



**UNIVERSIDAD NACIONAL
“PEDRO RUIZ GALLO”**



FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

TESIS

Para Optar el Título profesional de:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

**“Propuesta de un método alternativo para la selección
del caldero de vapor del nuevo hospital San Martín de
Porres de Iberia”**

Autor:

Neciosup Neciosup, John Cristian

Asesor:

Aguinaga Paz, Amado

LAMBAYEQUE – PERÚ

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”



FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

TESIS

Para Optar el Título profesional de:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

“Propuesta de un método alternativo para la selección
del caldero de vapor del nuevo hospital San Martín de
Porres de Iberia”

Autor:

Neciosup Neciosup, John Cristian

Aprobado por el jurado Examinador:

PRESIDENTE : Dr. Ing. Fredy Dávila Hurtado

SECRETARIO : Ing. Héctor Antonio Oviden Nuñez

MIEMBRO : Msc. Ing. Carlos Javier Cotrina Saavedra

ASESOR : Dr. Ing. Amado Aguinaga Paz

LAMBAYEQUE – PERÚ

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”



FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

TESIS

TITULO:

Propuesta de un método alternativo para la selección del caldero de vapor del nuevo hospital San Martín de Porres de Iberia

CONTENIDOS

- Capítulo I : Problema de investigación
 - Capítulo II : Marco teórico
 - Capítulo III : Marco metodológico
 - Capítulo IV : Propuesta de investigación
 - Capítulo V : Análisis e interpretación de los resultados
 - Capítulo VI : Conclusiones y Recomendaciones
- Referencias Bibliográficas
- Anexos

Dr. Ing. Fredy Dávila Hurtado
PRESIDENTE

Ing. Héctor Antonio Oliden Nuñez
SECRETARIO

MSC. Ing. Carlos Javier Cotrina Saavedra
MIEMBRO

DR. Ing. Amado Aguinaga Paz
ASESOR

LAMBAYEQUE – PERÚ

2023

Dedicatoria

Este trabajo de investigación está dedicado:

A mis padres, María Marlene y Juan de Dios, por el enorme sacrificio realizado para poder llevar a cabo mis estudios universitarios y convertirme en un profesional que aporte a la sociedad.

A mis abuelos, Juana Reyes, Isabel Gómez, Pedro Neciosup y Rufino Neciosup (que Dios lo tenga en su gloria), por cada consejo, por cada apoyo en mi vida universitaria.

A todos mis tíos, en especial a mis tíos José Marino Neciosup Reyes y Luis Neciosup Gómez. El primero por creer en mí y mi inteligencia, y apoyarme en mis estudios universitarios, al segundo por creer en mis habilidades como egresado y profesional y ser mi primer jefe y referencia profesional para desempeñarme en el mundo laboral de la ingeniería.

A la comunidad universitaria investigadora, que busca ampliar los conocimientos en el sistema de vapor hospitalario.

Agradecimientos

El agradecimiento especial a:

Dios todo poderoso, el ser supremo, que otorga al ser humano el conocimiento general, siendo la ingeniería uno de sus más grandes dotes. Además de ayudarme a seguir en mis estudios en los momentos más difíciles de mi vida.

Dr. Amado Aguinaga Paz, el docente que desde las aulas inculcó el interés en los sistemas de vapor y la termodinámica y por ser la persona guía para la elaboración del presente trabajo de investigación.

Ing. Juan J. Martínez Chang, por ser el amigo y profesional que siempre me animó a crecer como profesional y como persona.

Al ing. Wilmer Espinoza Santos, por su comprensión y apoyo en brindarme las facilidades en la realización de este trabajo de investigación.

A todas las personas que contribuyeron en la búsqueda de información para el desarrollo del presente trabajo de investigación en especial a mis amigos, Luis Sánchez Mansilla, el Ing. Julio Samamé y al ing. Orlando Chancafe Ángeles.

Resumen

La presente investigación se planteó como objetivo realizar la propuesta de un método alternativo para la selección del caldero de vapor del nuevo hospital San Martín de Porres de Iberia, pues se identificó la ausencia de un caldero de vapor que satisfaga de flujo de vapor a los distintos equipos del hospital en estudio. Por consiguiente, se formuló el problema de investigación ¿Como seleccionar en forma adecuada un caldero de vapor mediante un método alternativo para el nuevo hospital San Martín de Porres de Iberia? La metodología según su finalidad es de tipo aplicada, un diseño no experimental, de corte transversal, y empleó como muestra para el cumplimiento de los objetivos específicos, a los equipos de vapor para el nuevo hospital nivel II-E San Martín de Porres de Iberia. Los resultados fueron que, se identificó el equipamiento de las UPS de nutrición, UPS de lavandería, UPSS de esterilización, UPSS de tratamiento de residuos sólidos y UPS de sala de máquinas siguiendo una serie de actividades detalladas en flujogramas, siendo mediante el análisis de los equipos la identificación de los parámetros de diseño y los criterios técnicos y que son una capacidad de 588.57 kW (60 BHP). El caldero seleccionado tiene una eficiencia térmica de 82%, una capacidad de producción de vapor de 939 kg/h (2070 lb/h) y una presión de 1MPa (150 psi). En conclusión, el caldero seleccionado permitirá atender la capacidad de 588.57 kW (60 BHP).

Palabras clave: Carga Térmica, Flujo de Vapor, Selección de caldero, UPS y UPSS

Abstract

The aim of this research was to propose an alternative method for the selection of the steam boiler of the new hospital San Martín de Porres de Iberia, as the absence of a steam cauldron satisfying the steam flow to the different teams of the hospital under study was identified. The problem of investigation was therefore How to properly select a steam boiler using an alternative method for the new San Martín de Porres hospital in Iberia? The methodology according to its purpose is of the applied type, a non-experimental, cross-sectional design, and used as a sample for the fulfillment of the specific objectives, the steam equipment for the new hospital level II-E San Martín de Porres de Iberia. The results were that, identified the equipment of nutrition UPS, laundry UPS, sterilization UPSS, solid waste treatment UPSS and machine room UPS following a series of detailed activities in flowcharts, being by analysis of the equipment the identification of design parameters and technical criteria and which are a capacity of 588.57 kW (60 BHP). The selected boiler has a thermal efficiency of 82%, a steam production capacity of 939 kg/h (2070 lb/h), and a pressure of 1MPa (150 psi). In conclusion, the selected cauldron will serve the capacity of 588.57 kW (60 BHP).

Keywords: Thermal Charge, Steam Flow, Cauldron Selection, UPS and UPSS

Índice

Dedicatoria.....	4
Agradecimientos	5
Resumen	6
Abstract	7
Índice	8
Índice de tablas.....	10
Índice de figuras	14
INTRODUCCIÓN.....	15
CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	17
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA	17
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	25
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	25
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	25
1.3. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	26
1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	27
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	28
1.6. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	30
1.6.3. OBJETIVO GENERAL	30
1.6.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	30
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	31
2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIOS	31
2.2. DESARROLLO DE LA TEMÁTICA CORRESPONDIENTE AL TEMA INVESTIGADO.....	34
2.3. DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LA TERMINOLOGÍA EMPLEADA	61
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	63
3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	63
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	63
3.3. HIPÓTESIS	64

3.3.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	64
3.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	64
3.4. VARIABLES – OPERACIONALIZACIÓN.....	64
3.5. MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN	66
3.6. DESCRIPCIÓN DEL(OS) INSTRUMENTO(S) UTILIZADO(S).....	66
3.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS	67
CAPÍTULO IV: PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN	68
4.1. PRESENTACIÓN DEL MÉTODO ALTERNATIVO	68
4.2. DIAGRAMA DE FLUJO PARA LAS UPS Y UPSS.....	70
CAPÍTULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	76
5.1. RESULTADOS EN TABLAS Y GRÁFICOS.....	76
5.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	108
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	110
6.1. CONCLUSIONES.....	110
6.2. RECOMENDACIONES.....	111
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	113
ANEXOS.....	121

Índice de tablas

Tabla 1 Características generales del Hospital de San Martín de Porres de Iberia ..	18
Tabla 2 UPSS actuales del hospital San Martín de Porres de Iberia	19
Tabla 3 UPS actuales del hospital de San Martín de Porres de Iberia	20
Tabla 4 Características técnicas para el generador de vapor (caldera).....	42
Tabla 5 Características para los accesorios para el generador de vapor	42
Tabla 6 Descripción de la sala de calderas	43
Tabla 7 Características de la estación reductora de presión	44
Tabla 8 Consideraciones para el cálculo del número de comensales	44
Tabla 9 Factores de ropa diaria por cama.....	45
Tabla 10 Porcentajes de distribución según los equipos de lavandería	45
Tabla 11 Número mínimo de lavadoras y la capacidad de lavadora adicional	45
Tabla 12 Cargas por hora según la capacidad de la secadora centrífuga	45
Tabla 13 Tipos de tratamiento de residuos sólidos	46
Tabla 14 Métodos de esterilización.....	47
Tabla 15 Tiempos de esterilización en autoclave (en minutos)	48
Tabla 16 Parámetros de control de autoclaves en general.....	48
Tabla 17 Tipos de esterilizadores a vapor.....	49
Tabla 18 Presiones manométricas de trabajo de los equipos	49
Tabla 19 Características de las calderas a las cuales se aplica la Norma Técnica Peruana 350.300	50

Tabla 20 Rangos y categorías de eficiencia térmica (combustible/vapor) para calderas de vapor saturado	52
Tabla 21 Dotación diaria de agua caliente en hospitales	53
Tabla 22 Ejemplo de composición de alimentos de una dieta completa - desayuno	56
Tabla 23 Ejemplo de composición de alimentos de una dieta completa - almuerzo .	56
Tabla 24 Ejemplo de composición de alimentos de una dieta completa - cena.....	57
Tabla 25 Datos para la cocción de los alimentos principales	58
Tabla 26 Condiciones estándares para método de esterilización.....	58
Tabla 27 Criterios para la selección de equipos.....	59
Tabla 28 Datos para el cálculo de volumen de material esterilizado	59
Tabla 29 Número promedio de procesos en cada método de esterilización.....	60
Tabla 30 Operacionalización de variables.....	65
Tabla 31 Número de equipamiento según la UPSS	69
Tabla 32 Número de ambientes de servicio para cada UPSS	70
Tabla 33 Distribución de marmitas para el almuerzo.....	77
Tabla 34 Distribución de marmitas para desayuno y cena	77
Tabla 35 Resumen de cálculo de la densidad de suspensión y capacidad de marmitas	79
Tabla 36 Capacidades comerciales de marmitas.....	79
Tabla 37 Datos generales para el consumo de vapor de las marmitas	79
Tabla 38 Flujo de vapor para el proceso de nutrición.....	80
Tabla 39 Selección de marmitas	81
Tabla 40 Capacidad diaria de lavado	82

Tabla 41 Cargas diarias de ropa	83
Tabla 42 Capacidad de los equipos de lavandería.....	83
Tabla 43 Capacidad y cantidad de lavadoras.....	85
Tabla 44 Capacidad y cantidad de secadoras.....	85
Tabla 45 Capacidad y cantidad de calandras.....	85
Tabla 46 Capacidad y cantidad de prensas	86
Tabla 47 Volúmenes totales diarios	87
Tabla 48 Datos generales para el consumo de vapor de las esterilizadoras	88
Tabla 49 Flujo de vapor para el proceso de esterilización.....	89
Tabla 50 Datos generales para el consumo de vapor de las esterilizadoras	93
Tabla 51 Flujo de vapor para el proceso de tratamiento de residuos sólidos	94
Tabla 52 Datos generales para el consumo de vapor de los calentadores de agua .	97
Tabla 53 Flujo de vapor para los calentadores de agua.....	97
Tabla 54 Demanda de vapor y presión de trabajo por equipos de la UPS Nutrición (Cocina)	98
Tabla 55 Demanda de vapor y presión de trabajo por equipos de la UPS Lavandería	98
Tabla 56 Demanda de vapor y presión de trabajo por equipos de la UPSS Esterilización	99
Tabla 57 Demanda de vapor y presión de trabajo por equipos de la UPS Residuos sólidos	99
Tabla 58 Demanda de vapor y presión de trabajo por equipos de la UPS Sala de máquinas.....	99

Tabla 59 Demanda de vapor y presión máxima de trabajo por UPS y UPSS.....	100
Tabla 60 Resumen de indicadores de funcionamiento para las UPS y UPSS que requieren vapor.....	104
Tabla 61 Distribución del consumo individual de vapor y consumo total de vapor de acuerdo a los horarios específicos de funcionamiento de cada UPS / UPSS.....	105
Tabla 62 Resumen de normas para la fabricación, materiales y pruebas de la caldera	107
Tabla 63 Características de la caldera	107
Tabla 64 Cotización económica	108

Índice de figuras

Figura 1 Lavadora industrial del Hospital San Martín de Porres de Iberia	21
Figura 2 Área de secado del Hospital San Martín de Porres de Iberia	22
Figura 3 Área de planchado y distribución de ropa limpia del Hospital San Martín de Porres de Iberia	22
Figura 4 Área de secado de ropa del Hospital San Martín de Porres de Iberia	23
Figura 5 Pozo de acumulación de residuos sólidos	23
Figura 6 Ubicación del hospital San Martín de Porres de Iberia	26
Figura 7 Calderas pirotubulares	37
Figura 8 Detalle de una caldera pirotubular	41
Figura 9 Etapas de la propuesta	68
Figura 10 Flujograma para seleccionar el equipamiento de la UPS de Nutrición	70
Figura 11 Flujograma para seleccionar el equipamiento de la UPS de lavandería...	71
Figura 12 Flujograma para seleccionar el equipamiento de la UPS de esterilización	72
Figura 13 Flujograma para seleccionar el equipamiento de la UPSS tratamiento de residuos sólidos	72
Figura 14 Flujograma para seleccionar el equipamiento de la UPS de sala de máquinas	73
Figura 15 Flujograma para seleccionar el caldero.....	74

INTRODUCCIÓN

Todo ser humano tiene como derecho fundamental el libre acceso a un estándar de salud mental y física de calidad, convirtiéndose en una obligación moral e imperativa de las naciones. Por lo tanto, un sistema de salud equitativo y de calidad involucra reforzar y fortalecer el nivel básico de atención, además de garantizar que aquellos enfermos que necesitan de atenciones más complejas puedan tener acceso a una atención hospitalaria (Soto, 2019).

Según Burgos (2022) el vapor de agua debido a sus múltiples aplicaciones y a su potencial energético ha causado un aumento en la instalación de generadores de vapor, formando parte importante en sectores como el industrial, hotelero y hospitalario para actividades como el calentamiento de agua, la cocción de alimentos, la esterilización, la generación de la electricidad, entre otros.

Ante el panorama que se describe anteriormente es necesario que todos los hospitales del Estado Peruano cuenten con los equipos, la atención y la infraestructura necesaria, que garanticen un servicio de calidad y de libre acceso a la población, siendo los calderos de vapor parte importante y fundamental en el ambiente hospitalario. Debido a ello, es que la actual investigación tuvo como problema de investigación: ¿Como seleccionar en forma adecuada un caldero de vapor mediante un método alternativo para el nuevo hospital San Martín de Porres de Iberia?, y como hipótesis a la pregunta anteriormente formulada se tuvo que El método alternativo propuesto contribuye en seleccionar el caldero de vapor del nuevo hospital San Martín

de Porres de Iberia. Ante ello, se presenta como objetivo general: Realizar la propuesta de un método alternativo para la selección del caldero de vapor del nuevo hospital San Martín de Porres de Iberia.

El presente trabajo de investigación presenta justificación e importancia debido a que contribuye a incrementar el conocimiento sobre la obtención de parámetros de diseño para la adquisición de un caldero que se ajuste a las necesidades de un establecimiento que requiere vapor, siendo el caso de estudio un hospital para garantizar una selección idónea según sus equipos.

Para realizar la correcta selección del caldero de vapor, primeramente, se establece la situación actual del flujo de consumo de vapor de los equipos del Hospital San Martín de Porres de Iberia, pues se requiere establecer el consumo de cada equipo, seguidamente, se determinó los parámetros de diseño mediante la revisión de la normativa vigente y de investigaciones precedentes, lo que permite establecer la carga térmica total, y de los factores que influyen para la selección de la capacidad comercial del caldero. Finalmente, con los valores obtenidos se seleccionó un caldero de vapor para el hospital San Martín de Porres de Iberia, mediante el método de cálculo propuesto.

CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

En la actualidad, el vapor presenta una variedad de aplicaciones, por lo que el flujo de vapor es altamente demandado en distintas industrias, así, por ejemplo, en la industria de salud es altamente requerido por los beneficios que logra debido a que distintos procesos requieren vapor como fuente de energía. Ante ello, es necesario contar con un generador de vapor, puesto que estos equipos cumplen un rol importante y fundamental en la eficiencia de los sistemas. Es decir, que para que muchos de los procesos que se manejan en un hospital se lleven a cabo, es necesario el vapor (Recinos, 2021).

Según Adu (2020) los residuos sanitarios están aumentando en cantidad y diversidad en todo el mundo. Las modernas instalaciones sanitarias se han convertido en grandes establecimientos que producen no solo desechos peligrosos, sino también desechos generales, como desechos de papelería y alimentos. La Organización Mundial de la Salud (2018) señala que aproximadamente el 85% de los residuos sanitarios se consideran no peligrosos (en comparación a los domésticos), el 10% se consideran infecciosos (equipos y materiales contaminados, animales infectados que provienen de laboratorios, muestras de diagnóstico descartadas, residuos contaminados con sangre, residuos de pacientes infectados y reservas y cultivos de agentes infecciosos) y desechos anatómicos (partes reconocibles de cadáveres de

animales y cuerpos), por último el 5% restante son desechos sanitarios considerados peligrosos (radiactivos, químicos).

Según Zinelli (2022) los hospitales que pertenecen al Ministerio de Salud peruano a diario brindan atención a pacientes con diversas patologías con diferente grado de complejidad, dicha atención no solo se centra en la calidez, el humanismo y el buen trato, sino que también en la capacidad real de resolver problemas y de los recursos materiales. Sin embargo, la realidad es que los hospitales del Ministerio de Salud del Perú están muy lejos de alcanzar los estándares de calidad necesarios, presentando marcadas deficiencias en la capacidad de dar solución a situaciones causadas por falta de equipamiento, deficiente adquisición de medicamentos y falta de métodos.

El Hospital San Martín de Porres de Iberia (HSMPI), se encuentra localizado en la Av. Mocopata S/N, distrito de Iberia, provincia de Tahuamanu, región Madre de Dios y es administrado por la DIRESA de la Región Madre de Dios. Sus características generales se observan en la Tabla 1.

Tabla 1

Características generales del Hospital de San Martín de Porres de Iberia

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Red de salud	Red de servicios de salud de Madre de Dios
Clasificación	Nivel II
Categoría asignada	Categoría 1
Código único RENAES	2793
Código Ubigeo	170302
Tipo de establecimiento	Establecimiento con internamiento
Resolución de categorización	209-205-DRS-GR-MDD/DSP

Nota. Tomado de Registro Nacional de Instituciones Prestadoras de Servicio de Salud – RENIPRESS

Actualmente el Hospital San Martín de Porres de Iberia consta de 17 camas en el área de hospitalización, 2 camas en el área de emergencia, una sala de operaciones, una sala de partos y cuenta con UPSS y UPS detallados en la Tabla 2 y Tabla 3 respectivamente.

Tabla 2

UPSS actuales del hospital San Martín de Porres de Iberia

Unidad Productora de Servicio de Salud (UPSS)	Áreas o ambientes
Consulta externa	Consultorio de Medicina general Consultorio de inmunizaciones Consultorio de Estimulación temprana Consultorio de Psicología Consultorio de Obstetricia Consultorio de Nutrición
Emergencia	Tópico de procedimientos Tópico de urgencias y emergencias
Hospitalización	Adultos Pediatria
Diagnóstico por imágenes	Radiología Ecografía
Farmacia	Farmacia
Esterilización	Esterilización

Nota. Tomado de Estudio de pre inversión a nivel de perfil PRONIS

Tabla 3*UPS actuales del hospital de San Martín de Porres de Iberia*

Unidad Productora de Servicio (UPS)	Áreas o ambientes
Transporte	Cochera para ambulancia
Casa de fuerza	Grupo electrógeno Subestación
Cadenada de frío	Cámaras frigoríficas Recepción y selección de ropa sucia
Lavandería	Entrega de ropa limpia Lavado de ropa Secado y planchado Jefatura de mantenimiento
Taller de mantenimiento	Oficina técnica de equipos de infraestructura Oficina técnica de equipos biomédicos
Salud ambiental	Cuartos de limpieza
Nutrición	Cocina y comedor

Nota. Tomado de Estudio de pre inversión a nivel de perfil PRONIS

El Hospital San Martín de Porres de Iberia actualmente no cuenta con un sistema de vapor (generación, distribución y retorno de condensado); a pesar que son instalaciones primordiales y básicas en un hospital como este, catalogado como Quirúrgico II-1. A continuación, se describe la evaluación de las principales UPS y UPSS del actual Hospital San Martín de Porres de Iberia (HSMPI) que deberían utilizar vapor:

UPS de Cocina: El actual HSMPI cuenta con un área para cocina y comedor, cuya área está concesionada con una empresa particular, teniendo un equipamiento de uso doméstico.

UPS de Lavandería planchado y costura: El actual HSMPI cuenta con un área que tiene equipamiento de uso doméstico con un estado regular. Los equipos que

presenta son tres (03) máquinas de coser del tipo doméstico, una (01) lavadora industrial, una (01) lavadora de 12 kg en estado inoperativo y una (01) plancha eléctrica doméstica.

UPSS de esterilización: En esta área se esteriliza el equipo quirúrgico y también la ropa de personal de intervenciones quirúrgicas. Tiene equipamiento eléctrico portátil para el proceso de esterilizado. Además, presenta dos (02) esterilizadores de calor seco en estado inoperativo y un (01) autoclave eléctrico de 80 litros.

En resumen, las UPS y UPSS antes mencionadas del actual HSMPI no cumplen la normativa que el MINSA exige para hospitales de nivel II. Pues la mayoría de sus equipos son de uso doméstico o están en desuso, y en consecuencia los servicios no tienen la calidad de asepsia exigida para un hospital. Esta problemática se observa en la Figura 1, Figura 2, Figura 3 y Figura 4.

Figura 1

Lavadora industrial del Hospital San Martín de Porres de Iberia



Figura 2

Área de secado del Hospital San Martín de Porres de Iberia



Nota. Esta figura detalla el secado de sábanas sin ningún cuidado de asepsia

Figura 3

Área de planchado y distribución de ropa limpia del Hospital San Martín de Porres de Iberia



Figura 4

Área de secado de ropa del Hospital San Martín de Porres de Iberia



Nota. Esta figura muestra una mala forma de secado de ropa

Por otro lado, el actual HSMPI no presenta un manejo adecuado de residuos sólidos, debido a que todos los residuos sólidos son arrojados a un hoyo (pozo en suelo) y luego son quemados como se muestra en la Figura 5.

Figura 5

Pozo de acumulación de residuos sólidos



Nota. Esta figura muestra el foco infeccioso provocado por los residuos sólidos del HSMPI

Este procedimiento de eliminación no es el adecuado debido al alto riesgo de contaminación ambiental, contaminación al personal de manipulación de residuos y sobre todo riesgo de focos de infecciones para la población que es atendida en el hospital. Para eliminar el impacto sanitario (infeccioso), se ha considerado una UPS para tratamiento de residuos sólidos.

En julio de 2013, el MINSA elaboró el documento técnico “Necesidades de inversión de los establecimientos estratégicos” para la región Madre de Dios, donde se identificó al Hospital San Martín de Porres (nivel II-1) como un establecimiento estratégico de salud (proyección a nivel II-E).

En junio de 2016, el Programa Nacional de Inversiones en Salud (PRONIS) ratifica al Hospital San Martín de Porres como establecimiento estratégico de salud, y empieza la elaboración del perfil del proyecto (proyección a nivel II-E), el cual es presentado en marzo de 2017.

En el periodo octubre de 2017 – marzo 2018, se empezó el desarrollo del expediente técnico para la obra y el equipamiento del hospital. Es aquí donde la presente investigación toma las nuevas características de las Unidades Productoras de Servicios de Salud (UPSS) y Unidades Productoras de Servicios (UPS) del hospital proyectado, para determinar el nuevo equipamiento que requiere vapor y estimar la carga térmica total para la selección de un caldero de vapor.

En base a que el MINSA, por medio del PRONIS, plantea realizar la demolición completa de la infraestructura existente y elaborar un nuevo diseño para mejorar la

calidad de las UPS y UPSS del HSMPI, considerando la selección de nuevos equipos con características del tipo industrial biomédico y que tengan la capacidad de abastecimiento para la nueva capacidad de atención hospitalaria.

Por lo expuesto, la presente investigación plantea un método alternativo para la selección del caldero pues se requiere vapor en las UPS de nutrición, lavandería y sala de máquinas, y las UPSS de esterilización y tratamiento de residuos sólidos, considerando las normas técnicas e investigaciones precedentes de salud para cada una de ellas, para posteriormente determinar la capacidad térmica total y hacer la selección del caldero.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cómo seleccionar en forma adecuada un caldero de vapor mediante un método alternativo para el nuevo hospital San Martín de Porres de Iberia?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cómo se va determinar el flujo de vapor de los equipos del nuevo Hospital San Martín de Porres de Iberia?
- ¿Cuáles son los parámetros de diseño considerando la revisión de la normativa vigente y de investigaciones precedentes del nuevo caldero de vapor?

