MARVALL S.A.S

900907274-1

MANUAL DE MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

CONTRATO No. 303-2022

2022

Carrera 11 # 48-126 Barrio Maraya
(606) 341 37 38 – 317 893 98 11
Pereira – Risaralda - Colombia

ALCANCE DEL MANUAL

Este manual está dirigido a personas con poco conocimiento en el tema, para mantener adecuadamente las instalaciones, equipos e identificar de manera ágil las posibles causas de un problema que se presente en las redes y/o equipos instalados en los establecimientos penitenciarios y carcelarios a nivel nacional a cargo del instituto nacional penitenciario y carcelario INPEC - del CTO 303-2022. Con esta herramienta se podrá verificar las posibles causas, la solución y el proveedor o contratista encargado de asesorar y remediar el daño o aclarar el mal funcionamiento de los elementos.

1. INSTRUCCIONES DE USO

Dado que la estabilidad de un edificio depende de cada uno de los elementos estructurales que lo componen, y estos se calculan y construyen según una carga específica, es esencial seguir las siguientes prohibiciones y limitaciones:

- No eliminar, reducir dimensiones o cambiar el emplazamiento de los elementos estructurales.
- Si es necesario intervenir en algún elemento estructural, se debe contar con el asesoramiento de un técnico calificado para el proyecto y la ejecución de las obras.
- No realizar taladros ni cortes en vigas ni en pilares. Las rozas o huecos en forjados y muros de carga solo deben hacerse bajo la supervisión de un técnico competente.
- No permitir sobrecargas de uso superiores a las previstas en el proyecto.

Precauciones

- Colocar muebles pesados sobre las vigas principales y cerca de los pilares.
- No acumular pesos en los vanos de los forjados.
- Respetar la sobrecarga de uso permitida.

- No taladrar en pilares o vigas.
- No picar en pilares o vigas.
- Evitar humedades persistentes en estos elementos. Atender a las filtraciones de agua de lluvia, fugas en las instalaciones de agua y desagües, y humedades provenientes del subsuelo.
- Atender cualquier agrietamiento o desconche en estos elementos.
- Respetar las señales de limitación de sobrecarga y mantener las marcas o bolardos que definen zonas con requisitos especiales de uso.

2. INSTRUCCIONES DE MANTENIMIENTO

El mantenimiento se limitará a la inspección visual y a informar cualquier anomalía a la Comunidad. Las revisiones deben ser realizadas por un técnico con competencias profesionales en estructuras.

2.1. Estructuras de Acero

El mantenimiento de la estructura metálica incluirá la protección contra incendios. Las actividades de mantenimiento se ajustarán a los plazos de garantía declarados por los fabricantes. Cada 10 años se realizará una inspección técnica rutinaria, prestando especial atención a los síntomas de daños estructurales como deformaciones excesivas. Cada 20 años se realizará una inspección técnica para identificar posibles daños frágiles, como corrosión localizada o deslizamiento de uniones atornilladas.

Observaciones

Es importante prever una partida presupuestaria para atender las revisiones según el Plan de Mantenimiento y las reparaciones correspondientes.

2.2. Fachadas

Uso del Elemento

La fachada es un elemento común del edificio y fundamental para su integridad.

Precauciones

- No abrir ni cerrar huecos, ni realizar ranuras.

- No plantar especies vegetales cuyas raíces puedan dañar la construcción.
- Mantener la limpieza de excrementos de animales y suciedad por polvo y contaminación, ya que pueden causar deterioro en materiales como metal, plástico, cemento y piedra.
- Desatascar canalillos y orificios de drenaje de la carpintería, así como las guías de las persianas.

Mantenimiento del Elemento

El mantenimiento de la fachada incluye:

- Limpieza periódica con productos y utensilios adecuados.
- Revisión periódica por un técnico cualificado.
- Inspección de fisuras, desconches, revestimientos y elementos metálicos (barandales, rejas, celosías y sus fijaciones).
- Estado de las carpinterías, sellado de juntas y jardineras.

Observaciones

Prever una partida presupuestaria para atender las revisiones según el Plan de Mantenimiento.

2.3. Redes Hidrosanitarias y de Gas

Fugas de Agua en Tuberías

Para una rotura pequeña, se puede solucionar temporalmente cubriéndola con una banda de goma o caucho y ajustándola con alambre o una abrazadera. Si la rotura es mayor, se debe sustituir el tramo afectado del tubo.

Problemas en Válvulas o Grifos

- Los problemas más comunes incluyen:
- Volante que no gira (abrir o cerrar): cerrar la llave de paso, desmontar la pieza, limpiarla de óxido, engrasarla y volver a colocarla.
- Goteo: generalmente se debe a un defecto en la empaquetadura, que debe revisarse y, si está en mal estado, reemplazarse.
- El flotador no sube: revisar que su movimiento no esté impedido.
- Surtidor que no cierra: verificar si doblando el brazo que sostiene la boya se soluciona el problema.

- Goma o tapón que no cierra: comprobar la condición del asistente del tapón y la goma. Si al bajar el agua la poceta no se limpia completamente, ajustar el nivel de agua en el tanque.

Instalaciones de Gas

Si se percibe olor a gas, cerrar la llave de paso antes de cualquier revisión. No se recomienda reparar tuberías de bronce; es mejor cambiar el tramo con la avería. Antes de cambiar las bombonas de gas, cerrar la llave de paso.

2.4. Impermeabilización

Consiste en el tratamiento de superficies con productos especiales para impedir el paso del agua. Se recomienda inspeccionar los espacios impermeabilizados al menos dos veces al año, una de ellas antes de la temporada de lluvias, para observar el estado de la impermeabilización, pinturas refractivas, detalles alrededor de ductos, bajantes o antenas, drenaje y puntos de descarga. Antes de reparar una filtración, se debe identificar la causa que la produce.

3. Mantenimiento de Obra Blanca

3.1. Pintura

Inspección

- Realizar una inspección visual periódica (al menos una vez al año) para detectar grietas, desconches, manchas de humedad, o áreas descoloridas.

Mantenimiento Preventivo

- **Limpieza Regular:** Limpiar las superficies pintadas con un paño húmedo y detergente suave para eliminar el polvo y la suciedad acumulada.
- **Reparación de Grietas y Desconches:** Reparar las grietas y desconches con masilla y lijar la superficie antes de repintar.

- **Repintado:** Repintar cada 5-7 años o según sea necesario para mantener una apariencia fresca y proteger las paredes de daños.

3.2. Revestimientos (cerámica, azulejos, mármol)

Inspección

- Inspeccionar periódicamente (cada 6 meses) para detectar grietas, desprendimientos, o juntas deterioradas.

Mantenimiento Preventivo

- **Limpieza Regular:** Limpiar las superficies con productos adecuados para cada tipo de revestimiento. Evitar el uso de limpiadores abrasivos que puedan dañar la superficie.
- **Reparación de Juntas:** Reemplazar o reparar las juntas deterioradas con un sellador adecuado.
- **Reemplazo de Piezas Dañadas:** Sustituir cualquier pieza de cerámica, azulejo o mármol que esté rota o agrietada.

3.3. Carpintería (puertas, ventanas, armarios)

Inspección

- Realizar inspecciones trimestrales para verificar el estado de las bisagras, cerraduras, marcos y superficies de madera.

Mantenimiento Preventivo

- **Limpieza Regular:** Limpiar las superficies de madera con un paño seco o ligeramente húmedo, y productos específicos para madera.
- **Lubricación de Herrajes:** Aplicar lubricante a las bisagras y cerraduras para asegurar un funcionamiento suave.
- **Tratamiento de la Madera:** Aplicar barniz o pintura protectora cada 2-3 años para proteger la madera de la humedad y el desgaste.

3.4. Yeso

Inspección

- Inspeccionar anualmente para detectar grietas, humedades, y deformaciones.

Mantenimiento Preventivo

- **Reparación de Grietas:** Rellenar las grietas con masilla para yeso y lijar antes de repintar.
- **Protección Contra Humedad:** Asegurar que no haya filtraciones de agua que puedan afectar las paredes de yeso. Utilizar pinturas impermeabilizantes en áreas propensas a la humedad.

3.5. Pisos (cerámica, madera, vinilo, alfombras)

Inspección

- Inspeccionar semestralmente para detectar desgaste, manchas, o daños.

Mantenimiento Preventivo

- **Limpieza Regular:** Limpiar los pisos regularmente según el material. Usar productos específicos para cada tipo de piso (cerámica, madera, vinilo, alfombras).
- **Reparación de Daños:** Reparar o reemplazar áreas dañadas de inmediato. Para pisos de madera, lijar y barnizar cada 3-5 años según el desgaste.

3.6. Ventanas y Vidrios

Inspección

- Inspeccionar trimestralmente para detectar grietas, sellos deteriorados, y problemas de funcionamiento.

Mantenimiento Preventivo

- **Limpieza Regular:** Limpiar los vidrios y marcos con productos adecuados.
- **Reparación de Sellos:** Reemplazar los sellos de silicona o goma que estén deteriorados para asegurar una buena aislación.
- **Reparación de Vidrios Rotas:** Reemplazar cualquier vidrio que esté agrietado o roto.

3.7. Instalaciones Eléctricas y Sanitarias (visibles en la obra blanca)

Inspección

- Realizar inspecciones periódicas (anualmente) de las instalaciones visibles para asegurar que no haya señales de deterioro o fugas.

Mantenimiento Preventivo

- **Revisión de Conexiones:** Asegurarse de que todas las conexiones eléctricas estén seguras y sin desgaste visible.
- **Reparación de Fugas:** Atender inmediatamente cualquier fuga de agua en las instalaciones sanitarias visibles para prevenir daños mayores.

Observaciones Generales

- **Documentación:** Mantener un registro de todas las inspecciones, mantenimientos y reparaciones realizadas.
- **Personal Calificado:** Asegurarse de que todo el mantenimiento y reparaciones sean realizadas por personal calificado para evitar daños adicionales y garantizar la seguridad.

LUIS FELIPE MARTINEZ ARENAS

C.C. 1.093.214.733 de Santa Rosa De Cabal

Representante Legal Marvall S.A.S.

GUÍA TÉCNICA:

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERAS DE VAPOR PIROTUBULARES EN ESTABLECIMIENTOS DE SALUD

I. FINALIDAD

Contribuir a la conservación, funcionamiento y seguridad de las calderas de vapor pirotubulares que funcionan en los establecimientos de salud.

II. OBJETIVOS

- Brindar los fundamentos básicos para la operación segura de las calderas de vapor pirotubulares por el personal autorizado de los establecimientos de salud.
- Aportar los conocimientos necesarios para que el operador de calderas desarrolle su labor de manera eficiente y confiable.
- Mantener la operatividad de las calderas mediante la ejecución del mantenimiento preventivo.
- Controlar el proceso de combustión y eficiencia térmica, para un mejor aprovechamiento de la energía y evitar la contaminación ambiental producida por una mala combustión.

III. ÁMBITO DE APLICACIÓN

La presente Guía Técnica es de aplicación obligatoria a nivel nacional en los establecimientos de salud bajo el ámbito del Ministerio de Salud, Organismos Públicos adscritos, Órganos Desconcentrados, Gobiernos Regionales (Direcciones Regionales de Salud - DIRESAs, Gerencias Regionales de Salud – GERESAs o las que hagan sus veces en el ámbito regional); siendo referencial para los establecimientos de salud de otras instituciones prestadoras de servicios de salud – IPRESS.

IV. PROCEDIMIENTO A ESTANDARIZAR

Operación y mantenimiento preventivo de las calderas de vapor pirotubulares, que se utilizan en los establecimientos de salud.

V. CONSIDERACIONES GENERALES

Para el planeamiento y ejecución del mantenimiento preventivo de calderas de vapor pirotubulares tienen prioridad las recomendaciones técnicas que cada fabricante establece en sus propios manuales de operación, mantenimiento y las indicadas en sus especificaciones técnicas.

En caso de no contar con dichos manuales, se aplican los procedimientos de mantenimiento preventivo desarrollados en la presente Guía Técnica, los mismos que deben adecuarse a cada caso en particular.

La presente Guía Técnica se enfoca principalmente en las calderas de vapor pirotubulares, debido a que éstas son el tipo de calderas instaladas en los establecimientos de salud. Sin embargo, puede aplicarse también a los calderos de agua caliente tanto a gas LP, GN como de petróleo DB5.

5.1 DEFINICIONES OPERATIVAS

- **ALCALINIDAD**

  La alcalinidad del agua es su capacidad de neutralizar ácidos y representa la cantidad de carbonatos, bicarbonatos, hidróxidos y silicatos o fosfatos en el agua. La alcalinidad del agua de alimentación es importante, ya que representa una fuente potencial de depósitos.

- **ANÁLISIS DE GASES**

  Es un proceso en el que se analizan y documentan el contenido de gases y partículas, de la combustión. Además, determina si se cumplen los valores de emisiones permitidos y si el proceso es eficiente.

- **ARRASTRE**

  Por arrastre debemos entender el hecho de que algún contaminante está siendo llevado por el vapor al salir de la caldera. El contaminante más común que encontraremos son pequeñas gotas de agua, las cuales contienen sólidos disueltos y sólidos en suspensión.

  Las causas pueden ser aumento en la demanda de vapor, caídas bruscas en la presión del sistema, falta de purgas, tratamiento inadecuado del agua, la apertura rápida de la válvula del sistema de distribución de vapor.

- **ASME**

  Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (*American Society of Mechanical Engineers*). Es una asociación de profesionales que ha generado un código de diseño, fabricación, operación y mantenimiento de calderas y equipos sometidos a presión.

- **ASTM**

  Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (*American Society for Testing and Materials*). Es un organismo de normas internacionales, las cuales se utilizan para mejorar la calidad y seguridad de los productos y servicios. Ahora es conocida como ASTM International.

- **BHP (Caballo de Fuerza Caldera)**

  1 BHP es la capacidad de una caldera para transmitir 8,435 Kcal en 1 hora a 15.69 kg de agua a 100 °C y a presión de 1 atmosfera estándar.

  Esto equivale a:

  15.69 kg/h x 2.2 lb/kg = 34.5 lb/h.

  Es decir, 1 BHP produce 34.5 lb/h o 15.69 kg/h de vapor de agua. El BHP es también conocido como potencia de la caldera.

- **BOMBA DOSIFICADORA**

  Equipo utilizado para dosificar la cantidad de productos químicos al agua de alimentación a la caldera de vapor.

- **CALDERA**

  La caldera o generador de vapor, se define como un recipiente metálico hermético dotado de una fuente de calor, diseñada para generar vapor a diferentes presiones.

- **CALDERA PIROTUBULAR**

  Es aquella donde el calor generado por el combustible y los gases calientes circulan por la parte interna de los tubos y externamente circundado por agua. También se denomina caldera de tubos de fuego, éstas a su vez pueden clasificarse en calderas horizontales de hogar exterior y de hogar interior; y, calderas verticales. Actualmente, las calderas pirotubulares se fabrican en forma de paquete.

Existen calderas pirotubulares de espalda húmeda y espalda seca.

Las calderas de espalda seca pueden ser de 2 a 4 pasos, en la parte posterior lleva ladrillos refractarios y castable para proteger la puerta posterior de la llama del quemador.

Las calderas de espalda húmeda tienen la cámara de retorno y la parte posterior de la caldera rodeada por una cámara de agua. De acuerdo a la posición de los tubos pueden ser horizontales o verticales y se construyen de 1 a 3 pasos.

- **COMBUSTIÓN**

  Es el conjunto de procesos físico-químicos en los que un elemento combustible (petróleo, gas, madera, entre otros) se combina con un elemento comburente (generalmente el oxígeno en forma de O_2 gaseoso) desprendiendo luz y calor. Como consecuencia de la combustión se tiene la formación de una llama, manifestándose visualmente como fuego.

- **CORROSIÓN**

  Es el deterioro que sufren los metales, cuando están en contacto con el medio en el que trabajan. En la caldera es posible encontrar diferentes tipos de procesos corrosivos, cualquiera de ellos puede causar daños de consideración y costosas reparaciones. Los tipos más comunes son: Corrosión por oxígeno, corrosión ácida, corrosión cáustica y fragilidad cáustica del metal.

  - **Corrosión por oxígeno:** El oxígeno disuelto en el agua se convierte en un elemento muy corrosivo, especialmente cuando el agua se calienta. Uno de los aspectos más negativos es que la corrosión por oxígeno se presenta en forma de perforaciones profundas, por lo que no se requiere que haya habido una gran pérdida de metal para que se produzca una falla en un tubo.
  - **Corrosión ácida:** El agua con un pH bajo ataca al metal en forma generalizada, no localizada como en el caso del oxígeno. El control de un pH adecuado en el agua de la caldera es muy importante ya que la operación en condiciones de relativa acidez, provocará una corrosión muy severa en un tiempo relativamente corto.
  - **Corrosión cáustica:** A pesar de que para un adecuado pH es importante operar en condiciones alcalinas, un exceso de iones hidroxilo (OH), particularmente en calderas que trabajan a alta presión, puede resultar en un ataque corrosivo, puede destruir o dañar irreversiblemente la superficie expuesta.
  - **Fragilidad cáustica del metal:** La fragilidad cáustica del metal, también conocida como resquebrajamiento ínter cristalino del acero al carbón, es causada por una reacción corrosiva que se realiza siguiendo los bordes de los granos cristalinos dentro del metal.

- **DESAIREADOR**

  Es un equipo que remueve principalmente el oxígeno disuelto en el agua de alimentación a calderas, ya que el oxígeno es altamente corrosivo en los circuitos de vapor.

  Además del oxígeno se remueve el dióxido de carbono. Su utilización se justifica para calderas que sobrepasan los 200 BHP.

- **DUREZA DEL AGUA**

  Es la suma de las concentraciones de calcio y magnesio, ambos expresados como carbonato de calcio, en miligramos por litro o ppm. Contenido en el agua. Su importancia se debe a su característica particular del agua para formar depósitos o incrustaciones en los materiales con los cuales el agua está en contacto.

- **EXCESO DE AIRE**

  Porcentaje de aire requerido por encima del aire teórico o estequiométrico con la finalidad de evitar la combustión incompleta y la formación de inquemados.

- **EMISIÓN DE GASES**

  Son los gases tóxicos provenientes de la combustión del combustible de las calderas que se vierten a la atmósfera, como el dióxido de carbono (CO_2), óxido de nitrógeno (NOx), monóxido de carbono (CO) y el dióxido de azufre (SO_2) entre otros.

- **EVAPORACIÓN**

  La evaporación es un proceso físico que consiste en el paso lento y gradual de un estado líquido hacia un estado gaseoso, como consecuencia de un aumento de la temperatura. En una caldera es la cantidad de vapor producida a una determinada presión y temperatura.

