

MANUAL DE LABORATORIO DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL



Primer Semestre 2025

PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES

DÍA	HORARIO	ACTIVIDAD
Lunes	08:00-12:00	Práctica 1: Gestión del mantenimiento correctivo
Martes	08:00-12:00	Práctica 2: Gestión del mantenimiento preventivo
Miércoles	08:00-12:00	Práctica 3: Mantenimiento de instalaciones eléctricas
Jueves	08:00-12:00	Práctica 4: Software para gestión del mantenimiento
La evaluación del laboratorio será realizada de manera virtual del 02/06/2025 al 06/06/2025.		

MATERIAL NECESARIO PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRÁCTICAS

Cada estudiante deberá traer los siguientes materiales según corresponda en la práctica:

No.	Material
1	Hojas en blanco Lapiceros Calculadora Computadora
2	Hojas en blanco Lapiceros Computadora
3	Hojas en blanco Lapiceros Computadora
4	Hojas en blanco Lapiceros Computadora Acceso a internet Crear un usuario en Fractal One

INSTRUCCIONES PARA REALIZAR LA PRÁCTICA

Para la realización adecuada de las prácticas deberán atenderse las siguientes indicaciones:

1. Presentarse puntualmente a la hora del inicio del laboratorio y permanecer durante la duración de este.
2. Realizar las actividades y hojas de trabajo planteadas durante la práctica.
3. Participación y cuidado de cada uno de los integrantes del grupo en todo momento de la práctica.
4. Conocer la teoría, (leer el manual antes de presentarse a cada práctica).
5. **No se permite el uso de teléfono celular dentro del laboratorio**, Si tiene llamadas laborales deberá atender las mismas únicamente en el horario de receso.
6. Si sale del salón de clases sin la autorización del docente perderá el valor de la práctica.
7. No puede atender visitas durante la realización de la práctica.
8. El horario de receso es únicamente de 15 minutos.
9. **Respeto dentro del laboratorio hacia los catedráticos o compañeros (as).**

La falta a cualquiera de los incisos anteriores será motivo de una inasistencia.

Considere que se prohíbe terminantemente comer, beber y fumar. Éstos también serán motivos para ser retirado de la práctica.

Recuerde que para tener derecho al punteo y aprobar el curso deberá presentarse a las prácticas y realizar las evaluaciones en línea, las cuales estarán habilitadas del **02 de junio 2025 a las 8:00 al 06 de junio 2025 a las 18:00.**

INFORME DE PRÁCTICA

Las secciones de las cuales consta un informe, el punteo de cada una y el orden en el cual deben aparecer son las siguientes:

- a) Resultados
- b) Resumen de la práctica
- c) Conclusiones

Si se encuentran dos informes parcial o totalmente parecidos se anularán automáticamente dichos reportes.

- a. **RESULTADOS:** Es la sección en la que se presentan de manera clara y objetiva los datos obtenidos a partir de la práctica realizada.
- b. **RESUMEN DE LA PRÁCTICA:** Esta sección corresponde al contenido del informe, aquello que se ha encargado realizar según las condiciones del laboratorio.
- c. **CONCLUSIONES:** Constituyen la parte más importante del informe. Son las decisiones tomadas, respuestas a interrogantes o soluciones propuestas a las actividades planteadas durante la práctica.

DETALLES FÍSICOS DEL INFORME

- El informe debe presentarse en hojas de papel bond **tamaño carta.**
- Cada sección descrita anteriormente, debe estar debidamente identificada y en el orden establecido.
- Todas las partes del informe deben estar escritas a mano **CON LETRA CLARA Y LEGIBLE**, a menos que se indique lo contrario.
- Se deben utilizar ambos lados de la hoja.
- No debe traer folder ni gancho, simplemente engrapado.

IMPORTANTE:

Los informes se entregarán al día siguiente de la realización de la práctica al entrar al laboratorio **SIN EXCEPCIONES.** Todos los implementos que se utilizarán en la práctica se tengan listos antes de entrar al laboratorio pues el tiempo es muy limitado. Todos los trabajos y reportes se deben de entregar en la semana de laboratorio no se aceptará que se entregue una semana después.

PRÁCTICA NO. 1

GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO

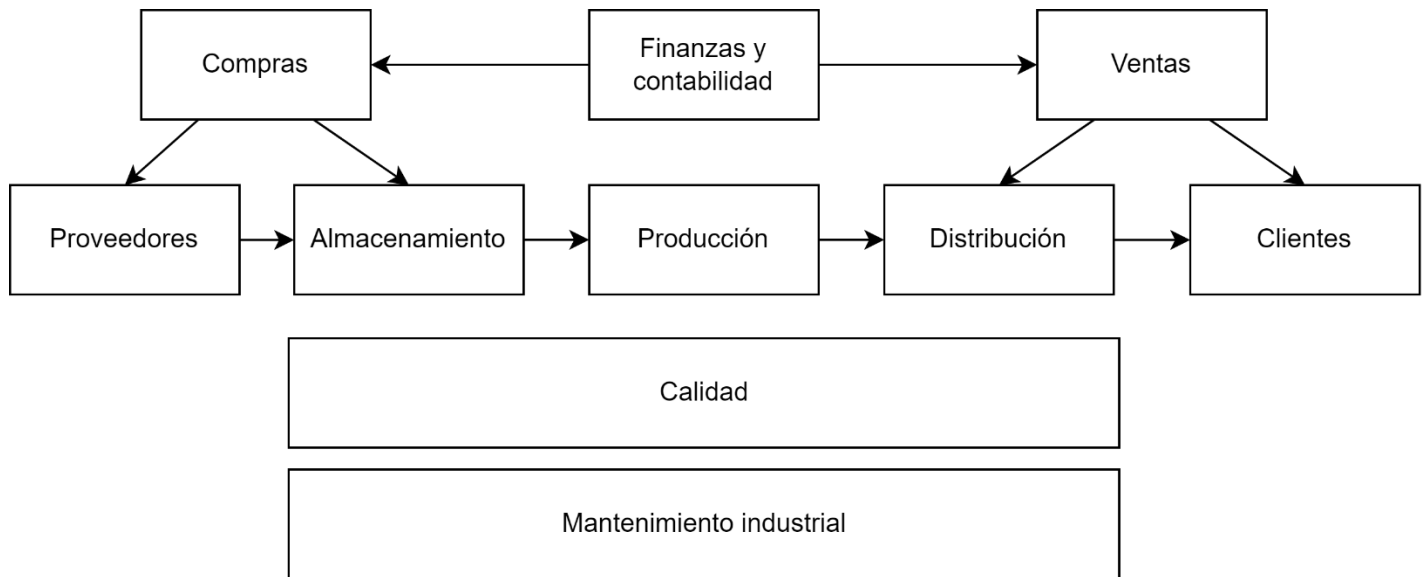
1. Propósito de la práctica:

- 1.1. Comprender la importancia del mantenimiento industrial en el campo de la ingeniería.
- 1.2. Identificar las características más importantes del mantenimiento correctivo.
- 1.3. Conocer los indicadores clave de mantenimiento para el mantenimiento correctivo.

2. Marco Teórico:

Mantenimiento industrial: es un servicio que agrupa una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos, máquinas, construcciones civiles, instalaciones. Es una especie de servicio alternativo, cuya gestión corre paralela a la cadena de valor de la empresa; consecuentemente, ambos sistemas deben ser objetos de similar atención, la esencia empírica demuestra, no obstante, que la mayor atención se centra en la actividad productiva o de servicio propiamente dicha.

En el siguiente diagrama se observa cómo se conectan las distintas actividades de una empresa de producción común. Desde el flujo de materias primas de los proveedores hasta el flujo de productos terminados a los clientes es lo que compone la cadena de valor de la empresa, el mantenimiento será una actividad de apoyo que debe asegurar que estas actividades críticas se lleven a cabo sin contratiempos.



Si el área de mantenimiento industrial realiza sus actividades con eficiencia, habrá menos dificultades en el desarrollo de las actividades de la cadena de valor, esto le permitirá a la empresa operar de manera más confiable y eficiente, por tanto, será más competitiva. La reconversión de la actividad de mantenimiento debe verse, en primera instancia, como la adopción de un sistema que se adapte a las necesidades de cada empresa y particularmente a las características y el estado técnico del equipamiento instalado en ellas.

Objetivos del mantenimiento industrial: el diseño e implementación del sistema de mantenimiento industrial debe tener en consideración las metas y objetivos del área al que está prestando servicio, en el caso del área productiva, este objetivo será cumplir con un programa de producción, para el área de distribución, será entregar

las órdenes o pedidos de los clientes a tiempo y así con cada uno. Cualquier modificación del sistema de mantenimiento industrial debe ser contemplada con gran prudencia para evitar, precisamente, que se enmascaren dichos objetivos o se dificulte su consecución.

Por tanto, los objetivos del área de mantenimiento industrial son:

- Evitar, reducir, y en su caso, reparar, las fallas sobre los bienes precitados.
- Disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar.
- Evitar detenciones inútiles o paro de máquinas.
- Evitar accidentes.
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- Balancear el costo de mantenimiento con el correspondiente costo de oportunidad.
- Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes

Tipos de mantenimiento: según la naturaleza del mantenimiento, este puede clasificarse en:

- **Mantenimiento correctivo:** es aquel que se ocupa de la reparación, una vez se ha producido el fallo y el paro súbito de la máquina o instalación. Dentro de este tipo de mantenimiento podríamos contemplar dos tipos de enfoques:
 1. **Mantenimiento de campo (de arreglo):** este se encarga de la reposición del funcionamiento, aunque no quede eliminada la fuente que provocó la falla.
 2. **Mantenimiento curativo (de reparación):** este se encarga de la reparación propiamente, pero eliminando las causas que han producido la falla. Se suele mantener un almacén con piezas de repuesto, sin embargo, dependiendo de la gestión de este inventario, es posible no contar con los elementos necesarios para llevar a cabo el mantenimiento, por lo tanto, es caro y con riesgo de falla. Esto evidencia la necesidad de realizar una adecuada gestión del mantenimiento.
- **Mantenimiento preventivo:** tareas de mantenimiento que tienen como objetivo la reducción riesgos. Gracias a estas tareas se previenen fallos, errores o averías en el funcionamiento de los equipos y de las herramientas, según dicte el plan de mantenimiento para cada caso.
- **Mantenimiento predictivo:** es el mantenimiento que se le da a una máquina o equipo que muestra anomalías en su funcionamiento, anticipando la falla de este. La recopilación y la interpretación de datos estadísticos permite a muchas empresas aplicar una estrategia de mantenimiento predictivo en sus instalaciones y equipos. Si el departamento de mantenimiento industrial detecta valores anómalos, procede a realizar una revisión o el reemplazo de algún componente antes de que se produzca una avería.
Indicadores clave de mantenimiento:

Gestión del mantenimiento correctivo:

Realizando una estimación, podríamos considerar que, en promedio, más del 70% del tiempo total dedicado a mantenimiento se utiliza para solución de fallas no programadas. Gestionar con eficacia el mantenimiento correctivo significa:

- Realizar intervenciones con rapidez, que permitan la puesta en marcha del equipo en el menor tiempo posible (MTTR).
- Realizar intervenciones fiables, y adoptar medidas para que no se vuelvan a producir estas en un periodo de tiempo suficientemente largo (MTBF).
- Consumir la menor cantidad posible de recursos (tanto mano de obra como materiales).