- ¿Cuál es el caldero de vapor para el nuevo hospital San Martín de Porres de Iberia, mediante el método de cálculo propuesto?

1.3. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

A continuación, se presenta la delimitación que tuvo el presente trabajo de investigación.

Delimitación espacial

La presente investigación se realizó en el hospital San Martín de Porres de Iberia, el cual se encuentra ubicado en la Av. Mocopata S/N, distrito de Iberia, provincia de Tahuamanu, región Madre de Dios, cuya ubicación se encuentra en la Figura 6.

Figura 6

Ubicación del hospital San Martín de Porres de Iberia



Nota. Adaptado de [Hospital San Martín de Porres], de Google Maps, de (Google), s.f., <https://goo.gl/maps/k6b2vuxTH1XfvkYZ9>

Delimitación temporal

La investigación se desarrolló en un tiempo de 6 meses que comprende los meses de agosto a diciembre del 2022.

1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

La importancia de realizar la presente investigación surgió a raíz de identificar la ausencia de un sistema de vapor (generación, distribución y retorno de condensado); a pesar que son instalaciones primordiales y básicas en un centro de salud. Por tal motivo, se propone un método alternativo basado en normativas vigentes e investigaciones precedentes a fin de garantizar la entrega de vapor necesaria a los equipos del nuevo Hospital San Martín de Porres de Iberia.

Ante lo expuesto, la investigación demuestra el efecto de un método alternativo en la selección de un caldero de vapor tomando como caso de estudio el nuevo Hospital San Martín de Porres de Iberia, pues se evidencia la necesidad de compra de un caldero, sin embargo, los resultados obtenidos influyen en que se compra el equipo según las necesidades del centro hospitalario. Para identificar la justificación, se presenta las diversas justificaciones que conlleva su realización:

Una justificación teórica, pues se consideró referencias normativas vigentes y los hallazgos obtenidos en investigaciones precedentes con la finalidad de cimentar el procedimiento realizado, por lo que la investigación desarrolla, valida y genera una aportación al conocimiento sobre la selección de caldero de vapor, lo que beneficia a

futuros autores o personal profesional, brindar conocimiento sobre selección de calderos.

Una justificación social, pues los hallazgos obtenidos de la presente investigación beneficiarán al personal que laboral y a las personas internadas en el nuevo hospital San Martín de Porres de Iberia, pues se garantiza el flujo de vapor según la necesidad de los distintos equipos, lo que influirá en mejorar la calidad de atención que se percibe actualmente en el centro de salud.

Los problemas evidenciados con relación a la ausencia de un sistema de vapor (generación, distribución y retorno de condensado) impiden brindar un servicio de calidad, por lo que el método alternativo de selección de caldero pretende dar solución al problema presentado, pues se establece los equipos que requieren flujo de vapor, el máximo consumo probable en distintas horas, la demanda instalada y el factor de simultaneidad. Por tal motivo, los hallazgos obtenidos permitirán a la dirección del centro hospitalario adquirir un caldero de vapor según sus necesidades.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Los inconvenientes que se presentaron al desarrollar el presente trabajo fueron los siguientes:

- Recopilación de datos y antecedentes de la unidad de servicios generales y mantenimiento de las instalaciones del actual hospital San

Martín de Porres de Iberia, debido a la restricción de la información por parte del PRONIS.

- Mínima información en las normas técnicas de salud (NTS), en las normas técnicas peruanas (NTP) y el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) que caractericen y normalicen el proceso de selección de los equipos que funcionan a vapor
- Mínima cantidad de guías técnicas normadas por el MINSA para el dimensionamiento de los equipos que requieren vapor.
- Diversos métodos para el cálculo de la carga térmica de equipos sin considerar que las instalaciones son de carácter hospitalario.
- Demora y en ocasiones no hay respuesta de solicitudes de información técnica del Programa Nacional de Inversiones en Salud (PRONIS) adscrita al Ministerio de Salud

Lo expuesto, originó que el presente trabajo tome como complemento los estudios internacionales de organismos especializados en materia de salud tales como las normas de diseño de ingeniería del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) e incluso los manuales técnicos de marcas reconocidas en la distribución, instalación y montaje de componentes de calderos de vapor. Así mismo, fue necesario recibir asesoramiento para realizar las gestiones para la recolección de documentos técnicos.

1.6. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.3. OBJETIVO GENERAL

Realizar la propuesta de un método alternativo para la selección del caldero de vapor del nuevo hospital San Martín de Porres de Iberia.

1.6.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar la situación actual del Hospital San Martín de Porres de Iberia.
- Determinar los parámetros de diseño mediante la revisión de la normativa vigente y de investigaciones precedentes.
- Seleccionar el caldero de vapor para el hospital San Martín de Porres de Iberia, mediante el método de cálculo propuesto.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIOS

Dentro de los antecedentes a nivel internacional se tiene:

Castillo (2019), en su investigación tuvo como objetivo principal la elaboración del diseño del sistema de vapor para las áreas de central de equipos, cocina y lavandería de un hospital del seguro social. La investigación es de diseño no experimental, nivel descriptivo, y de tipo aplicada en la que obtuvieron como resultados que la caldera que produce el vapor trabaja a 125 BHP (1 226 kW) a una máxima presión de 150 psi (1 MPa), la cual presenta una capacidad teórica de producción de 4 313 libras de vapor por hora (1956 kg/h) y una máxima caída de presión de cada tubería de distribución de 3 psi (20.7 kPa). En este estudio se concluye que, la calidad del agua de alimentación y los requerimientos de presión, temperatura y consumo influyen en la cantidad y calidad de vapor que puede generar la caldera. Además, concluye que la disminución de costos de mantenimiento del sistema y la preservación de la vida útil de la caldera, es gracias al tratamiento del agua de alimentación.

Recinos (2021) en su artículo de investigación realizó la selección de un equipo generador de vapor (caldera) y su red de distribución para el Hospital Privado de Quetzaltenango. La investigación sigue una metodología de diseño no experimental, de tipo aplicada, además de nivel explicativo. Como resultados se obtuvo que, se utiliza una caldera de 20 BHP (196 kW) que trabaja a una máxima presión de 2070 kPa con una máxima capacidad de generación de vapor de 310 kg/h con una eficiencia

del 82%. En conclusión, el tamaño adecuado de una caldera se puede determinar conociendo los consumos de vapor de todos los equipos en las instalaciones del hospital. Además, para determinar el consumo de vapor de un esterilizador es necesario conocer la cantidad, tipo de material a esterilizar y el tiempo de un ciclo de esterilización. Lo mismo pasa con el consumo de vapor de las marmitas ya que se necesita tener conocimiento del tipo y cantidad de alimento a cocinar y el tiempo de cocción diario.

Llanes y Tito (2021) en su investigación realizaron una evaluación de la eficiencia en la generación de vapor de la caldera pirotubular. La investigación es de diseño teórico, nivel descriptivo y del tipo aplicada, en la que obtuvieron como resultados que la caldera trabaja con una alimentación de agua a 65 °C, con una presión de trabajo de 8 bar presenta una eficiencia del 86,17% y una caldera pirotubular de 150 BHP (1 471 kW) con la presión del combustible en el quemador de 210 o 215 psi (1.45 o 1.48 MPa respectivamente) con una eficiencia del 86,20%. Finalmente concluyeron que la eficiencia de la caldera está relacionada con el tipo de combustible, mala calibración del quemador, la combustión incompleta, entre otros.

Dentro de los antecedentes a nivel nacional se tiene:

Yauri (2018) en su investigación se propone evaluar la red de distribución de vapor en el Hospital. La investigación tiene un método de análisis y síntesis, con un diseño descriptivo simple, nivel descriptivo y tipo de investigación básica, en la que obtuvo como resultados mediante la evaluación que las tuberías de distribución deben

tener un diámetro de 3 ½ pulgadas (90 mm), que el aislamiento más económico y eficiente es del tipo lana de vidrio de 1 pulgada (25 mm) en la que hay una transferencia de calor de 56,5 W/m°C. y con un flujo de vapor de aproximadamente 1083 kg/h. Por lo que concluyeron que es necesario incrementar la capacidad de la demanda de la red de distribución de vapor en el Hospital Regional Ramiro Prialé.

Arroyo y Cruz (2020) en su investigación tuvo como objetivo analizar el sistema de generación de vapor del hospital mediante un programa de gestión energética. La investigación presenta un diseño pre-experimental de tipo aplicada. Los resultados obtenidos fueron que un caldero de 100 BHP (981 kW) presenta una eficiencia de 80,42% en el que existen gastos máxicos de: vapor flash de 18 kg/h, aire de combustión de 2127,60 kg/h, gases de chimenea de 2210,40 kg/h y purgas de 133,20 kg/h. Finalmente concluyeron que, el costo de generación de vapor es de 263,65 Soles/TM.

Horna (2019) en su trabajo de investigación tuvo como objetivo realizar la evaluación global del sistema de vapor para disminuir el gasto de combustible en el hospital. La investigación es de nivel descriptivo, tipo aplicada, y diseño no experimental. El resultado fue que, existen dos calderas, una Caldera Piro-tubular de 50 BHP (490.50 kW) - Espalda Seca con una eficiencia de 82,66% y una caldera Piro-tubular de 70 BHP (686.70 kW) - Espalda Húmeda cuya eficiencia es de 85,48%. Finalmente concluyeron que las calderas poseen una alta eficiencia.

Dentro de los antecedentes a nivel local se tiene:

Torres (2020) en su investigación realizó la optimización en el sistema de distribución de vapor y condensado en las instalaciones del hospital Regional de Lambayeque. La metodología aplicada una investigación del tipo descriptiva propositiva en la que obtuvo como resultados que existe una caldera de 80 BHP (784.76 kW) y que las redes de tuberías de vapor deberían tener tramos con un diámetro mayor de 1 ¼" (32 mm) para disminuir significativamente las pérdidas de presión. Finalmente concluyó que la caldera puede cubrir la demanda total de vapor máximo del hospital.

Manayay (2022) en su trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar energéticamente una caldera para aumentar su eficiencia en el proceso de producción de vapor. La metodología es de tipo de investigación no-experimental, prospectivo-transversal, y como resultados obtuvieron que se usa una caldera tipo acuotubular la cual produce 4000 kg vapor/hora a 115°C y 60 psi (413 kPa), y el agua ablandada que ingresa es a 68 psi (469 kPa) y 55°C. Asimismo, concluyó que la evaluación energética de la caldera demuestra una eficiencia de 64,65% (método directo) y 60,17% (método indirecto).

2.2. DESARROLLO DE LA TEMÁTICA CORRESPONDIENTE AL TEMA INVESTIGADO

2.2.1. TRANSFERENCIA DE CALOR

Según Çengel et al. (2019) la energía que es transferida en forma de calor se conoce como transferencia de calor y se produce cuando un cuerpo es colocado en

un medio que está a diferente temperatura, dicha energía se transfiere entre el cuerpo y el medio hasta que se logra que ambos tengan la misma temperatura, es decir, el equilibrio térmico. La energía siempre es transferida del cuerpo que presenta mayor temperatura al que tiene menor temperatura.

Según Çengel et al. (2019) la tasa de transferencia de calor se calcula empleando la ecuación (1), también puede ser calculado por la transferencia de calor proporcionada por la condensación del vapor, como la muestra la ecuación (2)

$$Q = \frac{m * C_p * \Delta T}{t} \quad (1)$$

Dónde:

Q: Tasa de transferencia de calor (kW)

m: Masa del fluido a calentar (kg)

C_p : Calor específico del alimento a preparar (kJ/kg.°C)

ΔT : Diferencia de temperatura (°C)

t: Tiempo (s)

$$Q = \dot{m}_v * h_{fg} \quad (2)$$

\dot{m}_v : Flujo de masa de vapor (kg/s)

h_{fg} : Entalpía de evaporación a la presión absoluta de trabajo del proceso (kJ/kg)

2.2.2. CALDERAS

Según Vidal (2018) las calderas reciben también el nombre de generador de vapor y constituyen un elemento fundamental en el funcionamiento de instalaciones industriales y de servicios. Es un recipiente cerrado, metálico que tiene una fuente de calor en la que se hace hervir o se calienta el agua, es decir, es un intercambiador de calor que usa el calor que se produce cuando se quema un combustible. En otras palabras, las calderas producen el vapor que entrega la energía que demandan los procesos de calentamiento y la producción de potencia mecánica. Las calderas de acuerdo a la posición relativa entre los gases de combustión y el fluido a calentar se dividen en:

- PIROTUBULARES O CON TUBOS MÚLTIPLES DE HUMO

Según Vidal (2018) son pequeños generadores de vapor, también son conocidas como calderas de tubos de fuego en donde el agua circula por el exterior de los tubos y los gases calientes circulan por dentro de estos. En este tipo de calderas se produce vapor saturado o agua caliente y de acuerdo con el número de pasos de los gases en sentido, existen diversos tipos de calderas.

Para el diseño de instalaciones térmicas en hospitales se exige el uso de una caldera pirotubular compacta y espalda seca. En la actualidad, la caldera pirotubular compacta económica de tres pasos y espalda húmeda o simplemente caldera compacta es una configuración estándar en uso muy común hoy en día, esta

configuración tiene más tubos en su cavidad que permiten mejorar la transferencia de calor (Ministerio de Salud, 2014).

Según Sanz del Amo y Patiño (2018) las ventajas que presentan las calderas pirotubulares en comparación a las calderas acuotubulares son:

- Bajo coste inicial
- Simplicidad en la instalación
- Poder soportar fluctuaciones de cargas bruscas
- Bajo coste de mantenimiento

En la Figura 7 se muestra una caldera de vapor pirotubular.

Figura 7
Calderas pirotubulares



Nota. Adaptado de *Manual práctico del operador de calderas industriales* (p.50), por Sanz del Amo y Patiño, 2018, Paraninfo

- ACUOTUBULARES O CON TUBOS MÚLTIPLES DE TUBOS DE AGUA

Según Vidal (2018) son generadores de vapor de pequeño volumen de agua. En estas calderas los gases circulan por el exterior de los tubos y el agua por el interior de estos, es decir, contrariamente al funcionamiento de las calderas pirotubulares. Las calderas acuotubulares están formadas por tubos y tambores. En los tubos circula el agua y el vapor generado circula fuera de los tambores, los cuales son usados sólo para almacenar vapor y agua, por tal motivo pueden soportar mayores presiones y presentar diámetros más pequeños que el tambor de las calderas pirotubulares.

Vidal (2018) señala que las calderas acuotubulares son utilizadas cuando se desea obtener altos índices de eficiencia o rendimiento y elevadas presiones.

2.2.2.1. PRINCIPALES PARTES DE UNA CALDERA

Según Sanz del Amo y Patiño (2018) toda caldera debe tener una superficie total de absorción de calor tal que se pueda transmitir la máxima cantidad de calor suministrada por el combustible al fluido caloportante con el menor costo posible y el máximo rendimiento. Por lo que, cada elemento debe conformar un conjunto equilibrado. Las partes principales son:

- Superficie y envolventes de calefacción.
- Quemador: Equipo para quemar combustible
- Hogar: Cámara en la que tiene lugar la combustión
- Ventiladores: Brinda el aire para la combustión al quemador

- Equipos para la eliminación de los residuos de combustión.
- Elementos de transporte de cenizas y de recogida, en calderas de combustible sólido
- Separadores de vapor (domos), en calderas acuotubulares
- Sistema de suministro de agua de alimentación
- Sistema de purga
- Soportes y cimentaciones
- Refractarios, en calderas pirotubulares
- Precalentamiento del aire de combustión y del agua de alimentación
- Accesorios (niveles, válvulas, etc.)

Así mismo, se muestran y analizan de forma más detallada las partes de una caldera pirotubular.

- **Carcasa exterior o virola**

Envolvente de la caldera, está calorifugada por seguridad y para impedir pérdidas de calor y presenta forma cilíndrica (Sanz del Amo y Patiño, 2018).

- **Placas tubulares**

Conformada por placas laterales de la caldera que en conjunto con la carcasa exterior conforman el cuerpo de presión (Sanz del Amo y Patiño, 2018).

- **Tubo de hogar**

Es el elemento más importante de la caldera, además de ser la más delicada, debido a que es en donde se lleva a cabo la combustión. Presentan dilatabilidad y resistencia suficiente puesto que están sometidos a una alta temperatura y la acción de la llama (Sanz del Amo y Patiño, 2018).

- **Cámara de hogar**

Recibe los humos que provienen del tubo de hogar y pueden ser de cámara seca, si la cámara no está refrigerada; de cámara semi-seca, si la cámara está refrigerada parcialmente; de cámara húmeda, si es que la cámara del hogar está refrigerada en su totalidad (Sanz del Amo y Patiño, 2018).

- **Haz tubular: tubos tirantes y tubos pasadores**

Los tubos pasadores son los encargados de pasar los gases de la combustión de una caja de humos a otra y van mandrilado o soldados a placas tubulares. Los tubos tirantes aumentan la resistencia y evitan las deformaciones de las placas tubulares, puesto que estas están conformadas de forma plana presentando poca resistencia a la presión (Sanz del Amo y Patiño, 2018).

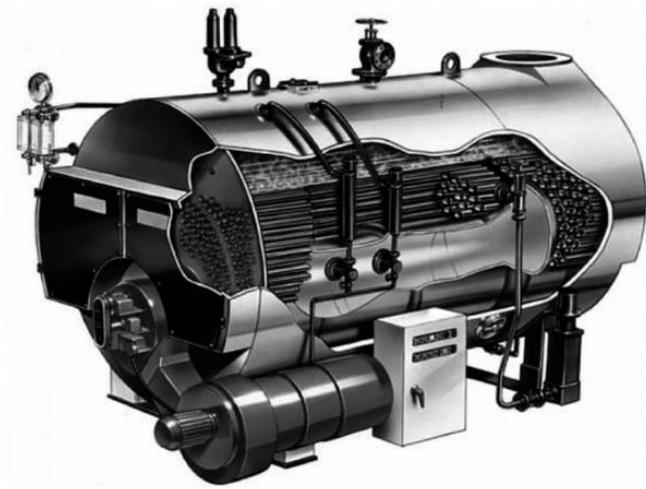
- **Cajas de humos**

Es dónde se recolectan los gases de combustión que provienen del haz tubular y los conduce a la chimenea. Pueden estar ubicadas en el interior o exterior de la caldera (Sanz del Amo y Patiño, 2018).

La Figura 8 muestra los elementos interiores de una caldera pirotubular.

Figura 8

Detalle de una caldera pirotubular



Nota. Adaptado de *Manual práctico del operador de calderas industriales* (p.50), por Sanz del Amo y Patiño, 2018, Paraninfo

Adicional a los elementos analizados anteriormente, existen otros elementos de arriostramiento que sirven para la absorción de dilataciones y tensiones originadas por el calentamiento de la estructura.

- **Barras tirantes**

Elementos que absorben los esfuerzos mecánicos a los que las placas tubulares están sometidas (Sanz del Amo y Patiño, 2018).

- **Virotillos**

Barras de acero que atirantan las cajas de hogar con la pared posterior de la caldera (Sanz del Amo y Patiño, 2018).

- **Cartelas**

Placas de chapa que unen las placas traseras y frontales con la envolvente (Sanz del Amo y Patiño, 2018).

2.2.3. FUNDAMENTACIÓN NORMATIVA

2.2.3.1. NORMA TÉCNICA DE SALUD N°110

Debido a que el nuevo hospital SMPI será clasificado como segundo nivel de atención y con categoría especializado (II–E), se recurre a la norma NTS N°110. Del análisis se extraen los datos mostrados en la Tabla 4, Tabla 5, Tabla 6 y Tabla 7.

Tabla 4

Características técnicas para el generador de vapor (caldera)

CARACTERÍSTICA	VALOR INDICADO
Tipo	Pirotubular
Presión de trabajo	150 psi (1 MPa) según código ASME
Material de construcción	Acero grado ASTM-A-285 grado C
Soldadura de construcción	Soldadura eléctrica
Pruebas a la soldadura	Rayos X
Quemador	Tipo dual petróleo o GLP
Distancia de mantenimiento	2.50 m libres (anterior y posterior de la caldera)

Nota. Tomado de MINSA (2014)

Tabla 5

Características para los accesorios para el generador de vapor

ACCESORIO	TIPO	ESPECIFICACIONES
Válvula	De globo	Cuerpo de bronce roscadas Disco tipo tapón Asiento recambiable de acero inoxidable Presión de trabajo 150 psi (1 MPa) en vapor
	De retención	Cuerpo de bronce tipo charnela Presión de trabajo 150 psi (1 MPa) en vapor saturado 200 psi (1.4 MPa) en agua fría

		Cuerpo de bronce, ajuste de presión a resorte
	De seguridad	Con palanca de prueba Capacidad a 200% de presión de funcionamiento
	De ingreso de agua	Sin especificación
	De salida de vapor	Sin especificación
	De purga de fondo	Sin especificación
Controles	De presión	Para mantener el vapor en un límite máximo según sea la demanda
	De nivel	Columna de vidrio para control de nivel de agua de la caldera
Manómetros	-	Sin especificación
Tablero de mando	Eléctrico	Con programador electrónico

Nota. Tomado de MINSA (2014)

Tabla 6

Descripción de la sala de calderas

Ítem	Descripción
Descripción	Ambiente donde se genera el vapor
Equipos instalados	02 calderas (uno para abastecimiento y otro de reserva)
	01 cabecero de vapor
	01 tanque de condensado
	01 dosificador de productos químicos
	01 tanque diario de petróleo
	01 reductor de presión para los servicios
	01 equipo de tratamiento de agua
01 tanque de purga	
Sistema de ventilación	Mecánica de inyección y extracción de aire
Ubicación	En el primer nivel y en área segura (prohibido sótanos, semisótanos y niveles superiores)
Área mínima	El área que sea necesaria para la instalación de los equipos considerando distancias mínimas de seguridad y mantenimiento. Incluyendo un área para la caseta del operador.

Nota. Tomado de MINSA (2014)

Tabla 7*Características de la estación reductora de presión*

Definición: Arreglo conformado por dos válvulas reductoras de presión		
UPS	Rango de reducción	Características de las válvulas
Cocina	100/10 psig (690/69 kPa)	Cuerpo de semi acero Diafragma de bronce fosforado y resorte Accionado por una válvula piloto Sistema de regulación de presión mediante resorte y tornillo
Esterilización	100/45 psig (690/310 kPa)	Elementos internos de acero inoxidable Capacidad indicada en planos

Nota. Tomado de MINSA (2014)

Finalmente, indica que la densidad de los residuos sólidos es 0.20 kg/L.

2.2.3.2. NORMAS TÉCNICAS PARA PROYECTOS DE ARQUITECTURA

HOSPITALARIA

Esta norma es el primer documento técnico reglamentario para el planteamiento y diseño de hospitales. Del análisis realizado se tienen los siguientes datos de interés:

Tabla 8*Consideraciones para el cálculo del número de comensales*

CARACTERÍSTICA	VALOR CONSIDERADO
Pacientes hospitalizados	85% de ocupación del total de camas (promedio)
Personal médico	2.5 empleados por cama
Asistencia del personal	77% (en promedio)

Nota. Tomado de MINSA (1996)

Tabla 9*Factores de ropa diaria por cama*

HOSPITALES	CANTIDAD DE ROPA (en kg de ropa/cama)
Hospitales generales	4
Hospitales especializados	2 a 4
Área de maternidad	6
Área de emergencia	6

Nota. Tomado de MINSA (1996)**Tabla 10***Porcentajes de distribución según los equipos de lavandería*

Requerimiento	Porcentaje requerido del total de ropa (%)	Tiempo de un ciclo de trabajo (minutos)
Lavado (lavadora)	100%	70
Secado en tómbola (centrifugado)	20 – 25%	25
Planchado plano (calandra)	60 – 70%	Sin especificar
Planchado de forma (prensa)	10 – 15%	Sin especificar

Nota. Tomado de MINSA (1996)**Tabla 11***Número mínimo de lavadoras y la capacidad de lavadora adicional*

Tipo de hospital	N° mínimo de lavadoras	Capacidad de una lavadora adicional (en kg)
Pequeño (hasta 50 camas)	2	No requiere
Mediano (de 51 hasta 150 camas)	2	11.5
Grande (de 151 hasta 200 camas)	3	23

Nota. Tomado de MINSA (1996)**Tabla 12***Cargas por hora según la capacidad de la secadora centrífuga*

Capacidad de la secadora centrífuga (en kg)	Número de cargas por hora
12	4
25 a 35	3.5
70	3
120	2.5

Nota. Las secadoras centrífugas deben exceder en 25% la capacidad de las lavadoras. Tomado de MINSA (1996)

2.2.3.3. NORMA TÉCNICA DE SALUD N°096

La NTS N°096 se tiene que aplicar obligatoriamente en los establecimientos de salud privados y públicos. La norma indica los tipos de tratamiento de residuos sólidos, siendo los más relevantes los mostrados en la Tabla 13.