- **GOLPE DE ARIETE**

  Es causante de averías hidráulicas ocasionado por el condensado a alta velocidad, chocando contra las paredes de las tuberías. También se presenta cuando la inclinación de las tuberías no es la correcta, donde se presenta acumulación de condensado.

- **INCRUSTACIONES**

  Las incrustaciones corresponden a depósitos de carbonatos, silicatos de calcio y magnesio, formados debido a una excesiva concentración de estos componentes en el agua de alimentación y/o regímenes de purga insuficientes.

- **LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE**

  Es la medida de la concentración de sustancias químicas que caracterizan a una emisión de gases, que al ser excedida causa daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente.

- **LODOS**

  Son precipitados que van al cuerpo principal de la caldera, cuando la solubilidad de los sólidos disueltos es excedida.

- **MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

  Es el proceso de servicio periódico al equipo, destinado a la conservación de los equipos mediante la revisión y reparación que garanticen su buen funcionamiento.

- **MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

  Es el mantenimiento que se realiza con el fin de reparar o corregir una falla en el equipo o instalación.

- **POTENCIA NOMINAL DE UNA CALDERA**

  Es el resultado del cociente de la superficie de calefacción en pie^2 entre 5, la siguiente relación matemática sintetiza lo indicado:

  Potencia nominal en BHP = Superficie de calefacción en pie^2 /5.

- **PRESIÓN DE VAPOR SATURADO**

  La presión de vapor saturado o presión de saturación es la presión a la que a cada temperatura de las fases líquida y vapor se encuentran en equilibrio. En la situación de equilibrio, las fases reciben la denominación de líquido saturado y vapor saturado.

- **SISTEMA MODULADO**

  Sistema que permite aumentar o disminuir la generación de vapor, variando la cantidad de combustible y el aire en el quemador.

- **SUPERFICIE DE CALEFACCIÓN DE CALDERA PIROTUBULAR**

  Es el área de la caldera, expuesta a la combustión. Dicha superficie está en contacto por un lado con el agua y, por el otro, expuesta al fuego o a la corriente de los gases de combustión.

Se mide en el lado de los gases y se expresa en pies cuadrados (pie²) o metros cuadrados (m²).

- **SISTEMA DE VAPOR**

  El sistema de vapor es el conjunto de equipos e instalaciones que se emplean para generar y distribuir vapor. El equipo principal del sistema de vapor es la caldera.

- **TIRO**

  Se define como la depresión que contribuye el paso de los gases a través de la caldera, existen 3 clases de tiro: Natural, inducido y el forzado.

  - **Tiro natural.**

    Se debe principalmente a la altura de la chimenea y la diferencia de densidad entre los humos de combustión dentro de la chimenea y el aire exterior. De ello, cuanto más calientes son los humos son menos densos y más ligeros, luego el aire exterior expulsa los humos fuera de la chimenea.

  - **Tiro inducido.**

    Es la corriente de aire que se obtiene en la chimenea por la succión que ejerce un soplador instalado en la base de la misma.

  - **Tiro forzado.**

    Es la corriente de aire que se obtiene en la chimenea por el inyector de aire a la cámara de combustión por medio de un soplador.

- **TOBERA**

  Una tobera o boquilla pulverizadora es un dispositivo empleado para dividir un líquido en gotitas. Tiene por finalidad atomizar el combustible correctamente, pulverizarlo en partículas finas o nieblas, forzándolo en un movimiento dinámico de rotación para buscar el íntimo contacto entre las pequeñas partículas y el oxígeno del aire, favoreciendo la combustión.

- **TRANSFERENCIA DE CALOR**

  La transferencia de calor se produce normalmente desde un objeto de mayor temperatura a otro objeto con temperatura más baja. Se puede realizar de 3 formas por: Conducción, convección y radiación.

  - **Transferencia de calor por conducción**

    Consiste en transmitir calor entre 2 puntos de un cuerpo que se encuentra a diferente temperatura, sin que se produzca transferencia de materia entre ellos.

    Ejemplo: Cuando se calienta un extremo de una barra a 80°C, la otra permanece estable y conforme pasa el tiempo se va calentando la parte fría, a este fenómeno se llama conducción.

  - **Transferencia de calor por radiación**

    Este tipo de transmisión de calor es emitido por un cuerpo debido a su alta temperatura que emanan ondas electromagnéticas que hacen llegar a otro cuerpo que no está en contacto.

  - **Transferencia de calor por convección**

    Es la transferencia de calor a través de un fluido (gas o líquido), causado por el movimiento mismo de este en contacto con superficies o áreas de absorción de calor.

- **VAPOR DE AGUA**

  El vapor de agua es el gas formado cuando el agua pasa de un estado líquido a uno gaseoso.

Existen términos para el vapor, los cuales son: Vapor húmedo, vapor saturado y vapor sobrecalentado.

- **Vapor húmedo,** es el vapor generado que contiene moléculas de agua, tiene coexistencia de líquido y vapor.
- **Vapor saturado**, cuando todas las moléculas permanecen en estado gaseoso.
- **Vapor sobrecalentado**, se crea por el sobrecalentamiento del vapor saturado para alcanzar un punto mayor al de saturación.

5.2. CONCEPTOS BÁSICOS

5.2.1 COMPONENTES DE LAS CALDERAS PIROTUBULARES

Los componentes de las calderas pirotubulares a vapor se dividen en:

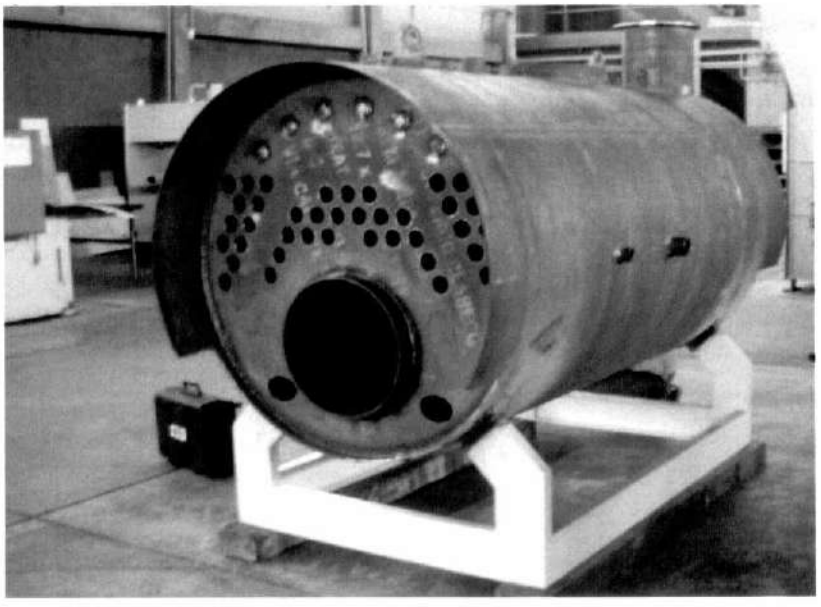
- Cuerpo o envolvente.
- Hogar o flue.
- Placas portatubos.
- Tubos de humo.
- Chimenea.

CUERPO O ENVOLVENTE

Es un cilindro fabricado en plancha de acero calidad ASTM 285 grado C ó 515 grado 70, el diámetro y longitud están de acuerdo a la potencia de la caldera. Ver Imagen N° 1.

El cuerpo de la caldera de vapor pirotubular consta de una cámara de agua y cámara de vapor:

Imagen N° 1
Cuerpo de caldera pirotubular de 30 BHP



Fuente: DGOS-DIEM

- **Cámara de agua.** Es el espacio o volumen de la caldera, que está ocupada por el agua. Tiene un nivel superior máximo y uno inferior mínimo bajo el cual el agua nunca debe descender durante el funcionamiento.
- **Cámara de vapor.** Es el espacio o volumen que queda sobre el nivel superior máximo de agua, en el cual se almacena el vapor generado por la caldera.

HOGAR O FLUE

Es la parte de la caldera donde se produce la combustión del combustible líquido o gaseoso. Este lugar es la parte de mayor temperatura de la caldera. El hogar puede ser interno o externo. Ver Imagen N° 2.

En las calderas verticales de tubos de humos, el hogar está en la parte interior de la envolvente, bajo la placa.

El hogar se puede clasificar en:

1. **Según su ubicación:**

Interno y externo.

- Hogar interno.

Cuando el hogar se encuentra en el interior de la envolvente de la caldera.

- Hogar exterior.

Cuando el hogar se encuentra fuera de la envolvente de la caldera.

2. **Según el tipo de combustible:**

- Hogar para combustible sólidos.
- Hogar para combustible líquido y gaseoso.

3. **Según su construcción:**

- Hogar liso.
- Hogar corrugado.

Imagen N° 2
Vista de flue liso de una caldera de 30 BHP



Fuente: DGOS-DIEM

PLACAS PORTATUBOS

1. **Las placas**

   Son placas metálicas con orificios para alojar los tubos de fuego y el hogar o flue, ubicados en la parte frontal y posterior y/o superior e inferior de la caldera. Ver Imagen N° 3.

2. **Los tirantes templadores**

   Son barras de acero que van de placa a placa paralelas a los tubos, en la parte superior donde no existe tubo. Estos se usan para evitar la deflexión de las placas.

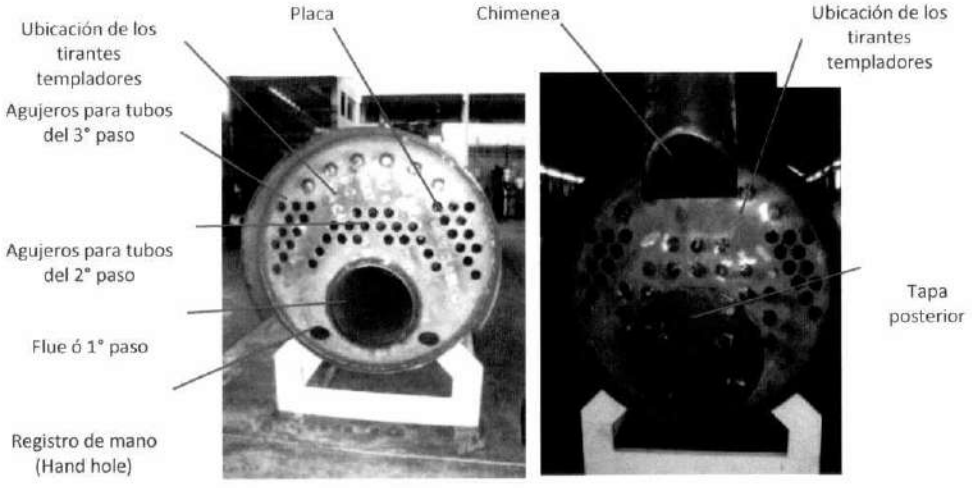
3. **Registro o puertas de inspección**

   Son aberturas que permiten inspeccionar, limpiar y reparar la caldera. Existen 2 tipos dependiendo de su tamaño:

   - **Registro de entrada hombre (*Man hole*)**
     Es una abertura que tiene el tamaño suficiente para permitir el paso de un hombre para inspeccionar interiormente la caldera y limpiarla.

   - **Registro de entrada mano (Hand hole)**
     Es una abertura para el ingreso de la mano y que permite inspeccionar ocularmente el interior de las calderas o lavarlos, si es necesario; extraer en forma mecánica o manual los lodos que se hayan acumulado y que no hayan salido por las purgas.

Imagen N° 3
Vista de la placa frontal (Izquierda) y posterior (Derecha) de una caldera pirotubular de 30 BHP en proceso de fabricación, para el Hospital



Fuente: DGOS-DIEM

TUBOS DE HUMO

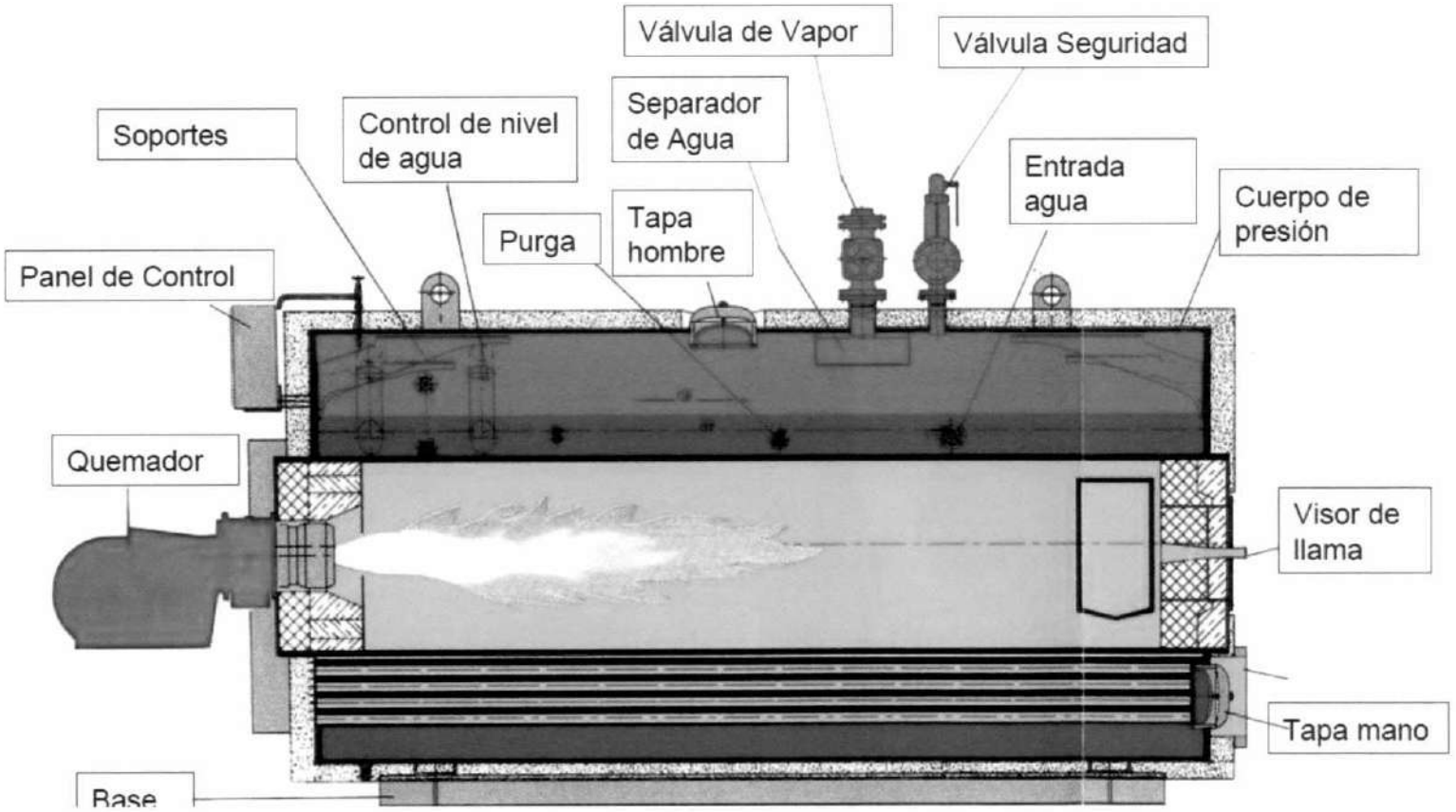
En las calderas pirotubulares, los tubos de humo son los conductos por donde circulan los gases calientes. El agua se encuentra en la parte exterior.

CHIMENEA

Es el ducto por donde salen a la atmosfera los gases calientes de la combustión, para la evacuación de los gases se requiere un tiro adecuado.

Se tienen otros componentes de la caldera como: manómetro de vapor, aislante térmico, base de acero estructural, entre otros, como se observa en la Imagen N°4.

Imagen N° 4
COMPONENTES PRINCIPALES DE UNA CALDERA PIROTUBULAR



Fuente: APPPLUS Norcontrol

5.2.2 ACCESORIOS DE SEGURIDAD Y CONTROL DE LA CALDERA

Los accesorios de seguridad y control de las calderas son equipos complementarios, con los cuales se controla el buen funcionamiento y la seguridad de la caldera.

Los accesorios de seguridad más importantes son las válvulas de seguridad, el manómetro de presión de vapor, el indicador de nivel de agua y las válvulas de la columna.

- **VÁLVULA TIPO GLOBO-CHECK**

  Es una válvula que sirve para regular el flujo de vapor, permite el paso del caudal de fluido a través de las tuberías o conducciones de la caldera y a la vez es anti-retorno.

  Toda caldera de vapor saturado dispone de una válvula que pueda interceptar el paso de salida del vapor. Estas válvulas son de cierre lento, de manivela y husillo.

- **VÁLVULA DE GLOBO**

  Es una válvula que sirve para regular el flujo de vapor y permite el paso del caudal de fluido a través de las tuberías o conducciones de la caldera.

  Toda caldera de vapor saturado dispone de una válvula que pueda interceptar el paso de salida del vapor. Estas válvulas son de cierre lento, de manivela y husillo.

- **VÁLVULA DE SEGURIDAD**

  Es un dispositivo automático que se apertura a la presión a la que se haya calibrado, y descarga a la atmosfera el vapor cuando se produce un aumento de la presión interna.

  La válvula de seguridad se instala en las calderas para impedir que la presión sea excesiva, evitando así una explosión súbita.

  La calibración de las válvulas de seguridad de las calderas se realiza dando tensión al resorte mediante la tuerca de ajuste, en el cual la primera válvula debe calibrarse al 10% por encima de la presión límite de servicio; y, la segunda válvula, al 3% de la anterior, después se sella nuevamente, asegurándose mediante un precinto. No debe moverse este ajuste y sólo debe realizarse por personal idóneo.

- **VÁLVULA DE PURGA DE FONDO**

  Es una válvula del tipo disco que se apertura de manera rápida mediante una palanca accionada manualmente. Se utiliza para la eliminación de lodos, incrustaciones y otras materias que se acumulan en el fondo de la caldera.

  No está permitido el uso de válvulas de globo en las líneas de purga de la caldera, es recomendable instalar 2 válvulas de purga rápida y 1 de válvula de purga lenta de tipo "Y" en la línea de descarga en caldera.

- **VÁLVULA DE RETENCIÓN (CHECK)**

  Son válvulas instaladas en las conducciones de fluidos que permiten el paso de los mismos en un solo sentido. Su apertura se debe a la presión del fluido que circula y el cierre cuando se invierte el flujo. Estas válvulas son utilizadas en la línea de alimentación de agua a la caldera y red de vapor.

