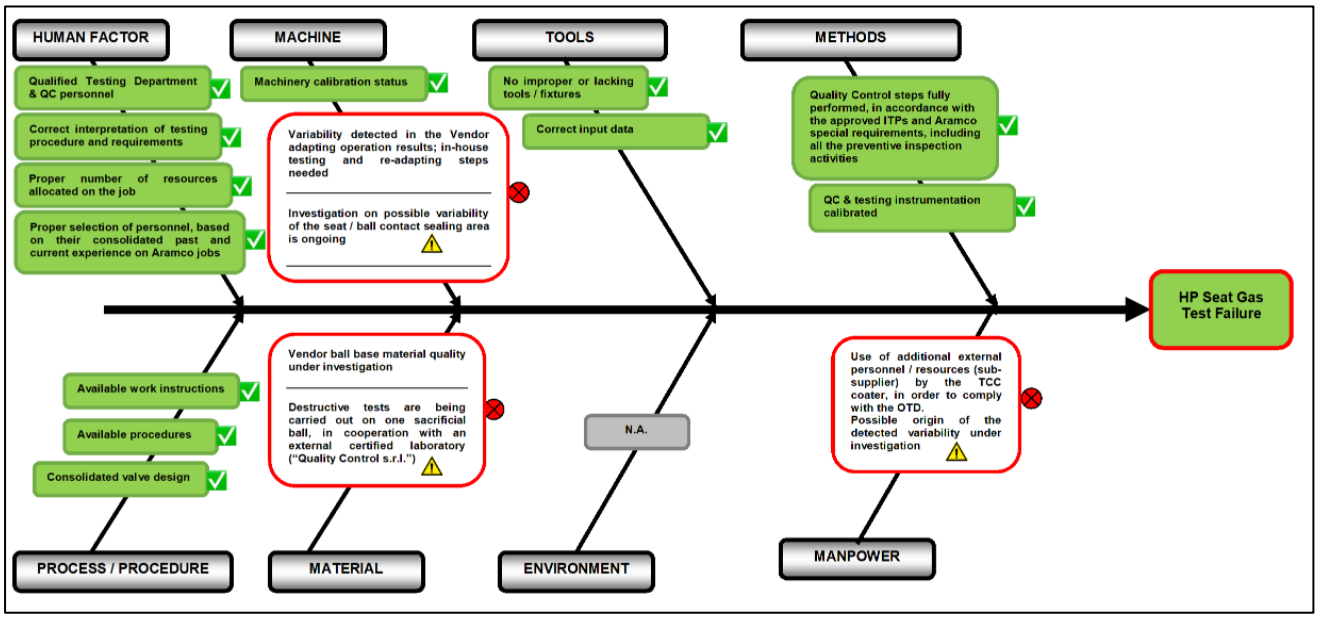


ROOT CAUSES					
Personal Factors		**Job Factors**			
Inadequate Physical/Physiological Capability	Inappropriate height, weight, size, strength, reach, etc	**Inadequate Leadership and/or Supervision**	Unclear or conflicting reporting relationships		
	Restricted range of body movement		Unclear or conflicting assignment of responsibility		
	Limited ability to sustain body positions		Improper or insufficient delegation		
	Substance sensitivities or allergies		Giving inadequate policy, procedure, practices or guidelines		
	Sensitivities to sensory extremes (temperature, sound, etc)		Giving objectives, goals, or standards that conflict		
	Vision deficiency		Inadequate work/job planning or programming		
	Hearing deficiency		Inadequate Team Building		
	Other sensory deficiency (touch, taste, smell, balance)		Inadequate Long Term Planning		
	Respiratory incapacity		Inadequate instructions, orientation, and/or training		
	Other permanent physical capabilities		Providing inadequate reference documents, directives, and guidance publications		
	Temporary disabilities		Inadequate identification and evaluation of loss exposures		
Inadequate Mental / Psychological Capability	Fears and phobias		Lack of supervisory/management job knowledge		
	Emotional disturbance		Inadequate communication/implementation of lessons learned		
	Mental illness		Inadequate matching of individual qualifications and job/task requirements		
	Intelligence level		Inadequate performance measurement and evaluation		
	Inability to comprehend		Inadequate or incorrect performance feedback		
	Poor coordination	**Inadequate Engineering/Manufacturing**	Engineering	Inadequate design, standards, procedures, guidelines	
	Slow reaction time			Inadequate design criteria/specifications	
	Low mechanical aptitude			Inadequate design development	
	Low learning aptitude		Inadequate design acceptance criteria	Inadequate design review	
	Memory failure			Inadequate design qualification testing	
Physical or Physiological Stress	Injury or illness			Inadequate design commercialization/launch	
	Fatigue due to task load or duration		Manufacturing	Inadequate customer order information or processing	
	Fatigue due to lack of rest			Inadequate production planning/flow	
	Fatigue due to sensory overload			Inadequate production line tools/equipment/systems	
	Exposure to health hazards			Inadequate receiving inspection and acceptance	
	Exposure to temperature extremes			Inadequate raw materials	
	Oxygen deficiency			Inadequate component parts fabrication/machining	
	Atmospheric pressure variation			Inadequate inventory/stock control	
	Constrained movement			Inadequate control of waste	
	Blood Sugar insufficiency			Inadequate manufacturing documentation (parts lists/assembly instructions/drawings)	
	Drugs			Inadequate assembly	
Mental or Psychological Stress	Emotional overload			Inadequate testing	
	Fatigue due to mental task load or speed			Inadequate user instructions/manuals	
	Extreme judgment / decision demands	**Inadequate Procurement/Purchasing**	Inadequate research on materials/equipment		
	Routine, monotony, demand for uneventful vigilance		Inadequate specifications on requisition orders		
	Extreme concentration / perception demands		Inadequate requisition/ordering systems		
	"Meaningless" or "degrading" activities		Inadequate specifications to vendors		
	Confusing directions / demands		Inadequate communication of safety and health data		
	Conflicting demands / directions		Inadequate identification of hazardous materials		
	Preoccupation with problems	**Inadequate Contracting**	Client	Inadequate identification of needs	
	Frustration			Inadequate tendering process	
	Mental illness			Inadequate bid	
Lack of Knowledge	Lack of experience			Inadequate contract with client	
	Inadequate orientation			Inadequate pre-contract meetings	
	Inadequate initial training			Inadequate mobilization	
	Inadequate update training			Inadequate execution/compliance with contract	
	Misunderstood directions			Inadequate performance monitoring	
Lack of Skill	Lack of situational awareness			Inadequate routine status meetings	
	Inadequate initial instruction			Inadequate demobilization	
	Inadequate practice			Inadequate post-contract meeting	
	Infrequent performance		Contractors/Suppliers	Inadequate identification of needs	
	Lack of coaching			Inadequate pre-qualification	
	Inadequate review instruction			Inadequate tendering process	
Improper Motivation	Improper performance is rewarded (tolerated)			Inadequate contractor selection	
	Proper performance is punished			Inadequate contract with contractor/supplier	
	Lack of incentives			Inadequate pre-contract meetings	
	Excessive frustration			Inadequate mobilization	
	Inappropriate aggression			Inadequate execution/compliance with contract	
	Improper attempt to save time or effort			Inadequate performance monitoring	
	Improper attempt to avoid discomfort			Inadequate routine status meetings	
	Improper attempt to gain attention			Inadequate demobilization	
	Inadequate discipline			Inadequate post-contract meeting	
	Inappropriate peer pressure				

Inadequate Maintenance/Repair	Inadequate reparative	Communication of needs	
		Scheduling of work	
		Unauthorized modification implemented	
		Examination of units	
		Repair quality	
		Testing	
		Part substitution	
	Inadequate preventative	Assessment of needs	
		Lubrication and servicing	
		Authorized modification not implemented	
		Scheduling of Work	
		Parts Replacement	
		Adjustment/assembly	
		Cleaning or resurfacing	
Inadequate Tools/Equipment/Systems	Inadequate assessment of job needs and risks		
	Inadequate human factors/ergonomics considerations		
	Inadequate standards or specifications		
	Inadequate salvage and reclamation		
	Inadequate removal and replacement of unsuitable items		
	Inadequate retirement/removal/replacement of unsuitable/deteriorated items		
Inadequate Standards/Procedures/Work Instructions	Inadequate development of standards/procedures/work instructions	Inventory and evaluation of exposures and needs	
		Coordination with process design	
		Employee involvement	
		Procedures/practices/rules	
	Inadequate communication of standards/procedures/work instructions Publication	Distribution	
		Translation of appropriate languages	
		Training	
		Reinforcing with signs, color codes and job aids	
	Inadequate maintenance of standards/procedures/work instructions	Tracking of work flow	
		Updating	
		Monitoring use of procedures/practices/rules	
	Inadequate monitoring of compliance with standards/procedures/work instructions		
Excessive Wear and Tear	Inadequate planning of use		
	Improper extension of service life		
	Inadequate inspection and/or monitoring		
	Improper loading of rate of use		
	Inadequate maintenance		
	Use by unqualified or untrained people		
Inadequate Communications	Inadequate communication between organizations		
	Inadequate communication between work groups		
	Inadequate communication between shifts		
	Inadequate horizontal communication between peers		
	Inadequate vertical communication between supervisor and person		
	Inadequate communication methods		
	No communication method available		
	Incorrect instructions		
	Inadequate communication due to job turnover		
	Inadequate communication of safety and health data, regulations or guidelines		
	Standard terminology not used		
	Verification/repeat feedback techniques not used		
	Inadequate message length	Messages too long	
		Messages too short	
	Speech interference		
Inadequate Logistics/Delivery	Inadequate package/container		
	Inadequate papers/documentation		
	Inadequate customs clearance		
	Inadequate transportation (mode of transport, availability, vehicle standards/specifications		
	Inadequate storage/warehousing		
	Inadequate handling/manipulation		
	Insufficient/inadequate shipment/goods/load delivered		
Inadequate Marketing and Sales	Inadequate understanding of market needs		
	Inadequate development of client relationships		
	Inadequate customer satisfaction monitoring		

Fuente: SLB

Figura 19: *Diagrama de Ishikawa para un Análisis de Causa Raíz de un sistema de Alta Presión*



Fuente: SLB

SMED

"Single Minute Exchange of Die". "Este acrónimo representa a una herramienta de gestión en proyectos de ingeniería industrial que sirve para simplificar el proceso de cambio de modelado en todo tipo de máquinas de fabricación de piezas, reduciendo los tiempos.

La herramienta se basa realmente en reducir la cantidad de stock con la que se trabaja y así reducir los tiempos de producción gracias a la disminución de los tiempos de cambios y preparación interna y externa de las máquinas. La reducción de stock permite planificar mejor la entrega del lote, y agilizar las entregas con menor necesidad de almacenamiento" (32)

En SLB-TLM, hemos implementado la metodología Lean y Six Sigma en nuestras estaciones de trabajo con el objetivo de optimizar los procesos y mejorar la eficiencia operativa. A través de estas herramientas, hemos logrado un gran avance en la optimización de las áreas de trabajo, lo que ha resultado en un entorno de mayor productividad y menor desperdicio de recursos.Una de las principales mejoras ha sido la optimización de los tiempos de "Setup" para los diagnósticos y mantenimiento de equipos. Esto se ha logrado mediante la estandarización de las estaciones de prueba, las cuales están equipadas con computadoras de escritorio, software de diagnóstico exclusivo de SLB, fuentes de alimentación, interfaces de comunicación con equipos, monitores, entre otros componentes. Esta estandarización ha tenido un impacto significativo, ya que reduce al mínimo el tiempo que el personal técnico invierte en instalar los equipos e instrumentos necesarios para llevar a cabo el diagnóstico de los equipos que requieren mantenimiento. Gracias

a esta optimización, se ha logrado acelerar el proceso de diagnóstico, garantizando un mejor rendimiento y menor tiempo de inactividad para los equipos, lo cual es fundamental para asegurar la continuidad de las operaciones.

Figura 20: *Estación de Trabajo para diagnóstico de Equipos de Perforación con aplicación de SMED*

Fuente: SLB

Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM)

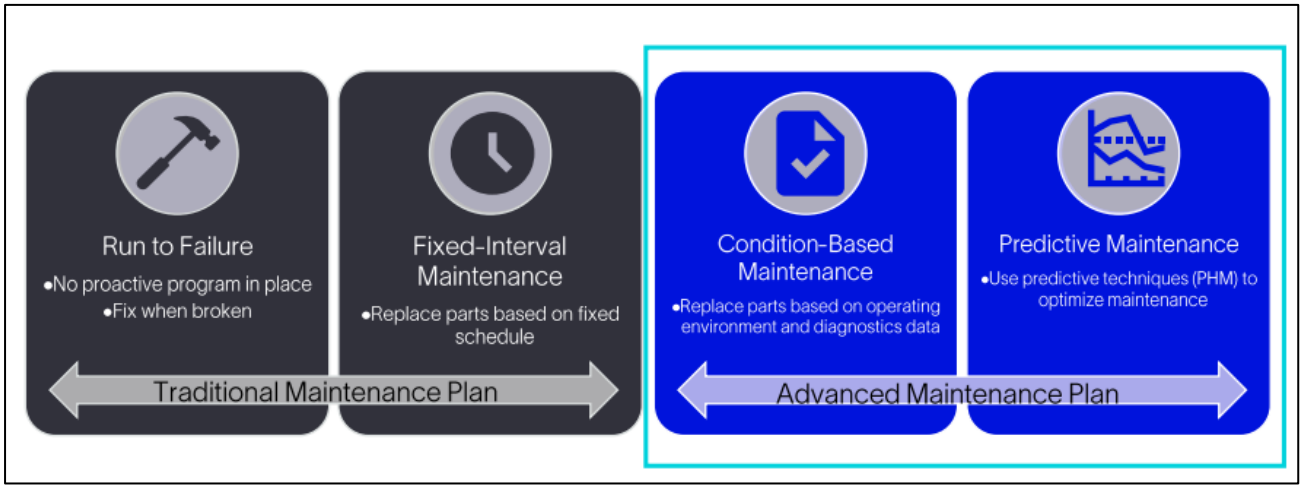
"Una estrategia de mantenimiento centrado en la confiabilidad emplea técnicas de mantenimiento reactivo, preventivo, predictivo y proactivo de forma integrada para aumentar la fiabilidad en que una máquina funcionará de forma constante durante un ciclo de vida. La capacidad de utilizar técnicas centradas en la confiabilidad ofrece la oportunidad de ir más allá de la detección de fallos para desarrollar una herramienta significativa y valiosa para un programa de mejora del mantenimiento.

Después de identificar todas las causas posibles, se puede determinar el mejor método de estrategia de mantenimiento para eliminar los fallos. La estrategia elegida debe garantizar el funcionamiento de los equipos y procesos asegurando la seguridad y la fiabilidad.

En la práctica, se identifican todos los modos de fallo, es decir, todas las formas posibles en que puede fallar el equipo, la maquinaria o el sistema y las distintas formas posibles en que puede producirse un fallo en un equipo determinado" (33)

En el área de Mantenimiento (TLM) de SLB se cuenta con el "Asset Care Program", que es un programa de mantenimiento avanzado, que se basa en realizar las tareas de mantenimiento específicas del equipo cuando sea necesario, aprovechar los datos de diagnóstico y la información sobre el entorno operativo para realizar un mantenimiento basado en la condición y esforzarse por utilizar los datos de análisis y detección avanzados para predecir la fiabilidad de la máquina; en comparación con los programas de mantenimiento tradicional que son centrados en el mantenimiento reactivo, se realizan con un cronograma fijo y pueden ser una pérdida de tiempo y recursos (se realiza con demasiada frecuencia).

