



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

**“PROPUESTA DE AUDITORIA ENERGÉTICA DEL CALDERO N°5
PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA DE LA EMPRESA
INDUSTRIAL PUCALA S.A.C- 2016”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

AUTOR:

GLORIA PEREGRINA ODAR ACUÑA

ASESOR:

Ing. LUIS RAMOS.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: ENERGIA

CHICLAYO — PERÚ

(2016)

APROBACIÓN DE LA TESIS

“PROPUESTA DE AUDITORIA ENERGÉTICA DEL CALDERO N°5 PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA DE LA EMPRESA INDUSTRIAL PUCALA S.A.C- 2016”

Gloria Peregrina Odar acuña Autor

Mag. Aníbal Salazar Mendoza
Presidente de Jurado

Mag. James Skinner Celada Padilla
Secretario de Jurado

Mag. Luis Alberto Ramos Martínez
Vocal de Jurado

DEDICATORIA

Al Dios verdadero Jehová, por quien agradecida estoy por su bondad y misericordia divina.

A mis padres que día a día han sabido brindarme su apoyo, aunando esfuerzos para poder culminar mis estudios universitarios y graduarme finalmente para poder cumplir metas, en cada una de las empresas donde me tocara desenvolverme como una profesional útil a nuestro país, a nuestra sociedad y a poner mi mayor empeño y dedicación en bien de mi familia y mi persona misma.

A mis hijas Alessandra y Franshesca, a quienes tienen mi exclusiva dedicación, quienes además transmito todas mis enseñanzas y así hacer de ellas unas personas de bien.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero y profundo agradecimiento:

A mis padres Juan y Yolanda, a mis hijas, hermanos y demás familiares por brindarme un hogar cálido y enseñarme que la perseverancia, el conocimiento y el esfuerzo son el camino para lograr objetivos.

A mis profesores que lograron brindarme el conocimiento pleno para mi formación profesional, siempre los tendré presentes.

Quiero hacer extensivo mi agradecimiento al Gerente General de esta empresa, Dr. Max Ayora Inoñan, así como al Gerente de Fábrica de la misma Ingeniero Oscar Benavides Arévalo, además del Gerente de Recursos Humanos Dr. Alex Timaná Izaga.

De igual modo mi agradecimiento al Ing. Roberto Núñez Vilela, Ing. William Oviden Núñez, grandes profesionales, quienes incondicionalmente me brindaron su apoyo.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Gloria Peregrina Odar acuña, con DNI N° 41134743 y Código Universitario N° 1000272133, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica. Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo...de..... del 2016

Gloria Peregrina Odar acuña
DNI N° 41134743

PRESENTACION

Señores Miembros de Jurado Calificador:

Cumpliendo con las normas establecidas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica, de la Universidad Cesar Vallejo para optar el título de Ingeniería Mecánica Eléctrica presento a vuestra consideración el presente trabajo de tesis denominado **“PROPUESTA DE AUDITORIA ENERGÉTICA DEL CALDERO N°5 PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA DE LA EMPRESA INDUSTRIAL PUCALA S.A.C- 2016”**.

Por tal motivo, dejo a vuestro criterio profesional la evaluación, agradeciendo de antemano a Uds. y a toda la plana docente por los conocimientos impartidos durante el transcurso de mi formación profesional.

Atentamente

Gloria Peregrina Odar acuña
DNI N° 41134743

Chiclayo, Julio del 2016

INDICE

Contenido

APROBACIÓN DE LA TESIS.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO	IV
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	V
PRESENTACION	VI
INDICE	7
RESUMEN	13
ABSTRACT.....	14
I. INTRODUCCIÓN.....	15
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	15
1.2. TRABAJOS PREVIOS.	18
1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA.	20
1.3.1. La Eficiencia Energética.	20
1.3.2 Calderas.	32
a) Tiro Forzado	33
b) Secundario	34
c) Tiro Inducido	34
1.4. Formulación del problema.	40
1.5. Justificación del estudio.	40
1.6. Hipótesis.....	41
1.7. Objetivos.....	42
1.7.1. Objetivo General:	42
1.7.2. Objetivos Específicos:	42