- **COLUMNA DE NIVEL DE AGUA**

  Es un depósito cilíndrico hueco, que constituye un depósito intermedio entre la caldera y el tubo visor de nivel y/o columna de nivel a sensor electrónico de electrodos. Está instalada en forma vertical y comunicada por la parte superior a la cámara de vapor.

La columna de agua tiene por objeto principal evitar que se registren en el tubo visor de nivel los constantes y excesivos movimientos que tienen el agua en el interior de la caldera, permitiendo así una indicación uniforme y correcta en el cristal del nivel de agua. Su función es de amortiguar el oleaje interno de la caldera.

En la columna de agua está permitido instalar, además del tubo visor de nivel y las válvulas de prueba, el manómetro de presión del vapor, el regulador de agua de alimentación y el sistema de alarma por alto y bajo nivel de agua.

La columna y tubo visor de nivel funciona por principio físico de vasos comunicantes, es por esto la rapidez con que se recupera el nivel del agua en el tubo visor después de una purga de la columna.

La falla de este indicador puede originar que la caldera se queme o haga explosión.

- **COLUMNA DE NIVEL DE AGUA POR ELECTRODOS**

  Es un dispositivo que complementa al control de la columna de agua. Está diseñado para mantener los niveles de agua dentro de la caldera de vapor, utilizando varillas o electrodos protegiendo de esta manera el funcionamiento de la caldera sin agua.

- **ALARMA**

  Dispositivo que anuncia una falla o corte de operación por bajo nivel de agua, falla en llama, falla del programador, entre otros.

- **MANÓMETRO**

  Es un instrumento que se utiliza para medir la presión de vapor de la caldera.

  Existen 2 clases de manómetros: De diafragma y de tubo de "Bourdon". Estos últimos son los usados habitualmente en las calderas y están calibrados para medir la presión en el sistema inglés en 1 lb/pulg^2 o bar.

- **TERMÓMETRO**

  Es un instrumento para medir la temperatura del agua de alimentación, gases de combustión, del combustible u otros. Está calibrado en grados Centígrados para el sistema métrico y en grados Fahrenheit para el sistema inglés.

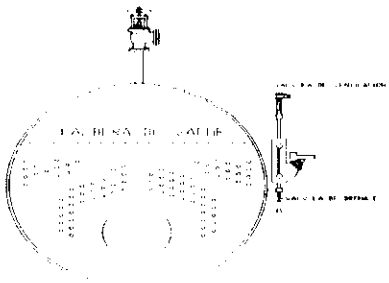
- **VÁLVULA DE VENTEO**

  Es una válvula que tiene la función de eliminar el aire en tuberías de líquidos o vapor.

- **VÁLVULA DE VENTILACIÓN Y DE DRENAJE DE TUBO DE NIVEL**

  Permite que la caldera sea ventilada durante el tiempo de llenado y facilita la inspección automática de la caldera. Ver Imagen N° 5.

Imagen N° 5
Válvulas de ventilación y de drenaje de tubo de nivel



Fuente: DGOS-DIEM

- **VÁLVULA SOLENOIDE**

  Válvulas que, accionadas eléctricamente, permiten cerrar o abrir el paso de fluidos o gases para alimentar un sistema.

5.2.3 CONTROLES ELECTROMECÁNICOS

- **CONTROL POR LÍMITE DE PRESIÓN (Presostato de Corte: arranque y parada)**

  Este control trabaja abriendo el circuito para detener el funcionamiento del quemador en una subida de presión de la caldera. El ajuste debe detener o iniciar el funcionamiento del quemador. Ver Imagen N° 6.

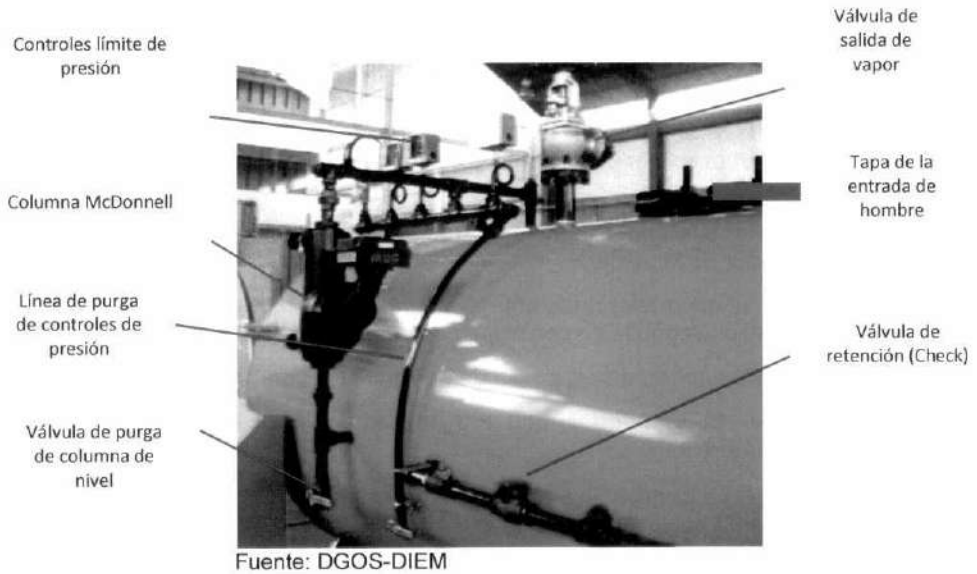
- **CONTROL DE LÍMITE DE ALTA PRESIÓN (Seguridad)**

  El control trabaja abriendo el circuito para detener el funcionamiento del quemador en un aumento de la presión por encima de un valor seleccionado. El control de límite de alta presión está equipado con un reseteo manual.

- **CONTROL DE MODULACIÓN DE PRESIÓN (Presuretrol)**

  Transmite la información de las presiones de la caldera hacia el medidor modulado motor (modutrol) del quemador, cambiando las secuencias de acuerdo a la demanda de vapor, es decir, el quemador trabaja en un sistema modulado.

Imagen N° 6
Vista de los controles electromecánicos



Fuente: DGOS-DIEM

- **CONTROL DEL AGUA DE ALIMENTACIÓN**

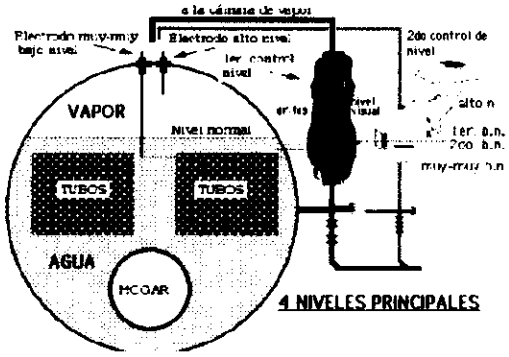
  Este control realiza 2 funciones:

  - Detiene la alimentación de agua cuando llega al punto máximo de llenado en la caldera.
  - Si el punto de nivel baja por debajo del punto de funcionamiento, activa a la electrobomba o modula la válvula de alimentación de agua si es automática. Ver Imagen N° 7.

- **CONTROL AUXILIAR DE BAJO NIVEL DE AGUA**

En la parte superior, la caldera cuenta con un electrodo de nivel de agua o un control de nivel de agua electrónico, el cual se encuentra conectado al circuito de control del quemador; bloqueando su operación, en caso que el nivel de agua de la caldera se encuentra por debajo de los niveles de seguridad.

Imagen N° 7
Indicador del visor de corte por bajo nivel de agua



Fuente: Carlos W. Tomasset:

5.2.4 EQUIPOS COMPLEMENTARIOS QUE CONFORMAN LA CALDERA

- **QUEMADOR**

Es un equipo donde se introduce el combustible y el aire dentro de la caldera, el cual debe contar con una velocidad, turbulencia y concentración adecuada para realizar la combustión.

El quemador para combustibles líquidos tiene la función principal de pulverizar el combustible en finas gotas, proporcionando la suficiente cantidad de aire para realizar la combustión.

En el quemador a gas se introduce directamente el gas mezclado con el aire en el hogar de la caldera y, mediante una chispa, se prende la llama.

En el quemador dual o mixto, se pueden utilizar en forma alternativa gas o petróleo Diesel, según la disponibilidad de combustible.

En los quemadores, se puede distinguir los componentes como:

- **El ventilador**, que provee de aire en caudal y presión adecuada para la combustión.
- **La bomba de combustible**, que succiona el combustible y eleva su presión para la pulverización.
- El **sistema de ignición**, mediante un transformador de alto voltaje genera la chispa para iniciar la combustión.
- **La fotocélula**, es un dispositivo electrónico que detecta la presencia de llama y, en caso contrario, corta el ingreso de combustible.
- **Boquillas o toberas**, permiten pulverizar el combustible para la combustión.
- **Motor (Modutrol)**, se encarga de la modulación y regulación de la cantidad de combustible a quemar en función de la carga del caldero (producción de vapor), regulando también la admisión del aire al quemador con el fin de obtener la

relación aire – combustible óptima. El motor (Modutrol), tiene la función de realizar el movimiento del sistema mecánico, mediante varillas o servo motores de la válvula reguladora de petróleo y, a la vez, mueve el registro de aire para la combustión.

- **ELECTROBOMBA DE ALIMENTACIÓN DE AGUA**

  La función básica de la bomba de alimentación de agua consiste en tomar el agua ya blanda al bajar al nivel mínimo de operación e introducir a la caldera, venciendo la resistencia que se opone a su flujo.

- **PROGRAMADOR**

  Es un dispositivo electromecánico o electrónico que permite programar, configurar y controlar el funcionamiento de una caldera en sus diversas etapas y en función de la demanda de vapor: Pre barrido, encendido, funcionamiento en llama baja, llama alta, parada cuando supera la demanda; y, reinicio del funcionamiento, cuando hay demanda de vapor.

- **TRAMPA DE VAPOR**

  Es un dispositivo que descarga el condensado, aire y otros gases no condensables mientras que previene la fuga de vapor.

- **TREN DE GAS**

  Es un módulo que regula la presión de gas constante antes del quemador. Una caldera a gas viene equipada con los siguientes accesorios:

  - Válvulas solenoides.
  - Válvula primaria de cierre de gas.
  - Válvula secundaria de cierre.
  - Válvula de ventilación.
  - Interruptor de alta y baja presión de gas.

5.2.5 CALIDAD DE AGUA PARA LA ALIMENTACIÓN DE LA CALDERA

La composición del agua que alimenta a la caldera debe ser tal que las impurezas presentes en la misma puedan concentrar un número razonable de veces dentro del sistema, sin que por ello se superen los límites permitidos por el fabricante. Si el agua no cumple este requisito es necesario tratarla para eliminar todas las impurezas antes de utilizarla. Actualmente, se están utilizando tratamientos químicos dentro de la caldera, para evitar estos problemas, los cuales están resultando una solución efectiva, a la par económica.

Los valores que se muestran en el Cuadro N° 1, pueden ser más amplios, cuando se operan con una presión de trabajo mayor a 300 psi. En la actualidad, los valores máximos los establece el fabricante de acuerdo con las características de la caldera.

Cuadro N° 1
Valores recomendados de calidad de agua en el uso de calderas pirotubulares

PARAMETRO	UNIDAD	AGUA BLANDA	CALDERA	RETORNO DE CALDERA
Alcalinidad total	mg/l	< 350	---	---
Dureza total (CaCO3)	mg/l	< 1.0	<700	0
Conductividad	uS/cm	< 3500	< 7000	---
PH a 25°C	Unidad estándar	8.3 - 10.5	10.5-11.5	> 7
Sulfitos	mg/l	---	30-60	---
Fosfatos	mg/l	---	30-60	---
Sílice (SiO2)	mg/l	< 150	< 150	---
Solidos disueltos	mg/l	---	< 3500	50
Sólidos en suspensión	mg/l	---	< 300	---

Fuente: Normas ASME VI y BS 2486.

5.2.6 COMBUSTIBLES PARA LAS CALDERAS

Existen 3 tipos de combustible más comunes, que se usan en las calderas: Carbón, petróleo y gas.

CARBÓN

Es el término genérico dado a una familia de combustibles sólidos, con un alto volumen de carbono. En esta familia existen varios tipos de carbón como turbo, lignito, antracita y bituminoso. Los más usados son el bituminoso y la antracita.

PETRÓLEO

Es una sustancia compuesta por una mezcla de hidrocarburos de color oscuro y olor fuerte, más ligero que el agua. El petróleo diésel es un derivado del petróleo que se obtiene por refinación.

El petróleo diésel DB5 es utilizado en las calderas de los establecimientos de salud, y viene a ser una mezcla en volumen de 95% de diésel y 5% de biodiesel B100.

GAS

El gas es la forma de combustible de caldera que es fácil de quemar con poco exceso de aire. Este combustible está disponible en 2 formas diferentes:

- **Gas Natural**

  Este gas se encuentra en forma natural bajo tierra de uso en su estado natural, salvo la eliminación de impureza que contiene metano en su forma más común.

- **Gas Licuado de Petróleo – GLP**

  Estos son gases que se producen al refinar el petróleo y se almacenan bajo presión de un estado líquido hasta que se vaya a usar. Las formas más comunes de GLP son: Propano y butano.

5.2.7 PARÁMETROS PERMISIBLES EN LA COMBUSTIÓN DE LAS CALDERAS (Ver Cuadro N° 2)

Una combustión eficiente requiere que el combustible sea suministrado al quemador en condiciones adecuadas de:

- Presión.
- Temperatura.
- Exceso de aire.

También que el estado de mantenimiento del sistema de combustión sea el óptimo.

Cuadro N° 2
Componentes de los gases de combustión para la caldera

COMBUSTIBLE	DIESEL	GAS NATURAL GN – GLP
% Exceso de Aire	15 – 30	10 - 15
% CO2 Dióxido de Carbono (*)	9 – 12.0	7 - 10
% O2 Oxígeno	2 – 5	2 – 6
Monóxido de Carbono (CO)	350 ppm	100 ppm
Óxido de Nitrógeno (NOx)	200 ppm	500 ppm
Dióxido de Azufre (SO2)	105 ppm	525 ppm
Eficiencia %	> 85	

Fuente: Normas ASME VI (*) y MINAM

5.2.8 ESTÁNDARES AMBIENTALES PARA EL MONITOREO Y CONTROL DE LA EMISIÓN DE GASES EN LAS CALDERAS

Es de vital importancia tener en cuenta, para cautelar y estar siempre vigilantes, el Artículo I del Título Preliminar de la Ley N.° 28611, Ley General del Ambiente que indica claramente que "(...) *toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y a proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país*".

Con la finalidad de mantener controlada la emisión de gases contaminantes por parte de las calderas, se ha generado la necesidad de establecer normas como Estándares de Calidad Ambiental para Aire (ECA) y de Límites Máximos Permisibles (LMP) para dichas sustancias nocivas en la atmósfera.

- **LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES**: Medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente.
- **ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL**: Nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente.

5.2.8.1 LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LA EMISIONES DE GASES EN LAS CALDERAS

Los LMP están relacionados con mediciones realizadas en las fuentes de emisión como son las chimeneas de calderas.

Cuadro N° 3
Límites Máximos Permisibles para Calderas

Parámetro	LMP de emisiones (mg/m3N) (1)		
	Tipo de Combustible		
	GAS	Tipo de Combustible Liquido	Sólido
Partículas sólidas (2)	---	150	150
Dióxido de Azufre (SO2)	300	1500	1500 (Carbón)
			100 (Bagazo)
			500 (Bagazo/ Petróleo)
Óxidos de Nitrógeno (NOx)	320	600	750
Monóxido de Carbono (CO)	100	350	500
Opacidad (Índice Bacharach)(3)	0	4	---
(1) Concentración referida a condiciones normales 0°C, 1 atmósfera, 3% de O_2 para gas y líquidos y 6% de O_2 para sólidos.			
(2) Para calderas de potencia mayor o igual a 800 BHP (líquido) y 300 BHP (Sólido).			
(3) Para calderas menores a 800 BHP.			
(4) Estos límites son aplicables a las calderas de vapor pirotubulares y acuotubulares. Asimismo, se aplican a calderas de calentamiento de agua o aceite térmico que queman Diésel, Residual o Gas.			
Nota: El monitoreo de las emisiones atmosféricas se realizará conforme al protocolo de monitoreo de emisiones atmosféricas aprobado por Resolución Ministerial N° 026-2000-ITINCI/DM.			

Fuente: NTP 350.301 2009

El monitoreo debe realizarse con equipos que cuenten con certificado de calibración, con trazabilidad para analizadores de gases de combustión emitido por un laboratorio certificado o acreditado.

Junto con los equipos de monitoreo, se deben contar con estándares certificados, para procesos de verificación cuando la autoridad competente lo solicite. Ver Cuadro N° 3.

5.2.8.2 ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AIRE (ECA)

Contiene una serie de indicadores de la calidad del aire, cuyo objetivo principal es el cuidado de la salud de la población. Ver Cuadro N° 4

Cuadro N° 4
Estándares de Calidad de Aire

Parámetros	Período	Valor [µg/m3]	Criterios de evaluación	Método de análisis [1]
Benceno (C_6H_6)	Anual	2	Media aritmética anual	Cromatografía de gases
Dióxido de Azufre (SO2)	24 horas	250	NE más de 7 veces al año	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)
Dióxido de Nitrógeno (NO_2)	1 hora	200	NE más de 24 veces al año	Quimioluminiscencia (Método automático)
	Anual	100	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM2,5)	24 horas	50	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	25	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM10)	24 horas	100	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	50	Media aritmética anual	
Mercurio Gaseoso Total (Hg) [2]	24 horas	2	No exceder	Espectrometría de absorción atómica de vapor frío (CVAAS) o Espectrometría de fluorescencia atómica de vapor frío (CVAFS) o Espectrometría de absorción atómica Zeeman. (Métodos automáticos)
Monóxido de Carbono (CO)	1 hora	30000	NE más de 1 vez al año	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (Método automático)
	8 horas	10000	Media aritmética móvil	
Ozono (O_3)	8 horas	100	Máxima media diaria NE más de 24 veces al año	Fotometría de absorción ultravioleta (Método automático)
Plomo (Pb) en PM10	Mensual	1,5	NE más de 4 veces al año	Método para PM10 (Espectrofotometría de absorción atómica)
	Anual	0,5	Media aritmética de los valores mensuales	

Parámetros	Período	Valor [µg/m3]	Criterios de evaluación	Método de análisis [1]
Sulfuro de Hidrógeno (H_2S)	24 horas	150	Media aritmética	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)

NE: No Exceder.
[1] o método equivalente aprobado.
[2] El estándar de calidad ambiental para Mercurio Gaseoso Total entra en vigencia al día siguiente de la publicación del Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire, de conformidad con lo establecido en la Sétima Disposición Complementaria Final del Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM.

