



**Diseñar y presentar la propuesta de un programa de mantenimiento para la empresa M.B.
Well Services S.A.S.**

Cristihan Fernando Páez Fonce
Johann Sneyder Quintero Zapata

Trabajo de grado para optar al título de Ingenieros Industriales

Asesor
María Elena Bedoya, Especialista en Gerencia de Marketing.
Asesor interno

**Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Industrial
Medellín
2023**

Cita	(Páez Cristihan & Quintero Johann, 2023)
Referencia	Páez Fonce, C.F & Quintero Zapata, J.S . <i>Diseñar y presentar la propuesta de un programa de mantenimiento para la empresa M.B. Well Services S.A.S, 2023</i> [Práctica Social]. Universidad de Antioquia, Medellín
Estilo APA 7 (2020)	



Jefe del Departamento de Ingeniería Industrial: Mario Alberto Gaviria Giraldo

Asesor externo: Luz Elena Cuitiva Guevara

Asesor interno: María Elena Bedoya



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano/ Director: Julio César Saldarriaga.

Jefe departamento: Mario Alberto Gaviria Giraldo.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

Querida esposa e hijo,

Con gran satisfacción les dedico este trabajo de grado, que son la muestra de un arduo trabajo, dedicación y perseverancia, ustedes han sido el motor que ha permitido recorrer este camino durante los últimos 6 años, me han ayudado a superar los obstáculos y dificultades que se han presentado, para así poder decir hoy, lo logré, alcancé la meta.

¡Gracias!

Agradecimientos

En este momento tan importante, quiero expresar mis más sinceros agradecimientos a la empresa M.B. Well Services por abrirnos las puertas y permitirnos llevar a cabo nuestra práctica social en sus instalaciones. Su apoyo incondicional y ayuda constante fueron fundamentales para nuestro crecimiento y desarrollo profesional.

Agradezco a los profesores por su dedicación y por compartir sus vastos conocimientos con nosotros a lo largo de todo este proceso académico. Sus enseñanzas han sido un pilar fundamental en nuestra formación.

También quiero agradecer a nuestros asesores, cuya paciencia y guía nos han orientado en cada paso de este proyecto. Sus comentarios constructivos nos han permitido mejorar y fortalecer nuestras ideas, brindándonos un enfoque más completo y enriquecedor.

A mi compañero de trabajo, Johann, quiero agradecerle por estar siempre presente y alentarme a seguir adelante. Tu apoyo incondicional ha sido fundamental para alcanzar nuestros objetivos y superar los obstáculos que se nos presentaron en el camino.

Y no puedo olvidar mencionar a mis compañeras de estudio, Erika y Viviana. Su colaboración y trabajo en equipo han sido invaluableles en el desarrollo de esta carrera. Juntos hemos superado retos y hemos compartido conocimientos, creando un ambiente de apoyo, que ha enriquecido nuestra experiencia académica.

A cada uno de ustedes, les agradezco de corazón por su contribución y por ser parte valiosa de este proyecto. Su presencia y apoyo han dejado una huella indeleble en mi vida y en mi crecimiento profesional.

Mis más sinceros agradecimientos a cada uno de ustedes.

Cristihan Fernando Páez Fonce

Dedicatoria

Querida esposa,

Hoy celebro contigo la culminación de mi trabajo de grado. Tu apoyo y aliento constante han sido mi fuerza motriz.

Gracias por creer en mí y ser mi compañera incansable. Juntos hemos superado obstáculos y hoy compartimos la alegría de este logro. Te amo más de lo que las palabras pueden expresar. Eres mi inspiración y mi mayor bendición.

¡Celebremos juntos este hito en nuestro camino!

Querida madre,

En este día especial, quiero agradecerte por tu amor incondicional y apoyo inquebrantable. Tu dedicación y sacrificio han sido la base de mi éxito. Siempre me has impulsado a dar lo mejor de mí y creer en mis capacidades. Gracias por ser mi guía y por ser mi ejemplo a seguir. Te amo con todo mi corazón y este logro también es tuyo.

Agradecimientos

Quiero agradecer de corazón a María Elena Bedoya por su guía y asesoría invaluable en este trabajo de grado. Su dedicación y conocimiento han sido fundamentales para el éxito de este proyecto.

Agradezco a Luz Elena Cuitiva Guevara por su valioso aporte como asesora externa. Su perspectiva y experiencia enriquecieron la realización del proyecto de manera significativa.

A Cristihan Fernando Páez Fonce, mi compañero de proyecto y futuro ingeniero, le agradezco su colaboración y compromiso durante todo el proceso. Su trabajo en equipo fue fundamental para alcanzar nuestros objetivos.

A Erika Castro y Viviana Ortiz, quiero expresar mi gratitud por su apoyo y compañía a lo largo de esta aventura de pregrado. Su amistad y aliento fueron un pilar importante para superar los desafíos.

A cada uno de ustedes, mi más sincero agradecimiento por su contribución invaluable. Sin su ayuda y respaldo, este logro no habría sido posible.

Johann Sneyder Quintero Zapata

Tabla de contenido

Resumen	10
Abstract	11
1. Introducción	12
1.1 Alcance.	13
1.2 Limitaciones.	13
2. Planteamiento del problema.	15
3. Objetivos	16
3.1 Objetivo general.	16
3.2 Objetivos específicos	16
4. Marco teórico.	17
4.1. Antecedentes Teóricos y Prácticos	18
4.2 Herramientas	19
5. Metodología	23
5.1 Fase 1: Sensibilización y Difusión del proyecto	23
5.1.1 Presentación de la empresa	25
5.1.2 Valores Corporativos	25
5.1.3 Organigrama.	26
5.2 Fase 2: Diagnóstico situación actual	26
5.2.1 Diagnóstico Inicial	27
5.2.1.1 Evidencia del levantamiento de la información	28
5.2.2 Análisis de la problemática	35
5.3 Fase 3: Documentación del proceso	41
5.3.1 Programa de mantenimiento de equipos y máquinas de la empresa M.B. Well Services S.A.S., código WELL-PRO-0085 (M.B. Well Services S.A.S., 2023).	42

5.3.1.1 Procedimiento de Mantenimiento.	42
5.3.1.2 Programa de Mantenimiento Preventivo.	44
5.3.1.3 Programa de Mantenimiento Correctivo.	45
5.3.1.4 Mantenimiento de Maquinaria.	47
5.3.1.5. Responsables y Obligaciones.	48
5.3.1.6 Normas de Seguridad.	49
5.4 Fase 4: Elaboración de fichas de mantenimiento por máquina	52
5.4.1 Plan de Mantenimiento Preventivo Torres de Iluminación	53
5.4.2 Plan de mantenimiento preventivo Generadores DE 33KVA, con motor de la marca FAW modelo 4DW91-38D, alternador AGG KI184FS LIKE STAMFORD	53
5.4.3 Plan de Mantenimiento Preventivo Generador de 250 Kva Modelo SD-200	54
5.4.4 Plan de Mantenimiento Preventivo Generador de 125 y 250 Kva	54
5.5 Fase 5: Elaboración de fichas de seguimiento	54
5.6 Fase 6: Manual de usuario para el diligenciamiento de los formatos	55
5.7 Fase 7: Control de la documentación	56
6. Resultados	58
7. Análisis de los resultados	59
8 Conclusiones	61
9. Recomendaciones	63
Referencias	64
Glosario.	66
Anexos	68

Lista de tablas

Tabla 1 <i>Levantamiento de Inventario inicial de la empresa</i>	38
Tabla 2 <i>Inventario Inicial Aplicando el nuevo sistema de codificación propuesto</i>	40
Tabla 3 <i>Control de Cambios</i>	51

Lista de figuras

Figura 1 <i>Socialización con la empresa parte 1</i>	23
Figura 2 <i>Socialización con la empresa parte 2</i>	23
Figura 3 <i>Socialización con la empresa parte 3</i>	24
Figura 4 <i>Socialización con la empresa parte 4</i>	24
Figura 5 <i>Organigrama</i>	26
Figura 6 <i>Realización de encuesta por parte de los colaboradores parte 1</i>	28
Figura 7 <i>Realización de encuesta por parte de los colaboradores parte 2</i>	29
Figura 8 <i>Encuesta parte 1</i>	30
Figura 9 <i>Encuesta parte 2</i>	31
Figura 10 <i>Encuesta parte 3</i>	32
Figura 11 <i>Encuesta Parte 4</i>	33
Figura 12 <i>Evidencia de formatos de mantenimiento.</i>	34
Figura 13 <i>Evidencia del inventario actual de la empresa M.B. Well Services</i>	35
Figura 14 <i>Diagrama de Ishikawa</i>	36
Figura 15 <i>Propuesta de codificación para la empresa M.B. WELL SERVICES</i>	39
Figura 16 <i>Diagrama del procedimiento del mantenimiento</i>	43
Figura 17 <i>Diagrama del proceso del mantenimiento correctivo</i>	46
Figura 18 <i>Inventario</i>	47

Siglas, acrónimos y abreviaturas

APA	American Psychological Association
Cms.	Centímetros
ERIC	Education Resources Information Center
Esp.	Especialista
MP	Magistrado Ponente
MSc	Magister Scientiae
Párr.	Párrafo
PhD	Philosophiae Doctor
PBQ-SF	Personality Belief Questionnaire Short Form
PostDoc	PostDoctor
UdeA	Universidad de Antioquia

Resumen

M.B. Well Services es una pequeña empresa que presta servicios de alquiler de maquinaria a contratistas de la industria petroquímica de Ecopetrol. Para garantizar un servicio de alta calidad y sin dificultades operativas, el mantenimiento es esencial para el buen funcionamiento y la prolongación de la vida útil de sus equipos. En este proyecto de práctica social, se realiza un análisis del programa de mantenimiento de la empresa con el fin de proponer oportunidades de mejora, permitiéndole a M.B. Well Services tener una buena planificación de mantenimiento, mayor disponibilidad de sus equipos y, en última instancia, aumentar la satisfacción del cliente. Los objetivos del proyecto incluyen diseñar y presentar una propuesta de programa de mantenimiento, realizar un diagnóstico inicial y recolectar información del proceso de servicio, realizar un inventario de las máquinas, diseñar la codificación e identificación de las máquinas, definir actividades y tareas, describir y documentar el proceso, crear un plan de mantenimiento preventivo para cada tipo de máquina, diseñar fichas de seguimiento de mantenimiento para cada máquina, crear manuales de usuario para cada formato utilizado en el proceso, crear una carpeta para cada máquina para mantener su historial y realizar entrenamiento y sensibilización para resaltar los beneficios de las actividades implementadas. El proyecto sigue una metodología que incluye siete fases: sensibilización y difusión del proyecto, diagnóstico de la situación actual, documentación del proceso, elaboración de fichas de mantenimiento por máquina, elaboración de fichas de seguimiento, manual de usuario para el diligenciamiento de los formatos y control de la documentación.

Palabras clave: empresa, mantenimiento, maquinaria, programación, mejora, satisfacción del cliente, metodología.

Abstract

M.B. Well Services is a small company that provides machinery rental services to contractors working for Ecopetrol in the petrochemical industry. To ensure high-quality and trouble-free service, maintenance is essential for the proper functioning and extended lifespan of their equipment. In this social practice project, an analysis of the company's maintenance program is conducted to propose opportunities for improvement, enabling M.B. Well Services to have a good maintenance planning, greater availability of its equipment, and ultimately increase customer satisfaction. The objectives of the project include designing and presenting a maintenance program proposal for the company, conducting an initial diagnosis and information collection of the service process, conducting an inventory of the machines, designing machine coding and identification, defining activities and tasks that make up the different processes of the operation, describing and documenting the process, creating a preventive maintenance plan for each machine, designing maintenance follow-up records for each machine, creating user manuals for each format used in the process, creating a folder for each machine to keep its history, conducting training and awareness-raising to highlight the benefits of the implemented activities. The project follows a methodology that includes seven phases: Sensitization and Project Dissemination, Current Situation Diagnosis, Process Documentation, Maintenance Record Creation by Machine, Follow-Up Record Creation, User Manual for Format Filling, and Document Control.

Keywords: company, maintenance, machinery, scheduling, improvement, customer satisfaction, methodology.

1. Introducción

En el mundo empresarial, el mantenimiento es una actividad fundamental que se ha convertido en una disciplina especializada dentro de la gestión empresarial. La razón de ello es que el mantenimiento permite garantizar el correcto funcionamiento de los equipos, aumentos en la productividad, disminución en los costos operativos de las empresas y prolongación de la vida útil de los equipos.

En este contexto, la empresa M.B. Well Services, dedicada al alquiler de maquinaria para la industria petroquímica, se enfrenta al desafío de brindar a sus clientes un servicio de calidad sin dificultades operativas. Para lograr esto, el mantenimiento de sus equipos es esencial. La empresa debe garantizar la tranquilidad de sus clientes en la prestación de sus servicios, mediante un buen funcionamiento y prolongación de la vida útil de sus equipos.

Con el objetivo de mejorar la planificación del mantenimiento de los equipos de M.B. Well Services, en este trabajo se llevará a cabo un programa de mantenimiento que permita tener una mayor disponibilidad de estos y, por ende, un aumento en la satisfacción de sus clientes.

Para lograr este objetivo, se llevará a cabo un diagnóstico inicial y se recolectará la información del proceso de servicio social. También se realizará un inventario de las máquinas que cuenta la empresa, se diseñará la codificación e identificación de las máquinas, creando un listado de ellas en Excel, y se definirán las actividades y tareas que conforman los diferentes procesos de la operación y las diferentes relaciones entre ellas.