Figura 21: *Programa de Mantenimiento Centrado en la confiabilidad de SLB*

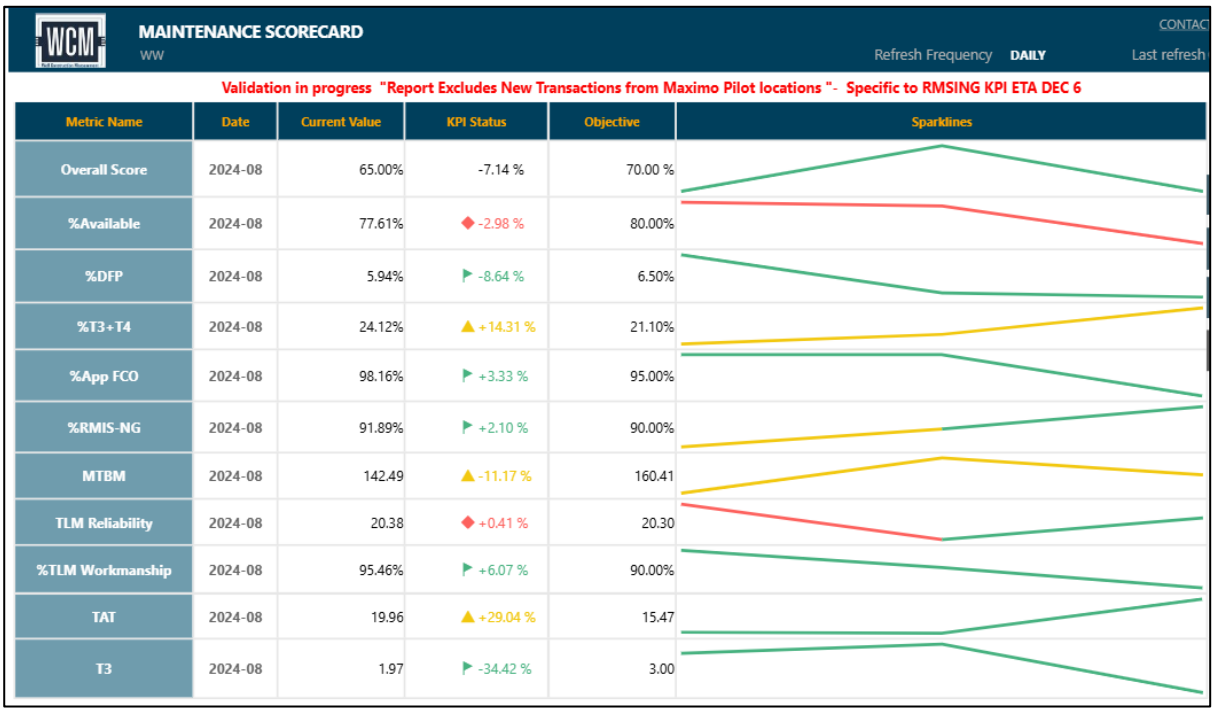


Fuente: SLB

En el área de mantenimiento de SLB, se monitorean semanalmente estos parámetros de MTBF y MTTR a través del seguimiento de los eventos o incidentes de fallas del tipo CMS (Catastróficos, Mayores y Serios) los cuales representan las mayores pérdidas financieras para la compañía en términos de calidad, y son los que requieren mayor énfasis en el análisis de causa raíz por la finalidad que representa esto para evitar los mismos tipos de incidentes en el futuro.

En el siguiente gráfico se muestra la estadística de algunos indicadores de productividad y eficiencia del área de mantenimiento de SLB y de qué manera se monitorean en función del tiempo.

Figura 22: *Estadística de Indicadores de desempeño del área de Mantenimiento*



Metric Name	Date	Current Value	KPI Status	Objective	Sparklines
Overall Score	2024-08	65.00%	-7.14 %	70.00 %	
%Available	2024-08	77.61%	-2.98 %	80.00%	
%DFP	2024-08	5.94%	-8.64 %	6.50%	
%T3+T4	2024-08	24.12%	+14.31 %	21.10%	
%App FCO	2024-08	98.16%	+3.33 %	95.00%	
%RMIS-NG	2024-08	91.89%	+2.10 %	90.00%	
MTBM	2024-08	142.49	-11.17 %	160.41	
TLM Reliability	2024-08	20.38	+0.41 %	20.30	
%TLM Workmanship	2024-08	95.46%	+6.07 %	90.00%	
TAT	2024-08	19.96	+29.04 %	15.47	
T3	2024-08	1.97	-34.42 %	3.00	

Fuente: SLB

El método de las 8 Disciplinas (8D)

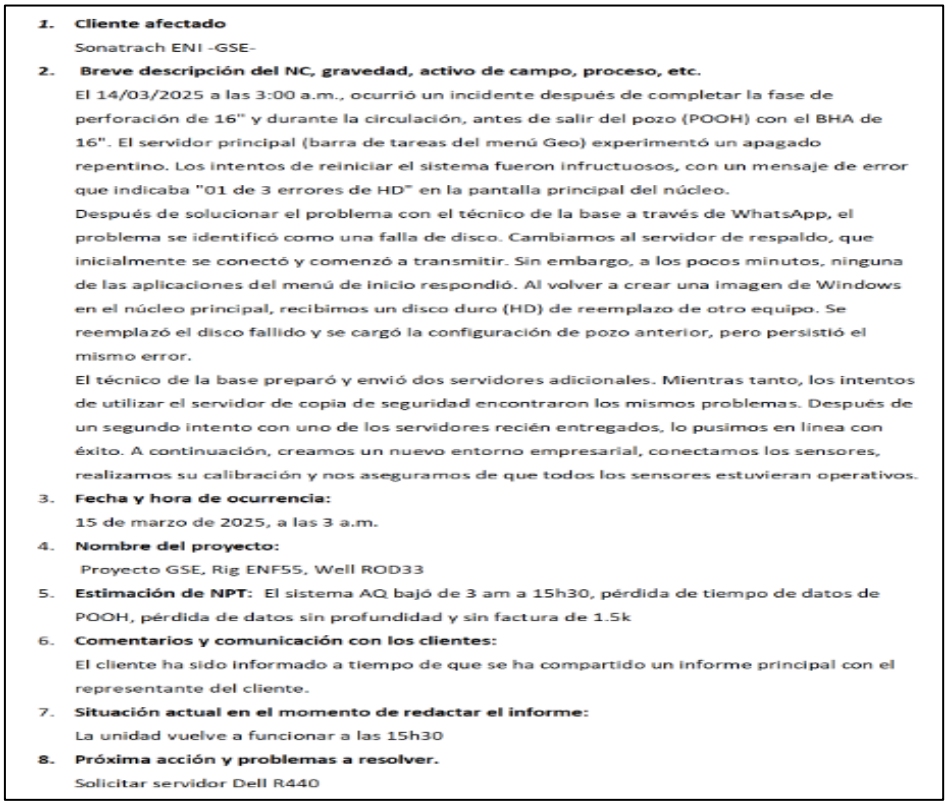
"Esta herramienta permite sistematizar una estructura de trabajo en los proyectos de ingeniería industrial implicando a los diferentes profesionales que intervienen en el proceso industrial a partir de un mismo enfoque, imprescindible para mejorar procesos, servicios o productos y ser con ello más competitivos.

Se trata de una metodología enfocada en identificar un problema, corregirlo e implantar las medidas necesarias mediante la aplicación de ocho pasos secuenciales que deberemos seguir para reducir al mínimo las posibilidades de que vuelva a suceder un problema similar en el futuro" (32)

En SLB utilizamos un esquema parecido para el reporte de eventos o incidentes de SQ durante las operaciones, en donde se elabora un reporte con los “8 mínimun facts” que obligatoriamente deben incluirse en el reporte preliminar que se genera a partir del evento suscitado y es el personal de operaciones quien lo elabora inicialmente en campo, los cuales se detallan a continuación:

1. Nombre del cliente o tercero involucrado, ubicación, equipo de perforación, planta, etc.
2. Breve descripción de la NC, gravedad, activo de campo, proceso, etc.
3. Fecha y hora de ocurrencia.
4. Nombre del pozo, proyecto, campo, etc.
5. Estimación del NPT y el dinero rojo, el impacto comercial negativo y las consecuencias.
    - *NPT Es el tiempo transcurrido entre la falla y el regreso a la misma posición antes de que ocurriera la no conformidad de SQ/PQ.*
    - *El tiempo no productivo se redondea a la media hora más cercana (es decir, 15-30 min NPT se cuenta como 0,5 h, 31-60 min NPT se cuenta como 1,0 h).*
6. Comentarios y comunicación del cliente. (Es muy importante comunicar cualquier actualización positiva o negativa relevante).
7. Situación actual en el momento del informe (medidas adoptadas, resolución de problemas, contacto con el cliente, etc.)
8. Próxima acción y problemas a resolver.

Figura 23: *Formato de un informe de Falla con los 8 datos mínimos*



1. **Cliente afectado**
   Sonatrach ENI -GSE-
2. **Breve descripción del NC, gravedad, activo de campo, proceso, etc.**
   El 14/03/2025 a las 3:00 a.m., ocurrió un incidente después de completar la fase de perforación de 16" y durante la circulación, antes de salir del pozo (POOH) con el BHA de 16". El servidor principal (barra de tareas del menú Geo) experimentó un apagado repentino. Los intentos de reiniciar el sistema fueron infructuosos, con un mensaje de error que indicaba "01 de 3 errores de HD" en la pantalla principal del núcleo.
   Después de solucionar el problema con el técnico de la base a través de WhatsApp, el problema se identificó como una falla de disco. Cambiamos al servidor de respaldo, que inicialmente se conectó y comenzó a transmitir. Sin embargo, a los pocos minutos, ninguna de las aplicaciones del menú de inicio respondió. Al volver a crear una imagen de Windows en el núcleo principal, recibimos un disco duro (HD) de reemplazo de otro equipo. Se reemplazó el disco fallido y se cargó la configuración de pozo anterior, pero persistió el mismo error.
   El técnico de la base preparó y envió dos servidores adicionales. Mientras tanto, los intentos de utilizar el servidor de copia de seguridad encontraron los mismos problemas. Después de un segundo intento con uno de los servidores recién entregados, lo pusimos en línea con éxito. A continuación, creamos un nuevo entorno empresarial, conectamos los sensores, realizamos su calibración y nos aseguramos de que todos los sensores estuvieran operativos.
3. **Fecha y hora de ocurrencia:**
   15 de marzo de 2025, a las 3 a.m.
4. **Nombre del proyecto:**
   Proyecto GSE, Rig ENF55, Well ROD33
5. **Estimación de NPT:** El sistema AQ bajó de 3 am a 15h30, pérdida de tiempo de datos de POOH, pérdida de datos sin profundidad y sin factura de 1.5k
6. **Comentarios y comunicación con los clientes:**
   El cliente ha sido informado a tiempo de que se ha compartido un informe principal con el representante del cliente.
7. **Situación actual en el momento de redactar el informe:**
   La unidad vuelve a funcionar a las 15h30
8. **Próxima acción y problemas a resolver.**
   Solicitar servidor Dell R440

Fuente: SLB

Técnica de los 5 porqués

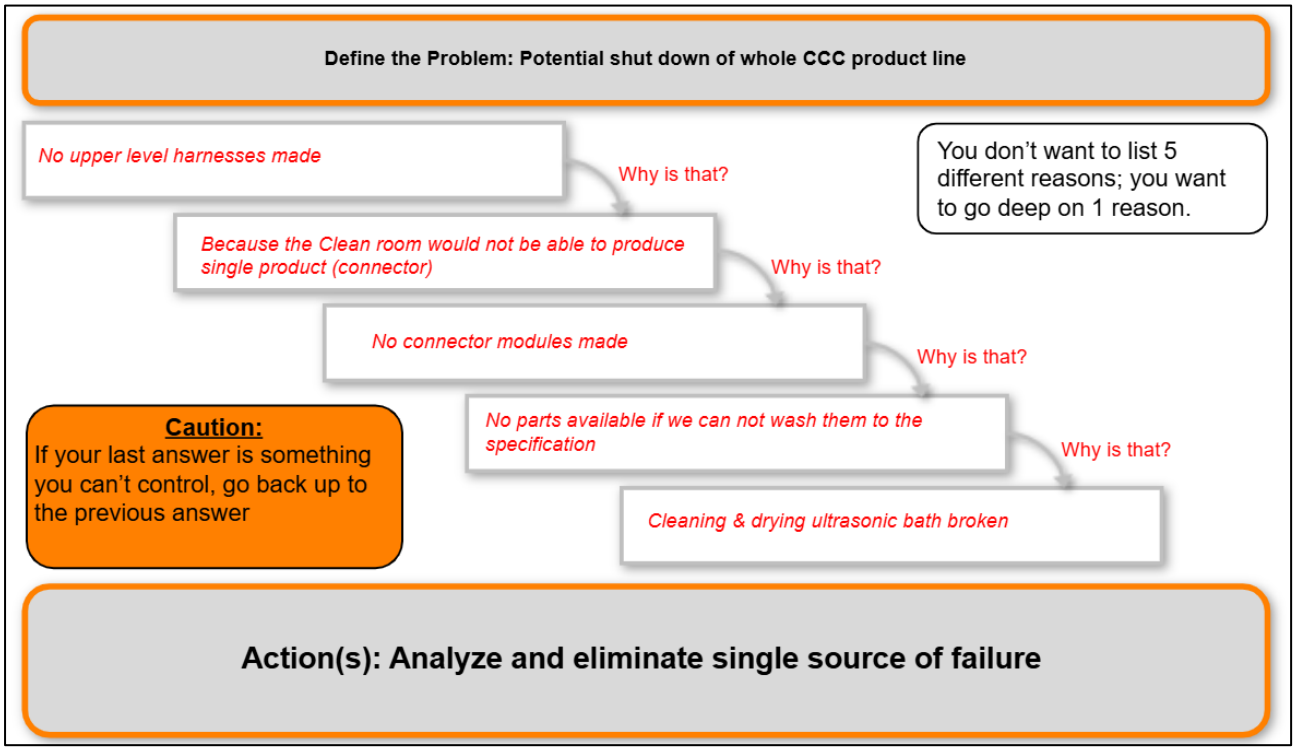
"Esta herramienta de gestión industrial busca la solución de un problema a través de su origen y para hallarlo, nos preguntamos el porqué de este.

¿Porque ha sucedido? Eso generará una respuesta que implica otro porque, y así sucesivamente hasta dar con la raíz del problema. De ahí el nombre, simple, pero las preguntas requieren de un personal formado que las formule correctamente para que este proceso sea lo más ágil y efectivo posible" (32)

En SLB utilizamos este método de igual manera para las investigaciones, ya sean de incidentes de Calidad (SQ) o Seguridad Industrial (HSE) con la finalidad de encontrar la causa raíz de los mismos y de esa manera implementar medidas de prevención y/o mitigación que ayuden a que este tipo de eventualidades no vuelvan a ocurrir a futuro.

En el siguiente gráfico se aprecia la herramienta de los 5 Porqués para el análisis de un problema evidenciado en el centro de manufactura de un equipo en particular con la finalidad de encontrar la causa raíz del problema.

