



MANUAL DE LABORATORIO MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA
LABORATORIO DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL
LABORATORIO INTENSIVO



Guatemala, primer semestre 2022

INSTRUCCIONES PARA REALIZAR LA PRÁCTICA

Se trabajará de forma individual, el estudiante deberá atender las siguientes **indicaciones**:

1. Presentarse puntualmente a la hora de inicio de laboratorio (aplica a clase teórica o práctica) ya que en ese momento se cerrará la puerta y se procederá a realizar el examen corto. Al terminar dicho examen se dejará entrar a las personas que llegaron tarde (no más de 15 minutos tarde), pero sin derecho a examinarse. SIN EXCEPCIONES.
2. Cada estudiante debe presentar su propio manual de laboratorio todos los días.
3. Contar con los implementos de seguridad y los conocimientos adecuados:
 - **Mascarilla**
 - **Protección facial (careta)**
 - Alcohol en gel
 - Participación en todo momento de la práctica.
 - Conocer la teoría de la práctica a realizar.
 - **Respeto dentro del laboratorio hacia los catedráticos o compañeros (as).**

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

4. No se permite el uso de teléfono celular dentro del laboratorio, visitas durante la realización de la práctica, hablar a través de las ventanas o salirse sin previo aviso.
5. Se prohíbe terminantemente comer, beber, fumar o masticar chicle dentro del laboratorio. Éstos también serán motivos para ser expulsado del laboratorio. No se debe consumir reactivos o materiales del laboratorio.
6. Al finalizar la práctica deberá entregarse al instructor la hoja de datos, que contiene en una forma breve y concisa todas las observaciones.

REPORTE DE INVESTIGACIÓN

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

a. Carátula.....	0 puntos
b. Objetivos.....	15 puntos
c. Marco teórico.....	25 puntos
d. Resolución de ejercicio.....	35 puntos
e. Conclusiones.....	25 puntos
f. Bibliografía.....	0 puntos
Total.....	100 puntos

En caso de no concordar entre la hoja de datos originales y los datos u observaciones citados dentro del reporte automáticamente se anulará el reporte.

Por cada falta de ortografía o error gramatical, se descontará un punto sobre cien, todas las mayúsculas se deben de tildar. Es importante dirigirse al lector de una manera impersonal, de manera que expresiones tales como “obtuvimos”, “hicimos”, “observé”, serán sancionadas. Si se encuentran dos reportes parcial o totalmente parecidos se anularán automáticamente dichos reportes.

- a. **OBJETIVOS:** Son las metas que se desean alcanzar en la práctica de investigación. Se inician generalmente con un verbo, que guiara a la meta que se desea alcanzar, los verbos finalizan en AR, ER o IR, ejemplo: conocer, determinar, etc.
- b. **MARCO TEÓRICO:** Es la recopilación de investigaciones que brindan soporte teórico y contextual de los conceptos que se utilizaron para el planteamiento de problemas.
- c. **RESOLUCIÓN DE EJERCICIO:** Es el procedimiento descrito de forma detallada de cómo se realizó la resolución del ejercicio, colocando todos los pasos y subrayando la respuesta.
- d. **CONCLUSIONES:** Constituyen la parte más importante del reporte. Las conclusiones son “juicios críticos razonados” a los que ha llegado el autor, después de una cuidadosa consideración de los resultados del estudio o experimento y que se infieren de los hechos. Deberán ser lógicos, claramente apoyados y sencillamente enunciados. Esta sección deberá ser extraída de la interpretación de resultados ya que allí han sido razonados y deben de ir numeradas.
- e. **BIBLIOGRAFÍA:** Esta sección consta de todas aquellas referencias (libros, revistas, documentos) utilizados como base bibliográfica en la elaboración del reporte. Deben citarse, como mínimo 3 referencias bibliográficas (**EL INSTRUCTIVO NO ES UNA REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA**), las cuales deben ir numeradas y colocadas en orden alfabético según el apellido del autor. Todas deben estar referidas en alguna parte del reporte. La forma de presentar las referencias bibliográficas es la siguiente:

1. Leland T. Blank y Anthony J. Tarquin. Ingeniería Económica. Santafé de Bogotá, Colombia: McGraw-Hill. 2000. Cuarta edición. 102 p.

DETALLES FÍSICOS DEL REPORTE

- El reporte 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 reporte deben estar escritas a mano CON LETRA CLARA Y LEGIBLE.
- Se deben utilizar ambos lados de la hoja.
- No debe traer folder ni gancho, simplemente engrapado.

IMPORTANTE:

Los reportes se entregarán al día siguiente de la realización de la práctica al entrar al laboratorio SIN EXCEPCIONES.

PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES

DÍA	HORARIO	ACTIVIDAD
Lunes	08:00-12:30	Practica 1: Principios del mantenimiento industrial
Martes	08:00-12:30	Practica 2: Riesgos laborales y acuerdo gubernativo 229-2014
Miércoles	08:00-12:30	Practica 3: Planificación y programación del mantenimiento industrial
Jueves	08:00-12:30	Practica 4: Válvulas y calderas
Viernes	08:00-12:30	Examen final / Reporte

Materiales necesarios para las prácticas de ingeniería económica

Práctica	Material
Todas	Calculadora científica Hojas en blanco Manual Lapiceros, lápices, borrador, regla, etc.

PRÁCTICA No. 1: PRINCIPIOS DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

1. Objetivos:

- 1.1 Comprender la importancia del mantenimiento industrial en el campo de la ingeniería.
- 1.2 Identificar los tipos de mantenimiento que se realizan en la industria.
- 1.3 Conocer los indicadores clave de mantenimiento.