Tabla 13

Tipos de tratamiento de residuos sólidos

Tipo de esterilización	Tipo de tecnología	Especificaciones técnicas del equipo
Por autoclave con sistema de trituración	Con post triturado (utiliza vapor saturado a una temperatura de 135 a 150°C por 30 minutos como mínimo)	Cámara hermética, de acero inoxidable AISI304 o AISI316, resistente a altas presiones y vacíos. Se requiere que el establecimiento de salud cuente con sistema de vapor.
	Con pre triturado (previa trituración, luego se inyecta vapor saturado a una temperatura entre 134 a 150°C	Cámara hermética, de acero inoxidable AISI304 o AISI316, cuenta con triturador incorporado de gran resistencia. Esta cámara no requiere pre-vacío. Se requiere que el establecimiento cuente con sistema de vapor o que la autoclave tenga su propio calderín.
Por microondas	Se aplica radiación electromagnética de corta longitud de onda	Equipo conformado por unidad de trituración, transportador tipo gusano, generador de microondas y el sistema de carga automático. Después del triturado se inyecta vapor para aumentar la humedad de los residuos de 50% a 60% hasta 90%. Logrado esto se irradian con ondas de alta frecuencia por 30 minutos como mínimo, alcanzando temperaturas de 95°C.

Por incineración	Proceso de combustión que transforma los residuos en cenizas y gases	Incineradores pirolíticos con dos cámaras de acero con resistencia a temperaturas altas (cámara primaria: entre 650 a 850°C, cámara secundaria: 1200 °C)
Otras alternativas	Desinfección química	Por desinfectantes químicos comunes (cloro, gas ozono, óxido de calcio, etc.)

Nota. Tomado de Ministerio de Salud (2012)

2.2.3.4. MANUAL DE DESINFECCIÓN Y ESTERILIZACIÓN HOSPITALARIA

El manual determina los procesos de esterilización y desinfección los cuales se deben cumplir obligatoriamente en los centros de salud.

La esterilización es el proceso de matar o eliminar todos los microorganismos, incluidas las esporas bacterianas (Zhao et al, 2019). En la Tabla 14 se muestran los métodos de esterilización que se aplica a los artículos o instrumentos clasificados como críticos (material quirúrgico y material de laboratorios).

Tabla 14

Métodos de esterilización

MÉTODO	MEDIO	TECNOLOGÍA	
FÍSICOS	Calor húmedo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Autoclave a vapor saturado ▪ Pupinel 	
	Alta temperatura	Calor seco	
QUÍMICOS	Líquido	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inmersión en glutaraldehído ▪ Inmersión en peróxido de hidrógeno estabilizado al 6% ▪ Inmersión en ácido peracético 0.2% al 30% 	
	Baja temperatura	Gas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gas de óxido de etileno ▪ Gas vapor de formaldehído ▪ Dióxido de cloro gas ▪ Vapor de peróxido de hidrógeno
		Plasma	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Plasma de peróxido de hidrógeno

Nota. Tomado de Ministerio de Salud (2002)

Además, el Ministerio de Salud (2002) señala que la temperatura, el tiempo y la presión del vapor son parámetros de control de autoclaves en general. También indica que el vapor saturado a utilizar deberá tener un título de 0.95 (5% condensado y 95% vapor) y debe estar libre de impurezas, empleando agua tratada o blanda. Además, indica que la temperatura y el tiempo tienen una relación directa con el tipo de empaque o el grosor como se muestran en la Tabla 15 y Tabla 16.

Tabla 15

Tiempos de esterilización en autoclave (en minutos)

	TIEMPO DE PENETRACIÓN	+	TIEMPO DE MUERTE	+	TIEMPO DE SEGURIDAD	=	TIEMPO DE ESTERILIZACIÓN
ESTADO GRAVITACIONAL							
121 °C	12		12		6		30
133 °C	12		2		1		15
133 °C	--		2		1		3
METAL Y VIDRIO							
133 °C	7		2		1		10
ESTADO PRE-VACÍO							
133 °C	1		2		1		4

Nota. El tiempo de esterilización no contiene el tiempo requerido para alcanzar la temperatura deseada ni el secado ni la eliminación de aire de la cámara. Tomado de Ministerio de Salud (2002)

Tabla 16

Parámetros de control de autoclaves en general

TIPO DE AUTOCLAVE	EMPAQUE	TEMPERATURA	TIEMPO
		(en grados °C)	(en minutos)
Gravitacional	Material de superficie con empaque simple	121	30
		134	15
	Material de empaque denso o doble	121	30
		134	25
De pre vacío	Material de superficie y empaque denso y doble	134	4

Nota. Tomado de Ministerio de Salud (2002)

Así mismo, la Tabla 17 muestra los tipos de esterilizadores de vapor

Tabla 17

Tipos de esterilizadores a vapor

Tipo de esterilizador	Descripción
Autoclaves de desplazamiento de gravedad o gravitacional	El aire es removido por gravedad (el aire frío es más denso y sale por un conducto inferior de la cámara cuando el vapor ingresa). Existen de diferente capacidad.
Esterilizadores de pre vacío	El equipo tiene una bomba de vacío o sistema de Venturi, para retirar el aire en corto tiempo a modo de pulsos, mejorando la eficiencia de la autoclave, siendo más eficientes que las autoclaves gravitacionales.
Autoclaves instantáneas (flash)	Son esterilizadores de alta velocidad, ubicados generalmente cerca de las salas de operaciones para procesar los instrumentos desempaquetados con uso de suma urgencia. Estos equipos operan a 134 °C por 3 o 4 minutos.

Nota. Tomado de Ministerio de Salud (2002)

2.2.3.5. NORMAS DE DISEÑO DE INGENIERÍA DEL IMSS

Las normas de diseño de ingeniería del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), en la sección Ingeniería Hidráulica Sanitaria y Especiales, en el capítulo 9: Generación y Distribución de Vapor, establece que los proyectos de los sistemas de generación y distribución de vapor, se ejecuten con criterio uniforme y de forma racional. Dentro de los datos de importancia se tiene los mostrados en la Tabla 18

Tabla 18

Presiones manométricas de trabajo de los equipos

Para equipos de:	Presión manométrica de trabajo (kg/cm²)
Lavandería	De 8.8 a 10.5
Esterilización	De 3.5 a 5.6
Cocina y acondicionamiento de aire	1.05
Intercambiadores de calor	2.1

Nota. Tomado de Instituto Mexicano del Seguro Social (2004)

2.2.3.6. NORMAS TÉCNICAS PERUANAS – NTP

En el Instituto Nacional de Calidad (INACAL) se encontró las siguientes normas técnicas peruanas emitidas de principal interés y aporte al presente tema de investigación:

- **NTP 350.300:** Calderas Industriales. Procedimiento determinación de eficiencia energética de calderas industriales (Instituto Nacional de Calidad, 2018).
- **NTP 350.301:** Calderas Industriales. Estándares de eficiencia térmica (combustible/vapor) y etiquetado (Instituto Nacional de Calidad, 2009).

La norma 350.300 presenta un método de prueba que se tiene que aplicar para definir la eficiencia térmica de una caldera industrial tipo paquete de tubos de agua (acuotubular) y de humo (pirotubular) sin equipo de recuperación de calor. Y se aplica a calderas con características señaladas en la Tabla 19.

Tabla 19

Características de las calderas a las cuales se aplica la Norma Técnica Peruana 350.300

Potencia	▪ De 98 – 11772 kW (10 a 1200 BHP)
Presión manométrica	▪ Hasta 2069 kPa (300 psig) para las calderas de tubos de humo. ▪ Hasta 3103 kPa (450 psig) para las calderas de tubos de agua.
Temperatura	▪ De saturación

Nota. Tomado de Instituto Nacional de Calidad (2018)

Según el Instituto Nacional de Calidad (2018) la norma NTP 350.300 determina dos métodos (directo e indirecto) para determinar la eficiencia térmica de la caldera. Para el método directo utiliza la ecuación (3) apoyándose en las ecuaciones (4) y (5).

$$\eta = \frac{\dot{Q}_a}{\dot{Q}_c} \times 100 \quad (3)$$

$$\dot{Q}_a = \dot{m}_f \cdot (h_2 - h_1) \quad (4)$$

$$\dot{Q}_c = \dot{m}_c \cdot PCS \quad (5)$$

Donde:

\dot{Q}_a : Calor absorbido por el fluido de trabajo por unidad de tiempo (kW o kJ/s)

\dot{Q}_c : Calor de combustión del combustible por unidad de tiempo (kW o kJ/s)

\dot{m}_f : Flujo de masa del fluido de trabajo que sale de la caldera (kg/s)

\dot{m}_c : Flujo de masa del combustible (kg/s)

h_1 : Entalpía del fluido de trabajo, tomada al ingreso de la caldera (kJ/kg)

h_2 : Entalpía del fluido de trabajo, tomada a la salida de la caldera (kJ/kg)

PCS: Poder calorífico superior del combustible (kJ/kg)

El método indirecto involucra el ingreso y la pérdida de calor por medio de la ecuación (6).

$$\eta = \left(1 - \frac{\dot{Q}_p}{\dot{m}_c \cdot PCS} \right) \times 100 \quad (6)$$

Donde:

\dot{Q}_p : Calor perdido por unidad de tiempo (kW o kJ). El calor perdido es la sumatoria de calor perdido en los gases secos, por radiación, por convección, por inquemados sólidos, por inquemados gaseosos, por la entalpía del vapor de agua en los gases

\dot{m}_c : Flujo de masa del combustible (kg/s)

PCS: Poder calorífico superior del combustible (kJ/kg)

Después de calcular la eficiencia de la caldera (η) es necesario clasificarla según los estándares de eficiencia térmica mostrada en la Tabla 20 de acuerdo a la norma NTP 350.301 y posteriormente realizar el etiquetado de la caldera.

Tabla 20

Rangos y categorías de eficiencia térmica (combustible/vapor) para calderas de vapor saturado

CATEGORÍA	RANGO DE EFICIENCIA TÉRMICA (η)
A	Mayor de 82%
B	$80 < \eta \leq 82\%$
C	$78 < \eta \leq 80\%$

Nota. Tomado de Instituto Nacional de Calidad (2009)

2.2.3.7. NORMA TÉCNICA I.S. 010

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006) indica que la capacidad horaria (en litros) del calentador de agua corresponde a la sexta parte de la dotación diaria total (en litros) que requiere el hospital, el cual se determina mediante los datos de la Tabla 21.

Tabla 21*Dotación diaria de agua caliente en hospitales*

UPS	DOTACIÓN DIARIA DE AGUA CALIENTE
Hospitalización	250 L/día por cama
Consultorios médicos	130 L/día por consultorio
Unidades dentales	100 L/día por unidad dental
Cocina	3 L/día por ración

Nota. Tomado de Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006)

2.2.3.8. CÓDIGO ASME PARA CALDERAS Y RECIPIENTES A PRESIÓN

ASME (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos). Ha determinado procedimientos para que las organizaciones tengan autorizaciones calificadas a elaborar diversas actividades en base a los requisitos del Código ASME para Calderas y Recipientes a Presión. El código trata las reglas para la construcción de calderas de agua a alta temperatura, generadores de vapor con recuperación de calor, calderas eléctricas, , calderas de potencia, , calderas miniaturas, algunos recipientes a presión con combustión para ser empleadas en servicio estacionario y calderas de potencia utilizadas en servicios de tracción, portátiles y locomotoras (American Society of Mechanical Engineers, 2010).

2.2.3.9. NORMA ASTM

La Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales (ASTM) es una organización de estándares internacionales que elabora y publica acuerdos voluntarios de normas técnicas para una variedad de servicios, sistemas, productos y materiales. Los estándares de ASTM son cruciales para evaluar las propiedades materiales, químicas, mecánicas y metalúrgicas de los metales. Esta información

ayuda a guiar a los fabricantes de productos hacia los procedimientos de procesamiento y aplicación adecuados (American Society for Testing Materials, 2018).

2.2.4. FUNDAMENTACIÓN TÉCNICA

Se toma información de diversos manuales técnicos de diversos fabricantes de calderas y de instituciones dedicadas al estudio de diversas áreas de aplicación del vapor en sistemas hospitalarios.

Dentro de los documentos considerados para la fundamentación técnica:

2.2.4.1. MANUAL DE DATOS TÉCNICOS DE SELMEC

SELMEC (2009) señala que la capacidad de la caldera se determina en la ecuación (7).

$$CC = \frac{\dot{m}_v}{15.65} * F_a * FE * FS * \frac{1}{\eta} \quad (7)$$

Donde:

CC: Capacidad de la caldera en BHP (Boiler Horse Power)

\dot{m}_v : Masa de vapor a suministrar por la caldera (kg/h)

15.65: Es un factor de equivalencia indicado por la ASME. Y viene dado a que un BHP equivale a producir 15.65 kg/h de vapor saturado a 100 °C, alimentándose la caldera a la misma razón con líquido saturado a 100 °C

FE : Factor de evaporación de la caldera

Fa : Factor ambiental

FS : Factor de demanda probable

η : Eficiencia térmica de la caldera

SELMEC (2009) indica que el factor de evaporación conocido también como factor de corrección se determina en la ecuación (8).

$$FE = \frac{h_{g@pt} - h_{f@Te}}{h_{fg@100^{\circ}C}} = \frac{h_{g@pt} - h_{f@Te}}{2,257} \quad (8)$$

Donde:

$h_{fg@100^{\circ}C}$: Entalpía de vaporización del agua a 100 °C (2,257 kJ/kg)

$h_{g@pt}$: Entalpía específica de vapor saturado a presión de trabajo (p_t) de la caldera (kJ/kg)

$h_{f@Te}$: Entalpía específica de agua saturada a temperatura de agua de alimentación de la caldera (T_e) (kJ/kg)

2.2.4.2. MANUAL DE DIETAS DE HOSPITALES

Según el Ministerio de Salud (2013) todo hospital de nivel II debe tener de manera obligatoria una UPSS de Nutrición y Dietética.

La composición de alimentos de una dieta completa en el desayuno, almuerzo y cena se muestra en la Tabla 22, Tabla 23 y Tabla 24.

Tabla 22

Ejemplo de composición de alimentos de una dieta completa - desayuno

Preparación	Alimento	Peso bruto (gr)	Peso neto (gr)
Leche sola	Leche polvo	-	25
	Azúcar	-	5
Avena	Avena	-	10
	Azúcar	-	5
Pan s/s C/	Pan francés	-	60
	Jamón del país	-	20
	Mermelada de fruta	-	5
Jugo de naranja	Naranja	80	68
	Azúcar	-	10

Nota. Tomado de Ministerio de Salud (2015) y (2017)

Tabla 23

Ejemplo de composición de alimentos de una dieta completa - almuerzo

Preparación	Alimento	Peso bruto (gr)	Peso neto (gr)
Sopa lombarda	Apio	10	7.50
	Poro	10	6.60
	Zapallo macre	20	16.80
	Nabo	10	8.60
	Zanahoria	10	8.70
	Fideos	-	20
	Pollo	-	30
	Tomate	10	9.90
	Vainitas	10	9.10
	Aceite vegetal	-	10
	Acelga	20	12.20
	Locro con zapallo con asado de res y arroz	Zapallo macre	100
Aceite vegetal de maíz		-	12
Choclo		40	32.60
Queso		-	10
Papa		100	86

	Arveja	20	16.80
	Leche evaporada	-	10
	Carne de vacuno, pulpa	-	100
	Cebolla de cabeza	20	18.60
	Tomate	20	19.80
	Zanahoria	10	8.70
	Ajos	2	1.92
	Arroz	-	100
Fruta	Papaya	180	157.50
Refresco	Durazno	50	34.5
	Azúcar	-	15

Nota. Tomado de Ministerio de Salud (2015) y (2017)

Tabla 24

Ejemplo de composición de alimentos de una dieta completa - cena

Preparación	Alimento	Peso bruto (gr)	Peso neto (gr)
Sopa a la reyna	Apio	10	7.50
	Poro	10	6.60
	Zapallo macre	20	16.80
	Nabo	10	8.60
	Zanahoria	10	8.70
	Fideos	-	20
	Pan	-	5
	Carne de res	-	30
Escabeche de pollo con arroz	Carne de pollo (presa)	200	162.60
	Cebolla de cabeza	20	18.60
	Ajos	2	1.92
	Arroz	-	100
	Papa	50	43
	Aceite vegetal de maíz	-	15
	Ají panca no picante	-	2
Postre	Alfajor	-	100
Refresco	Pera	50	44
	Azúcar	-	10

Nota. Tomado de Ministerio de Salud (2015) y (2017)

Además, la Tabla 25 detalla los datos para la cocción de los alimentos principales.

Tabla 25
Datos para la cocción de los alimentos principales

Dato	Arroz	Plato fuerte (carne)	Menestras	Tubérculos y vegetales
Tiempo de cocción (en horas)	0.33	0.67	0.75	0.50
Densidad de suspensión (en kg/L)	1.18	1.06	1.03	1.02
Densidad en estado sólido (en kg/L)	1.433	1.128	1.087	1.034
Calor específico (C_p) (en kJ/kg·°C)	2.001	3.146	3.381	3.728

Nota. Tomado de Rivas (2013)

2.2.4.3. MANUAL DE INSALUD

Según el Instituto Nacional de Salud (1997) las principales condiciones estándares para método de esterilización se encuentran en la Tabla 26.

Tabla 26
Condiciones estándares para método de esterilización

Sistema de esterilización	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Presión (atm)
Por vapor	120 – 121	15 – 20	1
	134 – 135	4 – 7	2
Por calor seco	160	120	-
	180	30	-
Por ciclo flash	135	3 – 4	-
Por ciclo para óxido de etileno	38 – 60	90 – 240	-

Nota. Tomado de Instituto Nacional de Salud (1997)

Los criterios para la selección de equipos y los datos para el cálculo de volumen de material esterilizado se señalan en la Tabla 27 y Tabla 28.

Tabla 27*Criterios para la selección de equipos*

Método de esterilización	Duración (horas)	N° de cargas	K₁
Por vapor	0.50 – 1	10 – 12	0.95
Por calor seco	2 – 3	3 – 4	0.04
Por óxido de etileno	16	1	0.01

Nota. k₁ es el porcentaje de material a procesar por cada método de esterilización. Tomado del Instituto Nacional de Salud (1997)

Tabla 28*Datos para el cálculo de volumen de material esterilizado*

Datos generales	Sala de cirugía	Sala de parto	Sala multifuncional	Cama de hospitalización
Volumen (v _i) en litros/operación litros/cama	140	80	80	8
Número de operaciones por sala (n)	4	8	1	-

Nota. Tomado del Instituto Nacional de Salud (1997)

Además, el Instituto Nacional de Salud (1997) señala que el volumen total diario para las salas de cirugía, parto o multifuncional se obtiene aplicando la ecuación (9).

$$V_T = v_i \times N \times n \quad (9)$$

Donde:

N: número de salas que corresponde a cirugía, parto o multifuncional.

v_i y *n* se ven en la Tabla 28

Y el volumen total diario para las camas de hospitalización se obtiene mediante la ecuación (10).

$$V_T = v_i \times N^\circ \quad (10)$$

Donde:

N° : Número de camas de hospitalización.

Asimismo, el Instituto Nacional de Salud (1997) recomienda utilizar el factor para el aprovechamiento del volumen total de la cámara del esterilizador (K_2) y el factor de seguridad para realizar el trabajo de esterilización (K_3). Los valores recomendados son $K_2 = 0.70$ y $K_3 = 0.86$. Por otra parte, el manual también recomienda un número promedio de procesos en cada método de esterilización (N_p), el cual se señala en la Tabla 29.

Tabla 29

Número promedio de procesos en cada método de esterilización

Método de esterilización	N_p
Por vapor	12
Por calor seco	1
Por óxido de etileno	1

Nota. Tomado del Instituto Nacional de Salud (1997)

Para determinar el volumen total por cada método de esterilización (vapor, calor seco u óxido de etileno) es necesario utilizar la ecuación (11).

$$V = K_1 \left(\frac{V_1 + V_2 + V_3 + V_4}{N_p \times K_2 \times K_3} \right) \quad (11)$$

Donde:

V : Volumen total diario en salas de cirugía, en litros/día.

V_1 : Volumen total diario en salas de parto, en litros/día.

V_2 : Volumen total diario en salas multifuncionales, en litros/día.

V_3 : Volumen total diario en camas de hospitalización, en litros/día.

K_1 : Porcentaje de material a procesar por cada método de esterilización

K_2 : Coeficiente de aprovechamiento de la cámara.

K_3 : Coeficiente de seguridad en el trabajo.

N_p : Número de procesos al día de cada esterilizador

2.3. DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LA TERMINOLOGÍA EMPLEADA

2.3.1. VARIABLE INDEPENDIENTE: MÉTODO ALTERNATIVO

Definición conceptual. Es fundamental la toma de decisiones para la resolución de un problema considerando la mejor alternativa, por lo que se sugiere combinar dos o más criterios para decidir la mejor alternativa de diseño (Comesaña, 2013).

Definición operacional. Mediante el método alternativo se establece un conjunto de procedimientos que permiten establecer los parámetros de diseño de un caldero de vapor.

2.3.2. VARIABLE DEPENDIENTE: SELECCIÓN DE CALDERO DE VAPOR

Definición conceptual. La selección de un caldero implica el conocimiento de conceptos claves como la eficiencia energética y rendimiento, así como la potencia requerida a cubrir, por tanto, es utilizado generalmente directrices para calcular los requisitos de vapor y la recomendación del tamaño adecuado del equipo (Vidal, 2018).

Definición operacional. Se desarrolla la propuesta y se determina el consumo de vapor, para posteriormente seleccionar el caldero, con capacidad comercial.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Según Arias y Covinos (2021) la investigación de tipo aplicada es aquella que utiliza los conocimientos brindados por la investigación básica o pura, para dar solución a problemas prácticos, por lo que la presente investigación mediante el cálculo de la carga térmica se dio solución a la problemática relacionada con los calderos de vapor del nuevo hospital.

Según Arias y Covinos (2021) el diseño no experimental no altera ninguna situación de los sujetos del estudio, es decir, son analizados y evaluados en su contexto natural, además de no manipular ninguna variable de estudio. La presente investigación presenta un diseño no experimental, ya que solo se realizó un cálculo de la carga térmica y no se manipuló ninguna de las variables.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

Para el presente estudio la población está conformada por los equipos de vapor de los hospitales nivel II-E de la región de Madre de Dios. Y la muestra está conformada por los equipos de vapor para el nuevo hospital nivel II-E San Martín de Porres de Iberia. Definido en base a Rodríguez (2020).

3.3. HIPÓTESIS

3.3.1. HIPÓTESIS GENERAL

El método alternativo propuesto contribuye en seleccionar el caldero de vapor del nuevo hospital San Martín de Porres de Iberia.

3.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- El diagnóstico de la situación actual contribuye a determinar el flujo de vapor de los equipos del nuevo Hospital San Martín de Porres de Iberia.
- Para la obtención de los parámetros de diseño del caldero de vapor se consideró la normativa vigente y de investigaciones previas.
- El caldero de vapor seleccionado permite la entrega del flujo de vapor necesario para el funcionamiento de los equipos del Hospital San Martín de Porres de Iberia.

3.4. VARIABLES – OPERACIONALIZACIÓN

Se identifican las variables y se operacionalizan.

- **Variable independiente:** Método alternativo
- **Variable dependiente:** Selección de caldero de vapor

Tabla 30*Operacionalización de variables*

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Variable independiente Método alternativo	Es fundamental la toma de decisiones para la resolución de un problema considerando la mejor alternativa, por lo que se sugiere combinar dos o más criterios para decidir la mejor alternativa de diseño (Comesaña, 2013).	Mediante el método alternativo se establece un conjunto de procedimientos que permiten establecer los parámetros de diseño de un caldero de vapor.	Demanda de vapor	- Cantidad de horas de funcionamiento al día - Flujo de vapor para el proceso
Variable dependiente Selección de caldero de vapor	La selección de un caldero implica el conocimiento de conceptos claves como la eficiencia energética y rendimiento, así como la potencia requerida a cubrir, por tanto, es utilizado generalmente directrices para calcular los requisitos de vapor y la recomendación del tamaño adecuado del equipo (Vidal, 2018).	Se desarrolla la propuesta y se determina el consumo de vapor, para posteriormente seleccionar el caldero, con capacidad comercial.	Parámetros de diseño y selección	- Potencia de trabajo -Capacidad de producción de vapor -Presión de diseño - Temperatura agua de alimentación

3.5. MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

Según Hernández-Sampieri y Mendoza (2018) el método deductivo es aquel que parte de lo general a lo particular. En el presente estudio se utilizó este método ya que a partir del cálculo de la carga térmica se ha podido seleccionar el caldero de vapor.

Según Ñaupas et al. (2018) las técnicas de investigación son aquellos métodos ya sean especiales o particulares que van siendo aplicados en la investigación cualitativa, cuantitativa o científica. Las técnicas utilizadas fueron:

- **Observación directa:** Ñaupas et al. (2018) señala que es la técnica que permite al investigador recopilar información utilizando sus sentidos, principalmente su sentido de observación. Esta técnica ha sido empleada para la obtención y toma de datos que fueron registrados para ser analizados posteriormente.