Fuente: MINAM (D.S. N° 003-2017-MINAM)

5.2.8.3 ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA RUIDO

Con la finalidad de proteger la calidad de vida del operario de caldera, pacientes y trabajadores administrativos que se vean afectados por el ruido que generen las calderas, se deben cumplir los estándares de calidad ambiental para ruido. Ver Cuadro N° 5

Cuadro N° 5
Estándares de Calidad de Ruido

ZONAS DE EN APLICACIÓN	VALORES EXPRESADOS L_{AeqT}[1] L_{AeqT} Nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación A	
	HORARIO DIURNO 07:01 a 22.00	HORARIO NOCTURNO 22.01 a 07.00
Zona de Protección Especial	50 dB	40 dB
Zona Residencial	60 dB	50 dB
Zona Comercial	70 dB	60 dB
Zona Industrial	80 dB	70 dB

Fuente: D.S. N° 085-2003-PCM.

5.3. REQUERIMIENTOS BÁSICOS

5.3.1 RECURSOS HUMANOS

La operación y el mantenimiento de la caldera debe estar a cargo de un profesional responsable, técnicos y operadores capacitados.

Dicho personal debe tener la formación académica, técnica, experiencia y sus perfiles están determinados en el Anexo N° 1, Perfil del operador de calderas; Anexo N° 2 Perfil del técnico mecánico; Anexo N° 3 Perfil del técnico electricista; y, Anexo N° 4. Perfil del profesional.

5.3.2 MATERIALES

El establecimiento de salud antes de efectuar la operación de la caldera debe contar con los insumos necesarios como: Combustible, sal industrial para la obtención del agua blanda, productos químicos, entre otros; y, para el mantenimiento se deben contar con los repuestos y/o accesorios necesarios, solicitados en la evaluación de la caldera. Por ejemplo, para realizar el deshollinado y reparación del refractario, se deben utilizar materiales adecuados. Ver Anexo N° 5 Materiales para el Deshollinado de Calderas.

5.3.3 HERRAMIENTAS

El establecimiento de salud para efectuar el mantenimiento debe contar como mínimo con herramientas e instrumentos de medición. Ver Anexo N° 6, Herramientas y Equipos para el Mantenimiento de Calderas.

5.3.4 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

Los equipos de protección personal (EPP) son indispensables para proteger al trabajador de los riesgos presentes en el trabajo y su uso depende de las actividades de operación y mantenimiento de las calderas, sea por la posición de sus instalaciones (altura), alta temperatura de trabajo y otros propios del servicio. Asimismo, los EPP deben estar certificados bajo normas nacionales o internacionales. Ver Anexo N° 7, Equipos de Protección Personal.

VI. CONSIDERACIONES ESPECÍFICAS

Las calderas se clasifican según diferentes criterios: La disposición de los fluidos, la configuración, el tipo de combustible que consume, el tipo de tiro, el modo de maniobrar la caldera y el número de pasos. Ver Cuadro N° 6.

Cuadro N° 6
CLASIFICACIÓN DE LAS CALDERAS PIROTUBULARES

DISPOSICIÓN DE LOS FLUIDOS	CONFIGURACIÓN	TIPO DE COMBUSTIBLE	TIPO DE TIRO	MODO DE OPERACIÓN	NÚMERO DE PASOS
PIROTUBULARES ACUOTUBULARES	VERTICALES HORIZONTALES	SÓLIDO LÍQUIDO GASEOSO	NATURAL INDUCIDO FORZADO	MANUAL AUTOMÁTICO	UN PASO DOS PASOS TRES PASOS CUATRO PASOS

Fuente: Elaboración DGOS-DIEM

6.1 OPERACIÓN DE LA CALDERA PIROTUBULAR

PROCEDIMIENTOS

6.1.1 PUESTA EN MARCHA DE LA CALDERA PIROTUBULAR

Antes de poner en funcionamiento la caldera, se debe realizar lo siguiente:

- Verificar el suministro de energía eléctrica, para ello debe observar la posición de "ON" del interruptor general, luz indicadora piloto, o el display del programador: De ser necesario, utilizar un multímetro para la verificación del voltaje, 220V.
- Verificar el abastecimiento de combustible y seleccionar el tipo, petróleo y/o gas, observando el nivel si es líquido; y, de capacidad (% volumen) si es gas.

- Verificar el nivel de agua en la caldera observando el tubo visor de nivel.
- Verificar si está abierta la válvula de ingreso de agua de la caldera.
- Verificar si la válvula principal de salida de vapor está cerrada.
- Verificar si las válvulas de purga de fondo, de superficie y de columna estén cerradas.

Para el encendido de la caldera, se deben realizar los siguientes procedimientos:

- Accionar el interruptor de encendido.
- Comprobar si se efectúa el barrido de gases, observando el funcionamiento del ventilador y la salida de gases por la chimenea.
- Verificar la chispa en los electrodos.
- Verificar el encendido, observando la llama por la mirilla.
- Verificar la presión de ingreso de petróleo con la lectura del manómetro.
- En caso que la caldera hubiese estado paralizada por más de un mes, luego del encendido, se debe mantener la caldera en llama baja por lo menos 30 minutos antes de pasar a alta o accionar el automático.

Durante el funcionamiento de la caldera, se debe verificar:

- En el manómetro, la presión de vapor de trabajo; y, abrir lentamente la válvula principal de salida de vapor para evitar el golpe de ariete.
- El funcionamiento de la electrobomba, observando el sentido de giro.
- El nivel de agua en la caldera, observando el tubo visor de nivel.
- La cantidad adecuada de productos químicos en el tanque de las bombas dosificadoras, observando el funcionamiento de la bomba dosificadora y el gasto del consumo del producto químico.
- La temperatura de la salida de gases en la chimenea no debe ser mayor a 250°C, observando el termómetro ubicado a la salida de gases de combustión.
- La temperatura del agua de alimentación debe estar entre 80° C a 95°C.
- La presión del ingreso del combustible (Diésel o gas GN/GLP), observando el manómetro.

Durante la combustión:

- La combustión requiere el control de la relación aire-combustible, para ello el caudal de aire se regula por medio del ventilador y el combustible por medio de válvulas.
- Durante la combustión, pueden ocurrir cambios en el color de la llama al regular el flujo de aire y se pueden presentar los siguientes casos:

  1) Aire insuficiente

  - Diésel 5, llama con tendencia a muy oscura.
  - Gas natural, llama con tendencia amarilla.

  2) Aire correcto

  - Diésel 5, llama rojiza - amarillenta brillante.
  - Gas natural, llama celeste con leves puntas rosadas.

3) **Aire en exceso**

- Diésel 5, llama muy clara y brillante.
- Gas natural, llama muy azul y semi-transparente.

Nota:

Es posible mejorar la combustión dentro de la caldera de vapor, mediante sistemas de control que regulen de manera automática los parámetros de combustión mediante sensores de: O_2, CO, NO_x, CO_2, SO_2., temperatura, entre otros.

Purgas:

- Realizar las siguientes purgas:

  Purga de superficie: Debe efectuarse en las mañanas, antes de iniciar el suministro de vapor a los servicios.

  Purga de columna: Efectuar 2 purgas diarias, una en la mañana y otra en la tarde o antes de apagar la caldera con presión.

  Purga del visor de nivel de agua: Efectuar 2 purgas diarias con presión.

  Purga de fondo: Efectuar 2 purgas diarias o las veces que la casa comercial que provee los productos químicos recomiende.

- Efectuar la eliminación de aire del interior de la caldera, abriendo la válvula de venteo hasta que salga el vapor y luego cerrarla.
- Cuando la caldera comience a acumular presión, abrir un poco la válvula de salida de vapor para permitir que el vapor ingrese a las redes principales, evitando así golpes de ariete y deformaciones bruscas.
- Una vez que se alcance la presión operativa, poner el control de llama en posición automático.
- Complete la apertura de la válvula principal de vapor de forma progresiva a los diferentes consumidores para evitar arrastres o caídas de presión.

Nota:

Es posible la automatización de las purgas de manera automática, mediante un control temporizado de accionado de las válvulas y/o mediante un control de solidos totales (STD).

6.1.2 APAGADO DE LA CALDERA

- Accionar el interruptor de apagado.
- Cerrar la válvula principal de salida de vapor.
- Cerrar la válvula de combustible (Diésel o gas GN/GLP).
- Poner en automático el interruptor de la electrobomba del agua de alimentación.
- Comprobar si se efectúa el barrido de gases, observando el funcionamiento del ventilador y la salida de gases por la chimenea.

6.2. MANTENIMIENTO DE CALDERAS PIROTUBULARES

El personal técnico encargado del mantenimiento de las calderas está conformado por el técnico operador de calderas, el técnico mecánico, el técnico electricista y el jefe de mantenimiento (o el que haga sus veces).

Las tareas preventivas que se deben efectuar a cada equipo y la generación de las órdenes de trabajo son planificadas y comunicadas al personal técnico, como se indica en el Anexo N° 8 Flujograma de Mantenimiento Preventivo.

Es importante llevar un registro de funcionamiento de la caldera, anotándose datos correspondientes al tratamiento de agua (análisis), presión y consumo de combustible, operación de electrobombas y otros en la Hoja de Control Bitácora (Ver Anexo N° 9). Con la Hoja de Control Bitácora se determina el desempeño del equipo y las acciones a programar en el mantenimiento preventivo de una caldera.

6.2.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO DIARIO

Para el mantenimiento preventivo diario, el operador de calderas efectúa las siguientes actividades:

- Revisar el funcionamiento del ventilador del quemador.
- Verificar la presión de combustible, gas GLP/GN o Biodiesel DB5.
- Verificar la forma y el color de la llama.
- Revisar la columna de nivel de agua.
- Verificar la temperatura del agua del condensado.
- Verificar la temperatura de salida de gases al exterior.
- Verificar el correcto funcionamiento del programador.
- Medir la dureza y el pH del agua de alimentación y del agua de la caldera.
- Tratar el agua de alimentación a la caldera.
- Revisar el suministro de productos químicos para el tratamiento del agua de alimentación, de la caldera de vapor y de las redes de vapor.
- Efectuar purgas de fondo, de columna de agua y de superficie.
- Revisar el retorno de condensado.
- Revisar todas las válvulas de agua y vapor.
- Realizar la limpieza exterior de la caldera.
- Verificar ruidos inusuales y corregirlos.
- Registrar la temperatura y presión de los instrumentos de medición.

Estas actividades deben ser registradas de acuerdo al Anexo N° 11.

2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO SEMANAL

Para el mantenimiento preventivo semanal, el operador de calderas efectúa las siguientes actividades:

- Limpiar filtros de combustible y toberas.
- Limpiar el electrodo de encendido.

- Revisar el sistema de detección de falla de llama.
- Verificar las condiciones de la llama y corregir, si es humeante.
- Verificar fugas en las conexiones y válvulas de gas o Biodiesel DB5.
- Probar los controles de nivel y de alarma por bajo nivel de agua.
- Comprobar que no hay fugas de gases ni de aire en las juntas de ambas tapas, ni en las mirillas.
- Inspeccionar los prensaestopas y/o sellos mecánicos de las bombas de alimentación de agua.
- Revisar y limpiar el filtro del compresor de aire (de ser el caso).

Estas actividades deben ser registradas de acuerdo al Anexo N° 12.

6.2.3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENSUAL

- Revisar el funcionamiento del quemador, desarmando y limpiando el sistema de encendido y los electrodos.
- Limpiar los filtros de combustible.
- Limpiar las toberas.
- Limpiar las mirillas delantera y posterior.
- Lubricar los rodamientos y las piezas móviles.
- Limpiar el filtro de agua de alimentación.
- Revisar los prensaestopas o el sello mecánico de la bomba de agua de alimentación.
- Comprobar el alineamiento de la bomba de agua con el motor eléctrico.
- Revisar el sistema eléctrico del motor ventilador.
- Realizar el mantenimiento del motor – ventilador.
- Revisar, limpiar y probar las válvulas solenoide y controles.
- Revisar, limpiar y probar las válvulas de seguridad.
- Limpiar el tablero eléctrico y los controles eléctricos.
- Verificar la parte eléctrica del quemador fotocelda, amplificador de llama, controles de nivel, presostatos, transformador de ignición, entre otros.
- Verificar las tuberías de gas GLP/GN o biodiésel DB5; si uno percibiera el olor a gas de inmediato proceder a la paralización del sistema hasta repararlo.
- Reponer aceite al tanque del compresor (de ser el caso).
- Realizar el análisis de los gases de combustión.
- Regular la relación aire-combustible.
- Inspeccionar los puntos calientes (fallo del refractario).
- Verificar el estado y funcionamiento de las trampas de vapor y accesorios en el retorno del condensado.
- Limpiar el visor de nivel de agua y su base verificando que no haya sedimentos.

Estas actividades deben ser registradas de acuerdo al Anexo N° 13.

6.2.4 MANTENIMIENTO PREVENTIVO SEMESTRAL

- Limpiar y revisar de la columna de agua.
- Cambiar las empaquetaduras del tubo visor de nivel de agua.
- Verificar el funcionamiento del compresor (de ser el caso).
- Verificar el funcionamiento de la bomba de combustible.
- Verificar los valores del manómetro principal y termómetro de gases.
- Verificar la presión de operación de gas GLP/GN o biodiesel DB5.
- Realizar el mantenimiento de las válvulas de purgas de fondo rápida y lenta.
- Revisar la tapa de entrada de hombre y mano de la caldera (verificar en qué condiciones se encuentra la superficie de evaporación y si hay indicio de corrosión, picadura o incrustaciones).

Estas actividades deben ser registradas de acuerdo al Anexo N° 14.

6.2.5 MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL

- Abrir las tapas posteriores y delantera para verificar el arco refractario y el cono, repararlos, de ser necesario.
- Realizar la limpieza mecánica de los tubos de fuego (deshollinado).
- Realizar la limpieza de superficies del lado de agua.
- Cambiar empaquetaduras de puertas, entradas de hombre y de mano.
- Desmontar totalmente el quemador y cambiar los componentes en mal estado.
- Desmontar el rodete y verificar su balanceo dinámico si hay vibración.
- Inspeccionar las placas, hogar y tubos de la caldera.
- Cambiar las toberas y electrodos.
- Verificar el funcionamiento de las válvulas de seguridad.
- Limpiar el tanque de condensado, controles, válvula flotadora, entre otros.
- Cambiar el tubo visor de nivel de agua y empaquetaduras.
- Revisar el aislamiento térmico del cuerpo y reparar, si requiere.
- Revisar todo el sistema eléctrico y de control de la caldera.
- Revisar el sistema de alimentación de productos químicos.
- Revisar y cambiar elementos desgastados de la bomba de alimentación de agua.
- Realizar una prueba hidrostática a 50% mayor a la presión de trabajo durante una hora, debe ser realizado por personal especializado.

- Realizar el mantenimiento integral del sistema de ablandamiento de agua, suministro de resina, revisión de cabezal automático o de válvula multi port.
- Limpiar el tanque de combustible diario y de almacenamiento de sedimentos o contaminantes.
- Limpiar la chimenea, evaluar, y reparar si requiere.
- Realizar el mantenimiento de válvula de salida de vapor.
- Realizar el mantenimiento de la estructura complementaria del caldero y anclaje del mismo.
- Realizar el mantenimiento de tanque de purga.
- Realizar el mantenimiento de medidores de flujo.
- Realizar el mantenimiento de manifold o cabecero de vapor.
- Realizar el mantenimiento de la infraestructura.
- Verificar la seguridad de la sala.
- Efectuar los procedimientos de limpieza química en el caso de presentarse incrustaciones.
- Arranque de Caldera.

Estas actividades deben ser registradas de acuerdo al Anexo N° 15.

6.3 POSIBLES PROBLEMAS TÉCNICOS EN EL FUNCIONAMIENTO DE LA CALDERA

Los principales problemas en el funcionamiento de la caldera se presentan en el quemador y en el control de nivel de agua.

EN EL QUEMADOR:

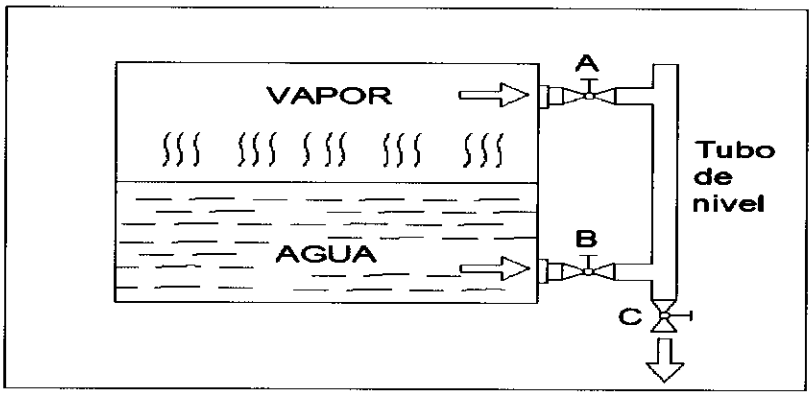
Constantemente ocurren fallas en la combustión, este problema se controla regulando el ingreso del aire y el ingreso del combustible de tal manera que no se observe humo blanco o humo negro en la salida de los gases. Pero también se pueden deber a:

- **Toberas en mal estado o sucias**: desarmar la tobera y limpiar el cuerpo de la tobera, teniendo cuidado con el orificio calibrado, el cono y el filtro con solvente y aire a presión.
- **Fotocelda sucia**: limpieza de hollín y ubicar su posición frente a la llama.
- **Electrodos sucios u obstruidos**: deben ser limpiados y realizar el montaje a una distancia entre 4 a 6 mm para generar la chispa.
- **Cables y terminales del transformador de ignición en mal estado**: revisar los conectores y ajustarlos y revisar su aislamiento.
- **Filtros de combustible y agua sucios**: limpiar con escobilla suave y drenar el agua.
- **Válvulas solenoides sin accionar**: revisar la bobina y el suministro eléctrico.
- **Bomba de combustible obstruidas por impurezas**: limpiar el filtro, regular la presión del combustible.

EN EL CONTROL DE NIVEL DE AGUA:

- Prueba de vapor, como pueden observar en la Imagen N° 8, abra la válvula A, que comunica con la cámara de vapor, cierre la válvula B que comunica con la cámara de agua, y abra la válvula de drenaje C, sólo debe salir vapor.