Figura 24: *Herramienta de los 5 Porqués aplicada a la causa raíz de un defecto*



Fuente: SLB

4.2.2 Técnicas

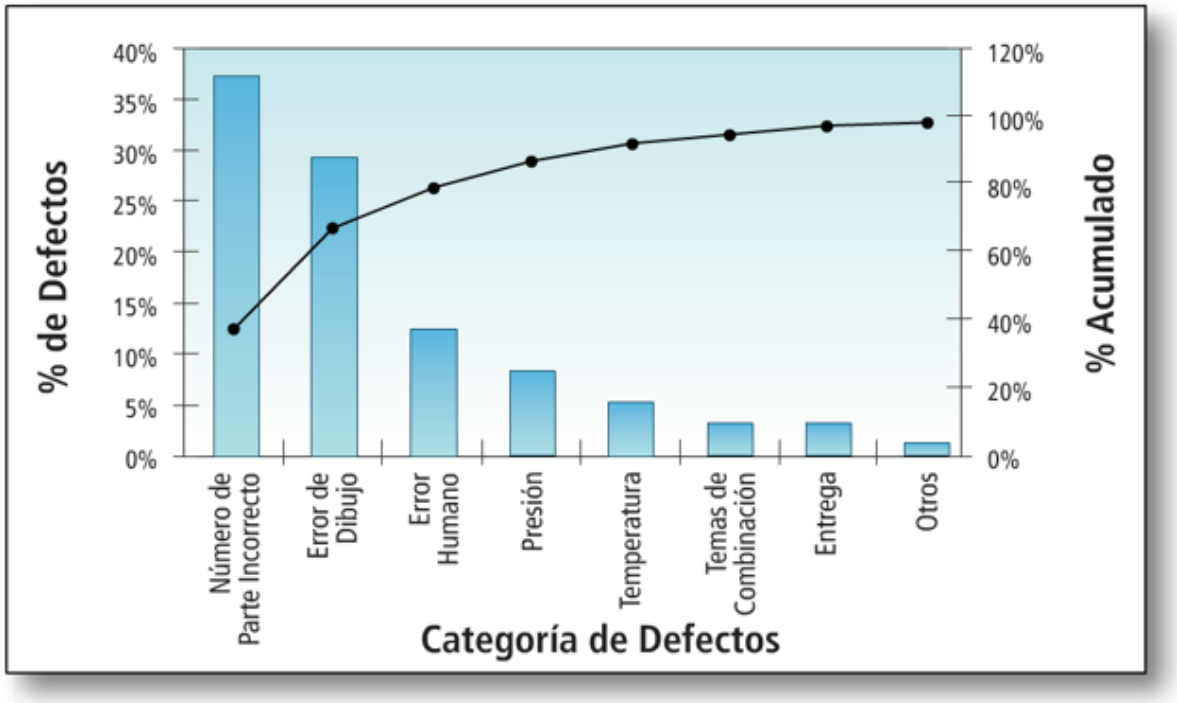
"La recolección de datos es un proceso esencial en cualquier organización que busca tomar decisiones informadas y estratégicas. Este proceso implica la recopilación sistemática de información que puede ser analizada y utilizada para mejorar procesos, productos y servicios. La recolección de datos es fundamental en la investigación científica, estudios de mercado, análisis de comportamiento del consumidor y en la mejora de la eficiencia operativa" (34)

Análisis de Pareto

"Es una técnica que nos ayuda a priorizar los problemas u oportunidades más importantes de tus datos. Se basa en el principio de Pareto, que establece que el 80% de los efectos provienen del 20% de las causas. Mediante el uso de un diagrama de Pareto, puede mostrar visualmente la frecuencia o el impacto de diferentes factores, como tipos de desperdicio, defectos o quejas. De esta manera, puede concentrarse en los pocos factores que explican la mayoría de los problemas o posibles mejoras, y asignar sus recursos y esfuerzos en consecuencia" (35)

En SLB utilizamos comúnmente el análisis de Pareto para identificar problemas de Service Quality con la finalidad de atacarlos y crear planes de acción que eviten su incidencia en el futuro. A continuación, visualizamos a manera de ejemplo un diagrama de Pareto utilizado para identificar las causas comunes de incidencias durante la operación:

Figura 25: *Diagrama de Pareto para identificar Causales de Incidentes*



Fuente: SLB

Del gráfico, podemos inferir que luego de un análisis de Pareto aplicado a la categoría de defectos relacionadas a las fallas durante las operaciones en campo, la mayor incidencia recae sobre el número de parte incorrecto de ciertas partes utilizadas en el ensamblaje de los equipos y también los errores de dibujo en los planos de piezas u otros.

Análisis de Causa Raíz

"Es una técnica que ayuda a averiguar por qué se produjo un problema y qué se puede hacer para evitar que vuelva a ocurrir. Es un proceso sistemático que implica hacer una serie de preguntas, como: qué, dónde, cuándo, cómo y por qué, para rastrear el origen del problema e identificar los factores subyacentes que contribuyeron a él. Mediante el uso de herramientas como los 5 porqués, los diagramas de espina de pescado o el análisis del árbol de fallas, puede profundizar en los datos y descubrir las causas raíz de los desperdicios y defectos, y luego desarrollar acciones correctivas o preventivas" (35)

Dentro de SLB, esta técnica es muy utilizada en la investigación de eventos y accidentes, ya sean automovilísticos o relacionados a la seguridad industrial, problemas de performance, calidad de servicio, entre otros. El análisis de causa raíz nos ayuda a encontrar el motivo, razón o circunstancia en que se produjo la incidencia y a partir de ahí, elaborar medidas remediales que nos ayuden a evitarlas y/o minimizarlas en el futuro.

***Figura 26**: Técnica de Análisis de Causa Raíz de la plataforma QUEST de SLB*

Investigation - Data Analysis	
L - Quality>Non-Productive Time - Client	formation tendency casue lack of steering and push for POOH to repalce BHA
I - Unable to Reach Desired Depth	BHA did not perform as required due to strong formation tendency
IC (SC) - Downhole Conditions (Others)	Formation tendency could not broken by BHA and cause POOH nonplanned
RC (JF) - Inadequate Leadership and/or Supervision	
Sub RC (JF) - Inadequate work/job planning or programming	Drilling program to review and have formation tendency among uncertainties and led for early POOH
LC - Risk Management	
Sub LC - Prevention and mitigation measures	BHA contingencies for high formation tendency not allowing to perform steering BHA
RA #1 - To define final outcome from PETROTAL - trajectory due to formation tendency	To define final outcome from PETROTAL - trajectory due to formation tendency
Legend: **L**-Loss, **I**-Incident, **SA**-Substandard Acts, **SC**-Substandard Conditions, **PF**-Personnel Factors, **JF**-Job Factors, **LC**-Lack of MS Control, **RA**-Action Items,**IC**-Immediate Causes (SA,SC), **RC**-Root Causes (PF,JF)	
Closed Out with Local Client: No	**Closed Out with Client HQ:** No
Review Team:	Cadena Castillo Andres (Team Leader) Leon Lucia Burneo Fernando Laguna Runser Victor

SLIM - List of Root Causes					
Process Enabler	**Process Owner**	**Process**	**Metro Stop**	**Activity**	**Comments**
Process	Product and Service Delivery	Product and Service Delivery	Prepare Jobs	Analyze and Approve Assessment	failure to agree sensitive trajectory follow up while delivery
Control	Product and Service Delivery	Product and Service Delivery	Execute Jobs	Manage Outbound Deliveries	failure to agree sensitive trajectory follow up while delivery
Close SLIM Investigation: Yes					

SCAT - List of Sub Root Causes					
Sub Root Cause Name	**Process Owner**	**Process**	**Metro Stop**	**Activity**	**Process Enabler**
Inadequate work/job planning or programming	Corporate Engagement	OTHER (Legacy)			Process

Fuente: SLB

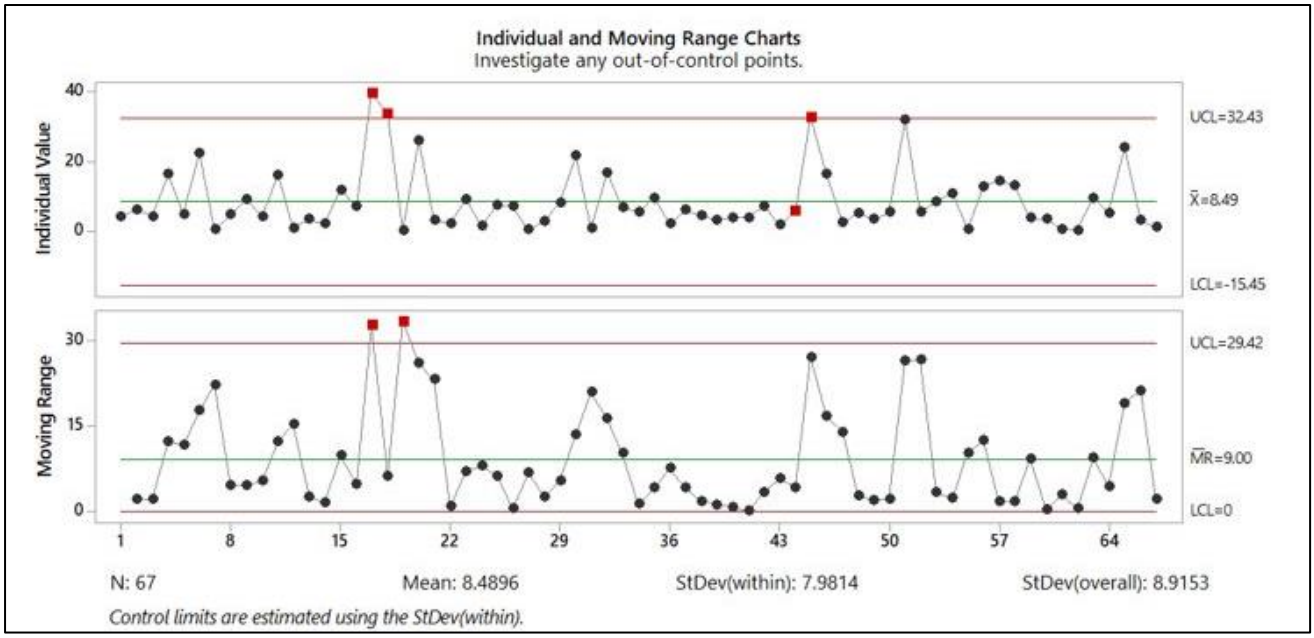
En la Figura anterior se aprecia la herramienta de análisis de Causa Raíz para la investigación de una falla de un equipo durante su operación en campo, en donde se puede visualizar como causa raíz principal del problema, el inadecuado planeamiento o programación del trabajo.

Control Estadístico de Procesos

"Es una técnica que le ayuda a monitorear y controlar la variación y la calidad de sus procesos de producción. Se basa en el uso de tablas de control, que son gráficos que muestran el rendimiento de un proceso a lo largo del tiempo, y lo comparan con límites o estándares predefinidos. Mediante el uso de gráficos de control, puede detectar cualquier cambio o tendencia en los datos que indique que el proceso está fuera de control, es inestable o no cumple con las especificaciones. De esta manera, puede tomar medidas oportunas para corregir o mejorar su proceso y evitar que se produzcan desperdicios y defectos" (35)

En SLB, nuestros ingenieros de mantenimiento son los encargados de monitorear diversos procesos que necesitan mejora para identificar posibles causas de demoras o tiempos improductivos. Con esta información plantean medidas de mitigación para incrementar la eficiencia en el mismo. Un ejemplo claro es la mejora en los procesos de mantenimiento de un equipo, en los cuales se identificó que una de las principales causas, era la demora en la entrega de los repuestos, esto identificó retrasos en la entrega de los repuestos gracias al seguimiento mediante el análisis de una gráfica de control, en donde se pudo determinar que el proceso de entrega de repuestos no era estable debido a que algunos puntos en los datos quedaban por fuera de la gráfica de control, lo que se aprecia en la figura a continuación.

Figura 27: *Gráfica de Control para el monitoreo del proceso de entrega de repuestos*



Fuente: SLB

Lean Six Sigma

"Es una técnica que combina los principios y herramientas de las metodologías Lean y Six Sigma para reducir el desperdicio y los defectos, y mejorar el valor para el cliente. Lean se enfoca en eliminar cualquier actividad o recurso que no agregue valor al cliente, como la sobreproducción, el inventario, la espera, el movimiento, el transporte, el sobre-procesamiento o los defectos. Six Sigma se enfoca en reducir la variación y los defectos en los procesos, y lograr un alto nivel de calidad y consistencia. Mediante el uso de Lean Six Sigma, puede aplicar un enfoque basado en datos y centrado en el cliente para mejorar los procesos de producción y rendimiento" (35)

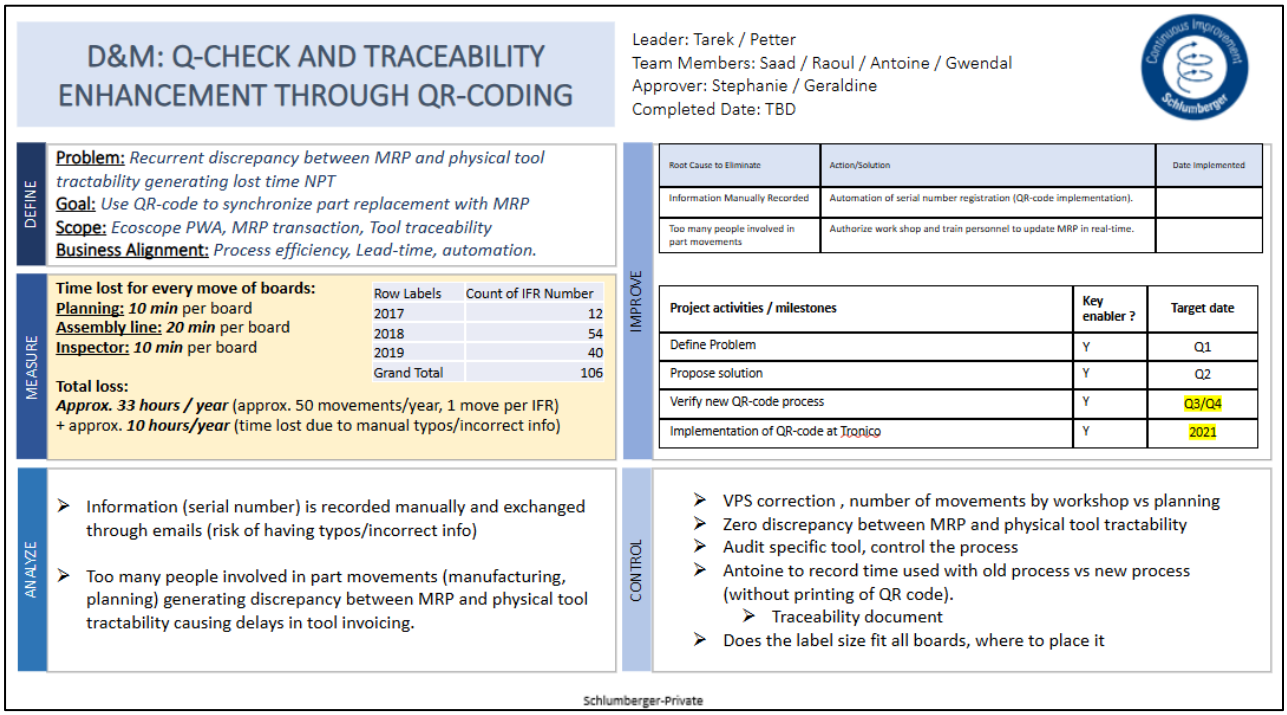
En SLB utilizamos Lean Six Sigma, la cual es una metodología de mejora empresarial que combina herramientas, tanto de Lean Manufacturing como de Six Sigma. Lean Manufacturing se centra en la velocidad y la eliminación de desperdicios, mientras que el Six Sigma tradicional se centra en la calidad. Al combinar ambos, el resultado es una mejor calidad más rápida.