3.6. DESCRIPCIÓN DEL(OS) INSTRUMENTO(S) UTILIZADO(S)

Según Ñaupas et al. (2018) los instrumentos son las herramientas, las cuales pueden ser conceptuales o materiales, y que sirven a las técnicas de investigación. Los instrumentos utilizados fueron:

- **Guía de observación:** Sirve para observar e identificar aspectos, funcionamiento, comportamiento, características, entre otros, del objeto o de los objetos evaluados (2020). En el presente estudio el instrumento se utilizó para la toma de datos como temperatura, presión y tiempo total de horas de trabajo.

Dicho instrumento ha sido elaborado por el investigador y se muestra en el ANEXO 1.

3.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

En el presente estudio se han utilizado los programas informáticos Microsoft Excel 2019 y SPSS versión 26.

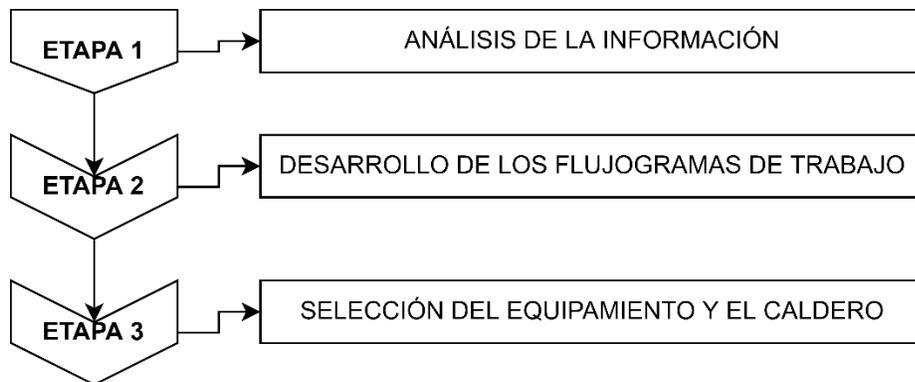
CAPÍTULO IV: PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

4.1. PRESENTACIÓN DEL MÉTODO ALTERNATIVO

El presente estudio ha pasado por tres etapas importantes para desarrollar la propuesta de investigación, como se observa en la Figura 9.

Figura 9

Etapas de la propuesta



La etapa 1, dedicada exclusivamente al análisis de la información recopilada, ya sea teórica-práctica, bibliográfica, normativa y técnica. Aquí se aplicó las técnicas e instrumentos descritos anteriormente. Como resultado de esta etapa se obtienen datos plasmados en el marco teórico y tiene utilidad para las etapas 2 y 3.

En la etapa 2 se ha elaborado un flujograma de trabajo para cada UPS y UPSS, con la finalidad de tener un método de cálculo volumétrico del equipamiento. Por otra parte, también se define el flujograma de trabajo para determinar la capacidad del caldero, en base a la carga térmica.

Finalmente, en la etapa 3 se aplican los flujogramas de trabajo para la selección del equipamiento en base a su capacidad comercial y la selección del caldero con una producción de vapor comercial.

Como ya se mencionó, el MINSA tomó la decisión de demoler la infraestructura en su totalidad, por tanto, la nueva infraestructura hospitalaria contará con las siguientes UPSS y UPS, los cuales se realizaron en base al Estudio de Preinversión a nivel de Perfil y se muestran en ANEXO 2 y ANEXO 3 respectivamente.

En resumen, los datos del nuevo HSMPI nivel II-E que servirán para determinar la capacidad volumétrica de los equipos según la necesidad de cada UPSS y UPSS se señalan en la Tabla 31 y Tabla 32.

Tabla 31
Número de equipamiento según la UPSS

Equipamiento de estudio	Cantidad total	Cantidad subtotal	Unidad Productora de Servicio de Salud (UPSS)
		13	Emergencia
Cama	41	9	Centro obstétrico
		2	Centro quirúrgico
		17	Hospitalización
Cuna	3	1	Centro obstétrico
		2	Hospitalización
Mesa de operación	2	1	Centro obstétrico
		1	Centro quirúrgico
Cama-cuna	1	1	Hospitalización
Incubadora	1	1	Hospitalización
Unidad dental	1	1	Consulta externa

Nota: Los equipos de estudio que pertenezcan a las UPSS de Emergencias, Centro Obstétrico y Centro Quirúrgico son categorizados como críticos.

Tabla 32

Número de ambientes de servicio para cada UPSS

Ambiente de servicio	Cantidad total	Cantidad subtotal	Unidad Productora de Servicio de Salud (UPSS)
Consultorio	8	8	Consulta externa
		3	Patología clínica
Laboratorio	4	1	Centro de hemoterapia y banco de sangre
Sala de parto	2	2	Centro obstétrico
Sala de operación	1	1	Centro quirúrgico

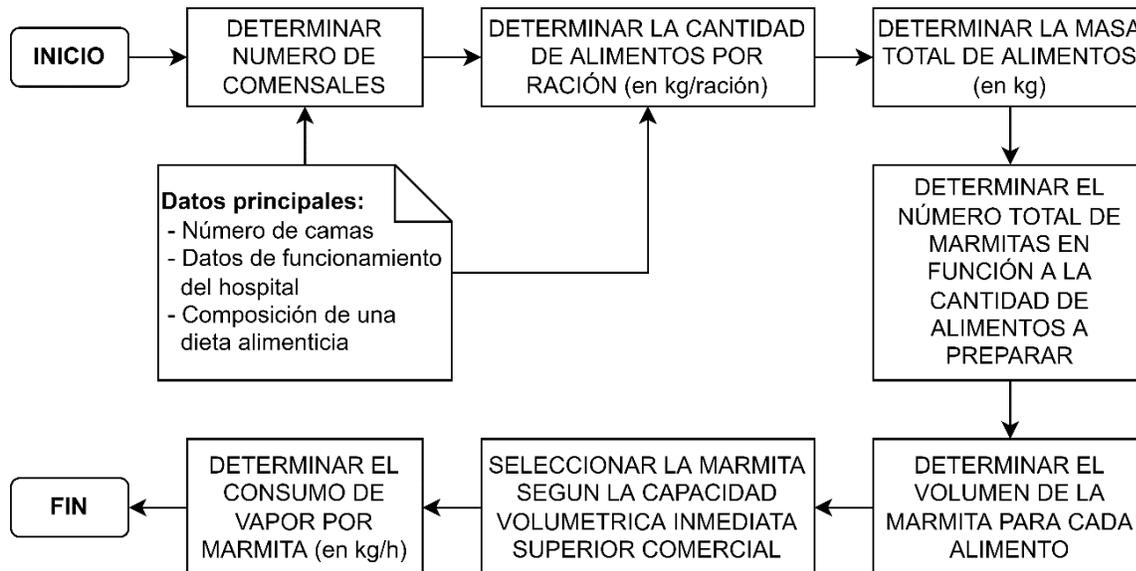
4.2. DIAGRAMA DE FLUJO PARA LAS UPS Y UPSS

4.2.1. UPS DE NUTRICIÓN

En la Figura 10 se señala el flujograma para seleccionar el equipamiento de la UPS de Nutrición

Figura 10

Flujograma para seleccionar el equipamiento de la UPS de Nutrición

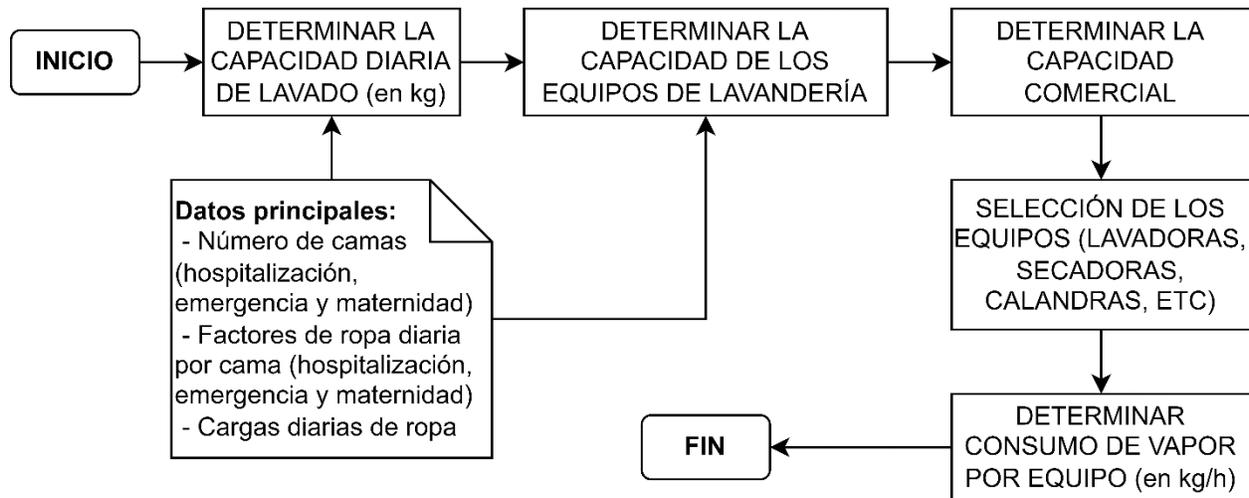


4.2.2. UPS DE LAVANDERÍA

En la Figura 11 se señala el flujograma para seleccionar el equipamiento de la UPS de lavandería.

Figura 11

Flujograma para seleccionar el equipamiento de la UPS de lavandería

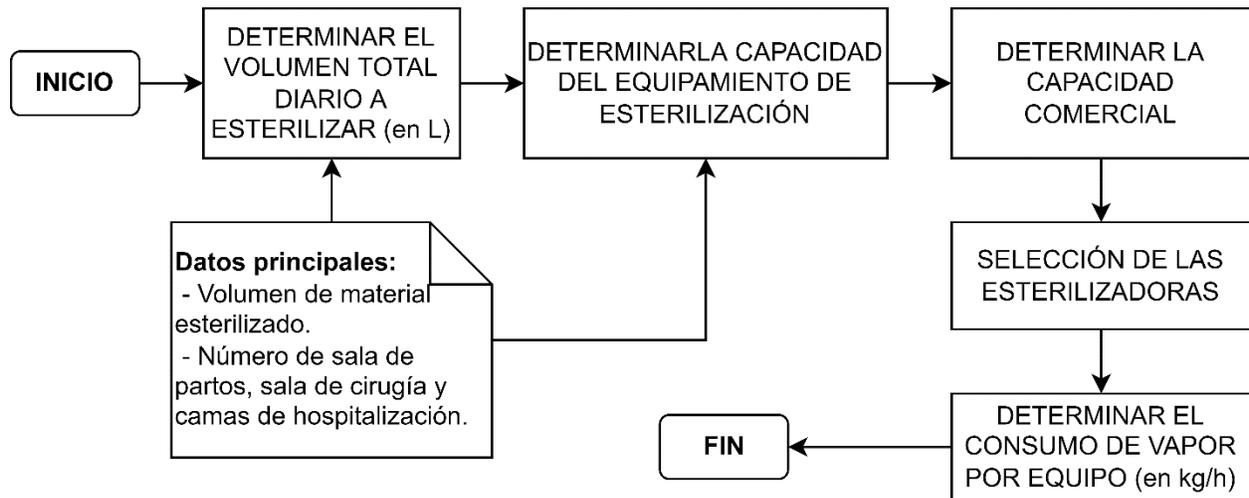


4.2.3. UPSS DE ESTERILIZACIÓN

En la Figura 12 se señala el flujograma para seleccionar el equipamiento de la UPS de esterilización.

Figura 12

Flujograma para seleccionar el equipamiento de la UPS de esterilización

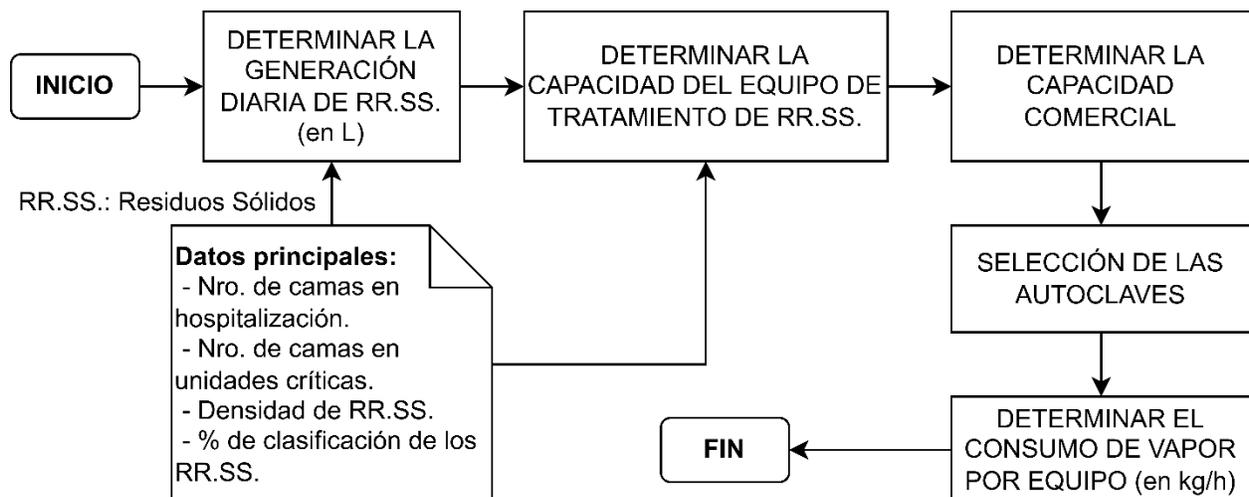


4.2.4. UPSS DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS

En la Figura 13 se señala el flujograma para seleccionar el equipamiento de la UPS de Residuos Sólidos.

Figura 13

Flujograma para seleccionar el equipamiento de la UPSS tratamiento de residuos sólidos

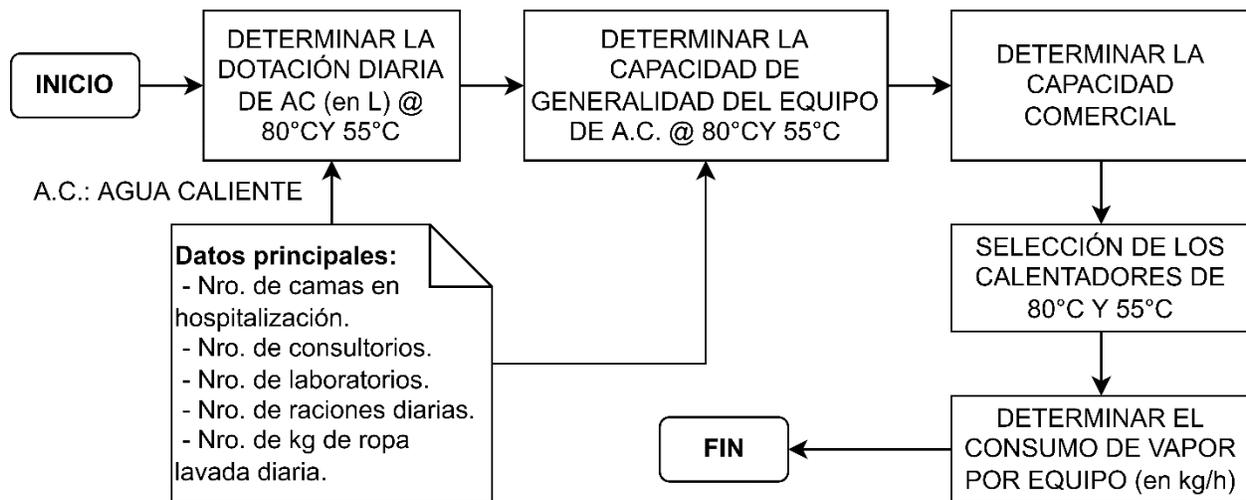


4.2.5. UPS DE SALA DE MÁQUINAS

En la Figura 14 se señala el flujograma para seleccionar el equipamiento de la UPS de Sala de máquinas.

Figura 14

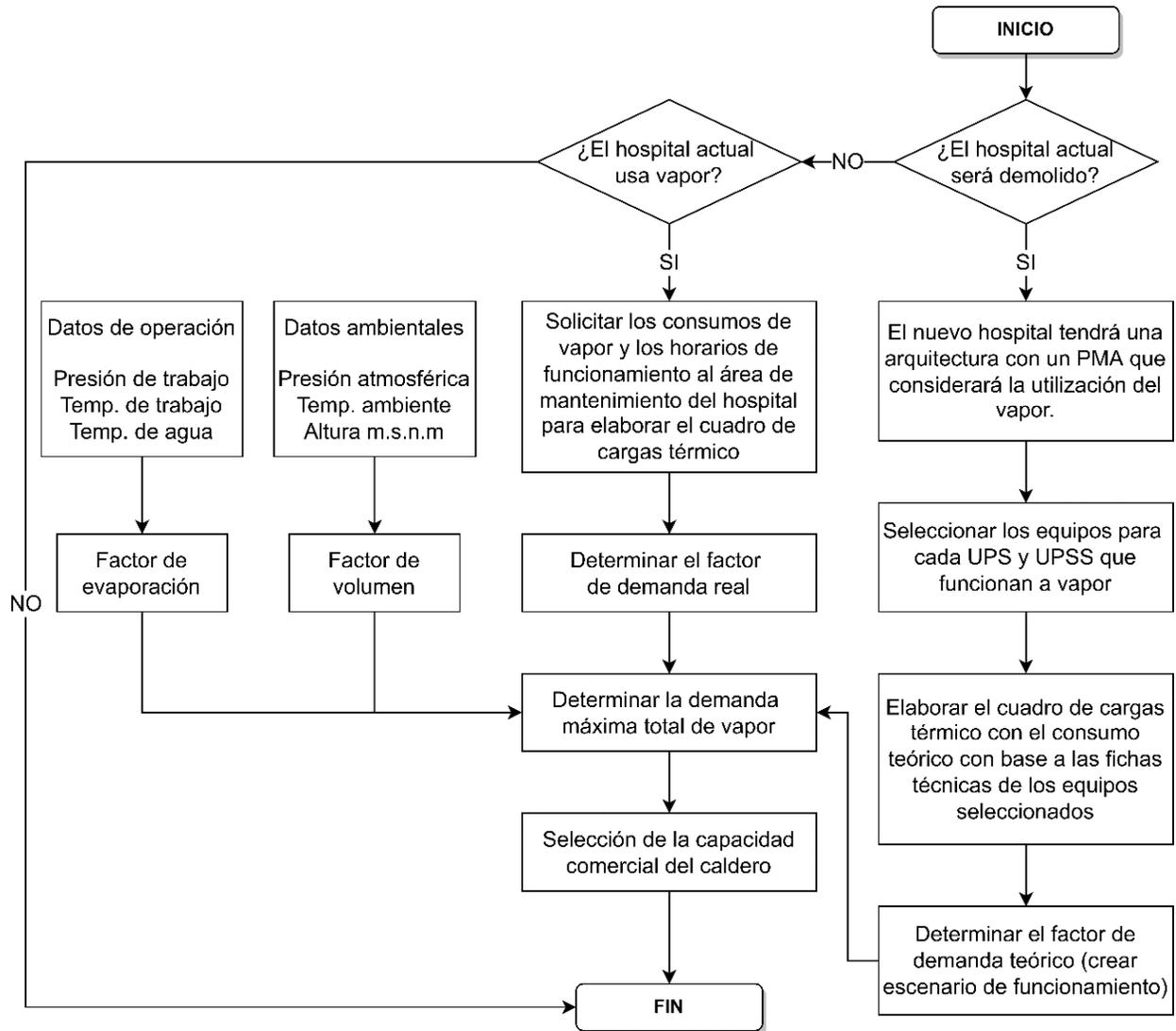
Flujograma para seleccionar el equipamiento de la UPS de sala de máquinas



4.2.6. SELECCIÓN DEL CALDERO

En método desarrollado para determinar la capacidad de consumo de vapor del hospital será una integración y adaptación de los métodos descritos en los trabajos de investigación de Rodríguez y Rubio (2014), Castillo (2019), Cruz (2008), Horna (2019) y Kundakci (2018). Esta integración se debe a que cada uno de ellos aporta en el proceso de selección y determinación de los factores de selección de una caldera para un hospital. Producto de la integración realizada, se tiene el flujograma indicado en la Figura 15.

Figura 15
Flujograma para seleccionar el caldero



PMA

Programa Médico Arquitectónico

UPS

Unidad Productora de Servicio

UPSS

Unidad Productora de Servicio de Salud

El método propuesto inicia con la definir los datos básicos del nuevo hospital SMPI, extraídos de PRONIS (2016), posteriormente se determina los consumos individuales de vapor de cada uno de los equipos según el área, UPS y UPSS. Por otra

parte, se calcula el factor de operación y los factores ambientales de diseño que intervienen en el desempeño de la caldera. A continuación, se determina la capacidad térmica de la caldera en función a la máxima demanda probable.

Finalmente se hace la selección del caldera en función de la capacidad comercial y las especificaciones técnicas mínimas exigidas por la norma técnica de salud y normas técnicas peruanas.

CAPÍTULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1. RESULTADOS EN TABLAS Y GRÁFICOS.

5.1.1. DIAGNÓSTICO DEL EQUIPAMIENTO DE LAS UPS Y UPSS

5.1.1.1. UPS DE NUTRICIÓN

Capacidad y distribución de las marmitas

Para determinar la capacidad volumétrica y posteriormente hacer la selección comercial de los equipos se ha tenido en cuenta un método de trabajo propuesto por Rivas (2013).

Con las consideraciones mostradas en la Tabla 8 se procede a calcular el número de comensales obteniendo un total de 114 comensales conformados por:

Personas hospitalizadas: 35

Personal médico/administrativo: 79

De todas las dietas, la más completa en cuanto a gramos servidos por porción es la "Dieta completa " mostradas en la Tabla 22, Tabla 23 y Tabla 24.

De las tres comidas servidas al día, el almuerzo es el de mayor composición y, en consecuencia, es la comida de mayor requerimiento en cuanto a capacidad volumétrica y flujo de vapor para cocción. La distribución de las marmitas debe asegurar la cocción

de los alimentos de forma casi simultánea, es por eso que se requiere el uso de 4 marmitas que serán distribuidas como se señala en la Tabla 33.

Tabla 33

Distribución de marmitas para el almuerzo

MARMITA	COMIDA A PREPARAR
M-01	Arroz
M-02	Plato fuerte (guisos de carnes)
M-03	Menestras
M-04	Tubérculos y vegetales (sopas)

Esta distribución también beneficia la preparación de alimentos para desayuno y cena como se señala en la Tabla 34.

Tabla 34

Distribución de marmitas para desayuno y cena

MARMITA	COMIDA A PREPARAR DESAYUNO	COMIDA A PREPARAR CENA
M-01	Leche	Arroz
M-02	Avena	Plato fuerte (guisos de carnes)
M-03	Quinoa	Menestras
M-04	Hervir agua	Tubérculos y vegetales (sopas)

Para determinar el volumen de una marmita se emplea la ecuación (12)

$$V_{MAR} = 1.20 \frac{m}{\rho_s} \quad (12)$$

Donde:

V_{MAR} : volumen de la marmita (en litros)

m: masa total del alimento cocido, en kg.

ρ_s : Densidad de suspensión (en kg/litro)

1.20: Factor que considera el 20% adicional, como reserva.

La masa total del alimento cocido se calcula multiplicando los kg de alimento en una ración por el número total de comensales como lo muestra la ecuación (13).

$$m = (\text{kg de alimento/comensal}) * N^{\circ}\text{total de comensales} \quad (13)$$

La densidad de suspensión se calcula mediante la ecuación (14).

$$\rho_s = \frac{\rho_{sol} * \rho_{liq}}{X(\rho_{liq} - \rho_{sol}) + \rho_{sol}} \quad (14)$$

Donde:

X: parte que ocupa la masa (alimento) en la suspensión (agua-alimento)

ρ_s : Densidad del sólido (alimento), en kg/litro

ρ_{liq} : Densidad del líquido, en kg/litro (en este caso por ser agua es 1kg/litro)

Aplicando las ecuaciones (12), (13) y (14) se obtiene el cálculo del volumen de las marmitas, el cual se señala en la Tabla 35.

Tabla 35*Resumen de cálculo de la densidad de suspensión y capacidad de marmitas*

Ración	kg/comensal	masa total (kg)	X	psol	ps	VMAR
Arroz	0.1	11.4	50%	1.433	1.18	12
Asado de res	0.149	16.99	50%	1.128	1.06	20
Locro	0.251	28.66	33%	1.087	1.03	34
Sopa lombardo	0.139	15.89	50%	1.034	1.02	19

Por lo que se selecciona las siguientes capacidades comerciales como lo muestra la

Tabla 36.

Tabla 36*Capacidades comerciales de marmitas*

Marmitas	Capacidad comercial (litros)
M-01	20
M-02	25
M-03	40
M-04	25

Análisis del consumo de vapor de las marmitas

Para el cálculo del consumo de vapor de las marmitas se emplean los datos generales mostrados en la Tabla 37.

Tabla 37*Datos generales para el consumo de vapor de las marmitas*

Datos Generales	Valor
Temperatura de cocción (T_2) en °C	100
Temperatura ambiente (T_1) en °C	25
Presión manométrica de operación (p) en kPa	68.9
Entalpía de evaporación (h_{fg}) en kJ/kg	2218
Eficiencia de operación de la marmita	80%
Porcentaje de pérdidas de calor	15%

Transferencia de calor

Para calcular la tasa de transferencia de calor se aplicó la ecuación (1) y la ecuación (2).