Distribución del tiempo de una avería o falla en el mantenimiento correctivo:

El tiempo necesario para la puesta a punto de un equipo tras una avería se distribuye de la siguiente manera:

1. **Tiempo de detección:** es el tiempo que transcurre entre el origen del problema y su detección. Hay una relación entre el tiempo de detección y el tiempo de resolución total: cuanto antes se detecte la avería, en general, habrá causado menos daño y será más fácil y económica su reparación.
2. **Tiempo de comunicación:** es el tiempo que transcurre entre la detección del problema y localización del equipo de mantenimiento. Este periodo se ve muy afectado por los sistemas de información y de comunicación con el personal de mantenimiento y con sus responsables. Una buena organización de mantenimiento hará que este tiempo sea muy corto, incluso despreciable en el total de tiempo transcurrido.
3. **Tiempo de espera:** es el tiempo que transcurre desde la comunicación de la avería hasta el inicio de la reparación. Incluye el tiempo de espera hasta disponer de operarios que puedan atender la incidencia, los trámites burocráticos necesarios para poder intervenir (parada de los equipos, solicitud de órdenes de trabajo, obtención de la orden de trabajo, aislamiento del equipo, etc.) y el traslado del personal desde donde se encuentre hasta el lugar donde se ha producido el incidente. Este tiempo se ve afectado por varios factores: número de operarios de mantenimiento de que se disponga, complicación o simplicidad del sistema de gestión de órdenes de trabajo, medidas de seguridad que sea necesario adoptar, y distancia del taller de mantenimiento a la planta, entre otras.
4. **Diagnóstico de la avería:** es el tiempo necesario para que el operario de mantenimiento determine qué está ocurriendo en el equipo y cómo solucionarlo. Este tiempo se ve afectado por varios factores: formación y experiencia del personal, y por la calidad de la documentación técnica disponible (planos, históricos de averías, listas de averías y soluciones, etc.).
5. **Acopio de herramientas y medios técnicos necesarios:** una vez determinado qué hay que hacer, el personal encargado de la reparación puede necesitar un tiempo para situar en el lugar de intervención los medios que necesite. Este tiempo suele verse afectado por la distancia de los talleres o lugares de almacenamiento de la herramienta al lugar de intervención, por la previsión de los operarios a la hora de llevar consigo el herramental que creen pueda necesitar cuando se les comunica la necesidad de intervención y por la cantidad de medios disponibles en planta.
6. **Acopio de repuestos y materiales:** es el tiempo que transcurre hasta la llegada del material que se necesita para realizar la intervención. Incluye el tiempo necesario para localizar el repuesto en el almacén (en el caso de tenerlo en stock), realizar los pedidos pertinentes (en caso de no tenerlo), para que el

proveedor los sitúe en la planta, para acondicionarlos (en caso de que haya que realizar algún trabajo previo), para verificar que alcanzan sus especificaciones y para situarlos en el lugar de utilización. Este tiempo se ve afectado por la cantidad de material que haya en stock, por la organización del almacén, por la agilidad del departamento de compras, y por la calidad de los proveedores.

7. **Reparación de la avería:** es el tiempo necesario para solucionar el problema surgido, de manera que el equipo quede en disposición para producir. Se ve muy afectado por el alcance del problema y por los conocimientos y habilidad del personal encargado de su resolución.
8. **Pruebas funcionales:** es el tiempo necesario para comprobar que el equipo ha quedado adecuadamente reparado. El tiempo empleado en realizar pruebas funcionales suele ser una buena inversión: si un equipo no entra en servicio hasta que no se ha comprobado que alcanza todas sus especificaciones, el número de órdenes de trabajo disminuye, y con él, todos los tiempos detallados en los puntos 1 al 6. Depende fundamentalmente de las pruebas que se determine que deben realizarse.
9. **Puesta en servicio:** es el tiempo que transcurre entre la solución completa de la avería y la puesta en servicio del equipo. Está afectado por la rapidez y agilidad de las comunicaciones.
10. **Redacción de informes:** el sistema documental de mantenimiento debe recoger al menos los incidentes más importantes de la planta, con un análisis en el que se detallen los síntomas, la causa, la solución y las medidas preventivas adoptadas.

Es fácil entender que, en el tiempo total hasta la resolución del incidente o avería, el tiempo de reparación puede ser muy pequeño en comparación con el tiempo total. También es fácil entender que la gestión de mantenimiento influye decisivamente en este tiempo: al menos 7 de los 10 tiempos anteriores se ven afectados por la organización del departamento.

Análisis de modo de fallo:

Se observa cómo en el tiempo necesario para la resolución de una avería hay un tiempo que se consume en diagnosticar la avería, en identificar el problema y proponer una solución. En averías evidentes, este tiempo pasa desapercibido, es despreciable frente al tiempo total. Pero en muchas ocasiones el tiempo necesario para saber qué ocurre puede ser significativo:

- En caso de instalaciones nuevas, poco conocidas.
- En caso de emplear personal distinto del habitual.
- En caso de averías poco evidentes (caso, por ejemplo, de averías que tienen que ver con la instrumentación).

El personal, con el paso del tiempo, va aprendiendo de su propia experiencia, siendo una realidad que el diagnóstico de una avería suele hacerlo más rápidamente el personal que más tiempo lleva en la planta. Si la experiencia acumulada por el personal de mantenimiento se almacena en sus cabezas, nos exponemos a algunos peligros:

- Rotación del personal. El personal cambia de empresas, de puestos, etc., y con él, puede marcharse la experiencia acumulada en la resolución de averías.
- Periodos de vacaciones y bajas. Si la experiencia se almacena exclusivamente en las mentes del personal, ante una baja, un descanso o unas vacaciones podemos quedarnos sin esa experiencia necesaria.
- Olvidos. La mente es un soporte frágil, y un operario puede no acordarse con exactitud de cómo resolvió un problema determinado.
- Incorporación de personal: el personal de nueva incorporación deberá formarse al lado de los operarios que más tiempo llevan en la planta. Esta práctica tan extendida no es a menudo la más recomendable. Un buen operario no tiene por qué ser un buen profesor. Si, por otro lado, debemos esperar a que a un operario le ocurran todas las averías posibles para tenerlo perfectamente operativo, transcurrirán años hasta llegar al máximo de su rendimiento.

Por todo ello, es conveniente recopilar la experiencia acumulada en las intervenciones correctivas en documentos que permitan su consulta si el mismo problema vuelve a surgir. Uno de estos documentos es el análisis de modo de fallo.

Este consiste en una tabla donde se consolida la información respecto a las averías o fallas que se han dado en los equipos y las que podrían darse. Se indica el equipo, el elemento del equipo que falla, la manera en que lo hace, cual es la consecuencia del fallo, con esto se logra describir cualitativamente la falla. Luego, se califica en la severidad (basado en los costos), probabilidad (basada en la frecuencia) y dificultad de la detección de la falla (basado en el tiempo necesario para detectar la falla), esto se utiliza para determinar la importancia de controlar la falla en futuros análisis. Por último, se coloca la solución más efectiva que se tiene hasta el momento.

Análisis de modo de fallo								
Equipo	Elemento	Modo de fallo	Efecto	Severidad (1-10)	Probabilidad (1-10)	Dificultad de detección (1-10)	Índice de falla SxPxD	Solución
Máquina transportadora	Faja	Rotura	Falla funcional	8	5	4	160	Cambio con un repuesto
Máquina transportadora	Cojinete	Desgaste	Falla funcional	8	3	9	216	Cambio con un repuesto
Máquina transportadora	Pintura	Desgaste	Estético	1	7	1	7	Pintar el equipo

El ejemplo anterior se encuentra considerablemente resumido debido a las limitaciones de espacio, en una situación real se debe tener disponibles la mayor cantidad de detalles que ayuden a agilizar el mantenimiento correctivo. El índice de falla se utiliza para determinar el nivel de atención que se le debe dar a la falla y si es necesario pasar a implementar un mantenimiento preventivo o predictivo. Con la información anterior, se pueden crear procedimientos estándar para las fallas o averías más comunes.

Indicadores clave del mantenimiento:

Para darle seguimiento a los mantenimientos correctivos, se utilizan los siguientes indicadores clave:

- **Tiempo promedio entre fallas (MTBF):** representa el tiempo medio que transcurre entre dos fallas o averías de un equipo determinado. Por lo tanto, representa la fiabilidad de la operación del equipo – cuanto

más alto sea su MTBF, más fiable es. Así pues, el MTBF 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.

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo total de trabajo} - \text{Tiempo total de parada}}{\text{Número de fallos}}$$

- Tiempo promedio para reparar (MTTR):** representa el tiempo medio necesario para reparar las averías del equipo hasta que este vuelva a un estado plenamente funcional. Por lo tanto, es un buen indicador de cómo está siendo el desempeño del equipo de mantenimiento. Esta métrica se calcula dividiendo el tiempo total de mantenimiento correctivo durante un determinado período de tiempo por el número de intervenciones de mantenimiento realizadas.