II. MÉTODO	42
2.1 Diseño de investigación:	42
2.2 Población:	42
2.3 Muestra:	43
2.4 Variables y Operacionalización:	43
2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad:	45
III. RESULTADOS	48
3.1 Diagnóstico de la caldera N°5 de vapor, de la empresa Industrial PUCALÁ S.A.C.	48
3.2 Procedimientos pertinentes sobre auditoria energética en la caldera N°5, de la empresa Industrial PUCALÁ S.A.C:	78
3.3 Acciones o Medidas de mejoras para el caldero N° 5:	82
3.4 Evaluación económica de la propuesta	105
IV.- DISCUSIÓN	109
V.- CONCLUSIÓN	112
VI.-RECOMENDACIONES	114
VII.-REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	116
ANEXOS	118

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.....	23
FIGURA 2.....	25
FIGURA 3.....	26
FIGURA 4.....	26
FIGURA 5.....	27
FIGURA 6.....	28
FIGURA 7.....	28
FIGURA 8.....	35
FIGURA 9.....	38
FIGURA 10.....	39
FIGURA 11.....	53
FIGURA 12.....	54
FIGURA 13.....	56
FIGURA 14.....	60
FIGURA 15.....	63
FIGURA 16.....	65
FIGURA 17.....	83
FIGURA 18.....	83

INDICE DE TABLAS

TABLA 1.....	43
TABLA 2.....	46
TABLA 3.....	51
TABLA 4.....	52
TABLA 5.....	54
TABLA 6.....	55

TABLA 7.....	56
TABLA 8.....	57
TABLA 9.....	58
TABLA 10.....	59
TABLA 11.....	60
TABLA 12.....	61
TABLA 13.....	62
TABLA 14.....	63
TABLA 15.....	64
TABLA 16.....	65
TABLA 17.....	66
TABLA 18.....	67
TABLA19.....	68
TABLA 20.....	69
TABLA 21.....	69
TABLA 22.....	70
TABLA 23.....	71
TABLA 24.....	71
TABLA 25.....	74
TABLA 26.....	78
TABLA 27.....	84
TABLA 28.....	93
TABLA 29.....	94
TABLA 30.....	98
TABLA 31.....	105
TABLA 32.....	107
TABLA 33.....	108

SIMBOLOGIA

W : Potencia.	ft ³ : Pie cúbico.
M: Masa de sustancia seca.	g: Aceleración de la gravedad.
°C: Grado centígrado.	G: Consumo de vapor.
°F: Grado Fahrenheit.	H: Entalpía específica.
A: Área.	Hp: Caballo de fuerza.
Amp: Amperios.	HU: Poder calorífico inferior.
B: Grados Brix; vapores vegetales.	hr.: Horas.
BPE: Boiling point elevation.	HR: Heat Rate.
Btu: British Thermal Unit.	In: Pulgada.
Cal: Caloría.	J: Joule; flujo de jugo.
cm: Centímetro.	K: Coeficiente de transferencia de calor; Kelvin.
D: Diámetro.	Kcal: Kilo caloría.
d: Densidad.	Kcal/min: Kilo calorías por minuto.
E: Energía.	kg: Kilogramo.
f: Factor de corrección.	Kg/hr: Kilogramos por hora.
F: Fibra en bagazo.	Kg/s: Kilogramos por segundo.
F.P: Factor de potencia.	kJ: Kilo Joule.
F.S: Factor de servicio.	KPa: Kilo Pascales.
ft: Pie.	KW: Kilo Watt.
Ft/min: Pies por minuto.	KWh: Kilo Watt hora.
ft ² : Pie cuadrado.	L: Longitude.
L; Lt: Litro.	m: Masa, metro.
lb: Libra.	M: Peso molecular.
Lb/hr: Libras por hora.	m ² : Metro cuadrado.

M bar: Mili bar.

Min: Minutos.

MJ: Mega Joule.

mm: Milímetro.

Msnm: Metros sobre el nivel del mar.

Nm³: Metro cúbico normalizado.

p: Presión.

PH: Medición de ion hidrógeno.

