

Universidad Mariano Gálvez de Guatemala
Facultad de Ingeniería, Matemática y Ciencias Físicas
Centro Universitario de Puerto Barrios
Carrera
Ingeniería Industrial

Grupo C
Proyecto Caldera

Puerto Barrios, 06 de septiembre de 2025

INDICE

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto consiste en el diseño y construcción de una caldera de vapor artesanal, entendida como un recipiente cerrado destinado a calentar agua y producir vapor mediante un proceso controlado de combustión. El vapor generado es conducido a través de una válvula y canalizado por medio de tuberías hacia el área de aplicación específica, que en este caso corresponde a la esterilización de utensilios de cocina.

Este proyecto surge como una alternativa económica y funcional que busca mejorar la higiene en entornos de cocina, reduciendo los riesgos de contaminación alimentaria y garantizando procesos más seguros en la preparación de alimentos. Desde el punto de vista social, el prototipo contribuye al fortalecimiento de prácticas sanitarias accesibles para pequeños negocios o instituciones con recursos limitados.

En el ámbito académico y profesional, la elaboración de esta caldera representa una aplicación práctica de los conocimientos adquiridos durante la carrera, permitiendo pasar de la teoría a la práctica a través del desarrollo de un modelo funcional. En su construcción se integran conceptos relacionados con la seguridad industrial, el comportamiento térmico de los materiales, las propiedades de transferencia de calor, y la eficiencia energética, aspectos fundamentales para el adecuado funcionamiento de equipos de generación de vapor.

Entre las principales ventajas del proyecto destaca su bajo costo de fabricación, resultado del uso de materiales reutilizados y técnicas de manufactura artesanal, lo que lo hace accesible en comparación con las calderas comerciales del mercado. Asimismo, presenta facilidad de uso y reducido requerimiento de espacio, características que la convierten en una opción práctica para entornos pequeños.

No obstante, también se identifican ciertas limitaciones propias del diseño, como su capacidad limitada de generación de vapor debido al tamaño del recipiente, la necesidad de resguardarse de la intemperie para evitar daños en el revestimiento, y una durabilidad moderada en función de los materiales empleados. A pesar de ello, el proyecto cumple con su propósito principal de demostrar la viabilidad técnica y funcional de una caldera de vapor de bajo costo para la esterilización segura de utensilios de cocina.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En muchos entornos como lo son negocios de alimentos, hospitales entre otros lugares la esterilización de utensilios de cocina continúa siendo un proceso el cual es muy deficiente dado a que existe una falta de equipos especializados y de bajo costo que garantice la eliminación de microorganismos siendo la higiene alimentaria un factor fundamental para prevenir enfermedades y asegurar la calidad en los productos que se están ofreciendo sin embargo los métodos tradicionales que podemos encontrar como lo es el uso de detergentes no siempre es suficiente para poder alcanzar una desinfección eficiente y que garantice la salud de las personas que utilicen estos utensilios para ingerir sus alimentos.

Los equipos industriales que se pueden encontrar para la generación de vapor que encontramos en el mercado representan una solución eficiente pero se encuentra un problema y es el alto costo, tamaño y requerimientos técnicos hacen que este tipo de productos será inaccesible para pequeños emprendimientos o para el uso doméstico lo cual crea una gran brecha entre la necesidad de mantener un estándar de limpieza bueno y la capacidad económica que tienen los negocios o personas que quieren adquirir este tipo de sistemas de limpieza.

Ante este problema que existe actualmente nace la necesidad de diseñar y construir una caldera de vapor artesanal la cual permita realizar procesos de esterilización de una manera segura, económica y eficiente, utilizando materiales los cuales podemos encontrar en los mercados locales y aplicando técnicas de manufactura sencillas y de bajo costo para la construcción de esta. Este proyecto busca dar respuesta a la falta de alternativas en los mercados locales y nacionales las cuales sean accesibles, promoviendo así el aprovechamiento de recursos reciclados y el aprendizaje técnico y práctico adquiridos para la elaboración de este tipo de sistemas.

El problema principal que encontramos es la carencia de equipos económicos como funcionales que generen vapor a presión suficientes para realizar procesos de esterilización en pequeñas escalas, garantizando al mismo tiempo la seguridad del usuario, la eficiencia energética y la durabilidad del equipo. Resolver esta situación permitiría no solo mejorar las condiciones de higiene en entornos con recursos limitados, sino también fomentar la innovación tecnológica artesanal dentro de la comunidad académica y productiva.