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de mantenimiento}}{\text{Número de intervenciones}}$$

- Porcentaje de disponibilidad operativa:** es el porcentaje del tiempo durante el cual el equipo se encuentra en funcionamiento. Se determina de la siguiente manera:

$$\text{Porcentaje de disponibilidad} = 100 * \frac{\text{Tiempo total de trabajo} - \text{Tiempo total de parada}}{\text{Tiempo total de trabajo}}$$

En el caso del porcentaje de disponibilidad operativa, esta es útil para evaluar el desempeño en agregado del sistema de gestión del mantenimiento al observarlo mensualmente.

DISPONIBILIDAD DE EQUIPAMIENTOS														
Sector: PROCESO 1														Periodo: 01/01/99 a 31/12/99
EQUIPO	Prom. Ant	Ene. 99	Feb. 99	Mar. 99	Abr. 99	May. 99	Jun. 99	Jul. 99	Ago. 99	Sep. 99	Oct. 99	Nov. 99	Dic. 99	Prom. Actual
DISYUNTOR GENERAL	97	100	100	92	100	83	100	100	100	100	100	100	81	96
DISYUNTOR A.C. SACE	91	100	88	100	100	100	79	100	100	100	100	100	100	97
TRAF0 ASEA 1500 KVA	93	100	100	100	100	100	100	100	81	100	100	100	100	98
ESTABILIZADOR TECTROL	92	100	100	65	100	100	100	100	100	100	100	71	100	95
GRUPO ELETROGENO 1	97	100	100	41	100	100	100	100	100	100	100	100	100	95
GRUPO ELETROGENO 2	94	100	100	100	38	100	100	100	100	100	100	100	100	95
TRAF0 ITEL 750 KVA	89	100	52	100	100	100	100	100	84	100	100	100	100	95
AFTER COOLER 1	91	33	100	100	100	49	100	100	100	88	100	100	100	89
AFTER COOLER 2	90	62	100	83	100	100	91	100	78	56	100	100	67	91
COMPRESOR DE AIRE 1	91	92	100	100	84	89	100	94	91	81	100	100	53	90
COMPRESOR DE AIRE 2	90	62	100	83	100	100	80	100	100	100	37	100	100	89
DESTILADOR 1	84	100	100	84	100	100	100	100	49	100	100	21	100	88
DESTILADOR 2	94	100	71	100	100	38	100	82	100	100	100	85	100	96
DESTILADOR 3	82	100	100	100	75	100	100	100	100	48	100	100	100	94

Cada índice se debe calcular por equipo, adicional puede calcularse un indicador mensual.

HOJA DE TRABAJO No. 1

1. Considere el caso de una empresa que se dedica a la distribución de productos varios no perecederos. La empresa cuenta con 2 montacargas pequeños en el almacén, 5 camiones pequeños para distribución y 1 embaladora. Construya un cuadro de análisis del modo de fallos identificando por lo menos 4 fallas por equipo que pueden ocurrir en cada tipo de máquina o vehículo. Investigue o asuma toda la información necesaria.

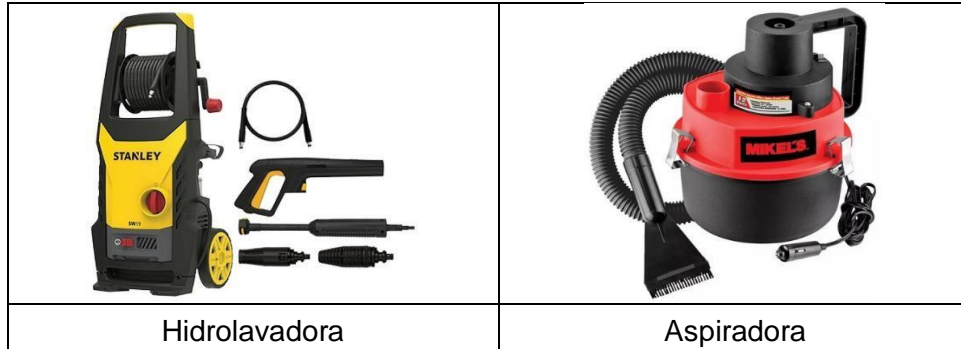
		
Camión pequeño para distribución	Montacargas pequeño	Embaladora

2. La empresa ha recolectado información respecto a las averías de la maquinaria durante los últimos dos meses (considere el mes actual como completo), calcule los indicadores clave de mantenimiento correctivo y determine si debe mejorar la parte administrativa o técnica en la gestión del mantenimiento de cada equipo. Considere una jornada laboral diurna de 8 horas en lunes a viernes y 4 horas los sábados.

Equipo	Mes	Falla	Tiempo de paro	Tiempo de mantenimiento
Camión 5	Pasado	Sobrecalentamiento	4 h	1 h
Camión 5	Pasado	Problemas con la batería	3 h 30 min	2 h
Camión 2	Pasado	Llanta pinchada	1 h 10 min	30 min
Camión 3	Pasado	Llanta pinchada	1 h	25 min
Montacargas 1	Pasado	Mástil atascado	6 h 10 min	3 h 15 min
Montacargas 1	Pasado	Mástil atascado	4 h 45 min	3 h 25 min
Montacargas 1	Actual	Mástil atascado	5 h 10 min	2 h 30 min
Montacargas 1	Actual	Sobrecalentamiento	1 h 25 min	30 min
Camión 2	Actual	Problemas con la batería	2 h	1 h 30 min
Camión 1	Actual	Llanta pinchada	45 min	25 min
Camión 5	Actual	Sobrecalentamiento	4 h 30 min	45 min
Camión 2	Actual	Problemas con la batería	2 h 30 min	1 h

CASO 2

1. Considere el caso de una empresa que se dedica al lavado de vehículos. La empresa cuenta con 6 hidrolavadoras y 6 aspiradoras. Construya un cuadro de análisis del modo de fallos identificando por lo menos 5 fallas por equipo que pueden ocurrir en cada tipo de equipo. Investigue o asuma toda la información necesaria.



2. La empresa ha recolectado información respecto a las averías de los equipos durante los últimos dos meses (considere el mes actual como completo), calcule los indicadores clave de mantenimiento correctivo y determine si debe mejorar la parte administrativa o técnica en la gestión del mantenimiento de cada equipo. Considere una jornada nocturna de 6 horas en lunes a viernes y 6 horas los sábados.

Equipo	Mes	Falla	Tiempo de paro	Tiempo de mantenimiento
Aspiradora 3	Pasado	Cortocircuito	45 min	25 min
Aspiradora 6	Pasado	Filtro dañado	1 h 30 min	45 min
Aspiradora 4	Pasado	Filtro dañado	1 h 30 min	30 min
Hidrolavadora 2	Pasado	Presión baja en el agua	2 h 10 min	1 h 30 min
Hidrolavadora 1	Pasado	Cortocircuito	1 h 25 min	50 min
Aspiradora 3	Pasado	Sobrecalentamiento	2 h	1 h 30 min
Hidrolavadora 2	Actual	Presión baja en el agua	1 h	25 min
Aspiradora 1	Actual	Sobrecalentamiento	1 h 10 min	25 min
Aspiradora 3	Actual	Mangueras obstruidas	4 h 45 min	25 min
Hidrolavadora 2	Actual	Presión baja en el agua	1 h 15 min	1 h
Hidrolavadora 3	Actual	Mangueras obstruidas	3 h 30 min	2 h
Hidrolavadora 2	Actual	Presión baja en el agua	1 h 10 min	30 min

PRÁCTICA NO. 2

GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

1. Propósito de la práctica:

- 1.1. Conocer la metodología para gestionar el mantenimiento preventivo.
- 1.2. Identificar la estructura para generar órdenes de trabajo.
- 1.3. Desarrollar planes de mantenimiento preventivo.

2. Marco teórico:

Mantenimiento preventivo: es un procedimiento programado que previene la ocurrencia de fallas. Sus principales actividades se centran en la limpieza, la lubricación, el recambio programado de piezas y los ajustes en el equipo; estas actividades se realizan de manera periódica, se controlan con base en el tiempo y se establecen mediante inspecciones, medidas y el control de las condiciones de los equipos.

Para aplicar el mantenimiento preventivo se debe determinar con anticipación un plan en el que se indiquen las actividades que deben realizarse, así como su frecuencia. Esta planificación debe ser llevada a cabo por el responsable de mantenimiento y el personal técnico a su cargo, y refleja las tareas periódicas que habrán de realizarse para reducir o eliminar las averías imprevistas que el equipo o maquinaria pueda presentar. Este plan de mantenimiento preventivo se realiza de manera individual para cada una de las máquinas o equipos.

Para determinar las actividades preventivas que son necesarias para incluir en la planificación del mantenimiento preventivo se pueden tomar en consideración las siguientes fuentes:

Recomendaciones del fabricante: los manuales de equipo proporcionados por el fabricante ofrecen recomendaciones en relación con el mantenimiento del equipo, así como información sobre algunas fallas comunes y la manera de corregirlas.

Recomendaciones de los operadores: la experiencia personal del personal que opera los equipos resulta ser de gran utilidad debido a que conocen cómo se comporta el equipo en condiciones normales de operación. Ellos pueden detectar ruidos, vibraciones o incrementos de temperatura en los equipos, por lo que sus recomendaciones serán muy útiles ante la posibilidad de que se produzca una falla en dichos equipos.

Experiencia propia: es muy útil aprovechar la experiencia que se tiene con la operación de la maquinaria o de equipos similares, así como los conocimientos de cada integrante del equipo de mantenimiento que pueda contribuir a intervenciones de calidad, pues se conocen las características y posibles fallas del equipo.

Análisis de ingeniería: cuando no se cuenta con información o esta es insuficiente, se debe hacer un estudio detallado de:

- El equipo. Sus características de construcción y operación.
- Las condiciones en que operará el equipo, de lo cual se deducen los puntos que deben inspeccionarse y que deben recibir servicio periódicamente.

- Establecer la vida útil del equipo o maquinaria.

En general, las actividades del mantenimiento preventivo se pueden clasificar en las siguientes categorías:

- **Limpieza:** proceso periódico que consiste en mantener los recursos libres de impurezas que imposibiliten su buen funcionamiento.
- **Inspección y revisión:** se basan en la observación de los recursos para obtener información sobre su estado físico o funcionamiento.
- **Ajuste o calibración:** corrección de las afectaciones sufridas por el recurso, o de alguna de sus partes, ocasionadas por el uso.
- **Cambio de piezas:** reemplazo de componentes que hayan cumplido su período de vida útil por otros de las mismas características y en buenas condiciones de funcionamiento.
- **Lubricación:** aplicación de lubricantes en intervalos normales y según las indicaciones del fabricante.