Un ejemplo claro que se implementó en el área de mantenimiento fue la mejora de la trazabilidad en el inventariado de las tarjetas electrónicas de repuestos que se tienen disponibles para las herramientas de perforación, implementando a través de la utilización del método DMAIC, un sistema de registro de los números de serie de cada tarjeta mediante un código QR y registrado a nuestra base de datos de mantenimiento; con esto se resolvió la demora en la creación de estas partes en el sistema y se eliminaron los errores por el registro incorrecto de los números de serie.

Figura 28: *Método DMAIC para mejorar la resolución de Problemas en Procesos*

Fuente: GOLEANSIXSIGMA.COM

Figura 29: *Proyecto elaborado mediante DMAIC para la trazabilidad en componentes*



Fuente: SLB

4.2.3 Instrumentos

Los instrumentos de investigación permiten operativizar a la técnica, por lo que dentro de los instrumentos que comúnmente utilizamos en SLB, podemos mencionar los siguientes:

- Informe técnico, utilizado para reportar por ejemplo el estado actual de un equipo, presentar un análisis de los desperfectos y elaborar un estimado del costo asociado a una reparación o labor de mantenimiento; esto con la finalidad de solicitar la asignación de presupuesto al área de P&SC (Planning and Supply Chain, por sus siglas en inglés) y poner en operatividad dicho equipo o maquinaria. Este informe generalmente es elaborado por los técnicos de mantenimiento y posteriormente revisado y aprobado por el supervisor de mantenimiento.

- Informe de incidentes, el cual es obligatorio para iniciar el proceso de investigación en un evento, ya sea de Service Quality (SQ) o de Salud, Seguridad o Medio Ambiente (HSE), y en este se detalla información clave, relevante y preliminar de como sucedieron los eventos. Este informe comúnmente se elabora por el personal a cargo en el lugar de los hechos o por el equipo involucrado, ya sea en campo o en una base operativa.

- Auditorías y Revisiones, que normalmente se realizan anualmente y nos ayuda a tener una visión del cumplimiento con los estándares de Calidad y Seguridad en el lugar de trabajo. Este tipo de auditorías, son realizadas por personal experto en cada uno de los estándares y necesariamente por empleados que laboran en otro país, esto con la finalidad de mantener la arbitrariedad del proceso. De acuerdo con el resultado de la evaluación, se implementar planes de mejora, y seguimiento de estos para que, en la siguiente auditoría, exista un mejor cumplimiento.

- Indicadores de desempeño, comúnmente denominados indicadores clave de rendimiento (KPI: Key Performance Indicators, por sus siglas en inglés), son mediciones cuantificables, atributos acordados previamente de una métrica relacionada con un servicio o producto, que reflejan los factores críticos de éxito de la organización. Algunos ejemplos son: ventas, ingresos, cantidad de personal, fallas de equipos, quejas de clientes, accidentes, fatalidades, etc. Suelen ser consideraciones a largo plazo.

  Los objetivos de un KPI en particular pueden cambiar a medida que cambian los objetivos de la organización o a medida que se acerca a alcanzar un objetivo. Se monitorean mediante software que utiliza tecnología basada en la web, como DecisionPoint (de SIS), SharePoint, PowerBI, entre otros.

4.2.4 Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades

Los equipos y materiales necesarios que fueron utilizados para el desarrollo de la actividad profesional y el cumplimiento de funciones fueron los siguientes:

Para diagnóstico y mantenimiento de equipos y/o herramientas de Perforación:

- Multímetros digitales
- Osciloscopios.
- Mego metro
- Medidores LCR
- Micrómetros
- Pie de rey (vernier)
- Medidores de radiación para el manejo de fuentes radiactivas.
- Hornos para pruebas de alta temperatura.
- Analizadores de bobinas.

- Medidores de vibración.
- Alineadores de poleas y fajas
- Software de diagnóstico: ToolScope®
- Computadores de procesamiento
- Fuentes de alimentación AC/DC

Insumos comúnmente utilizados para el mantenimiento:

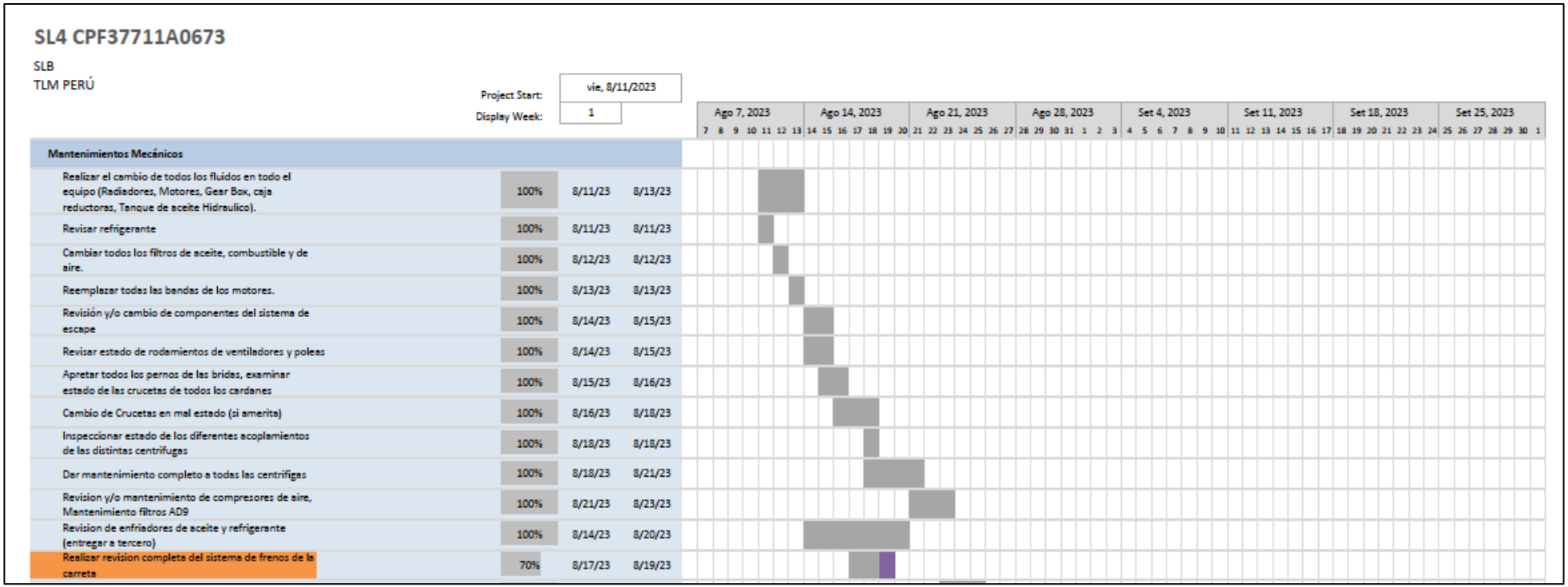
- Solventes y agentes químicos para limpieza
- Aceites y grasas
- Trapo Industrial
- Siliconas, pegamentos, etc.
- Guantes contra impactos
- Equipo de Protección personal (casco, lentes, botas de seguridad, etc)
- Herramientas manuales de diversas aplicaciones
- Hidrolavadoras

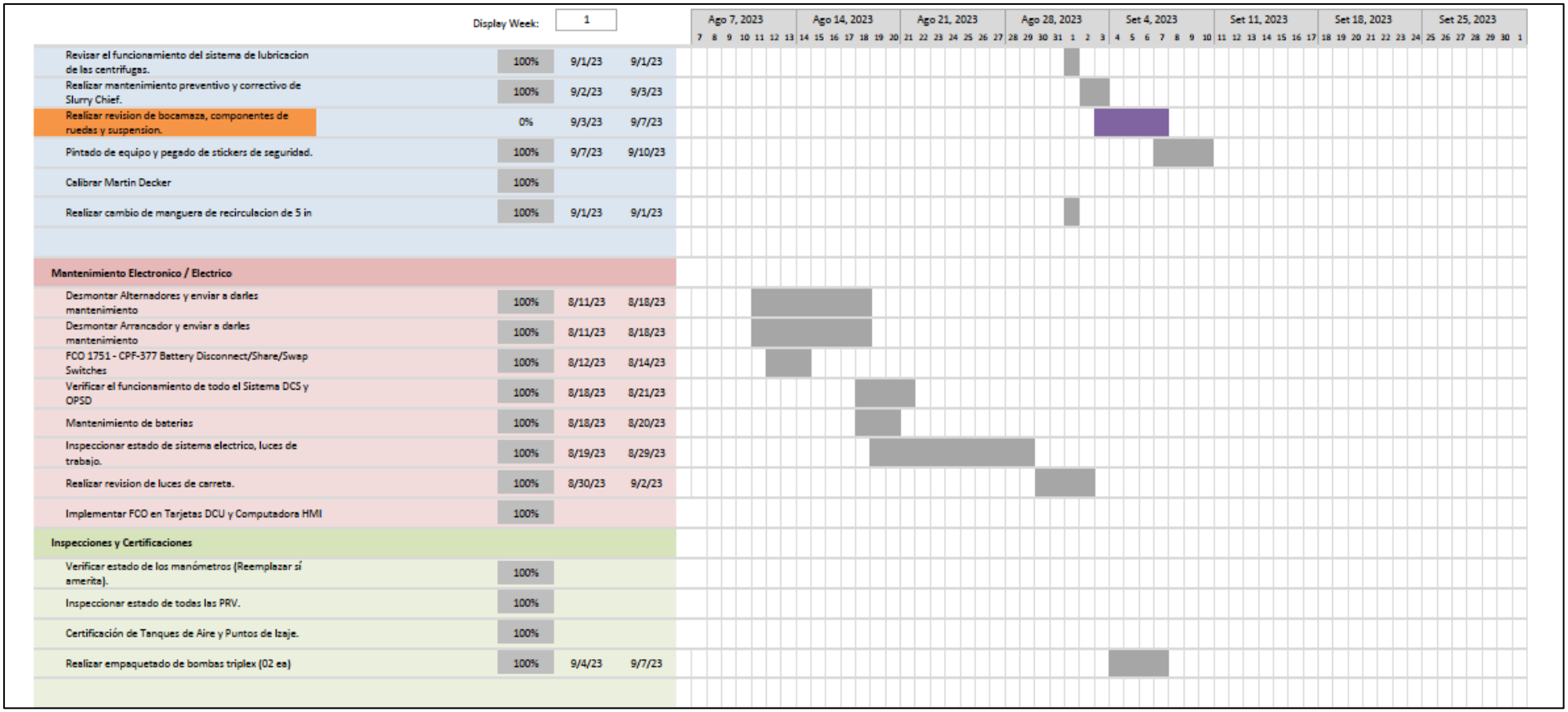
4.3 EJECUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES

4.3.1 Cronograma de actividades realizadas:

El cronograma presentado se basa a las actividades que se realiza en el periodo de agosto 2023, estas actividades se repiten en todo el año.

Figura 30: *Cronograma de actividades*



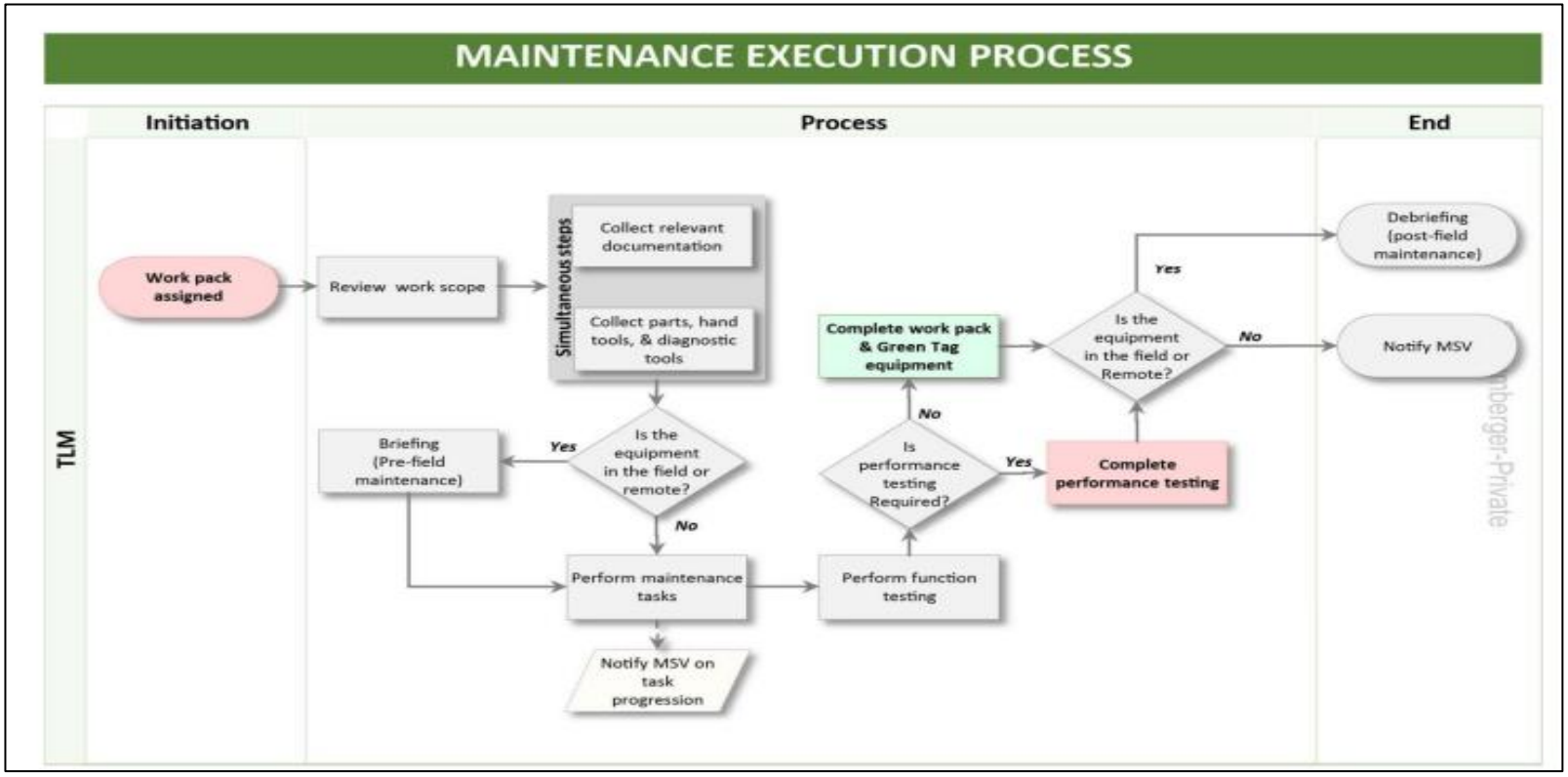


Fuente: Elaboración propia

4.3.2 Proceso y secuencia operativa de las actividades profesionales.

A continuación, se detalla el proceso y secuencia operativa de las actividades realizadas por el Bachiller, donde desempeñó funciones de técnico electrónico Senior.

Figura 31: *Proceso de ejecución de actividades*



Fuente: SLB

CAPITULO V: RESULTADOS

5.1 RESULTADOS FINALES DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

- De acuerdo con las actividades mencionadas en el punto 4.1, se verifica el cumplimiento satisfactorio de las labores encomendadas por la empresa SLB, desempeñándose con eficacia, honestidad y responsabilidad, en cumplimiento de lo estipulado en el reglamento de trabajo, normas vigentes y contrato.