OBJETIVO GENERAL

Diseñar y construir una caldera de vapor artesanal alimentada por gas, carbón y leña, capaz de generar vapor de manera eficiente y segura para la esterilización de utensilios de cocina, orientada a su aplicación en negocios de comida, hospitales y otros entornos que requieran altos niveles de higiene, ofreciendo una alternativa funcional, económica y accesible para su comercialización.

OBJETIVO ESPECÍFICO

- Desarrollar un diseño funcional y práctico que permita generar vapor suficiente para realizar procesos de esterilización en utensilios de cocina y otros materiales de uso común.
- Construir un prototipo artesanal que combine el uso de gas, carbón y leña como fuentes de calor, garantizando una operación estable y segura durante el proceso de esterilización.
- Proponer el producto como una alternativa comercial viable, dirigida a pequeños negocios, comedores, hospitales u otros sectores que requieran soluciones económicas para mejorar sus procesos de higiene y esterilización.

JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto surge como una respuesta ante la necesidad de contar con una alternativa económica, funcional y segura para la esterilización de utensilios de cocina en distintos entornos, desde pequeños negocios de comida hasta instituciones de salud. En la actualidad, los equipos de esterilización disponibles en el mercado suelen ser costosos y requieren condiciones técnicas que no siempre están al alcance de todos los usuarios, lo que limita su implementación en lugares con recursos limitados.

La caldera de vapor propuesta busca ofrecer una solución práctica y accesible, capaz de generar vapor de manera controlada utilizando una mezcla de gas, carbón y leña como fuentes de calor. Su diseño artesanal permite aprovechar materiales disponibles localmente, reduciendo costos y sin comprometer la eficiencia ni la seguridad durante su uso.

Este proyecto se justifica por su impacto directo en la mejora de las condiciones de higiene, al proporcionar un equipo que facilita la limpieza profunda y la eliminación de microorganismos en utensilios de cocina, garantizando un entorno más saludable y seguro para la preparación de alimentos. Además, representa una oportunidad para impulsar la producción local y el autoempleo, al ser un producto que puede fabricarse y comercializarse con relativa facilidad, beneficiando tanto a quienes lo producen como a quienes lo utilizan.

Asimismo, su aplicación no se limita únicamente al ámbito gastronómico; la caldera también puede ser utilizada en hospitales, laboratorios o talleres donde se requiera la esterilización de materiales, ampliando así su campo de utilidad y su valor en el mercado.

MARCO TEÓRICO

Nombre del Proyecto:

VaporSeguro

Concepto del proyecto

El proyecto consiste en el diseño y construcción de una caldera de vapor artesanal, alimentada por una mezcla de gas, carbón y leña, destinada a la esterilización de utensilios de cocina en pequeños negocios, comedores, hospitales y otros entornos que requieren altos estándares de higiene. Su objetivo principal es ofrecer una solución práctica, económica y segura que permita mantener utensilios limpios, reduciendo riesgos de contaminación y garantizando la seguridad alimentaria o sanitaria.

Enfoque según la pirámide de Maslow.

El proyecto se vincula principalmente al nivel de seguridad dentro de la pirámide de las necesidades humanas, donde la necesidad de la seguridad la referimos a la protección de riesgos físicos y de salud. La caldera de vapor mira que satisfaga la necesidad de asegurar el entorno higiénico que uno tiene al momento de ingerir los alimentos que nuestro cuerpo necesita por lo cual el uso de este dispositivo de esterilización es necesario para el cuidado de las personas al igual ayuda a evitar la proliferación de microorganismos que puedan causar enfermedades, tanto en la preparación de alimentos como también en otros entornos que requieran de un cuidado de los utensilios que se utilizan.

Por otra parte, el proyecto también responde a necesidades sociales vinculadas con la interacción humana y el sentido de pertenencia. Los establecimientos que garantizan condiciones higiénicas adecuadas fortalecen la confianza de los clientes y consumidores, lo que se traduce en una mejor reputación y una relación social más sólida entre los prestadores de servicios y su comunidad. A su vez, esto fomenta el trabajo colaborativo y el compromiso social hacia prácticas responsables y seguras en la preparación de alimentos, contribuyendo a una cultura de prevención y bienestar colectivo.