Pasos para planificar un trabajo de mantenimiento preventivo:

1. Desarrollar un procedimiento de trabajo
2. Asignar los trabajadores con las destrezas adecuadas.
3. Planear y solicitar las partes y los materiales.
4. Revisar procedimientos de seguridad industrial.
5. Establecer prioridades.
6. Determinar los costos del mantenimiento.
7. Completar la orden de trabajo.

Ejemplo de una orden de trabajo sencilla de mantenimiento:

Orden de trabajo		
Prioridad:	Fecha:	No. de orden:
Requerido por:		Aprobado por:
Equipo:	Tipo de mantenimiento:	
Descripción del problema:		
Técnico:	Procedimiento:	Fecha:
Descripción del mantenimiento:		
Material y herramientas necesarias:		
Coordinado por:		Departamento:
Duración de la inactividad:		Fecha del regreso a operaciones:
Duración del mantenimiento:		Fecha del mantenimiento:
Responsable de la verificación:		

Verificación:	Fecha de verificación:
Observaciones:	

Cabe resaltar que la información requerida en la orden de trabajo será diferente dependiendo del tipo de empresa y si está sujeta a algún sistema de gestión de calidad que obligue a documentar información adicional. La orden de trabajo anterior puede tomarse de base para los mantenimientos tanto correctivos como preventivos.

Ejemplo de una hoja de planificación de mantenimiento preventivo:

Planificación de mantenimiento preventivo							
Elaborado por: Marco Gómez			Aprobado por: Julio Ortíz			Fecha de elaboración: 24/10/22	
Equipo: Horno industrial			Código: CO-001-X01			Fecha de aprobación: 26/10/22	
Ubicación: CO-002			Área: Cocina			Supervisor de área: Ana Pinto	
No.	Parte	Categoría	Procedimiento	Prioridad	Duración	Frecuencia	Interrumpe actividades
1	Válvula de gas	Inspección	MP-001-52	Programado	20 min	Semanal	Sí
2	Cubierta	Limpieza	MP-001-25	Aplazable	5 min	Semanal	Sí
3	Termómetro	Calibración	MP-001-63	Programado	1 h	Mensual	Sí

La tabla anterior se encuentra considerablemente resumida por cuestiones de espacio, se deben incluir tantos detalles como sean necesarios. Los mantenimientos preventivos pueden planificarse con antelación, para el mantenimiento correctivo deberán utilizarse los indicadores de mantenimiento para estimar el período en cuál deberán llevarse a cabo y preparar al sistema para ello.

Programación del mantenimiento industrial: es el proceso de asignar un espacio de tiempo a cada una de las actividades de mantenimiento que ya han sido planificadas. Para poder realizar una programación del mantenimiento existen algunos elementos que se deben tener en consideración:

1. **Programa maestro de producción:** se debe tener una estrecha coordinación con la función de operaciones, el propósito principal de la programación es evitar interrupciones en el proceso productivo.
2. **Historial del mantenimiento correctivo:** considerar los indicadores del mantenimiento correctivo para generar un listado de mantenimiento predictivo, es decir, según el comportamiento de los equipos, cuándo deberán necesitar una intervención.
3. **Listado del mantenimiento preventivo:** según el análisis de ingeniería y las recomendaciones, determinar las actividades de mantenimiento necesarias de cada equipo.
4. **Sistema de prioridades:** se debe clasificar cada tipo de mantenimiento según una lista de prioridades para designarles un espacio en la programación, se puede utilizar criterios de prioridad como: primero en entrar, primero en salir; tiempo de procesamiento más corto; próxima fecha de entrega; razón crítica o un sistema arbitrario como el que se muestra a continuación.

Prioridad		Marco de tiempo en que debe comenzar el trabajo	Tipo de trabajo
Código	Nombre		
1	Emergencia	El trabajo debe comenzar inmediatamente	Trabajo que tiene un efecto inmediato en la seguridad, en el ambiente, la calidad o que parará la producción. Mantenimiento correctivo.
2	Urgente	El trabajo debe comenzar dentro de las próximas 24 horas	Trabajo que probablemente tendrá un impacto en la seguridad, en el ambiente, la calidad o que parará la producción. Mantenimiento correctivo.
3	Normal	El trabajo debe comenzar en las próximas 48 horas	Trabajo que probablemente tendrá un impacto en la producción dentro de una semana. Mantenimiento correctivo.
4	Programado	Según está programado	Mantenimiento preventivo necesario y de rutina, todo el trabajo programado.
5	Aplazable	El trabajo debe comenzar cuando se cuente con los recursos o en el período de paro	Trabajo que no tiene un impacto en la seguridad, en el ambiente, la calidad o que parará la producción. Mantenimiento preventivo.

Una vez planificadas las actividades de mantenimiento y definidas sus prioridades, se realiza la programación por medio de una herramienta de programación de actividades, el principal objetivo de esto es asignar una fecha para cada una de las tareas de mantenimiento planificadas.

Lista de actividades de mantenimiento					
Equipo	Procedimiento	Tipo	Prioridad	Duración	Frecuencia
Camión 1	MP-001-52	Preventivo	Programado	20 min	Semanal
Camión 1	MP-001-75	Preventivo	Programado	30 min	Semanal
Camión 1	MC-001-35	Predictivo	Urgente	50 min	Cada 22 días
Camión 2	MP-001-44	Preventivo	Programado	40 min	Mensual
Camión 2	MC-001-61	Predictivo	Normal	15 min	Cada 11 días
Camión 2	MC-001-57	Predictivo	Urgente	25 min	Cada 17 días

Los mantenimientos predictivos mencionados anteriormente son determinados utilizando los índices de mantenimiento correctivo: el tiempo promedio entre fallas (MTBF) se utiliza como la frecuencia y el tiempo promedio para reparar (MTTR) es la duración de la actividad de mantenimiento. El mantenimiento predictivo se utiliza para tener en consideración dentro de la programación la posibilidad de que exista una falla que requiera mantenimiento correctivo.

Herramientas para programación de actividades

Diagrama de Gantt: Es uno de los más utilizados, debido a su sencillez. Esta herramienta, útil para cualquier tipo de proyectos, se compone de dos ejes, uno vertical y otro horizontal, donde se señala por un lado las actividades y por otro el tiempo. El cronograma de Gantt refleja, a través de diagramas de barra horizontales,

la distribución y duración de cada una de las tareas del mantenimiento. Según la prioridad, primero se le asigna un espacio de tiempo a las actividades más urgentes y después a aquellas que no sean de carácter crítico.

Programación mensual del mantenimiento															
Descripción	Enero					Febrero					Marzo				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Camión 1															
MP-001-52	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
MP-001-75	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
MC-001-35			2				2				2			2	
Camión 2															
MP-001-44	4					4					4				
MC-001-61		3		3		3		3		3		3		3	
MC-001-57			1			1			1			1			1

En el ejemplo anterior, se indica las semanas en las que debe realizarse el mantenimiento y según cada procedimiento se coloca en la casilla el nivel de prioridad que tiene. Nuevamente, por cuestiones de espacio, se han incluido únicamente los primeros tres. Una vez realizado el cuadro anterior, se realiza una programación semanal del mantenimiento según las actividades que correspondan a cada uno de los períodos de tiempo, cada vez especificando más los distintos trabajos a detalle.

Programación semanal del mantenimiento						
Descripción	Semana 1 de enero					
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
	Disp: 0.5 h	Disp: 0.5 h	Disp: 0 h	Disp: 0 h	Disp: 0 h	Disp: 2 h
Camión 1						
MP-001-52			-	-	-	20 min
MP-001-75			-	-	-	30 min
MC-001-35	-	-	-	-	-	-
Camión 2						
MP-001-44			-	-	-	40 min
MC-001-61	-	-	-	-	-	-
MC-001-57	-	-	-	-	-	-

En el ejemplo anterior, se tomó el caso de una empresa que, debido a la carga de trabajo, no pueden permitir labores de mantenimiento los miércoles, jueves y viernes. La producción baja considerablemente el sábado y se cuentan con 2 horas para mantenimiento, lunes y martes podrían considerarse como máximo 30 minutos para algún tipo de mantenimiento. La disponibilidad de tiempo para mantenimiento es algo que dependerá enteramente del programa maestro de producción y de las posibles intervenciones estimadas con el mantenimiento predictivo.

Con la programación semanal de mantenimiento, se pueden preparar con antelación recursos necesarios para llevar a cabo las actividades y las respectivas órdenes de trabajo. Las programaciones realizadas de esta manera no son definitivas, el coordinador o supervisor deberá modificarlo activamente según vea necesario.

HOJA DE TRABAJO 2

1. Para las siguientes actividades de mantenimiento realice lo siguiente, investigue o asuma toda la información necesaria:

- Procedimiento para llevar a cabo el mantenimiento.
- Herramientas necesarias para el mantenimiento.
- Repuestos o insumos necesarios para realizar el mantenimiento, si aplica.
- Competencias o conocimientos específicos que debe tener el técnico de mantenimiento.

Luego, utilizando como base la información anterior, desarrolle las órdenes de trabajo para las dos actividades de mantenimiento preventivo.

Equipo	Actividad de mantenimiento
	Inspección de la presión en un sistema de abastecimiento de vapor. El manómetro se encuentra en un lugar alto, difícil de alcanzar.
	Lubricación de los rodamientos de una bomba de agua pequeña.

Equipo	Actividad de mantenimiento
	<p>Calibración de un termómetro digital.</p>
	<p>Cambio de bombillas en una nave industrial, el techo se encuentra a 6 metros de altura.</p>

Considere nuevamente el caso de una empresa que se dedica a la distribución de productos varios no perecederos. La empresa cuenta con 2 montacargas pequeños en el almacén, 5 camiones pequeños para distribución y 1 embaladora.



La empresa ha recolectado información respecto a las averías de la maquinaria durante los últimos dos meses (considere el mes actual como completo). Considere una jornada laboral diurna de 8 horas en lunes a viernes y 4 horas los sábados.