- En cumplimiento de las funciones asignadas, se ejecuta un modelo de gestión de mantenimiento de activos optimizado para cumplir con altos estándares de calidad, reflejándose en la satisfacción de nuestros clientes.

- La implementación de un sistema de información de equipos y una estructura de soporte para el modelo de gestión de mantenimiento ha permitido contar con un registro más optimizado de las actividades realizadas, superando el sistema anterior basado en hojas de cálculo como Microsoft Excel.

- Con el objetivo de monitorear el desempeño en el área de mantenimiento, se implementaron reuniones diarias con todo el personal de mantenimiento (TLM) para tratar los puntos críticos de cada servicio, así como reuniones semanales para la presentación de indicadores de desempeño, basados en las métricas de productividad descritas en el punto 3.1.2.

- Tras la programación mensual de inspecciones y su correspondiente registro para cada equipo en las instalaciones de SLB, se observó una mejora significativa en el seguimiento del estatus de cada activo, permitiendo visualizar de manera más precisa su disponibilidad.

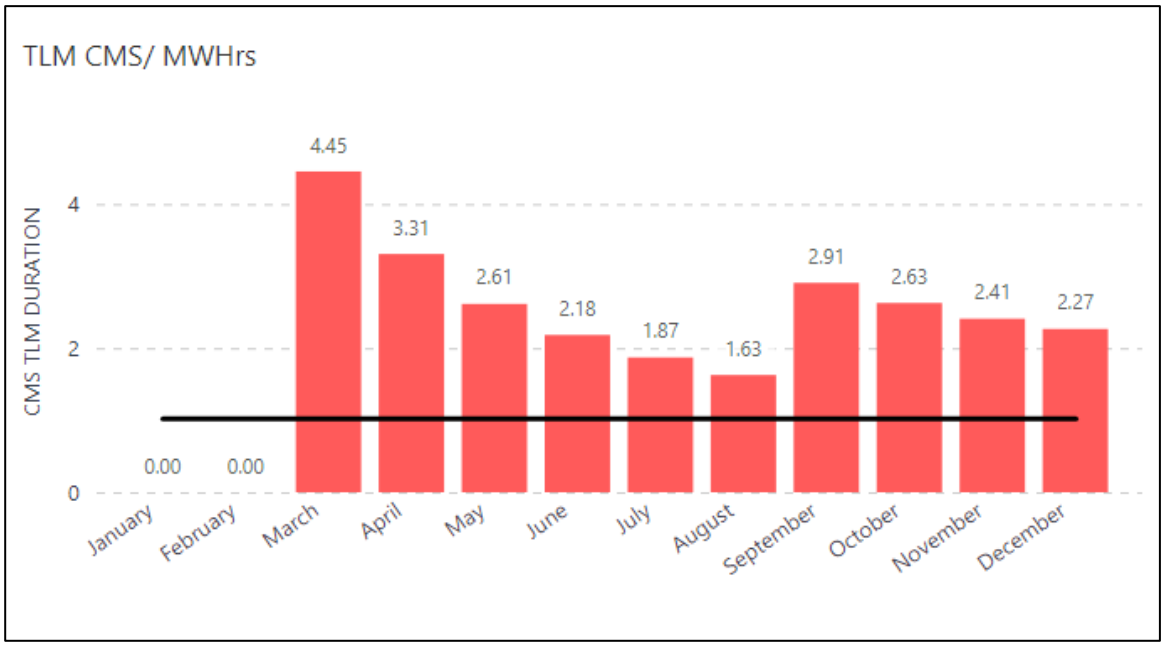
- La elaboración de plantillas físicas y digitales para inspecciones mejoró considerablemente los tiempos de mantenimiento; adicionalmente, la incorporación de tablets y iPads para el registro de los Procedimientos Estándar de Trabajo (SWI) incrementó la eficiencia en la documentación de las labores realizadas por los técnicos.

- La implementación de las diferentes metodologías descritas en el punto 5.4.1 contribuyó al cumplimiento de los indicadores de mantenimiento y a la consecución de los objetivos, en

contraste con los años anteriores, en los que estas metodologías no se encontraban implementadas.

- En cuanto a la mejora de áreas y optimización de procesos de mantenimiento, se observó una significativa reducción en los tiempos requeridos para poner operativos los equipos, lo cual se reflejó en la disminución de las horas-hombre reportadas por el personal de mantenimiento.

Figura 32: *Indicadores de Desempeño de Confiabilidad*

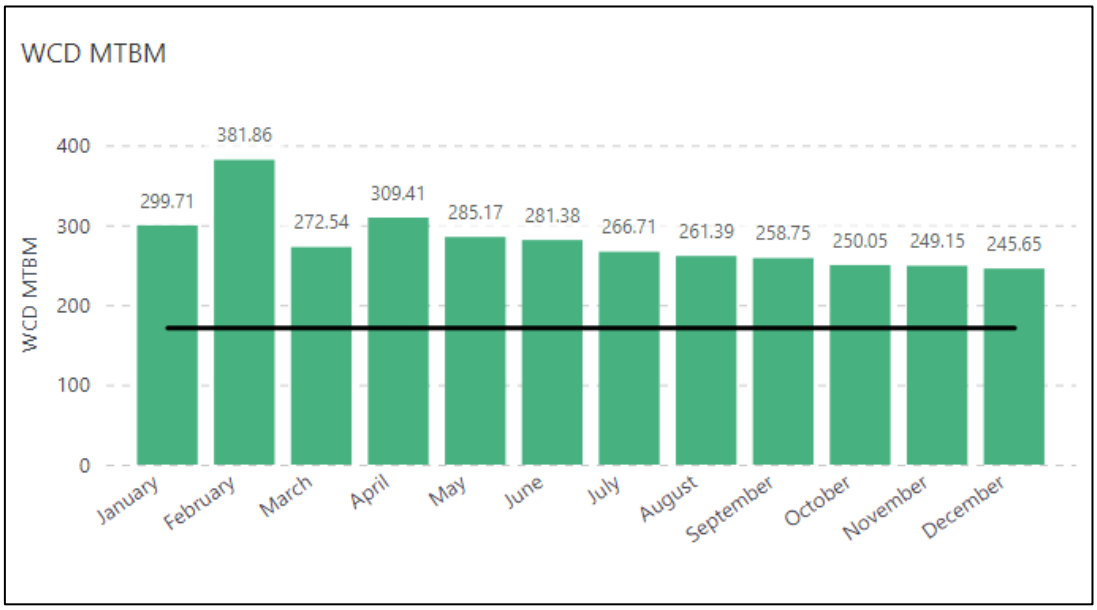


Fuente: SLB

De acuerdo con la gráfica de Confiabilidad mostrada, podemos ver el indicador de CMS/MWHrs (Eventos Catastróficos, Mayores y Serios sobre Horas principales trabajadas), el cual ha tenido una tendencia a la baja en los últimos años, esto debido a que se implementaron mejoras en el área de mantenimiento. Si bien es cierto, se visualiza fuera el objetivo de 1.02, estos eventos de fallas, se han venido decrementado a lo largo del tiempo.

En cuanto al indicador de MTBM (Middle Time between Maintenance) se puede apreciar en la siguiente gráfica, que se ha obtenido y excedido el objetivo promedio mayor a 171.28 horas entre mantenimiento para los equipos del área de WCD (Well Construction Drilling) en el año 2024. Este KPI se logró gracias a la mejora de la eficiencia en los tiempos de mantenimiento con la mejora de las áreas, lo cual se vio reflejado en el incremento de la confiabilidad de los equipos, al no retornar al taller de mantenimiento antes del tiempo estimado.

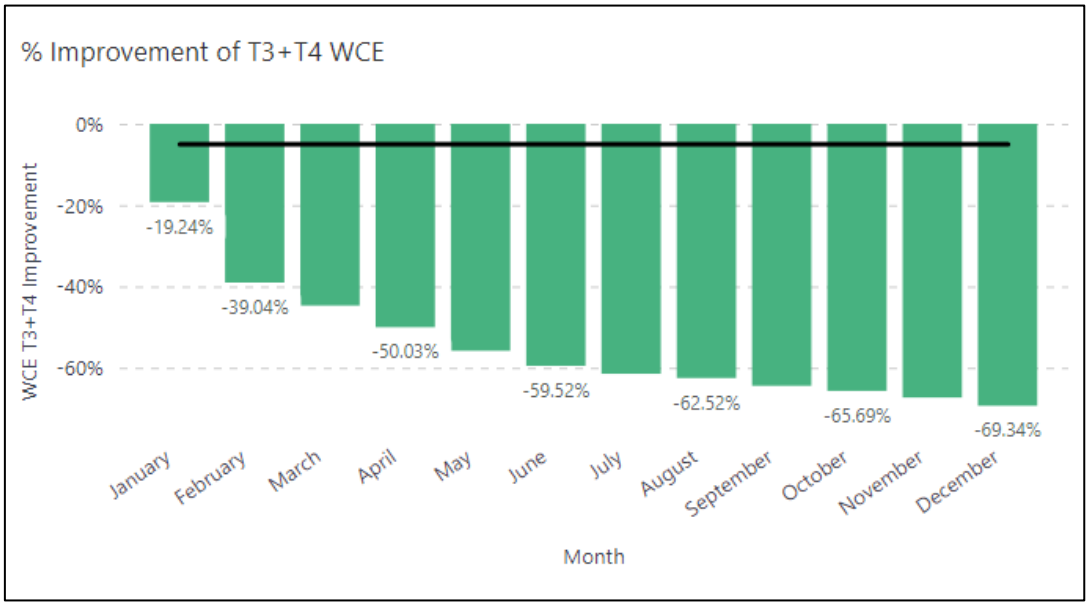
Figura 33: *Gráfica de MTBM para equipos de Well Construction*



Fuente: SLB

De acuerdo con la siguiente gráfica, se puede apreciar la mejora a lo largo del tiempo de indicador de productividad (T3+T4), que en SLB es el tiempo por espera de mantenimiento (T3) más el tiempo en sí del mantenimiento promedio de un equipo (T4), para el área de TLM-WCE, el cual tuvo una disminución del 69.34% hasta diciembre del 2024, lo que indica que luego de implementar las mejoras mencionadas, los tiempos de mantenimiento fueron optimizadas.

Figura 34: *Indicador de Desempeño de Productividad*



Fuente: SLB

5.2 LOGROS ALCANZADOS

- Excelente coordinación de las actividades de trabajo con profesionales, personal administrativo, operativo y clientes.

- La experiencia adquirida durante más de 15 años de trabajo, junto con los conocimientos recibidos en la Universidad Continental, fueron factores determinantes para la ejecución exitosa de muchas de las actividades desarrolladas en la compañía SLB.

- Cumplimiento constante de los objetivos planteados a lo largo de los años de labor, siempre alineados a la estrategia y los valores de la empresa.

- Las actividades se realizaron de acuerdo con el plan de trabajo y las coordinaciones diarias, sin reportar accidentes laborales.

- Mejora continua: Schlumberger promueve activamente la mejora continua en todos sus procesos y áreas de desempeño. En este entorno, he aprendido a innovar y a sugerir mejoras no solo en los procesos, sino también en los equipos, infraestructura, entre otros aspectos.

- Se fomenta el interés por la investigación con el propósito de fortalecer las capacidades del personal y permitir que los empleados realicen su trabajo de manera más efectiva.

- Desarrollo de carrera: Dentro de la compañía existe una ruta de carrera accesible a todos los empleados, permitiéndoles desarrollarse profesionalmente a lo largo del tiempo, incrementando su experiencia, nivel de responsabilidad y remuneración. El crecimiento profesional en SLB depende del compromiso y la responsabilidad individual de cada colaborador.

5.3 DIFICULTADES ENCONTRADAS

Se enumeran a continuación algunas de las dificultades encontradas durante el desarrollo de las actividades realizadas por el bachiller en la empresa SLB:

- **Falta de Herramientas manuales para el mantenimiento**: En los primeros años a mi ingreso a la compañía, sufríamos del déficit de algunas herramientas manuales y especiales para realizar las labores de mantenimiento en los equipos; asimismo algunos equipos de diagnóstico electrónicos no habían sido adquiridos. Como solución, se elaboró un plan con el supervisor de

mantenimiento para realizar la compra progresiva de cajas de herramientas y equipos, con la finalidad de llegar a tener implementados nuestros laboratorios al 100% y de esta manera poder realizar de manera eficiente el mantenimiento a los activos de la compañía.

- **Falta de entrenamiento y mentoría en los nuevos empleados**: Se observaba que a los nuevos empleados que eran contratados, se les hacía difícil el adaptarse de manera eficiente a los procesos y aprender rápidamente los procedimientos de mantenimiento en los equipos; es por eso que la solución que la alta gerencia propuso, fue la de capacitar a sus nuevos trabajadores en otros países cercanos y con mayor actividad, con la finalidad de involucrarse a diario con los procedimientos y aprender de una persona experta. Esto ayudó a acelerar el proceso de aprendizaje en los empleados y a disminuir las fallas en los equipos ocasionadas por errores humanos.

- **Procesos Burocráticos:** Dentro de los procesos de mantenimiento, existían algunos procesos que generaban que las labores de mantenimiento se extiendan más de lo debido; es por eso que mediante un Workshop dentro del área de mantenimiento, se realizó la revisión de dichos procesos y se eliminaron algunas labores que no generaban valor agregado y retrasaban las mismas, con esto se logró realizar los mantenimientos en menos tiempo, y a la vez se asignaron responsabilidades a otras personas como los asistentes de mantenimiento, quienes hoy en día son los encargados de realizar las tareas de coordinación como pedidos de repuestos, insumos, redacción de guías de remisión, ingreso de órdenes, solicitar cotizaciones, entre otros, los cuales ya no están dentro de las responsabilidades del personal técnico.

- **Altos Costos logísticos y de movilización:** la compañía tiene actividades en la región selva del Perú, con lo cual se movilizaban los equipos desde la ciudad de Talara hacia el lote de Pluspetrol en Malvinas-Camisea y se incurrían en altos costos de transporte y movilización. Esto pudo ser minimizado cuando se implementó un centro de mantenimiento en la misma planta de Malvinas, con lo cual los gastos de movilización de nuestros equipos hacia los pozos petroleros eran asumidos por el cliente, disminuyendo considerablemente los gastos anteriormente realizados por la compañía. Asimismo, disminuyeron los tiempos en los procesos de mantenimiento y respuesta ante problemas en los equipos que a veces se suscitaban.

- **Fallas recurrentes en los equipos de perforación direccional y dinero perdido por NPT (Non Productive Time):** durante una campaña de servicios de pozos petroleros contratada por Pluspetrol, uno de nuestros principales clientes, se presentaron algunas fallas recurrentes en nuestros equipos. Tras un análisis realizado, se concluyó que dichas fallas fueron causadas por la ausencia de un proceso de mantenimiento óptimo. Esta situación fue resuelta mediante la

adopción de la filosofía *LEAN* y la aplicación de métodos de mejora continua en nuestros procesos de mantenimiento, lo que permitió reducir drásticamente la incidencia de fallas en los equipos. Asimismo, se creó el equipo de Aseguramiento de Calidad, encargado de optimizar los procesos de mantenimiento y de realizar el seguimiento de los reportes de fallas.