Imagen N° 8
Indicador del nivel de agua



Fuente: DGOS-DIEM

- Prueba de agua, cierre la válvula que comunica con la cámara de vapor A y abra la que comunica con la cámara B. El agua debe llenar el tubo de vidrio. Al abrir la válvula de drenaje C, que comunica el tubo con la atmosfera, se vacía el tubo y debe seguir saliendo agua.

FALLAS EN LOS TUBOS DE NIVEL DE AGUA:

- Conductos obstruidos por sedimentos:

  Es muy peligroso si se obstruye el orificio de la cámara de vapor. El tubo de nivel de agua se puede llenar aún cuando el nivel real en la caldera sea menor, esto puede producir un recalentamiento de la caldera y de los tubos que la conforman.

  Esto se verifica de la Imagen N° 8, si al abrir las válvulas A y C no salen vapor o al abrir las válvulas B y C no sale agua. Cualquiera de los 2 orificios que se obstruyan indican un nivel falso.

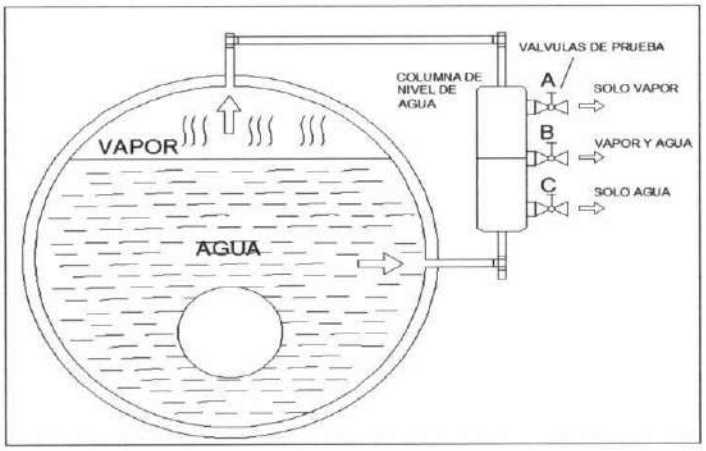
  Otros problemas que se presentan en los tubos de nivel de agua son:

  - Fuga por empaquetaduras, cualquier fuga debe repararse de inmediato.
  - Desgaste de los vidrios, ante el indicio de desgaste, cambiarlo de inmediato.

- El otro indicador de nivel de agua es el de válvulas de prueba, que se indica en la Imagen N° 9, las cuales están ubicadas a diferentes alturas y sirven para comprobar el nivel de agua. Estás válvulas de prueba deben mantenerse en buen estado, su función es reemplazar al tubo de nivel de vidrio cuando este se quiebre o eventualmente presente fallas. Deben verificarse de la siguiente manera:

  Cuando se abre la válvula A debe salir vapor; cuando se abre la válvula B debe salir vapor y agua; y,cuando se abre la válvula C debe salir sólo agua.

Imagen N° 9
Columna de nivel de agua



Fuente: DGOS-DIEM

6.4 AVERÍAS COMUNES EN LAS CALDERAS Y FORMA DE CORREGIRLAS

AVERÍAS	POSIBLES CAUSAS	CORRECCIÓN
Se enciende el piloto, pero la válvula principal de combustible no se abre.	a) Fotocélula sucia.	a) Limpiar el lente de la fotocélula.
	b) Control electrónico defectuoso.	b) Comprobar conexión, relé, entre otros.
	c) Válvula solenoide desconectada.	c) Conectar la válvula solenoide.
	d) Bobina de la válvula solenoide quemada.	d) Cambiar bobina a la válvula solenoide.
	e) No hay combustible.	e) Revisar línea de combustible.
	f) Modulador no está en la posición arranque.	f) Esperar que llegue a la posición de arranque o revisar las conexiones.
	g) Presostato defectuoso.	g) Revisar y ajustar el presostato.
Caldera que humea mucho.	a) Falta de aire.	a) Regular dámper, limpiar turbina de aire.
	b) Exceso de presión de la bomba de combustible.	b) Regular línea de retorno descompuesto.
	c) Toberas defectuosas.	c) Limpiar toberas sustituirlas en caso necesario. Úsese toberas de consumo correcto.
	d) Entrada de aire incorrecta.	d) Regular dámper, limpiar turbina de aire.
	e) Falta de regulación en el dámper.	e) Regularlo mediante el tornillo de ajuste.
	f) Retorno de petróleo	f) Ajuste de línea de retorno.

AVERÍAS	POSIBLES CAUSAS	CORRECCIÓN
El quemador produce explosiones.	a) Mala regulación de los electrodos. b) Electrodos defectuosos. c) Transformador de ignición defectuoso. d) Agua en el petróleo. e) Entrada de aire incorrecto. f) Toberas defectuosas. g) Desgaste de control de ignición.	a) Calibrar los electrodos. b) Sustituirlos. c) Sustituirlo. d) Purgar tanque de petróleo semanalmente, limpiar filtro de la bomba. e) Regular el dámper, limpiar turbina de aire. f) Limpiarlas, controlarlas y, en caso sea necesario, sustituirlas. g) Revisar y ajustar el control de ignición.
La bomba de agua trabaja y el tanque tiene agua, pero la alimentación es defectuosa	a) Excesiva temperatura del agua. b) Impulsor de la bomba malo. c) Tubería de entrada de agua defectuosa. d) Check entre la bomba y la caldera defectuosa.	a) Revisar e identificar las trampas defectuosas, instalar tanque de condensado más grande, o reducir la temperatura del agua. b) Reemplazar. c) Desmontar la tubería de alimentación d) Cambiar la válvula check.
La caldera no enciende.	a) El switch del damper no funciona. b) Boquillas obstruidas. c) Electrodo no produce chispas. d) Circulo de ignición defectuoso. e) No llega combustible.	a) Sustituirlo. b) Limpiar boquillas. c) Revisar el transformador y el control de ignición. d) Revisar los componentes del circuito de ignición. e) Revisar los componentes del sistema de combustible: ▪ Tanque puede estar sucio. ▪ Línea de combustible obstruida. ▪ La bomba no funciona.
Tubos cortados.	Aplicación defectuosa del expansor de tubo (expander).	Aplicación del *expander* de tubos, considerando el espesor del tubo, el ángulo o conicidad y diámetro de abocardado.
Tubos perforados.	a) Corrosión. b) Acción del oxígeno. c) Excesivas incrustaciones.	a) Buen tratamiento de agua y continuar control de oxígeno y del PH. b) Purga más frecuente. c) Buen tratamiento de agua y continuar control de oxígeno y del PH.

AVERÍAS	POSIBLES CAUSAS	CORRECCIÓN
Tubos torcidos, fugas en las juntas, fugas en los extremos, tubos rotos.	a) Bajo nivel de agua. b) Métodos incorrectos de arranque y parada. c) Golpe de llama.	a) Revisar controles de nivel de agua. b) Verificar el flotador o sistema de alimentación de agua. c) Seguir los procedimientos correctos de arranque y parada.
No hay descarga de agua a la caldera con la bomba funcionando.	a) La velocidad de la bomba baja. b) La presión de descarga es muy baja. c) Impulsor obstruido. d) Succión obstruida. e) La bomba rota en sentido contrario al indicado en la carcasa.	a) Revisar las conexiones eléctricas. b) Limpiar la tubería de descarga. c) Descargar hacia atrás desarmar la bomba y eliminar la obstrucción. d) Desmontar y limpiar el filtro y Limpiar la tubería de succión. e) Invierta 2 fases en el motor, si es una fase cambiarlo.
La descarga de la bomba es deficiente.	a) Velocidad baja. b) Presión de descarga alta. c) Impulsor obstruido. d) Impulsor dañado. e) Anillos de canal divido dañado. f) Anillos espaciadores dañados.	a) Revisar las conexiones eléctricas. b) Limpiar tubería de descarga. c) Desmontar impulsor y eliminar obstrucción. d) Cambiar el impulsor. e) Cambiar anillos de caudal dividido. f) Cambiar anillos espaciadores.
Excesivo ruido de la bomba.	a) Materia extraña en el impulsor. b) Altura de descarga alta. c) Zumbido.	a) Desensamblar la bomba y quitar la obstrucción. b) Evaluar altura máxima de la tubería de descarga. c) Revisar bobina del motor y estado del rotor.
Vibración excesiva en la bomba.	a) Materia extraña en el impulsor. b) Impulsor dañado. c) Tubería de descarga mal montada.	a) Desensamblar la bomba y limpiar el impulsor. b) Cambiar impulsor. c) Asegurar la tubería de descarga.

Fuente: Elaboración DGOS-DIEM

6.5 REPORTES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS CALDERAS DE VAPOR

Todo operador de caldera o quien haga sus veces está en la obligación de registrar en cada turno y/o diariamente los antecedentes del funcionamiento o problemas del equipo en la Hoja de Control de Bitácora. Ver Anexo N° 9.

Los jefes de casa de fuerza, jefes de mantenimiento, jefes o directores de servicios generales y/o quien haga sus veces son responsables de revisar diariamente las hojas de control de bitácoras, el reporte diario del tratamiento de agua para la caldera basada en la Guía Técnica para Operación y Mantenimiento de Plantas de Tratamiento de Agua para Sistema de Vapor, aprobada con Resolución Ministerial N° 939-2011/MINSA o la que haga sus veces.

Los jefes de casa de fuerza, jefes de mantenimiento, jefes o directores de servicios generales y/o quienes hagan sus veces son responsables de mantener los archivos de los reportes de los operadores por turnos y de las acciones que han tomado para que la supervisión pueda revisarlos o evaluarlos.

6.6 CAPACITACIÓN, INSPECCIÓN Y CONTROL DE LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS CALDERAS DE VAPOR

Los responsables de la unidad o área competente de los establecimientos de salud, a nivel nacional realizan inspecciones periódicas y control de la operación y mantenimiento de las calderas vapor, en el ámbito de su competencia. Asimismo, verifican el cumplimiento de programas de capacitación y actualización del personal responsable de la operación y mantenimiento de las calderas.

El órgano técnico del MINSA en materia de mantenimiento hospitalario es la Dirección General de Operaciones en Salud, a través de la Dirección de Equipamiento y Mantenimiento, la misma que, de acuerdo a sus competencias, efectúa a nivel nacional la supervisión, evaluación y monitoreo de la aplicación y cumplimiento de las disposiciones de la presente Guía Técnica.

6.7 MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERAS DE VAPOR

6.7.1 OPERACIÓN

- Se deben tomar las medidas de seguridad para la operación y mantenimiento de las calderas de vapor, por cuanto son recipientes sometidos a elevada presión y temperatura y se debe contar con personal capacitado, a fin de prevenir accidentes de trabajo, enfermedades profesionales u ocasionar el deterioro de estos equipos.
- Se debe de realizar la gestión de riesgos ocupacionales de acuerdo a la normatividad vigente de seguridad y salud en el trabajo a los trabajadores que realicen la operación y el mantenimiento de las calderas de vapor, priorizando el monitoreo de factores de riesgos físicos y químicos, así como la vigilancia de la salud de los trabajadores.
- El personal que realice la operación y el mantenimiento de las calderas de vapor, debe tener la capacitación adecuada y la certificación que lo habilite en el uso de equipos de protección personal (EPP) adecuados para la protección eléctrica, vapor y otros, los que se detallan en el Anexo N° 7 de la presente Guía Técnica. Asimismo, el responsable de la labor de mantenimiento debe considerar otros implementos o equipos de seguridad según los niveles de riesgo en cada caso particular.
- En la ejecución de los trabajos de mantenimiento de las calderas de vapor deben adoptarse las siguientes medidas:
    - Todo trabajo de mantenimiento de la caldera o de sus sistemas de vapor se realiza sin energía eléctrica, sin suministro de vapor y habiéndose realizado previamente el alivio de presión hasta cero (0) psi y la disminución de la temperatura hasta la temperatura ambiente.
    - Se prohíbe que el personal no autorizado encienda o maniobre los equipos e instalaciones, hasta la culminación de los trabajos de mantenimiento.
    - El operador de la caldera es el responsable de vigilar, verificar y realizar el control del funcionamiento de la caldera.

- Sólo el responsable de mantenimiento y/o técnicos responsables del mantenimiento colocan o retiran los avisos de seguridad, con el siguiente contenido:

- PELIGRO –

"PROHIBIDO ENCENDER O MANIPULAR"

"EQUIPO EN MANTENIMIENTO"

- Los avisos de seguridad de prohibición se colocan:
  - En el panel frontal de la caldera, a la altura de las botoneras de mando.
  - En lugar visible al ingreso a la sala de máquinas.
  - En el tablero eléctrico del equipo.
  - En las válvulas de control de suministro de vapor.

  Además de colocarse en cualquier otro lugar donde se considere necesario para eliminar o reducir riesgos laborales.
- Según el artículo 477 del Reglamento de Seguridad Industrial, aprobado por el Decreto Supremo N° 42-F, manifiesta que antes de encender el fuego en cualquier caldero que queme petróleo, la persona que la encienda se debe asegurar que:
  - No haya petróleo en los pisos de las cámaras de combustión, cerca de los quemadores o delante de los calderos; y.
  - Las cámaras de combustión estén bien ventiladas, a fin de expeler los posibles vapores que podrían causar explosiones.

  Asimismo, según los artículos 488 y 489 del Reglamento de Seguridad Industrial, aprobado por el Decreto Supremo N° 42-F, en caso de ebullición violenta y arrastre de agua en los calderos, se siguen las siguientes indicaciones:
  - La válvula de cierre se debe cerrar, el fuego debe ser detenido, y se debe usar, si la hubiese, la salida de desagüe de la superficie.
  - Si hubiese suficiente agua en el caldero, la salida de desagüe del fondo debe abrirse varias veces por unos momentos, alternado con la alimentación de agua fresca.
  - Cuando todas las medidas adoptadas no puedan detener la ebullición violenta o el arrastre de agua, el caldero se retira del servicio hasta que se subsane las deficiencias.
  - Cuando se encuentren señales de aceite en un caldero, debe usarse el desagüe de la superficie, si lo hay; y, si esto no diera resultado, el caldero se apaga tan pronto como sea factible y el interior debe hervirse con una solución cáustica.

6.7.2 LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO

De acuerdo a los artículos 492, 493, 494, 497, 498, 499 y 500 del Reglamento de Seguridad Industrial, aprobado por el Decreto Supremo N° 42-F.

- Nunca se deben efectuar reparaciones en los calderos o líneas de vapor, mientras estén bajo presión, ni tampoco se deben efectuar ajustes, tales como: Encastres de rebordes en las líneas de vapor mientras estén a presión.

- Antes de permitir la entrada de operarios en los calderos para limpiarlos o repararlos, las válvulas de desagüe, de alimentación de agua, válvulas principales de cierre el vapor y demás válvulas se cierran con llave y se marcan con etiquetas o dispositivos que indiquen la presencia de operarios dentro de los calderos.
- Ningún operario entra en un caldero con el fin de limpiarlo o de repararlo sin que otro operario esté estacionado fuera de la abertura de inspección o de otra abertura de entrada cualquiera, a fin de que pueda asistirlo cuando sea necesario.
- Nunca se usarán sopletes de soldar dentro de los cilindros de los calderos.
- Cuando los tubos o los cascos de los calderos se limpien por medios mecánicos las herramientas no deben operar en un solo punto durante un tiempo considerable, ya que esto puede reducir la solidez del metal.
- Cuando los operarios de calderos estén expuestos a riesgos de lesiones que no puedan eliminarse de otra manera, tienen a su disposición y usan equipos para protección personal.

6.7.3 AMBIENTES PARA CALDEROS

De acuerdo a la Norma Técnica NORMA EM. 100 Instalaciones de Alto Riego del Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE, aprobado por Decreto Supremo N° 011-2006-VIVIENDA, los locales para calderas son considerados Instalaciones de alto riesgo. La Norma Técnica incluye calderas de uso industrial, médico y otros, no incluye calderos que se instalan en estructuras móviles.

Regulaciones de la Norma Técnica:

Los locales para calderos deberán cumplir con lo siguiente:

- Estar ubicados de modo que puedan disponer del aire necesario para la combustión y la ventilación, en forma directa sin tener que recurrir a ductos.
- El acceso a los locales debe permitir el desplazamiento del equipo sin ninguna restricción.
- El piso del local está de preferencia sobre el terreno; debe construirse de concreto reforzado, con la resistencia estructural apropiada para el peso de los equipos a instalarse y con un acabado resistente, tanto a los compuestos ácidos o alcalinos, como a los combustibles o lubricantes que pudieran gotear o derramarse.
- La construcción del piso debe permitir que cualquiera que sea el derrame que se produzca, pueda recogerse y eliminarse sin echarlo al desagüe.
- Las canaletas o buzones que fueran necesarios para tubería o cables deben cubrirse con tapas metálicas antideslizantes.
- Debe proveerse la instalación de equipos de tratamiento del agua y cisternas de almacenamiento de agua dura y de agua blanda.
- Debe proveerse la instalación de equipos de tratamiento de los gases de combustión, para liberarlos de contaminantes antes de expulsarlos a la atmósfera.
- La diferencia mínima de cotas entre el punto más alto del caldero y la parte más baja del techo será de 2 metros.
- Las paredes de los locales son de concreto reforzado con espesor mínimo de 17 cm.

- Todas las aberturas en las paredes que comuniquen con otros ambientes son protegidas por puertas contra incendios; las aberturas para ventilación al exterior de la construcción están provistas de puertas, mamparas o persianas no combustibles y resistentes a la corrosión.
- Las chimeneas deben cumplir con la Norma EM.060 Chimeneas y hogares del RNE.
- Las instalaciones eléctricas pueden ser:
  a) Embutidas en paredes, pisos y techos; pudiendo utilizarse, en este caso, canalizaciones metálicas o no metálicas.
  b) A la vista, en este caso se usa tubería metálica.
  c) Los conductores tienen aislamiento con resistencia a la temperatura de 90 °C, como mínimo.
- Los ambientes y áreas mínimas de la Sala de Calderos están indicada en la NTS 110-MINSA/DGIEM-V.01 "Infraestructura y Equipamiento de los Establecimientos de Salud del Segundo Nivel de Atención", aprobada con la Resolución Ministerial N° 660-2014/MINSA o la que haga sus veces y en la NTS 119-MINSA/DGIEM-V.01 "Infraestructura y Equipamiento de los Establecimientos de Salud del Tercer Nivel de Atención", aprobada por Resolución Ministerial N° 862-2015/MINSA o la que haga sus veces.

