

INDICE

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1 ANTECEDENTES Y MOTIVACIÓN	2
1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	2
1.3 SOLUCIÓN PROPUESTA.....	2
1.4. OBJETIVOS.....	3
1.4.1 Objetivo General.....	3
1.4.2 Objetivos Específicos.....	3
1.5. ALCANCES.....	3
1.6 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS METODOLÓGICAS DE SOLUCIÓN.....	4
1.6.1 Labores Previas.....	4
1.6.2 Trabajos de Campo	4
1.6.3 Trabajos de Gabinete	4
1.6.4 Propuesta de Mejora	5
1.7 RESULTADOS TANGIBLES ESPERADOS.....	5
TÍTULO TENTATIVO.....	5
1.8 ORGANIZACIÓN DEL DOCUMENTO	5
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	7
2.2 FORMAS DE CLASIFICAR LA ENERGÍA.....	8
2.2.2 Energía Secundaria.....	9

2.2.2.2 Energía Térmica	10
2.3 DESARROLLO SUSTENTABLE DEL SECTOR ENERGÉTICO	11
2.4 EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	12
2.5 AUDITORÍAS ENERGÉTICAS	13
2.5.1 Tipos de Auditoría Energética	14
CAPITULO III: PROCESO PRODUCTIVO Y ANTECEDENTES EMPRESA.....	17
3.1 PROCESO PRODUCTIVO	18
3.2 NIVELES DE PRODUCCIÓN Y CONDICIONES DE OPERACIÓN.....	19
3.2.1 Niveles de producción últimos cuatro años	20
3.2.2 Horarios y Turnos de Producción	20
3.2.3 Estacionalidad en la Producción	21
3.3 DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO.....	22
3.3.1 Consumo de energía eléctrica años anteriores	23
3.3.2 Consumo de petróleo IFO-080K años anteriores.....	24
3.2.1 Consumo total de energía años anteriores	26
CAPITULO IV: MEDICIÓN Y LEVANTAMIENTO DE DATOS EN TERRENO	28
4.1 MEDICIÓN Y LEVANTAMIENTO DEL SISTEMA ELECTRICO.....	29
4.1.2 Demandas de Potencia Eléctrica.....	30
4.1.3 Mediciones Eléctricas	31
4.1.4 Calidad de la energía eléctrica	32

4.2.1 INFORMACIÓN TÉCNICA CALDERA	34
4.2.2 Condiciones de Operación Caldera.....	35
4.2.3 Análisis de Gases en Caldera.....	36
4.2.3 Demanda de vapor	37
4.2.4 Consumo de Combustible	39
CAPITULO V: CÁLCULO DE PÉRDIDAS TÉRMICAS	43
5.1 CÁLCULO DE PÉRDIDAS TÉRMICAS EN CALDERA.....	44
5.1.1 Cálculo de Pérdida por Calor sensible en Gases secos	44
5.1.2 Pérdida de Calor por Vapor de Agua del Hidrogeno	45
5.1.3 Pérdidas por Purga	46
5.3 EFICIENCIA DE CALDERA	51
CAPITULO VI: EVALUACIÓN DE OPORTUNIDADES DE MEJORA	56
6.1 INDICADORES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA	57
6.1.1 Indicador de Eficiencia Energética de Eléctrico.	58
6.1.2 Indicador de Eficiencia Energética de Térmico.	58
6.1.3 Indicador de Eficiencia Energética de Caldera.	59
6.2 CAPACITACIÓN EN EFICIENCIA ENERGETICA AL PERSONAL	59
6.2.1 Contenidos del Programa.....	60
6.2.2 Propuesta Económica.....	61
6.3 RECAMBIO DE AISLACIÓN LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR	61

6.3.1 Cálculo de ahorros de energía generados por la medida.....	62
6.3.2 Variables Financieras.....	63
6.4 RECUPERACIÓN DE CALOR DE LOS GASES DE CHIMENEA PARA CALENTAMIENTO DEL AIRE DE COMBUSTIÓN.....	63
6.4.1 Calculo de Ahorros Generados por la Medida.....	64
6.4.2 Variables Financieras.....	65
Conclusiones	66
Bibliografía.....	68
ANEXO N°1 – Calculo balance de masa y energía caldera.....	69
ANEXO N°2 – Cálculo de recuperación de calor en gases de combustión	73
ANEXO N°3 – Cálculo de pérdidas de calor en líneas de distribución de vapor	74
ANEXO N°4 – Cálculo de aislante para líneas	75
ANEXO N°5 – Evaluación económica medida de aislación en líneas de distribución de vapor.....	77
ANEXO N°6 – Evaluación económica medida de recuperación de calor en gases de combustión	79