-

- **Demora en los Lead Time para la llegada de los repuestos:** Los tiempos que normalmente se requieren para la llegada de repuestos, dentro de un proceso regular de importación, son bastante largos (alrededor de 3 a 4 meses), y resulta difícil encontrar una solución inmediata a esta situación. Por ello, se optó por anticipar los pedidos de repuestos y generar una demanda trimestral de los mismos, solicitándolos en el trimestre anterior, con el fin de disponer de ellos siempre que se requieran. Esta estrategia nos obliga a proyectarnos a mediano y largo plazo, manteniendo actualizada nuestra base de datos en cuanto a los números de parte (SKU) y las cantidades necesarias.

5.4 PLANTEAMIENTO DE MEJORAS

5.4.1 Metodologías propuestas

5.4.1.1 Implementación

A lo largo del desarrollo de mi carrera dentro de SLB, se han propuesto diversas mejoras en las áreas de mantenimiento con la finalidad de elevar el nivel de calidad en la entrega de un servicio y también mejorar la productividad, las cuales se detallan a continuación:

- Una de las propuestas de solución, fue asignar un área determinada dentro de la Base 2 de Schlumberger en la ciudad de Talara y a la vez implementar el área con todos los requisitos para realizar un adecuado mantenimiento a los equipos del área de Control de Sólidos del área de Well Construction (Ver Anexo 10).

- Se logró acondicionar mesas de trabajo para el personal técnico, de manera que sean más eficientes al evitar los excesivos desplazamientos, asimismo, contar con un espacio dedicado para la instalación de su laptop corporativa en el mismo espacio de trabajo (Ver Anexo 11).

- Se aplicó la metodología de las 5S para la mejora continua en las cajas de herramientas y estaciones de trabajo, eliminando los desperdicios que no generan valor agregado a

los procesos de mantenimiento, de esta manera se optimizaron varios de ellos y se redujo considerablemente los tiempos y horas extras del personal (Ver Anexo 12).

5.4.2 Descripción de la implementación

Para que el área cumpla con lo mínimo requerido para realizar mantenimientos preventivos y correctivos, se requirió la adquisición e implementación de los siguientes ítems:

- Implementación de un tablero eléctrico de 440 VAC / 3 fases.
- Implementación de un tablero eléctrico de 220 VAC / 3 fases.
- Implementación de un tablero eléctrico de 110 VAC / 3 fases (ver Anexo 13).
- Fabricación de mesas de trabajo especiales para labores de mantenimiento.
- Adquisición de una prensa hidráulica.
- Adquisición de un instrumento analizador de vibraciones para motores.
- Adquisición de un calentador de rodamientos por inducción magnética.
- Adquisición de instrumentos de precisión: megómetro, multímetro y pinza amperimétrica.
- Adquisición de una caja de herramientas TopTool con herramientas varias.
- Delimitación de las áreas de trabajo y anclaje de las mesas al piso.
- Pintura de las áreas de tránsito y colocación de afiches de seguridad industrial.

Asimismo, para la mejora de las estaciones de trabajo, se realizó la adquisición y compra de los siguientes insumos:

- Adquisición de nuevas mesas de trabajo.
- Implementación de equipos ESD (protección contra descargas electrostáticas).
- Adquisición de carritos-estantes para las estaciones de diagnóstico.
- Adquisición de nuevas cajas de herramientas organizadas.
- Implementación de shadow boards para las herramientas manuales.
- Utilización de foams y material de esponja para la elaboración de siluetas de cada herramienta, aplicando la técnica de Poka Yoke.
- Organización del área de trabajo, dejando únicamente las herramientas necesarias para las labores de mantenimiento.

5.5 ANÁLISIS

De acuerdo con la primera propuesta de mejora mencionada en el punto 5.4.1.1, referida a la implementación de un área de mantenimiento adecuada para los equipos de Control de Sólidos, se evidencia a continuación un listado con los intervalos de tiempos de paralización a los cuales están sujetos los diferentes equipos de Control de Sólidos (centrífugas), debido a causas diversas, ya sean fallas, espera de repuestos o esperando por espacio asignado en taller:

Tabla 1: *Tiempo de paralización de Bombas Centrífugas*

Máquinas	**De 1 a 2 Semanas**	**De 2 a 3 Semanas**	**De 3 a 4 Semanas**	**De 1 mes a más**
Bomba Centrífuga 1	x			
Bomba Centrífuga 2		x		x
Bomba Centrífuga 3	x			
Bomba Centrífuga 4			x	
Bomba Centrífuga 5			x	
Bomba Centrífuga 6				x
Bomba Centrífuga 7			x	
Bomba Centrífuga 8				x

Fuente: Elaboración Propia

De la Tabla 1 podemos inferir que el tiempo de paralización de las bombas centrífugas debido a fallas operativas, es de 3 semanas a más y en algunos casos de más de un mes. Esto debido a que los tiempos de mantenimiento demoraban más de lo debido, ya sea por temas de logística, traída de los repuestos o disponibilidad de algunas piezas por parte de los proveedores.

Asimismo, en la Tabla 2 que se detalla a continuación se visualizan los problemas o modos de falla frecuentes evidenciados en las bombas centrífugas.

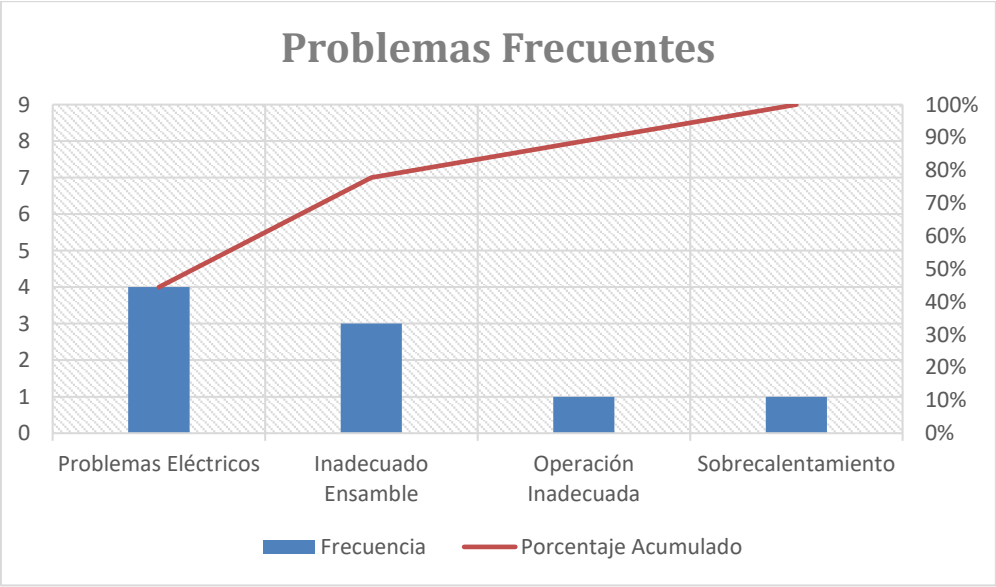
Tabla 2: *Tipos de problemas frecuentes en Bombas Centrífugas*

Máquinas	Inadecuado Ensamble	Operación Inadecuada	Sobrecalentamiento	Problemas Eléctricos
Bomba Centrífuga 1	x			x
Bomba Centrífuga 2		x		x
Bomba Centrífuga 3	x			
Bomba Centrífuga 4			x	
Bomba Centrífuga 5				x
Bomba Centrífuga 6	x			
Bomba Centrífuga 7				x
Bomba Centrífuga 8				

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con la Tabla descrita anteriormente, se ha elaborado el diagrama de Pareto a partir de los problemas frecuentes para identificar los de mayor incidencia, entre los cuales se aprecia que los problemas eléctricos y el inadecuado ensamble son los más comunes.

Figura 35: *Diagrama de Pareto para problemas Frecuentes en bombas centrífugas*



Fuente: Elaboración Propia

Se evidencia a continuación un listado con las principales causas de fallas anteriormente en el área y dentro de la industria petrolera para los equipos de control de sólidos utilizados en los diferentes servicios para campos petrolíferos:

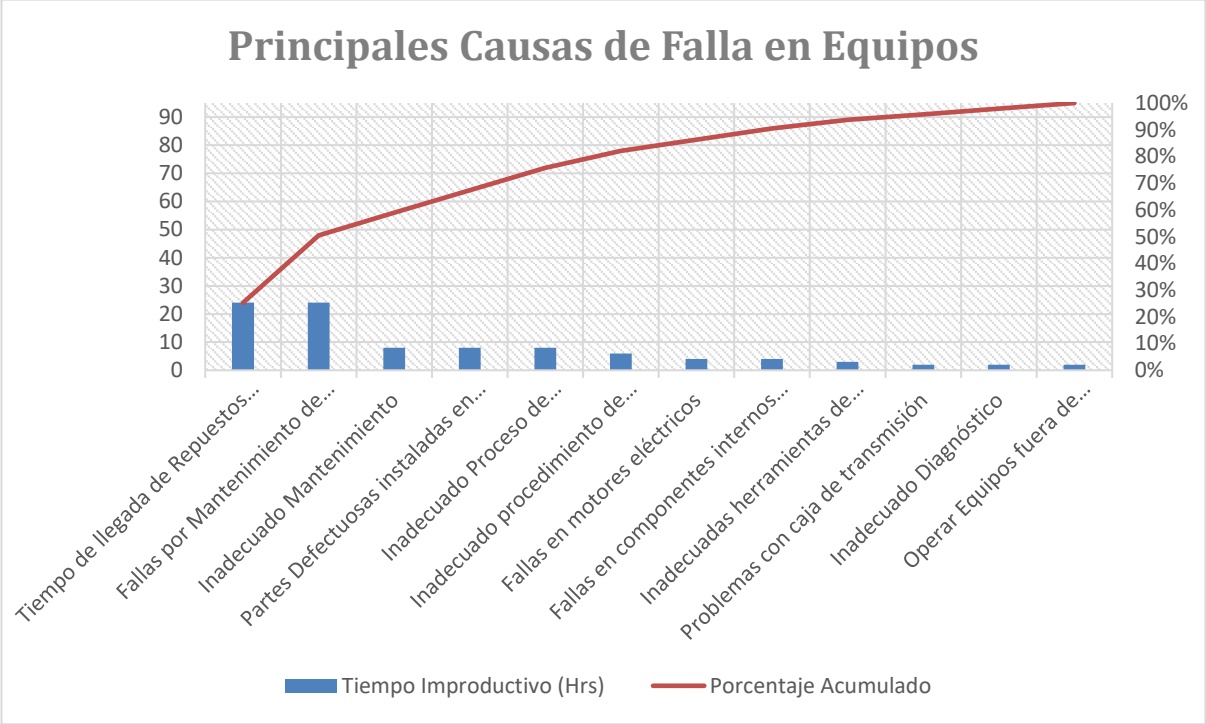
Tabla 3: *Causas de Fallas en Equipos de Control de Sólidos*

Causas	**Probabilidad**	**Tiempo Improductivo**
Fallas en motores eléctricos	Alta	4 Hrs
Problemas con caja de transmisión	Baja	2 Hrs
Inadecuado procedimiento de Operación	Alta	6 Hrs
Inadecuado Mantenimiento	Media	>8 Hrs
Partes Defectuosas instaladas en los equipos	Baja	>8 hrs
Inadecuado Proceso de Mantenimiento	Alta	>8 hrs
Tiempo de llegada de Repuestos muy altos	Alta	>24 Hrs
Inadecuadas herramientas de Mantenimiento	Alta	3 Hrs
Inadecuado Diagnóstico	Media	2 Hrs
Fallas en componentes internos de las centrífugas	Media	>4 Hrs
Operar Equipos fuera de especificaciones	Baja	>2 Hrs
Daños por Condiciones meteorológicas extremas	Baja	0 Hrs
Daños por robos y vandalismo durante el transporte de equipos hacia zonas remotas	Media	0 Hrs
Daños durante el Transporte	Media	0 Hrs
Fallas por Mantenimiento de personal no capacitado (Tercerización)	Alta	>24 Hrs

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con la tabla 3, se elaboró el diagrama de Pareto de las principales causas de Falla en Equipos de Control de Sólidos, y del cual se puede inferir que la mayor cantidad de horas perdidas de deben a los tiempos de llegada de repuestos, por la tercerización y un inadecuado mantenimiento.

Figura 36: *Pareto de Principales Causas en Fallas*



Fuente: Elaboración Propia

En cuanto al análisis, se puede señalar que, debido a la falta de un área adecuada y debidamente implementada para realizar un mantenimiento de calidad, así como a la ausencia de una estación de pruebas para verificar el correcto funcionamiento de los equipos, se presentaban fallas recurrentes por problemas eléctricos.

Esta situación se logró minimizar considerablemente tras la implementación de un área de pruebas en la Base 2 de SLB en Talara, donde se pudo realizar verificaciones eléctricas en equipos de control de sólidos, los cuales operan normalmente a voltajes de 440 voltios. Este avance fue posible gracias a la instalación de un tablero eléctrico con la capacidad adecuada para efectuar las pruebas operativas. Además, se implementó un layout en el espacio designado, incorporando mesas de trabajo, armarios y carritos de herramientas, lo que mejoró significativamente el flujo de trabajo y, en consecuencia, la calidad del mantenimiento.

5.6 APORTE DEL BACHILLER EN LA EMPRESA Y/O INSTITUCIÓN

- Se aportaron actitudes de liderazgo, trabajo en equipo, análisis de problemas, comunicación, responsabilidad, entre otras, las cuales se fortalecieron a lo largo del desarrollo de las actividades diarias.

- El cargo desempeñado en la organización como Técnico Electrónico Senior me permitió liderar un grupo de trabajo mediante el uso de técnicas de coaching. Mi interés y preocupación se reflejaron en los buenos resultados obtenidos por el área de mantenimiento hasta la fecha.

- Para satisfacer las expectativas de nuestros clientes, los trabajadores de la empresa se enfocan en actuar bajo los principios de compromiso, liderazgo y responsabilidad, que constituyen la base de nuestro sistema de gestión y se aplican en todos los niveles de la organización.

- Se incentiva al equipo técnico y de profesionales del área de mantenimiento (TLM) a realizar su labor siempre con ética, responsabilidad y puntualidad, posicionándonos como un equipo sólido y confiable dentro de la Geo-unidad (distrito geográfico de SLB conformado por Ecuador, Colombia y Perú).

- Dentro del área de mantenimiento, se han liderado las reuniones de Service Quality, donde semanalmente se exponen temas relacionados con la calidad, se actualizan procedimientos y se presentan modificaciones para la mejora de los equipos, difundiendo esta información entre el personal técnico.

- Se ha brindado soporte al equipo de operaciones en campo cuando ha sido requerido. La experiencia y conocimientos del personal técnico de mantenimiento han sido fundamentales en situaciones críticas, especialmente para evitar incurrir en Non Productive Time (NPT).

- Se han sugerido mejoras en las áreas de mantenimiento con el fin de incrementar la productividad y se han llevado a cabo auditorías periódicas de 6S para mantener los estándares de orden y eficiencia, promoviendo una cultura de mejora continua.

- Se ha trabajado en conjunto con el equipo de Reliability de la Geo-unidad para el análisis de fallas en los equipos, logrando identificar las causas raíz y desarrollar planes de acción orientados a evitar la recurrencia de dichas fallas.

CONCLUSIONES

1. El presente informe de suficiencia profesional permitió demostrar el dominio y la aplicación de los conocimientos y actitudes adquiridos en la carrera profesional de Ingeniería Industrial. Estos conocimientos sirvieron para que, a través de las estrategias de mantenimiento implementadas, se pudiera generar valor agregado en el servicio a nuestros clientes, aumentando la disponibilidad y confiabilidad de sus equipos y, a su vez, generando mayor rentabilidad en sus operaciones.