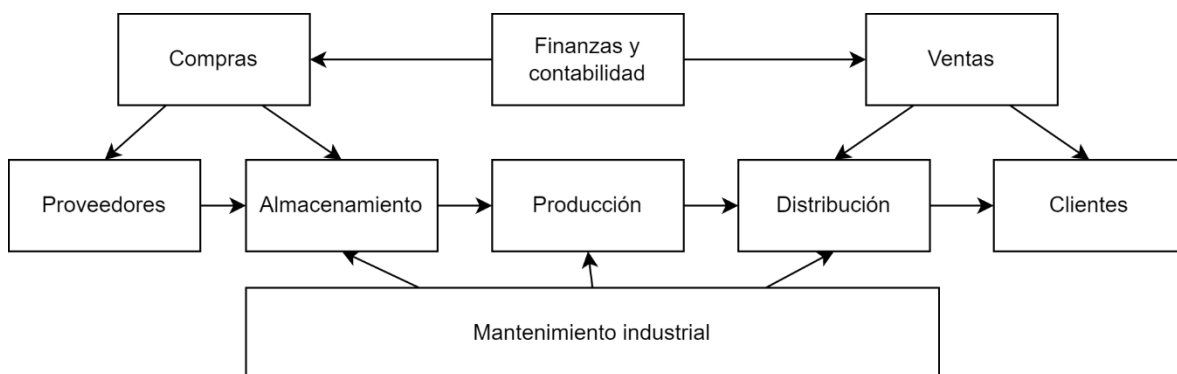
2. Marco Teórico:

2.1 El mantenimiento industrial y de instalaciones

El mantenimiento 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.

El mantenimiento es una especie de servicio alterno, 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.

2.2 El mantenimiento industrial y de instalaciones

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

2.3 Tipos de mantenimientos

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 paliativo o 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.

2.4 Indicadores clave de mantenimiento:

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

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.

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

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.

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

Tiempo de disponibilidad: es el tiempo durante el cual el equipo se encuentra en funcionamiento. Se determina de la siguiente manera:

$$\text{Tiempo de disponibilidad} = \text{Tiempo total de trabajo} - \text{Tiempo total de parada}$$

PRÁCTICA No. 2: RIESGOS LABORALES Y ACUERDO GUB. 229-2014

1. Objetivos:

- 1.1 Identificar las diversas maneras de gestionar los riesgos.
- 1.2 Comprender el proceso de evaluación de riesgos.
- 1.3 Conocer el acuerdo gubernativo 229-2014 y sus reformas.

2. Marco Teórico:

2.1 Administración del riesgo

Riesgo: Combinación de la probabilidad de que suceda algo peligroso por la gravedad del daño que podría ocasionar.

Peligro: Fuente, situación o acto con potencial para causar daño humano, deterioro de la salud, daño físico o una combinación de estos.

Incidente: Un incidente es un evento que puede ser potencialmente dañino, pero que no acarrea consecuencias humanas ni materiales de gravedad. En el área de la seguridad industrial, los incidentes laborales son situaciones de consecuencias leves, pero que tienen el potencial de convertirse en accidentes.

Accidente: Es un suceso de naturaleza imprevista que genera daños humanos o materiales, y que se origina de forma espontánea. En el ámbito de la seguridad industrial se utiliza el término accidente laboral para referirse a los daños que pueda sufrir un trabajador durante el cumplimiento de su labor.

Administración de riesgos: Es el término aplicado a un método lógico y sistemático de establecer el contexto, identificar, analizar, evaluar, tratar, monitorear y comunicar los riesgos asociados con una actividad, función o proceso de una forma que permita a las organizaciones minimizar pérdidas y maximizar oportunidades.

2.1.1 Establecer el contexto

Como primer paso, se debe establecer el contexto de la organización respecto a la administración de riesgos, esto permitirá determinar el marco de trabajo y establecer el plan de acción acorde a las necesidades organizacionales de la empresa. Para ello, se pueden considerar los siguientes aspectos.

2.1.2 Identificación de riesgos

Esta etapa busca identificar los riesgos que deben ser gestionados según el contexto de la empresa. Para tal efecto se pueden utilizar varias herramientas o metodologías, por ejemplo:

Entrevistas: En este método, el entrevistado, ofrece opiniones sobre los principales riesgos que, según su opinión, debe abordar la organización.

Análisis de escenarios: El método se basa en suposiciones: ¿qué pasaría si...?, ¿y si...? Al desarrollarse bajo el formato de foro o debate, los participantes manifiestan su acuerdo o desacuerdo con los postulados de las preguntas, lo que puede conducir a identificar riesgos nunca considerados. Aunque también entraña la posibilidad de entrar en una maraña de riesgos imposibles.

Encuestas: El procedimiento es muy sencillo: básicamente lo que se hace es enviar encuestas a un gran número de personas dentro de la organización, desde los niveles inferiores hasta la alta dirección. Resultan muy eficaces en organizaciones que tienen muchos empleados.

Observación: Consiste en observar las actividades y procesos de la empresa, en forma externa a los sistemas y sin que los colaboradores sean conscientes de que son observados, para identificar riesgos potenciales. La aplicación de este método requiere que el observador sea un experto para identificar adecuadamente los riesgos potenciales.

2.1.3 Análisis de riesgos

El análisis de riesgos involucra prestar consideración a las fuentes de riesgos, sus consecuencias y las probabilidades de que puedan ocurrir esas consecuencias. Luego de identificar los riesgos, se procede a realizar los siguientes pasos:

- Establecer el impacto y la frecuencia de los riesgos.
- Desarrollar el actuar ante una emergencia.
- Identificar los controles o acciones que ayuden a minimizarlos o eliminarlos.