INDICE DE TABLAS

TABLA N° 3.1 - NIVELES DE PRODUCCIÓN ANUAL	20
TABLA N° 3.2 - NIVELES DE PRODUCCIÓN Y REQUERIMIENTOS DE PROCESO	21
TABLA N° 4.1 - DEMANDA DE POTENCIA POR SECTOR	30
TABLA N° 4.2 - DEMANDAS MENSUALES 2016	31
TABLA N° 4.3 - CARACTERÍSTICAS GENERALES CALDERA.....	35
TABLA N° 4.4 - CONDICIONES DE OPERACIÓN CALDERA EXISTENTE.....	36
TABLA N° 4.5 - ANÁLISIS DE GASES CALDERA.....	37
TABLA N° 4.6 - DEMANDA DE VAPOR SATURADO.....	38
TABLA N° 4.7 - CONSUMO DE COMBUSTIBLE AÑO 2016	39
TABLA N° 4.8 - MEDICIONES LÍNEAS DE VAPOR	42
TABLA N° 5.1 - PÉRDIDAS DE CALOR POR GASES SECOS DE COMBUSTIÓN.....	45
TABLA N° 5.2 - PÉRDIDAS DE CALOR POR HUMEDAD EN LOS GASES	46
TABLA N° 5.3 – VELOCIDAD Y MASA DE PURGA PARA LOS TRES NIVELES DE LLAMA	47
TABLA N° 5.4 - PÉRDIDAS DE CALOR POR PURGA DE CALDERA	48
TABLA N° 5.5 - BALANCE DE ENERGÍA RESUMIDO.....	50
TABLA N° 5.6 - EFICIENCIA DE CALDERA	52
TABLA N° 5.7 - DATOS PARA EL CÁLCULO DE PÉRDIDA DE CALOR EN LÍNEAS DE VAPOR.....	53
TABLA N° 5.8 - TEMPERATURAS EN LÍNEAS DE VAPOR	53
TABLA N° 5.9 - PÉRDIDAS DE CALOR EN LÍNEAS.....	55
TABLA N° 6.1 - PERDIDAS ANUALES POR MALA AISLACIÓN	62
TABLA N° 6.2 -AHORROS ANUALES MEJORA DE AISLACIÓN	62
TABLA N° 6.3 - VARIABLES FINANCIERAS OPORTUNIDAD 2	63
TABLA N° 6.4 - PARÁMETROS CONSIDERADOS PARA EL CALCULO DE ECONOMIZADOR	64
TABLA N° 6.5 - RESULTADOS ECONOMIZADOR AHORROS ANUALES	65
TABLA N° 6.6 - RESULTADO DE LAS VARIABLES FINANCIERAS OPORTUNIDAD 3	65

INDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1 - DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO	18
FIGURA N° 2 - DIAGRAMA UNILINEAL SISTEMA ELÉCTRICO	29
FIGURA N° 3 - DIAGRAMA DE FLUJO SISTEMA TÉRMICO.....	34
FIGURA N° 4 -IMAGENES TERMOGRAFICAS LÍNEAS DE VAPOR.....	41
FIGURA N° 5 - BALANCE DE MASA Y ENERGÍA CALDERA	50

INDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 3.1 - NIVELES DE PRODUCCIÓN ANUAL.....	22
GRÁFICO N° 3.2 - DISTRIBUCIÓN CONSUMO ENERGÉTICO	23
GRÁFICO N° 3.3 - CONSUMO ENERGÍA ELÉCTRICA AÑO 2015 Y 2016	24

GRÁFICO N° 3.4 - DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE AÑO 2015/2016.....	25
GRÁFICO N° 3.5 - CONSUMO ENERGÉTICO HISTÓRICO AÑO 2015/2016	26
GRÁFICO N° 4.1 - CONSUMO DE AGUA AÑO 2016	38
GRÁFICO N° 4.2 - DEMANDA DE COMBUSTIBLE AÑO 2016.....	40