

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

**CARRERA
INGENIERÍA MECÁNICA**

**Trabajo de Titulación previo a la obtención del Título de:
INGENIERO MECÁNICO**

**TEMA
APLICACIÓN DE LA ISO 50001 PARA MEJORAR LA EFICIENCIA
ENERGÉTICA EN LOS PROCESOS DE GENERACIÓN DE VAPOR DEL
QUITO TENIS Y GOLF CLUB**

**AUTOR
DARÍO JAVIER ALEMÁN FREIRE**

**TUTOR
LUIS ANIBAL ANDRANGO ANDRANGO**

Quito, marzo 2017

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Darío Javier Alemán Friere, con Cédula de Identidad N° 1716648421, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Trabajo de Grado intitulado APLICACIÓN DE LA ISO 50001 PARA MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS PROCESOS DE GENERACIÓN DE VAPOR DEL QUITO TENIS Y GOLF CLUB, el mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniero Mecánico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor, me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



Darío Javier Alemán Freire
1716648421

Quito, marzo 2017

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR

Yo, declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el Proyecto de Titulación: APLICACIÓN DE LA ISO 50001 PARA MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS PROCESOS DE GENERACIÓN DE VAPOR DEL QUITO TENIS Y GOLF CLUB realizado por Darío Javier Alemán Freire, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerado como Trabajo Final de Titulación.

Quito, marzo 2017

Atentamente,



Ing. Luis Aníbal Andrango Andrango
1704400553

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a Jehová por guiarme a cada instante, y sobre todo en los momentos más difíciles.

A mi madre Sonia por darme siempre las fuerzas y la paciencia para resolver los problemas.

A mi esposa Nicole y a mi hija Hallie por ser la más grande inspiración que puedo tener para seguir fortaleciéndome como persona, para luchar día a día y para culminar satisfactoriamente este proyecto.

Darío

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Politécnica Salesiana, a la Facultad de Ingeniería Mecánica, a los docentes, quienes depositaron su confianza, sus conocimientos, y sus valores, mientras permanecí en esta Institución, y que al final se ven reflejados en este proyecto.

A Jehová Dios por brindarme fuerza, perseverancia, gran paciencia y perspicacia para tomar las mejores decisiones en el transcurso de este camino recorrido

RESUMEN

El siguiente proyecto tiene por finalidad diseñar un sistema de gestión de calidad basado en la norma internacional ISO 50001:2011, enfocado básicamente en mostrar los resultados de desempeño energético, mejorando eficazmente los procesos y reduciendo costos en la institución Quito Tenis y Golf Club

El Quito Tenis y Golf Club es un club particular que se encuentra situado al norte de la Ciudad de Quito, que brinda servicios de entretenimiento, alimentación y deporte para sus socios. Hoy en día es prioritario establecer parámetros estrictos para reducir los costos de energía. El proyecto se enfatiza, básicamente, en los procesos de eficiencia energética para la generación de vapor.

La aplicación de la Norma ISO 50001 como elemento para establecer un sistema de gestión de la energía (SGEn), está desarrollada, cronológicamente, conforme a los requisitos que establece la norma y con el consentimiento de la Gerencia del Club, en función de la línea base y la auditoría energética aplicada.

El proyecto procura establecer requisitos para implementar un sistema de gestión de la energía y una política energética, aplicando el círculo de mejora continua (PHVA) Planificar - Hacer - Verificar - Actuar, para analizar la situación actual del Club, tomar decisiones, realizar acciones correctivas y obtener resultados que beneficien a la institución.

Palabras claves: aplicación, eficiencia, energética, procesos, generación, vapor

ABSTRACT

The purpose of the next project is design a system of management of quality based in the international norm ISO 50001:2011, focused basically to show results of exert energetic improving effectively the processes and reducing costs in the institution.

Quito Tennis y Golf Club is a private club situated north of Quito`s city that provides services of entertainment, feeding and sport for his partners. Today is priority establishing strict parameters to reduce the costs in energy. The project is emphasized basically in the processes of energetic efficiency of generation of steam.

The application of the Norm ISO 50001 like element to establish a system of management of the energy (SGEn) is developed chronologically according to the requirements that establishes the norm and with the consent of the Club`s management, in function of the basic line and the energetic audit applied.

The project attempt for to establish requirements to implement a system of management of the energy and an energetic politics applying the circle of continuous improvement (PHVA) (Plan - Do - Check – Act) to analyze the current situation, make decisions, take corrective actions and obtain results that benefit the processes of steam generation.