2.1.4 Evaluación de riesgos.

La evaluación de riesgos involucra comparar el nivel de riesgo detectado durante el proceso de análisis con criterios de riesgo establecidos previamente. El propósito de la evaluación de riesgos es tomar decisiones basadas en los resultados del análisis de riesgos (tratamiento de riesgos y la prioridad).

Los riesgos se evalúan en una escala de probabilidad y una escala del impacto del riesgo. La combinación de estas escalas da origen a la **matriz de riesgos**. Los riesgos de mayor probabilidad de ocurrencia y de mayor impacto se consideran de carácter crítico, mientras que los riesgos de baja probabilidad de ocurrencia y bajo impacto se consideran leves.

Ejemplo de una escala de probabilidad de que se manifieste el riesgo.

Categoría	Valor	Descripción
Casi certeza	5	Se espera que ocurra en la mayoría de las circunstancias
Probable	4	Puede ocurrir en la mayoría de las situaciones
Moderado	3	Puede ocurrir en las condiciones normales de operación
Raro	2	Puede ocurrir bajo ciertas condiciones específicas
Improbable	1	Puede ocurrir bajo condiciones excepcionales y muy específicas

Ejemplo de una escala del impacto que puede tener el riesgo.

Categoría	Valor	Descripción
Catastrófico	5	Muerte laboral, el proceso se ve gravemente dañado
Mayor	4	Suspensión por lesión y daño a maquinaria, el proceso es afectado significativamente
Moderado	3	Lesión que requiere atención médica especializada, el proceso es afectado en tiempos y costos debido a la interrupción
Menor	2	Lesión que puede ser tratada en la clínica de la empresa, el proceso sufre un retraso menor en su cumplimiento
Insignificante	1	Lesión que no requiere atención médica y no afecta al desarrollo del proceo

Estas escalas permiten al analista de riesgos asignar valores numéricos a los distintos riesgos que se están evaluando y de tal manera identificar los que deben tener prioridad en su manejo.

Ejemplo de una matriz de riesgos.

Matriz de riesgos		Impacto				
		1	2	3	4	5
Probabilidad	1	Bajo				
	2					
	3			Moderado		
	4					
	5					Alto

2.1.5 Control de los Riesgos.

El control de los riesgos involucra identificar el rango de opciones para tratar los riesgos, evaluar esas opciones, preparar planes para tratamiento de los riesgos e implementarlos. Existen cinco formas principales para abordar los riesgos:

- **Eliminar el riesgo:** La más efectiva de todas, retirar la fuente de peligro de las instalaciones.
- **Sustituir el riesgo:** Implica cambiar un riesgo por otro, que sea más sencillo de controlar, cuando no sea posible su eliminación.
- **Evitar el riesgo por medio de controles de ingeniería:** Consiste en aislar a los trabajadores de la fuente de peligro.
- **Control administrativo:** Consiste en cambiar la metodología de trabajo para eliminar los riesgos involucrados.
- **Equipo de protección personal:** Proteger al trabajador cuando todos los demás métodos mencionados no se pueden aplicar, es la última opción que se debe considerar.

Se recomienda siempre tratar de eliminar el riesgo laboral.

2.1.6 Seguimiento de los riesgos

Para dar seguimiento a los riesgos identificados se pueden crear indicadores que permitan saber en forma inmediata el desempeño de los controles implementados en el paso anterior, algunos ejemplos de estos indicadores pueden ser:

- Días desde el último accidente o incidente.
- Cantidad total de accidentes por unidad de tiempo, como mes o año.
- Accidentes o incidentes evitados por el control implementado.

Para verificar el cumplimiento de los programas de prevención de los riesgos se recomienda realizar auditorías internas sobre el sistema de salud ocupacional de la empresa.

2.2 Acuerdo gubernativo 229-2014 y sus reformas 33-2016

El Acuerdo gubernativo 229-2014 y sus reformas 33-2016 tienen por objeto regular las condiciones generales de Salud y Seguridad Ocupacional, en las cuales deben ejecutar sus labores los trabajadores de entidades y patronos privados, del Estado, de las municipalidades y de las instituciones autónomas, semiautónomas y descentralizadas con el fin de proteger la vida, la salud y su integridad, en la prestación de sus servicios.

Este acuerdo incluye los siguientes puntos:

- Obligaciones de los patronos
- Obligaciones de los trabajadores
- Condiciones mínimas de salud y seguridad ocupacional
- Condiciones generales de los locales y ambientes de trabajo
- Manipulación manual de cargas
- Almacenamiento de materiales
- Señalización de los locales de trabajo
- Prevención y extinción de incendios
- Trabajos en espacios confinados
- Condiciones ambientales en el lugar de trabajo
- Manejo de sustancias peligrosas
- Contaminación de naturaleza biológica
- Equipo de protección personal
- Transporte de los trabajadores
- Electricidad
- Trabajo en altura
- Aparatos que generan calor o frío
- Radiaciones

PRÁCTICA No. 3: PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO

1. Objetivos:

- 1.1 Conocer la metodología de planificación y programación del mantenimiento.
- 1.2 Comprender los beneficios de planificar el mantenimiento industrial.
- 1.3 Determinar estrategias para organizar el mantenimiento.

2. Marco Teórico:

2.1 Planificación del mantenimiento

Planificación: Proceso mediante el cual se determinan los elementos necesarios para realizar una tarea, antes del momento en que se inicie el trabajo.