VII RESPONSABILIDADES

La operación segura y eficiente de las calderas a vapor es de vital importancia para el buen funcionamiento de los servicios críticos de los establecimientos de salud, por lo que en la presente Guía Técnica se establecen las siguientes responsabilidades:

- Los funcionarios y/o servidores responsables de la Infraestructura, Equipamiento y Mantenimiento de los Organismos Públicos adscritos y Órganos Desconcentrados del Ministerio de Salud, la Dirección General de Operaciones en Salud, las DIRESAs, GERESAs o las que hagan sus veces en los Gobiernos Regionales son responsables de la asistencia técnica y sup ervisión del cumplimiento de la presente Guía Técnica.
- Los directores generales o directores de los establecimientos de salud, o quienes hagan sus veces, son responsables de la implementación de las disposiciones de la presente Guía Técnica.
- Los directores o Jefes de servicios generales y mantenimiento, o quienes hagan sus veces, en los establecimientos de salud, son responsables de la aplicación del presente documento normativo.
- La Dirección General de Operaciones en Salud, a través de la Dirección de Equipamiento y Mantenimiento, es responsable de la difusión, implementación, monitoreo y/o evaluación en el ámbito nacional, en el marco de sus competencias funcionales.
- Las actividades de mantenimiento se incluyen en el Plan Anual de Mantenimiento de cada establecimiento de salud.

VIII ANEXOS

Anexo N° 1: Perfil del Operador de las Calderas.

Anexo N° 2: Perfil del Técnico Mecánico.

Anexo N° 3: Perfil del Técnico Electricista.

Anexo N° 4: Perfil del Profesional.
Anexo N° 5: Materiales para Deshollinado de Calderas.
Anexo N° 6: Herramientas y Equipos para el Mantenimiento de Calderas.
Anexo N° 7: Equipos de Protección Personal.
Anexo N° 8: Flujograma de Mantenimiento Preventivo.
Anexo N° 9: Hoja de Control Bitácora.
Anexo N° 10: Registro Histórico.
Anexo N° 11: Programa de Mantenimiento Preventivo Diario.
Anexo N° 12: Programa de Mantenimiento Preventivo Semanal.
Anexo N° 13: Programa de Mantenimiento Preventivo Mensual.
Anexo N° 14: Programa de Mantenimiento Preventivo Semestral.
Anexo N° 15: Programa de Mantenimiento Preventivo Anual.
Anexo N° 16: Procedimiento de Limpieza Química de Calderas.
Anexo N° 17: Protocolo de Prueba de Operación y Funcionamiento.

ANEXO N° 1
PERFIL DEL OPERADOR DE LAS CALDERAS

PERFIL DE COMPETENCIAS	
Competencias Técnicas:	• Operar las calderas de vapor y sus equipos auxiliares, de acuerdo a las normas de seguridad y ambientales. • Monitorear y realizar el tratamiento de la dureza del agua de alimentación de la caldera, según especificaciones técnicas. • Regular y controlar la presión, temperatura y flujo a parámetros estándares. • Detectar averías y fallas e informar oportunamente. • Limpiar y mantener la caldera y equipos auxiliares, según especificaciones técnicas. • Revisar el nivel de combustible y otros insumos según el programa de operación. • Registrar las mediciones en la bitácora y las actividades de mantenimiento, según programación. • Coordinar el suministro y corte de vapor con los usuarios, según las actividades de mantenimiento. • Realizar el registro del estado y cambios que ocurren durante la operación de las calderas para informar al nivel superior.
Competencias Conductuales:	• Iniciativa. • Responsabilidad. • Trabajo en equipo. • Estabilidad emocional. • Tolerancia a la presión.
REQUISITOS ESPECÍFICOS	

	• Secundaria completa.
	• Experiencia de un año en la operación de calderas pirotubulares de vapor.
	• Experiencia de un año de experiencia en el manejo de equipos auxiliares para generación de vapor.
	• Certificación de capacitación por lo menos en uno de los siguientes cursos o afines:
	  • Operación de la caldera y equipos auxiliares.
	  • Controles y dispositivos de seguridad en calderas.
	  • Uso de elementos de protección personal.
	  • Sistema de alimentación de agua para calderas.
	  • Inspección y limpieza en el lugar de trabajo.
	  • Sistema de distribución y utilización de vapor.
	  • Seguridad en el manejo de las calderas y situaciones de emergencia.

Fuente: Elaboración DGOS-DIEM

ANEXO N° 2
PERFIL DEL TÉCNICO MECÁNICO

PERFIL DE COMPETENCIAS	
Competencias Técnicas:	• Ejecutar el mantenimiento preventivo y correctivo de las calderas de vapor, según las normas técnicas de seguridad industrial/ambiental. • Reparar e instalar componentes defectuosos de los equipos, para restablecer la operatividad de los mismos. • Realizar regulaciones y análisis de gases de combustión, para evitar la contaminación ambiental, según, los límites de emisión permisibles para calderas NTP 350.301 2009. • Regular y probar las válvulas de seguridad, de purga y reductoras de presión, para verificar su operatividad, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. • Efectuar ajustes de controles, medición y registro de resultados, para, verificar si están dentro de los parámetros de operación según, las recomendaciones del fabricante. • Elaborar informes de los equipos e instalaciones mecánicas para conocer su nivel de estado y realizar las acciones necesarias. • Realizar el manejo de implementos y herramientas especializadas, de acuerdo a la guía de mantenimiento. • Interpretar planos y esquemas técnicos en el marco del cumplimiento de las normas técnicas de seguridad.
Competencias Conductuales:	• Iniciativa. • Responsabilidad. • Trabajo en equipo. • Estabilidad emocional. • Tolerancia a la presión.
REQUISITOS ESPECIFICOS	

	• Certificación de Técnico en la especialidad de Mecánica de Mantenimiento.
	• Experiencia de un año en mantenimiento de equipos e instalaciones mecánicas.
	• Experiencia de 1 año en el manejo de mantenimiento de equipos a vapor.
	• Certificación de capacitación por lo menos 2 de los siguientes cursos o afines:
	  • Mecánica de mantenimiento.
	  • Soldadura eléctrica y oxiacetilénica.
	  • Uso de elementos de protección personal.
	  • Mantenimiento del sistema mecánico de calderos pirotubulares.
	  • Ahorro de energía y control ambiental.
	  • Seguridad en trabajos de alto riesgo.
	  • Equipos auxiliares de calderas.
	  • Aislamiento térmico.
	  • Conocimiento básico de Ms Office (Word, Excel y Power Point).

Fuente: Elaboración DGOS-DIEM

ANEXO N° 3
PERFIL DEL TÉCNICO ELECTRICISTA

PERFIL DE COMPETENCIAS	
Competencias Técnicas:	• Ejecutar el mantenimiento preventivo y correctivo del sistema eléctrico de las calderas de vapor y equipos auxiliares, según las normas técnicas de seguridad industrial/ambiental. • Diagnosticar fallas, en el sistema eléctrico para determinar los componentes defectuosos. • Reparar o reemplazar componentes defectuosos de los equipos para restablecer la operatividad de los mismos. • Realizar instalaciones eléctricas de automatización de las calderas para mantener el sistema automatizado, según recomendaciones del fabricante. • Elaborar informes de los equipos e instalaciones eléctricas para conocer su nivel de estado y realizar las acciones necesarias. • Realizar el montaje de circuitos eléctricos y electromecánicos, de acuerdo a las especificaciones técnicas. • Realizar el ajuste de controles, medición y registro de resultados, de acuerdo a la guía de mantenimiento. • Reinstalar sistemas eléctricos, de acuerdo a la guía de mantenimiento. • Interpretar planos y circuitos eléctricos en el marco del cumplimiento de las normas técnicas de seguridad.
Competencias Conductuales:	• Iniciativa. • Responsabilidad. • Trabajo en equipo. • Estabilidad emocional. • Tolerancia a la presión.
REQUISITOS ESPECIFICOS	

	• Certificación de técnico en la especialidad de Electricista Industrial.
	• Experiencia de un año en mantenimiento de equipos e instalaciones eléctricas.
	• Experiencia de 1 año en el manejo de mantenimiento de equipos a vapor.
	• Certificación de capacitación por lo menos en 2 de los siguientes cursos o afines:
	  • Instalaciones eléctricas industriales.
	  • Automatización industrial.
	  • Uso de elementos de protección personal.
	  • Mantenimiento de motores eléctricos.
	  • Mantenimiento de redes de distribución eléctrica.
	  • Sistemas de mandos eléctricos.
	  • Ahorro de energía.
	  • Seguridad en trabajos de alto riesgo.
	  • Sistemas de puesta a tierra.
	  • Conocimiento básico de Ms Office (Word, Excel y Power point).

Fuente: Elaboración DGOS-DIEM

ANEXO N° 4
PERFIL DEL PROFESIONAL

PERFIL DE COMPETENCIAS	
Competencias Técnicas:	• Planificar las actividades de mantenimiento de calderas de vapor y equipos auxiliares, de acuerdo a la guía de mantenimiento. • Gestionar el requerimiento de repuestos y materiales para la ejecución del mantenimiento programado. • Determinar los indicadores del mantenimiento para evaluar el uso adecuado de los recursos. • Realizar análisis de costos para tener información necesaria para el planeamiento y, en base a alternativas, tomar decisiones. • Elaborar informes, proyectos y términos de referencia para el equipamiento electromecánico y redes de distribución de vapor, para mantener la operatividad del sistema de generación y distribución de vapor. • Supervisar los servicios de mantenimiento propio y de terceros para asegurar el cumplimiento de los objetivos, según lo estipulado en las bases del servicio. • Optimizar los procesos de distribución de vapor, de acuerdo a las especificaciones técnicas. • Desarrollar actividades de integración y coordinación con personas y grupos multidisciplinarios para el uso eficiente de los recursos. • Diseñar e instalar sistemas de distribución de vapor, según las normas técnicas de seguridad industrial/ambiental. • Supervisar al personal que labora en el servicio de mantenimiento de las calderas de vapor y equipos auxiliares, según programación.
Competencias Conductuales:	• Iniciativa • Responsabilidad. • Liderazgo. • Solución de problemas.
REQUISITOS ESPECIFICOS	
	• Título de ingeniero mecánico o ingeniero mecánico electricista colegiado y habilitado. • Experiencia de 2 años en mantenimiento de equipos e instalaciones electromecánicas o mecánicas. • Experiencia de 1 año en el manejo o mantenimiento de equipos a vapor. • Certificación de capacitación por lo menos 2 de los siguientes cursos o afines: ➢ Gestión de mantenimiento. ➢ Procesos de conversión de energía. ➢ Intercambiadores de calor y transferencia. ➢ Ahorro de energía. ➢ Diseño de equipos mecánicos. ➢ Seguridad en trabajos de alto riesgo. ➢ Normas y estándares de ingeniería. ➢ Conocimiento de Ms Office: Word, Excel, AutoCAD, MS Project.

Fuente: Elaboración DGOS-DIEM

ANEXO N° 5

MATERIALES PARA DESHOLLINADO DE CALDERAS

Ítem	Descripción	Características	Cantidad
1	Empaquetadura de puerta delantera y posterior	Cordón de fibra cerámica de 1"	2
2	Empaquetadura de entrada de hombre	Topog.- E Goma negra durómetro 80-95	1
3	Empaquetadura de entrada de mano	Topog.- E Goma negra durómetro 80-95	4
4	Pegamento para las empaquetaduras	Kit de estanqueidad hasta 1000 °C	5
5	Escobilla de acero helicoidal	De acero al carbono de 1-1/4" para tubos de 1-1/2"	2
6	Ladrillo refractario	De alta refractariedad, alta alúmina 1600°C	20
7	Castable	De alta alúmina 1600°C	1
8	Plancha de empaquetadura aislante (no asbesto)	Plancha cerámica de ½"x 4'x8'	1
9	Lija de fierro N° 60, 80	De Óxido de aluminio, respaldo: Tela especial	10
10	Cinta teflón para vapor	De ½"x12 mts.	10
11	Trapo industrial	Trapo industrial cocido de colores, Kg.	5

Fuente: Elaboración DGOS-DIEM

ANEXO N° 6

HERRAMIENTAS Y EQUIPOS PARA EL MANTENIMIENTO DE CALDERAS

Ítem	Descripción	Características	Cantidad
1	Alicate de presión.	10" quijada curva	1
2	Analizador de gases de combustión.	Medición de: CO_2, CO, O_2, Nox, SO_2 T °C, Eficiencia de combustión.	1
3	Arco de sierra.	De 12"	1
4	Cuchilla.	Pesada de uso industrial	1
5	Engrasadora de presión.	Manual de 500 gr.	1
6	Equipo de análisis dureza del agua.	Espuma de jabón	1
7	Extensión eléctrica.	De 20 metros de cable vulcanizado N° 14	1
8	Juego de alicates.	Universal, pinza y, corte con aislamiento de 500V x 8" pesados de uso industrial.	1
9	Juego de dados de 25 pzas.	De 1/4" a 1 ½" con ratchet y encastre de 1/2" (variación de 1/8" en 1/8").	1
10	Juego de desarmadores planos.	De 3 piezas con aislamiento 500V.	1
11	Juego de desarmadores estrella.	De 3 piezas con aislamiento 500V.	1
12	Juego de llaves Allen milimétricas y pulgadas.	Milimétricas de 1.5 hasta 10 mm. X 10 piezas / Pulgadas de 1/8" hasta ½" x 10 piezas	1
13	Juego de llaves Francesas.	De 10" y 12"	1
14	Juego de llaves Stilson.	de 12" y 18"	1
15	Juego de llaves mixtas pulgadas de 13 pzas.	De 3/8", 7/16", ½", 9/16", 5/8", 11/16", ¾", 13/16", 7/8", 15/16", 1", 1 1/16", 1 1/8"	1
16	Juego de llaves mixtas milimétricas de 13 pzas.	De 6, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 y 20 mm.	1
17	Martillo.	De bola de 1 libra	1
18	Multímetro digital.	VDC. VAC. OHM	1
19	Papel indicador de PH.	De 80 tiras	1
20'	Pinza amperimétrica.	Digital hasta 1000ª, 500V	1
21	Termómetro digital infrarrojo.	De 0 – 850°C, Resolución 0.1 °C	1
22	Vernier	De 12"	1

Fuente: Elaboración DGOS-DIEM

ANEXO N° 7

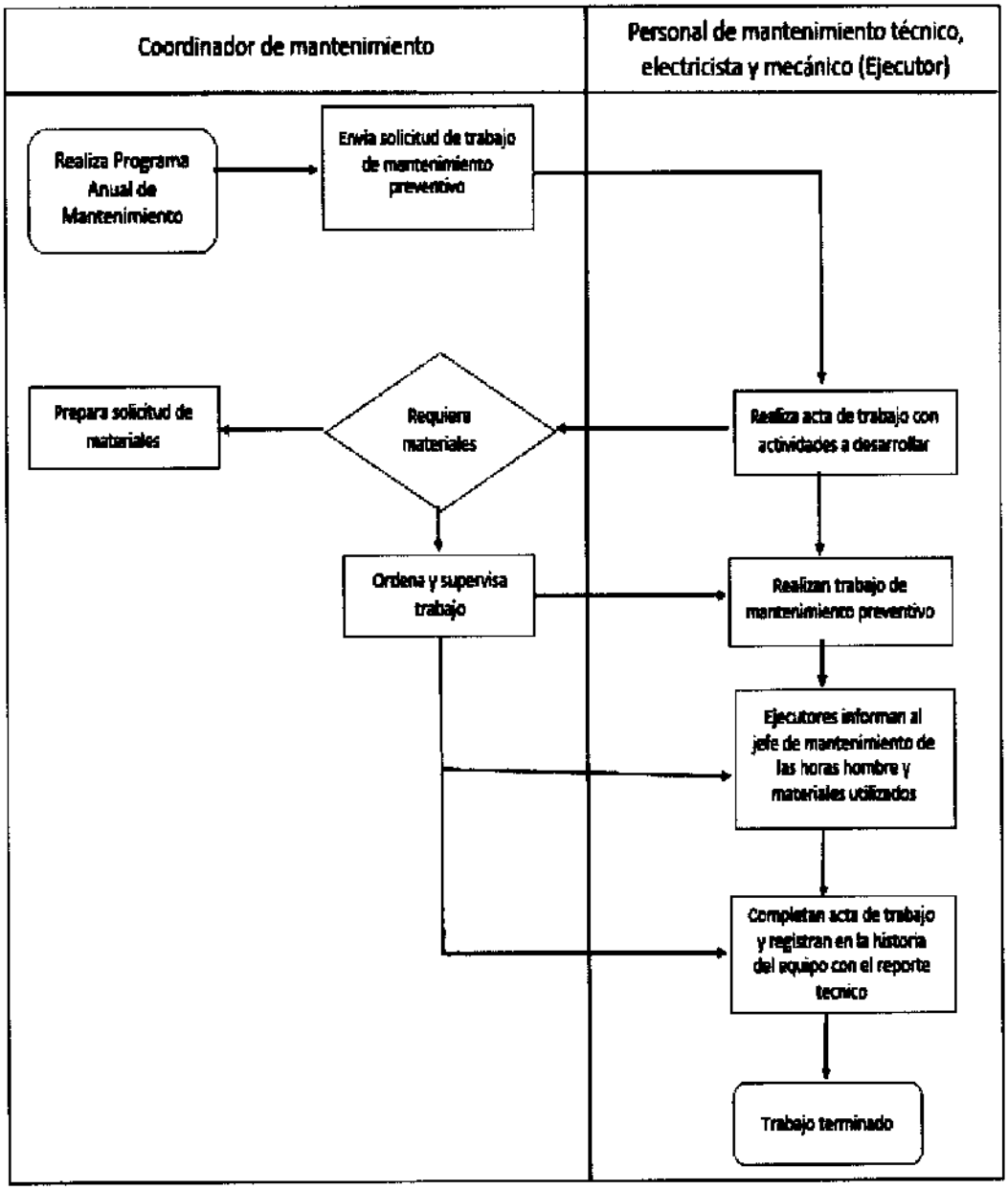
EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS	NORMA DE REFERENCIA	PUESTO DE TRABAJO
1	Calzado de seguridad.	Reforzado con punta de acero para la protección contra impactos y cargas sobre los dedos del pie. Material de cuero. Suelas antideslizantes, moldeada y de una sola pieza	ANSI Z41.1999 NTP ISO 20345.2008	Operador Técnico Mecánico
1a	Calzado de seguridad dieléctrico.	Material de cuero satinado con planta firme de caucho natural dieléctrico y antideslizante. Diseño especial que proteja de la penetración del agua. Puntera de baquelita de 5 mm. De espesor o más. Resistente a descargas eléctricas de 14,000 voltios.	ANSI Z41.1999 NTP 241.016.1987	Técnico Electricista
2	Casco de seguridad	Impresión de la norma ANSI Z89.1 en el equipo. Impresión de la fecha de fabricación. Protección contra impactos: Tipo I: impacto vertical Tipo II: impacto lateral	ANSI Z89.1.2009 NTP 399.018.1974	Operador Técnico Mecánico
2a	Casco de seguridad dieléctrico	Impresión de la norma ANSI Z89.1 en el equipo. Impresión de la fecha de fabricación. Protección contra electricidad: Clase C: conductivo Clase G: uso general a 220 V	ANSI Z89.1.2009 NTP 399.018.1974	Técnico Electricista
3	Guantes de cuero largo	Protector de costuras en palma y pulgar. Costura de polyester.	ASNI/ISEA 105.2005, ASTM F496-06, OSHA 29 CFR o 1910.138	Operador Técnico Mecánico
3a	Guantes dieléctricos largos		EN 60903 ASTM D120-08	Técnico Electricista
4	Tapones auditivos de silicona (25 dB protección)	Material silicona, hipo alergénico. Estructura: Tres falanges de superficie lisa que permita adaptarse a la	ANSI S3.19.1974	Operador Técnico Mecánico Técnico Electricista