Keywords: application, efficiency, energy, processes, generation, steam

ÍNDICE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR	II
DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR.....	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
RESUMEN.....	VI
ABSTRACT	VII
ÍNDICE	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIII
INTRODUCCIÓN	14
CAPÍTULO I.....	15
FUNDAMENTOS TEÓRICOS	15
1.1 Sistemas de la Gestión de la Energía (SGEn).....	15
1.1.1 Definición de gestión.....	15
1.1.2 Beneficios de la implementación de un sistema de Gestión	16
1.1.3 Sistema de Gestión Energética ISO 50001	17
1.1.3.1 La ISO 50001	17
1.1.3.2 Objetivo de la ISO 50001	18
1.1.3.3 Alcance de la ISO 50001	18
1.1.3.4 Requisitos del sistema de gestión de la energía.....	19
CAPÍTULO II	21

SITUACIÓN ACTUAL DE LOS PROCESOS DE GENERACIÓN DE VAPOR	21
.....	
2.1 Quito Tenis y Golf Club	21
2.1.1 Misión	21
2.1.2 Visión.....	21
2.1.3 SGEEn en el Quito tenis y Golf Club	22
2.1.3.1 Necesidades de un SGEEn	22
2.1.3.2 Distribución de vapor.....	23
2.2 Auditoría Energética	24
2.2.1 Alcance	24
2.2.2 Instrumentación	24
2.2.3 Línea de combustible (diesel)	27
2.2.4 Usos de vapor.....	28
2.2.5 Análisis del sistema de vapor y el condensado.....	29
2.2.5.1 Piscina Recreativa.....	29
2.2.5.2 Lavadora de gavetas.....	31
2.2.5.3 Marmita.....	32
2.2.5.4 Áreas húmedas	33
2.3 Análisis del consumo de combustible.....	33
2.3.1 Análisis de abastecimiento.....	34
CAPÍTULO III.....	36
DISEÑO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA (SGEN).....	36
3.1 Análisis de aplicabilidad	37
3.2 Metodología para diseño del SGEEn	37
3.3 Etapa 1	38

3.3.1 Revisión inicial	38
3.3.1.1 Alcance	38
3.3.1.2 Alta Dirección (AD)	39
3.3.1.3 Representante de la dirección (RD)	41
3.4 Etapa 2	43
3.4.1 Planificación	43
3.4.2 Revisión	44
3.4.2.1 Metodología	44
3.4.2.2 Calculo de la eficiencia térmica de la Caldera.....	46
3.4.2.3 Cálculo de eficiencia de intercambiador principal	47
3.4.2.4 Cálculo de eficiencia de intercambiador de piscina recreativa.....	49
3.4.2.5 Cálculo de eficiencia de intercambiador Cocina	51
3.4.2.6 Cálculo de eficiencia de intercambiador áreas húmedas	53
3.4.2.7 Cálculo de eficiencia de Marmita	55
3.4.2.8 Pérdida de calor en tuberías de vapor	56
3.4.2.9 Pérdida de calor en piscina recreativa.....	62
3.4.2.10 Ahorros estimados y retorno de la inversión	66
3.4.2.11 Cálculo de condensado no recuperado.....	67
3.4.3 Línea base	67
3.4.4 Indicadores de Eficiencia Energética.....	69
3.4.5 Metas y acciones correctivas	69
CONCLUSIONES.....	71
RECOMENDACIONES.....	73
BIBLIOGRAFÍA.....	75
ANEXOS	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama general de un SGEN basado en un sistema de mejora continua.....	17
Figura 2. Diagrama generalizado de la distribución de vapor.....	23
Figura 3. Detalle del analizador de combustión de calderos.....	26
Figura 4. Mal estado de las tuberías de alimentación y drenado de condensado al ambiente.....	29
Figura 5. Instrumentos de medición del intercambiador de calor de la piscina recreativa en mal estado.....	30
Figura 6. Trampas de vapor en mal estado y manómetro roto.....	32
Figura 7. Detalle de consumo de diesel en un periodo de 5 años.....	34
Figura 8. De talle de la variación del precio del diesel en el tiempo.....	35
Figura 9. Etapas de diseño de un Sistema de Gestión de Energía.....	36
Figura 10. Responsabilidades de la alta dirección.....	40
Figura 11. Diagrama de planificación energética.....	43
Figura 12. Programa para cálculos de eficiencia térmica.....	45
Figura 13. Diagrama para cálculo de eficiencia intercambiador de calor principal..	48
Figura 14. Diagrama para cálculo de eficiencia intercambiador de calor piscina recreativa.....	50
Figura 15. Diagrama para cálculo de eficiencia intercambiador de calor cocina.....	52
Figura 16. Diagrama para cálculo de eficiencia del intercambiador de calor áreas húmedas.....	54
Figura 17. Diagrama para cálculo de eficiencia de la marmita.....	56
Figura 18. Recubrimiento de tubería de vapor con cañuelo de fibra de vidrio.....	57
Figura 19. Calculo de pérdidas de calor por el método de resistencias.....	59