Programación: Proceso de ordenar, estructurar o componer una serie de acciones cronológicas para cumplir un objetivo.

2.1.1 Aspectos por considerar en la planificación y programación del mantenimiento

- La demanda de trabajo es aleatoria por naturaleza.
- Los tipos de trabajos que se llevan a cabo en el mantenimiento son muy variados, lo cual dificulta el desarrollo de estándares de trabajo.
- Su ejecución depende de la comunicación y coordinación de los departamentos de la organización involucrados en el proceso.

2.1.2 Beneficios de la planificación y programación del mantenimiento

- Minimizar el tiempo ocioso de los trabajadores pertenecientes al departamento de mantenimiento.
- Usar eficientemente los recursos de mantenimiento.
- Mantener un equipo o planta que responda con las exigencias de producción con una excelente calidad.

2.1.3 Pasos para planificar un trabajo de mantenimiento industrial

1. Determinar el contenido de trabajo.
2. Desarrollo un plan de trabajo (secuencia de actividades, establecimiento de tiempos y procedimientos de trabajo)
3. Establecer el tamaño de la cuadrilla de trabajo.
4. Planear y solicitar las partes y los materiales.
5. Verificar si se necesitan equipos y herramientas especiales.
6. Asignar los trabajadores con las destrezas adecuadas.

7. Revisar procedimientos de seguridad.
8. Establecer prioridades.
9. Asignar cuenta de costos.
10. Completar la orden de trabajo.
11. Documentar la información en una hoja de planificación de mantenimiento.

Ejemplo de una orden de trabajo de mantenimiento:

ORDEN DE TRABAJO			Nº
PRIORIDAD:		CUENTA Nº	
REQUERIDO POR:	APROBADO POR:	FECHA:	
EQUIPO:			
DESCRIPCION DEL PROBLEMA:			
SUPERVISOR:		SECCION:	FECHA:
MATERIAL Y HERRAMIENTAS ESPECIALES NECESARIAS:			
COORDINADO POR:		DEPARTAMENTO:	
Nº DE ORDEN DE IMPEDIMENTO DE LA OPERACION:		TIEMPO:	FECHA:
REGRESO A OPERACION: FECHA		HORA:	SUPERVISOR:
SERVICIO VERIFICADO: <input type="checkbox"/>		RESPONSABLE	
SUMARIO DEL SERVICIO EJECUTADO:			
FECHA DE TERMINACION DEL SERVICIO:			HORA:
COMENTARIOS SOBRE EL PROBLEMA:			
Horas-hombre estimadas	Horas-hombre reales	Nombres	Comentarios relativos al consumo de Horas-hombre

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.

2.2.2 Elementos de una correcta programación

1. Órdenes de trabajo escritas que se derivan de un proceso de planeación bien concebido. Las ordenes de trabajo deberán explicar con precisión el trabajo.
2. Estándares de tiempo.
3. Información acerca de la disponibilidad de técnicos por especialidad para cada turno.
4. Existencias de refacciones e información para su restablecimiento
5. Clasificar las ordenes de trabajo pendiente por especialidad.
6. Ordenar las ordenes por prioridad.
7. Compilar una lista de trabajos completados y restantes.
8. Considerar la duración de los trabajos, su ubicación, distancia de traslado y posibilidad de combinar trabajos de una misma área.
9. Programar trabajos de limpieza al iniciar cada turno.
10. Emitir un programa diario.
11. Autorizar a un supervisor para que asigne trabajo.

Sistema de prioridades para trabajos de mantenimiento

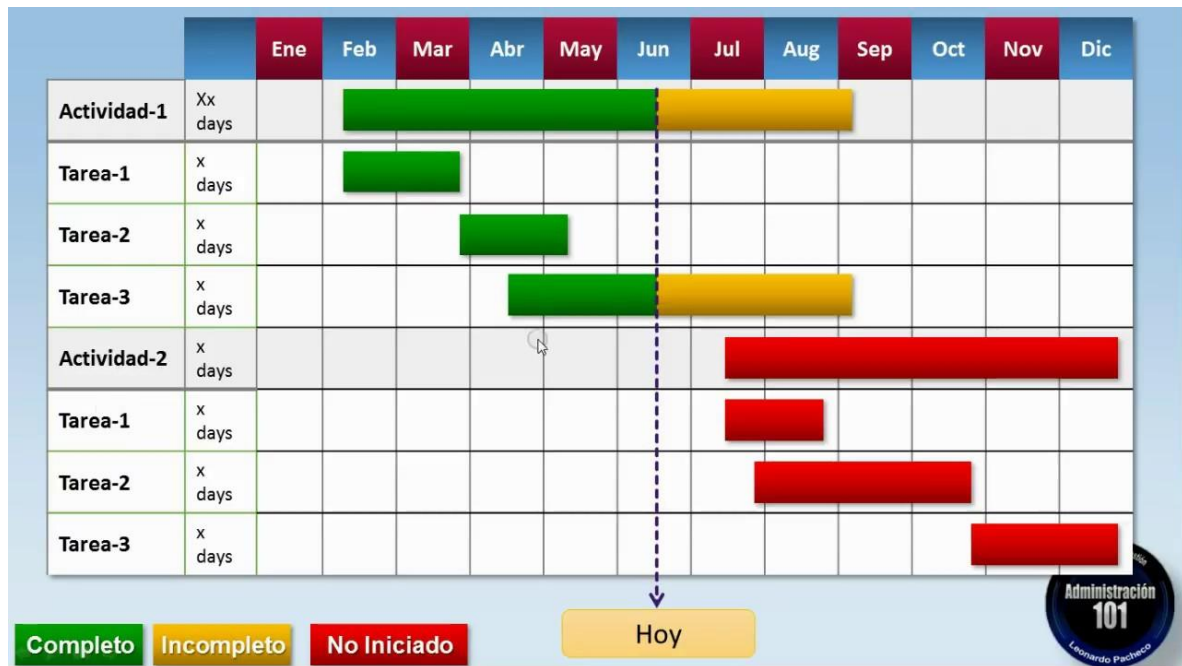
Prioridad		Marco de tiempo en que debe comenzar el trabajo.	Tipo de trabajo.
Código	Nombre		
1	Emergencia	El trabajo debe comenzar inmediatamente.	Trabajo que tiene un efecto inmediato en la seguridad, el ambiente, la calidad o que parará la operación
2	Urgente	El trabajo debe comenzar dentro de las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