En conjunto, la caldera artesanal de vapor no solo cumple con una finalidad técnica o económica, sino que también promueve la satisfacción integral de necesidades humanas básicas y sociales, elevando el nivel de vida y fortaleciendo la confianza en los entornos donde la higiene y la salud son prioritarias.

Importancia del proyecto

En la actualidad, la higiene en la manipulación y preparación de alimentos es una de las principales preocupaciones de los sectores de salud y alimentos. En Guatemala, según datos del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS, 2024), las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) aumentaron un 17% en los últimos años, siendo la mala limpieza de utensilios de cocina uno de los factores determinantes.

Por otro lado, los pequeños negocios de comida, comedores escolares, ventas callejeras y hospitales rurales enfrentan serias limitaciones para acceder a equipos de esterilización modernos, cuyo costo promedio supera los Q120,000, un monto inaccesible para emprendedores que generan ingresos menores a Q5,000 mensuales.

Q

Ahora Guatemala Deportes

PRENSA LIBRE

Iniciar sesión

Suscribase

Ventas callejeras en alrededores de hospital de Xela están contaminadas

Higiene

En una nota publicada recientemente en Prensa Libre, Juan José Escalante, epidemiólogo del Hospital Regional de Occidente, expuso que la mala higiene y "el alto consumo de comida callejera" son las principales causas de infecciones entre los quetzaltecos.

"No todas la ventas tienen medidas de higiene. Puede haber ventas de comida en la calle, pero deben darse con una higiene correcta de los alimentos, desde su producción hasta su exposición a la venta", expresó.

Frente a este contexto, la caldera de vapor artesanal representa una solución viable, económica y funcional que permite esterilizar utensilios de cocina utilizando una mezcla de gas, carbón y leña, fuentes energéticas disponibles en casi cualquier región del país. Su costo de fabricación de Q7,000 la convierte en una alternativa accesible que democratiza el acceso a la tecnología de esterilización con el fin de mejorar el servicio y no solo esto sino que también cuidar la salud de las personas que consuman alimentos.

costos de calderas en el mercado

Al momento de realizar la investigación buscando distintas opciones que se encuentran en el mercado se encontraron que las calderas que se encuentran son de dimensiones más grandes y por ende cuentan con precios más elevados teniendo las siguientes comparaciones:

Tipo de caldera	Costo promedio (Q)	Fuente de energía	Uso principal
Industrial (acero inoxidable)	120,000 – 150,000	Eléctrica o gas	Hospitales y plantas alimentarias
Semiindustrial	80,000 – 100,000	Gas	Restaurantes grandes
Artesanal (proyecto)	7,000	Gas, carbón y leña	Comedores, hospitales rurales

Comparando los distintos precios tenemos que la caldera con la que contamos representa un ahorro promedio entre el 90% y el 95% comparado con el costo de una caldera industrial.

Posibilidad de sustitución o alternativas

Una revisión del mercado nacional y regional demuestra que no existen productos con las mismas características y costos. Las calderas disponibles son industriales, eléctricas o de gas y no ofrecen la versatilidad de energía mixta (gas, carbón y leña).

Si se intentara sustituir este proyecto con una caldera comercial de segunda mano, el precio mínimo seguiría rondando los Q40,000, lo que mantiene al prototipo artesanal como la opción más rentable y accesible en términos de costo-beneficio.

Toma de decisiones del proyecto

La toma de decisiones es un proceso fundamental en el desarrollo del proyecto de la caldera artesanal, ya que permite seleccionar las mejores alternativas técnicas, económicas y de seguridad para garantizar su viabilidad. se puede detallar el proceso de la siguiente forma:

1. Definir el problema

El problema identificado es la necesidad de contar con un método accesible y eficiente para la esterilización de utensilios de cocina, especialmente en pequeños negocios o instituciones con recursos limitados. Las calderas industriales disponibles en el mercado son costosas y poco accesibles para microempresas, por lo que se plantea diseñar una caldera artesanal de bajo costo capaz de realizar la misma función en menor escala.

2. Analizar el problema

En esta fase se recopila información sobre materiales, costos de producción, consumo de combustible, seguridad, normativas sanitarias y de funcionamiento. Se comparan las calderas existentes en el mercado con la alternativa artesanal para conocer ventajas y limitaciones.