Figura 20. Programa de cálculos de pérdidas en tubería.....	61
Figura 21. Programa de cálculos de pérdidas para tubería de 1", 2" y 3".....	62
Figura 22. Dimensiones piscina recreativa.....	64
Figura 23. Gráfico de dispersión con línea base del consumo de diesel.....	69
Figura 24. Análisis de consumo de diesel y meta 2017.....	71
Figura 25. Esquema detallado del uso del vapor y la generación correspondiente	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Resultados obtenidos de análisis de gases a calderos	27
Tabla 2	Recopilación de información de la auditoría	28
Tabla 3	Temperaturas intercambiador de calor piscina recreativa.....	30
Tabla 4	Datos cocina	31
Tabla 5	Datos marmita	31
Tabla 6	Datos hidromasajes	332
Tabla 7	Ahorros estimados de acuerdo a las pérdidas de vapor de las tuberías.....	33
Tabla 8	Idens del Quito Tennis y Golf Club 2016.....	67
Tabla 9	Lista general de equipos principales del sistema de generación de vapor del quito tenis y golf club.....	70
Tabla 10	Propiedades del diesel.....	
Tabla 11	Abastecimiento y costo del diesel.....	
Tabla 12	Caracterización del diesel	

INTRODUCCIÓN

Al hablar de eficiencia energética nos referimos a una prioridad que debería tener toda empresa. La energía es fundamental para todas las operaciones que realice una organización, como la gestión de la electricidad, combustibles, vapor, calor, aire comprimido y otros similares, como también la materia prima y el reciclaje.

El Quito Tennis y Golf Club no cuenta con un plan o un sistema de gestión de la energía, por lo que la institución necesita implementar una Norma de Eficiencia Energética, y de esta manera optimizar los procesos de producción de vapor y los recursos.

El proyecto está enfocado en la Norma ISO 50001, en el Quito Tennis y Golf Club, donde se puntualiza la Gestión de la Energía en procesos de producción de vapor.

El Proyecto ayuda a mejorar la eficiencia energética en los procesos de generación de vapor del Quito Tennis y Golf Club, implementando un Sistema de Gestión de la Energía (SGEn) en base a una norma internacional, evaluar los procesos de generación de vapor, realizando acciones correctivas para optimizar el consumo de Diesel, implementar una política permanente de Gestión de la Energía que respalde el proceso y desempeño energético, reducir costos y recursos

CAPÍTULO I

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

En el presente capítulo se analiza los conceptos básicos de eficiencia energética, los Sistemas de Gestión de la Energía, y la importancia de aplicar la eficiencia energética en la industria y en los procesos de la misma, la variable combustible como parte importante de la eficiencia energética en dichos procesos.

1.1 Sistemas de la Gestión de la Energía (SGEn)

1.1.1 Definición de gestión

Lograr la satisfacción continua de las (Partes Interesadas), mediante el cumplimiento de sus necesidades y expectativas en un ambiente organizacional comprometido con el mejoramiento continuo de la eficiencia, eficacia y efectividad.

La gestión es un elemento muy importante dentro del desarrollo de la industria porque permite optimizar ciertos procesos y manejar de mejor manera los recursos incluyendo los recursos humanos, para ello es importante tener bien claro los objetivos a plantearse dentro de una empresa para poder implementar este concepto integral de desarrollo.

“Ahora bien hablando de la gestión aplicada en la energía, podemos resumir que es la optimización del consumo de la energía buscando un uso correcto y eficiente” (AEC, ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD, 2016).

1.1.2 Beneficios de la implementación de un sistema de Gestión

La organización internacional de estandarización ISO, mediante la implementación de la norma ISO 50001 – Sistemas de gestión de la Energía (SGE), busca proveer una estructura de sistemas y procesos necesarios para la mejora del desempeño energético incluyendo la eficiencia, uso y consumo de la energía para de esta manera lograr:

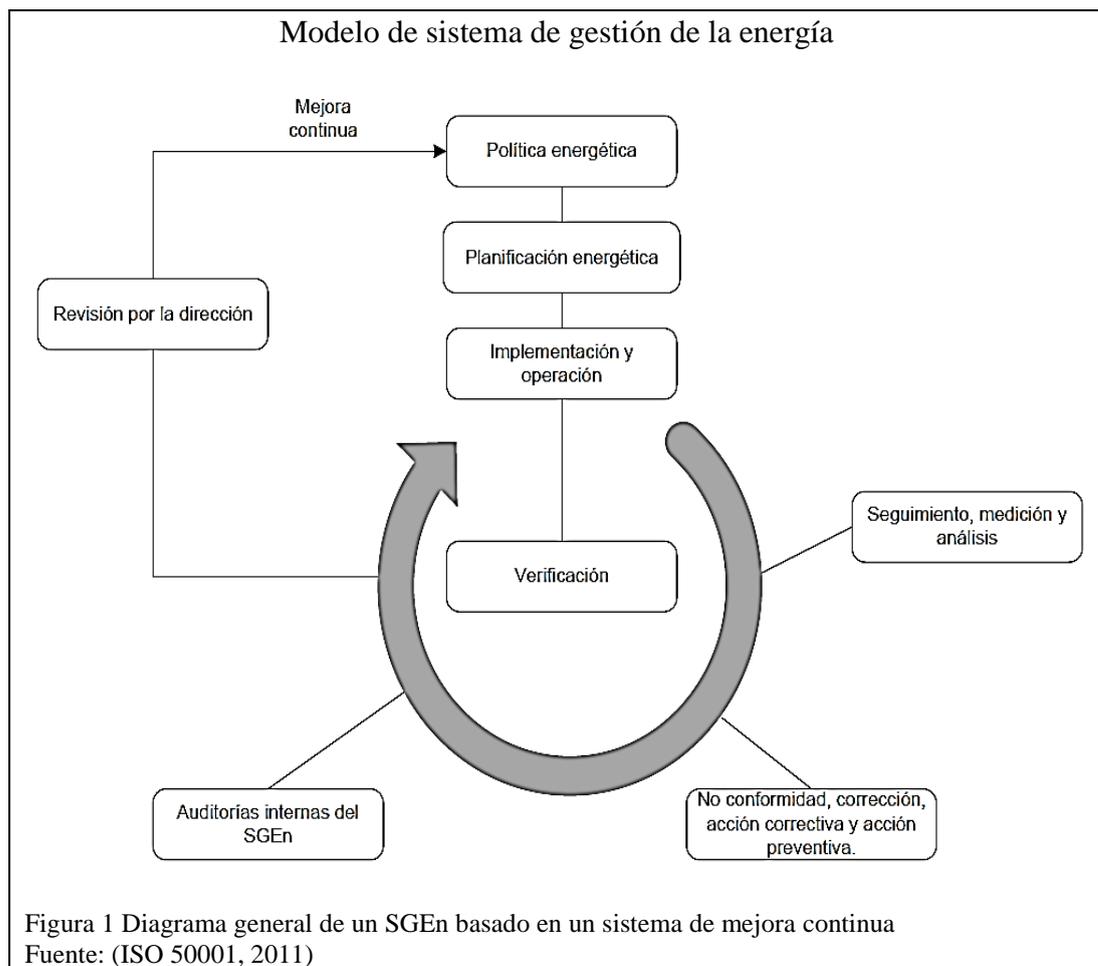
- Medir el consumo energético y los insumos a nivel de áreas, sub-procesos y equipos.
- Registrar los datos.
- Reportar consumo energético.
- Identificar oportunidades de reducción de consumo energético.
- Mejora del desempeño energético.
- Integrar las variables energéticas, y de emisiones, en las decisiones estratégicas y operacionales.
- Integrar la eficiencia energética dentro de la cultura de la empresa.
- Estrategias que permiten disminuir el consumo de energía, para con ello lograr importantes ahorros económicos.
- Incremento en el aprovechamiento de energías renovables, mejorando así la gestión de la demanda Energética.
- Identificación de oportunidades de mejora, respecto al consumo energético.
- Liderazgo ambiental y mayores niveles de competitividad.
- Beneficios ambientales, como la reducción de emisiones de Gases de Efecto invernadero (GEI).(Bureau Veritas Ecuador, 2015)

1.1.3 Sistema de Gestión Energética ISO 50001

1.1.3.1 La ISO 50001

ISO es un organismo de normalización mundial, a su vez la norma ISO 50001 es una norma internacional para la gestión de la energía publicada el 15 de Junio del 2011 en Ginebra, Suiza.

La norma describe un sistema de gestión tradicional basado en un ciclo PHVA que requiere la definición e implementación de una política para mejorar la eficiencia energética. En el contexto de la gestión de la energía el enfoque PHVA mostrado en la Figura 1



La ISO 50001 no establece requisitos absolutos para la eficiencia energética (Es decir, es la organización la que establece cuánto, cuándo y cómo va a mejorar su rendimiento).

1.1.3.2 Objetivo de la ISO 50001

Dentro de la estructura de un documento normativo se establece un capítulo dentro de la norma que especifica el objeto y el campo de aplicación del cual nos valdremos para definir el objetivo, como se muestra a continuación:

La ISO 50001 especifica los requisitos para establecer, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión de la energía, con el propósito de permitir a una organización contar con un enfoque sistemático para alcanzar una mejora continua en su desempeño energético, incluyendo la eficiencia energética, el uso y el consumo de la energía, la medición, documentación e información, las prácticas para el diseño y adquisición de equipos, sistemas, procesos y personal que contribuyen al desempeño energético. (ISO 50001, 2011)

1.1.3.3 Alcance de la ISO 50001

De acuerdo al documento normativo que nos muestra la NTE INEN ISO 50001 se tiene que:

Esta norma Internacional se aplica a todas las variables que afectan al desempeño energético que puedan ser controladas por la organización y sobre las que pueda tener influencia. Esta norma internacional no establece criterios específicos de desempeño con respecto a la energía., además es aplicable a toda

organización que desee asegurar que cumple con su política energética declarada y que quiera demostrar este cumplimiento a otros. (NTE INEN-ISO 5001, 2012)

1.1.3.4 Requisitos del sistema de gestión de la energía

De acuerdo al ciclo de mejoramiento continuo (PHVA) que se presenta anteriormente como parte de una estructura muy práctica para el análisis de la norma. Para mejor entendimiento de este proyecto se clasifican los requisitos en Medulares (*) y Estructurales conforme a los conceptos que se evidencian en la Guía ISO 50001 de la ACHEE (Agencia Chilena de Eficiencia Energética), y que se presentan de acuerdo al siguiente esquema:

REQUISITOS GENERALES	Requerimientos Generales
	Responsabilidad de Gerencia
	Alta gerencia
	Representante de la Gerencia
PLANIFICAR	Política energética
	Planificación Energética
	Generalidades
	Requisitos legales y otros requisitos
	Revisión Energética (*)
	Línea base energética (*)
	Indicadores de desempeño energético (*)
	Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción de gestión de la energía (*)

HACER	Implementación y operación
	Generalidades
	Competencia, formación y toma de conciencia
	Comunicación
	Documentación
	Control operacional (*)
	Diseño (*)
	Adquisición de servicios de energía, productos, equipos y energía. (*)
VERIFICAR	Verificación
	Seguimiento, medición y análisis
	Evaluación de cumplimiento con los requisitos legales y otros requisitos
	Auditoría Interna SGEN (*)
	No-conformidades, corrección, acción correctiva y preventiva
	Control de riesgos
ACTUAR	Revisión por la Gerencia (*)
	Generalidades
	Información de entrada para la revisión por la gerencia
	Resultado de la revisión por la gerencia

Fuente: (ACHEE, 2013)

CAPÍTULO II

SITUACIÓN ACTUAL DE LOS PROCESOS DE GENERACIÓN DE VAPOR

Se analiza el estado energético en el que actualmente se encuentra el Quito Tennis y Golf Club en los procesos de generación de vapor. Dentro de los procesos se inicia con una auditoría energética donde se toma parámetros adecuados para realizar mediciones, toma de muestras, monitoreo del sistema térmico, análisis del consumo de combustible, identificación de posibles causas para mejoras.

El análisis de una empresa implica conocer sus procesos, conocer el recurso y el objetivo de ellos, por lo tanto, se identifica exactamente los procesos de acuerdo a cada área que tiene el Club

2.1 Quito Tennis y Golf Club

2.1.1 Misión

“Exceder las expectativas de atención y servicio a los Socios, sus familias e invitados, contando con un equipo humano motivado, capacitado, eficiente, amable y acogedor, apoyado en una tecnología especializada”. (Quito Tennis y Golf Club, 2016)

2.1.2 Visión

“Mantener el liderazgo, como un Club social y deportivo de excelencia, aplicando altos estándares de calidad en atención, servicio y hospitalidad al Socio”. (Quito Tennis y Golf Club, 2016)