Una vez planificadas las actividades de mantenimiento (se conoce el tiempo y los recursos necesarios para llevarlas a cabo) 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.

2.2.3 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.



Existen otras herramientas de programación de actividades como el diagrama PERT y el método de la ruta crítica, las cuáles son temas de la investigación de operaciones. Estas otras metodologías son más complejas en su aplicación, sin embargo, pueden entregar una programación más efectiva debido a su flexibilidad.

PRÁCTICA No. 4: VÁLVULAS Y CALDERAS

1. Objetivos:

- 1.1 Conocer conceptos de válvulas y calderas
- 1.2 Identificar los principios de funcionamiento de válvulas y calderas
- 1.3 Concientizar sobre las medidas de seguridad que se deben tomar al dar mantenimiento a estos equipos

2. Marco Teórico:

2.3 Válvulas de seguridad

En la industria constituye una situación normal la utilización de sistemas que operan a presión. Reactores, calderas, recalentadores, tanques de almacenamiento, tuberías y demás aparatos a presión, pueden verse sometidos a presiones superiores a la de diseño, con el consiguiente riesgo de explosión, pudiendo causar graves consecuencias tanto para las personas como para las instalaciones cercanas. Para prevenir este riesgo se instalan en estos equipos válvulas de seguridad, que permitan por medio de la descarga del fluido contenido, aliviar el exceso de presión. Así, las válvulas de seguridad constituyen un elemento clave de seguridad utilizado ampliamente en la industria y exigido reglamentariamente, por lo que es importante entender adecuadamente su funcionamiento y sus limitaciones.

2.4 Tipos de válvulas de seguridad

2.4.1 Según su elevación

- **Válvulas de seguridad de apertura instantánea:** Cuando se supera la presión de tarado, la válvula abre repentina y totalmente.
- **Válvulas de alivio de presión:** Cuando se supera la presión de tarado, la válvula abre proporcionalmente al aumento de presión.

2.4.2 Según su actuación

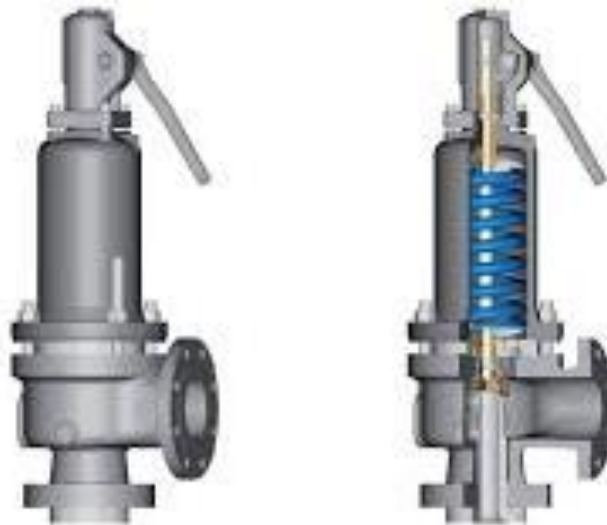
- **Válvulas de actuación directa:** Son válvulas cargadas axialmente, que al alcanzar la presión de tarado abren automáticamente debido a la acción del fluido a presión sobre el cierre de la válvula.
- **Válvulas de actuación indirecta:** Son válvulas accionadas por piloto. Deben actuar debidamente.

2.4.3 Según su agrupación

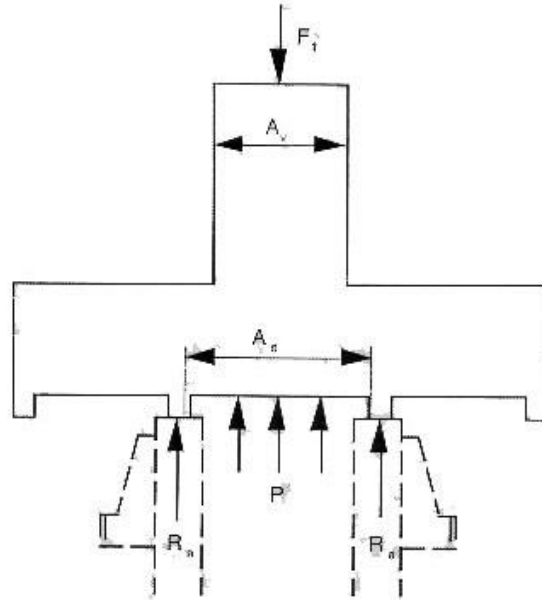
- **Válvulas de seguridad sencilla:** Son las que alojan en su cuerpo a un solo asiento de válvula.
- **Válvulas de seguridad dobles o múltiples:** Son las que alojan en su cuerpo dos o más asientos de válvulas.