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS	NORMA DE REFERENCIA	PUESTO DE TRABAJO
		mayoría de los canales auditivos. Cordón: Poliéster sintético. Con estuche de polipropileno con gancho sujetador. Nivel de Reducción de Ruido (NRR): 25 dB.		
5	Lentes de protección	Impresión de la norma ANSI Z87.1 en las monturas. Material con lunas de policarbonato, sin tonalidad, con protección lateral, antirayadura, antiempaño y anti impacto.	ANSI Z87.1.2003 NTP 399.046.1977	Operador Técnico Mecánico Técnico Electricista
6	Respirador de Material particulado	Filtro N 100 De libre mantenimiento	42CFR Parte 84. ANSI Z82.2.1992, NIOSH (N95) u OSHA 29 CFR1930	Operador Técnico Mecánico Técnico Electricista
7	Respirador de Gases y vapores con filtro tipo cartucho	Filtro P 100	42CFR Parte 84. ANSI Z82.2.1992, OSHA 29 CFR1930	Operador Técnico Mecánico Técnico Electricista
8	Arnés de protección con una línea de vida	De 4 o más anillos. Cuerpo completo Cintas de nylon superiores e inferiores resistentes a 5000 lb. Anillos en "D" de acero forjado superior a 5000 lb.	ANSI Z359.1 o ANSI A10.14	Técnico Mecánico Técnico Electricista
9	Traje de protección Tyvek	Hasta el tobillo De protección contra partículas tóxicas secas. Con respirabilidad. Costuras especialmente selladas Mameluco con cierre frontal elasticado en la capucha, muñecas.	ASTM F739	Técnico Mecánico Técnico Electricista
10	Ropa de trabajo	Camisa y pantalón Material de algodón Diferentes características por puesto de trabajo		Operador Técnico Mecánico Técnico Electricista

Fuente: Elaboración DGOS-DIEM

ANEXO N° 8
FLUJOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO



Fuente: Elaboración DGOS-DIEM

ANEXO N° 9
HOJA DE CONTROL BITÁCORA

HOJA N	
FECHA	

ESTABLECIMIENTO DE SALUD:	
REGION:	CIUDAD:

EQUIPO	PARAMETRO DE MEDICION	HORAS																							
		7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6
Caldero N° 1	Presión de vapor (Psi)																								
	Presión de combustible al quemador (Psi)																								
	Temperatura de agua de alimentación (°C)																								
	Temperatura de condensado (°C)																								
	Temperatura de gases de crimenea (°C)																								
	Purga a nivel de agua																								
	Purga de fondo																								
	Dureza de agua de alimentacion																								
Calentadores	Calentador de agua N° 1 (°C)																								
	Calentador de agua N° 2 (°C)																								

EQUIPO/TURNO	I	II	III	TOTAL
Consumo de combustible (Gal)				
Consumo de agua caldero (Gal)				
Consumo de sal (Kg)				
Consumo productos quimicos (Kg)				
Ablandador N° 1 (Gal)				
Ablandador N° 2 (Gal)				
Electrobomba de agua dura 1 (Gal)				
Electrobomba de agua dura 2 (Gal)				
Electrobomba de agua blanda 1 (Gal)				
Electrobomba de agua blanda 2 (Gal)				
Electrobomba contra incendios (Psi)				
Electrobomba de caldero (Psi)				

JEFE DE MANTENIMIENTO

TURNO I	OPERADOR ENTREGA TURNO:	
07:00-15:00	OPERADOR RECIBE TURNO:	
OBSERVACIONES		
TURNO II	OPERADOR ENTREGA TURNO:	
15:00-23:00	OPERADOR RECIBE TURNO:	
OBSERVACIONES		
TURNO III	OPERADOR ENTREGA TURNO:	
23:00-07:00	OPERADOR RECIBE TURNO:	
OBSERVACIONES		

Fuente: Elaboración DGOS-DIEM

Nota: Se debe registrar la(s) Caldera de Vapor ante el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo, así como solicitar la autorización de la inscripción del Libros de Servicio de Operación la(s) Caldera(s) existentes.

ANEXO N°10
REGISTRO HISTÓRICO

ESTABLECIMIENTO DE SALUD:

REGION CUIDAD:

DATOS DEL EQUIPO

EQUIPO: COD. PATRIMONIAL:

MARCA: MODELO: SERIE:

FECHA	W ACTA TRABAJO	DESCRIPCION DEACTIVIDAD	REPUESTO O MATERIAL			MANO DE OBRA		TOTAL S/.
			CANT.	REPUESTO	COSTO S/.	HR.- HOMBRE	COSTO S/.	

OBSERVACIONES

JEFE DE MANTENIMIENTO

Fuente: Elaboración DGOS-DIEM

ANEXO N° 11

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DIARIO									
SERVICIO:									
EQUIPO:			MODELO:						
POTENCIA:			SERIE:						
MARCA:			CÓDIGO PATRIMONIAL:						
PARÁMETROS DE MANTENIMIENTO DIARIO									
ÍTEM	DENOMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD	ACCIÓN A REALIZAR	FRECUENCIA DIARIA						
			L	M	M	J	V	S	D
1	Revisar el funcionamiento del ventilador del quemador.	Observando que los componentes del quemador estén trabajando en forma normal.							
2	Verificar la presión de combustible gas GLP/GN o Biodiesel DB5.	La presión de combustible debe estar en el rango de trabajo.							
3	Verificar la forma y color de llama.	Comprobar visualmente la forma homogénea. Para el caso de petróleo se debe tener una llama rojiza – amarillento brillante. Para el gas natural una llama celeste con leves puntas rosadas.							
4	Revisar la columna de nivel de agua.	Observar el tubo de nivel de agua del control McDonell Miller.							
5	Verificar la temperatura del agua del condensado.	Registrar la temperatura del agua. La temperatura de los gases de la chimenea no debe ser mayor en 80 °C a la temperatura de vapor saturado.							
6	Verificar la temperatura de salida de gases al exterior	La temperatura de los gases de la chimenea no debe ser mayor en 80 °C a la temperatura de vapor saturado.							
7	Verificar el correcto funcionamiento del programador.	Debe cumplir el ciclo del programador (pre-purga, ignición, prueba de llama, llama principal y post purga).							
8	Medir la dureza y el PH del agua de alimentación y del agua de la caldera.	Tomar una muestra del agua abriendo la válvula de muestreo y medir la dureza y el PH.							
9	Tratar el agua de alimentación de la caldera.	Ablandar, añadir productos químicos, realizar las pruebas de la calidad del agua de alimentación							
10	Revisar el suministro de productos químicos para el tratamiento del agua de alimentación, de la caldera de vapor y de las redes de vapor.	Dosificar adecuadamente los productos químicos; anti incrustantes, secuestradores de oxígeno, etc.							

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DIARIO									
SERVICIO:									
EQUIPO:			MODELO:						
POTENCIA:			SERIE:						
MARCA:			CÓDIGO PATRIMONIAL:						
PARÁMETROS DE MANTENIMIENTO DIARIO									
ÍTEM	DENOMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD	ACCIÓN A REALIZAR	FRECUENCIA DIARIA						
			L	M	M	J	V	S	D
11	Efectuar purgas de fondo, de columna de agua y de superficie.	Abrir la válvula de purga rápida y luego la válvula de purga de apertura lenta suavemente para evitar choques. Cuando el nivel haya caído 3/4 de pulgada cierre la válvula de apertura lenta y luego la válvula de apertura rápida. La purga del tubo de nivel y de superficie se realizará de acuerdo al procedimiento de pruebas de vapor, abriendo la válvula de venteo, cuando el quemador esté en bajo fuego.							
12	Revisar el retorno de condensado	Verificar la presencia de óxido o sólidos en suspensión.							
13	Revisar todas las válvulas de agua y vapor.	Verificar las fugas de las válvulas							
14	Realizar la limpieza exterior de la caldera	Limpiar la superficie exterior de la caldera, equipos auxiliares y el ambiente de trabajo.							
15	Verificar ruidos inusuales. y corregirlos	Determinar las causas de ruidos inusuales y corregirlos.							
16	Registrar la temperatura y presión de los instrumentos de medición.	Controlar la temperatura del tanque de condensado, de la chimenea, la presión del agua de alimentación y la presión de trabajo de la caldera de vapor.							

Fuente: Elaboración DGOS-DIEM

ANEXO N° 12

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO SEMANAL						
ESTABLECIMIENTO DE SALUD:			SERVICIO:			
EQUIPO:			MODELO:			
POTENCIA:			SERIE:			
MARCA:			CÓDIGO PATRIMONIAL:			
ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO SEMANAL						
ÍTEM	ACTIVIDAD	ACCIÓN A REALIZAR	FRECUENCIA SEMANAL			
			1°	2°	3°	4°
1	Limpiar los filtros de combustible y toberas.	Desmontar los filtros y toberas y limpiar la suciedad.				
2	Limpiar el electrodo de encendido.	Limpiar el carboncillo formado y mantener la separación adecuada.				
3	Revisar el sistema de detección de llama.	Cierre la válvula de combustible para extinguir la llama, el ventilador debe seguir funcionando y en aproximadamente 30 segundos se debe encender el foco piloto por falta de llama. Apague el quemador, esperar que se enfríe y restablecer el programador, abrir la válvula de combustible.				
4	Verificar las condiciones de llama y corregir, si es humeante.	Regular las presiones de combustible y el dámper de suministro de aire.				
5	Verificar fugas en las conexiones y válvulas de gas o Biodiesel DB5.	Realizar ajustes en las uniones roscadas y comprobar su hermeticidad.				
6	Probar los controles de nivel y de alarma por bajo nivel de agua.	Coloque el control del quemador en bajo fuego y apague la bomba de alimentación de agua y permita que el control de nivel apague la caldera y active la alarma de bajo nivel.				
7	Comprobar que no hay fugas de gases ni de aire en las juntas de ambas tapas, ni en las mirillas.	Sellar las fugas y reajustar pernos de las tapas de ser necesario.				
8	Inspeccionar los prensaestopas y/o sellos mecánicos de las bombas de alimentación de agua.	Reajustar pernos de la prensa estopas.				
9	Revisar y limpiar el filtro del compresor de aire (de ser el caso).	Limpiar el filtro de aire y/o reemplazar de ser necesario.				

ıente: Elaboración DGOS-DIEM

ANEXO N° 13

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENSUAL														
ESTABLECIMIENTO DE SALUD:								SERVICIO:						
EQUIPO:								MODELO:						
POTENCIA:								SERIE:						
MARCA:								CÓDIGO PATRIMONIAL:						
ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENSUAL														
ÍTEM	ACTIVIDAD	ACCIÓN A REALIZAR	FRECUENCIA MENSUAL											
			E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	Revisar el funcionamiento del quemador, desarmando y limpiando el sistema de encendido y los electrodos.	Limpiar las toberas.												
		Limpiar los electrodos y darle la tolerancia adecuada.												
		Ver el accionar del modutrol.												
		Revisar si las aletas si están deformadas.												
		Revisar las varillas del control modutrol.												
		Limpiar los componentes y regleta, revisar los cables eléctricos.												
2	Limpiar los filtros del combustible	Destapar, limpiar y retirar la suciedad acumulada.												
3	Limpiar las toberas.	Inspeccionar, limpiar y retirar la suciedad acumulada												
4	Limpiar las mirillas delantera y posterior	Esta labor se realiza cuando la caldera se encuentra totalmente apagada o antes de encenderla, limpiar y secar.												
5	Lubricar los rodamientos y piezas móviles.	Aceitar los rodajes, ejes y partes metálicas móviles en contacto.												
6	Limpiar el filtro de agua de alimentación	Destapar, limpiar y retirar la suciedad acumulada												
7	Revisar las prensaestopas o el sello mecánico de la bomba de agua de alimentación.	Reajustar pernos de la prensa estopas.												

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENSUAL

ESTABLECIMIENTO DE SALUD:	SERVICIO:
EQUIPO:	MODELO:
POTENCIA:	SERIE:
MARCA:	CÓDIGO PATRIMONIAL:

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENSUAL

8	Comprobar el alineamiento de la bomba de agua con el motor eléctrico.	Verificar el alineamiento.												
9	Revisar el sistema eléctrico del motor ventilador.	Ajustar conexiones, medir la corriente de arranque.												
10	Realizar el mantenimiento del motor ventilador.	Limpiar la malla de entrada de aire del ventilador.												
		Limpiar y revisar el motor ventilador.												
		Limpiar y revisar el rotor, ver los álabes que estén correcto o cambiarlos.												
		Verificar la intensidad de la corriente del motor.												
11	Revisar, limpiar y probar las válvulas solenoide y controles.	Limpiar y comprobar su funcionamiento mediante pruebas eléctricas; si están averiadas, reemplazarlas.												
12	Revisar, limpiar y probar las válvulas de seguridad.	Ver si existe fuga de vapor en las válvulas de seguridad o niples de conexión.												
		Probar la apertura de las válvulas.												
13	Limpiar el tablero eléctrico y los controles eléctricos.	Chequeo general de los cables y contactos.												
		Si los cables se encuentran recalentados, cambiarlos.												
		Chequeo de contactores, relés y verificar su estado.												
14	Verificar la parte eléctrica del quemador, fotocelda, amplificador de llama, controles de nivel, presostatos, transformador de ignición, entre otros.	Probar el funcionamiento de cada componente.												

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENSUAL														
ESTABLECIMIENTO DE SALUD:													SERVICIO:	
EQUIPO:													MODELO:	
POTENCIA:													SERIE:	
MARCA:													CÓDIGO PATRIMONIAL:	
ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENSUAL														
15	Verificar las tuberías de gas GLP/GN o Biodiesel DB5. si uno percibiera el olor a gas de inmediato proceder a la paralización del sistema hasta repararlo.	Verificar fugas de combustible por las conexiones, reguladores o válvulas.												
16	Reponer aceite al tanque del compresor (de ser el caso).	Completar el nivel de aceite.												
17	Realizar el análisis de los gases de combustión.	Utilizar un analizador de gases de combustión.												
18	Regular la relación aire - combustible.	Utilizar un analizador de gases de combustión para la regulación.												
19	Inspeccionar los puntos calientes (fallo del refractario).	Utilizar termómetro infrarrojo lo termómetro de contacto.												
20	Verificar el estado y funcionamiento de las trampas de vapor y accesorios en el retorno de condensado	Utilizar una pistola de ultrasonido												
21	Limpiar el visor de nivel de agua y su base verificando que no haya sedimentos.	Limpieza de visor y su base (extracción de sedimentos),												

Fuente: Elaboración DGOS-DIEM

ANEXO N° 14

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO SEMESTRAL

ESTABLECIMIENTO DE SALUD: SERVICIO:

EQUIPO: MODELO:

POTENCIA SERIE:

MARCA: CODIGO PATRIMONIAL:

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO SEMESTRAL

ÍTEM	DENOMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD	ACCIÓN A REALIZAR	FRECUENCIA SEMESTRAL	
			1er	2do
1	Limpiar y revisar la columna de agua.	Revisar los grifos, valvulas tricox, tubo pirex, empaquetaduras cambiar si requieren		
		Revisar los componentes eléctricos de los equipos, accesorios de funcionamiento de la caldera		
2	Cambiar las empaquetaduras del tubo visor de nivel de agua	cambiar las empaquetaduras		
3	Verificar el funcionamiento del compresor (de ser el caso)	Revisar o comprobar su presión de trabajo		
		Verificar la intensidad de corriente del equipo.		
4	Verificar el funcionamiento de la bomba de combustible.	Verificar la existencia de fugas, corregir y reparar.		
5	Verificar los valores del manómetro principal y termómetro de gases.	Calibrar y/o reemplazar.		
6	Verificar la presión de operación de gas GLP/GN o Biodiesel DB5.	Regular y/o reemplazar.		
7	Realizar el mantenimiento de las válvulas de purgas de fondo rápida y lenta.	Verificar el funcionamiento y presencia de fugas. Reparar y/o reemplazar.		
8	Revisar de la tapa de entrada de hombre y mano de la caldera	Dejar que se enfrié la caldera para ver en qué condiciones se encuentra la superficie de evaporación. Verificar si hay indicio de corrosión, picadura o incrustaciones.		
		Cambiar las empaquetaduras de entrada de mano y de hombre de ser necesario.		

Fuente: Elaboración DGOS-DIEM

ANEXO N° 15

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL			
ESTABLECIMIENTO DE SALUD:			SERVICIO:
EQUIPO:			MODELO:
POTENCIA:			SERIE:
MARCA:			CÓDIGO PATRIMONIAL:
ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL			
ÍTEM	ACTIVIDAD	ACCIÓN A REALIZAR	FRECUENCIA ANUAL
1	Abrir las tapas posteriores y delantera para verificar el arco refractario y el cono. repararlos, de ser necesario	Verificar en qué condiciones se encuentra el arco refractario, si la caldera es de espalda seca o de espalda húmeda ver como se encuentran los conos, si están rajados o fisurados reemplazarlos.	
2	Realizar la limpieza mecánica de los tubos de fuego (deshollinado).	• Limpiar el hollín con una escobilla de fierro los tubos de fuego, flue.	
3	Realizar la limpieza de superficies del lado de agua.	• Limpieza de la superficie con agua a presión. • Observar en qué condiciones se encuentran los tubos si filtra agua por las placas, si es factible cambiarlos. • Ver como se encuentran los tubos por fuera (externamente); si se encuentran con incrustaciones, limpiarlos con presión de agua. • Si las incrustaciones no se desprenden con la presión del agua, se hará una limpieza química mediante una empresa especializada.	
4	Cambiar empaquetaduras de puerta, entradas de hombre y de mano.	Reemplazar las empaquetaras de las puertas, entradas de mano y entrada de hombre.	
5	Desmontar totalmente el quemador y cambiar los componentes en mal estado.	Revisión y limpieza de; la bomba de combustible, el motor – ventilador, deflector, reguladores de aire, petróleo, electrodos, conductos de suministro, válvulas solenoides, ignictor, sensor de llama. Fotocelda, piloto de encendido con gas GLP, etc. Reemplazar de ser necesario.	
6	Desmontar el rodete y verificar su balanceo dinámico si hay vibración.	• Limpieza de rodete. • Balanceo Estático y Dinámico. • Reparación y/o reemplazo.	
7	Inspeccionar las Placas, hogar y tubos de la caldera.	Realizar una medición de espesores de planchas de la caldera mediante equipos de ultrasonidos para calderas con mayor de 10 años de vida útil.	