Po: Presión de referencia.

Psi: Libras de fuerza por pulgada cuadrada.

Psig: Libras de fuerza por pulgada cuadrada.

Q: Calor.

q: Calor específico; pureza absoluta.

R: Constante universal de los gases.

RPM: Revoluciones por minuto.

S: Entropía.

s: Entropía específica; segundos.

T: Temperatura; potencia consumida.

t: Tiempo.

T/hr: Toneladas métricas por hora.

TM: Tonelada métrica.

TMH: Tonelada métrica por hora.

To: Temperatura de referencia.

U: Energía interna.

U o: Energía interna de referencia.

V: Volumen; flujo de vapor; voltaje; velocidad.

Vo: Volumen de referencia.

W: Trabajo.

x: Fracción de masa o volumen.

z: Cenizas; Columna piezométrica.

Δ : Razón de cambio; Diferencia.

RESUMEN

La presente investigación se ha iniciado describiendo la realidad problemática, de donde se rescata el planteamiento de reducir en un 15% el consumo de energía eléctrica para fines del 2018, en los sectores residencial, productivo, de servicio público y transporte. En la problemática local se puede ver que en los calderos que existe un completo descuido, en la transmisión y generación de vapor particularmente en el caldero N°05. Esto se puede notar en el capítulo I, en donde también se ha utilizado trabajos previos y teorías relacionadas al tema estudiado; como la eficiencia energética.

Luego en el ítem 1.4 se ha formulado el problema, en el ítem 1.5 se ha justificado el trabajo investigativo, para luego plantear una hipótesis. Se ha definido el objetivo general y los específicos para la realización en la investigación.

En el capítulo II, se ha planteado la metodología utilizada para investigación, en donde se definió que el trabajo es NO EXPERIMENTAL, la población del estudio lo conforman las 05 calderas y la muestra la N°05. Luego se realizó la Operacionalización de las variables.

En el capítulo III se describen los resultados obtenidos, del cual se rescata que el diagnóstico fue una herramienta de gran ayuda para determinar el grado de eficiencia 0,59 de la caldera, el consumo de combustible viene presentando comportamientos anómalos. Luego se presentan una serie de propuestas las cuales tiende a mejorar la eficiencia en un 20%, en relación a la eficiencia determinada en el diagnóstico. Mediante la evaluación económica realizada se puede ver que las propuestas planteadas son altamente rentables para su ejecución.

En el capítulo IV se ha realizado una discusión, en el que se plantea la importancia que tiene la caldera en la producción de vapor y de mejorar la eficiencia. En los capítulos restantes se muestran las conclusiones y recomendaciones.

PALABRAS CLAVES: Caldera, Eficiencia energética, diagnostico, evaluación económica.

ABSTRACT

This research has started by describing the problematic reality, from which the approach of reducing by 15% the consumption of electric energy by the end of 2018, in the residential, productive, public service and transportation sectors. In the local problematic it can be seen that in the cauldrons that there is complete neglect, in the transmission and generation of steam particularly in the cauldron N ° 05. This can be noted in Chapter I, where previous works and theories related to the subject studied have also been used; Such as energy efficiency.

Then in item 1.4 the problem has been formulated, in item 1.5 the investigative work has been justified, in order to propose a hypothesis. It has defined the general objective and the specific ones for the realization in the investigation.

In Chapter II, the methodology used for research was defined, where it was defined that the work is NOT EXPERIMENTAL, the study population is made up of the 05 boilers and the sample N ° 05. Then the operationalization of the variables was performed.

Chapter III describes the results obtained, from which it is remarked that the diagnosis was a great tool to determine the efficiency level 0.59 of the boiler, the fuel consumption is presenting abnormal behaviors. Then a series of proposals is presented which tends to improve efficiency by 20%, in relation to the efficiency determined in the diagnosis. Through the enhanced economic evaluation it can be seen that the proposed proposals are highly profitable for implementation.

Chapter IV has discussed the importance of the boiler in steam production and improved efficiency. The remaining chapters show the conclusions and recommendations.

KEY WORDS: Caldera, Energy efficiency, diagnosis, economic evaluation.