2.1.3 SGen en el Quito tenis y Golf Club

2.1.3.1 Necesidades de un SGen

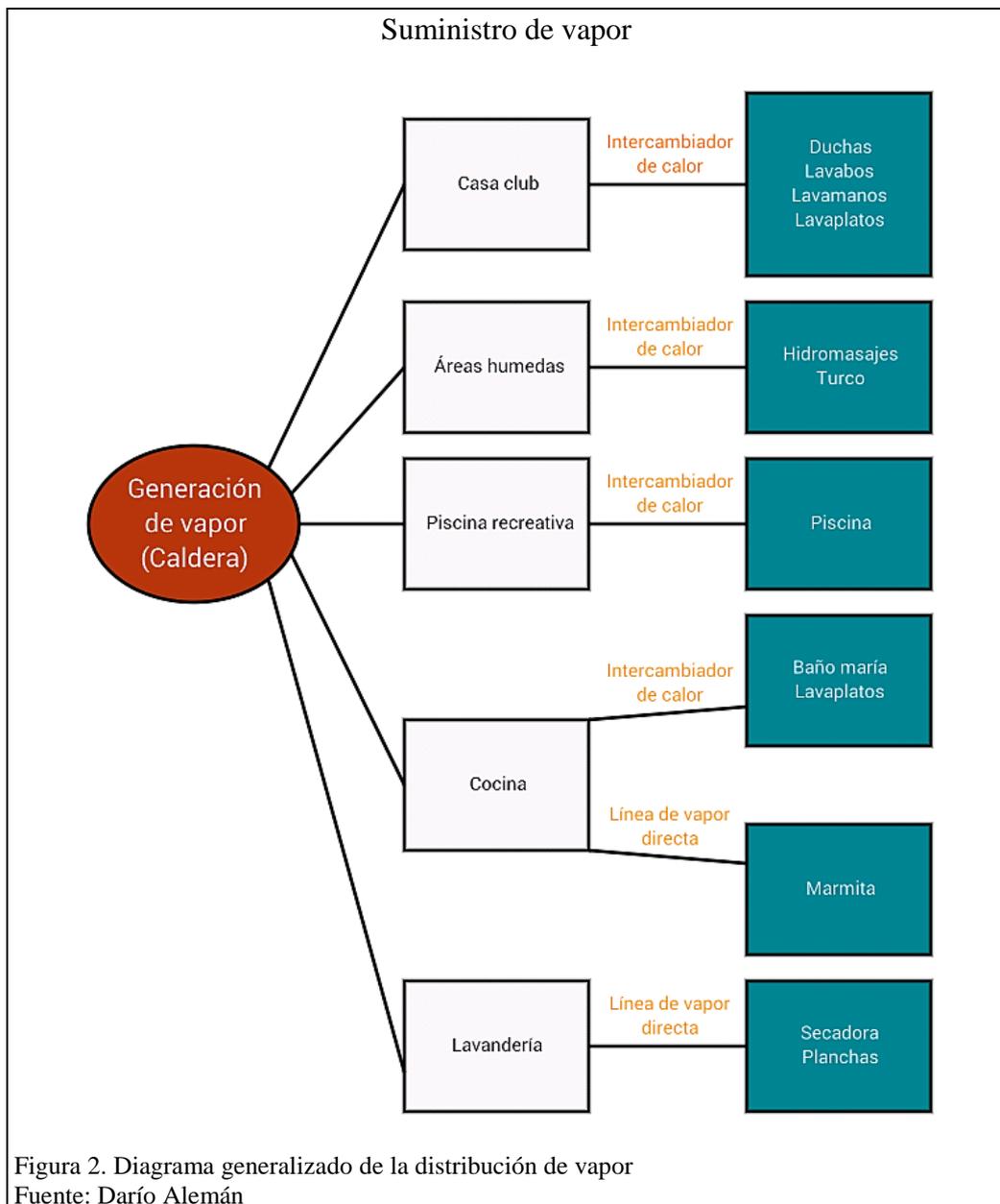
El Quito Tenis y Golf Club al ser un club con alto prestigio en el mundo y uno de los clubes pioneros de América Latina se ve en la necesidad de ofrecer un servicio de primera calidad, y para ello debe cumplir muchos estándares en sus procesos y en su personal. Estos procesos están estrictamente relacionados con el área técnica del club, para ello el estudio se enfatiza focalizando el Área de Mantenimiento, y todos los procesos que este incluye en cuanto a la eficiencia energética y los procesos de generación de vapor.

La eficiencia energética es un tema innovador, debido a que el Club puso sus primeros pilares en el Condado en los años setenta, éste ha ido creciendo, considerablemente, en tamaño y por ende en procesos. En los primeros años el club hizo una inversión para poder tener un sistema de generación de vapor centralizado, con la capacidad para abastecer las necesidades del club. Conforme pasa el tiempo y hasta en la actualidad, los trabajos de mantenimiento preventivo como correctivo que se realiza a dicho sistema han sido realizados de acuerdo al mantenimiento técnico y teórico que se debe realizar al equipo, sin tomar en cuenta un sistema de gestión que hasta hace pocos años fue más visible su implementación en la industria, por lo que la demanda de energía hasta el siglo pasado estaba dentro de los límites visibles que la industria puede tolerar. Hoy en día los problemas actuales que pasa la sociedad en cuanto a temas ambientales, emanación de CO₂, calentamiento global y la misma demanda incremental de energía, ha provocado que las empresas e instituciones tomen cartas en el asunto y empiecen a adoptar sistemas eficientes de gestión de energía, uno de estos ejemplos es el compromiso del QTGC que busca implementar

este sistema mediante este proyecto, tomando en cuenta que los equipos tienen muchos años llevando una rutina de mantenimiento que hoy por hoy es ambigua, debido a que no se ha innovado o no se ha desarrollado un plan de mantenimiento más eficiente, capaz de generar un ahorro considerable.

2.1.3.2 Distribución de vapor

Se dispone de un proceso de generación de vapor estructurado conforme a lo que se indica en la Figura 2.



2.2 Auditoría Energética

2.2.1 Alcance

La auditoría energética tiene como propósito analizar los principales consumidores de energía, para visualizar mejoras dentro de cada uno de los procesos y optimizar recursos en:

- Líneas de vapor, y retorno de condensado: Inspección y recomendaciones del correcto funcionamiento de los equipos que producen y trabajan con vapor. Revisión del estado del aislamiento térmico. Inspección de áreas de piscina, sauna, turco y lavanderías.