Equipo	Mes	Falla	Tiempo de paro	Tiempo de mantenimiento
Camión	Pasado	Sobrecalentamiento	4 h	1 h
Camión	Pasado	Problemas con la batería	3 h 30 min	2 h
Camión	Pasado	Llanta pinchada	1 h 10 min	30 min
Camión	Pasado	Llanta pinchada	1 h	25 min
Camión	Actual	Problemas con la batería	2 h	1 h 30 min
Camión	Actual	Llanta pinchada	45 min	25 min
Camión	Actual	Sobrecalentamiento	4 h 30 min	45 min
Camión	Actual	Problemas con la batería	2 h 30 min	1 h

Considerando únicamente los camiones, genere la planificación del mantenimiento correctivo y preventivo considerando al menos 8 actividades de mantenimiento.

Una vez con esta información, genere un plan mensual de mantenimiento para todos los camiones del año siguiente.

Considere nuevamente el caso de una empresa que se dedica al lavado de vehículos. La empresa cuenta con 6 hidrolavadoras y 6 aspiradoras. Investigue o asuma toda la información necesaria.



La empresa ha recolectado información respecto a las averías de los equipos durante los últimos dos meses (considere el mes actual como completo), calcule los indicadores clave de mantenimiento correctivo y determine si debe mejorar la parte administrativa o técnica en la gestión del mantenimiento de cada equipo. Considere una jornada nocturna de 6 horas de lunes a viernes y 6 horas los sábados.

Equipo	Mes	Falla	Tiempo de paro	Tiempo de mantenimiento
Aspiradora	Pasado	Cortocircuito	45 min	25 min
Aspiradora	Pasado	Filtro dañado	1 h 30 min	45 min
Aspiradora	Pasado	Filtro dañado	1 h 30 min	30 min
Aspiradora	Pasado	Sobrecalentamiento	2 h	1 h 30 min
Aspiradora	Actual	Sobrecalentamiento	1 h 10 min	25 min
Aspiradora	Actual	Mangueras obstruidas	4 h 45 min	25 min
Aspiradora	Actual	Mangueras obstruidas	3 h	30 min

Considerando únicamente las aspiradoras, genere la planificación del mantenimiento correctivo y preventivo considerando al menos 8 actividades de mantenimiento. Una vez con esta información, genere un plan mensual de mantenimiento para todas las aspiradoras del año siguiente.

PRÁCTICA No. 3

MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS

1. Propósito de la práctica:

- 1.1. Reconocer los riesgos eléctricos comunes en las instalaciones industriales y aplicar las normativas de seguridad correspondientes para prevenir accidentes.
- 1.2 Adquirir habilidades prácticas en el mantenimiento preventivo y correctivo de instalaciones eléctricas, asegurando la operatividad y seguridad de los sistemas eléctricos.
- 1.3 Aplicar procedimientos adecuados para el diagnóstico y reparación de fallas eléctricas en instalaciones industriales, utilizando herramientas y equipos de medición apropiados.

2. Marco Teórico:

Mantenimiento de Instalaciones Eléctricas

El mantenimiento de instalaciones eléctricas es un conjunto de actividades que buscan asegurar el buen funcionamiento, la seguridad y la eficiencia de los sistemas eléctricos. Estas actividades incluyen la inspección, diagnóstico, reparación y mejora de los sistemas eléctricos existentes, con el fin de evitar fallas graves, optimizar el uso de la energía y prolongar la vida útil de los equipos.

Tipos de Mantenimiento Eléctrico

1. **Mantenimiento Preventivo:** este tipo de mantenimiento busca reducir las probabilidades de fallas antes de que ocurran. Se realiza de manera programada y tiene como objetivo mantener los sistemas eléctricos operativos mediante tareas, como la medición de resistencia en cables, limpieza de equipos, y revisión de conexiones. Este enfoque ayuda a evitar paros imprevistos y mejora la eficiencia general de las instalaciones.
2. **Mantenimiento Correctivo:** se realiza cuando ya ha ocurrido una falla en el sistema eléctrico. El mantenimiento correctivo incluye la reparación de daños, la sustitución de cables, fusibles o interruptores defectuosos, y otras tareas necesarias para restaurar el funcionamiento normal de los equipos. Aunque necesario, este tipo de mantenimiento puede generar paros no planificados que afectan la productividad.
3. **Mantenimiento Predictivo:** se basa en la monitorización constante de los sistemas eléctricos para identificar posibles fallas antes de que ocurran. Utiliza herramientas avanzadas como el análisis termográfico, análisis de vibraciones, y mediciones de resistencia. La principal ventaja del mantenimiento predictivo es que permite anticiparse a las fallas, optimizando los recursos y reduciendo el tiempo de inactividad.

Riesgos Eléctricos y Clasificación de Accidentes

El mantenimiento de instalaciones eléctricas implica enfrentar una serie de riesgos inherentes a la naturaleza del trabajo. Los riesgos eléctricos incluyen choques eléctricos, incendios, y explosiones. Es importante identificar y clasificar estos riesgos para implementar medidas preventivas.

Clasificación de Accidentes Eléctricos:

- ❖ Accidentes por Contacto Directo: ocurren cuando una persona entra en contacto físico con partes del sistema eléctrico que están energizadas, es decir, que tienen tensión eléctrica activa. Este tipo de accidente sucede cuando una persona toca directamente conductores o componentes que deberían estar aislados o protegidos, lo que puede resultar en descargas eléctricas graves. Las consecuencias de estos accidentes son generalmente muy severas, ya que el paso de corriente eléctrica a través del cuerpo humano puede causar quemaduras, paradas cardíacas o incluso la muerte
- ❖ Accidentes por Contacto Indirecto: Los accidentes por contacto indirecto se producen cuando una persona entra en contacto con una parte del sistema eléctrico que no debería estar energizada. Sin embargo, debido a fallos en el aislamiento o en la instalación eléctrica, esa parte se energiza accidentalmente. Estos accidentes suelen ocurrir cuando el aislamiento de un conductor o la carcasa de un equipo eléctrico presenta fallos, lo que genera una fuga de corriente a partes metálicas o accesibles del sistema.
- ❖ Accidentes por Sobrecarga o Cortocircuito: Se producen cuando un sistema eléctrico se ve sobrecargado o cuando se genera un cortocircuito, lo que puede causar daños severos a los equipos e incluso incendios.

Procedimientos de Seguridad en Mantenimiento Eléctrico

Para garantizar la seguridad de los trabajadores y el buen estado de las instalaciones, se deben seguir estrictos **procedimientos de seguridad**. Algunas prácticas esenciales son:

- Desconexión de equipos: antes de realizar cualquier trabajo de mantenimiento, es fundamental desconectar la energía y asegurarse de que el sistema eléctrico esté bloqueado y etiquetado para evitar reenergización accidental.
- Uso de EPP: los trabajadores deben estar equipados con guantes aislantes, botas de seguridad y gafas de protección. Además, deben usar casco y ropa adecuada para protegerse contra posibles accidentes.



- Inspección de la puesta a tierra: se debe verificar que todos los sistemas y equipos estén correctamente conectados a tierra, lo que proporciona un camino seguro para las corrientes de fuga y ayuda a evitar accidentes eléctricos.
- Señalización de áreas de alto riesgo y uso de herramientas aisladas.

Elementos Críticos en el Mantenimiento Eléctrico

Al realizar el mantenimiento de una instalación eléctrica, es necesario conocer los componentes clave y los riesgos asociados. Entre los componentes más críticos se encuentran:

- **Conductores y cables:** Los cables deben ser inspeccionados regularmente para detectar daños en su aislamiento que puedan comprometer la seguridad y la eficiencia del sistema.
- **Tableros eléctricos:** Su función es distribuir la energía de manera adecuada. Se deben verificar que los interruptores, disyuntores y fusibles estén en buen estado de funcionamiento.
- **Sistemas de puesta a tierra:** Es fundamental asegurar que la instalación cuente con una **puesta a tierra** adecuada para prevenir descargas eléctricas peligrosas.
- **Equipos de protección:** Como interruptores automáticos, fusibles y disyuntores, que son dispositivos que protegen la instalación de sobrecargas y cortocircuitos.

Programación y Planificación del Mantenimiento Eléctrico

La planificación y programación del mantenimiento eléctrico son fundamentales para garantizar que las instalaciones operen de manera eficiente, segura y sin interrupciones no deseadas. Esta planificación no solo ayuda a prevenir fallas, sino que también optimiza los recursos y reduce costos a largo plazo.

- **Importancia de la Planificación del Mantenimiento:** Una planificación adecuada no solo asegura que el sistema eléctrico funcione de manera continua, sino que también previene incidentes graves y optimiza el uso de energía. La programación de actividades de mantenimiento permite la distribución eficiente de los recursos y ayuda a evitar que fallas menores se conviertan en problemas mayores que impliquen costosas reparaciones o paros no planificados.

Un mantenimiento bien planificado:

- Reduce los riesgos asociados con fallas eléctricas, como incendios o cortocircuitos.
- Mejora la eficiencia operativa al asegurarse de que todos los equipos estén en su óptimo funcionamiento.
- Permite una prolongación de la vida útil de los equipos eléctricos mediante revisiones periódicas.
- Asegura que se cumplan con las normas de seguridad vigentes, reduciendo el riesgo de accidentes laborales.

- **Tipos de Mantenimiento Eléctrico y su Programación:** existen tres tipos de mantenimiento eléctrico: preventivo, correctivo y predictivo, cada uno con diferentes objetivos y frecuencia de programación:

- **Frecuencia de Mantenimiento y su Importancia:** La frecuencia del mantenimiento debe ajustarse a varios factores, como:

- a) Tipo de equipo: Los sistemas eléctricos más críticos o esenciales para la operación deben recibir mantenimiento más frecuente. Por ejemplo, los tableros eléctricos y los sistemas de protección, como los disyuntores, requieren inspecciones más regulares debido a su función vital en la distribución de energía.
- b) Condiciones operativas: Si una instalación está sometida a condiciones extremas (por ejemplo, alta humedad o temperaturas elevadas), es necesario aumentar la frecuencia de mantenimiento para evitar fallas.
- c) Recomendaciones del fabricante: Muchos equipos eléctricos tienen un plan de mantenimiento recomendado por el fabricante, que debe ser seguido para garantizar su correcto funcionamiento.