Además, se describirá y documentará el proceso, identificando las actividades y recursos utilizados en él. Se crearán planes de mantenimiento preventivo para cada tipo de máquina, fichas de seguimiento de mantenimiento preventivo y correctivo para cada máquina, y se elaborarán manuales de usuario para cada uno de los formatos que se diligencian en el proceso.

Finalmente, se creará una carpeta por cada máquina para llevar el historial o trazabilidad de ella y se realizará un entrenamiento y formación que permita sensibilizar a las personas sobre los beneficios que se obtendrán al realizar las actividades diarias implementadas.

Para llevar a cabo este programa de mantenimiento, se utilizará una metodología dividida en siete fases: Sensibilización y Difusión del proyecto, Diagnóstico de la situación actual, Documentación del proceso, Elaboración de fichas de mantenimiento por máquina, Elaboración de fichas de seguimiento, Manual de usuario para el diligenciamiento de los formatos y Control de la documentación.

En resumen, este trabajo tiene como objetivo diseñar y presentar la propuesta de un programa de mantenimiento para la empresa M.B. Well Services S.A.S., que permita garantizar el correcto funcionamiento de sus equipos, aumentar la productividad, disminuir los costos operativos y prolongar la vida útil de los mismos, con el fin de brindar un servicio de calidad y sin dificultades operativas a sus clientes.

1.1 Alcance.

El alcance del proyecto se establece a realizar un diagnóstico inicial de la forma que se realiza el mantenimiento de las maquinas en la empresa MB Well Services SAS.

Definir actividades y tareas que conforman los diferentes procesos de la operación y las diferentes relaciones entre ellas.

Crear plan de mantenimiento preventivo para cada tipo de máquina

Diseñar los formatos a utilizar con base en la información recolectada, estandarizando cada subproceso.

1.2 Limitaciones.

Las principales limitaciones que tiene la ejecución del proyecto son:

El desarrollo de este proyecto se enfoca en la presentación de una mejora al programa de mantenimiento de la empresa M.B. Well Services, su posterior implementación y los recursos necesarios para su desarrollo dependerá de la disposición de la empresa para realizarlo.

La empresa no cuenta con software especializado para llevar la gestión de información de manera digital.

Si en la realización del programa de mantenimientos, se emplean recursos tecnológicos, se desconoce la capacidad del personal en el manejo de herramientas tecnológicas para administrar bases de datos o software especializados, y la capacidad de la empresa para adquirir las licencias o equipos necesarios para su implementación.

La disposición del personal y de la empresa para facilitar la recolección y el acceso de la información histórica y necesaria para el diseño de la propuesta del programa de mantenimiento

Suponer que es posible obtener todos los manuales de uso de los equipos, los cuales son indispensables para la elaboración de los planes de mantenimiento preventivos de cada equipo.

2. Planteamiento del problema.

La empresa **M.B. Well Services** actualmente posee problemas en su programa de mantenimiento, estas son propias de una empresa que lleva poco tiempo en el mercado, sin embargo, estos problemas, si no, se les da, la debida atención a tiempo, pueden desencadenar en otros aún mayores, y tener incumplimientos con sus clientes en la prestación de sus servicios.

Al realizar un diagnóstico inicial de la empresa se encuentran falencias tales como:

- Falta un programa de mantenimiento que no se lleva a cabo plenamente.
- Existe desconocimiento por parte de los colaboradores del proceso de mantenimiento
- Hay ausencia de hojas de vida y fichas técnicas para los Equipos.
- Hay una ausencia de una planeación clara de todas las actividades de mantenimiento que requieren sus equipos.
- Llevan un formato de registro de mantenimiento, sin ninguna trazabilidad.
- Los técnicos de mantenimiento (operadores well services) al realizar los registros de mantenimiento en muchas ocasiones no lo diligencian completamente.

Esto hace que el objetivo del desarrollo de este proyecto se centré en la necesidad de dar una mejor gestión al proceso de mantenimiento que tiene la compañía, creando un plan de mantenimiento preventivo, que se ejecute, y que la empresa pueda aumentar los beneficios de la prestación de sus servicios.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general.

- Diseñar y presentar la propuesta de un programa de mantenimiento para la empresa M.B. Well Services S.A.S.

3.2 Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico inicial y recolectar la información del proceso de servicio social.
- Realizar inventario de las máquinas con que cuenta la empresa MB Well Services SAS.
- Diseñar la codificación e identificación de las máquinas creando un listado de estas en Excel
- Definir actividades y tareas que conforman los diferentes procesos de la operación y las diferentes relaciones entre ellas.
- Describir y documentar el proceso identificando las actividades y recursos utilizados en este.
- Crear plan de mantenimiento preventivo para cada tipo de máquina
- Diseñar las fichas de seguimiento de mantenimiento preventivo y correctivo para cada máquina.
- Realizar el manual de usuario de cada uno de los formatos que se diligencian en el proceso.
- Crear una carpeta por cada máquina para llevar el historial o trazabilidad de esta.
- Realizar un entrenamiento y formación que permita sensibilizar a las personas sobre los beneficios que se obtendrán al realizar las actividades diarias implementadas.

4. Marco teórico.

Dentro de una organización una de sus funciones críticas o más importantes es la encargada del mantenimiento, esto obedece a esta función es la responsable de garantizar el correcto funcionamiento de los distintos equipos, maquinaria y en caso de aplicar a los sistemas. Al realizar de manera correcta la gestión de este proceso, permite a las empresas tal como lo indica (Pérez Rondón, 2021, pág. 61) “En cuanto al mantenimiento industrial, su composición e información hay que enfocarse en la constante búsqueda de los siguientes objetivos que son importantes: Optimizar la disponibilidad de los equipos productivos. Disminuir los costos de mantenimiento. Optimizar los recursos humanos. Maximizar la vida útil de la maquinaria.”

A menudo consideramos que la buena gestión de un mantenimiento se limita exclusivamente a los equipos, pero no tenemos en consideración los elementos adjuntos que estos tienen, entre ellos podemos destacar el talento humano y la competitividad de la empresa, en el caso del talento humano podemos evidenciar que una buena gestión del mantenimiento contribuye a garantizar la seguridad y protección de los colaboradores, dado a que un equipo en un estado deplorable puede ocasionar un accidente el cual puede concluir en un final trágico, un ejemplo de ello es el dado por la Agencia de Seguridad Vial, la cual reportó para el 2022 la cifra tan solo para Antioquia de 1014 fallecidos por accidentes de tránsito donde un 40 a un 50% están sujetos a falta de mantenimiento o revisión técnica de los vehículos ya sean automóviles o motos (Agencia Nacional de Seguridad Vial, 2022), lo cual también con lleva un efecto en el medio ambiente, a un equipo no estar en constante proceso de mantenimiento, los indicadores tóxicos de este pueden ser superiores a los permitidos, por tanto la empresa se expone a sanciones; por otro lado una empresa con una buena gestión de mantenimientos posee dentro de su sector una ventaja competitiva dándole al oportunidad de obtener más y mejores clientes (Guevara, 2020).

4.1. Antecedentes Teóricos y Prácticos

La realización del mantenimiento de los equipos dentro de una organización es de vital importancia dado a son estas herramientas según la actividad económica de la empresa, el eje central de la misma. Dentro de las distintas importancias que se tienen del porqué realizar un mantenimiento a los equipos de la máquina, se puede destacar “realizar el respectivo y adecuado mantenimiento, lo cual ayudará a reducir los costos de operación y aumentar el retorno de la inversión” (JELPIT, 2021).

Esto nos dice una verdad que no se puede negar, considerando que la empresa **M.B. Well Services**, la cual consiste básicamente en el alquiler de maquinaria para la industria petroquímica, lo cual exige un control más estricto a todos los procesos y subprocesos que estén ligado a los mantenimientos de los equipos, ya que “con un correcto mantenimiento de los equipos de trabajo encontramos varios beneficios: aumentar la vida útil del equipo, disminuir el uso de repuestos y recambios, minimizar el riesgo de avería y aumentar el valor residual del mismo” (CEMAMAQUINARIA, 2018). Esto implicaría un mejor préstamo en los servicios de la compañía considerando el hecho de que se tendrá un mayor control sobre la propia maquinaria, conociendo su trazabilidad y estado, si el equipo está en reparación, cuando fue la última reparación y acciones realizadas.

A pesar de esto es importante hacer énfasis que existen principalmente dos tipos de mantenimiento, **mantenimiento preventivo** y **mantenimiento correctivo**, en ambos se ejecutan acciones diferentes con un propósito distinto, por mencionar algunas acciones para un mantenimiento preventivo se realizan Cambio de aceite, Limpieza de la máquina, Lubricación y engrase mientras que para un mantenimiento correctivo se realizan cambio de pieza por daño.

Podemos hacer mención de la importancia que han tenido los mantenimiento a los largo de la historia, esta necesidad surge cuando la industria empezó con su primera transformación, la cual

se dio durante la revolución industrial, donde muchos de los trabajos antes eran realizados de forma manual y muchos de ellos pasaron a ser hechos empleando maquinaria, dando origen a conceptos que se pueden abordar en otras áreas, tales como la línea de producción de Ford, quién fue uno de los principales actores durante esta etapa, sin embargo al hacer ya las tareas empleando maquinas, estas requerían cambio de piezas, ajuste de engranes, entre otras acciones de vital relevancia para el funcionamiento del dispositivo, esta tarea recaía en la mayoría de los casos en el mismo operario, lo que en algunos casos podría retrasar la operación de la línea dado a que el mantenimiento dependía de la propia habilidad del operario para dar solución. No fue hasta la segunda guerra mundial, donde surge la necesidad ya no solo de reparar las fallas de los equipos o herramientas, sino también la forma de prevenirlas, ante esto surge un nuevo concepto **CONFIABILIDAD** (Solesoluciones, 2018).

El origen de este nuevo concepto causa también el surgimiento de un nuevo paradigma el cual a día de hoy conocemos como Mantenimiento basado en confiabilidad, el cual podremos definir como “El mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM por sus siglas en inglés) es una metodología ampliamente reconocida y de uso extendido para elaborar planes de mantenimiento de equipos industriales basándose en asegurar las funciones del equipo para la satisfacción del usuario o propietario” (Campos, 2018).

Producto de este nuevo paradigma, las empresas han prestado mayor importancia a sus procesos y subprocesos que guarden relación con el mantenimiento, esto porque cada vez toma más relevancia porque hace que las empresas obtengan mejores ganancias o por el contrario una mala gestión ocasiona que estas obtengan un mayor número en pérdidas.

4.2 Herramientas

Durante el desarrollo de la práctica se emplearán las siguientes herramientas

Diagrama de Ishikawa: Este diagrama posee otros nombres alternativos tales como diagrama causan efecto, diagrama de espina de pescado, este diagrama es una representación gráfica que permite visualizar las causas que dan origen a un determinado problema, esta herramienta se complementa junto con el diagrama de Pareto (Gestión de Operaciones, 2018).

Diagrama de Pareto: Esta herramienta bastante utilizada dentro de la ingeniería industrial consiste en una representación gráfica de los datos obtenidos de un problema que resulta de utilidad para identificar cuáles son los aspectos prioritarios que se deben enfrentar. Generalmente este diagrama permite identificar el 80% de los problemas basado en el 20% de las causas (Gestión de Operaciones, 2018).

Diagrama de Flujo: Este diagrama ayuda a identificar de manera gráfica las distintas acciones que se deben de realizar para resolver un problema, este tipo de diagrama utiliza distintos símbolos que sirven para representar las acciones específicas que se deben realizar en orden lógico (Universidad Veracruzana, 2018)

Disponibilidad: Este es quizás el parámetro más importante para la realización de un plan de mantenimiento ya que su principal objetivo es el de limitar la capacidad de producción, este concepto también lo podemos definir como de que una máquina esté lista y funcional en un periodo de tiempo determinado (Temuco, 2021).

La disponibilidad la representamos con la siguiente fórmula:

$$\text{Disponibilidad } (D) = (TTO - TTP) / TTO$$

Fiabilidad: Este concepto está asociado directamente a probabilidad de que un equipo pueda realizar de manera satisfactoria las tareas o acciones para las cuales fue creado, esto nos permite establecer un valor de referencia el cual no es más que el tiempo promedio que es capaz de operar un equipo sin interrupciones dentro de un periodo (Temuco, 2021).

Ese término está determinado por la siguiente fórmula:

$$\text{Confiabilidad (TF)} = (HO - HP) / \Sigma NF$$

Dónde:

HO= Horas de Operación

HP= Horas de Parada

NF= Número de Fallas

Mantenibilidad: La mantenibilidad se define como la probabilidad de que un equipo que se encuentra dañado pueda ser reparado satisfactoriamente (Temuco, 2021).

Está definida por la siguiente ecuación

$$\text{Mantenibilidad (M)} = TPF / \Sigma NF$$

Dónde:

TPF=Tiempo Total de Fallas

NF=Número de Fallas

Codificación: Este concepto lo podemos definir como el proceso por el cual se designa un código que hará las veces de identificador único, tal como un ID a cada elemento, esta labor se realiza con el propósito de permitir un mayor control en las operaciones de mantenimiento, compras, gestión de stock y contabilidad (IBM, 2021)

Contar con un sistema de codificación de los equipos es importante porque permite una fácil identificación y seguimiento de estos, lo que facilita la gestión de inventario y el mantenimiento preventivo. Algunas de las razones por las que es importante contar con un sistema de codificación de los equipos son:

- **Control de inventario:** Un sistema de codificación permite llevar un control preciso de los equipos y materiales que forman parte del inventario, evitando pérdidas y desperdicios.