Flujo de vapor

En la Tabla 38 se muestra el resumen del flujo de vapor necesario para el proceso.

Tabla 38

Flujo de vapor para el proceso de nutrición

Alimento referencial en la marmita	Cp del alimento (kJ/kg·°C)	Capacidad de la marmita (litros)	Tiempo de cocción (seg)	kg de capacidad (kg)	Calor para el proceso de calentamiento (kW)	Pérdidas de calor durante el proceso (kW)	Calor total para el proceso de calentamiento (kW)	Flujo de vapor para el proceso (kg/h)
Arroz	2.001	20	2100.00	23.56	1.68	0.25	1.94	3.93
Asado de res	3.146	25	2100.00	26.50	2.98	0.45	3.42	6.95
Locro	3.381	40	1800.00	41.09	5.79	0.87	6.66	13.51
Sopa lombardo	3.728	25	1800.00	25.42	3.95	0.59	4.54	9.21

Selección de equipos

Con las capacidades comerciales de las marmitas mostradas en la Tabla 36, se eligieron los equipos de la marca Groen mostrados en la Tabla 39 y cuyas características se observan en el ANEXO 4.

Tabla 39
Selección de marmitas

Marmitas	Tamaño de la marmita (litros)		Modelo
	Capacidad nominal	Capacidad de trabajo	
M-01	20	16	TDC/3-20
M-02	25	20	TDBC-20
M-03	40	34	TDH-20
M-04	25	20	TDBC-20

5.1.1.2. UPS DE LAVANDERÍA

Para determinar la capacidad y posteriormente hacer la selección comercial de los equipos se ha adaptado el método de trabajo propuesto por Cruz (2008) considerando la normativa peruana.

Capacidad diaria de lavado (CDL)

Para el cálculo de la capacidad diaria de lavado (CDL) se aplica la ecuación (15)

$$CDL = N * f_d \quad (15)$$

Donde:

N: Número de camas o cunas (para hospitalización, emergencia o maternidad)

f_d : Factores de ropa diario por cama (Tabla 9)

De la Tabla 31 se sabe que hay un total de 3 cunas y 41 camas, de las cuales 17 camas están en categoría no crítica y 24 camas en área crítica.

La capacidad diaria de lavado por áreas, así como la total se observa en la Tabla 40.

Tabla 40
Capacidad diaria de lavado

Área	CDL (kg)
Hospitalización	68
Emergencia	144
Maternidad	18
Total	230

Capacidad de los equipos de lavandería

Para calcular la capacidad total del equipo de lavandería se aplica la ecuación (16)

$$V_e = \frac{CDL \times \eta_d}{CDR} \quad (16)$$

Donde:

V_e : Capacidad total del equipo de lavandería (kg)

CDL: Capacidad diaria de lavado (kg)

η_d : Porcentajes de distribución según el equipo (Tabla 10)

CDR: Cargas diarias de ropa

Las cargas diarias de ropa se observan en la Tabla 41.

Tabla 41

Cargas diarias de ropa

Cargas diarias de ropa	Valor
Lavadoras	6
Secadoras	5
Calandras	10
Prensas	4

Aplicando la ecuación (16) se obtienen las capacidades mostradas en la Tabla 42.

Tabla 42

Capacidad de los equipos de lavandería

Equipos	Ve (kg)
Lavadoras	38
Secadoras	12
Calandras	16
Prensas	9

Capacidad y cantidad de equipos

Para la selección de los equipos se tienen las siguientes consideraciones:

- Se debe considerar un mínimo de dos equipos para asegurar la continuidad de la operación.
- De ser posible se debe considerar en la UPS de Lavandería un equipo de pequeña capacidad para el lavado de prendas pequeñas como las de la UPSS de neonatal.

- Las secadoras adicionalmente a cubrir la capacidad de kg, deben poder cubrir el 100% de lavado de cualquier máquina lavadora (tener en cuenta que las secadoras deben realizar dos cargas completas por hora).
- La calandra debe considerar una cantidad de Kg, teniendo en consideración la ecuación (17), que es una fórmula para el cálculo de Kg a procesar.

$$Q = \frac{L/h \times \%Eficiencia}{\%HR} \quad (17)$$

Tabla 43*Capacidad y cantidad de lavadoras*

Capacidad comercial de las lavadoras para cubrir la demanda					Equipo Opcional Adicional de ser considerado por el cliente				Total de lavado disponible (kg)	Cantidad de equipos
Lavadora 1	Lavadora 2	Lavadora 3	Lavadora 4	Sub Total 1 (kg)	Lavadora I	Lavadora II	Lavadora III	Sub Total 2 (kg)		
20	20	0	0	40	0	0	0	0	40	2

Tabla 44*Capacidad y cantidad de secadoras*

Capacidad comercial de las secadoras para cubrir la demanda					Equipo Opcional Adicional de ser considerado por el cliente				Total de secado disponible (kg)	Cantidad de equipos
Secadora 1	Secadora 2	Secadora 3	Secadora 4	Subtotal 1 (kg)	Secadora I	Secadora II	Secadora III	Subtotal 2 (kg)		
25	25	0	0	50	0	0	0	0	50	2

Tabla 45*Capacidad y cantidad de calandras*

Capacidad y características técnicas comerciales de la Calandra o rodillo					Característica de trabajo				Total de planchado plano disponible (kg)	Cantidad de equipos
L/h de evaporación	Tamaño de las sabanas a considerar (m)	Ingreso de las sabanas	PRE-secado	Longitud de la Calandra (mm)	Diámetro del cilindro	Porcentaje de la eficiencia	Humedad Residual (HR) en la Prenda	Subtotal 1 (kg)		
63	2	Directo (Sin doblar)	NO	2120	457	87%	50%	110	110	1

Tabla 46*Capacidad y cantidad de prensas*

kg - Según prensa **					Equipo Opcional Adicional de ser considerado por el cliente				Total de planchados disponible (kg)	Cantidad de equipos
Prensa 1*	Prensa 2	Prensa 3	Prensa 4	Subtotal 1 (kg)	Prensa I	Prensa II	Prensa III	Subtotal 2 (kg)		
20	0	0	0	20	0	0	0	0	20	1

Nota. *01 Prensa= Capacidad de Procesar 30 piezas/hora; **Considerando 01 kg=01 Pieza aprox.

Selección de los equipos

- Lavadoras: Basándose en los datos de la Tabla 43 se elige la lavadora modelo WSB5200H de la marca Electrolux cuyas características técnicas se observan en el ANEXO 5.
- Secadoras: Basándose en los datos de la Tabla 44 se elige la secadora T5550 de la marca Electrolux cuyas características se observan en el ANEXO 6.
- Calandras murales: Basándose en los datos de la Tabla 45 se elige a la Calandra Mural IC44821 de la marca Electrolux cuyas características se observan en el ANEXO 7.
- Prensas: Basándose en los datos de la Tabla 46 se elige a la Prensa Autónoma-Accionada por aire FPA1-D de la marca Electrolux cuyas características se observan en el ANEXO 8.

5.1.1.3. UPSS DE ESTERILIZACIÓN

Para determinar la capacidad y posteriormente hacer la selección comercial de los equipos se ha adaptado el método de trabajo propuesto por el Instituto Nacional de Salud (1997) debido a que la normativa peruana no contempla un método específico para el cálculo volumétrico de los equipos de esta UPSS.

Volumen total diario

Para el cálculo del volumen total diario se aplica la ecuación (9) con los datos de la Tabla 28 y la Tabla 31, obteniendo los resultados mostrados en la Tabla 47.

Tabla 47

Volúmenes totales diarios

Ambiente de servicio	Volumen total diario (litros/día)	
Sala de cirugía	V1	560
Sala de parto	V2	1280
Sala multifuncional	V3	0
Cama de hospitalización	V4	328

Volúmenes para los tres métodos de esterilización

Se aplica la ecuación (11) con los datos anteriormente calculados por lo que los volúmenes por cada método de esterilización son:

Para esterilización por vapor: 300 litros/día

Para esterilización por calor seco: 0 litros/día

Para esterilización por óxido de etileno: 0 litros/día

Finalmente se elige dos esterilizadores a vapor de una capacidad comercial de 150 litros

Análisis del consumo de vapor de las esterilizadoras

Para el cálculo del consumo de vapor de las marmitas se emplean los datos generales mostrados en la Tabla 48.

Tabla 48
Datos generales para el consumo de vapor de las esterilizadoras

Datos generales	Valor
Calor específico del acero 316L (C_p) en kJ/kg·°C	0.5
Temperatura de esterilización (T_2) en °C	121
Temperatura ambiente (T_1) en °C	25
Presión manométrica de operación (p) en kPa	310.3
Entalpía de evaporación (h_{fg}) en kJ/kg	2131.3
Eficiencia de operación del esterilizador	85%
Porcentaje de pérdidas de calor	10%

Transferencia de calor

Para calcular la tasa de transferencia de calor se aplicó la ecuación (1) y la ecuación (2).

Flujo de vapor

En la Tabla 49 se muestra el resumen del flujo de vapor necesario para el proceso.

Tabla 49*Flujo de vapor para el proceso de esterilización*

Capacidad (litros)	Tiempo de esterilización (s)	Capacidad (kg)	Calor para el proceso de calentamiento (kW)	Pérdidas de calor durante el proceso (kW)	Calor total para el proceso de calentamiento (kW)	Flujo de vapor para el proceso (kg/h)
150	1200	1197	47.88	4.79	52.67	104.66
150	1200	1197	47.88	4.79	52.67	104.66

Selección de equipos

En base a la Tabla 49 se elige el autoclave HX-150 de la marca Systemc cuyas características técnicas se observan en el ANEXO 9.

5.1.1.4. UPSS DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS

Para determinar la capacidad y posteriormente hacer la selección comercial de los equipos se propone un método de cálculo basado en la normativa peruana (Norma Técnica de Salud N°110 y Norma Técnica de Salud N°096).

Como datos generales está el número de camas obtenido de la Tabla 31, la generación diaria de residuos sólidos de hospitalización (GDRSH) de 2.25 kg/(día · cama), la generación diaria de residuos sólidos en unidades críticas (GDRSC) de 2.96 kg/(día · cama), una densidad de los residuos sólidos de 0.20 kg/L y el porcentaje de los residuos sólidos generados según su clasificación:

CLASE A - Residuos sólidos biocontaminados: 45.6%

CLASE B - Residuos sólidos especiales: 1.8%

CLASE C - Residuos sólidos comunes: 52.6%

Contribución diaria de residuos sólidos

En primer lugar, se determina la contribución diaria de residuos sólidos mediante las ecuaciones (18) y (19) para obtener los kg generados y el volumen equivalente respectivamente.

$$PTD = NCH \times GDRSH + NCC \times GDRSC \quad (18)$$

$$VTD = PTD/DRS \quad (19)$$

Donde:

PTD: Peso total diario de los residuos generados, en kg.

NCH: Número de camas en hospitalización del hospital (Tabla 31)

NCC: Número de camas en unidades críticas del hospital (Tabla 31)

GDRSH: Generación diaria de residuos sólidos en hospitalización, en kg/(día · cama).

GDRSC: Generación diaria de residuos sólidos en unidades críticas, en kg/(día · cama).

VTD: Volumen total diario, en litros.

DRS: Densidad de los residuos sólidos, en kg/L,

Se obtuvo los siguientes resultados:

- Peso total diario: 109 kg
- Volumen total diario: 546 litros

Por lo que la generación de residuos se divide en:

- Generación de residuos CLASE A: 50 kg
- Generación de residuos CLASE B: 2 kg
- Generación de residuos CLASE C: 57 kg

Selección del autoclave

Especificaciones técnicas del equipo

Se elige un esterilizador tipo autoclave con sistema de trituración. El equipo consta de una cámara hermética, la cual puede soportar vacíos y presiones muy elevadas, y que es de acero inoxidable AISI 316 o AISI 304 en el que se colocan los residuos que se van a esterilizar, primero para poder extraer el aire que está en la cámara se produce vacío, posteriormente para evitar que se formen burbujas de aire en el que la temperatura no tenga los adecuados valores, se inyecta vapor de agua en el interior; luego se ejecuta un segundo vacío con la extracción del contenido de la cámara y del aire. Se espera que en ese momento la cámara no va a tener bolsas de aire, para que después se inyecte

vapor. Tiene un sistema de control del aumento de temperatura que va de 135 °C a 150 °C, momento en el que se empieza a contar el tiempo de 30 minutos a más.

Aspectos técnico- operativos

Para poder utilizar los autoclaves se necesita que el establecimiento de salud tenga una red de vapor proveída por calderas. Con esta aplicación al no destruirse ni reducirse la masa, se necesita emplear un tratamiento posterior que pueda hacer que los residuos que salen del autoclave sean irreconocibles (aplicable a jeringas, agujas hipodérmicas) para que se evite el reúso que se origina por la segregación informal que existe en ciertos lugares del país que no tienen un relleno sanitario. Lo que significa que adicionalmente necesitan de un equipo triturador.

- Continuidad diaria en la operación de autoclaves (máximo): 6 horas/día
- Tiempo por ciclo de tratamiento (trituración y esterilización): 0.5 horas/ciclo
- Tiempo por ciclo de operación: 1 horas/ciclo

Capacidad de tratamiento

Se dispone el uso de dos esterilizadoras tipo autoclave de dirección vertical uno para clase A y B y el otro para clase C en el que se requiere vapor saturado a 165 °C y 87.55 psi(g).

Para CLASE A y B: Residuos biocontaminados (A) y Residuos especiales (B)

- Número de autoclaves: 1 unidades

- Número máximo de ciclos de operación al día: 6 ciclos/día
- Capacidad máxima de tratamiento por ciclo al día: 9 kg/ciclo
- Capacidad de tratamiento de RRSS por ciclo de operación: 43 litros/ciclo
- Capacidad del autoclave por unidad: 55 litros

Para CLASE C: Residuos comunes

- Número de autoclaves: 1 unidades
- Número máximo de ciclos de operación al día: 6 ciclos/día
- Capacidad máxima de tratamiento por ciclo al día: 10 kg/ciclo
- Capacidad de tratamiento de RRSS por ciclo de operación: 48 litros/ciclo
- Capacidad del autoclave por unidad: 55 litros

Análisis del consumo de vapor de los autoclaves

Para el cálculo del consumo de vapor de los autoclaves se emplean los datos generales mostrados en la Tabla 50.

Tabla 50

Datos generales para el consumo de vapor de las esterilizadoras

Datos generales	Valor
Calor específico de R.S. (Cp) en kJ/kg.°C	2.09
Temperatura de operación (T2) en °C	135
Temperatura ambiente (T1) en °C	25
Presión manométrica de operación (p) en kPa	603.6
Entalpía de evaporación (hfg) en kJ/kg	2065.45
Eficiencia de operación de la autoclave	85%
Porcentaje de pérdidas de calor	10%

Flujo de vapor

En la Tabla 51 se muestra el resumen del flujo de vapor necesario para el proceso.

Tabla 51

Flujo de vapor para el proceso de tratamiento de residuos sólidos

Capacidad (litros)	Tiempo de trabajo (s)	Capacidad (kg)	Calor para el proceso de calentamiento (kW)	Pérdidas de calor durante el proceso (kW)	Calor total para el proceso de calentamiento (kW)	Flujo de vapor para el proceso (kg/h)
55	1800	63.25	8.08	0.81	8.89	18.22
55	1800	63.25	8.08	0.81	8.89	18.22

Selección de equipos

En base a los datos de la Tabla 51 se elige el autoclave V-55 de la marca Systemc cuyas características se encuentran en el ANEXO 10.

5.1.1.5. UPS DE SALA DE MÁQUINAS

Para determinar la capacidad y posteriormente hacer la selección comercial de los equipos se propone un método de cálculo basado en la normativa peruana (2.2.3.1. NORMA TÉCNICA DE SALUD N°110 y 2.2.3.3. NORMA TÉCNICA DE SALUD N°096). Se dispondrá de dos tipos de agua caliente según la norma, donde se indica que:

- El abastecimiento del agua caliente a 80°C es designado para cocina y lavandería.
- El abastecimiento de agua caliente a 55°C es designado para los servicios de duchas, laboratorios y lavaderos.

Dotación diaria de agua caliente

El método se inicia determinando la dotación diaria de agua caliente según la temperatura deseada mediante las ecuaciones (20) y (21)

$$DAC@55^{\circ}\text{C} = DdAC_i \times N_i \quad (20)$$

$$DAC@80^{\circ}\text{C} = DdAC_i \times N_i \quad (21)$$

Donde:

$DAC@55^{\circ}\text{C}$: Dotación diaria de agua caliente a 55 °C, en litros/día.

$DAC@80^{\circ}\text{C}$: Dotación diaria de agua caliente a 80 °C, en litros/día.

$DdAC_i$: Dotación diaria de agua caliente. Tabla 21

N_i : número de camas, consultorios o unidad dental, etc.

Cálculo de la dotación diaria de agua caliente

La dotación diaria de agua caliente a 55°C se calcula aplicando la ecuación (20) y es de 12990 litros/día:

- Para hospitalización: 10250 litros/día
- Para consultorios médicos: 1040 litros/día
- Para unidades dentales: 100 litros/día
- Para laboratorios: 1600 litros/día

La dotación diaria de agua caliente a 80°C se calcula aplicando la ecuación (21) y es de: 1082 litros/día

- Para nutrición (cocina): 342 litros/día
- Para lavandería: 740 litros/día

Cálculo de la Capacidad Horaria de Producción (CHP) de agua caliente de los calentadores

Se aplican las ecuaciones (22) y (23).

$$CHP@55^{\circ}\text{C} = RCHP \times DAC@55^{\circ}\text{C} \quad (22)$$

$$CHP@80^{\circ}\text{C} = RCHP \times DAC@80^{\circ}\text{C} \quad (23)$$

Donde:

CHP@55°C: Capacidad horaria de producción a 55 °C, en litros.

CHP@80°C: Capacidad horaria de producción a 80 °C, en litros.

RCHP: Relación de la capacidad del equipo de producción de agua con respecto a la dotación diaria total (1/6)

Finalmente se obtiene:

- CHP del equipo de agua caliente a 80°C: 2165 l/h
- CHP del equipo de agua caliente a 55°C: 180 l/h

Selección de los calentadores

- Calentador de agua caliente a 55°C: 1 de 2165 l/h
- Calentador de agua caliente a 80°C: 1 de 181 l/h

Análisis del consumo de vapor de los calentadores de agua

Se emplean los datos generales mostrados en la Tabla 52.

Tabla 52

Datos generales para el consumo de vapor de los calentadores de agua

Datos generales	Valor
Calor específico de R.S. (Cp) en kJ/kg.°C	4.19
Temperatura de agua caliente 1 (T2) en °C	80
Temperatura de agua caliente 2 (T2) en °C	55
Temperatura ambiente (T1) en °C	18
Presión manométrica de operación (p) en kPa	68.9
Entalpía de evaporación (hfg) en kJ/kg	2218
Eficiencia de operación del calentador	90%
Porcentaje de pérdidas de calor	10%

Los resultados del flujo de vapor para el proceso se señalan en la Tabla 53.

Tabla 53

Flujo de vapor para los calentadores de agua

Capacidad (litros)	Tiempo de trabajo (s)	Capacidad (kg)	Calor para el proceso de calentamiento (kW)	Pérdidas de calor durante el proceso (kW)	Calor total para el proceso de calentamiento (kW)	Flujo de vapor para el proceso (kg/h)
2165	3600	2165	93.23	9.32	102.56	184.99
181	3600	181	13.06	1.31	14.37	25.92

Selección de equipos

Con los datos de la Tabla 53 se eligen los calentadores SQ2 de la marca TLV cuyas características se observan en el ANEXO 11.

5.1.2. PARÁMETROS DE DISEÑO Y CRITERIOS TÉCNICOS PARA SELECCIONAR EL CALDERO

Presión manométrica de trabajo de la caldera

Para determinar la demanda total del vapor se tiene que sumar los consumos de vapor por cada UPS y UPSS. Las Tabla 54, Tabla 55, Tabla 56, Tabla 57 y Tabla 58 muestran los consumos de vapor así como la presión de trabajo de las UPS de nutrición, UPS de lavandería, UPSS de esterilización, UPSS de tratamiento de residuos sólidos y UPS de sala de máquinas respectivamente.

Tabla 54

Demanda de vapor y presión de trabajo por equipos de la UPS Nutrición (Cocina)

TAG	Marca	Modelo	Presión de trabajo (Pt) en kPa	Equipo	Cantidad	Consumo individual (kg/h)	Consumo parcial (kg/h)
M-01	GROEN	TDC/20	69	MARMITA 20L	1	3.49	3.49
M-02	GROEN	TDC/25	69	MARMITA 25L	1	6.18	6.18
M-03	GROEN	TDA/40	69	MARMITA 40L	1	12.01	12.01
M-04	GROEN	TDC/25	69	MARMITA 25L	1	8.19	8.19
Subtotal 1						29.87	

Tabla 55

Demanda de vapor y presión de trabajo por equipos de la UPS Lavandería

TAG	Marca	Modelo	Presión de trabajo (Pt) en kPa	Equipo	Cant.	Consumo individual (kg/h)	Consumo parcial (kg/h)
LAV-01	ELECTROLUX	WSB5200H	600	LAVADORA 20 kg	2	8	16.00
SEC-02	ELECTROLUX	T5550	600	SECADORA 25 kg	2	65	130.00
CAL-01	ELECTROLUX	IC44821	900	CALANDRA 63 L/h	1	92	92.00
PCH-01	ELECTROLUX	Estándar	600	PLANCHA TIPO PRENSA ESTÁNDAR	1	20	20.00
Subtotal 2							258.00

Tabla 56

Demanda de vapor y presión de trabajo por equipos de la UPSS Esterilización

TAG	Marca	Modelo	Presión de trabajo (Pt) en kPa	Equipo	Cantidad	Consumo individual (kg/h)	Consumo parcial (kg/h)
EST-01	SYSTEC	HX-150	310	ESTERILIZADORA 150 L	2	93.64	187.29
Subtotal 3							187.29

Tabla 57

Demanda de vapor y presión de trabajo por equipos de la UPS Residuos sólidos

TAG	Marca	Modelo	Presión de trabajo (Pt) en kPa	Equipo	Cantidad	Consumo individual (kg/h)	Consumo parcial (kg/h)
ARS-01	SYSTEC	V-55	310	AUTOCLAVE 55L	2	16.30	32.61
Subtotal 4							32.61

Tabla 58

Demanda de vapor y presión de trabajo por equipos de la UPS Sala de máquinas

TAG	Marca	Modelo	Presión de trabajo (Pt) en kPa	Equipo	Cantidad	Consumo individual (kg/h)	Consumo parcial (kg/h)
EAC-01	TLV	SQ2	300	CALENTADOR 55°C (Cap.:2165 L)	1	88.01	184.99
EAC-02	TLV	SQ2	600	CALENTADOR 80°C (Cap.:181 L)	1	23.48	25.92

En la Tabla 59 se muestra el resumen de demanda de vapor y presión máxima de trabajo por cada UPS y UPSS.

Tabla 59

Demanda de vapor y presión máxima de trabajo por UPS y UPSS

UPSS / UPS	Presión máxima de trabajo (Pt) en kPa	Demanda de vapor (kg/h)
Nutrición	69	29.87
Lavandería	900	258.00
Esterilización	310	187.29
Residuos Sólidos	310	32.61
Sala de máquinas	600	210.91
TOTAL		718.67

De la Tabla 59 se concluye que la caldera de vapor debe suministrar al menos 718.67 kg a una presión de salida (p_s) que se calcula mediante la ecuación (24)

$$p_s = (1 + a) \times p_{max} \quad (24)$$

Dónde:

p_s : Presión de salida, en kPa.

a : Porcentaje de compensación de las pérdidas de carga (3 a 5%).

p_{max} : Presión máxima de trabajo más alta de las UPSS y/o UPS, en kPa.

Asumiendo un valor de 3% para la compensación de las pérdidas de cargas y de

la Tabla 59

se sabe que $p_{t,max}$ es igual a 900 kPa, se tiene entonces que:

$$p_s = 927 \text{ kPa}$$

La presión manométrica de trabajo (p_{trab}) de la caldera está dada por la ecuación (25) y es igual a la presión de salida más un diferencial de presión (modulación) cuyo valor es de 2 bar (200 kPa). Pero en ningún caso la caldera debe trabajar a más de 10 bar (1000 kPa).

$$p_{trab} = p_s + \Delta p \tag{25}$$

Dónde:

p_{trab} : Presión manométrica de trabajo

Δp : diferencial de presión, su valor es de 2 bar

Sabiendo que la presión de salida es de 927 kPa y la modulación es 200 kPa, se obtiene 1127 kPa, y supera al valor máximo permitido. En ese sentido la presión de trabajo es de 10 bar y el diferencial de presión se reduce a 73 kPa. Por lo tanto:

$$p_{trab} = 1000 \text{ kPa} \approx 145 \text{ psi}$$

Parámetros de diseño

Se debe determinar los factores de diseño, el primero de ellos es el factor ambiental con los datos geográficos del hospital San Martín de Porres de Iberia. Siendo los más importantes la altura sobre el nivel del mar y la temperatura. Está ubicado en las coordenadas 11°24'31"S y 69°29'26"W a una altura de 260 m.s.n.m. y tiene una temperatura promedio de 24.7°C. El factor ambiental (F_a) es un factor que toma la altura, presión atmosférica y temperatura de la localidad y lo compara con las condiciones ambientales indicadas por el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST) que considera como condiciones ideales, una temperatura de 20 °C y una presión de 1 atm.