Además, la planificación de la frecuencia también debe considerar:

- El ciclo de vida de los equipos: A medida que los equipos envejecen, su frecuencia de mantenimiento debe aumentar para prevenir fallas.

- Condiciones de la instalación: Evaluar si la instalación presenta fallas recurrentes o problemas de infraestructura también determinará la frecuencia de las intervenciones.
- **Registro de Intervenciones y Monitoreo Continuo:** Es fundamental documentar todas las actividades de mantenimiento realizadas, independientemente de si son preventivas, correctivas o predictivas. El registro debe incluir detalles como:
 - Fecha de la intervención: Permite llevar un control y verificar la regularidad de las intervenciones.
 - Descripción de la intervención: Detallar las actividades realizadas y los resultados obtenidos, incluyendo mediciones y reparaciones.
 - Condiciones previas y posteriores: Especificar las condiciones antes y después de la intervención para evaluar su efectividad.
 - Acciones correctivas: Si se detectaron problemas, especificar qué medidas se tomaron para solucionarlos.

Este tipo de registros ayuda a mejorar la toma de decisiones y a evaluar la eficacia de las acciones correctivas, así como a generar un historial que será útil para futuras intervenciones.

- **Priorización de Tareas:** La priorización de las tareas de mantenimiento es esencial para optimizar los recursos y asegurar que se abordan primero los equipos de mayor importancia. Se deben clasificar los equipos según su función en el sistema eléctrico y los riesgos que representan si fallan. Esta priorización debe tomar en cuenta
 - Equipos críticos: Como los interruptores, transformadores o generadores, cuya falla puede afectar a todo el sistema.
 - Equipos secundarios: Como los sistemas de iluminación o ventilación, que, aunque importantes, no paralizan la operación completamente si fallan.
 - Riesgos asociados: Los equipos que representan un mayor riesgo de accidente (por ejemplo, fallos eléctricos que puedan provocar incendios) deben ser tratados con alta prioridad.

Al tener una clasificación clara, es posible asignar recursos de forma eficiente y asegurar que el mantenimiento se realice en el momento oportuno.

EJEMPLO: Mantenimiento eléctrico en una planta industrial de bebidas gaseosas

El encargado de mantenimiento eléctrico en una planta industrial de bebidas gaseosas que opera las 24 horas del día, los 7 días de la semana, tiene la responsabilidad de asegurar que todos los sistemas eléctricos funcionen de manera continua, segura y eficiente. A continuación, se describe cómo se lleva a cabo la planificación y programación de las actividades de mantenimiento eléctrico en esta instalación.

Paso 1: Establecimiento de la Frecuencia de Mantenimiento

Lo primero que hace el encargado del mantenimiento es determinar la frecuencia con la que se deben realizar las actividades de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo de los equipos eléctricos de la planta.

➤ Mantenimiento Preventivo:

La planificación del mantenimiento preventivo se realiza tomando en cuenta las recomendaciones del fabricante de cada equipo y las condiciones operativas de la planta. Por ejemplo, se programa una inspección trimestral de los tableros eléctricos para verificar el estado de los disyuntores, fusibles y conexiones, además de realizar una limpieza interna. Este mantenimiento preventivo tiene como objetivo evitar problemas de sobrecalentamiento o fallas en los sistemas de distribución de energía.

En cuanto a los motores eléctricos que impulsan las líneas de producción, se programa una revisión **semestral** para verificar el estado de las conexiones eléctricas, realizar la limpieza de los bobinados y asegurarse de que la lubricación de los rodamientos esté en buen estado. Estas actividades son esenciales para mantener la eficiencia operativa y prevenir paros imprevistos.

➤ **Mantenimiento Correctivo:**

El mantenimiento correctivo es necesario para resolver problemas inesperados en los equipos. Por ejemplo, si un motor de la línea de producción sufre un cortocircuito y detiene la producción, el encargado de mantenimiento debe intervenir de inmediato. Esto implica reemplazar el motor defectuoso y revisar las conexiones eléctricas para evitar que el problema se repita. Este tipo de mantenimiento es inevitable, pero se debe ejecutar rápidamente para restaurar la operación normal de la planta.

➤ **Mantenimiento Predictivo:**

En la planta se han instalado sensores de temperatura en los motores principales para monitorear su rendimiento en tiempo real. Si un sensor detecta que la temperatura de uno de los motores de la línea de producción es más alta de lo normal, el sistema envía una alerta al personal de mantenimiento. Este aviso permite realizar un mantenimiento preventivo antes de que se produzca una falla mayor, lo que optimiza los recursos y evita paros no planificados.

Paso 2: Priorización de Tareas de Mantenimiento

El encargado de mantenimiento clasifica los equipos de la planta según su importancia para la operación, lo que permite priorizar las tareas de mantenimiento. Los equipos se dividen en dos grupos:

- Equipos críticos: Incluyen los tableros eléctricos y los generadores de respaldo. La prioridad de mantenimiento para estos equipos es alta, ya que cualquier fallo podría detener toda la operación de la planta. Por lo tanto, se programan inspecciones y mantenimientos más frecuentes para garantizar su buen funcionamiento.
- Equipos secundarios: Aquí se encuentran los sistemas de iluminación industrial y algunos sistemas de ventilación. Aunque son importantes, su fallo no interrumpe la producción, por lo que la prioridad de mantenimiento es media. El mantenimiento de estos equipos se programa en horarios no productivos para minimizar el impacto en la operación.

Paso 3: Registro de Intervenciones

Es fundamental llevar un registro detallado de todas las intervenciones de mantenimiento realizadas. Este registro permite hacer un seguimiento y análisis de las actividades, así como ajustar el plan de mantenimiento cuando sea necesario.

Un ejemplo de cómo se registra una intervención es el siguiente:

Fecha de Intervención	Equipo/Instalación	Tipo de Mantenimiento	Descripción de la Acción Realizada	Estado Posterior	Observaciones	Responsable
18/01/2025	Motor principal de la línea 3	Correctivo	Reemplazo del motor quemado, revisión de conexiones eléctricas,	Funcionando correctamente	Se identificó un sobrecalentamiento cerca del motor, se reemplazó.	Ing. Axel De Paz
22/01/2025	Tablero eléctrico principal	Preventivo	Inspección de disyuntores, fusibles y conexiones; Limpieza interna de tablero.	Todo en orden	Ningún hallazgo, mantenimiento realizado sin inconvenientes	Inga. Leticia Cifuentes

Este tipo de registros ayuda a detectar patrones de fallas y a realizar ajustes en la programación de mantenimiento para prevenir problemas recurrentes.

Paso 4: Evaluación y Ajuste Continuo

Al final de cada mes, el encargado de mantenimiento revisa los registros de todas las intervenciones realizadas y evalúa la efectividad del plan de mantenimiento. Si se detecta que algún equipo presenta fallas recurrentes o que la frecuencia de mantenimiento preventivo no es suficiente, ajusta la programación. Por ejemplo, si un motor originalmente programado para una revisión semestral presenta problemas constantes, el encargado decide realizar revisiones **mensuales** para evitar futuras fallas.

Además, los datos obtenidos de los **sensores de temperatura** en los motores permiten ajustar las intervenciones predictivas. Si un motor ha estado operando cerca de su temperatura máxima durante varias semanas, se programa un mantenimiento preventivo más frecuente para evitar un posible fallo.

Mantenimiento de Motores Eléctricos Monofásicos y Trifásicos

El mantenimiento de motores eléctricos es un aspecto crucial en cualquier entorno industrial, ya que estos equipos son fundamentales para la operación de maquinarias y procesos. El buen funcionamiento de un motor eléctrico depende de la correcta instalación, operación y mantenimiento de sus componentes. Dentro de los motores eléctricos, los de corriente alterna (CA) son los más comunes, entre los cuales se encuentran los monofásicos y trifásicos.

Principio de Funcionamiento de los Motores Eléctricos.

Los motores eléctricos convierten la energía eléctrica en energía mecánica a través de la interacción de un campo magnético y una corriente eléctrica. En los motores monofásicos y trifásicos, este principio se aplica de manera similar, pero con diferencias importantes en la forma en que se alimenta y distribuye la corriente.

✚ **Motores Monofásicos:** Los motores monofásicos son aquellos alimentados por un sistema de corriente alterna (CA) monofásica, donde solo se tiene una fase de corriente. Este tipo de motor es común en aplicaciones de baja potencia, como en electrodomésticos o pequeñas máquinas industriales. En estos motores, la corriente fluye de manera alternada, pero debido a que solo hay una fase de corriente, se utiliza un condensador o un bobinado adicional para generar un campo magnético rotativo que permita el arranque del motor.

✚ **Motores Trifásicos:** Los motores trifásicos, por otro lado, utilizan un sistema de corriente alterna trifásica, en el que se generan tres fases de corriente, separadas 120 grados entre sí. Esto crea un campo magnético rotativo más eficiente y constante. Los motores trifásicos son más utilizados en aplicaciones industriales de mayor potencia, debido a su mayor eficiencia, mayor torque y capacidad para operar sin necesidad de dispositivos adicionales para el arranque.

Partes Principales de un Motor Eléctrico

Tanto en motores monofásicos como trifásicos, las partes principales incluyen:

1. Estator: La parte estacionaria del motor que contiene el sistema de bobinas, donde se genera el campo magnético.
2. Rotor: La parte móvil del motor, que es impulsada por el campo magnético generado en el estator.
3. Eje: Conectado al rotor, es la parte que transmite el movimiento mecánico.
4. Conmutador (en motores de corriente continua) o escobillas (en algunos motores de corriente alterna).
5. Condensador (en algunos motores monofásicos): Elemento necesario para el arranque o el funcionamiento estable del motor.

HOJA DE TRABAJO No. 3

Caso 1:

Un trabajador está realizando mantenimiento en un sistema eléctrico sin haber desconectado el suministro de energía. Durante el proceso, ocurre un cortocircuito y el trabajador sufre una descarga eléctrica grave.

1. ¿Qué medidas de seguridad debió haberse seguido para evitar este accidente?
2. ¿Qué tipo de mantenimiento estaba realizando el trabajador (preventivo, correctivo, predictivo)?
3. ¿Qué acciones correctivas se podrían tomar para evitar este tipo de accidente en el futuro?