- **Mantenimiento preventivo:** La codificación de los equipos permite llevar un seguimiento del historial de cada uno, lo que facilita la programación de mantenimientos preventivos y la identificación de problemas en etapas tempranas.
- **Optimización de la utilización:** Con un sistema de codificación se puede hacer un seguimiento del uso de cada equipo, lo que permite identificar aquellos que están siendo poco utilizados y buscar formas de optimizar su uso.
- **Identificación rápida de equipos:** En caso de necesitar un equipo en particular para una tarea específica, el sistema de codificación permite una identificación rápida y precisa del mismo, lo que agiliza la ejecución de las tareas.
- **Control de costos:** La codificación de los equipos permite llevar un control de los costos de cada equipo, lo que facilita la toma de decisiones en cuanto a la renovación o adquisición de nuevos equipos.

5. Metodología

El desarrollo de la práctica se realizará a través de las siguientes fases:

5.1 Fase 1: Sensibilización y Difusión del proyecto

Transmitir a los actores los conocimientos, técnicas y herramientas necesarias para aplicar con éxito las herramientas a emplear durante el desarrollo del proyecto.

Realizar una reunión inicial para determinar necesidades del proyecto, donde se da a conocer información principal acerca del proyecto sus objetivos y resultados esperados.

Figura 1

Socialización con la empresa parte 1



Nota: la figura representa los asistentes a la reunión de presentación con la empresa

Figura 2

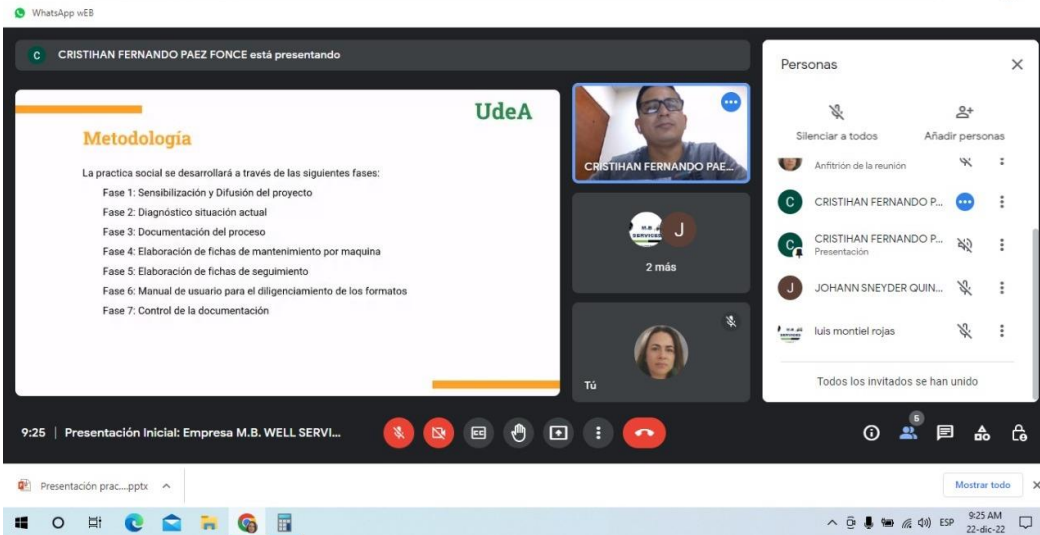
Socialización con la empresa parte 2



Nota: Al igual que la Figura 1, esta representa el listado de asistentes a la reunión con la empresa

Figura 3

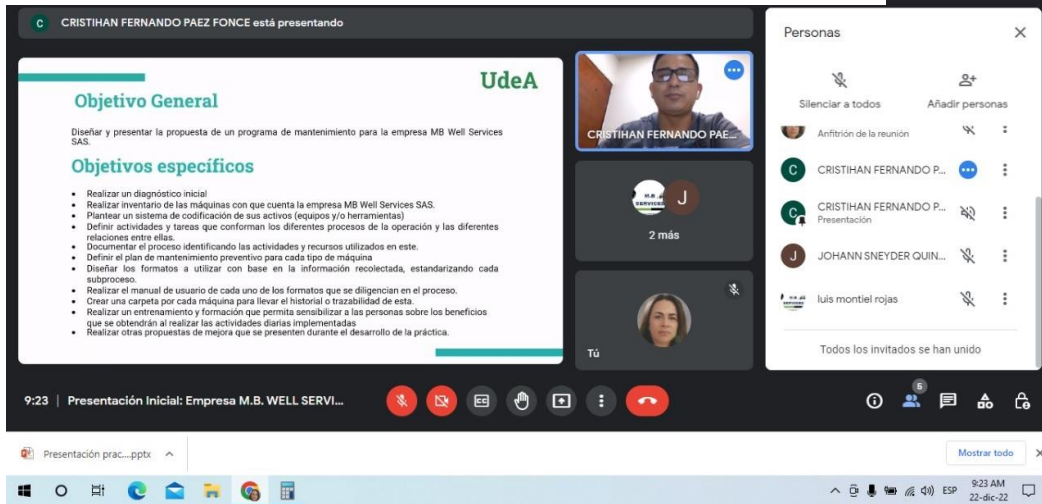
Socialización con la empresa parte 3



Nota: La figura representa la socialización del proyecto hacia la empresa.

Figura 4

Socialización con la empresa parte 4



Nota: La figura representa al igual que la Figura 3, la socialización del proyecto hacia la empresa

5.1.1 Presentación de la empresa

Nombre: M.B. WELL SERVICES S.A.S

Nit: 901497969-2

Dirección: Vereda Las Américas Yondó Antioquia.

Representante legal: Luis Miguel Montiel Rojas

Teléfono: 317 7786718 – 318 3361530

Actividad principal: prestación de servicios de alquiler de maquinaria y equipos industriales.

Misión: Contribuir al desarrollo de todo tipo de industria, a través del suministro de bienes y servicios integrales, brindando soluciones completas, abasteciendo la necesidad del cliente, garantizando nuestra calidad y excelencia.

Visión: M. B WELL SERVICES S.A.S. se consolidará como una empresa influyente en el mercado del alquiler en maquinaria, equipos industriales, servicios de well services y obras civiles, con tecnología de punta, asegurando calidad y excelencia.

5.1.2 Valores Corporativos

Valores personales: Integridad: nuestro equipo de trabajo cuenta con los valores esenciales para brindar un servicio eficiente y confiable.

Valores relaciones: Sinergia: alcanzar la excelencia de nuestro servicio mediante el trabajo cooperativo.

Valores operativos: Calidad: constante disponibilidad para dar soluciones y prestar el servicio técnico las 24 horas, de manera ágil.

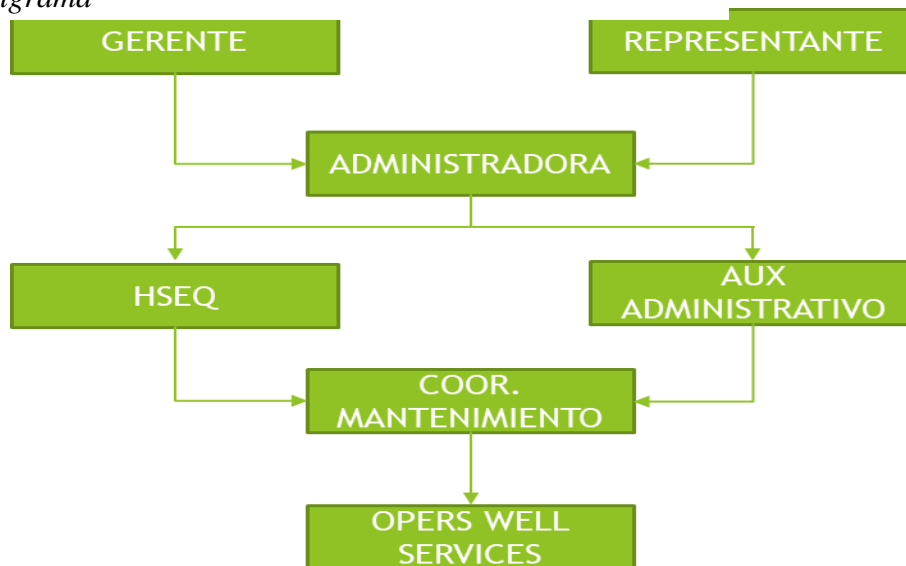
Valores servicio: Excelencia: contamos con equipo y servicios tecnológicos e innovadores con un personal calificado que aumenta la productividad y calidad.

Valores ambientales: Eficiencia: utilizar y aprovechar de manera óptima los recursos naturales necesarios en el área del desarrollo de nuestra actividad, mitigando los daños ambientales.

5.1.3 Organigrama.

Figura 5

Organigrama



Nota: La figura representa el organigrama de la empresa M.B Well Services...

5.2 Fase 2: Diagnóstico situación actual

Inicialmente se procederá con el levantamiento de la información histórica o la identificación del proceso actual, por medio de revisión de documentación y conversaciones con los actores para conocer las especificaciones e identificar las necesidades para la visualización de la información.

A través del apoyo del estudiante de práctica se llevará a cabo la identificación (inventario) de las máquinas con que cuenta la empresa, se verificará si se cuenta con un sistema de codificación, si no, se propondrá un sistema de codificación para la identificación de cada máquina.

En Excel se realizará un inventario donde se pueda conocer la máquina, el código, marca, modelo, serie, ubicación, y el estado de la máquina.

5.2.1 Diagnóstico Inicial

Situación actual

La empresa M.B. WELL SERVICES S.A.S tiene documentado un Programa de mantenimiento de máquinas y equipos, con código WELL-PRO-0085, el cual consultado a los colaboradores de la empresa, manifestaron que no lo conocían; Al revisar este programa se presenta algunas inconsistencias, ante lo cual se detectan las siguientes inconsistencias:

- Falta establecer responsabilidades y actividades claras a realizar en este programa.
- La empresa M.B. WELL SERVICES S.A.S, lleva una carpeta AZ para almacenar información relacionada con las hojas de vida y registro de los mantenimientos realizados de los equipos, pero revisada esta documentación, se logró evidenciar que las hojas de vidas de los equipos están sin la documentación respectiva, solo en unos casos se encuentra una ficha técnica, sin un formato específico para ello.
- En los registros de mantenimiento se pudieron evidenciar las siguientes situaciones:
 - Los datos están incompletos y con campos en blanco o sin datos.
 - Falta registro del lugar o dirección donde se realizó el mantenimiento.
 - Hay ausencia de datos del responsable de la realización del mantenimiento, o firmas de la persona que supervisó o aprobó.
 - Se cuenta con un solo formato para registrar mantenimientos preventivos y correctivos.
 - Faltan registros de las actividades de mantenimiento realizados, los formatos en su estructura parecen son un listado de materiales, que de actividades de mantenimiento.
 - Hay falta de control en mantenimientos consecutivos.

La empresa M.B. WELL SERVICES S.A.S, lleva una programación de mantenimiento manualmente, basada en las horas de operación de los equipos, y sus actividades se enfocan básicamente en cambios de aceite y filtro de aceite y/o combustible.

En el levantamiento de información de la situación actual de la empresa se constató que no se tiene un inventario actualizado con las diferentes especificaciones de los equipos, que no se cuenta con ningún software licenciado para el manejo de información, y que no llevan un control de las fallas presentadas a los equipos.

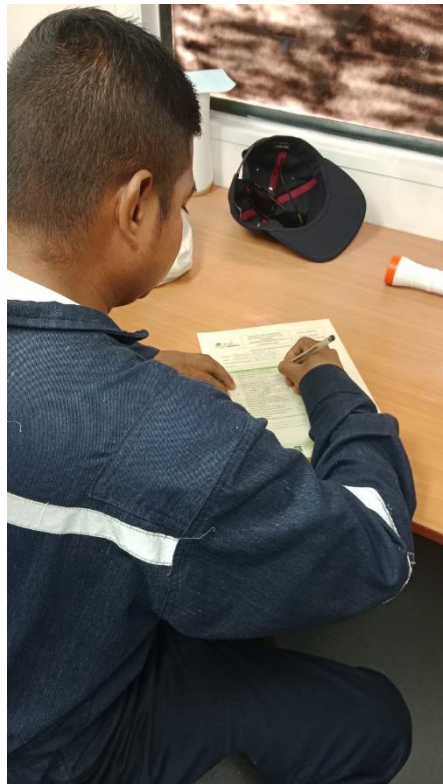
5.2.1.1 Evidencia del levantamiento de la información

Diligenciamiento de encuesta inicial.

Durante el proceso de diagnóstico inicial se llevó a cabo del desarrollo de una pequeña encuesta donde los colaboradores de la empresa la respondían, dando así una mejor visión de cuáles eran las posibles debilidades de la empresa.

Figura 6

Realización de encuesta por parte de los colaboradores parte 1



Nota: La figura representa a los colaboradores de la organización MB Wells Services, realizando la encuesta de saberes previos, para determinar su nivel de conocimiento sobre las herramientas de la empresa.

Figura 7


Realización de encuesta por parte de los colaboradores parte 2



Nota: al igual que la **Figura 6**, los colaboradores de la empresa MB Wells, realizan la encuesta para determinar su nivel de conocimiento sobre las herramientas de la empresa.