2.4.4 Funcionamiento

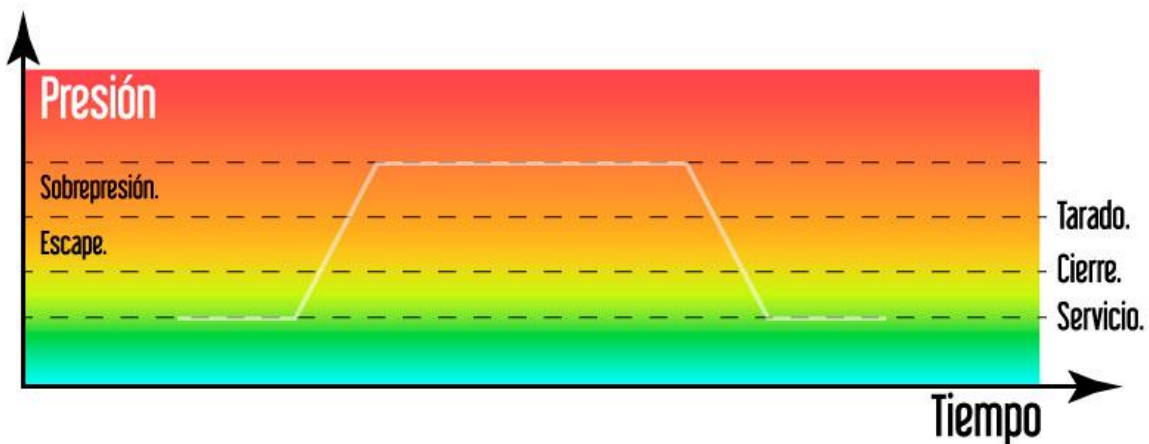
Las válvulas de seguridad de alivio de presión están diseñadas para abrir y aliviar un aumento de la presión interna del fluido, por exposición a condiciones anormales de operación o a emergencias.



Son actuadas por la energía de la presión estática. Cuando en el recipiente o sistema protegido por la válvula se produce un aumento de presión interna (P), hasta alcanzar la presión de tarado, la fuerza ejercida por el muelle es equilibrada por la fuerza producida por la presión sobre el área del disco de cierre (F_1). A partir de aquí, un pequeño aumento de presión producirá el levantamiento del disco de cierre y permitirá la salida del fluido. Si se trata de una válvula de seguridad de apertura instantánea, el disco de cierre se separará repentina y totalmente debido al incremento de la fuerza resultante del producto de la presión por el incremento del área del disco de cierre. Pero si se trata de una válvula de alivio de presión, la válvula abrirá proporcionalmente al incremento de presión producido.



Cuando la presión disminuye, la válvula cierra a una presión ligeramente inferior a la presión de tarado como consecuencia de la energía cinética del fluido en el escape. En la figura siguiente se pueden apreciar los diferentes niveles de presión existentes. Son a diferencia de otros dispositivos de alivio (discos de rotura, tapones, fusibles térmicos, etc.) mecanismos diseñados para cerrar cuando la presión haya sido restablecida, quedando en disposición de actuar y prevenir un nuevo alivio del fluido.



En cuanto al valor del tarado, en general y como criterio preventivo, la presión de tarado de las válvulas de seguridad instaladas en un equipo no sobrepasará la presión de diseño ni la máxima de servicio del equipo y el dimensionado del conjunto de válvulas que protegen el equipo debe ser tal que permita aliviar la cantidad de fluido necesario para que el aumento de presión no exceda del 10% de la presión de tarado para cualquier condición de funcionamiento, y con esto nos referimos a las condiciones más desfavorables posibles.

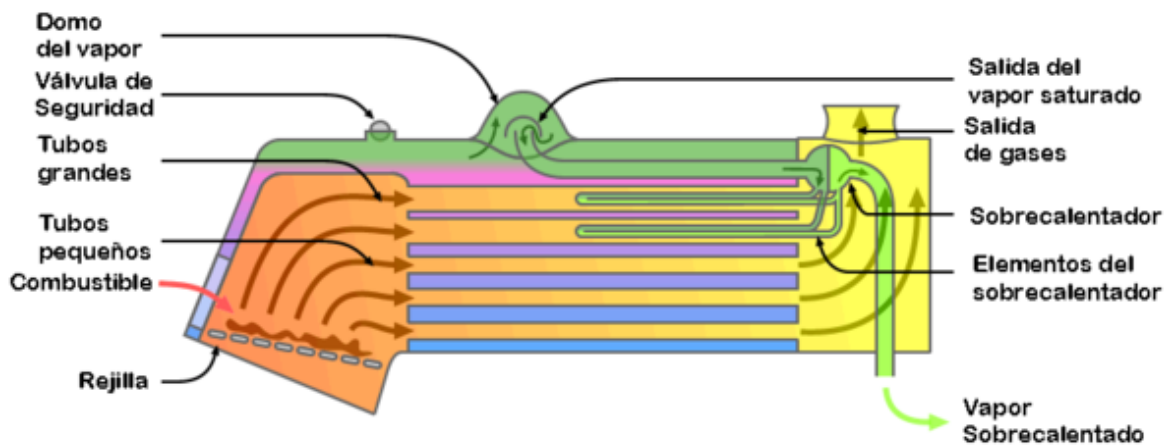
2.5 Calderas

Una caldera es un recipiente contenedor de agua que transfiere el calor desde una fuente de combustible, puede ser: petróleo, gas, carbón, etc. El vapor de agua se canaliza a un punto en que puede ser utilizado para poner en marcha un equipo de producción, para esterilizar, proporcionar calor, vapor limpio, entre otras funciones.