El factor ambiental se determina por medio de la ecuación (26) que es la ecuación de los gases ideales

$$F_a = \left(\frac{p_s}{p}\right) \left(\frac{T}{T_s}\right) \quad (26)$$

Donde

F_a : Factor ambiental

p_s : presión atmosférica estándar, cuyo valor es 101.325 kPa

p : presión atmosférica de la ciudad, en kPa

T_s : temperatura estándar, cuyo valor es 293.15 K (20 °C)

T : temperatura ambiente de la ciudad, en K

Los valores de presión y temperatura son significativos e influyentes, si y sólo si, la altura de la ciudad es mayor a los 1000 m.s.n.m. y la temperatura tiene una variación de ± 5 °C (menor de 15 °C - mayor de 25°C). Iberia no excede los 1000 m.s.n.m. y tiene una temperatura no mayor de 25 °C, en ese sentido el factor ambiental F_a es igual a 1.

$$F_a = 1$$

El segundo a determinar es el factor de evaporación el cual se viene dado por medio de la ecuación (8).

Anteriormente se determinó una presión manométrica de trabajo de 1000 kPa. Por otra parte, se tiene que la temperatura de agua de alimentación a la caldera será de 60 °C, debido a que, si se utiliza agua a temperatura ambiente, la caldera trabajaría consumiendo mayor combustible.

Según Çengel et al. (2019) en las tablas de termodinámica para el agua, se tiene que:

- Entalpía específica de vapor saturado a 1000 kPa ($h_{g@pt}$) es de 2780.71 kJ/kg
- Entalpía específica de agua saturada a 60 °C ($h_{f@Te}$) es de 251.11 kJ/kg

Por lo tanto, se tiene un factor de evaporación:

$$FE = 1.12$$

Finalmente, el factor de demanda probable se realiza por medio de la distribución de las cargas térmicas en horarios específicos de funcionamiento.

En la Tabla 60 se muestra el resumen de los datos obtenidos de los horarios encontrados en otros establecimientos de salud, los cuales fueron recolectados con el instrumento mostrado en el ANEXO 1. INSTRUMENTO GUÍA DE OBSERVACIÓN

Tabla 60

Resumen de indicadores de funcionamiento para las UPS y UPSS que requieren vapor

UPS y/o UPSS	Horario de operación	Presión de trabajo (psig)
Lavandería	06:00 – 12:30 y 15:00 – 21:30	80 / 100 / 125
Cocina	06:00 – 12:00 y 15:00 – 19:00	8 / 25 / 100
Esterilización	06:00 – 18:00	25 / 45 / 100 / 125
Sala de máquinas	06:00 – 13:00	25 / 50

Luego se determina el máximo consumo probable en una hora determinada del día y se divide entre la demanda instalada total, como se muestra en la ecuación (27).

$$FS = \frac{\text{Máximo consumo probable en una hora determinada del día}}{\text{Demanda instalada total}} \quad (27)$$

La distribución del consumo individual de vapor y consumo total de vapor de acuerdo a los horarios específicos se señala en la Tabla 61.

Tabla 61

Distribución del consumo individual de vapor y consumo total de vapor de acuerdo a los horarios específicos de funcionamiento de cada UPS/UPSS

UPSS/ UPS	TAG	Cantidad	Consumo individual de vapor (kg/h)	Consumo total de vapor (kg/h)	6:00 - 7:00	7:00 - 8:00	8:00 - 9:00	9:00 - 10:00	10:00 - 11:00	11:00 - 12:00	12:00 - 13:00	13:00 - 14:00	14:00 - 15:00	15:00 - 16:00	16:00 - 17:00	17:00 - 18:00	18:00 - 19:00	19:00 - 20:00	20:00 - 21:00	21:00 - 22:00
Nutrición	M01	1	3.49	3.49	3.49	3.49	3.49	3.49	3.49	3.49	-	-	-	3.49	3.49	3.49	3.49	-	-	-
	M02	1	6.18	6.18	6.18	6.18	6.18	6.18	6.18	6.18	-	-	-	6.18	6.18	6.18	6.18	-	-	-
	M03	1	12.01	12.01	12.01	12.01	12.01	12.01	12.01	12.01	-	-	-	12.01	12.01	12.01	12.01	-	-	-
	M04	1	8.19	8.19	8.19	8.19	8.19	8.19	8.19	8.19	-	-	-	8.19	8.19	8.19	8.19	-	-	-
Lavandería	LAV-01	2	8.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	8.00	-	-	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	8.00
	SEC02	2	65.00	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00	65.00	-	-	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00	65.00
	CAL-01	1	92.00	92.00	92.00	92.00	92.00	92.00	92.00	92.00	46.00	-	-	92.00	92.00	92.00	92.00	92.00	92.00	46.00
	PCH01	1	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	10.00	-	-	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	10.00
Esterilización	EST-01	2	93.64	187.29	187.29	187.29	187.29	187.29	187.29	187.29	187.29	187.29	187.29	187.29	187.29	187.29	-	-	-	-
Residuos Sólidos	ARS01	2	16.30	32.61	-	-	-	-	-	-	-	32.61	32.61	32.61	32.61	32.61	32.61	32.61	32.61	-
Salas de máquinas	EAC01	1	88.01	184.99	184.99	184.99	184.99	184.99	184.99	184.99	184.99	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	EAC02	1	23.48	25.92	25.92	25.92	25.92	25.92	25.92	25.92	25.92	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL				718.67	686.06	686.06	686.06	686.06	686.06	686.06	527.19	219.90	219.90	507.76	507.76	507.76	320.47	290.61	290.61	129.00

De la Tabla 61 se tiene que:

- Máximo consumo probable en una hora determinada del día: 686.06 kg/h
- Demanda instalada total: 718.67 kg/h
- FS = 0.95

Capacidad de producción de vapor del caldero

La capacidad de la caldera (CC) según SELMEC (2009), viene dada por la ecuación (7). En base a la Tabla 20 se elige una eficiencia térmica igual a 82%. Por lo que la capacidad de la caldera debe ser de:

$$CC = 60 \text{ BHP}$$

5.1.3. SELECCIÓN DEL CALDERO DE VAPOR

Para la selección del caldero se reúnen los datos obtenidos anteriormente, específicamente la presión de trabajo de la caldera y los BHP mínimos. Se requiere una caldera de 60 BHP (588.57 kW) que genere al menos 718.67 kg/h a una presión de trabajo de 1000 kPa (145 psi), con agua de alimentación a 60 °C y un rendimiento térmico mínimo de 82%, para funcionar en las condiciones de la localidad de Iberia.

Por otra parte se debe cumplir las especificaciones técnicas propuestas en la Tabla 4 y la Tabla 5 además de cumplir con las siguientes normas nacionales e internacionales para la fabricación y puesta en operación del equipo, las cuales se muestran en la Tabla 62.

Tabla 62*Resumen de normas para la fabricación, materiales y pruebas de la caldera*

ÍTEM	NORMA	TÍTULO DE LA NORMA
Fabricación	ASME Sección I	Código de calderas y recipientes a presión
Casco	ASTM - A285 Grado C	Especificaciones de planchas
Placa portatubos	ASTM - A285 Grado C	Especificaciones de planchas
Tubos de fuego	ASTM A-192	Especificaciones de tubos sin costura
Pruebas	ASME	Hidrostáticas
Pruebas	ASME	Ensayos no destructivos para cordones de soldadura (radiografías)

Realizando una búsqueda entre los proveedores y fabricantes nacionales se encontraron algunos modelos que cumplen con las condiciones indicadas en la Tabla 4, Tabla 5 y Tabla 62. Se eligió el modelo SC-60-H-3-01-1.5-380 de la marca TERMODINAMICA cuyas características se presentan en el ANEXO 12. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA CALDERA .

Por otro lado, se realizó una cotización para la caldera con las características señaladas en la Tabla 63.

Tabla 63*Características de la caldera*

Marca	TERMODINAMICA
Modelo	SC-60-H-3-01-1.5-380
Potencia	60 BHP (588.57 kW)
Superficie de Calefacción	300 pie ² (27.87 m ²)
Presión de diseño	150 psi (1 MPa)
Presión de trabajo máxima	150 psi (1 MPa)
Presión de prueba	Según ASME Sección I
Combustible	DUAL (GN – GLP)
Suministro eléctrico de fuerza	220 V/3 fases/60 Hz
Suministro eléctrico de control	115 V/1 fase/60 Hz
Funcionamiento	Automático/Manual

En la Tabla 64 se observa la cotización económica consultando a la empresa Termodinámica S.A., dicha cotización es de US\$ 75,378.00 y se muestra de manera más detallada en ANEXO 13. CARACTERÍSTICAS DEL CALDERO PIROTUBULAR DE 60 BHP

Tabla 64
Cotización económica

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario (en US\$)	Subtotal (en US\$)
1	FABRICACIÓN Y SUMINISTRO DE CALDERA PIROTUBULAR DE 60 BHP	pza.	2	37,689.00	75,378.00
Presupuesto total (en US\$)					75,378.00

5.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el presente estudio, se diagnosticó la situación actual de los equipos que requieren flujo de vapor, por lo que para las UPS de nutrición se determinó el número de comensales, la cantidad y masa total de alimentos para establecer tanto el consumo de vapor, así como el volumen de la marmita; y para la UPSS de esterilización se determinó el volumen total diario que se va a esterilizar y en función a los tiempos se establece la capacidad comercial de las esterilizadoras, lo cual se asemeja al trabajo de Recinos (2021) en el que señala que para determinar el consumo de vapor que posee un esterilizador se tiene que conocer la cantidad, tipo de material a esterilizar y el tiempo de un ciclo de esterilización y para el consumo de vapor que presentan las marmitas se tiene que conocer la cantidad, el tipo de alimento a cocinar y el tiempo de cocción diario.

Además, se realizó la identificación de los parámetros de diseño y criterios técnicos para elegir el caldero, para ellos se hizo necesario conocer los consumos de vapor, así como los horarios de funcionamiento de las diferentes áreas del hospital para así elaborar el cuadro de cargas térmicas, posteriormente se determina la demanda máxima de vapor que se tiene y en función a ello, así como de la presión de trabajo, se determina la capacidad comercial del caldero; coincidiendo con Recinos (2021) quien considera que el tamaño más adecuado de una caldera se puede determinar conociendo los consumos de vapor de todos los equipos que se encuentren en las instalaciones del hospital y que para su funcionamiento utilicen el vapor. Como lo mencionado por Castillo (2019) quien indica que los requerimientos de consumo, temperatura y presión influyen en la cantidad de vapor que la caldera puede generar.

Finalmente se seleccionó el caldero de vapor con una capacidad de 60 BHP y una eficiencia térmica de 82%, una capacidad de producción de vapor de 939 kg/h (2070 lb/h) y una presión de 1 MPa (150 psi), a comparación de los resultados obtenidos por Castillo (2019) en el que seleccionó una caldera que trabaja a 125 BHP (1226.19 kW), a una máxima presión de 150 psi (1 MPa) y una capacidad teórica de producción de 4 313 libras de vapor por hora (1956 kg/h). Por otro lado, Llanes y Tito (2021) obtuvieron una caldera de 150 BHP (1471.42 kW), con una presión de trabajo de 8 bar (800 kPa) y una eficiencia del 86,17%; mientras que Arroyo y Cruz (2020) tuvo un caldero de 100 BHP (980.95 kW) y con una eficiencia de 80,42%.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

- Se seleccionó el equipamiento de las UPS de nutrición, UPS de lavandería, UPSS de esterilización, UPSS de tratamiento de residuos sólidos y UPS de sala de máquinas siguiendo una serie de actividades detalladas en flujogramas en el que los equipos de la UPS de nutrición son las marmitas TDC/3-20, TDBC-20, TDH-20 y TDBC-20 de la marca Groen; los equipos de la UPS de lavandería son la lavadora modelo WSB5200H, la secadora T5550, la Calandra Mural IC44821, y la Prensa Autónoma-Accionada por aire FPA1-D, todas de la marca Electrolux; el equipo de la UPSS de esterilización es el autoclave HX-150 de la marca Systec; el equipo de la UPSS de tratamiento de residuos sólidos es el autoclave V-55 de la marca Systec y los equipos de la UPS de sala de máquinas son los calentadores SQ2 de la marca TLV.
- La selección del caldero se hizo siguiendo una serie de procedimientos (flujogramas) y en el que se eligió el caldero modelo SC-60-H-3-01-1.5-380 de la marca TERMODINAMICA el cual presenta las características necesarias que han sido determinadas mediante los parámetros de diseño y los criterios técnicos y que son una capacidad de 588.57 kW (60 BHP), una eficiencia térmica de 82%, una capacidad de producción de vapor de 939 kg/h (2070 lb/h) y una presión de 1MPa (150 psi).

- Se determinó el precio del caldero de vapor en el nuevo hospital San Martín de Porres de Iberia cotizado por la empresa Termodinámica S.A., el cual fue de US \$ 75,378.00.
- Finalmente se concluyó que calcular la carga térmica que debe atender el caldero es de 588.57 kW (60 BHP).

6.2. RECOMENDACIONES

Un caldero de vapor no es un equipo aislado, sino que presenta un conjunto de accesorios y sistemas que complementan su funcionamiento, en ese sentido:

- Se recomienda desarrollar el cálculo y selección del sistema de ablandamiento de agua, en función a la *Guía técnica para operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de agua para sistemas de vapor* del Ministerio de salud
- Se recomienda desarrollar el cálculo y selección de equipos para el sistema de purgas y el sistema de suministro de combustible (GLP o diésel DB5).

Por otra parte, el presente estudio no ha considerado un análisis cuantitativo y cualitativo a las principales características técnicas y económicas mediante un modelo matemático o software, en ese sentido:

- Se recomienda realizar la evaluación de alternativas de calderas de vapor mediante un proceso de Toma de decisiones con criterios múltiples (MCDM) utilizando el método matemático MACBETH y EDAS mediante el uso del software M-MACBETH.

- Una purga de fondo es fundamental en la obtención de vapor de calidad por lo que se recomienda investigar sobre los ahorros de energía que se podrían obtener aprovechando el calor presente en las purgas de fondo.
- Se recomienda realizar un estudio de los parámetros de combustión en la caldera y cómo influye en el tiempo de operación y la eficiencia, es decir, determinar el rango más adecuado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adu, R. O. (2020). Medical Waste-Sorting and Management Practices in Five Hospitals in Ghana. *Journal of environmental and public health*. doi:<https://doi.org/10.1155/2020/2934296>
- American Society for Testing Materials. (2018). *A.S.T.M. Standars*. Creative Media Partners.
- American Society of Mechanical Engineers. (2010). *Código ASME 2010 para Calderas y Recipientes a Presión*.
- Arias, J. (2020). Proyecto de Tesis guía para la elaboración. Obtenido de <https://bit.ly/3MsGQ21>
- Arias, J., & Covinos, M. (2021). *Diseño y Metodología de la Investigación* (1ra ed.). Arequipa, Perú: Enfoques Consulting EIRL. Obtenido de <https://bit.ly/3sCuQ5V>
- Arroyo Charcape, J. J., & Cruz Ybañez, C. A. (2020). *Programa de gestión energética en sistema de generación de vapor del Hospital alud de Chocope para aumento de eficiencia térmica*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/58091>
- Burgos Briones, G., Cordera Ajila, C., Moreira Mendoza, C., Alcívar Cedeño, U., Delgado Demera, H., & Cedeño Palacios, C. (2022). Evaluación de la calidad del agua para

generación de vapor en un hospital de la provincia de Manabí. *Revista Mikarimi*, 7(3), 179-188. Obtenido de <https://bit.ly/3SYIsFv>

Castillo Mendoza, H. (2019). *Diseño de un sistema de distribución y generación de vapor para las áreas de central de equipos, lavandería y cocina de un hospital del seguro social*. [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Obtenido de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/13841>

Çengel, Y. A., Boles, M. A., & Kanoglu, M. (2019). *Termodinámica* (Novena ed.). Mc Graw Hill.

Comesaña, A. (2013). *Metodología para la generación y selección de alternativas de diseño considerando múltiples factores de un modo holístico*. Universidad de Vigo. Obtenido de <https://www.investigacion.biblioteca.uvigo.es/xmlui/bitstream/handle/11093/203/Methodologia%20para%20la%20generacion%20y%20seleccion%20de%20alternativas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Cruz Beltrand, C. F. (Julio de 2008). *Propuesta de mejora en las instalaciones del departamento de servicios de lavandería en el Hospital General de ISSS*. El Salvador.

Google. (s.f.). *Hospital San Martín de Porres de Iberia*. Recuperado el 22 de Agosto de 2022, de <https://goo.gl/maps/k6b2vuxTH1XfvkYZ9>

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: McGraw Hill México.

Horna Paredes, L. D. (2019). *Evaluación del sistema de generación, distribución y consumo del vapor en el Hospital Regional "Eleazar Guzmán Barrón"*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Santa]. Obtenido de <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3393>

Hospital Nacional "Dos de Mayo". (2017). *Documento Técnico: Manual de Dietas*. Obtenido de http://nuevaweb.hdosdemayo.gob.pe/instrumentos_de_gestion/normas_emitidas/r_dir/2018/02_febrero/RD_013_2018_DOCTEC.pdf

Instituto Mexicano del Seguro Social. (2004). *Instalaciones Hidráulicas, Sanitarias y Especiales*. Obtenido de https://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/guias_tecnicas_t3-ihsye.pdf

Instituto Nacional de Calidad. (2009). *NTP 350.301*. Obtenido de https://planesynormas.mma.gob.cl/archivos/2017/proyectos/11._NTP-350.301-2009-Calderas-estandares-eficiencia_-_Peru.pdf

Instituto Nacional de Calidad. (2018). *NTP. 350.300 - Calderas Industriales*.

Instituto Nacional de Salud. (1997). *Manual de gestión de los procesos de esterilización y desinfección del material sanitario*. Obtenido de

https://ingesa.sanidad.gob.es/bibliotecaPublicaciones/publicaciones/internet/docs/Manual_esteriliza_material.pdf

Kundakci, N. (2018). An integrated method using MACBETH and EDAS methods for evaluating steam boiler alternatives. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 26(1-2), 27-34. doi:<https://doi.org/10.1002/mcda.1656>

Llanes Cedeño, E. A., & Tito Andrade, O. F. (2021). *Evaluación de la caldera pirotubular de 150 bhp en la Industria Lechera Floralp S.A.* [Tesis de posgrado, Universidad Internacional SEK]. Obtenido de <https://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/4108>

Manayay Cabrera, I. A. (2022). *Evaluación energética de un caldero para incrementar su eficiencia en el proceso de producción de vapor de una destilería.* [Tesis de pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12423/4837>

Ministerio de salud. (1996). *Normas técnicas para proyectos de arquitectura hospitalaria.* Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/minsa/informes-publicaciones/353242-normas-tecnicas-para-proyectos-de-arquitectura-hospitalaria>

Ministerio de Salud. (2002). *Manual de Desinfección y Esterilización Hospitalaria.* Obtenido de

https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/282852/254621_RM1472-2002.pdf
[20190110-18386-1r51hbk.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/282852/254621_RM1472-2002.pdf)

Ministerio de Salud. (2012). *NTS N° 096 Gestión y Manejo de Residuos Sólidos en establecimientos de salud y servicios médicos de apoyo*. Obtenido de http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/residuos/RM_554-2012-MINSA.pdf

Ministerio de Salud. (2013). *NTS N° 103-Norma Técnica de Salud de la Unidad Productora de Servicios de Salud de Nutrición y Dietética*. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/239538-665-2013->

Ministerio de Salud. (2014). *NTS N°110: Infraestructura y equipamiento de los establecimientos de salud del segundo nivel de atención*. Diario Oficial El Peruano. Obtenido de <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/3365.pdf>

Ministerio de Salud. (1 de setiembre de 2014). *RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 660-2014/MINSA*. Lima: Diario Oficial El Peruano.

Ministerio de Salud. (1 de setiembre de 2014). *RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 660-2014/MINSA. NTS N°110: Infraestructura y equipamiento de los establecimientos de salud del segundo nivel de atención*. Lima, Lima, Perú: Diario Oficial El Peruano.

Ministerio de Salud. (2015). *Manual de Regímenes Dietéticos por Patologías*. Obtenido de

http://181.65.190.11/transparencia/images/stories/resoluciones/RD/RD2015/dicimbre/rd_418_2015.pdf

Ministerio de Salud. (2017). *Documento Técnico: Manual de Dietas*. Obtenido de http://nuevaweb.hdosdemayo.gob.pe/instrumentos_de_gestion/normas_emitidas/r_dir/2018/02_febrero/RD_013_2018_DOCTEC.pdf

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2006). *Norma Técnica I.S. 010 - Instalaciones Sanitarias para Edificaciones*. Obtenido de https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/03_IS/RNE2006_IS_010.pdf

Ñaupas, H., Palacios, J., Valdivia, M., & Romero, H. (2018). *Metodología de la investigación*. Ediciones de la U.

Organización Mundial de la Salud. (8 de Febrero de 2018). *Desechos de las actividades de atención sanitaria*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste>

PRONIS. (2016). *Estudio de preinversión a nivel perfil*.

Recinos Márquez, E. R. (2021). Optimización en generación, distribución y consumo en sistema de vapor en hospital. *Revista Canalización del Conocimiento Científico*, 2. Obtenido de <http://www.revistasguatemala.usac.edu.gt/index.php/rccc/article/view/1560>

Rivas Sánchez, O. E. (2013). *Rediseño del sistema de generación y transporte de vapor del Hospital del IESS de la ciudad de Machala*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Loja]. Obtenido de <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/12221>

Rodríguez Chica, D. F., & Rubio Sarmiento, O. A. (2014). *Diseño del sistema de distribución de vapor y selección del caldero para el hospital San Juan de Dios*. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/7026>

Rodríguez Sánchez, Y. (2020). *Metodología de la investigación*. Klik Soluciones. Obtenido de <https://bit.ly/3AwgCrM>

Sanz del Amo, M., & Patiño Molina, M. R. (2018). *Manual práctico del operador de calderas industriales*. Paraninfo. Obtenido de <https://bit.ly/3PGK6aN>

SELMEC. (2009). *Manual de datos técnicos*.