- Líneas de combustible (Diesel): Verificación de la eficiencia de las calderas. Revisión de los mantenimientos de los calderos para verificar posibilidades de disminución de consumo de combustible.

2.2.2 Instrumentación

Los instrumentos de medición utilizados para recopilar información previa al análisis de eficiencia energética en los sistemas de generación de vapor son:

- **Medidor de temperatura digital laser**
 - Rango de temperatura: -50°C a 1000°C
 - Infrarrojo
 - Precisión: $\pm 2^{\circ}\text{C}$ o 2%

- **Distanciómetro digital laser**

- Alcance: 100 m
- Laser
- Precisión: ± 1.5 mm

- **Manómetros**

- Rango de medición 0 a 200 PSI
- Precisión: ± 2 %

- **Medidores de flujo de agua**

- Disco oscilante
- Presión de trabajo: Hasta 28 bar
- Rango: desde 5 a 250 lt/min
- Precisión: $\pm 0,5\%$

- **Analizador de combustión (Empresa Pro-Diesel)**

El analizador de combustión es un instrumento de medición integral que comprende muchos factores a analizar como se indica en la Figura 3.

- Marca TESTO 350
- Sensores: O₂, CO, SO₂, NO, NO₂, C_xH_y H₂S

Características del analizador de combustión

Nº máximo de sensores	
O2	0 - 25 Vol.
CO (H2)	0 - 10.000 ppm
CO bajo (H2)	0 - 500 ppm
NO	0 - 3.000 ppm (resolución 0,1 ppm)
NO bajo	0 - 300 ppm (resolución 0,1 ppm)
NO2	0 - 500 ppm (resolución 0,1 ppm)
SO2	0 - 5.000 ppm
CxHy	0 - 4 Vol. % (resolución 0,001 %)
H2S	0 - 300 ppm (resolución 0,1 ppm)
CO2 (NDIR)	0 - 50 Vol. %
Unidad preparadora de gases incorporada (se recomienda en niveles elevados de humedad en los gases de combustión y durante mediciones a largo plazo > 2 horas de tiempo de medición)	
Limpieza automática del aire mediante válvula (incl. ampliación del rango de medición con factor de dilución 5 para todos los sensores)	
Ampliación del rango de med. para sensor de CO (con factores de dilución seleccionables)	
Desconexión del sensor de CO mediante límite de desconexión configurable	
Señal externa - para iniciar y parar la medición externamente	
Medición de presión diferencial (-40 a +40 hPa / -200 a +200 hPa)	
Batería recargable integrada	
2 entradas para sonda de temperatura (Tipo K NiCr-Ni)	
Memoria para datos (250.000 lecturas)	
Conexión al bus de datos Testo	

Figura 3. Detalle del analizador de combustión de calderos
Fuente: (TESTO, 2016)

- Contador volumétrico digital para diesel

- Caudal min-max: 5 - 120 l/min
- Presión: 20 Bar
- Rango de temperatura: -20°C a 70°C
- Precisión: $\pm 1\%$

2.2.3 Línea de combustible (diesel)

Se evidencia líneas principales de consumidores de combustible, como son los calderos para la generación de vapor, que de acuerdo al análisis de gases realizado mensualmente a los calderos y la recopilación de datos generales, se detalla la siguiente información en la Tabla 1 presentada a continuación.

Tabla 1. Resultados obtenidos de análisis de gases a calderos

CARACTERÍSTICAS	CALDERO 1	CALDERO 2
Marca	S/A	York Shipley
Modelo	S/M	SPHV-80-7
Año	1980	1980
Tipo de combustible	Diesel	Diesel
Capacidad (BHP)	80	80
Flujo másico de vapor generado	0,292 kg/s	0,292 kg/s
Tubería de suministro de vapor	2"	2"
Presión de trabajo (PSI)	60 - 100	60 - 100
Dosificación	3000	3000
Purgas laterales	3	
Purgas superficie	3	
Temperatura tanque alimentación de agua	40 °C	40 °C
Temperatura superficial de calderos	152 °C	151°C
Porcentaje de O ₂	5.78	5.93

Porcentaje de CO ₂ (12.7-13%)	11.37	11.25
CO ppm max 225 (d)	0	0
Exceso de aire (16,7 – 21%)	35.1	36.4
Temperatura Chimenea Ideal °C	205	176
NOX ppm	74	55
SO ₂ ppm	160	125
Eficiencia de la combustión	85	87.5
Fecha de revisión	Marzo 2016	Marzo 2016