Caso 2:

La planta **Plastilandia S.A.**, dedicada a la producción de envases plásticos, opera las 24 horas, los 7 días de la semana. El encargado de mantenimiento eléctrico debe asegurar que todos los sistemas eléctricos (motores, tableros y transformadores) estén funcionando de manera continua y eficiente.

Paso 1: Establecer la Frecuencia del Mantenimiento Eléctrico

Pregunta 1:

Establezca la frecuencia del mantenimiento preventivo para los siguientes equipos:

- Motores de la línea de producción
- Tableros de distribución eléctrica
- Transformador principal

Instrucciones:

Indique la frecuencia recomendada para cada equipo (diaria, semanal, mensual, anual, etc.).

Paso 2: Priorización de Tareas

Pregunta 2:

Es necesario priorizar las tareas de mantenimiento según la importancia y el impacto que puedan tener en la producción. Ordene los siguientes equipos de acuerdo con su prioridad de mantenimiento, siendo **1** el más crítico, **2** el secundario y **3** el terciario (si aplica):

Equipo/Instalación	Prioridad (1= crítico, 2= secundario, 3=terciario)	Justificación
Motores de la línea de producción		
Tableros de distribución eléctrica		
Transformador principal		

Paso 3: Programación de Actividades de Mantenimiento Preventivo

Defina qué actividades de mantenimiento preventivo realizaría en los siguientes equipos:

- **Motores:** _____
- **Tableros de distribución eléctrica:** _____
- **Transformador:** _____

Paso 4: Establecer el Mantenimiento Correctivo

En caso de que ocurra una falla en cualquiera de estos equipos, ¿qué acciones correctivas tomaría?

- **Motores:** _____
- **Tableros de distribución eléctrica:** _____

- **Transformador:** _____

Paso 5: Registro de Intervenciones de Mantenimiento

A continuación, se presenta una tabla para que registre las intervenciones de mantenimiento realizadas. Complete la tabla con los detalles solicitados para cada intervención:

Fecha de Intervención	Equipo/Instalación	Tipo de Mantenimiento	Descripción de la Acción Realizada	Estado Posterior	Observaciones	Responsable

PRÁCTICA No. 4

SOFTWARE PARA MANTENIMIENTO CALDERAS

1. Propósito de la práctica:

- 1.1. Conocer un software para la gestión del mantenimiento.
- 1.2. Aplicar los conocimientos aprendidos en una plataforma digital.

2. Marco Teórico:

CMMS: de las siglas en inglés para *computerized maintenance management system*, traducido al español como “sistema computarizado de gestión del mantenimiento”, son un conjunto de programas de computadora que permiten realizar todos los procesos de gestión del mantenimiento anteriormente mencionados. Mientras una empresa sea pequeña y con pocos equipos, la gestión del mantenimiento por medio de hojas de cálculo y papel es una opción viable, sin embargo, mientras crece la organización se vuelve complicado mantener un seguimiento adecuado de todas las distintas actividades. Para ello se utilizan paquetes de CMMS que agilizan todos estos procesos.

Entre las opciones disponibles para CMMS se encuentran:



fracttal



L2L



Maintain X



Hippo CMMS



UpKeep



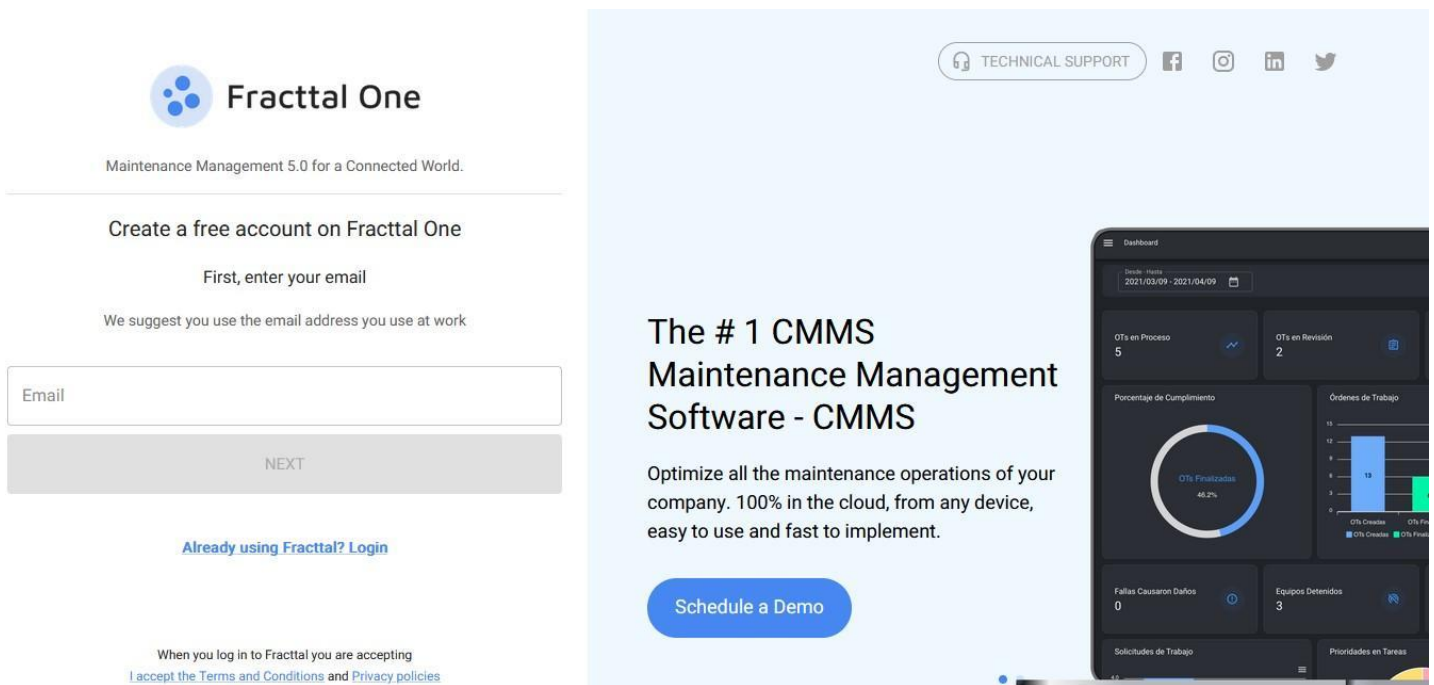
ManWinWin

Por mencionar algunas, naturalmente existen muchas opciones en el mercado, cada una de ellas con sus ventajas y desventajas. De estas opciones, se explora el uso de **fracttal**, un CMMS que brinda la opción para **un usuario gratuito** con algunas limitaciones. Para una empresa de pequeño o mediano tamaño estas limitaciones no son significativas. Con el uso, se puede mejorar la calidad de la licencia por medio de un pago adicional.

Para utilizarlo, se debe acceder al sitio web: <https://one.fracttal.com/signup>

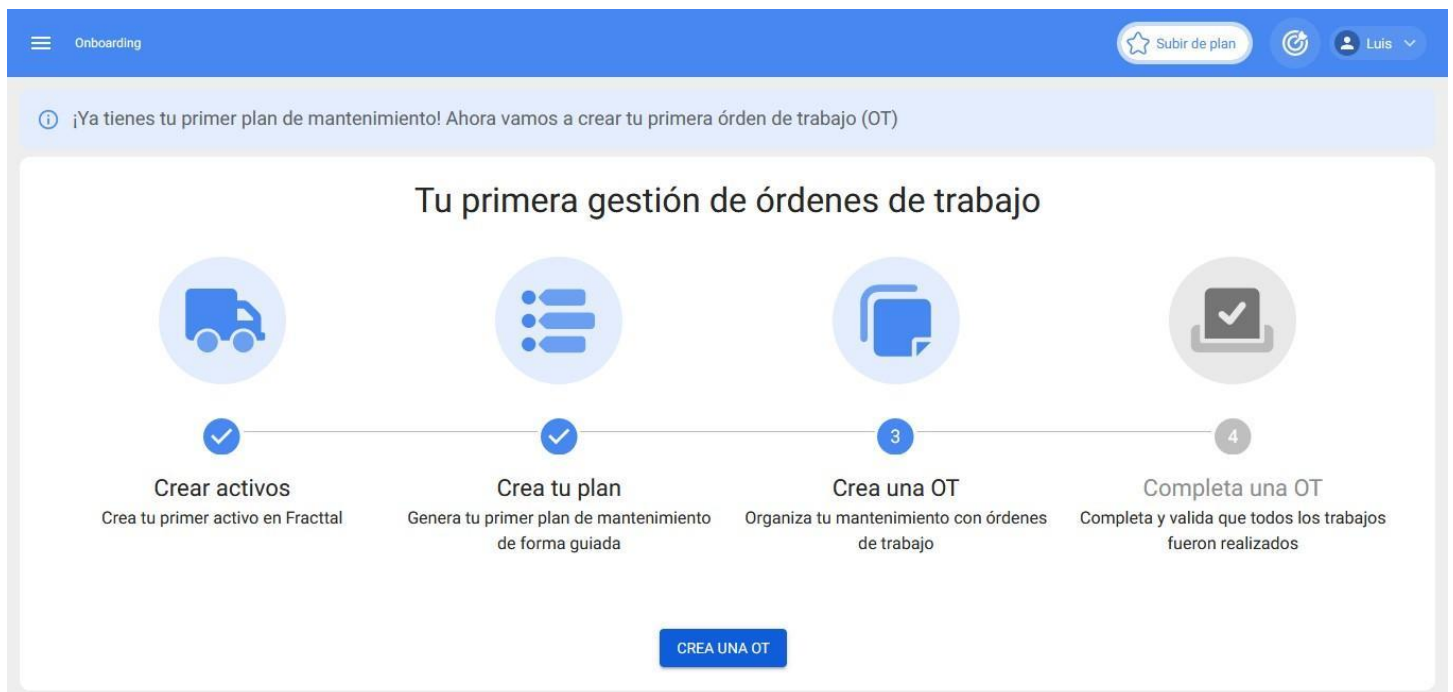
O bien, buscar “*fracttal cmms*” en un navegador. El sitio web se encuentra en inglés, pero puede cambiarse al español.

Fracttal requiere únicamente de un correo electrónico, permite el registro directo por medio de una cuenta de Google.