3. Evaluar las alternativas

Se consideran distintas configuraciones de materiales, fuentes de calor, dimensiones y tipos de válvulas o tuberías. También se evalúan los costos, la vida útil, el mantenimiento y el impacto ambiental.

4. Elegir la alternativa

Se selecciona el diseño más viable según los criterios técnicos, económicos y de seguridad. La decisión final se toma considerando el equilibrio entre bajo costo, eficiencia y durabilidad.

5. Aplicar la decisión

En esta última fase se construye y prueba el prototipo final de la caldera artesanal. Se realizan ajustes de funcionamiento, pruebas de presión, control de temperatura y eficiencia del vapor. Finalmente, se documentan los resultados técnicos y financieros.

Profesionales involucrados en la toma de decisiones

Para que el proyecto tenga un adecuado desarrollo y funcionamiento es fundamental el contar con la participación de un equipo interdisciplinario de profesionales los cuales contribuyan con sus conocimientos en las distintas áreas como lo son las técnicas, científicas y económicas en las cuales intervienen en el proyecto donde cada uno de los profesionales interviene en diferentes etapas del proceso de toma de decisiones donde vamos desde la definición del problema hasta la implementación de soluciones lo cual asegura la viabilidad en distintos aspectos del proyecto siendo los siguientes profesionales:

- **Ingeniero Mecánico:** Encargado del diseño estructural y térmico de la caldera, analiza la transferencia de calor, la presión interna y la selección de materiales adecuados para soportar las condiciones de trabajo. Su aporte garantiza la eficiencia energética y la seguridad del sistema.
- **Ingeniero Industrial:** Supervisa la planificación y optimización del proceso de fabricación, el control de calidad y la mejora de la productividad. Además, evalúa los costos de producción y los tiempos de ejecución, buscando siempre la mayor eficiencia con los recursos disponibles.
- **Microbiólogo o Ingeniero en Alimentos:** Determina las condiciones de temperatura y tiempo necesarias para lograr una esterilización efectiva de los utensilios, asegurando que se cumplan los estándares sanitarios y de inocuidad alimentaria. Su intervención respalda científicamente la efectividad del producto final.
- **Ingeniero Químico:** Evalúa el comportamiento de la mezcla de combustibles (gas, carbón y leña), analizando su eficiencia calorífica y el impacto ambiental de su combustión. También puede asesorar en el diseño de cámaras de combustión más limpias y sostenibles.
- **Ingeniero Electricista o Electrónico:** Asesora en la posible incorporación de controles automáticos de temperatura o presión, válvulas eléctricas o sensores que mejoran la precisión y la seguridad del sistema.

- **Soldador Calificado o Técnico en Calderas:** Ejecuta la construcción física del prototipo, aplicando técnicas de soldadura seguras y resistentes a la presión. Su conocimiento práctico es esencial para asegurar la integridad estructural del equipo.
- **Administrador Financiero o Economista:** Analiza la viabilidad económica del proyecto, aplicando herramientas como el VAN (Valor Actual Neto), la TIR (Tasa Interna de Retorno) y el Período de Recuperación. Su aporte permite determinar si la inversión es rentable y sostenible a largo plazo.
- **Especialista en Seguridad Industrial:** Garantiza que el diseño y la operación del equipo cumplan con las normas de seguridad aplicables, minimizando riesgos para los usuarios y el entorno.

Tipología del Proyecto

El presente proyecto corresponde a una tipología de proyecto tecnológico-productivo, enfocado en el diseño, construcción y aplicación práctica de una caldera artesanal de vapor destinada a la esterilización de utensilios de cocina en negocios de alimentos, hospitales o entornos donde se requiera mantener altos niveles de higiene.

1. Según su naturaleza

El proyecto es de tipo tecnológico-aplicado, ya que implica la utilización de principios científicos e ingenieriles para desarrollar una solución funcional que responda a una necesidad concreta: la desinfección eficiente de utensilios mediante vapor. No se trata únicamente de una investigación teórica, sino de la creación tangible de un prototipo con aplicación real y medible.

2. Según su propósito

Este es un proyecto productivo, pues tiene como finalidad generar un producto con potencial comercial, capaz de ser fabricado y vendido a diferentes sectores que requieran procesos de esterilización accesibles y económicos. Además, busca optimizar recursos locales y materiales reciclados para reducir costos de fabricación sin comprometer la funcionalidad.