Soto, A. (2019). Barreras para una atención eficaz en los hospitales de referencia del Ministerio de Salud del Perú: atendiendo pacientes en el siglo XXI con recursos del siglo XX. *Revista peruana de medicina experimental y salud pública*, 36(2), 304-311. doi:<https://doi.org/10.17843/rpmesp.2019.362.4425>

Torres Gamarra, L. A. (2020). *Optimización de las redes de distribución de vapor y condensado de un Hospital Público de Lambayeque*. [Tesis de pregrado,

Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12893/8260>

Vidal Robles, E. (2018). Calderas: clasificación, usos y mecanismos de transferencia de calor. *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/326904671_CALDERAS_CLASIFICACION_USOS_Y_MECANISMOS_DE_TRANSFERENCIA_DE_CALOR#pfa

Yauri Callupe, D. G. (2018). *Evaluación de la red de distribución de vapor en el Hospital Regional Ramiro Prialé de Huancayo*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12894/4510>

Zhao, Y., Zhu, B., Wang, Y., Liu, C., & Shen, C. (2019). Effect of different sterilization methods on the properties of commercial biodegradable polyesters for single-use, disposable medical devices. *Materials Science and Engineering: C*, 105. doi:10.1016/J.MSEC.2019.110041

Zinelli Reyes, H. D. (2022). Gestión hospitalaria de un modelo de asociaciones público privadas y un modelo tradicional en dos Hospitales del Callao. *Revista de la Facultad de Medicina Humana*, 22(2), 280-286. doi:<http://dx.doi.org/10.25176/rfmh.v22i2.4796>

ANEXO 2. UPSS DEL NUEVO HOSPITAL SAN MARTÍN DE PORRES DE IBERIA

Unidad Productora de Servicio de Salud (UPSS)	Áreas o ambientes del servicio	Número de camas, cunas, etc.
Consulta externa	Consultorio de Gineco-Obstetricia	-
	Consultorio de medicina familiar/ teleconsultorio	-
	Consultorio de pediatría	-
	Consultorio de anestesiología	-
	Consultorio CRED	-
	Sala de inmunizaciones	-
	Estimulación temprana	-
	Consejería y prevención de ITS/VIH/SIDA	-
	Prevención y control de TBC	-
	Atención integral y consejería del adolescente	-
	Atención integral del adulto mayor	-
	Consejería y prevención de enfermedades no transmisibles	-
	Consejería y prevención de enfermedades transmisibles-metaxénicas	-
	Consejería y prevención del cáncer	-
	Consultorio de psicología	-
	Consultorio de nutrición	-
	Control prenatal	-
	Planificación familiar	-
	Psicoprofilaxis	-
	Consultorio de odontología general con soporte de radiología oral	1 unidad dental
Tópico de procedimientos de consulta externa	-	
Sala de monitoreo fetal	-	
Emergencia	Tópico de inyectables y nebulización	1 cama
	Tópico de medicina interna	1 cama
	Tópico de pediatría	1 cama
	Sala de rehidratación	1 cama
	Tópico de gineco obstetricia	1 cama
	Sala de observación adultos varones	2 camas
	Sala de observación adultos mujeres	2 camas
	Sala de observación niños	2 camas

	Unidad de vigilancia intensiva	2 camas
Centro obstétrico	Sala de dilatación	4 camas
	Sala de partos	1 mesa
	Sala de partos vertical	1 cama
	Sala de Puerperio Inmediato	4 camas
	Atención Inmediata al Recién Nacido	1 cuna
Centro quirúrgico	Sala de operaciones de ginecología y obstetricia	1 mesa
	Sala de recuperación post anestésica	2 camas
Hospitalización	Sala de hospitalización adultos varones	3 camas
	Sala de hospitalización adultos mujeres	3 camas
	Sala de hospitalización aislados	1 cama
	Sala de Hospitalización Lactante	1 cama-cuna
	Sala de Hospitalización Pre Escolar	1 cama
	Sala de Hospitalización Escolares	1 cama
	Sala de Hospitalización Adolescentes	1 cama
	Sala de Hospitalización Ginecología	2 camas
	Sala de Hospitalización Obstetricia	2 camas
	Sala de Hospitalización Obstetricia – Alojamiento	2 camas
	Sala de monitoreo de gestantes con complicaciones	1 cama
	Sala de monitoreo del recién nacido sano	2 cunas
	Sala de monitoreo del recién nacido con patología	1 incubadora
Patología clínica	Toma de muestras	-
	Laboratorio de hematología / inmunología	-
	Laboratorio de bioquímica	-
	Laboratorio de microbiología	-
Anatomía patológica	Toma de muestras	-
	Recepción y almacenamiento de muestras de anatomía patológica	-
Diagnóstico por imágenes	Sala de radiología convencional simple	-
	Sala de ecografía general	-
Medicina de rehabilitación	Gimnasio para adultos y niños	-
	Sala de fisioterapia	-
Nutrición y dietética	Preparación de alimentos (cocina)	-
	Conservación	-
	Almacenamiento	-
Hemoterapia y banco de sangre	Recepción de unidades de sangre y hemocomponentes	-

	Recepción de solicitudes transfusionales y despacho de unidades de sangre y hemocomponentes	-
	Laboratorio de inmunohematología	-
	Control de calidad	-
	Almacén de unidades de sangre y hemocomponentes	-
	Esterilización de productos biológicos	-
Farmacia	Dispensación de medicamentos en UPSS consulta externa	
	Dispensación de medicamentos en emergencia	
	Dosis unitaria	-
	Almacén especializado de productos farmacéuticos, dispositivos médicos y productos sanitarios	-
	Gestión de programación	-
	Seguimiento farmacoterapéutico ambulatorio	-
	Farmacovigilancia y tecnovigilancia	-
	Mezclas intravenosas	-
Central de esterilización	Recepción y clasificación de material sucio	-
	Descontaminación y lavado desinfección	-
	Preparación y empaque	-
	Est. De alta temperatura	-
	Almacén de material estéril	-
	Entrega de ropa y material estéril	-

Nota: No se menciona los ambientes complementarios como Hall, pasillos, archivos, SSHH entre otros.

ANEXO 3. UPS DEL NUEVO HOSPITAL SAN MARTÍN DE PORRES DE IBERIA

Unidad Productora de Servicio (UPS)	Áreas o ambientes de servicio
Administración	Trámite Documentario
	Dirección General / Dirección Ejecutiva, Incluye S.H. Completo y Área para reuniones
	Secretaria
	Unidad de Gestión de la Calidad
	Unidad de Epidemiología
	Unidad de Economía
	Unidad de Personal
	Unidad de Logística
	Unidad de Seguros
Unidad de gestión de la información	Cuarto de Ingreso de Servicios de Telecomunicaciones II
	Sala de Telecomunicaciones III
	Centro de Datos I
	Sala de Administración de Centros de Datos I
	Sala de Control Eléctrico I
	Central de Vigilancia y Seguridad II
	Central de Comunicaciones II
	Centro de Cómputo II
	Soporte Informático
	Jefatura de Unidad
	Oficina de Estadística
	Oficina de informática
Transporte	Cochera 1 ambulancia terrestre tipo II
	Cochera de movilidad terrestre
	Estar de chóferes
Casa de fuerza	Subestación eléctrica
	Grupo electrógeno para subestación eléctrica
	Tanque de petróleo soterrado
	Sala de calderos
	Sistema de tratamiento de agua
	Sistema contra incendio
	Cisterna de agua blanda
	Depósito para sal
Sala de máquinas	
Cadena de frío	Área climatizada
Central de gases medicinales	Central de vacío
	Central de oxígeno

	Central de aire comprimido medicinal
	Central de óxido nitroso
Almacén	Almacén general
	Almacén de medicamentos
	Almacén de materiales de escritorio
	Almacén de materiales de limpieza
	Depósito para equipos y/o mobiliario de baja
Lavandería	Recepción y Selección de Ropa Sucia
	Clasificación de Ropa Sucia
	Lavado de Ropa
	Lavado de Coches de Transporte
	Secado y Planchado
	Costura y reparación de ropa limpia
	Almacén de Ropa Limpia
	Entrega de Ropa Limpia
	Estación para coches de Transporte
Talleres de mantenimiento	Jefatura de mantenimiento
	Oficina Técnica de Infraestructura
	Oficina Técnica de Equipos Biomédicos
	Oficina Técnica de Equipos Electromecánicos
Salud ambiental	Unidad de salud ambiental
	Zona de tratamiento de residuos sólidos
	Unidad de salud ocupacional
SUM	Sala de usos múltiples
Residencia de personal	Sala de estar
	Habitaciones
Casa materna	Dormitorios
	Sala de estar
	Lavandería

Nota: No se menciona los ambientes complementarios como Hall, pasillos, archivos, SSHH entre otros.

ANEXO 4. GUÍA DE LA CAPACIDAD DE LAS MARMITAS SELECCIONADAS

Modelo	Energía	Tipo	Capacidad
TDB/6-10	Eléctrica	De mesa, basculación manual	9,46 litros
TDB-20, 40	Eléctrica	De mesa, basculación manual	18,92 - 37,84 litros
TDBC-20, 40	Eléctrica	De mesa, basculación de manivela	18,92 - 37,84 litros
TDH-20, 40	Gas	De mesa, basculación manual	18,92 - 37,84 litros
TDHC-20, 40	Gas	De mesa, basculación de manivela	18,92 - 37,84 litros
TDC/3 -10, 20	Vapor directo	De mesa, basculación manual	9,46 - 18,92 litros
TDA/1-40	Vapor directo	De mesa, basculación manual	37,84 litros
EE-20, 40, 60, 80, 100	Eléctrica	Fija, de suelo	75,70 - 151,42 - 227,12 - 302,83 - 378,54 litros
DEE/4-20, 40, 60	Eléctrica	Basculante, de suelo	75,7 - 151,42 - 227,12 litros
AH/1E-20, 40, 60, 80, 100	Eléctrica	Fija, de suelo	75,70 - 151,42 - 227,12 - 302,83 - 378,54 litros
DH-20, 40, 60, 80	Gas	Basculante, de suelo	75,70 - 151,42 - 227,12 - 302,83 litros
PT-20, 40, 60, 80, 100, 125, 150	Vapor directo	Fija, base de pedestal	75,70 - 151,42 - 227,12 - 302,83 - 378,54 - 473,18 - 567,81 litros
FT-20, 40, 60, 80, 100, 125, 150	Vapor directo	Fija, trípode	75,70 - 151,42 - 227,12 - 302,83 - 378,54 - 473,18 - 567,81 litros
D-20, 40, 60	Vapor directo	Basculante, base de pedestal	75,70 - 151,42 - 227,12 litros
DL-20, 40, 60, 80	Vapor directo	Basculante, trípode	75,70 - 151,42 - 227,12 - 302,83 litros
DN-100	Vapor directo	Basculante, trípode	378,54 litros
DH/INA/2-100	Gas	Fija, de suelo	378,54 litros
GT-40, 60, 80, 100	Vapor directo	Fija, trípode, camisa de vapor	151,42 - 227,12 - 302,83 - 378,54 litros
GPT-40, 60, 80, 100	Vapor directo	Pedestal fijo, completamente encamisada	151,42 - 227,12 - 302,83 - 378,54 litros
DHS	Gas	Baja altura, basculante, de suelo	151,42 litros
DEES	Eléctrica	Baja altura, basculante, de suelo	151,42 litros
AHS	Gas	Baja altura, fija, de suelo	151,42 litros

Modelos	PLATAFORMA TS/9	MONTAJE SOBRE MESA TS/C	MONTAJE ARMARIO	TAPA BASCULANTE	TAPA CON APERTURA VERTICAL	FASE-1	FASE-3	FILTRO DE VERTIDO DEL MARMITA	GRIFOS DE LLENADO	INTERIOR ACERO INOXIDABLE 316	DESCONEXIÓN RÁPIDA DE GAS	MARCAS GRABADAS	EXTRACCIÓN TANGENCIAL 2" (50 MM)	EXTRACCIÓN TANGENCIAL 3" (76 MM)	PATAS EMBRIDADAS	ENFRIAMIENTO AGUA FRÍA	CONJUNTO ATRAPADOR DE VAPOR (REQ.)	JUEGO CEPILLOS MARMITA	ANILLO RECOLECCIÓN DE CONDENSADOS	50 OPERACIÓN EN CICLO	PORTADOR DE BANDEJA	CONSTRUCCIÓN CERRADA
TDB/6, TDB, TDBC	•				•	•	**	•	•	•	•	•						•		•		•
TDH, TDHC	•				•	S		•	•	•	•	•						•		•		•
TDA, TDC/3		•	•		•			•	•	•		•					•	•				•
EE				S	•	S		•	S		•	S	•	•				•	•	•		•
DEE/4				•	•	•	S	•	•	S		•	•		•			•	•	•	•	•
AH/1E				S	S			•	S	•	•	S	•	•				•	•	•		•
DH				•	•	S		•	•	S	•	•	•		•			•	•	•	•	•
PT/FT/GT/GPT				S				•	S		•	S	•	S	•	•	•	•	•			•
D, DL				•				•	•	S		•	•	•	S	•	•	•	•			•
TDB, TA/2	•					*	*	•	•	•		S						•			•	•
TDC, TA/2	•	•				*	*	•	•	•		•					•	•			•	•
DEE/4 o DH, INA/2 o TA/3				•	•	S		•	•	•		S			•			•		•	•	•
DL, TA/3				•	•	S		•	•	•		S	B	•	S	•	•	•			•	•
DL, INA/2				•	•	S		•	•	•		S	B	•	S	•	•	•			•	•

S = Estándar • = Opcional o accesorio disponible * = Fase 1 estándar para mezcladora, Fase 3 estándar para mamita
 **=TDB y TDBC únicamente B = Estándar válvula de bola 2" (50 mm)

NOTA: Las calderas NEB o NGB están disponibles para suministrar vapor a marmitas de vapor directo con capacidad hasta 40 galones (151,42 litros)

ANEXO 5. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA LAVADORA WSB5200H

Especificaciones principales			WSB5200H			WSB5270H			WSB5350H		
Capacidad máx.	kg/lb		20/44			27/60			35/77		
Tambor,	volumen	litros	200			270			350		
	diámetro	∅ mm	770			770			770		
Centrifugado		rpm	910			910			910		
Factor de gravedad			350			350			350		
Alternativas de calentamiento, 380-400V	electricidad	kW	13.5			18			27		
	vapor (600 kPa)	kg/h	8			11			14		
	gas	Btu/h	136600			136600			136600		
Datos de consumo "Cotton eco" *			El.	Vapor	Gas	El.	Vapor	Gas	El.	Vapor	Gas
Consumo de agua (fría)	litros		213	213	233	308	308	328	426	426	446
Consumo energético (motor/calentamiento)	kWh		11.3	0.4	0.5	12.7	0.45	0.57	18.6	0.5	0.65
Consumo de vapor (600 kPa)	kg		-	8	-	-	11	-	-	14	-

* Conforme a la norma ISO 9398-4 Ciclo de prueba C.

Conexión eléctrica*						
Alternativa calentamiento	Tensión principal		Potencia calorífica kW	Potencia total kW	Fusible recomendado de A	
		Hz				
WSB5200H						
Electricidad	400-415V 3 -	50/60	13.5	15	3 x 32	
Vapor	400-415V 3 -	50/60	-	6	3 x 16	
Gas	400-415V 3 -	50/60	40	6.3	3 x 16	
WSB5270H						
Electricidad	400-415V 3 -	50/60	18	19.5	3 x 40	
Vapor	400-415V 3 -	50/60	-	6.2	3 x 16	
Gas	400-415V 3 -	50/60	40	6.5	3 x 16	
WSB5350H						
Electricidad	400-415V 3 -	50/60	27	28.8	3 x 50	
Vapor	400-415V 3 -	50/60	-	6.4	3 x 16	
Gas	400-415V 3 -	50/60	40	6.7	3 x 16	

Conexiones de agua, vapor, gas y aire		WSB5200H	WSB5270H	WSB5350H
Válvulas de agua	DN	20	20	20
Presión de agua	kPa	50-300	50-300	50-300
Capacidad a 250 kPa	l/min	70	70	70
Válvula de desagüe	∅ mm	75	75	75
Capacidad de desagüe	l/min	240	240	240
Válvula de vapor	DN	20	20	20
Presión del vapor	kPa	100-600	100-600	100-600
Válvula de gas	DN	20	20	20
Evacuación del gas	∅ mm	125	125	125
Requisitos del suelo				
Frecuencia de la fuerza dinámica	Hz	15.2	15.2	15.2
Niveles acústicos				
Nivel acústico transmitido por el aire	dB(A)	72	72	72
Emisión de calor				
% de potencia instalada, máx.		3	3	3
Datos de transporte**				
	neto, kg	670	710	770
Volumen de transporte	m ³	2.34	2.77	3.38
Dimensiones en mm				
A	Anchura	895	1050	1270
B	Profundidad	1040	1050	1060
C	Altura	1620	1620	1620
D		850	850	850
E		215	215	215
F		360	440	550
G		780	780	780

ANEXO 6. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA SECADORA T5550

Especificaciones principales		T5550			
Capacidad, factor de llenado 1:18	kg/lb	30.5/67.2			
factor de llenado 1:22	kg/lb	25/55.1			
Volumen del cesto	litros	550			
Diámetro del cesto	mm	913			
Alternativas de calentamiento					
electricidad	kW	24/32			
gas	BTU/h (kW)	11 2700 (33)			
vapor 600-700 kPa	kW	36			
Datos de consumo*		24 kW	32 kW	Gas	Vapor
Tiempo total con 25 kg	min	31	23	24	23
Consumo de energía con 25 kg	kWh	12.29	12.19	13.27	15.24
Evaporación	g/min	409	543	512	550
Energía (kWh/litro) de agua evaporada	kWh/l	0.98	0.98	1.06	1.22

* A plena carga con prendas de algodón y humedad residual del 50% secado hasta el 0%.

Conexión eléctrica*					
Alternativa calentamiento	Tensión principal		Potencia calorífica kW	Potencia total kW	Fusible recomendado de A
		Hz			
Calentamiento eléctrico	220-240V 1 ~	50/60	24.0	26.2	125
	220-240V 3 ~	50/60	24.0/32.0	26.3/34.3	80/100
	380-415V 3 ~	50/60	24.0/32.0	26.7/34.7	50/50
Calentado por gas / Calentado por vapor	220-240V 1 ~	50/60	-	1.9	10
	220-240V 3 ~	50/60	-	2.4	10
	380-415V 3 ~	50/60	-	2.6	10

Conexiones de evacuación, gas y vapor			T5550
Toma de vapor			1"
ISO 7/1-R	Presión de vapor		100-1000
kPa	Consumo de vapor		65
kg/h	Salida de condensados	ISO 7/1-R	1"
Gas	NG/PG	ISO 7/1-R	1/2"
Presión de gas	Gas natural	Pa	2000
		mbar	20
	Propano	Pa	2800-3700
		mbar	28-37
Evacuación		∅ mm	200
Circulación máxima del aire:			
	Electricidad 50 Hz / 60 Hz	m ³ /h	940 / 940
	Gas 50 Hz / 60 Hz	m ³ /h	940 / 940
	Vapor 50 Hz / 60 Hz	m ³ /h	1080 / 1080
Presión estática de retroceso máxima:			
	Electricidad 50 Hz / 60 Hz	Pa	480 / 950
	Gas 50 Hz / 60 Hz	Pa	420 / 900
	Vapor 50 Hz / 60 Hz	Pa	1300 / 1550
Niveles de sonido			
Nivel acústico transmitido por el aire		dB(A)	<70
Emisión de calor			
% de potencia instalada, máx.			15
Datos de transporte**			
Volumen de transporte		neto, kg embalada, m ³	280 2.80
Dimensiones en mm			
A	Anchura		961
B(a)	Profundidad		1365
B(b)	Profundidad		1445
C	Altura		1869
D			660
E			720
F			170
G			1490
H			200
I			180
J			1560
K			50
L			480
M			580
N			805

ANEXO 7. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA CALANDRA MURAL IC44821

Especificaciones principales		IC44819	IC44821	IC44825	IC44828	IC44832
Capacidad*, máxima de evaporación de agua**	l/h	38/57/35	40/63/37	48/75/46	51/81/51	59/93/59
Rodillo, diámetro (el, gas/vapor)	ø mm	479/457	479/457	479/457	479/457	479/457
longitud	mm	1910	2120	2540	2750	3170
Velocidad de planchado	m/min	1.5-9	1.5-9	1.5-9	1.5-9	1.5-9
Calentamiento, electricidad	kW	33	37	44	47	54
vapor (900 kPa)	kg/h	83	92	110	123	141
gas	Btu/h	133100(39)	150100(44)	177400(52)	191100(56)	221800(65)
<small>* 50 % de humedad residual inicial (algodón 180 g/m²) y 100 % de utilización del rodillo (ISO 9398). ** El, vapor/gas.</small>						

Conexión eléctrica*		IC44819	IC44821	IC44825	IC44828	IC44832
Voltaje						
El.	400-415V 3AC 50 Hz kW(A)	35 (63)	38 (63)	45 (80)	49 (80)	56 (100)
Gas, vapor	400-415V 3AC 50 Hz kW(A)	2 (16)	2 (16)	2 (16)	2 (16)	2 (16)
Conexiones de vapor, gas y evacuación						
Vapor	DN	20	20	20	20	20
Presión de vapor rec.	kPa	900	900	900	900	900
Retorno de condensados	DN	10	10	10	10	10
Gas	DN	20	20	20	20	20
Presión de alimentación, gas natural (G20/G25)	Pa	2000/2500	2000/2500	2000/2500	2000/2500	2000/2500
propano (G31)	Pa	3700/5000	3700/5000	3700/5000	3700/5000	3700/5000
Salida de evacuación	ø mm	160	160	160	160	160
Volumen evacuado, gas	m ³ /h	800	830	950	980	1010
el, vapor	m ³ /h	740	740	880	920	960
Pérdida de carga	máx. Pa	200	200	200	200	200
Niveles de sonido						
Nivel acústico transmitido por el aire	dB(A)	73	73	73	73	73
Emisión de calor						
% de potencia instalada, máx.		3	3	3	3	3
Datos de transporte (Modelo F-R)**						
	neto, kg	1170	1250	1330	1395	1465
Volumen de transporte, Modelo F-R	m ³	5.8	6.2	7	7.4	8.2
Dimensiones en mm						
A Anchura		2575	2785	3205	3415	3835
B Profundidad		1280	1280	1280	1280	1280
C Altura		1460	1460	1460	1460	1460
D		1160	1160	1160	1160	1160
E Sólo en el modelo F-R		670	670	670	670	670
F Sólo en el modelo F-R		800	800	800	800	800
G Sólo en el modelo F-R		840	840	840	840	840
H		1050	1050	1050	1050	1050
I		1910	2120	2540	2750	3170
K		355	355	355	355	355
L		190	190	190	190	190

ANEXO 8. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA PRENSA AUTÓNOMA-ACCIONADA POR AIRE

Conexiones Eléctricas		Estándar	Opcional			
			Caldera Incorporada	Extractor Incorporado	Compresor Incorporado	Plancha de Vapor Eléctrica
Voltaje, estándar						
208-240V 1 AC 50/60 Hz	kW	-	-	0.4	0.55	0.8
Voltaje, caldera incorporada						
208-240V 3 AC 50/60 Hz	alt. 10 kW	-	10	-	-	-
230V 3 AC 50/60 Hz	12 kW	-	12	-	-	-
380-400V 3 AC 50 Hz	15 kW	-	15	-	-	-
	18 kW	-	18	-	-	-
Vapor, aire y conexiones de vacío						
Vapor	DN	15	-	15	15	15
Rec. presión de vapor	kPa	500	-	500	500	500
Consumo de Vapor	kg/h	20	-	20	20	20
Condensado	DN	15	-	15	15	15
Aire Comprimido	DN	10	10	10	-	10
Rec. Presión de aire	kPa	700	700	700	-	700
Consumo de Aire	l/min	60				
Aspiración centralizada	mm	Ø100	Ø100	-	Ø100	Ø100
Consumo de aire de vacío	m ³ /h	400	400	-	400	400
Depresión de vacío	mm H ₂ O	250	250	-	250	250
Salida de vacío	mm	-	-	Ø100	-	-
Datos de transporte						
	neto, Kg	226	320			
	embalada, Kg	294	370			
	encajonada, Kg	344	425			
Dimensiones en mm						
A	Ancho	1450	1450	1450	1450	1450
B	Profundidad	1100	1100	1100	1100	1100
C	Altura	1450	1450	1450	1450	1450
D		1250	1250	1250	1250	1250
E		1030	1030	1030	1030	1030
F		800	800	800	800	800
G		920	920	920	920	920
H		1190	1190	1190	1190	1190
I		370	370	370	370	370
J		230	230	230	230	230

ANEXO 9. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL AUTOCLAVE HX-150

Systec	HX-65	HX-90	HX-100	HX-150	HX-200
Dimensiones capacidad útil Ø x profundidad en mm	400 x 500	400 x 700	500 x 500	500 x 750	500 x 1000
Volumen de capacidad útil en litros total/nominal	70/65	95/90	113 / 100	162 / 150	211/200
Dimensiones exteriores en mm					
Altura	1465	1465	1565	1565	1565
Anchura	690	690	790	790	790
Profundidad	805	1005	925	1175	1425
Potencia de calentamiento (kW)	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
Peso neto	125	145	250	300	350

ANEXO 10. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL AUTOCLAVE V-55

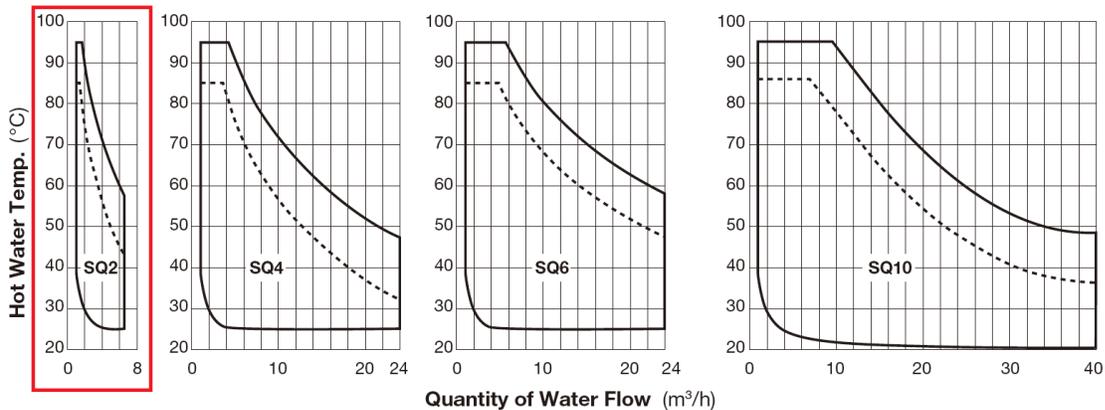


Dimensiones y rendimiento

Systec	V-40	V-55	V-65	V-75	V-95	V-100	V-120	V-150
Dimensiones capacidad útil Ø x profundidad en mm	344 x 450	344 x 600	400 x 500	400 x 600	400 x 750	500 x 500	500 x 600	500 x 750
Volumen de capacidad útil en litros total/nominal	45/40	60/55	73/65	85/75	104/95	117/100	137/120	166/150
Dimensiones exteriores en mm								
Altura	950	950	995	995	1085	985	985	1115
Anchura	500	500	550	550	550	650	650	650
Profundidad	680	680	780	780	780	900	900	900
Peso Neto (kg)	110	115	125	130	140	175	180	190
Potencia de calentamiento kW								
Systec VX	3,5	3,5	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0
Systec VE/BE	3,6	3,6	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3