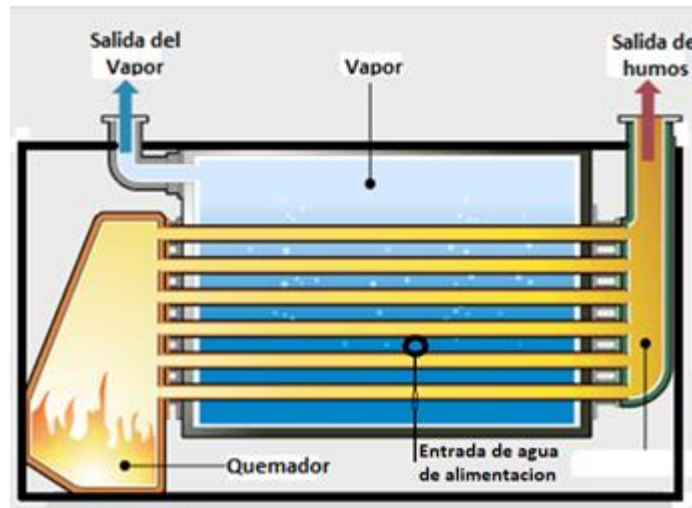
2.5.1 Calderas acuotubulares

Son aquellas calderas en las que el fluido de trabajo se desplaza por el interior de tubos durante su calentamiento y los gases de combustión circulan por el exterior de estos. Son de aplicación cuando se requiere una presión de trabajo por encima de los 22 bar. Por su diseño constructivo, lógicamente tienen un bajo volumen de agua y, por lo tanto, pueden ser clasificadas como clase primera gran número de ellas, de acuerdo con lo indicado en el Reglamento de equipos a presión en su instrucción técnica complementaria.



2.5.2 Calderas pirotubulares

Son aquellas calderas en las que los gases de la combustión circulan por el interior de los tubos y el líquido se encuentra en un recipiente atravesado por dichos tubos. Son de aplicación principalmente cuando la presión de trabajo es inferior a los 22 bar. Por su diseño, tienen un gran volumen de agua, por lo que suelen estar la totalidad de las mismas clasificadas en la clase segunda.



Las calderas pirotubulares se clasifican en función de la disposición del haz tubular en:

- **Calderas horizontales:** El haz tubular está dispuesto de la parte delantera a la trasera de la caldera.
- **Calderas verticales:** El haz tubular está dispuesto de la parte inferior a la parte superior de la caldera. Las calderas pirotubulares se clasifican en función del número de haces tubulares en:

2.5.3 Clasificación de las calderas por su tecnología

Las calderas o generadores son equipos que, aplicando el calor de un combustible gaseoso, líquido o sólido mediante quemador especialmente diseñado para cada combustible, calientan el agua hasta 95°C (calderas de agua caliente), por encima de los 100°C (calderas de agua sobrecalentada), calientan agua y producen su cambio de estado de fase líquida a fase gaseosa (calderas de vapor), o calientan un fluido caloportador diferente al agua (calderas de fluido térmico).

Calderas de agua caliente: Las calderas de agua caliente son aquellas en las que el fluido caloportador es el agua y tienen una temperatura máxima de servicio inferior a 100°C. Este tipo de calderas pueden ser acuotubulares o piro-tubulares.

Calderas de agua sobrecalentada: Las calderas de agua sobrecalentada son aquellas en las que el fluido caloportador es el agua y tienen una temperatura máxima de servicio superior a 110°C. Este tipo de calderas pueden ser acuotubulares o piro-tubulares.

Calderas de flujo térmico: Las calderas de fluido térmico son aquellas en las que el fluido caloportador es distinto al agua. Este tipo de calderas pueden ser únicamente acuotubulares.

Calderas de vapor: Las calderas de vapor son aquellas en las que el fluido caloportador es vapor de agua. Este tipo de calderas pueden ser acuotubulares o piro-tubulares.

2.5.4 Selección del tipo de caldera

Los parámetros principales que se han de tener en cuenta a la hora de seleccionar el tipo de caldera son los siguientes:

- Potencia útil (para las calderas de agua caliente, agua sobrecalentada y fluido térmico) según el requerimiento térmico de la instalación a la cual van a alimentar.
- Producción de vapor (para las calderas de vapor) según el consumo de vapor necesario en el proceso.
- Presión de trabajo en continuo (para todos los tipos) de acuerdo con la presión necesaria en el consumidor más alejado del centro de producción.
- Temperatura de trabajo en continuo, según el requerimiento constante de la instalación

2.5.5 Componentes fundamentales

Calderas piro-tubulares

Los componentes que forman las calderas piro-tubulares son los siguientes:

Envoltente o virolas exteriores: Este elemento es de forma cilíndrica y es el encargado de contener los fluidos (agua / vapor) y evitar que estos salgan, en la misma van montadas las tubuladuras de control y supervisión, tales como los controles de nivel, los indicadores ópticos de nivel y orificios de inspección del lado de agua, etc.

Cámara de combustión u hogar de combustión: La cámara de combustión, de construcción cilíndrica y disposición horizontal, puede fabricarse en ejecución lisa u ondulada, en función del tamaño de la caldera y de la presión de trabajo de esta.

Es la encargada de contener la llama del quemador e iniciar el intercambio de energía por radiación.