3. Según su alcance

El proyecto tiene un alcance experimental y demostrativo, dado que se desarrolla un prototipo artesanal a pequeña escala con la intención de probar su funcionamiento, evaluar su desempeño térmico y su eficiencia de esterilización, para posteriormente escalarlo a una posible producción semi industrial.

4. Según su enfoque

Su enfoque es interdisciplinario, ya que integra conocimientos de ingeniería mecánica, industrial, química, microbiología y seguridad ocupacional. Esta combinación de áreas permite garantizar que la caldera no solo funcione correctamente, sino que también sea segura, eficiente y cumpla con parámetros de higiene y normativas técnicas.

5. Según su impacto

El impacto del proyecto es social y económico:

- **Social:** porque contribuye a mejorar las condiciones sanitarias en la manipulación de alimentos, reduciendo riesgos de contaminación y enfermedades gastrointestinales.
- **Económico:** porque ofrece una alternativa más económica y accesible frente a las calderas industriales del mercado, fomentando la innovación local y el emprendimiento artesanal.

6. Según su duración

El proyecto se clasifica como corto plazo, debido a que su implementación, pruebas y validación pueden completarse en un período menor a un año, considerando que su vida útil estimada es de aproximadamente dos años, lo que permite su rápida evaluación de desempeño y retorno económico.

Racionalidad del Proyecto

La racionalidad del proyecto radica en la necesidad de contar con un sistema económico, seguro y eficiente para la esterilización de utensilios de cocina, especialmente en entornos donde el acceso a equipos industriales es limitado por su alto costo o complejidad técnica. La propuesta de construir una caldera artesanal de vapor surge como una alternativa viable que combina tecnología accesible, materiales reciclables y bajo consumo energético, manteniendo la funcionalidad requerida para garantizar la correcta desinfección de los utensilios.

Desde el punto de vista técnico, el proyecto se justifica por su simplicidad de diseño y facilidad de operación. La caldera puede fabricarse utilizando materiales comunes como acero, válvulas de presión y un sistema de cierre hermético, asegurando un rendimiento adecuado con un mantenimiento mínimo. Su capacidad aproximada para esterilizar 10 utensilios por ciclo la hace funcional para pequeños negocios, comedores, panaderías o instituciones educativas.

En el aspecto económico, la racionalidad se sustenta en la alta relación costo-beneficio del equipo. Mientras una caldera industrial puede representar una inversión superior a Q40,000, la caldera artesanal propuesta puede construirse con una inversión de aproximadamente Q7,000, ofreciendo un desempeño similar a menor escala. Además, el ahorro en energía y mantenimiento contribuye a una mayor rentabilidad a largo plazo, haciendo del proyecto una opción económicamente viable para comunidades o emprendedores locales.

Desde el punto de vista social, el proyecto busca mejorar las condiciones de higiene y salud pública, ya que la correcta esterilización de utensilios reduce significativamente el riesgo de contaminación cruzada y enfermedades transmitidas por alimentos. De esta manera, el proyecto contribuye al bienestar colectivo y promueve la adopción de prácticas sanitarias adecuadas en sectores con recursos limitados.

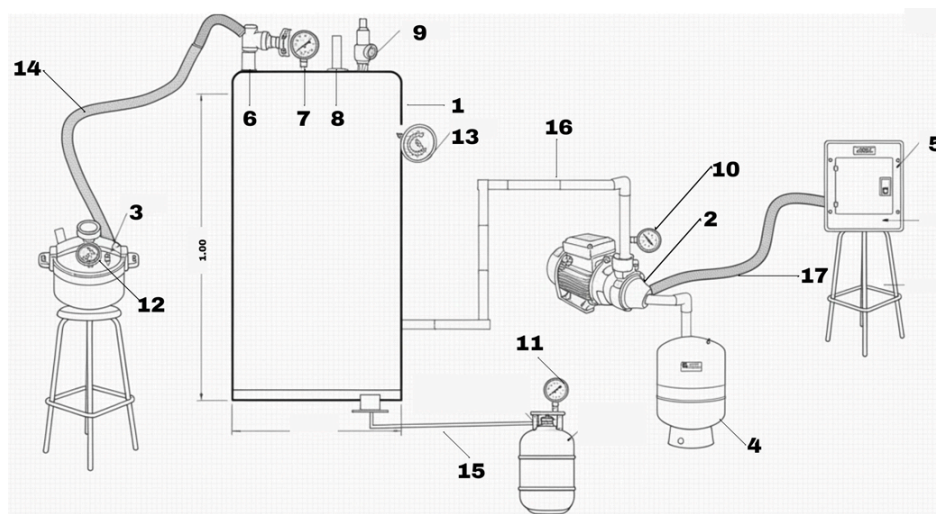
Por último, en el ámbito ambiental, la caldera artesanal tiene una racionalidad ecológica, ya que puede construirse parcialmente con materiales reutilizados, como cilindros metálicos o partes de equipos en desuso, reduciendo el impacto ambiental derivado de la fabricación de nuevos componentes.