ANEXO 11. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS CALENTADORES SQ2

Model	SQ2		SQ4	SQ6	SQ10
Thermal Capability Class	200 kW		400 kW	600 kW	1000 kW
Temperature Setting Range	30 to 95 °C				
Steam Control Valve Actuator Type	Pneumatic or Electric ¹⁾			Pneumatic	
Required Utilities	Power	100 V AC (50/60 Hz) single phase			
	Steam ²⁾	0.6 MPaG or lower			0.4 MPaG or lower
	Cold Water (inflow)	0.1 to 1.0 MPaG Temp.: 5 to 70 °C			
	Air for Steam Control Valve ³⁾	0.4 to 0.6 MPaG Oil-free Air filtered to 5 µm			
Motive Steam for PowerTrap	0.15 to 0.6 MPaG Use supply steam			0.15 to 0.4 MPaG Use supply steam	
Connection (mm)	Cold Water	Inlet	25 JIS10KFF	50 JIS10KFF	65 JIS10KFF
	Hot Water	Outlet	25 JIS10KFF	50 JIS10KFF	65 JIS10KFF
	Steam	Inlet	25 JIS10KFF	40 JIS10KFF	50 JIS10KFF
	Condensate	Outlet	25 JIS10KFF	25 JIS10KFF	40 JIS10KFF
	Air ³⁾	Inlet		Rc(PT) 1/4	
Heating Method	Spiral Tube Heat Exchanger				
Applicable Hot Water Supply Piping	Single pass ⁴⁾ / Recirculating ⁶⁾				
Abnormal Temperature Rise Preventing Function	<ul style="list-style-type: none"> • Built-in internal cooling circulation unit⁷⁾ detects minute changes in hot water flow or abnormalities in temperature and shuts off the steam supply • Circulates cold water from a buffer to decrease temperature 				
Alarm Functions	High-Temp/Low-Temp Warning, Alarm History Review				
Standard External Input/Output Functions	<ul style="list-style-type: none"> • External Input for Startup/Shutdown: Sets ON/OFF via external voltage-free contact input • External Input for Emergency Shutdown: Via external voltage-free contact • In Operation: Sends output during operation via voltage-free contact • External Input for Temperature Set Value: Changes set value via external analog signal (4 to 20 mA input/output) • Current Temperature Value Output: Outputs current temperature via analog signal (4 to 20 mA input/output) • Alarm Output: Sends output via voltage-free contact when there is an abnormality in temperature 				
Installation Location	Indoors (Outdoor specifications available as an option for SQ2/SQ4/SQ6)			Indoors	
Applicable Fluids	Heating: Steam, Heated: Water				



ANEXO 12. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA CALDERA SC-60-H-3-01-1.5-

380



Fabricación de calderas, ablandadores, tanques en general,
equipos en acero inoxidable, montajes electromecánicos,
mantenimiento y asesoría técnica.
EMPRESA CERTIFICADA EN ISO 9001 Y OHSAS 18001"

ITEM	ESPECIFICACIONES TECNICAS
01	<p><u>CALDERAS DE 60 BHP. MODELO D48-60-2G</u></p> <p>Caldera de vapor, construida bajo el Código de Calderas y Recipientes a Presión ASME Sección I :</p> <p>CANTIDAD DOS (02) CAPACIDAD 60 BHP TIPO PIROTUBULAR HORIZONTAL NUMERO DE PASES 03 PASES DISEÑO ESPALDA HUMEDA SUPERFICIE DE CALEFACCIÓN 300 SQ FT. CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE VAPOR 2070 LBS/HR DESDE Y HASTA 212 °F (100 °C) PRESIÓN DE DISEÑO 150 PSIG PRESIÓN DE PRUEBA HIDROSTÁTICA 225 PSIG PRESIÓN DE TRABAJO REGULABLE DE 50 – 140 PSIG COMBUSTIBLE A UTILIZAR DIESEL B5 / GLP/GAS NATURAL CONSUMO DE GAS 2,308 MBH CONSUMO DIESEL 2 18 GPH EFICIENCIA 87 % AL 100 % DE CARGA SUMINISTRO ELÉCTRICO 220 V / 3Φ / 60 HZ OPERACIÓN Y FUNCIONAMIENTO AUTOMATICO</p> <p>Características técnicas de componentes de la caldera</p> <p>Casco y placas portatubos Planchas con las características especificadas en la Normas ASTM – A285 Grado “C”.</p> <p>Tubos de fuego Norma ASTM A -192 sin costura Diámetro de los tubos : 2 “ϕ Diámetro Exter.</p> <p>En la parte inferior de la placa portatubos frontal se contará con dos (02) registros de mano de 3 ½” x 4 ½” a efectos de que sirvan para el retiro de los tubos de fuego para futuras reparaciones.</p>

Controles y accesorios

QUEMADOR

Marca WEBSTER modelo JB2C-15-RM7840L-M.20-MP-UL, dual con capacidad de 3500 MBH de GAS y 25 GPH de Diésel, control de llama HONEYWELL última generación, tren de gas completo de 2".

Combustible	:	GLP/Gas Natural / Diésel B5
Tipo	:	Full Modulación.
Tren de Gas	:	Diámetro de válvulas 2" φ.
Tren de Diésel 2	:	Atomización a través de bomba tipo engranaje.
Tablero eléctrico	:	En gabinete conteniendo el equipamiento de control, Seguridad y comando.
Programador	:	Con detección de llama por fotocelda.

Control de nivel de agua

Marca MC DONNELL & MILLER modelo 157 S, AMERICANO

Control auxiliar de nivel de agua

Control auxiliar de nivel de agua incluyendo bujía y electrodo marca WARRICK

Alarma por bajo nivel

Alarma por bajo nivel auditiva, la cual se interconectará a los controles de nivel de líquido.

Ingreso de agua de alimentación

Contará con dos válvulas check de 1 ¼" φ x 200 PSI, marca UNITED BRASS AMERICANA con rosca y 01 válvula APOLLO de 1 ¼" x 600 wog.

Purgas

- Contará con dos válvulas de purga de fondo de tipo rápida de 1 ¼" φ marca EVERLASTING y una válvula de purga lenta tipo "Y" de 1 ¼" φ marca UNITED BRASS.
- Una válvula de purga tipo bola para la columna de nivel de 1" φ x 600 wog marca APOLLO.
- Una válvula de purga de superficie de 1" φ x 600 WOG MARCA APOLLO.
- Una válvula purga para el visor de nivel pirex de ¼" φ x 600 WOG MARCA APOLLO.

Controles

- Un control por Límite de presión L404 F con rango de 10 – 150 PSI marca HONEYWELL.
- Un control para el Sistema de Modulación L91 B con rango de 05 – 150 PSI marca HONEYWELL.
- Un Control de Seguridad por Límite de presión L-4079B con rango de 10 – 150 PSI marca HONEYWELL.
- Manómetro principal de 0 – 200 PSI de 6" diámetro MARCA Blue Ribbon.
- Válvula de venteo o aireadora tipo bola de ½" φ X600 WOG MARCA APOLLO.

Válvula de salida de vapor

Válvula tipo Globo de Ø 3" x 300 Lbs bridada y 01 Válvula Check Swing de Ø 3" x 300 Lbs bridada, cuerpo de ASTM A216 Gr. WCB, ambas marcas REX

La caldera dispondrá de una escalera y plataforma para el accionamiento de la válvula de salida de vapor y seguridad.

Válvula de seguridad

Contará con 2 válvulas de seguridad tipo resorte de 1 ¼" φ que garantice la evacuación de vapor con la rapidez que se genera, MARCA KUNKLE. Reguladas en exceso sobre la presión de trabajo.

Tablero de control para el sistema eléctrico

Fabricado con plancha de 1.5 mm, pintura base anticorrosiva y acabado convencional, debidamente ensamblado en la fábrica, con conexiones estructurales en interior de canaleta.

Contendrá, además:

- Interruptores generales para el sistema automático y manual.
- Lámparas piloto de señalización para indicar las diferentes etapas de operación.
- Arrancadores magnéticos con relay térmico para protección de los motores (quemador y electrobomba).
- Control auxiliar de nivel del agua.
- Llave principal termomagnética de alimentación al caldero.
- Alambrado y conectores completos para el apropiado funcionamiento.

Hogar posterior o caja de humos.

Doble placa portatubos con cámara de agua, con registro de inspección para ingreso y mirilla de inspección de flama.

Registro de inspección

Contará con seis (06) entradas de mano tipo elíptica de 4 ½" x 3 ½" convencionalmente ubicadas para permitir una fácil inspección y servicio de mantenimiento.

Contará con un ingreso de hombre tipo elíptica de 12" x 16" x 1 ¼".

Cuello de chimenea

Será de 12"φ y 12" de altura fabricado en plancha estructural ASTM-A 36 de ¼" de espesor.

Termómetro para control de gases de 5" de dial, conexión ½" NPT y bulbo de 6" de largo.

Acabado de puertas

Las dos hojas de la puerta frontal y posterior pasaran por un proceso de arenado comercial y luego serán pintadas con pintura resistente al calor para 500 °C.

Aislamiento térmico

Será protegido con aislamiento térmico de colchoneta de lana mineral de 2" de espesor, Knauf Insulation con las siguientes características:

Conductividad térmica 0.061 W/m.K @ 200 °C

Densidad 100 kg/m³

Protección metálica exterior

Plancha de ACERO INOXIDABLE calidad 304 de 1/40" de espesor.

Base metálica

Construida con perfiles tipo viga "U" de ¼" de espesor de 8 ½" x 4 ½" x 4 ½" (no requiere anclaje al piso)

PRUEBAS.

Ensayos no destructivos para cordones de soldadura (radiografías)

Hidrostática según normas ASME.

Combustión y seguridad

PLACA CARACTERISTICA

Placa de datos de fábrica con todas las características de la caldera.

CERTIFICADOS DE CALIDAD Y PROTOCOLOS

Certificados de calidad de los materiales utilizados (planchas y tubos)

Certificados de calidad de los equipos y controles.

Certificados de pruebas y ensayos no destructivos.

Protocolos de pruebas en vacío y con carga

MANUALES Y CAPACITACION

Manual de operación, mantenimiento, lista de partes, catálogos de piezas y partes, diagramas eléctricos.

Capacitación para los operarios y supervisores por 08 Hrs. Teórico-práctico.

ANEXO 13. CARACTERÍSTICAS DEL CALDERO PIROTUBULAR DE 60 BHP

	PROPUESTA TÉCNICO - ECONÓMICA	
---	----------------------------------	--

PARA	:	PROGRAMA NACIONAL DE INVERSIONES EN SALUD
Atención	:	John Neciosup Neciosup
De	:	Ing. Nander Acosta
Fecha	:	24 de octubre de 2022
Referencia	:	SUMINISTRO DE CALDERA DE 60 BHP
Presupuesto	:	TE22-NA-0043-A

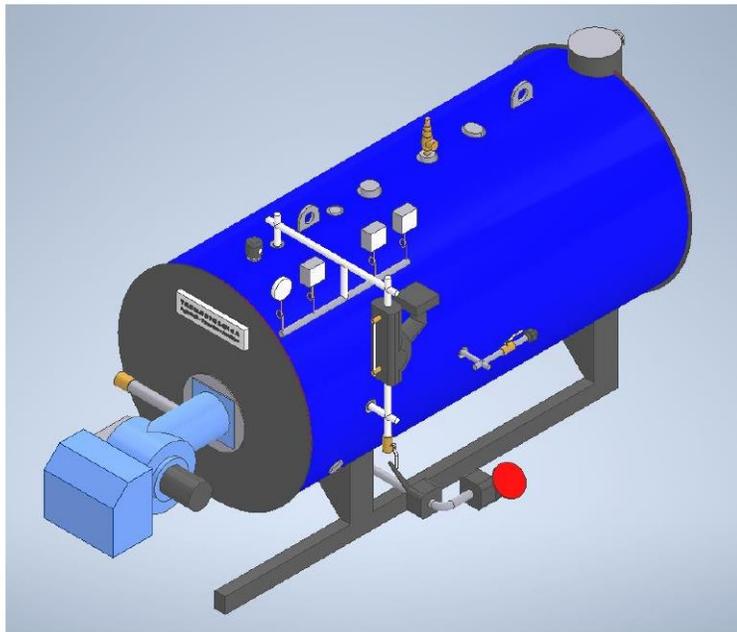


Imagen referencial

SUMINISTRO DE CALDERAS DE 60 BHP



1. ALCANCE DE SUMINISTRO:

La presente oferta Técnica – Económica abarca las actividades a realizar por el “Suministro de dos (2) calderas de 60 BHP”, que se detalla en los siguientes entregables:

- Fabricación de dos (2) calderas de 60 BHP.

2. DETALLE DE ENTREGABLES:

2.1. FABRICACIÓN DE CALDERA DE 60 BHP

Marca	TERMODINAMICA
Modelo	SC-60-H-3-01-1.5-380
Potencia	60 BHP
Superficie de Calefacción	300 pie ²
Presión de diseño	150 psi
Presión de trabajo máxima	150 psi
Presión de prueba	Según ASME Sección I
Combustible	DUAL (GN – GLP)
Suministro eléctrico de fuerza	220 V/3 fases/60 Hz
Suministro eléctrico de control	115 V/1 fase/60 Hz
Funcionamiento	Automatico/Manual

Incluye:

- Caldero de fabricación nacional.
- **Quemador a Gas (GN/GLP)** Marca F.B.R. Procedencia italiana
- Presión máxima de entrada 200 mbar
- Modelo: GAS XP60CE-D1"-FS32 TC
- Versión On-Off
- Potencia: Mínima 232 kW y Máxima 630 Kw (791600 BTU/h – 2149560 BTU/h)
- Suministro eléctrico 220-240/380-415 50/60 Hz Motor 2200 RPM 1 HP
- Transformador de ignición marca Danfoss modelo 052F4044
- Programador marca Siemens Modelo LME11.330C2 230 V
- Switch de aire marca Krom Schreder Modelo DL 10A-3Z
- Switch de gas marca Dungs Modelo GW 150A5
- Tren de gas marca Dungs 1" modelo MB-DLE410B01S20
- Carcasa de aluminio de alta resistencia.

Otros:

- Tubos de fuego según norma ASTM A192.
- Planchas del Casco y Flue según norma ASTM A285 Gr.°C.
- Control auxiliar de nivel, marca Warrick.
- Control de Presión (Por nivel bajo y por nivel alto con Presostatos L404F y para límite de presión máxima L4079F marca Honeywell).
- 01 válvula de ingreso Globo soldable clase 800 lbs, y 01 check tipo disco bridada en Acero inoxidable.
- Válvulas de purga de fondo (01 unidad de apertura lenta tipo Y, 1 ½" clase 200 psig y 01 unidad de apertura rápida tipo mariposa bridada 1 ½" clase 250 psig).

	PROPUESTA TÉCNICO - ECONÓMICA	
---	--	---

- Válvula de seguridad de 1 1/2" marca Kunkle, normalizado según ASME I.
- 01 manómetro de presión, rango (0 – 300 psig)
- Aislamiento térmico con manta de Fibra Mineral espesor 2".
- Acabado superficial con plancha metálica de aluminio espesor 0.6 mm.
- Fabricado bajo los estándares ASME:
 - ASME Sección I: Calderas de potencia
 - ASME Sección II: Especificaciones de Materiales
 - ASME Sección VIII: Recipientes a presión
 - ASME Sección IX: Calificación de soldadura
- Pruebas y Homologaciones:
 - Prueba Hidrostática según ASME Sección I.
 - Pruebas de tintes penetrantes en las zonas que no se pueda radiografiar
- Chimenea de gases de escape de la caldera, cuyas dimensiones serán de acuerdo con la información técnica del caldero.

Principales características:

- Diámetro: Ø 10"
- Longitud: 4.8 m
- Plancha A-36 de 3/16" para la fabricación del cuerpo de la chimenea.
- Protección ante la corrosión del acero con tratamiento superficial de granallado y una capa de pintura de alta temperatura.
- No se considera aislamiento térmico para la chimenea.

3. CONDICIONES GENERALES:

- La presente oferta no incluye el servicio de instalación del equipo.
- Se considera la entrega de un manual de operación del equipo y catálogo de los principales componentes.
- Termodinamica S.A. dispone de mano de obra especializada para la fabricación de equipos térmicos y supervisará los trabajos adecuadamente según los requerimientos y las buenas prácticas de ingeniería.
- La caldera cumple con los requerimientos legales vigentes (Especificaciones técnicas y formatos de presentación y construcción de los diferentes organismos nacionales competentes).
- No se consideran los documentos y/o especificaciones técnicas que no hayamos recibido y que puedan afectar los trabajos de fabricaciones. Para estos casos, se cotiza en base a nuestra experiencia en proyectos similares, estableciendo como punto de partida las consideraciones técnicas indicadas en esta propuesta. Para otras consideraciones los precios y plazos deberán ser validados y sujetos a valorizaciones.
- La propuesta incluye solo entregables mencionados en líneas anteriores, no se incluyen el suministro, instalación de componentes, equipos, accesorios no indicados.
- En caso el cliente decida cancelar el desarrollo de los trabajos, parcial o totalmente, y/o suspenderlo por más de un mes, sea la causa particular o de fuerza mayor, el cliente debe informar a Termodinamica S.A. con anticipación de 15 días y honrar el pago de todos los materiales efectivamente adquiridos y los reservados a ser utilizados en este proyecto, así como todos los trabajos ejecutados no obstante su estado de avance, sea este de ingeniería y/o fabricación, para lo cual, se valorizarán los trabajos a costo generado y debidamente sustentado).
- Incluye manual de operación de caldera.



- Se requiere tierra adecuada, control de humedad, voltaje estable y ventilación adecuada para los equipos electrónicos.
- Se considera entrega de equipo en instalación del cliente, sobre camión.

4. TÉRMINOS DE GARANTÍA

- 1.5 años por componentes electrónicos y controles, Voltaje estable, Tierra adecuada.
- 10 años de garantía en la estructura metálica por defectos de materiales o fabricación, con tratamiento de agua adecuado.

5. PROPUESTA ECONÓMICA

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
	FABRICACIÓN Y SUMINISTRO DE CALDERA DE 60 BHP				
1	FABRICACIÓN Y SUMINISTRO DE CALDERA PIROTUBULAR DE 60 BHP	PZA	2.00	\$37,689.00	\$75,378.00
TOTAL PRESUPUESTO SIN IGV					\$75,378.00

6. CONDICIONES COMERCIALES:

- **Moneda:** Dólares Americanos
- **Tiempo de entrega:** 11 - 12 semanas
- **Forma de pago:** 40% recibida la OC, 50% valorizaciones según avance, 10% entregado el equipo.
- **Validez de la oferta:** 20 días.
- **La presente cotización no incluye el impuesto general a las ventas (IGV)**
- **No se incluyen repuestos y/o servicios no especificados en el presente presupuesto.**

Si nuestra cotización es aceptada favor enviar la orden de servicio a:

atencionalcliente@termodinamica.com.pe

- TERMODINÁMICA S.A.

- RUC 20504638422

Sin otro particular por el momento, quedamos a su disposición para cualquier consulta.

Atentamente,



TERMODINAMICA
Ingeniería - Proyectos - Servicios

Nander Acosta

Ingeniero de Proyectos

Calle Víctor Reynel 1045 Lima 01, Perú

Telf. (51) 336-6850 Anexo: 230

Cel. 987417747

www.termodinamica.com.pe - Síguenos en



ACTA DE SUSTENTACION VIRTUAL N°020-2023-FIME



En la ciudad de Lambayeque, siendo las 08:00 a.m. del día viernes 02 de Junio de 2023. Se reunieron vía plataforma virtual <http://meet.google.com/qac-wmdw-zpt>, los miembros del jurado, designados mediante Resolución N°127-2023-D-VIRTUAL-FIME, de fecha 31 de mayo de 2023, con la finalidad de Evaluar y Calificar la sustentación de la Tesis, conformado por los siguientes catedráticos:

Dr. Ing. FREDY DÁVILA HURTADO
ING. HÉCTOR ANTONIO OLIDEN NÚÑEZ
M.Sc. Ing. CARLOS JAVIER COTRINA SAAVEDRA
Dr. Ing. AMADO AGUINAGA PAZ

PRESIDENTE
SECRETARIO
MIEMBRO
ASESOR

Se recibió la Tesis titulada:

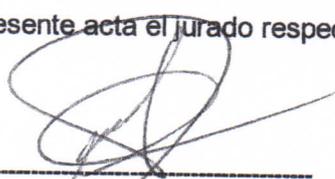
"PROPUESTA DE UN MÉTODO ALTERNATIVO PARA LA SELECCIÓN DEL CALDERO DE VAPOR DEL NUEVO HOSPITAL SAN MARTIN DE PORRES DE IBERIA".

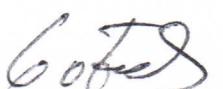
Presentada y sustentada por su autor, Bachiller: **NECIOSUP NECIOSUP JOHN CRISTIAN.**

Finalizada la sustentación virtual de la Tesis, el sustentante respondió las preguntas y observaciones de los miembros del jurado examinador, quienes procedieron a deliberar y acordaron otorgar el calificativo de **APROBADO**, Nota (17) en la escala vigesimal, mención **BUENO.**

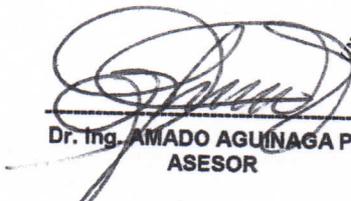
Quedando el sustentante apto para obtener el Título profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, de acuerdo a la Ley Universitaria 30220 y la normatividad vigente, de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las 09:00 a.m. del mismo día se da por concluido el acto académico, firmando la presente acta el jurado respectivo:


Dr. Ing. FREDY DAVILA HURTADO
PRESIDENTE


M.Sc. Ing. CARLOS JAVIER COTRINA SAAVEDRA
MIEMBRO


ING. HÉCTOR ANTONIO OLIDEN NÚÑEZ
SECRETARIO


Dr. Ing. AMADO AGUINAGA PAZ
ASESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Dr. Ing. AMADO AGUINAGA PAZ
Decanato

ANEXO 01

CONSTANCIA DE VERIFICACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, Dr. Ing. Amado Aguinaga Paz, usuario revisor del documento titulado: **“PROPUESTA DE UN MÉTODO ALTERNATIVO PARA LA SELECCIÓN DEL CALDERO DE VAPOR DEL NUEVO HOSPITAL SAN MARTIN DE PORRES DE IBERIA.”**

Cuyo autor es, **NECIOSUP NECIOSUP JOHN CRISTIAN**, identificado con documento de identidad **N°47568943**, declaro que la evaluación realizada por el Programa informático, ha arrojado un porcentaje de similitud de **15%**, verificable en el Resumen de Reporte automatizado de similitudes que se acompaña.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas dentro del porcentaje de similitud permitido no constituyen plagio y que el documento cumple con la integridad científica y con las normas para el uso de citas y referencias establecidas en los protocolos respectivos.

Se cumple con adjuntar el Recibo Digital a efectos de la trazabilidad respectiva del proceso.

Lambayeque 27 de JUNIO del 2023



.....
DR. ING. AMADO AGUINGA PAZ

DNI: 16527442

ASESOR

Se adjunta:

*Resumen del Reporte automático de similitudes

*Recibo Digital

PROPUESTA DE UN MÉTODO ALTERNATIVO PARA LA SELECCIÓN DEL CALDERO DE VAPOR DEL NUEVO HOSPITAL SAN MARTÍN DE PORRES DE IBERIA

INFORME DE ORIGINALIDAD

DR. Amado Aguinaga Paz
ASESOR

15%

INDICE DE SIMILITUD

14%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	qdoc.tips Fuente de Internet	1%
2	es.scribd.com Fuente de Internet	1%
3	www.indeci.gob.pe Fuente de Internet	1%
4	www.app.minsa.gob.pe Fuente de Internet	1%
5	docobook.com Fuente de Internet	1%
6	www.slideshare.net Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1%



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Cristian Neciosup
Título del ejercicio: PROPUESTA DE UN MÉTODO ALTERNATIVO PARA LA SELECCI...
Título de la entrega: PROPUESTA DE UN MÉTODO ALTERNATIVO PARA LA SELECCI...
Nombre del archivo: John_Neciosup-INFORME_FINAL-UNPRG-FIME-v2.pdf
Tamaño del archivo: 5.38M
Total páginas: 144
Total de palabras: 21,916
Total de caracteres: 116,546
Fecha de entrega: 30-may.-2023 07:36p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entre... 2105603542

 UNIVERSIDAD NACIONAL
"PEDRO RUIZ GALLO"
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica 

SEGUNDO PROGRAMA DE ELABORACIÓN DE TESIS 2017

TESIS

Para Optar el Título profesional de

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

"PROPUESTA DE UN MÉTODO ALTERNATIVO PARA LA SELECCIÓN DEL CALDERO DE VAPOR DEL NUEVO HOSPITAL SAN MARTÍN DE PORRES DE IBERIA"

Presentado por:

Bach. JOHN CRISTIAN NECIOSUP NECIOSUP

Asesor:

Dr. AMADO AGUINAGA PAZ
LAMBAYEQUE - PERÚ
FEBRERO 2023


Dr. Amado Aguinaga Paz
ASESOR