Figura 8

Encuesta parte 1

	SISTEMA DE GESTION DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	Fecha: 01/08/2022
	M.B WELL SERVICES S. A. S.	Version: M.B-001
	CUESTIONARIO	Código: SGSST-P-FOR-005

Cuestionario levantamiento de información

Nombre: Mauro Gomez

Cargo: Operador Well Services

Fecha ingreso a la empresa: 26-10-2022


Funciones: _____

Nro.	Pregunta	Si	No	Observaciones/Respuesta
1	¿Tienen algún documento escrito donde se establezca las actividades de mantenimiento?		X	
2	¿Tienen alguna programación para las labores de mantenimiento?	X		
3	¿Llevan registros de los mantenimientos realizados?	X		
4	¿Tienen el inventario actualizado de las maquinas con que cuenta la empresa, donde se pueda conocer, la máquina, su código, marca, modelo, capacidad, ubicación...?		X	
5	¿Cuentan con alguna licencia o software de programas o sistemas para el manejo de información o base de datos? ¿Cuál?		X	
6	¿Tienen registros de las fallas que presentan los equipos, donde se pueda identificar la máquina que fallo, la falla, la reparación realizada, el tiempo de falla...?		X	

¿Tienen problemas o dificultades en la realización de los mantenimientos? ¿cuales?

- _____
- _____
- _____

Mauro Gomez
Firma colaborador




Yondó Antioquia
Carrera 69 A No. 46 - 44 Barrio Colonia Sur
Correo: m.b.150@wellservices@gmail.com
Teléfono: 317 7786718 - 3183361530

Nota: la figura contiene las respuestas que los colaboradores de la empresa MB Wells brindaron a la encuesta inicial.

Figura 9

Encuesta parte 2

	SISTEMA DE GESTION DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	Fecha: 01/08/2022
	M.B WELL SERVICES S. A. S.	Version: M.B-001
	CUESTIONARIO	Código: SGSST-P-FOR-005

Cuestionario levantamiento de información

Nombre: Luis miguel montiel

Cargo: Representante Legal

Fecha ingreso a la empresa: 23 Diciembre 2021





Funciones: _____

Nro.	Pregunta	Sí	No	Observaciones/Respuesta
1	¿Tienen algún documento escrito donde se establezca las actividades de mantenimiento?		X	
2	¿Tienen alguna programación para las labores de mantenimiento?	X		Si pero se hace manual no hay programa.
3	¿Llevan registros de los mantenimientos realizados?	X		
4	¿Tienen el inventario actualizado de las maquinas con que cuenta la empresa, donde se pueda conocer, la máquina, su código, marca, modelo, capacidad, ubicación...?		X	Se tiene un listado donde aparece solo el nombre de equipo.
5	¿Cuentan con alguna licencia o software de programas o sistemas para el manejo de información o base de datos? ¿Cuál?		X	
6	¿Tienen registros de las fallas que presentan los equipos, donde se pueda identificar la máquina que fallo, la falla, la reparación realizada, el tiempo de falla...?		X	

¿Tienen problemas o dificultades en la realización de los mantenimientos? ¿cuales?

1. no se tiene tiempo de programa con la empresa
2. _____
3. _____

Luis miguel montiel
Firma colaborador

Yondó Antioquia
Carrera 55 A No. 46 - 44 Barrio Colonia Sur
Correo: m.b.1506wellservices@gmail.com
Teléfono: 317 7786718 - 3183361530

Nota: la figura contiene las respuestas que los colaboradores de la empresa MB Wells brindaron a la encuesta inicial.

Figura 10

Encuesta parte 3

	SISTEMA DE GESTION DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	Fecha: 01/08/2022
	M.B WELL SERVICES S. A. S.	Version: M.B-001
	CUESTIONARIO	Código: SGSST-P-FOR-005

Cuestionario levantamiento de información

Nombre: Jhonny Simunco G.

Cargo: Operador well services

Fecha ingreso a la empresa: 26-10-22

Funciones: Operario electromecánico

Nro.	Pregunta	Si	No	Observaciones/Respuesta
1	¿Tienen algún documento escrito donde se establezca las actividades de mantenimiento?		X	
2	¿Tienen alguna programación para las labores de mantenimiento?		X	
3	¿Llevan registros de los mantenimientos realizados?	X		
4	¿Tienen el inventario actualizado de las maquinas con que cuenta la empresa, donde se pueda conocer, la máquina, su código, marca, modelo, capacidad, ubicación...?		X	
5	¿Cuentan con alguna licencia o software de programas o sistemas para el manejo de información o base de datos? ¿Cuál?		X	
6	¿Tienen registros de las fallas que presentan los equipos, donde se pueda identificar la máquina que fallo, la falla, la reparación realizada, el tiempo de falla...?		X	

¿Tienen problemas o dificultades en la realización de los mantenimientos? ¿cuales?

1. _____
2. _____
3. _____

Firma colaborador


SISTEMA IAS **SISTEMA IAS** **SISTEMA IAS**

Yondó Antioquia
Carrera 55 A No. 46 - 44 Barrio Colonia Sur
Correo: m.b.1506wellservices@gmail.com
Teléfono: 317 7786718- 3183361530

Nota: la figura contiene las respuestas que los colaboradores de la empresa MB Wells brindaron a la encuesta inicial.

Figura 11

Encuesta Parte 4

	SISTEMA DE GESTION DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	Fecha: 01/08/2022
	M.B WELL SERVICES S. A. S.	Version: M.B-001
	CUESTIONARIO	Código: SGSST-P-FOR-005

Cuestionario levantamiento de información

Nombre: Luz Elena Cuitiva Guenara

Cargo: HSE

Fecha ingreso a la empresa: 15-03-2022


Funciones: Coordinar Mantenimientos, Controlar inventarios, Realizar formatos y de mas actividades entorno a los mantenimientos.

Nro.	Pregunta	Sí	No	Observaciones/Respuesta
1	¿Tienen algún documento escrito donde se establezca las actividades de mantenimiento?		<input checked="" type="checkbox"/>	
2	¿Tienen alguna programación para las labores de mantenimiento?	<input checked="" type="checkbox"/>		Sí Se maneja por Correo.
3	¿Llevan registros de los mantenimientos realizados?	<input checked="" type="checkbox"/>		Se maneja AZ.
4	¿Tienen el inventario actualizado de las maquinas con que cuenta la empresa, donde se pueda conocer, la máquina, su código, marca, modelo, capacidad, ubicación...?	<input checked="" type="checkbox"/>		En totalidad no, pero si un 90% de los equipos tienen hoja de vida actualizadas.
5	¿Cuentan con alguna licencia o software de programas o sistemas para el manejo de información o base de datos? ¿Cuál?	<input checked="" type="checkbox"/>		Para el manejo de información se realiza con Excel.
6	¿Tienen registros de las fallas que presentan los equipos, donde se pueda identificar la máquina que fallo, la falla, la reparación realizada, el tiempo de falla...?	<input checked="" type="checkbox"/>		En el formato de mantenimientos se tiene el registro de novedades que se le presenta al equipo.

¿Tienen problemas o dificultades en la realización de los mantenimientos? ¿cuales?

- _____
- _____
- _____

Luz Elena Cuitiva Guenara
Firma colaborador



Yondó Antioquia
 Carrera 55 A No. 46 - 44 Barrio Colonia Sur
 Correo: m.b.1508wellservices@gmail.com
 Teléfono: 317 7786718- 3183361530

Nota: la figura contiene las respuestas que los colaboradores de la empresa MB Wells brindaron a la encuesta inicial.

Figura 12

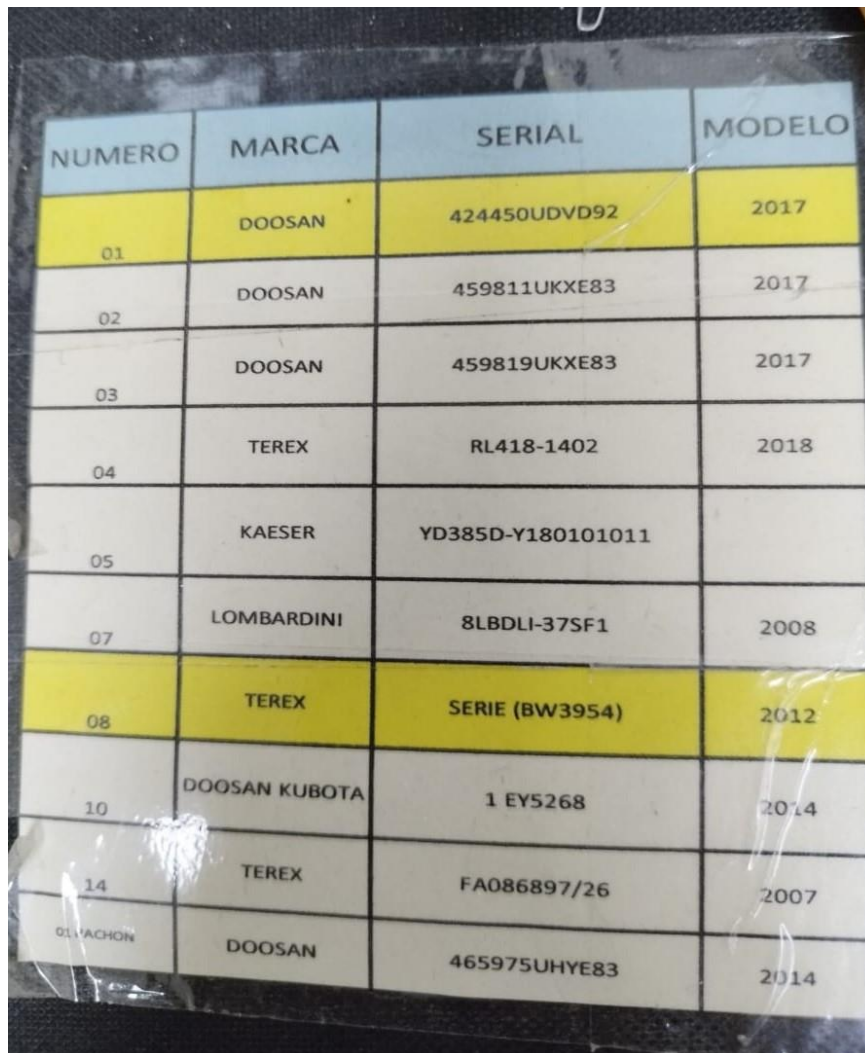
Evidencia de formatos de mantenimiento.

M.B. WELL SERVICES S.A.S		Mantenimiento de equipos		No 0001
			Código:	WELL-FOR-0100
INFORMACIÓN DEL EQUIPO				
Empresa	M.B. WELL SERVICES S.A.S		Fecha:	22-SEP-22
Equipo	Generador 20 KVA verde		NIT:	901.497.969
Serie (S/N)	J1510080108		Horómetro Actual:	22-SEP-22
Modelo	KDE20SS3		Horómetro Próximo:	2-OCT-27
Mantenimiento preventivo				
Descripción	Cantidad	Marca	Referencia	
FILTRO COMBUSTIBLE	1	Baldwin	BF790	
FILTRO COMBUSTIBLE	1	Baldwin	BF790	
FILTRO DE ACEITE MOTOR	1	frang	HCX-3593A	
FILTRO HIDRAULICO				
FILTRO AIRE PRIMARIO				
FILTRO SECUNDARIO				
FILTRO AIRE ACONDICIONADO				
FILTRO AIRE ACONDICIONADO				
FILTRO TRANSMISIÓN				
ACEITE MOTOR	28ln		15w-40	
ACEITE HIDRAULICO				
ACEITE TRANSMISIÓN				
VALVULINA				
REFRIGERANTE				
GRASA				
MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y PREVENTIVO REALIZADO				
Observaciones y recomendaciones				
ITEM	CLIENTE		COORDINADOR	
Nombre:				
Cédula:				
Firma				

Nota: la figura representa el formato de mantenimiento que viene manejando actualmente la empresa MB Well Services.