Datos Técnicos del Proyecto

La caldera artesanal propuesta es un recipiente metálico cerrado diseñado para calentar agua y generar vapor mediante la combustión controlada de una mezcla de gas, carbón y leña. El vapor producido es conducido a través de una válvula de salida hacia el área de aplicación, donde se emplea para la esterilización de utensilios de cocina.

El diseño busca un equilibrio entre eficiencia térmica, seguridad y bajo costo de fabricación, utilizando materiales disponibles localmente y técnicas de ensamblaje artesanales, sin comprometer la funcionalidad ni la resistencia estructural.

Componentes principales de la caldera



1. **Caldera:** Recipiente metálico cerrado que calienta el agua hasta convertirla en vapor mediante la combustión del gas. Está construida para soportar altas presiones y temperaturas, y constituye el componente principal del sistema.
2. **Bomba centrífuga de impulsión hidráulica:** Dispositivo que suministra el agua hacia la caldera, garantizando un flujo constante y la presión adecuada para mantener el nivel de líquido dentro del generador de vapor.
3. **Autoclave:** Recipiente hermético que recibe el vapor generado por la caldera. Su función es esterilizar utensilios de cocina mediante la acción combinada de presión y temperatura.
4. **Recipiente de suministro de agua:** Contenedor donde se almacena el agua que será impulsada hacia la caldera. Mantiene un volumen constante para evitar el funcionamiento en seco de la bomba.
5. **Tablero eléctrico de control:** Sistema que alimenta y controla el encendido de la bomba de agua.
6. **Válvula de control de vapor:** permite regular o cerrar el flujo de vapor hacia la autoclave, controlando la presión de salida desde la caldera.
7. **Manómetro de glicerina de presión de vapor:** Instrumento que mide la presión interna del vapor dentro de la caldera. La glicerina amortigua vibraciones para obtener lecturas precisas.
8. **Indicador de nivel tipo flotador:** dispositivo mecánico que señala el nivel de agua dentro de la caldera, ayudando a evitar sobrecalentamientos por bajo nivel.
9. **Válvula de alivio:** Elemento de seguridad que libera vapor automáticamente cuando la presión supera el límite máximo permitido, previniendo explosiones o daños estructurales.
10. **Manómetro de la bomba:** Mide la presión del agua impulsada por la bomba hacia la caldera, permitiendo verificar el correcto funcionamiento del sistema de alimentación.
11. **Manómetro de salida del gas:** Instrumento que mide la presión de salida del gas del cilindro hacia el quemador, asegurando un flujo estable y seguro de combustible.
12. **Termómetro de la autoclave:** Mide la temperatura interna de la autoclave durante el proceso de esterilización, garantizando que se alcance la temperatura necesaria para eliminar microorganismos.
13. **Termómetro de la caldera:** Controla la temperatura del agua o vapor dentro de la caldera, permitiendo monitorear la eficiencia térmica y prevenir sobrecalentamientos.

14. **Manguera flexible reforzada para alta temperatura:** Conducto diseñado para transportar vapor de alta presión desde la caldera hasta la autoclave, fabricado con materiales resistentes al calor y la presión.
15. **Manguera flexible de suministro de gas LP:** Conecta el cilindro de gas al sistema de combustión de la caldera, fabricada con material resistente a hidrocarburos y con conexiones seguras.
16. **Tubería de alimentación hidráulica:** Conduce el agua desde el tanque de almacenamiento hasta la bomba y de esta hacia la caldera. Puede ser de cobre, acero galvanizado o PVC de alta presión.
17. **Conductor eléctrico de alimentación:** Cable que transmite la energía eléctrica desde el tablero de control hasta el motor de la bomba, protegido con aislamiento termo resistente y adecuado calibre.