Cámara de inversión de gases: Este elemento es el encargado de reconducir los gases de la combustión hacia el haz tubular o paso de gases, haciendo cambiar de dirección a los mismos. Por regla general, esta cámara está totalmente refrigerada por agua, y construida de forma cilíndrica y horizontal. En calderas de bajo rendimiento, uno de los fondos no está refrigerado por agua, sino que lo está de una mampostería de cemento refractorio.

Fondo delantero y trasero exterior: De forma circular, van soldados a la virola exterior y, al igual que ésta, evitan que los fluidos salgan. En estas piezas van soldados los tubos de humos, paso de gases, así como puertas de registro e inspección y cajones recolectores de gases.

Fondo delantero y trasero: De forma circular, van soldados a la virola de la cámara de inversión. Su misión es la de contener los productos de la combustión. En el fondo delantero van soldados los tubos de segundo paso de gases y en el fondo trasero van soldados entre este y el fondo trasero exterior unos tubos huecos para dar al conjunto robustez y flexibilidad.

Haz tubular: Son conjuntos formados por una cantidad variable de tubos, por los cuales circulan los gases de la combustión por su interior. Son los encargados de la transmisión por convección.

Calderas acuotubulares

Domo o calderín: Es de forma cilíndrica y en su interior se contienen los dos fluidos (agua / vapor). Al ser de dimensiones reducidas, se le ha de dotar de separadores de gotas para elevar el título de vapor. Al igual que en la virola exterior de las calderas acuotubulares, en el domo van las tubuladuras de control, supervisión y servicio.

Cámara de combustión u hogar de combustión: Generalmente en forma de prisma de base rectangular, es la zona diseñada para que se realice la combustión.

Paredes de membrana: Son las formadas en su totalidad de tubos refrigerados por el agua que circula por su interior. Estos tubos están unidos entre sí por medio de soldadura de estanqueidad en el lado de gases y, a su vez, colectores distribuidores de mayor tamaño en el lado de agua.

Tubos de subida y bajada: Los tubos de subida son los encargados de llevar el fluido más caliente (por diferencia de temperaturas) de todas las zonas de la caldera al domo. Los tubos de bajada son los encargados de devolver el fluido que se ha enfriado desde el domo a las zonas de calentamiento.

Evaporadores o tubos de bandera: Son haces de tubos dispuestos generalmente a contracorrientes de los gases especialmente donde se efectúa el intercambio por convección.

Economizadores: Son aquellos elementos que se instalan en la salida de gases de las calderas para aumentar su rendimiento. Formados por tubos lisos o con aletas, por el interior de dichos tubos circula el agua de alimentación a la caldera y por fuera de los tubos los gases de la combustión a contracorriente. Dichos gases ceden su energía al agua aumentando su temperatura y siendo necesario menor consumo de energía para producir un kilogramo de vapor o para producir un kilovatio.

Recalentadores o sobrecalentadores: Son equipos compuestos por serpentines de tubos instalados en las zonas de mayor temperatura de la caldera. Exceptuando su instalación en la cámara de combustión, generalmente están dispuestos justo detrás de la pared de membrana y después de la cámara de combustión. Están destinados a elevar el título de vapor a "1", así como la temperatura del vapor saturado que pasa a través de su interior produciendo vapor sobrecalentado o vapor recalentado a una temperatura superior a la de saturación.

BIBLIOGRAFÍA

- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. Válvulas de seguridad (I): características técnicas. 1992. 9 p.
- Ministerio de Trabajo y Previsión Social. Acuerdo Gubernativo número 229 – 2014, Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional. 2014, 82 p.
- Mecánica de Fluidos Aplicada. Mott Robert. Prentice Hall. 4ta Edición. 2002
- Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias. Geankoplis. Editorial CECSA. 4ta Edición en español.

HOJA DE TRABAJO NO.1

FECHA: _____

NOMBRE: _____ CARNET: _____

- Defina con sus propias palabras el concepto de “mantenimiento industrial”
- Realice un cuadro comparativo de los tipos de mantenimiento
- Determine los índices clave de mantenimiento mensuales según la siguiente información:

En una planta de producción se labora en jornadas diurnas de 8 horas de lunes a viernes, de momento ha habido un total de 5 fallas, las primeras 2 han tomado 4 horas cada una en la reparación y las otras 3 han tomado 5 horas cada una para completar el servicio. Utilice un mes compuesto de 4 semanas.

HOJA DE TRABAJO NO.2

FECHA: _____

NOMBRE: _____ CARNET: _____

Considere el trabajo que realiza un técnico electricista al reparar un transformador en altura. Utilizando las técnicas vistas en clase, realice lo siguiente:

- Identifique al menos cuatro riesgos laborales a los que se expone el trabajador.
- Evalúe cada uno de ellos, construyendo una matriz de riesgos.
- Determine la metodología para controlar cada riesgo identificado y evaluado.

HOJA DE TRABAJO NO.3

FECHA: _____

NOMBRE: _____ CARNET: _____

Usted es el jefe de mantenimiento de una empresa de productos agrícolas. Realice un orden de trabajo para el mantenimiento de un camión al cuál se le ha pinchado una llanta mientras se encontraba distribuyendo productos perecederos a los clientes. Identifique el tipo de prioridad de este trabajo y explique su razonamiento.

HOJA DE TRABAJO NO.4

FECHA: _____

NOMBRE: _____ CARNET: _____

Responda a las siguientes interrogantes:

- ¿Qué es una válvula de seguridad?
- ¿Cómo funciona una válvula de seguridad? Utilice un dibujo para explicar su respuesta
- ¿Qué es una caldera?
- ¿Cuál es la diferencia entre las calderas acuatubulares y las pirotubulares? Utilice dibujos para mostrar su explicación.