2. La experiencia en una organización transnacional de esta magnitud ha sido gratificante debido a los conocimientos adquiridos, los problemas enfrentados y las soluciones planteadas como parte del equipo técnico. Esto ha permitido continuar con la ejecución de los procedimientos estándar de trabajo en el mantenimiento de equipos, servicios y proyectos, en beneficio de la sociedad en general.

3. Se concluye que muchos de los conocimientos adquiridos por el bachiller durante sus años de estudio en la Universidad Continental están siendo aplicados en los diferentes procesos, así como en la adherencia a los estándares de calidad, seguridad y medio ambiente establecidos por la compañía SLB.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda continuar con las mejoras continuas en el área de mantenimiento, con el objetivo de seguir incrementando los indicadores de desempeño en la línea de negocio de SLB-Well Construction.

2. En cuanto a la mejora de la calidad, se sugiere mantener el trabajo constante y la implementación de mejores herramientas de diagnóstico de equipos, con el fin de seguir reduciendo el impacto de las fallas operativas en los equipos y activos de la empresa SLB.

3. Otro factor que influye en la mejora de la productividad y los indicadores de desempeño de la compañía es la capacitación del personal. Por ello, se recomienda que la empresa continúe con su plan de capacitaciones constantes, tanto en temas de seguridad ocupacional como en aspectos técnicos que contribuyan a un mejor desempeño de las capacidades de los colaboradores.

4. Se sugiere aplicar metodologías de mejora y optimización del mantenimiento a otras áreas de influencia de la compañía, con el propósito de alcanzar los objetivos organizacionales, la misión y la visión, los cuales deben estar siempre alineados con la estrategia competitiva de SLB.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Schlumberger Corporation.** Somos SLB. *Quienes somos.* [En línea] SLB, 25 de Diciembre de 2025. [Citado el: 1 de Enero de 2025.] https://www.slb.com/about/who-we-are. N/A.

2. —. Nuestra Historia. *SLB - Home.* [En línea] SLB, 23 de Diciembre de 2025. [Citado el: 22 de Noviembre de 2024.] https://www.slb.com/about/who-we-are/for-a-balanced-planet. N/A.

3. **Schlumberger Coporation.** Quienes Somos. *Nuestros Valores.* [En línea] SLB, 5 de Enero de 2024. [Citado el: 1 de Enero de 2025.] https://www.slb.com/about/who-we-are. N/A.

4. **Iberdrola.** Habilidades blandas. *El valor de las 'soft skills' (habilidades blandas) en el mercado laboral actual.* [En línea] Iberdrola, 15 de Enero de 2025. [Citado el: 3 de Febrero de 2025.] https://www.iberdrola.com/talento/habilidades-blandas#:~:text=Qu%C3%A9%20son%20las%20habilidades%20blandas,la%20vida%2C%20incluido%20el%20laboral..

5. **Casachagua Dávila, C. G.** *ropuesta de un plan de mantenimiento preventivo basado en el RCM para mejorar la disponibilidad mecánica de la excavadora CAT 336 de la empresa Ecosem Smelter S.A.* Huancayo : UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERU, 2017. N/A.

6. **Zambrano, M y Roger, E.** *Optimización del plan de mantenimiento para el sistema de bombas principales en la estación de bombeo Rubiales para la empresa Oleoducto de los Llanos S.A.* Bogotá : Fundación Universidad de América, 2021. N/A.

7. **RETAMAL, S.** *PROPUESTA DE PLAN DEMANTENIMIENTO PARA BOMBASCENTRÍFUGAS UBICADAS ENANGLO AMERICAN SUR PLANTA LASTÓRTOLAS ESTACIÓN DE REBOMBEO.* Viña del Mar : UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA, 2018. N/A.

8. **Rivero, A.** *Implementación de plan de mantenimiento en bombas centrífugas verticales para aumentar su vida útil, en proyecto de gran minería, Arequipa 2019.* Arequipa : Universidad Continental, 2020.

9. **Lévano, M. E.** *Propuesta de mejora del proceso de mantenimiento en un taller mecánico, aplicando la metodología de Mantenimiento Productivo Total para incrementar la productividad en una empresa de transporte urbano.* Lima : Universidad ESAN, 2021.

10. **Morillo León, C. A.** *Aplicación del mantenimiento autónomo para incrementar la productividad en el área de mantenimiento de máquinas herramienta de la empresa AIRTEC S.A. Callao 2018.* Lima : Universidad César Vallejo, 2018.

11. **Casachagua Dávila, C. G.** *Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo basado en el RCM para mejorar la disponibilidad mecánica de la excavadora CAT 336 de la empresa Ecosem Smelter S.A.* Huancayo : UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERU, 2017.

12. **Fernandez, H y Neyra, M.** *Gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad de las máquinas de la empresa Road Solutions E.I.R.L – 2020.* Pimentel : Universidad Señor de Sipan, 2021.

13. **Arenas, R.** *Diseño de un taller integral de mantenimiento para Well Services de Schulumberger.* Piura : Universidad de Piura, 2017.

14. **Cruzado, R.** *Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad.* Piura : Universidad de Piura, 2020.

15. **Ponce, A.** *Optimización del mantenimiento planeado en una línea de producción de bebidas carbonatadas.* Piura : Universidad de Piura, 2018.

16. **Vásquez, J.** *Implementación de la metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad a excavadoras Caterpillar 336D2L.* Piura : Universidad de Piura, 2019.

17. **Tarrillo, W.** *Implementación de un banco de pruebas para la mejora del mantenimiento correctivo de equipos hidráulicos en el área de servicios mineros de la empresa ENERGOTEC S. A. C.* Lima : Universidad Privada del Norte, 2022.

18. **Melo, Sandra.** La importancia de optimizar la gestión del mantenimiento. *DataScope.* [En línea] Data Scope, 26 de Setiembre de 2022. [Citado el: 5 de Enero de 2025.] https://datascope.io/es/blog/la-importancia-de-optimizar-la-gestion-del-mantenimiento/.

19. **Sierra, J.** La Disponibilidad. [En línea] Linked-in, 6 de Mayo de 2021. [Citado el: 6 de Enero de 2025.] https://es.linkedin.com/pulse/sobre-elindicador-disponibilidad-en-mantenimiento-sierra-porta.

20. **(RAE), Real Academia Española.** Diccionario de la Lengua Española, Vigésimo Tercera edición. [En línea] Real Academia Española, 30 de Junio de 2014. [Citado el: 6 de Enero de 2025.] https://dle.rae.es/eficiencia.

21. **Fernández-Ríos, M y Sánchez, J.** *Eficacia Organizacional: Concepto, Desarrollo y Evaluación.* Madrid : Ediciones Díaz de Santos, 1997.

22. **EUDE - Escuela Europea de Dirección y Empresa.** EUDE - Blog. *Eficiencia y eficacia: principales diferencias.* [En línea] Escuela Europea de Dirección y Empresa, 14 de Mayo de 2019. [Citado el: 7 de Enero de 2025.] https://www.eude.es/blog/eficiencia-eficacia-diferencias/.

23. **Fuster, Y.** Ingenieros de Calidad y Producción. *OEE, el indicador de productividad de las máquinas.* [En línea] iPYC.es, 2025. [Citado el: 7 de Enero de 2025.] https://ipyc.net/noticias/oee-el-indicador-de-productividad-de-las-maquinas.html#:~:text=El%20indicador%20OEE%20(Overall%20Equipment,productiva%20de%20la%20maquinaria%20industrial..

24. **Wikipedia, la enciclopedia libre.** Eficiencia general de los equipos. *Clasificación OEE.* [En línea] Wikipedia, 6 de Agosto de 2014. [Citado el: 11 de Enero de 2025.] https://es.wikipedia.org/wiki/Eficiencia_general_de_los_equipos.

25. **ENGEMAN.** ¿Qué es confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad en la gestión del mantenimiento? [En línea] ENGEMAN, 13 de Octubre de 2021. [Citado el: 17 de Octubre de 2022.] https://blog.engeman.com/es/que-es-confiabilidad-disponibilidad-y-mantenibilidad/#que-es-la-confiabilidad. N/A.

26. **INFRASPEAK.** Infraspeak Blog. *¿Qué es el MTBF y cómo calcularlo? (MTBF vs MTTR).* [En línea] INFRASPEAK, 15 de Mayo de 2023. [Citado el: 11 de Enero de 2025.] https://blog.infraspeak.com/es/que-es-mtbf/.

27. **García, H.** SCRIBD. *Indicadores de Mantenimiento.* [En línea] SCRIBD, 30 de Julio de 2021. [Citado el: 11 de Enero de 2025.] https://es.scribd.com/document/518067299/Indicadores-de-mantenimiento.

28. **emaint, A Fluke Reliability Brand.** Cálculo de MTBF, MTTF, MTTR: Guía y fórmulas de la métrica de fallos. *El papel del MTBF, MTTF y MTTR en las métricas de rendimiento del mantenimiento.* [En línea] emaint, 12 de Noviembre de 2021. [Citado el: 11 de Enero de 2025.] https://www.emaint.com/es/mtbf-mttf-mttr-maintenance-kpis/.

29. **Economipedia, Sevilla, A. y Peiro, A.** Economipedia. *Productividad: Qué es, fórmula, factores y ejemplo.* [En línea] Economipedia, 23 de Enero de 2024. [Citado el: 11 de Enero de 2025.] https://economipedia.com/definiciones/productividad.html.

30. **MUNDObytes.** Calidad del Mantenimiento: Concepto, Principios, Etapas y Más. [En línea] 19 de Junio de 2021. https://mundobytes.com/calidad-del-mantenimiento/.

31. **ICSI - Instituto para una cultura de seguridad industrial.** ¿Qué es la cultura de seguridad? [En línea] ICSI, 1 de Enero de 2017. [Citado el: 12 de Enero de 2025.] https://www.icsi-eu.org/es/revista/cultura-seguridad-definicion#:~:text=cultura%20de%20seguridad-,La%20cultura%20de%20seguridad%20refleja%20la%20influencia%20que%20la%20cultura,otras%20metas%20de%20la%20organizaci%C3%B3n..

32. **Structuralia.** Structuralia Blog. *Herramientas para optimizar los proyectos de ingeniería industrial.* [En línea] Structuralia, 21 de Marzo de 2020. [Citado el: 14 de Enero de 2025.] https://blog.structuralia.com/herramientas-para-optimizar-los-proyectos-de-ingenieria-industrial.

33. **Aula 21.** Centro de Formación Técnica para la Industria. *Qué es el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM).* [En línea] Aula 21, 15 de Enero de 2024. [Citado el: 3 de Abril de 2025.] https://www.cursosaula21.com/que-es-el-mantenimiento-centrado-en-la-confiabilidad-rcm/.

34. **Clientify.** Recolección de datos: métodos, técnicas e instrumentos. [En línea] Camilo Cochachin, 21 de Junio de 2024. [Citado el: 14 de Enero de 2025.] https://clientify.com/blog/marketing/recoleccion-de-datos-metodos-tecnicas-e-instrumentos.

35. **Linked-in.** ¿Cuáles son las mejores técnicas de análisis de datos para reducir los residuos y defectos de fabricación? [En línea] Linked-in. [Citado el: 14 de Enero de 2025.] https://www.linkedin.com/advice/1/what-some-key-data-analysis-techniques-industrial?lang=es&originalSubdomain=es.

36. **Peralta, Rafael.** *Eficiencia, Eficacia y Productividad.* Cabudare : Universidad Fermin Toro, 2016.

37. **Baca, Herbert Vílches.** *OEE Overall Equipment Effectiveness.* Lima : Universidad Continental, 2022.

38. **Porter, Michael E.** *The Competitive Advantage of Nations. Free Press.*

39. **Fernandez Heredia, Blanca Lizeth y Neyra Nieto, Maria Zaratine.** *Gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad de las máquinas de la empresa Road Solutions E.I.R.L – 2020 [Tesis de licenciatura, Universidad Señor de Sipán].* Repositorio institucional, s.l. : 2021.

40. **Muñoz, Wilfredo Raúl Gamarra.** *Implementación de un banco de pruebas para la mejora del mantenimiento correctivo de equipos hidráulicos en el área de servicios mineros de la empresa ENERGOTEC S.A.C. [Tesis de Maestria, Universidad Privada del Norte].* Repositorio institucional UPN, s.l. : 2022.

41. **Española, Real Academia.** *Diccionario de la lengua española (22.ª ed.). Madrid: Espasa Calpe.*

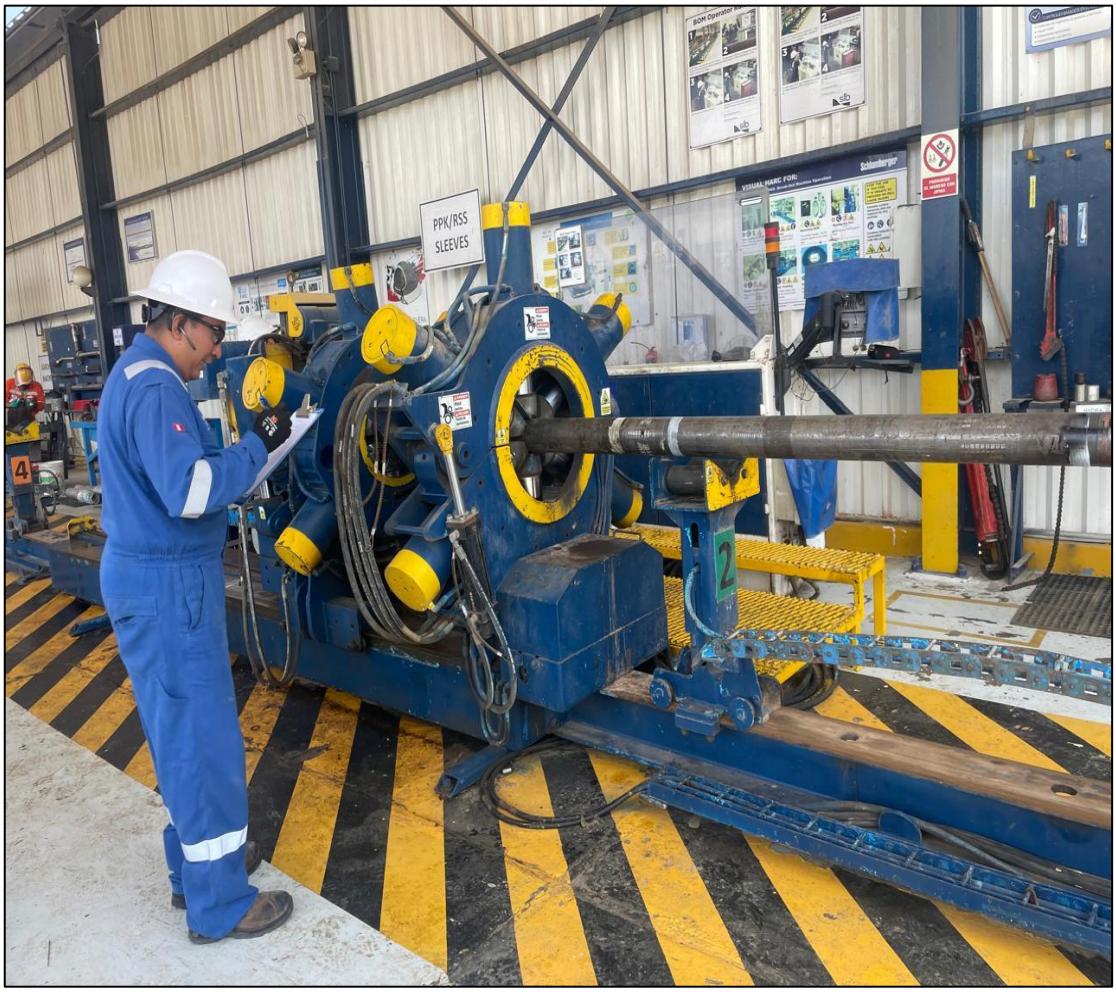
42. **Fernández-Ríos, M., & Sánchez, J. C.** *Organización y productividad: Fundamentos psicológicos y organizacionales de la productividad en el trabajo. Madrid: Ediciones Pirámide.*