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL			
ESTABLECIMIENTO DE SALUD:			SERVICIO:
EQUIPO:			MODELO:
POTENCIA:			SERIE:
MARCA:			CÓDIGO PATRIMONIAL:
ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL			
ÍTEM	ACTIVIDAD	ACCIÓN A REALIZAR	FRECUENCIA ANUAL
8	Cambiar las toberas y electrodos.	• Toberas desbocadas y no atomiza bien al quemar los combustibles líquidos y gaseosos (remplazarlos). • Electrodos con desgaste o con presencia de fisuras (reemplazarlos)	
9	Verificar el funcionamiento de las válvulas de seguridad.	• Verificar presencia de fugas. • Corregir fugas mediante asentamiento de componentes. • Regulación y certificación de la presión de descarga.	
10	Limpiar el tanque de condensado, controles, válvula flotadora, entre otros.	• Limpieza interior y exterior del tanque. • Regulación y/o cambio de válvula flotadora. • Cambio de termómetro y tubo visor (de ser necesario). • Ajuste de conexiones, tuberías, accesorios, válvulas, drenaje, cambio de ser necesario.	
11	Cambiar el tubo visor de nivel agua y empaquetaduras.	El tubo presenta desgaste en los extremos o se encuentra rajado (reemplazarlo) incluye empaquetaduras.	
12	Revisar del aislamiento térmico del cuerpo y reparar, si requiere..	• Verificar puntos calientes de la caldera. • Verificar estado del aislamiento térmico • Reparación y/o reemplazo de la cubierta metálica de acero inoxidable 304 de 0.5 mm • Reemplazar de ser necesario el aislamiento térmico de conductividad:0.24 BTU/hr-pie^3-°F/pul, Densidad: 8 lb/pie^3.	
13	Revisar todo el sistema eléctrico y de control de la caldera.	• Medición de la resistividad de la puesta a tierra. • Revisión y limpieza desde la alimentación eléctrica al caldero. • Revisión y Limpieza del tablero de control de la caldera, reemplazo de componentes de ser necesario, programador, ignictor, lamparas indicadoras, pulsador de emergencia, alarma, sirena, etc.	
14	Revisar el sistema de alimentación de productos químicos.	• Mantenimiento de bombas dosificadoras, conexiones, mangueras, depósitos. • En caso de riesgo por exposición implementar ducha de emergencia lava ojos.	

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL			
ESTABLECIMIENTO DE SALUD:			SERVICIO:
EQUIPO:			MODELO:
POTENCIA:			SERIE:
MARCA:			CÓDIGO PATRIMONIAL:
ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL			
ÍTEM	ACTIVIDAD	ACCIÓN A REALIZAR	FRECUENCIA ANUAL
15	Revisar y cambiar elementos desgastados de la bomba de alimentación de agua.	• Verificación la presión de descarga de la electrobomba. • Reemplazo de impelente, prensa estopas o sellos mecánicos, rodamientos (de ser el caso). • Mantenimiento integral del motor eléctrico. • Revisión del eje de transmisión, chaveta, acoplamiento (de ser el caso). • Pintado anticorrosivo.	
16	Realizar una prueba hidrostática al 50% a la presión de trabajo durante una hora, debe ser realizado por personal especializado.	• Se realizará cada 5 años y por una empresa certificadora.	
17	Realizar el mantenimiento integral del sistema de ablandamiento de agua, suministro de resina, revisión de cabezal automático o de válvula multi port..	• Mantenimiento de válvula multiport o cabezal automático, cambio de componentes internos de ser necesario. • Limpieza interior, exterior, pintado. • Suministro de grava desgastada, resina. • Cambio de toberas y/o árbol de distribución. • Limpieza de tanque de salmuera, conexiones, válvulas.	
18	Limpiar el tanque de combustible diario y de almacenamiento de sedimentos o contaminantes	• Limpieza interior, remoción de sólidos. • Mantenimiento y/o reemplazo de conexiones, tuberías, accesorios, válvulas, etc. • Mantenimiento de bomba de combustible. • Colocación de señalización y advertencia de peligro. • Obtener o actualizar el ITF-OSINERGMIN	
19	Limpiar la chimenea, evaluar y reparar el tanque, si requiere.	• Limpieza interior (desohillano). • Reemplazo de partes dañadas. • Mantenimiento y/o reemplazo de dámper de regulación de tiro. • Pintado exterior con temperatura de alta temperatura. • Cambio de termómetro (de ser el caso).	
20	Realizar el mantenimiento de válvula de salida de vapor	• Evaluación de fugas. • Asentamiento de componentes de la válvula check-globo. • Cambio de accesorios internos (de ser el caso). • Pintado exterior. • Mantenimiento de juntas de dilatación.	

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL			
ESTABLECIMIENTO DE SALUD:			SERVICIO:
EQUIPO:			MODELO:
POTENCIA:			SERIE:
MARCA:			CÓDIGO PATRIMONIAL:
ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL			
ÍTEM	ACTIVIDAD	ACCIÓN A REALIZAR	FRECUENCIA ANUAL
21	Realizar el mantenimiento de la estructura complementaria del caldero y anclaje del mismo.	• Verificación del Anclaje de la Caldera (de preferencia pernos de expansión con cemento químico). • Mantenimiento y pintado de escalera y plataforma de apertura de válvulas (implementar de no contarse con ello).	
22	Realizar el mantenimiento de tanque de purga	• Revisión y/o fijación con pernos de expansión. • Verificación y corrección de fugas. • Pintado exterior.	
23	Realizar el mantenimiento de medidores de flujo	• Mantenimiento de Medidor de flujo de vapor • Mantenimiento de flujo de combustible DB5. • Mantenimiento de flujo de combustible GLP / GN • Mantenimiento de flujo de agua de alimentación	
24	Realizar el mantenimiento de manifold o cabecero de vapor.	• Mantenimiento de colgadores, amortiguadores, etc. • Verificar y/o reemplazar el aislamiento con lana mineral de 2" o similar. • Reemplazar e implementar el recubrimiento metálico de acero inoxidable 304 de 0.5 mm. • Mantenimiento del sistema de trampeo de vapor de la bolsa de condensado.	
25	Realizar el mantenimiento de la Infraestructura	• Las tuberías de fluidos deben estar en las canaletas respectivas (no exterior). • Las canaletas deben ser de rejilla metálica debidamente pintada. • El piso tendrá un acabado pulido industrial a base de polímero o similar. • La iluminación será adecuada evitando la presencia del fenómeno de flicker en el mismo. • Retirar cualquier elemento que no corresponda a la sala de caldera. • Implementar un ambiente para la Sal Industrial y los productos químicos. • Mejorar el sistema de puesta a tierra.	

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL			
ESTABLECIMIENTO DE SALUD:			SERVICIO:
EQUIPO:			MODELO:
POTENCIA:			SERIE:
MARCA:			CÓDIGO PATRIMONIAL:
ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL			
ÍTEM	ACTIVIDAD	ACCIÓN A REALIZAR	FRECUENCIA ANUAL
26	Verificar la seguridad de la Sala	• Elaborar la matriz de riesgo IPERC (Identificación de Peligro, Evaluación y Control de Riesgos) de la Sala de Calderas. • Instalar extintores de la capacidad y aplicación adecuada dentro y fuera de la sala de calderas. • Instalar lámparas de emergencia en la sala. • Ventilar adecuadamente el ambiente con inyectores y extractores de aire (de ser necesario). En caso de uso de combustibles gaseosos implementar detectores de combustibles y el enclavamiento al sistema de inyección-extracción de gases, el cual deberá estar debidamente aterrado y contar con motores a prueba de explosión.	
27	Efectuar los procedimientos de limpieza química en el caso de presentarse incrustaciones.	Realizar dicha actividad según el Anexo N° 16	
28	Arranque de Caldera.	Verificar que una vez concluido el mantenimiento anual, la caldera se debe poner en operación de acuerdo a los procedimientos del Anexo N° 17.	

Fuente: Elaboración DGOS-DIEM

ANEXO N° 16
PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA QUÍMICA DE CALDERAS

Cuando la superficie de calefacción se encuentra con incrustaciones, pero sin exceso de picadura, se puede eliminar por medio de un lavado químico consistente en hacer hervir el agua de la caldera, con una solución de agua con ácidos inorgánicos durante un periodo que depende del grado de incrustación que existiera, se enjuaga con agua a presión y neutralizar con soluciones alcalinas.

LIMPIEZA QUÍMICA DE CALDERAS

1. Comprobar que la caldera no tenga presión, ni tensión eléctrica.
2. Comprobar que el agua de la caldera se encuentra a una temperatura de 30°C, enseguida abrir la tapa de la entrada de hombre.
3. Una vez retirada la tapa de entrada de hombre, calentar el agua a 60°C, en llama baja.
4. Agregar 50 kilos del producto desincrustante seleccionado, observando la reacción que produce con el agua.
5. Si es necesario, seguir agregando desincrustante y elevando la temperatura a 80°C hasta lograr la reacción del producto con el agua apagando la caldera.
6. Una vez llegado el punto de calentamiento de la reacción, apagar la caldera dejando reposar unas 24 horas.
7. Abrir todos los registros de mano para evacuar toda el agua que quedó en reposo en la caldera, con una manguera a presión de agua se limpia la parte interna.
8. Una vez que se ha evacuado todas las incrustaciones, cerrar las entradas de mano, llenando la caldera de agua al nivel requerido, agregando producto neutralizante y elevando a una temperatura de 70°C. Este proceso se realiza durante 5 veces al día, por último, dejarlo reposar hasta el día siguiente.
9. Evacuar el agua de la caldera y realizar nuevamente limpieza con agua a presión internamente con los extremos de manos abiertas, terminando el proceso, cerrar la entrada de mano y la de hombre.
10. Elevar la presión de la caldera al 80% de su límite de trabajo, reajustando todos los pernos de las tapas y registros.
11. Si no existe fuga de agua, elevar al 100% de su límite de trabajo la presión.

NOTA: Este procedimiento sólo debe realizarse con personal especializado y con experiencia.

Fuente: Elaboración DGOS-DIEM

ANEXO N° 17

PROTOCOLO DE PRUEBA DE OPERACIÓN Y FUNCIONAMIENTO

1. Encendido de la caldera y comprobar el funcionamiento y el pase de llama baja.
2. Encendido y parada de la caldera por límite de presión establecida.
3. Encendido y parada de la (s) electrobomba (s) por bajo nivel de agua.
4. Verificación de la presión de la (s) electrobombas (s).
5. Comprobación la desactivación del quemador por carencia de agua.
6. Verificación del funcionamiento de la fotocelda.
7. Verificación del funcionamiento y disparo de la válvula de seguridad a las presiones establecidas.
8. Verificación del funcionamiento de los controles de presión (presostato) en llama baja y alta.
9. Verificación del funcionamiento de las válvulas de purga de fondo.
10. Verificación de las fugas de vapor en los registros de entrada de hombre y manos.
11. Comprobación y verificación del tiro de la chimenea y la temperatura de salida de los gases.
12. Verificación de la llama mediante los visores posteriores o delantero.
13. Verificación de la presión de la bomba de petróleo en llama baja y alta.
14. Comprobación de las pruebas de eficiencia de la caldera en los gases de combustión a la atmosfera y su temperatura.

Fuente: Elaboración DGOS-DIEM

IX BIBLIOGRAFÍA

- Cleaver – Brooks-MODEL CBL PACKAGED BOILER, 2003, Operation,Service and parts Manual, recuperado - Operation-and-Maintenance- Manual.
- Decreto Supremo N° 42 F. que aprueba el Reglamento de Seguridad Industrial, 22 de mayo del 1964, 187 Pág.
- Indreco Sudamericana S.A., Ricardo E. Pauer, Gerente en Ingeniería, Seminario sobre Intercambio Iónico, Agua y Energía, Rosario, Septiembre 1990, 13 pág.
- Pull E., 1988, Calderas de Vapor: Selección, funcionamiento y conservación de Calderas de Vapor y de su equipo auxiliar, editorial Gustavo Gill, Buenos Aires, 332 p.
- Norma Técnica Peruana NTP 350.301 2009, Calderas Industriales Estándares de Eficiencia Térmica (combustible/vapor). Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias – INDECOPI, San Borja, 17 pág.
- Normas y Certificación ASME 2010 – Sección VII, Guía y Recomendaciones para el cuidado de Calderas de Potencia., Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos.
- Petróleos del Perú - Petroperú S.A., Hoja de Datos de Seguridad de Materiales, Edición Diciembre 2013, 05 Pág.
- Pull E., 1988, Calderas de Vapor: Selección, funcionamiento y conservación de Calderas de Vapor y de su equipo auxiliar, editorial Gustavo Gill, Buenos Aires, 332 p.
- Decreto Supremo N° 085-2003-PCM, aprueba el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido.
- Decreto Supremo N° 003-2017-MIINAN, APRUEBA Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y Establecen Disposiciones Complementarias.
- Resolución Ministerial Nº 026-2000-ITINCI-DM (2010), Aprueban Protocolos de Monitoreo de Efluentes Líquidos y Emisiones Atmosféricas, del Ministerio de Industria, Turismo, Integración y Negociaciones Comerciales Internacionales.

MINISTERIO DE SALUD

No. 642-2019/MINSA

REPUBLICA DEL PERU

Resolución Ministerial

Lima, 15 de Julio del 2019

Visto, los Expedientes N°s 18-001075-001 y 18-001075-003, que contienen la Nota Informativa N° 367-2017-DGOS/MINSA, el Memorándum N° 2658-2018-DGOS/MINSA y los Informes Ns° 046-2017-UFNATCDN-DIEM-DGOS/MINSA, 301-2017-UFM-DIEM-DGOS/MINSA, 074-2018-UFNATCDN -DIEM-DGOS/MINSA y 997-2018-UFM-DIEM-DGOS/MINSA, de la Dirección General de Operaciones en Salud del Ministerio de Salud;

O. BROGGI

CONSIDERANDO:

Que, los numerales I y II del Título Preliminar de la Ley N° 26842, Ley General de Salud, señalan que la salud es condición indispensable del desarrollo humano y medio fundamental para alcanzar el bienestar individual y colectivo; por lo que la protección de la salud es de interés público, siendo responsabilidad del Estado regularla, vigilarla y promoverla;

R. VANCOURT

Que, el numeral 8) del artículo 3 del Decreto Legislativo N° 1161, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Salud, dispone que el Ministerio de Salud es competente en infraestructura y equipamiento en salud;

Que, el artículo 4 de la precitada Ley establece que el Sector Salud está conformado por el Ministerio de Salud, como organismo rector, las entidades adscritas a él y aquellas instituciones públicas y privadas de nivel nacional, regional y local, y personas naturales que realizan actividades vinculadas a las competencias establecidas en dicha Ley, y que tienen impacto directo o indirecto en la salud, individual o colectiva;

J. HERRERA C.

Que, los literales a) y b) del artículo 5 de la Ley antes señalada, modificado por la Ley N° 30895, Ley que fortalece la función rectora del Ministerio de Salud, establecen que son funciones rectoras del Ministerio de Salud, formular, planear, dirigir, coordinar, ejecutar, supervisar y evaluar la política nacional y sectorial de promoción de la salud, prevención de enfermedades, recuperación, rehabilitación en salud y buenas prácticas en salud, bajo su competencia, aplicable a todos los niveles de gobierno; así como dictar normas y lineamientos técnicos para la adecuada ejecución y supervisión de las políticas nacionales y sectoriales, entre otros;

R. TAPIA

Que, el artículo 109 del Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Salud, aprobado por Decreto Supremo N° 008-2017-SA, dispone que la Dirección General de Operaciones en Salud es el órgano de línea dependiente del Despacho Viceministerial de Prestaciones y Aseguramiento en Salud, responsable de proponer la normatividad en materia de infraestructura, equipamiento y mantenimiento a nivel nacional;

Que, mediante los documentos del visto, la Dirección General de Operaciones en Salud ha elaborado para aprobación el proyecto de Guía Técnica: Operación y Mantenimiento de Calderas de Vapor Pirotubulares en Establecimientos de Salud, cuya finalidad es contribuir a la conservación, funcionamiento y seguridad de las calderas de vapor pirotubulares que funcionan en los establecimientos de salud;

Que, mediante Informe N° 396-2019-OGAJ/MINSA, la Oficina General de Asesoría Jurídica del Ministerio de Salud ha emitido la opinión legal correspondiente;

Estando a lo propuesto por la Dirección General de Operaciones en Salud;

Con el visado del Director General de la Dirección General de Operaciones en Salud, de la Directora General de la Oficina General de Asesoría Jurídica, de la Secretaria General y del Viceministro de Prestaciones y Aseguramiento en Salud; y,

De conformidad con lo dispuesto en el Decreto Legislativo N° 1161, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Salud, modificado por la Ley N° 30895, Ley que fortalece la función rectora del Ministerio de Salud, y en el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Salud, aprobado por Decreto Supremo N° 008-2017-SA, modificado por Decreto Supremo N° 011-2017-SA y Decreto Supremo N° 032-2017-SA;

SE RESUELVE:

Artículo 1.- Aprobar la Guía Técnica: Operación y Mantenimiento de Calderas de Vapor Pirotubulares en Establecimientos de Salud, que forma parte integrante de la presente Resolución Ministerial.

Artículo 2.- Encargar a la Oficina de Transparencia y Anticorrupción de la Secretaría General la publicación de la presente Resolución Ministerial en el portal institucional del Ministerio de Salud.

Regístrese, comuníquese y publíquese

ELIZABETH ZULEMA TOMÁS GONZÁLES
Ministra de Salud

O. BROGGI

S. YANGUAT

J. HERRERA C.

R. TAPIA