Figura 13

Evidencia del inventario actual de la empresa M.B. Well Services



NUMERO	MARCA	SERIAL	MODELO
01	DOOSAN	424450UDVD92	2017
02	DOOSAN	459811UKXE83	2017
03	DOOSAN	459819UKXE83	2017
04	TEREX	RL418-1402	2018
05	KAESER	YD385D-Y180101011	
07	LOMBARDINI	8LBDLI-37SF1	2008
08	TEREX	SERIE (BW3954)	2012
10	DOOSAN KUBOTA	1 EY5268	2014
14	TEREX	FA086897/26	2007
OLIVACHON	DOOSAN	465975UHYE83	2014

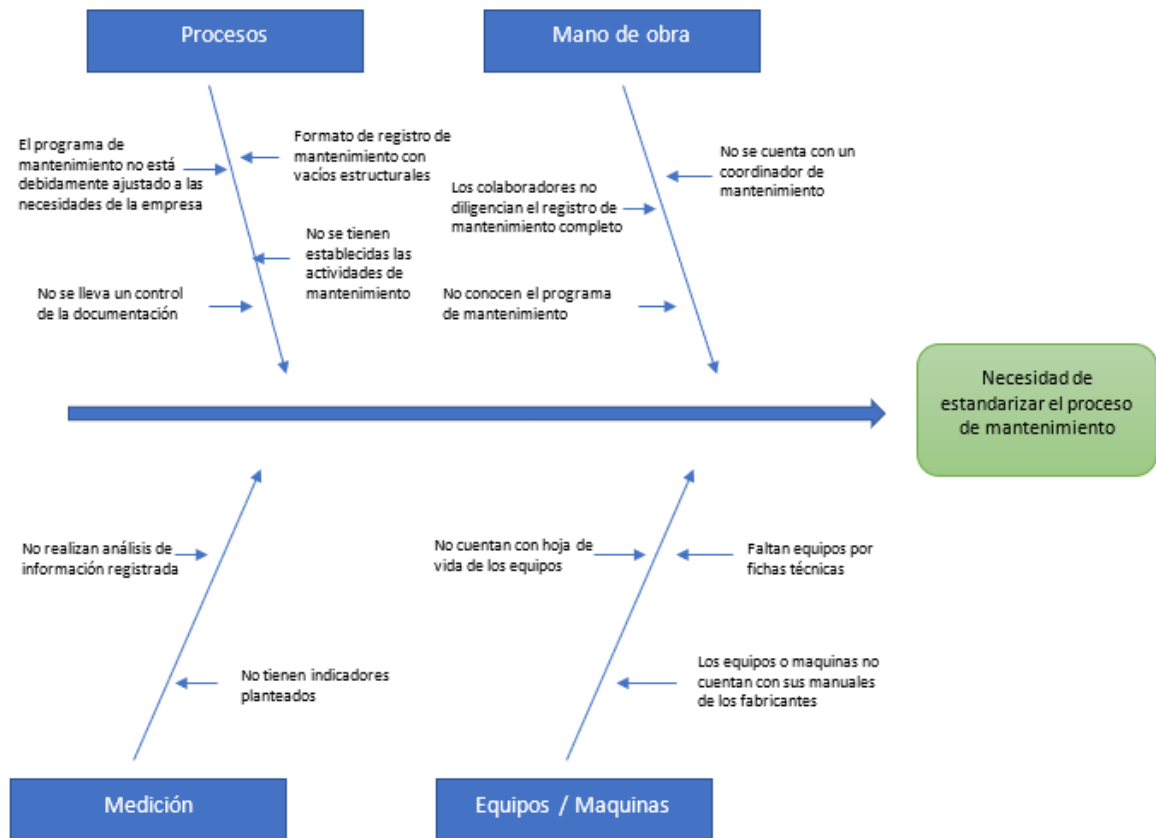
Nota: la figura contiene los números de identificación de los elementos que la empresa tiene atualmente, donde se evidencia el sistema de numeración para su inventario.

5.2.2 Análisis de la problemática

Para desarrollar este análisis, planteamos la necesidad de estandarizar el proceso de mantenimiento que tiene la empresa M.B. Well Services como problemática

Figura 14

Diagrama de Ishikawa



Nota: la figura contiene las causas y sus posibles efectos de problemáticas identificadas en un análisis inicial a la empresa MB Wells Services.

Con la elaboración del diagrama Ishikawa se lograron identificar claramente las causas que no permiten que la empresa M.B. Well Services pueda tener un proceso estandarizado para sus labores de mantenimiento, las cuales para subsanar estas falencias encontradas proponemos realizar las siguientes actividades:

Procesos

- Revisar y ajustar el Programa de Mantenimiento.
- Elaborar su programa de mantenimiento preventivo para cada equipo o máquina.

- Diseñar los formatos de reportes de falla, de mantenimiento preventivo y correctivo, listas de inspección de equipos (check list preoperacionales).
- Elaborar un manual de, cómo se deben diligenciar los formatos propuestos.

Mano de obra

- Divulgar con los colaboradores el programa de mantenimiento.
- Capacitar al personal en el diligenciamiento correcto de los formatos.
- Definir al responsable del cargo de Coordinador de Mantenimiento.
- Realizar inspecciones mensuales donde se corrobore que el personal de mantenimiento si está diligenciando bien y completamente los formatos.

Medición

- Tabular la información recolectada del proceso de mantenimiento para análisis de problemáticas.
- Elaborar indicadores que le permitan medir el proceso

Máquinas y/o equipos

- Realizar un inventario para conocer los equipos con que cuenta la empresa, para así poder buscar y obtener los manuales de uso y cuidado de los equipos, construir hojas de vida, y fichas técnicas.

Tabla 1

Levantamiento de Inventario inicial de la empresa

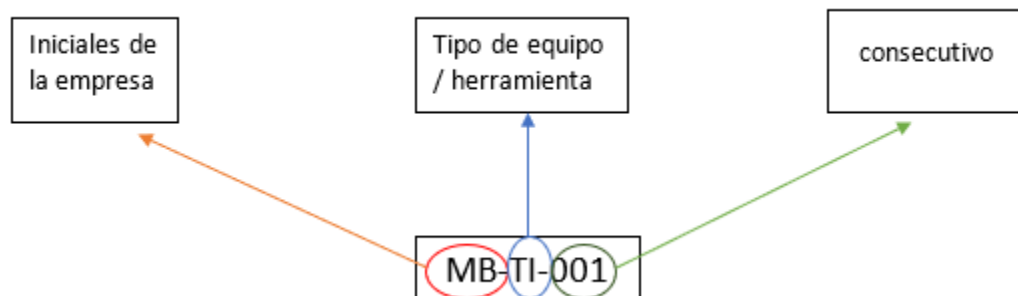
M.B. Well Services S.A.S.						
Inventario Maquinaria y/o equipos						
<i>Fecha: 24 de enero de 2023</i>			<i>Elaborado por: Cristihan Páez Fonce</i>			
Ítem	Equipo	Marca	Modelo	Serie	Ubicación	Estado
1	Torre de iluminación	Doosan	2017	424450UDV9 2	En base	Operativa
2	Torre de iluminación	Doosan	2017	459811UKXE 83	En base	Operativa
3	Torre de iluminación	Doosan	2017	459819UKXE 83	KERUI FRANK #2	Operativa
4	Torre de iluminación	Terex	2018	RL418-1402	En base	Operativa
5	Torre de iluminación	Kaeser		YD385D- Y180101011	En base	Operativa
6	Torre de iluminación	Lombardini	2008	8LBDLI- 37SF1	En base	Operativa
7	Torre de iluminación	Terex	2012	RL412-2527 (BW3954)	En base	Operativa
8	Torre de iluminación	Doosan	2014	1EY5268	En base	Operativa
9	Torre de iluminación	Terex	2007	FA086897/26	En base	Operativa
10	Torre de iluminación	Doosan	2014	465975UHYE 83	En base	Operativa
11	Generador 250 KVA - blanco	TIPE POWER	T225X - 2022	TD220065007	KERUI FRANK #2	Operativa

Ítem	Equipo	Marca	Modelo	Serie	Ubicación	Estado
12	Generador KVA - verde	250 STAMFORD	UCI274HI 4	900844	En base	Operativa
13	Generador KVA	33 STAMFORD	CRRBF- 28-60F	4DW91-38D	WEATHE RFORD	Operativa
14	Generador KVA	33 ABC POWERSOLUTI ONS	AF25S	22071804	FERMAR	Operativa
15	Generador KVA	33 TIDE POWER	T30X	TD21078200 5	En base	Operativa
16	Generador KVA	125 BY AOSIF	AC125	21W6371813	En base	Operativa

Nota: tabla que contiene el inventario de la empresa MB Wells Services y su condificación.

Figura 15

Propuesta de codificación para la empresa M.B. WELL SERVICES



Nota: la figura representa la propuesta de codificación realizada por los autores para el inventario de la empresa.

Tipo de equipo

- TI: Torre de iluminación
- GE: Generador

Tabla 2*Inventario Inicial Aplicando el nuevo sistema de codificación propuesto*

M.B. Well Services S.A.S.							
Inventario Maquinaria y/o equipos							
Fecha de ingreso	Código	Equipo	Marca	Modelo	Serie	Ubicación	Estado
27/02/2023	MB-GE-001	Generador 250 KVA- Blanco	Tide Power	T225X - 2022	TD2200650 07	Kerui Frank 2	Operativa
27/02/2023	MB-GE-002	Generador 250 KVA - Verde	Stamford	UCI274HI4	900844	Base	Operativa
27/02/2023	MB-GE-003	Generador 33 KVA	Stamford	CRRBF-28- 60F	4DW91- 38D	Weathe rford	Operativa
27/02/2023	MB-GE-004	Generador 33 KVA	ABC POWERSO LUTIONS	AF25S	22071804	Fermar	Operativa
27/02/2023	MB-GE-005	Generador 33 KVA	TIDE POWER	T30X	TD2107820 05	Base	Operativa
27/02/2023	MB-GE-006	Generador 125 KVA	BY AOSIF	AC125	21W637181 3	Base	Operativa
27/02/2023	MB-TI-001	Torre de iluminación	Doosan	2017	424450UD V92	Base	Operativa
27/02/2023	MB-TI-002	Torre de iluminación	Doosan	2017	459811UK XE83	Base	Operativa
27/02/2023	MB-TI-003	Torre de iluminación	Doosan	2017	459819UK XE83	Kerui frank 2	Operativa
27/02/2023	MB-TI-004	Torre de iluminación	Terex	2018	RL418-1402	Base	Operativa

Fecha de ingreso	Código	Equipo	Marca	Modelo	Serie	Ubicación	Estado
27/02/2023	MB-TI-005	Torre de iluminación	Kaeser		YD385D-Y18010101	Base	Operativa
27/02/2023	MB-TI-006	Torre de iluminación	Lombardini	2008	8LBDLI-37SF1	Base	Operativa
27/02/2023	MB-TI-007	Torre de iluminación	Terex	2012	RL412-2527 (BW3954)	Base	Operativa
27/02/2023	MB-TI-008	Torre de iluminación	Doosan	2014	1EY5268	Base	Operativa
27/02/2023	MB-TI-009	Torre de iluminación	Terex	2007	FA086897/26	Base	Operativa
27/02/2023	MB-TI-010	Torre de iluminación	Doosan	2014	465975UH YE83	Base	Operativa

Nota: tabla que contiene el inventario de elementos de la empresa MB Wells con la aplicación de la propuesta de codificación en su inventario, dando así un nuevo código a sus elementos.

5.3 Fase 3: Documentación del proceso

Se caracterizará el programa de mantenimiento de la empresa, la documentación y los diagramas de flujos de los procesos que se llevan a cabo, definiendo los responsables, las actividades y los documentos o formatos a utilizar.

Como se evidenció en la realización del diagnóstico inicial La empresa M.B. WELL SERVICES S.A.S tiene documentado un Programa de mantenimiento de máquinas y equipos, con código WELL-PRO-0085, el cual se toma este como base, y se plantean unas modificaciones, para ajustar este programa de acuerdo con las actividades realizadas en la empresa.

5.3.1 Programa de mantenimiento de equipos y máquinas de la empresa M.B. Well Services S.A.S., código WELL-PRO-0085 (M.B. Well Services S.A.S., 2023).

5.3.1.1 Procedimiento de Mantenimiento.

El procedimiento de mantenimiento es un conjunto de acciones planificadas y sistemáticas que se realizan con el objetivo de garantizar el correcto funcionamiento de un equipo, máquina o instalación, así como prolongar su vida útil y evitar fallos o averías.

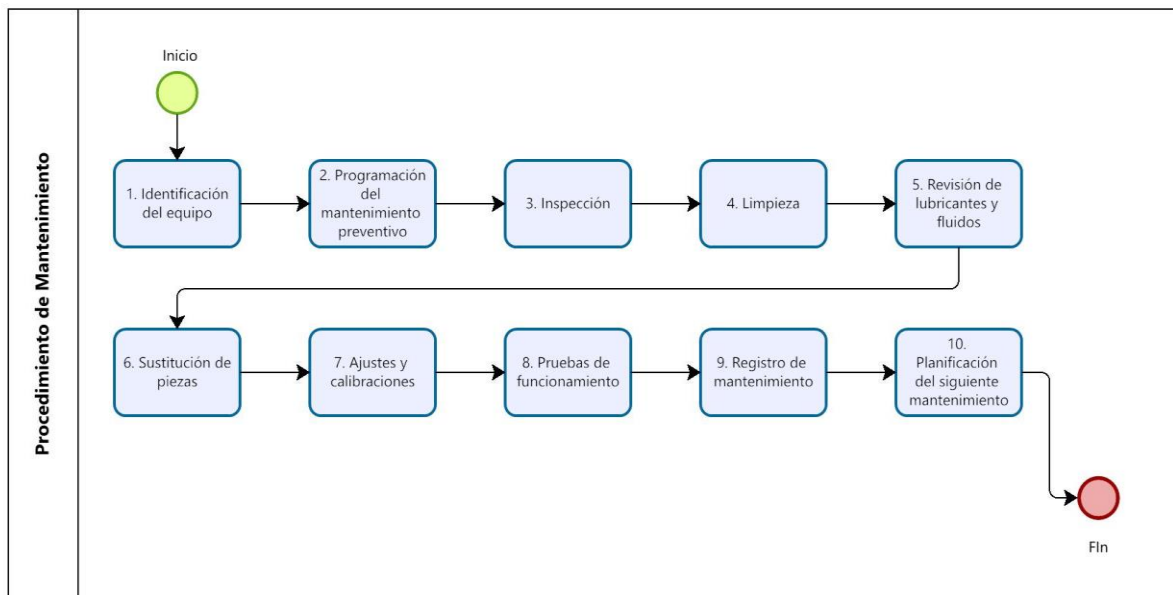
A continuación, se define y se elabora el diagrama del procedimiento de mantenimiento:

- **Identificación del equipo:** El primer paso es identificar el equipo o sistema que se va a mantener, lo que incluye su ubicación y características técnicas.
- **Programación del mantenimiento preventivo:** En función del tipo de equipo, se establece un calendario de mantenimiento preventivo que indique la frecuencia y el tipo de tareas a realizar.
- **Inspección:** Se realiza una inspección visual y/o técnica del equipo para identificar posibles problemas, desgastes, deterioros o anomalías.
- **Limpieza:** Se procede a la limpieza y eliminación de polvo, suciedad o residuos que puedan afectar al funcionamiento del equipo, afectar partes electrónicas, entre otras.
- **Revisión de lubricantes y fluidos:** Se comprueba el nivel y calidad de los lubricantes y fluidos que requiere el equipo, así como su correcta aplicación.
- **Sustitución de piezas:** Se reemplazan las piezas o componentes que hayan llegado a su vida útil o estén dañados.
- **Ajustes y calibraciones:** Se llevan a cabo ajustes y calibraciones necesarios para asegurar el correcto funcionamiento del equipo.
- **Pruebas de funcionamiento:** Se realizan pruebas de funcionamiento para verificar que el equipo está operando correctamente.