ANEXOS

ANEXO 1: Mantenimiento de Equipos de Perforación

Proceso de ensamblado de una herramienta: Receiver PD475

ANEXO 2: Aseguramiento de Calidad en los activos de la compañía



Haciendo un check list pre-operacional a una Break Out Machine

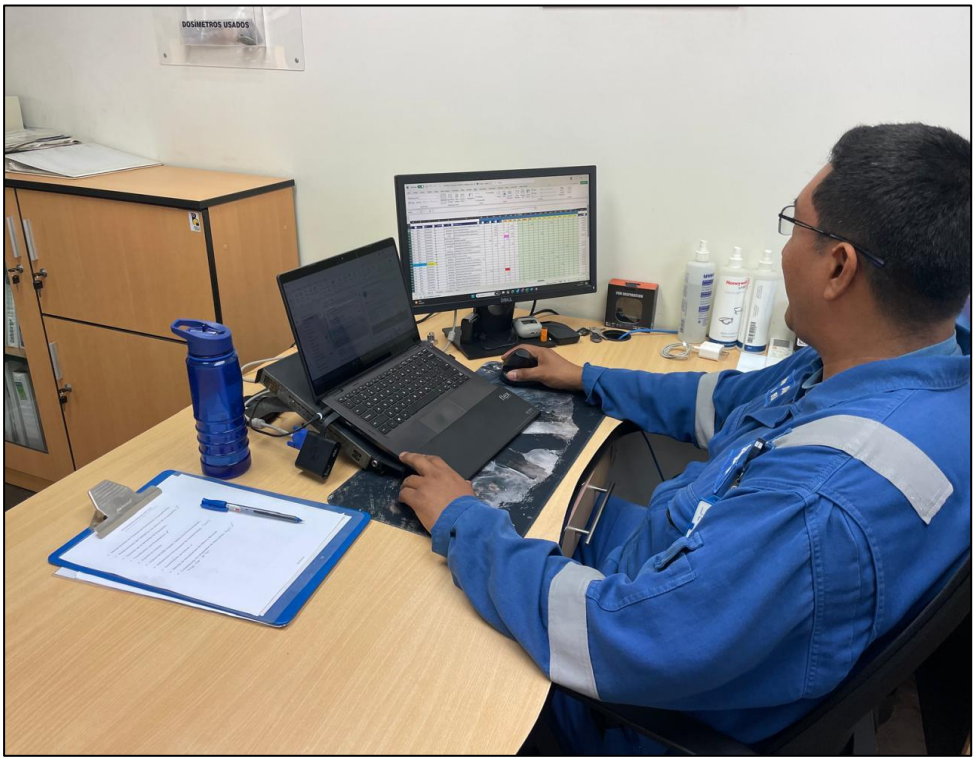
ANEXO 3: Coordinación con Proveedores

Revisando el listado de herramientas a inspeccionar con la empresa SAIS

ANEXO 4: Adherencia a los procesos de mantenimiento

Realizando el servicio a una herramienta electrónica de PowerDrive bajo el procedimiento Estándar de Trabajo – SWI

ANEXO 5: Manejo de Herramientas de Office y Microsoft



Bachiller realizando el uso de herramientas de Microsoft en su laptop corporativa en las instalaciones de SLB – Talara.

ANEXO 6: Crosstraining con empleados de otros países

Empleado de GyroData, mostrando el proceso de diagnóstico a la herramienta: North seeking Gyro

ANEXO 7: Auditoría de 6S para el área de TLM – SLB, incluyendo una "S" adicional de Seguridad

La sexta S que se adiciona, tiene que ver con la prevención de accidentes: concientización sobre todas las actividades para identificar y eliminar los peligros para lograr un lugar de trabajo libre de accidentes y lesiones.

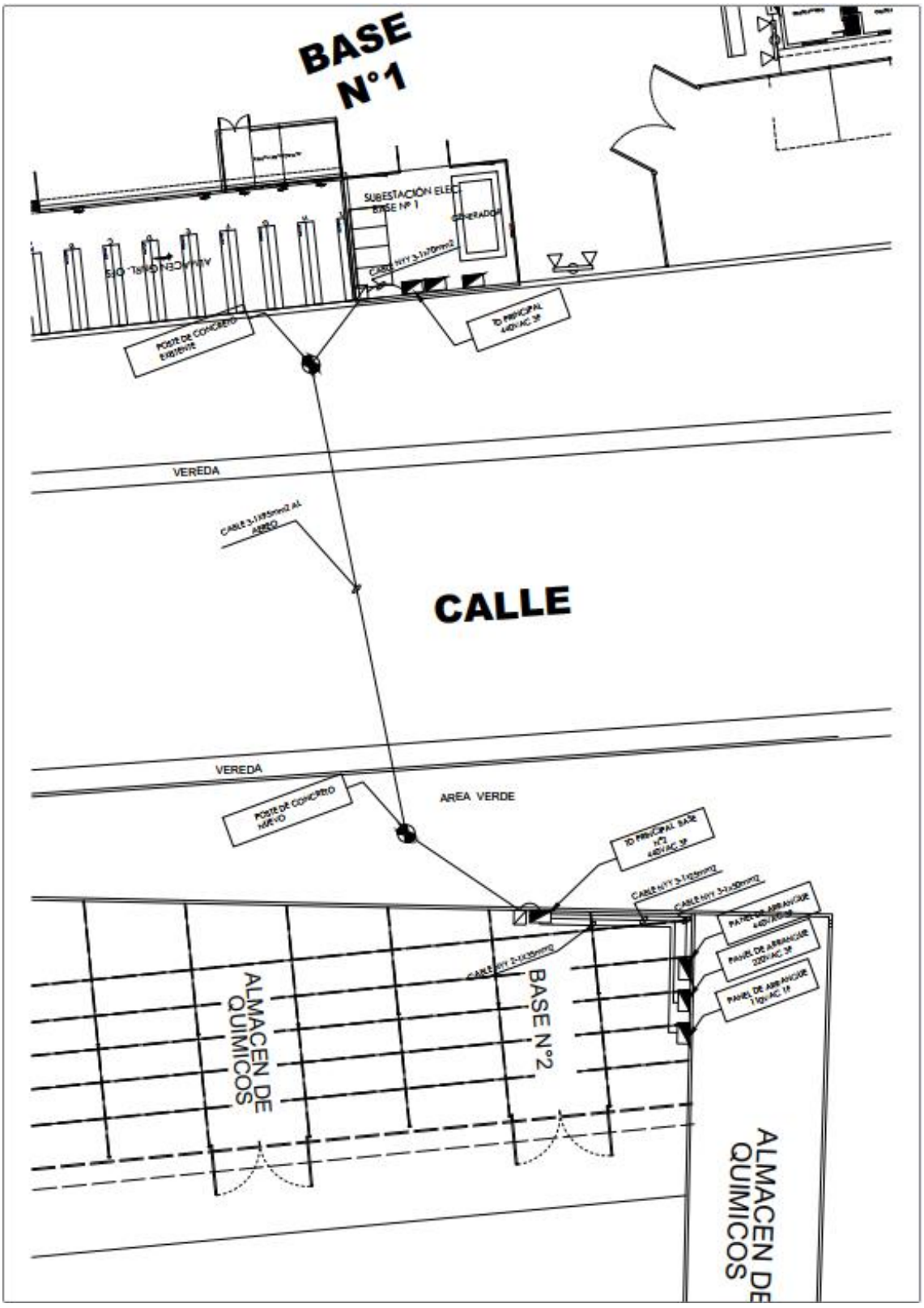
ANEXO 8: Aplicaciones de 5S en las cajas de herramientas

Se aprecia la organización de una caja de herramientas mediante la metodología de 6S aplicando Lean, en donde se puede visualizar el “Antes” y el “Después”

ANEXO 9: Aplicaciones de 5S en las áreas de Mantenimiento

Se visualiza la organización del área de trabajo para el mantenimiento de equipos luego de implementar 6S y eliminar los desperdicios.

ANEXO 10: Layout área de Pruebas para Equipos de Control de Sólidos – SLB-Talara



Croquis o plano de distribución de las acometidas instaladas para contar con suministro eléctrico de 440 VAC en área de pruebas para equipos de Control de Sólidos en la Base 2 de SLB, Talara.

ANEXO 11: Implementación de Mesas de Trabajo en estaciones de mantenimiento

Mesas de trabajo implementadas en las áreas de mantenimiento con la distribución de las herramientas necesarias con la técnica “Poka Yoke” de LEAN Six Sigma

ANEXO 12: Metodología de las 5S en cajas de herramientas

En la imagen superior se puede apreciar una caja de Herramientas desordenada, antes de la implementación de la metodología 5S, mientras en la segunda, vemos una caja de herramientas mejor organizada luego de aplicar las 5S

ANEXO 13: Diagrama Eléctrico Tableros Eléctricos de 440/220/110 VAC

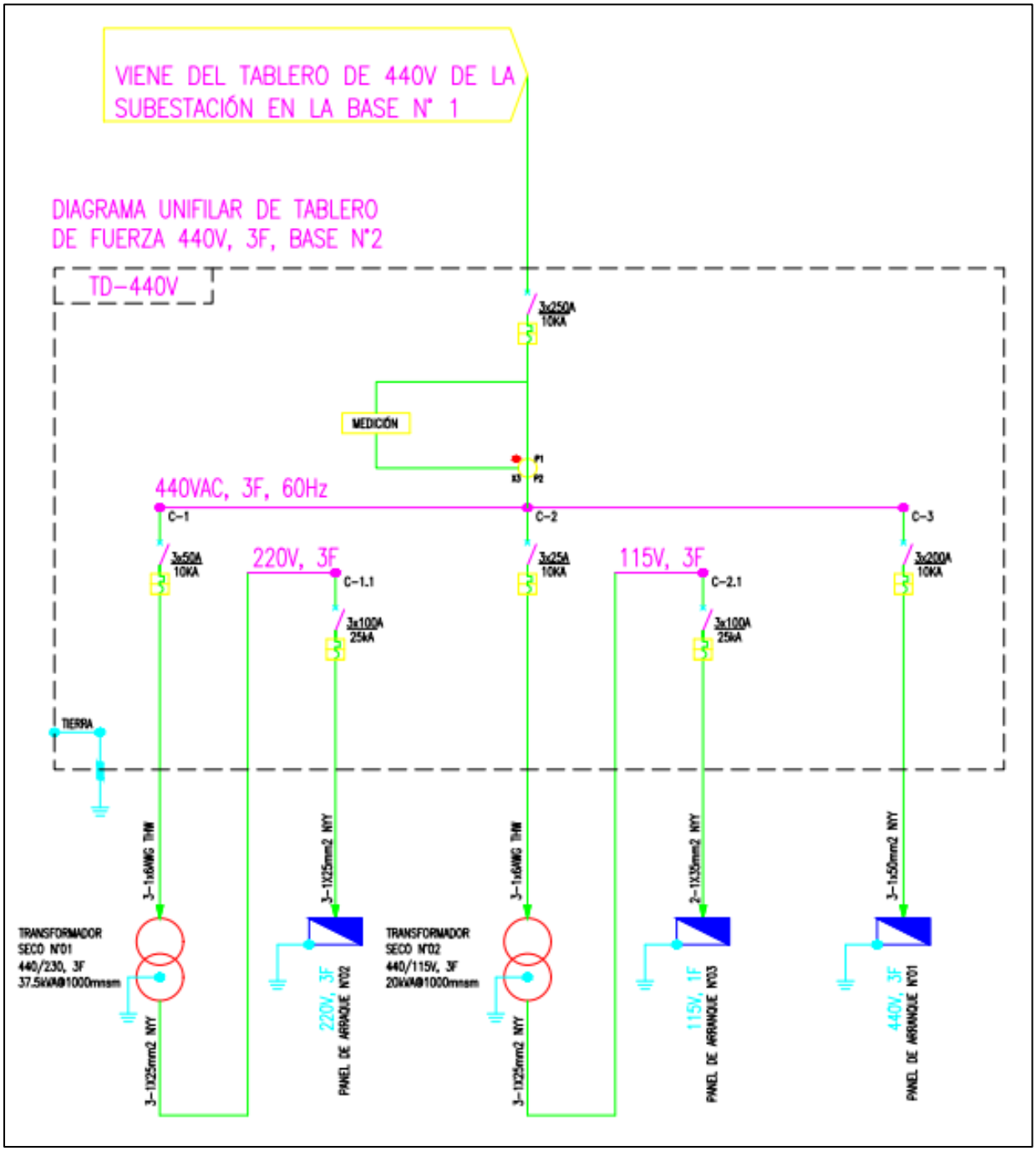


Diagrama eléctrico de las acometidas instaladas para implementar el área de pruebas para equipos de Control de Sólidos, con la distribución eléctrica para 440 / 220 y 110 VAC

ANEXO 14: Carta de Autorización para uso de información de la Empresa

AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA

Fecha: 28 de Marzo de 2025

Estimado Iván Ernesto Alcedo Bejarano:

Por la presente, yo, Jorge Luis León Guerrero, identificado con DNI Nro. 42970025, actuando en mi calidad de Supervisor de Mantenimiento del área de Well Construction (WEC-TLM) de la empresa Schlumberger del Perú S.A, con RUC Nro. 20329973256 ubicado en Zona Industrial S/N, Talara Alta – Paríñas, autorizo formalmente el uso de los datos e información proporcionados por nuestra empresa para el propósito específico del desarrollo del Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el título profesional de Ingeniero en la **Universidad Continental – Perú.**

Los datos compartidos incluyen:

- Información general de la empresa
- Información que realiza el departamento de Mantenimiento (TLM)
- Información de indicadores de desempeño y métricas
- Otra información relacionada a procesos y controles de calidad

Entendemos que estos datos serán utilizados únicamente para el fin mencionado y serán manejados de acuerdo con las normativas legales vigentes sobre privacidad y protección de datos personales. Nos comprometemos a colaborar en caso de que se requiera alguna información adicional durante el desarrollo de la investigación.

Asimismo, confiamos en que se respetará la confidencialidad de la información proporcionada y que, una vez concluida la investigación, los datos no serán utilizados para otros fines sin nuestro consentimiento previo por escrito.

Firmo esta carta en representación de la empresa, autorizando el uso de nuestros datos según lo especificado.

Sin más, agradecemos su interés y estamos a disposición para cualquier consulta adicional.

Atentamente,

Jorge Leon Guerrero
WC TLM Supervisor - Perú

Firma
Jorge Luis León Guerrero
Maintenance Supervisor
SLB WEC-TLM
+51 995879552
Jleon18@slb.com

SLB-Private

Carta de autorización de uso de información de la Empresa, firmada por el Supervisor de Mantenimiento del área de Well Construction de SLB en la ciudad de Talara.