The image shows the Fracttal One registration process and a dashboard. On the left, the registration form includes the Fracttal One logo, the tagline "Maintenance Management 5.0 for a Connected World.", and a "Create a free account on Fracttal One" button. Below this, it prompts the user to "First, enter your email" and suggests using a work email. There is an email input field and a "NEXT" button. A link for "Already using Fracttal? Login" is also present. At the bottom, a disclaimer states: "When you log in to Fracttal you are accepting I accept the Terms and Conditions and Privacy policies". On the right, a promotional banner for "The # 1 CMMS Maintenance Management Software - CMMS" features a "Schedule a Demo" button and a smartphone displaying a dashboard with various metrics like "OTs en Proceso" (5), "OTs en Revisión" (2), "Porcentaje de Cumplimiento" (46.2%), and "Órdenes de Trabajo".

La aplicación contiene un curso de *onboarding* para mostrar el uso básico del sitio web.



The onboarding screen is titled "Onboarding" and includes a "Subir de plan" button and a user profile for "Luis". A message reads: "¡Ya tienes tu primer plan de mantenimiento! Ahora vamos a crear tu primera orden de trabajo (OT)". The main heading is "Tu primera gestión de órdenes de trabajo". The process is shown in four steps: 1. "Crear activos" (Crea tu primer activo en Fracttal), 2. "Crea tu plan" (Genera tu primer plan de mantenimiento de forma guiada), 3. "Crea una OT" (Organiza tu mantenimiento con órdenes de trabajo), and 4. "Completa una OT" (Completa y valida que todos los trabajos fueron realizados). A "CREA UNA OT" button is located at the bottom.

HOJA DE TRABAJO 4

Considere de nuevo el caso de una empresa que se dedica a la distribución de productos varios no perecederos. La empresa cuenta con 2 montacargas pequeños en el almacén, 5 camiones pequeños para distribución y 1 embaladora.

		
Camión pequeño para distribución	Montacargas pequeño	Embaladora

Utilizando Fractal One, realice lo siguiente, suponga o investigue toda la información necesaria:

1. Ingrese los equipos a la base de datos.
2. Ingrese al personal de mantenimiento, este consistirá en 1 supervisor y 3 técnicos.
3. Genere una orden de mantenimiento correctivo para cada uno de los equipos.
4. Genere un plan de mantenimiento preventivo, con al menos tres de los cinco tipos de mantenimiento preventivo, para cada uno de los equipos.

Utilice las fichas técnicas de las siguientes páginas como referencia.

Ficha técnica del camión repartidor

Precio leasing (USD)	Doble cabina con caja

Descripción

Categoría	Camiones livianos
Usos	Empresas constructoras, intendencias, transporte de personal y carga gral.

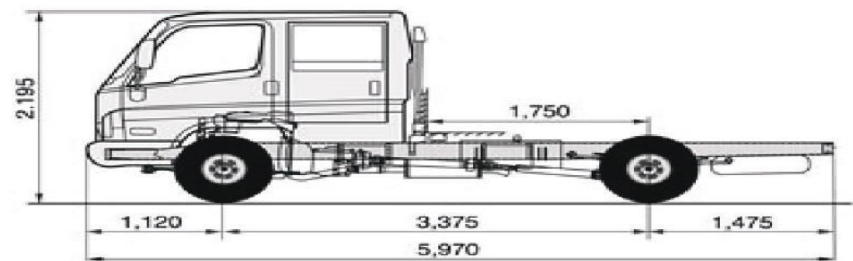
Performance y seguridad

Motor	Hyundai D4AL
Cilindros	4 cilindros en línea, 3.298 cc
Potencia máxima (HP/RPM)	120/3400
Transmision (tipo)	Hyundai
Velocidades	5 velocidades sincronizadas + 1 reversa
Suspensión delantera	Ballestas semielípticas
Suspensión trasera	Ballestas semielípticas

Frenos

De servicio	Hidráulico servo asistido
Auxiliar	Freno de escape
Asistente de frenada	ABS

Dimensiones



Capacidad de carga (kg)

Peso bruto vehicular (PBV)	4.900
PBV eje delantero	1.800
PBV eje trasero	3.100
Tara	2.360
Eje delantero	1.340
Eje trasero	1020
Capacidad de carga estimada	2.540
Eje delantero	460
Eje trasero	2.080

Equipamiento

Aire acondicionado	√
Reloj Digital	√
Panel imitación madera	√
Faros camineros	√
Radio	√

Neumáticos y llantas

Neumáticos	6.50 R16 LT
Llantas	Acero 16"



[facebook.com/hyundai.camiones.uruguay](https://www.facebook.com/hyundai.camiones.uruguay)
[instagram.com/hyundaicamionesuy](https://www.instagram.com/hyundaicamionesuy)
<https://www.linkedin.com/company/hyundai-camiones-buses/>

Hyundai Fidocar S.A.

hyundaicamiones.com.uy - info@hyundaicamiones.com.uy

Copyright © 2020. Hyundai Fidocar S.A. All Rights Reserved. Imágenes meramente ilustrativas.

Ficha técnica del montacargas

FICHA TÉCNICA: GP25NM



Foto referencial

DESCRIPCIÓN

Montacargas Dual gas/gasolina, de 5,000 libras (2.3 ton.) de capacidad de carga nominal a 600mm del centro de carga, 2.5 ton de capacidad de carga nominal a 500mm del centro de carga.

Modelo	GP25NM
Marca	Caterpillar

CONFIGURACIÓN

Mástil Triple
Horquillas
Desplazador lateral de horquillas (Sideshifter)
Respaldar de carga.
3 válvulas hidráulicas con palancas.
Cilindros de inclinación de 9° hacia adelante/ 6° atrás.
Guarda (Techo) protector para el operador.
Display Premium LCD/LED. Pedales separados de freno y avance.
Radiador de aleta corrugada con núcleo de aluminio.
Sistema de detección de presencia del operador (PDS). Alarma electrónica de retroceso.
Combinación de luces led posterior de parada/peligro/retroceso.
Luz led posterior de trabajo. 2 luces led de trabajo delanteras. Luces led direccionales.
Luz estroboscópica ámbar. 2 espejos laterales panorámicos.
Asiento de full suspensión, con correa color naranja. Tanque de gas de 43.5 libras (19.7kl) con soporte horizontal.
Manual de operación y mantenimiento opcional: Manual de partes de motor y manual de partes del chasis.

CAPACIDAD DE CARGA RESIDUAL

4,775mm de altura de horquillas, con sideshifter, llantas semisólidas y a 600 mm del centro de carga = 2,040 kilos.

DIMENSIONES Y PESO

Largo sin horquillas	2,550 mm
Ancho	1,150 mm
Alto hasta la protección superior de cabina operador	2,105 mm
Mástil triple con altura máxima de horquillas	4,775 mm
Altura de mástil retraído	2,146 mm
Altura libre de horquillas	9140 mm
Horquillas	1.6" X 3.9" X 48"
Sideshifter -Ancho	39.5"
Respaldo de carga – Alto	48"
Llantas semisólidas delanteras	7" x 12"
Llantas semisólidas posteriores	6" x 9"
Peso vacío	3,620 kilos
Radio de giro mínimo	2,230 mm
Pasillo mínimo para trabajo en ángulo de 90°, sin carga, sin horquillas y sin espacio libre = 2,685 mm	
Pasillo mínimo para trabajo con ángulo de 90°, con horquillas y con espacio mínimo libre : 2,685 mm + 1,219 mm + 200 mm = 4,104 mm	

CARACTERISTICAS

COMFORT	RENDIMIENTO
Columna de dirección inclinable.	Motor, marca Nissan, modelo Motor GK21, 46 HP a 2,200 rpm. 4 cilindros, 2.1L
Barra de agarre alargada.	Transmisión automática Powershift. Modelo aprobado U.L.
Paso abierto con placa antideslizante	Enfriador de aceite de la transmisión.
Control de dirección electrónico.	La transmisión regresa a punto neutro para el arranque.

Ficha técnica de la embaladora
PALETIZADORA
ENVOLVEDORA AUTOMÁTICA DE PALLETS CON MÓDULO DE
PREESTIRAMIENTO
MODELO WP1



Máquina compacta para trabajo pesado, caja de control eléctrico totalmente hermética

Adjunto video de operación.

El color de la maquina puede variar.

Especificaciones Técnicas

- | | |
|--|--------------------|
| • Peso máximo de utilización | 2000 Kg. |
| • Altura máxima de la carga incluyendo las estibas | 1.500mm. |
| • Altura de la torre | 2.000mm |
| • Velocidad Mesa giratoria | 0-12 rpm. |
| • Diámetro del disco giratorio | 1500mm |
| • Altura del disco | 80mm.-90 mm |
| • Acceso mediante rampa(opcional) | |
| • Energía Eléctrica | 3 fases 110 V/60hz |
| • El plato giratorio siempre para en la misma posición | |
| • Altura de carga controlada por foto sensor | |

- Dispensador de film efectivo y estable
- Peso máximo de bobina 18 kg
- Diámetro del mandril del Film 50-75 mm
- Velocidad de la mesa giratoria y del desplazamiento del film regulables
- Arranque y parada suave
- Si el film se revienta, simplemente se presiona un botón de parada y luego el ciclo se reinicia en la misma posición
- El número de vueltas en la parte superior e inferior puede controlarse desde el PLC
- Con solo pulsar un botón, la máquina queda neutra para cualquier operación
- PLC para control de operación
- Componentes electrónicos YASKAWA- OMRON
- Rendimiento aproximado entre 30-40 Pallets hora.
- Rodamiento de plato con cadena y piñón.
- Carro de preestirado motorizado, lo cual proporciona maniobrabilidad y exactitud en el preestirado del stretch.



Selector
Preestirado
Graduable
Milimetricamente

BIBLIOGRAFÍA

1. Bergero, H., Tenaris & Tenaris (Firma comercial). (2008). *El mantenimiento en Tenaris*. Amsterdam University Press.
2. Garrido, S. G. (2003). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Díaz de Santos.
3. Medrano, J., González, V. & León, D. V. de. (2021). *Mantenimiento. Técnicas y aplicaciones industriales* (1.^a ed.). Grupo Editorial Patria.
4. Tavares, L. A. (2000). *Administración moderna del mantenimiento* (1.^a ed.). Novo Polo.