- **Registro de mantenimiento:** Se registra toda la información relevante del mantenimiento realizado, incluyendo las tareas realizadas, las piezas sustituidas, los ajustes y las pruebas de funcionamiento.
- **Planificación del siguiente mantenimiento:** Se planifica la siguiente intervención de mantenimiento en función de la frecuencia establecida y las necesidades del

Figura 16

Diagrama del procedimiento del mantenimiento



equipo.

Nota: la figura representa el diagrama del proceso de mantenimiento de la empresa MB Wells Services.

Es importante destacar que cada equipo o sistema puede tener su propio procedimiento de mantenimiento específico, que dependerá de sus características técnicas y condiciones de uso. Además, es fundamental seguir las recomendaciones del fabricante en cuanto a las tareas y periodicidad del mantenimiento.

5.3.1.2 Programa de Mantenimiento Preventivo.

El coordinador de mantenimiento de la empresa será el encargado de elaborar y presentar un plan de mantenimiento preventivo de los equipos, el cual será revisado por el Gerente, quien será el responsable de aprobarlo.

Este plan de mantenimiento deberá contar con las siguientes actividades:

- **Inspección visual:** para detectar problemas visibles como desgaste, corrosión o fugas.
- **Lubricación:** para asegurarse de que los componentes móviles estén bien lubricados y no se desgasten.
- **Calibración:** para ajustar los instrumentos de medición y control y garantizar que el equipo funcione de manera precisa.
- **Limpieza:** para mantener el equipo libre de suciedad, polvo y residuos que puedan afectar su desempeño.
- **Pruebas y análisis:** para evaluar el desempeño del equipo y detectar problemas que no son visibles a simple vista.
- **Reemplazo de piezas:** para sustituir componentes que han llegado al final de su vida útil o que se han desgastado con el uso.

El programa de mantenimiento preventivo debe estar respaldado por un sistema de registro y documentación, que incluya el historial de mantenimiento, los procedimientos de mantenimiento, las piezas reemplazadas y cualquier otra información relevante. Esto permite un seguimiento completo del mantenimiento y ayuda a tomar decisiones informadas sobre el equipo y su reemplazo eventual.

5.3.1.3 Programa de Mantenimiento Correctivo.

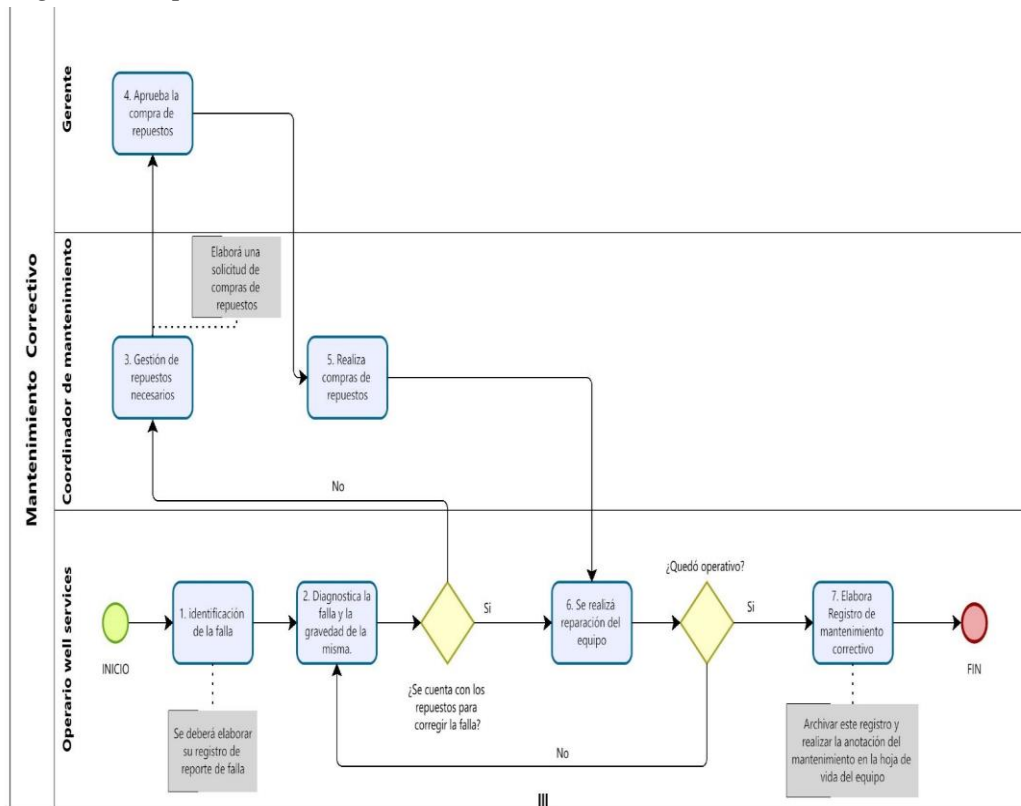
Es todo aquel que se realice de acuerdo con una solicitud de servicio de mantenimiento debido a una contingencia fuera del Programa de mantenimiento preventivo y que requiere atención inmediata. Los mantenimientos correctivos que se soliciten, el coordinador de mantenimiento deberá gestionar a través del Gerente la priorización presupuestal de los recursos, para subsanar la falla y tener disponible el equipo en el menor tiempo posible

El programa de mantenimiento correctivo debe incluir las siguientes actividades:

- Identificación de la falla o avería: para determinar la causa raíz del problema.
- Diagnóstico de la falla o avería: para evaluar el alcance y la magnitud del problema.
- Reparación del equipo: para reparar o reemplazar los componentes afectados por la falla o avería.
- Pruebas y verificación del equipo: para asegurarse de que el equipo funcione correctamente después de la reparación.
- Documentación de la reparación: para mantener un registro del mantenimiento realizado y la información relevante relacionada con la falla o avería.

Figura 17

Diagrama del proceso del mantenimiento correctivo



Nota: la figura representa el diagrama del proceso de mantenimiento correctivo de la empresa MB Wells Services

5.3.1.4 Mantenimiento de Maquinaria.

A continuación, se agrega listado de todos los equipos que van a hacer objeto de este programa, y que el Coordinador de mantenimiento o quien haga las veces de líder de mantenimiento, deberá elaborar su plan de mantenimiento de acuerdo con las características y necesidades de cada

Figura 18

Inventario

M.B. Well Services S.A.S.							
Inventario Maquinaria y/o equipos							
Fecha de ingreso	Codigo	Equipo	Marca	Modelo	Serie	Ubicación	Estado
27/02/2023	MB-GE-001	Generador 250 KVA-Blanco	Tide Power	T225X - 2022	TD220065007	Kerui Frank 2	Operativa
27/02/2023	MB-GE-002	Generador 250 KVA - Verde	Stamford	UCI274HI4	900844	Base	Operativa
27/02/2023	MB-GE-003	Generador 33 KVA	Stamford	CRRBF-28-60F	4DW91-38D	Weatherford	Operativa
27/02/2023	MB-GE-004	Generador 33 KVA	ABC POWERSOLUTIONS	AF25S	22071804	Fermar	Operativa
27/02/2023	MB-GE-005	Generador 33 KVA	TIDE POWER	T30X	TD210782005	Base	Operativa
27/02/2023	MB-GE-006	Generador 125 KVA	BY AOSIF	AC125	21W6371813	Base	Operativa
27/02/2023	MB-TI-001	Torre de iluminación	Doosan	2017	424450UDV92	Base	Operativa
27/02/2023	MB-TI-002	Torre de iluminación	Doosan	2017	459811UKXE83	Base	Operativa
27/02/2023	MB-TI-003	Torre de iluminación	Doosan	2017	459819UKXE83	Kerui frank 2	Operativa
27/02/2023	MB-TI-004	Torre de iluminación	Terex	2018	RL418-1402	Base	Operativa
27/02/2023	MB-TI-005	Torre de iluminación	Kaeser		YD385D-Y180101011	Base	Operativa
27/02/2023	MB-TI-006	Torre de iluminación	Lombardini	2008	8LBDLI-37SF1	Base	Operativa
27/02/2023	MB-TI-007	Torre de iluminación	Terex	2012	RL412-2527 (BW3954)	Base	Operativa
27/02/2023	MB-TI-008	Torre de iluminación	Doosan	2014	1EY5268	Base	Operativa
27/02/2023	MB-TI-009	Torre de iluminación	Terex	2007	FA086897/26	Base	Operativa
27/02/2023	MB-TI-010	Torre de iluminación	Doosan	2014	465975UHYE83	Base	Operativa

equipo.

Nota: la figura presenta el total del inventario que posee la empresa MB Wells Services con la aplicación del nuevo sistema de codificación.

5.3.1.5. Responsables y Obligaciones.

- **Responsables.**

El Coordinador de mantenimiento, planifica y elabora un cronograma de mantenimiento preventivo, en el cual dispone del personal a cargo como los operarios Well Services, que ejecutaran las actividades programadas

El Coordinador de mantenimiento dispone de la siguiente documentación para gestionar el mantenimiento de equipos y máquinas:

- Listado de Equipos y Máquinas bajo Mantenimiento.
- Plan de Mantenimiento de máquinas.
- Ficha Técnica de Máquinas.
- Historial de Revisiones y Reparaciones.

- **Obligaciones.**

Coordinador de Mantenimiento: Mantener y garantizar en óptimas condiciones de operación la infraestructura, maquinas, equipos y demás elementos necesarios para llevar a cabo el proceso de producción.

Operarios Well Services: llevar a cabo el programa de mantenimiento preventivo a todas las áreas de la empresa, previa asignación de áreas por parte del jefe inmediato, y reportar cualquier tipo de daño que se presente en la maquina al jefe inmediato, para que este ejecute medidas sobre la falla.

Gerente: disponer de los recursos necesarios para poder llevar a cabo los diferentes mantenimientos, insumos, repuestos, personal, disponibilidades de los equipos con el cliente.

5.3.1.6 Normas de Seguridad.

- **Normas Generales.**
 - Conservar limpio y ordenada la zona de trabajo.
 - Depositar los materiales inservibles, basura, etc., en recipientes adecuados para que puedan ser retirados adecuadamente.
 - Tener presente en todo momento, la situación de los compañeros que trabajen cerca de su área y el trabajo que están haciendo, para evitar los peligros añadidos por proximidad.
 - No se debe permanecer ni circular bajo cargas suspendidas. Se debe revisar antes de iniciar el trabajo que: los equipos, máquinas y herramientas que se vayan a utilizar estén en buenas condiciones de uso; comunicar al jefe inmediato cualquier deficiencia que se encuentre si no se ha podido solucionar.
 - Se debe consultar cualquier duda sobre la forma de realizar el trabajo, no comenzando sin saber antes cómo realizarlo en forma correcta.
 - No se deben poner fuera de funcionamiento los sistemas de seguridad de máquinas y herramientas.
 - Se debe señalar la zona de trabajo y poner medidas de protección colectiva para evitar riesgos que afecten la seguridad.
 - Se deben usar obligatoriamente los elementos de protección personal que sean necesarios para protegernos de los efectos de un peligro, o atenuar el mismo.
- **Cortos por objetos.**
 - En el manejo de herramientas y otros objetos cortantes o punzantes como sierras, tijeras, destornilladores, etc., se debe extremar la precaución.
 - Mantener en buen uso las herramientas de trabajo.
 - Utiliza la herramienta adecuada para cada tarea.
 - Usar las máquinas de manera adecuada, sin poner fuera de funcionamiento las protecciones de que disponga.
 - Usar guantes de protección.

- **Contacto térmico.**
 - En las tareas de mantenimiento se manipulan equipos, máquinas y productos que se encuentran sometidos a situación térmica extrema (calor-frío), pudiendo provocar quemaduras.
 - Se deberá extremar la precaución y utilizar los equipos de protección adecuados a cada una de las tareas, (guantes, pantalla de soldador, gafas, mandil, polainas, etc.)
- **Máquinas en general.**
 - Las máquinas deben estar desconectadas de la fuente eléctrica.
 - Si se trabaja con máquinas que emitan un nivel de ruido importante, utilizar protectores auditivos. Si además existe riesgo de proyección de partículas se deben utilizar gafas de protección de la vista.
- **Riesgo eléctrico.**
 - Revisar el estado de cables y enchufes antes de conectarlos a la red eléctrica.
 - No utilizar aparatos eléctricos con las manos y pies húmedos o mojados.
 - No intentar hacer “chapuzas”.
- **Escaleras de mano.**
 - En un servicio de mantenimiento el uso de escaleras de mano está generalizado, ya sean de madera, metálicas o de tijera, se deben tener en cuenta las siguientes precauciones:
 - El apoyo inferior se realizará sobre superficies planas y sólidas y los montantes han de estar provistos de zapatas, puntas de hierro, grapas u otro mecanismo antideslizante.
 - Nunca se debe apoyar la escalera sobre el peldaño inferior.
 - El ascenso y descenso no se hará de espalda a la escalera sino de frente.
 - No se deben subir a brazo pesos que comprometan la seguridad del trabajador.
 - Las herramientas se introducirán en bolsas antes de iniciar el ascenso.
 - Si debes trabajar a una altura de más de 1,50 m, debes utilizar arnés de seguridad u otra medida de protección alternativa.
 - En los trabajos eléctricos o en la proximidad de instalaciones eléctricas se deben utilizar escaleras con aislamiento eléctrico adecuado.

- Las escaleras de madera no deben pintarse para que los defectos sobrevenidos puedan fácilmente apreciarse.
- Las escaleras no deben utilizarse de forma simultánea por dos operarios.
- Está prohibido el empalme de dos escaleras, a no ser que reúnan condiciones especiales para ello.
- **Trabajos en Altura.**
 - Si se deben realizar trabajos en altura, donde no sea adecuado el uso de escaleras, (por la dificultad, duración de la tarea o equipos a utilizar), se debe hacer desde un andamio, que ofrezca las suficientes garantías de estabilidad y seguridad; éste debe contar con plataforma de 60 cm mínimo de ancho, disponer de rodapié y proteger con barandillas laterales si la altura es superior a 1.50 m.
 - Si se debe trabajar en tejados, cornisas, etc. Si no es posible instalar medidas de protección colectiva, se deben usar arneses anclados a partes fijas de la estructura.

Tabla 3

Control de Cambios

CONTROL DE CAMBIOS		
Fecha	Vr.	Comentarios
05/08/2021	01	Se crea el documento Numeral 1: -Se modifica el objetivo del programa Numeral 3: -Se actualiza la definición de: plan de mantenimiento, mantenimiento, mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo, programa de mantenimiento preventivo, programa de mantenimiento correctivo, herramienta, repuesto
5/03/2023	02	Numeral 4: -Se establece que la persona encargada de elaborar y presentar el plan de mantenimiento preventivo es el Coordinador de mantenimiento, y será aprobado por el Gerente. -Se establecen unos criterios con que debe contar el plan de mantenimiento preventivo Numeral 5:

-Se establecen los pasos para llevar a cabo un mantenimiento correctivo, y se agrega el diagrama del proceso.

Numeral 6:

-se establece el procedimiento de mantenimiento y se agrega diagrama del proceso

Numeral 7:

-Se agrega el inventario de los equipos objeto de este programa de mantenimiento

Numeral 8:

-Se define al Coordinador de mantenimiento como el responsable de planificar y elaborar el cronograma de mantenimiento preventivo.

-Se actualizan los cargos con obligaciones en el programa de mantenimiento.

	Elabora	Revisa	Aprueba
Firma			
Cargo	Profesional SST	Responsable SGSST	Gerente
Fecha	05/08/2021	05/08/2021	05/08/2021

Nota: Tabla que contiene el control de cambios realizado al documento.

5.4 Fase 4: Elaboración de fichas de mantenimiento por máquina

Se invita al usuario a revisar detalladamente el **Anexo 5**, el cual contiene información relevante acerca del mantenimiento preventivo de los equipos de la empresa. Para elaborar los planes de mantenimiento preventivo se ha llevado a cabo un proceso minucioso de identificación de las recomendaciones de los fabricantes, con el fin de prevenir el deterioro y daño de los equipos. Este proceso se ha basado en el inventario de las máquinas con que cuenta la empresa y en la revisión detallada de los manuales de los fabricantes.

Para llevar un control efectivo de las actividades de mantenimiento preventivo de cada uno de los equipos, se han elaborado fichas en Excel, donde se establecen las actividades a realizar y

su frecuencia correspondiente. Estas fichas son una herramienta fundamental para el personal encargado del mantenimiento, ya que les permiten llevar un control riguroso de las tareas realizadas y asegurar el cumplimiento de los planes de mantenimiento preventivo.

5.4.1 Plan de Mantenimiento Preventivo Torres de Iluminación

Los equipos objeto de este plan hacen referencia a las torres de iluminación de propiedad de la empresa M.B. WELL SERVICES, y las cuales cuentan con motores de la marca KUBOTA, modelos D9005, D1005 Y D1105, y alternadores de la marca LEROY SOMER.

El **Anexo 1** contiene el procedimiento de plan de mantenimiento de las torres de iluminación, el cual es esencial para prevenir problemas y prolongar la vida útil de los activos. Se recomienda a los lectores interesados en conocer más sobre el mantenimiento de los activos que consulten detalladamente el **Anexo 1**, así como los demás anexos relacionados con el mantenimiento.

5.4.2 Plan de mantenimiento preventivo Generadores DE 33KVA, con motor de la marca FAW modelo 4DW91-38D, alternador AGG KI184FS LIKE STAMFORD

En el presente informe de mantenimiento se hace referencia a la existencia de anexos que contienen los planes de mantenimiento para los equipos en cuestión. Estos planes de mantenimiento detallan las actividades que se deben realizar para garantizar un correcto funcionamiento de los equipos, así como los tiempos y periodicidad de cada una de ellas. En particular, el **Anexo 2** contiene el plan de mantenimiento para los generadores DE 33KVA, el cual es fundamental para garantizar la fiabilidad de los equipos y evitar fallos o averías. Se recomienda a los encargados de llevar a cabo el mantenimiento de los equipos que consulten detalladamente el **Anexo 2** para obtener una guía clara y precisa de las actividades que deben realizar. Además, se hace hincapié en la importancia de mantener actualizados los planes de mantenimiento y revisarlos periódicamente

para asegurar su eficacia y eficiencia. En caso de requerir más información, se sugiere revisar los demás anexos relacionados con el mantenimiento de los equipos.

5.4.3 Plan de Mantenimiento Preventivo Generador de 250 Kva Modelo SD-200

En particular, el **Anexo 3** contiene el Plan de Mantenimiento Preventivo para el generador de 250 Kva Modelo SD-200, el cual es esencial para garantizar el correcto funcionamiento y la disponibilidad del generador. Se recomienda a los encargados de llevar a cabo el mantenimiento del generador que consulten detalladamente el **Anexo 3** para obtener una guía clara y precisa de las actividades que deben realizar en el mantenimiento preventivo del generador, así como revisar los demás anexos relacionados con el mantenimiento del resto de las instalaciones del edificio.

5.4.4 Plan de Mantenimiento Preventivo Generador de 125 y 250 Kva

El **Anexo 4** contiene los Planes de Mantenimiento Preventivo para los generadores de 125 y 250 Kva, los cuales son fundamentales para garantizar la continuidad del suministro eléctrico y evitar interrupciones en la producción. Se recomienda a los encargados del mantenimiento de la planta que consulten detalladamente el **Anexo 4** para obtener una guía clara y precisa de las actividades que deben realizar en el mantenimiento preventivo de los generadores, incluyendo las revisiones periódicas y el reemplazo de piezas desgastadas. Además, se hace hincapié en la importancia de seguir rigurosamente los planes de mantenimiento para asegurar la confiabilidad y eficiencia de los generadores.

5.5 Fase 5: Elaboración de fichas de seguimiento

Con el fin de garantizar el cumplimiento riguroso de los planes de mantenimiento preventivo para los equipos críticos de la empresa, se hace necesario contar con soportes que demuestren que se están llevando a cabo las actividades y frecuencias de mantenimiento establecidas. Por ello, se ha elaborado un formato específico (ver Anexo 6) en el que se debe registrar detalladamente la evidencia de la realización de cada mantenimiento preventivo,

incluyendo la persona responsable, la fecha, las actividades realizadas y cualquier otra información relevante.

Además, se ha diseñado un formato para el mantenimiento correctivo, que permitirá registrar de manera sistemática la gestión que se le da a cada falla o avería presentada en los equipos. En este formato se debe incluir información detallada acerca de la máquina afectada, la fecha de la falla, quien la reportó, la naturaleza de la falla, la solución planteada y el tiempo que se tardó en corregir el problema.

Se recomienda encarecidamente a todo el personal encargado del mantenimiento de los equipos que utilice estos formatos de manera rigurosa, con el fin de asegurar la calidad y eficacia del mantenimiento preventivo y correctivo, y así garantizar la continuidad de las operaciones de la empresa.

5.6 Fase 6: Manual de usuario para el diligenciamiento de los formatos

El manual de usuario para más información se encuentra en el **Anexo 7** del documento, este manual permite al usuario identificar la forma correcta de realizar el diligenciamiento de información en los formatos de seguimiento de mantenimiento. Se recomienda a todos los usuarios de la empresa revisar esta guía de usuario antes de comenzar a utilizar los diferentes formatos, con el fin de aprender a llenarlos correctamente y minimizar posibles errores en la captura de datos.

Además, se ha elaborado una guía de usuario mediante la herramienta Dr. Explains, un software especializado en la creación de archivos de ayuda, guías de usuario, manuales en línea y documentación de aplicaciones (Indigo Byte Systems, 2023). En esta guía se detallará de manera clara y precisa el paso a paso de la manera en que los usuarios deben diligenciar los diferentes formatos de la empresa, utilizando los campos y datos específicos de cada uno.

5.7 Fase 7: Control de la documentación

La fase 7 del proyecto de diseño e implementación de un programa de mantenimiento para la empresa M.B. Well Services se enfoca en el control de la documentación generada durante todo el proceso. El control de la documentación es fundamental para garantizar que la información esté actualizada y disponible en todo momento para el personal involucrado en el mantenimiento de los equipos.

En esta fase se le planteo a la empresa crear una carpeta física por cada equipo para asegurar que los documentos sean conservados de manera adecuada y se mantenga una trazabilidad del historial de cada equipo. Este sistema permitirá al equipo de mantenimiento conocer cuáles son las últimas actividades de mantenimiento llevados a cabo y cuáles son los cambios que se han realizado en ellos.

También se planteó la creación de un archivo virtual que permita la conservación de la documentación en el tiempo y de la eliminación de la documentación física obsoleta (que solo se mantenga documentación física del año inmediatamente anterior y el actual). Esto permitirá evitar la acumulación innecesaria de información y facilitará la gestión y actualización de la documentación actual.

Por último, se creó un archivo de Excel con los indicadores de desempeño para el sistema de mantenimiento, con el fin de evaluar la eficacia y la eficiencia del proceso. Estos indicadores permitirán mirar la disponibilidad, los tiempos de confiabilidad y mantenibilidad de los equipos, y con base a estos, establecer objetivos claros para la mejora continua del proceso.

La implementación de esta fase permitirá a la empresa mantener un control efectivo de la documentación generada en el proceso de mantenimiento, lo cual resultará en una gestión más eficiente y efectiva del mantenimiento de sus equipos. Además, la documentación actualizada y

disponible en todo momento permitirá que la empresa ofrezca un servicio de calidad a sus clientes, mejorando así la satisfacción del cliente y la reputación de la empresa en el mercado.

6. Resultados

Los resultados de este proyecto de implementación de un programa de mantenimiento preventivo para la empresa M.B. Well Services fueron altamente satisfactorios. La empresa ahora cuenta con un sistema de mantenimiento que le permite planificar, programar y ejecutar de manera efectiva el mantenimiento de sus equipos.

La creación de un inventario de las máquinas y su codificación permitió una fácil identificación de cada una de ellas, lo que a su vez facilitó la planificación y programación de las actividades de mantenimiento. La creación de fichas de seguimiento de mantenimiento preventivo y correctivo permitió un registro detallado del trabajo realizado en cada una de las máquinas, lo que garantiza la trazabilidad y el historial de cada equipo.

La implementación del programa de mantenimiento preventivo permitirá ver una reducción significativa en los tiempos de inactividad de la maquinaria, lo que a su vez se traducirá una disminución de los costos de operación y una mayor disponibilidad de los equipos. Además, la implementación del programa permitirá que la empresa mejore su imagen ante sus clientes, al garantizar un servicio de calidad y sin interrupciones operativas.

En general, la implementación de este programa de mantenimiento preventivo tendrá un impacto positivo en la operación de la empresa M.B. Well Services, permitiéndole mejorar su eficiencia, reducir costos y aumentar la satisfacción de sus clientes.

7. Análisis de los resultados

El proyecto de diseño e implementación de un programa de mantenimiento para la empresa M.B. Well Services SAS, ha demostrado ser un éxito en cuanto a la mejora del desempeño y eficiencia en la operación de la empresa. La implementación de las diferentes fases del proyecto ha permitido una planificación efectiva del mantenimiento de los equipos de la empresa, lo que ha garantizado una mayor disponibilidad de estos y, por tanto, una mayor satisfacción de los clientes.

Los indicadores de desempeño permitirán medir la eficacia del programa de mantenimiento. Se logrará disminuir el tiempo de inactividad de los equipos, aumentar la vida útil de los mismos y reducir los costos de mantenimiento y reparación. Los indicadores incluyen la disponibilidad de los equipos, el tiempo de inactividad, la cantidad de fallas reportadas, la cantidad de mantenimientos preventivos y correctivos realizados, y el costo total del mantenimiento.

Además, se podría establecer un sistema de reporte de fallas por parte de los clientes, lo que permitiría una retroalimentación constante y una mejora continua del programa de mantenimiento.

En cuanto a la evaluación del plan de mantenimiento, se sugiere la realización de auditorías periódicas por parte de personal especializado en mantenimiento y la revisión constante de los indicadores de desempeño. Además, se podría realizar encuestas a los clientes para medir su satisfacción con el servicio prestado y detectar posibles áreas de mejora.

En conclusión, el proyecto de diseño e implementación de un programa de mantenimiento para la empresa M.B. Well Services SAS ha sido altamente efectivo en la mejora del desempeño y eficiencia de la empresa. La implementación de las diferentes fases del proyecto ha permitido una planificación efectiva del mantenimiento de los equipos de la empresa, lo que ha garantizará una mayor disponibilidad de estos y una mayor satisfacción de los clientes. Los indicadores de

desempeño, el seguimiento y la evaluación constante del plan de mantenimiento son elementos clave para garantizar la continuidad del éxito del programa.

8. Conclusiones

El proyecto de diseño de un programa de mantenimiento para la empresa M.B. Well Services ha demostrado la necesidad de una planificación adecuada en el mantenimiento de sus equipos para garantizar un servicio de calidad y sin dificultades operativas para sus clientes. La implementación de este plan de mantenimiento preventivo tendrá un impacto positivo en la productividad de la empresa al disminuir los costos operativos, prolongar la vida útil de los equipos y aumentar la satisfacción de los clientes.

En primer lugar, se realizó el diagnóstico de la situación actual de la empresa, donde se pudieron evidenciar las necesidades y a su vez, las oportunidades presentes para la ejecución de este proyecto. Se realizó una encuesta a todos los trabajadores, y entrevista al representante legal y coordinadora HSE, donde se pudo obtener información relevante del proceso de mantenimiento en la empresa, esta fase ha permitido identificar puntos de mejora, y marcaron el camino para el desarrollo del proyecto. Además, se elaboró un inventario completo de las máquinas existentes en la empresa, lo que ha facilitado una gestión más efectiva y un mejor control de los activos.

Se diseñó una codificación e identificación de las máquinas, creando un listado en Excel que permite una fácil identificación y seguimiento. Asimismo, se definieron las actividades y tareas que conforman los diferentes procesos de la operación, identificando las relaciones entre ellas y documentando el proceso de manera exhaustiva. Esto ha contribuido a una mayor claridad y eficiencia en la ejecución de las actividades Anexo

Un aspecto importante en este proyecto es la elaboración de los planes de mantenimiento preventivo para cada tipo de máquina. Esto permite realizar un adecuado cuidado de los activos, previniendo posibles fallas y asegurando un correcto funcionamiento de estos. Se diseñó las fichas de mantenimiento preventivo y correctivo, lo que ha facilitado el registro y control de las labores realizadas, tal como están los **Anexo del 1 al 4**.

Se dejaron establecidos indicadores de desempeño, tales como el tiempo de disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de los equipos, permitirán hacer un seguimiento efectivo al plan de mantenimiento y evaluar su eficacia. Se recomienda realizar una revisión periódica del plan y hacer ajustes según sea necesario para asegurar su eficacia a largo plazo, **Anexo 8**.

En resumen, este proyecto ha permitido mejorar de manera significativa el proceso de mantenimiento y la gestión de las máquinas en la empresa MB Well Services SAS. Los resultados obtenidos proporcionan una base sólida para garantizar la eficiencia, la calidad y la trazabilidad de las actividades realizadas, contribuyendo así al crecimiento y desarrollo de la organización en su conjunto **Anexo 5** y **Anexo 6**.

9. Recomendaciones

Se sugiere que la empresa lleve a cabo un proceso de sensibilización y formación para el personal involucrado en el mantenimiento de los equipos, con el fin de asegurar su compromiso y motivación en la implementación del plan de mantenimiento preventivo. Además, se debe implementar un sistema de seguimiento y evaluación continuo de los indicadores de calidad, para garantizar el cumplimiento efectivo del plan de mantenimiento preventivo y hacer ajustes en tiempo real, según sea necesario.

En resumen, el diseño e implementación de un programa de mantenimiento preventivo para la empresa M.B. Well Services es esencial para garantizar un servicio de calidad, prolongar la vida útil de los equipos, disminuir los costos operativos y aumentar la satisfacción de los clientes. Con un seguimiento efectivo y una revisión periódica, se asegura la eficacia a largo plazo del plan de mantenimiento preventivo. La empresa debe implementar las recomendaciones mencionadas para asegurar una efectiva implementación y cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo, lo que se traducirá en beneficios tanto para la empresa como para sus clientes.

Finalmente, para ampliar el proceso que se llevó a cabo dentro de la empresa y el desarrollo de los formatos, se recomienda visualizar los archivos anexos, por ejemplo, el **Anexo 7**, el cual debería ser el primero en visualizar para comprender mejor el proceso.

Referencias

- Agencia Nacional de Seguridad Vial. (2 de enero de 2022). *Victimas, Fallecidos y Lesionados*. Obtenido de <https://ansv.gov.co/es/observatorio/estad%C3%ADsticas/fallecidos-y-lesionados-2021-2022>
- Angeles, R. (2020). *Deutz BF6M 1013 Manual de Operacion*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/123219982/Deutz-BF6M-1013-Manual-de-Operacion#>
- Campos, O. (26 de junio de 2018). *Metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) considerando taxonomía de equipos, base de datos y criticidad de efectos*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/614/61458265006/html/>
- CEMAMAQUINARIA. (12 de diciembre de 2018). *La importancia de hacer un buen mantenimiento de tu maquinaria*. Obtenido de <https://www.cemamaquinaria.com/la-importancia-de-hacer-un-buen-mantenimiento-de-tu-maquinaria/>
- Cummins. (2023). *ALWAYS INNOVATING*. Obtenido de <https://www.cummins.com/>
- Definición de. (2022). *Definición de Herramientas*. Obtenido de <https://definicion.de/herramienta/>
- Gestión de Operaciones. (2018). *Qué es el Diagrama de Ishikawa o Diagrama de Espina de Pescado*. Obtenido de <https://www.gestiondeoperaciones.net/gestion-de-calidad/que-es-el-diagrama-de-ishikawa-o-diagrama-de-causa-efecto/>
- Guevara, C. (2020). Principios de gestión de la calidad en empresas de servicios de mantenimiento eléctrico del sector petrolero. *Revista Venezolana de Gerencia*, 89. Recuperado el 2 de enero de 2023, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29062641017>
- IBM. (2021). *¿Cómo funciona la gestión de inventarios?* Obtenido de <https://www.ibm.com/co-es/topics/inventory-management>
- Indigo Byte Systems. (2023). *Dr. Explain*. Obtenido de <https://www.drexplain.es/>
- Ingersoll Rand. (2020). *Torres Doosan Manual de Funcionamiento y Mantenimiento de Piezas*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/383339754/Doosan-Torres-de-Iluminacion-Manual-de-Funcionamiento-mantenimiento-piezas#>
- JELPIT. (8 de noviembre de 2021). *Conoce la importancia del mantenimiento para los equipos industriales*. Obtenido de <https://www.jelpit.com/blog/facilities/importancia-del-mantenimiento-de-los-equipos-industriales/>
- Leroy Somer. (2021). *TAL A44*. Obtenido de Low Voltage Alternator - 4 pole: https://www.leroy-somer.com/documentation_pdf/notices/5876f_en.pdf

- Leroy Sommer. (2021). *LSA 37 - 2 & 4 POLOS - SHUNT*. Obtenido de Alternadores: https://www.leroy-somer.com/documentation_pdf/notices_pdf/3548c_es.pdf
- M.B. Well Services S.A.S. (2023). *Programa de Mantenimiento de Equipos y Maquinas*. Yondó.
- Nackda Värmdö Maskin. (2021). *Kubota D1105*. Obtenido de Manual de Operación: <https://nvmaskin.se/wp-content/uploads/2020/05/Kubota-D1105-V1505-Operators-Manual.pdf>
- Nuvair. (2021). *Kubota Motor Diesel*. Obtenido de Manual de Operaciones: <https://www.nuvair.com/manuals/engines/D1105-E4-Spanish-OM.pdf>
- Pérez Rondón, F. A. (2021). *Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial*. Bucaramanga: Universidad Santo Tomas. Recuperado el 2 de enero de 2023, de <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/33276>
- Renovetec. (2020). *MANUAL DEL JEFE DE MANTENIMIENTO*. Obtenido de <http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/305-tipos-de-mantenimiento>
- SDMO Rentapower. (2021). *Manual de Uso y Mantenimiento*. Obtenido de RL12 - RL16: <http://www.sdmo-rentalpower.com/commonsDocuments/300/RL12-RL16-ES.pdf>
- Solesoluciones. (2018). *Historia y evolución del mantenimiento*. Obtenido de <https://www.solesoluciones.com/historia-del-mantenimiento/>
- Stamford. (2020). *Alternadores LV UC22 y UC27*. Obtenido de Manual del Propietario: <https://www.stamford-avk.com/sites/stamfordavk/files/2023-03/UC-Alternators-Owners-Manual-Spanish.pdf>
- Tecnologico de Monterrey. (2019). *Mantenimiento*. Obtenido de <http://www.cca.org.mx/cca/cursos/administracion/artra/produccion/recursos/7.3.1/mantenimiento.htm>
- Temuco, R. (2021). *Propuesta de un plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad y confiabilidad de la maquinaria pesada en la Empresa Mediterraneo Operadores Logísticos S.A.C*. Obtenido de <https://repositorio.uasf.edu.pe/handle/20.500.14179/402>
- TEREX. (2019). *Manual del Operario*. Obtenido de <https://manuals.genielift.com/operators/Spanish/1266664SP.pdf>
- Universidad Veracruzana. (febrero de 2018). *Diagrama de Flujo*. Obtenido de <https://www.uv.mx/personal/aherrera/files/2020/05/DIAGRAMAS-DE-FLUJO.pdf>

Glosario.

Herramienta: es un objeto diseñado para ayudar en la realización de una tarea específica (Definición de, 2022).

Mantenimiento Correctivo: se refiere a la reparación o corrección de una falla o avería en un equipo o sistema después de que ésta se ha presentado. Es decir, se trata de un tipo de mantenimiento que se lleva a cabo en respuesta a una necesidad de reparación, en lugar de ser programado de antemano (Renovetec, 2020).

Mantenimiento Preventivo: Actividad efectuada por técnicos especializados que tiene por objetivo, prevenir el desgaste prematuro de piezas vitales de funciones críticas en el proceso de trabajo, pronostica probables daños o determina defectos en el funcionamiento, recomendando reparaciones programadas con anticipación a la falla o inmediatas antes de la falla (Renovetec, 2020).

Mantenimiento: se refiere a todas las actividades que se llevan a cabo para mantener en óptimas condiciones de funcionamiento un equipo, maquinaria, sistema, instalación o estructura. El objetivo principal del mantenimiento es asegurar que los activos estén disponibles para su uso continuo, sean seguros para los trabajadores y el público, y sean capaces de cumplir con los requisitos operativos y de calidad (Tecnologico de Monterrey, 2019).

Plan de Mantenimiento: descripción detallada de los servicios de mantenimiento preventivo y correctivo que se deben llevar a cabo en el equipo, así como el calendario de mantenimiento, las frecuencias de las inspecciones y las actividades específicas que se deben realizar durante cada tipo de mantenimiento (Renovetec, 2020).

Programa de Mantenimiento Correctivo: es complementario al programa de mantenimiento preventivo, trata de dar una gestión adecuada de mantenimiento que se ocupa de

reparación una vez se ha producido el fallo y el paro súbito de la maquinaria, equipo o infraestructura, para habilitarlo y ponerlo en servicio. Este mantenimiento puede ser ejecutado con personal interno y /o externo (Renovetec, 2020).

Programa de Mantenimiento Preventivo: es un conjunto de acciones planificadas y sistemáticas que se realizan en un equipo o sistema con el objetivo de evitar fallas y reducir el riesgo de averías. Estas acciones se realizan de forma periódica y programada, antes de que ocurran problemas que puedan afectar el desempeño del equipo o sistema. Un programa de mantenimiento preventivo debe ser diseñado específicamente para cada equipo o sistema y debe tener en cuenta sus características, su ciclo de vida, su uso y su entorno operativo (Renovetec, 2020).

Repuesto: es una pieza o componente de un objeto o sistema que se puede reemplazar si se daña o se desgasta con el tiempo. Los repuestos son una parte importante de la gestión del mantenimiento y la reparación de equipos y maquinarias, ya que permiten mantener el rendimiento y la eficiencia de estos (Renovetec, 2020).

Anexos

Anexo 1 *Plan de Mantenimiento Torres de iluminación*

Anexo 2 *Plan de Mantenimiento Generadores 33KVA*

Anexo 3 *Plan de Mantenimiento Generador 250KVA*

Anexo 4 *Plan de Mantenimiento Generador 125 y 250 KVA*

Anexo 5 *Fichas de Mantenimiento*

Anexo 6 *Formato de Registro de Mantenimiento*

Anexo 7 *Guía del Usuario*

Anexo 8 *Indicadores*