Fuente: Darío Alemán

2.2.4 Usos de vapor

Tabla 2. Recopilación de información de la auditoría

Piscina recreativa	<ul style="list-style-type: none"> •894.4 m³ •Rango de temperatura: 25 a 35 °C •Tubería de alimentación a la piscina: 2 pulg •Sin recubrimiento
Intercambiador de calor	<ul style="list-style-type: none"> •Alimentado simultaneamente o en conjunto por los calderos del cuarto de máquinas principal, y alimeta de agua caliente a las duchas de hidromasaje de la zona de la piscina descubierta •Diámetro de tubería de agua caliente: 4 pulg •Diámetro tubería de vapor: 1 pulg
Marmita en cocina	<ul style="list-style-type: none"> •Presión de trabajo: 20 psi con sistema de trampeo.
Lavadora de gavetas	<ul style="list-style-type: none"> •Presión de trabajo: 15 psi •Temperatura de trabajo: 80 °C •Dispone de un intercambiador de calor a una temperatura de vapor de 132 °C
Saunas	<ul style="list-style-type: none"> •Presión de trabajo: 5 psi •Dispone de un reductor de presión •Control de temperatura a 80 °C
Otros	<ul style="list-style-type: none"> •Secadoras •Plancha

Fuente: Darío Alemán

2.2.5 Análisis del sistema de vapor y el condensado

2.2.5.1 Piscina Recreativa

El intercambiador de calor que alimenta a la piscina, se encuentra en una zona de difícil acceso.

Se encontró que el aislamiento de las tuberías que alimenta al intercambiador están en malas condiciones, y la línea de condensado expulsa el agua caliente (condensado) al ambiente.



El intercambiador de calor dispone de dos trampas colocadas una a continuación de la otra (balde invertido y termodinámica), las cuales no funcionan correctamente y no son indicadas para este trabajo, lo que ocasiona pérdidas de energía y saturación del intercambiador.

Intercambiador de calor



Figura 5. Instrumentos de medición del intercambiador de calor de la piscina recreativa en mal estado
Fuente: (Quito Tennis y Golf Club, 2016)

En la Tabla 3 se detallan las temperaturas medidas en el intercambiador de la piscina recreativa.

Tabla 3. Temperaturas intercambiador de calor piscina recreativa

Intercambiador	Temperatura entrada de agua °C	Temperatura salida de agua °C	Temperatura entrada de vapor °C	Temperatura salida de condensado °C
Horizontal	12	35	150	77

Fuente: Darío Alemán

Tabla 4. Datos Piscina Recreativa

INTERCAMBIADOR DE CALOR PISCINA RECREATIVA					
Denominación	Sim.	Valor	Uni	Transf.	Uni.
Temperatura de vapor de entrada	TH ent	150,0	°C		
Temperatura de vapor de salida	TH sal	77,0	°C		
Temperatura de agua de alimentación de entrada	TC ent	12,0	°C		
Temperatura de agua de alimentación de salida	TC sal	35,0	°C		
Calor específico del vapor a la entrada	Cph	2177,0	J/Kg °C	2,177	KJ/Kg °C
Calor específico del agua de alimentación a la entrada	Cpc	4190,0	J/Kg °C	4,19	KJ/Kg °C
Flujo másico de vapor generado	m ³ /h	0,292	kg/s		

Fuente: Darío Alemán

2.2.5.2 Lavadora de gavetas

El mayor consumidor de vapor en la cocina es la lavadora de gavetas y marmita (Figura 6), en la cual se encontró que la trampa no se encontraba en funcionamiento, ocasionando así fugas de condensado.

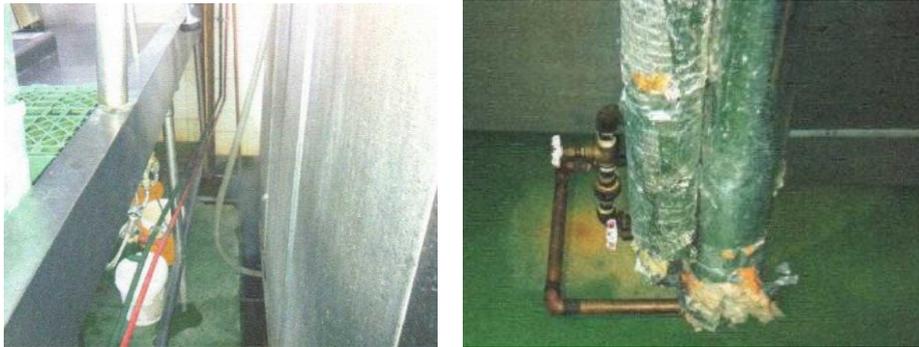
Los datos que se obtuvieron se evidencian en la tabla 5.

Tabla 5. Datos Cocina

INTERCAMBIADOR DE CALOR COCINA					
Denominación	Sim.	Valor	Uni.	Transf.	Uni.
Temperatura de vapor de entrada	TH ent	132,0	°C		
Temperatura de vapor de salida	TH sal	70,0	°C		
Temperatura de agua de alimentación de entrada	TC ent	10,0	°C		
Temperatura de agua de alimentación de salida	TC sal	41,0	°C		
Calor específico del vapor a la entrada	Cph	2190,0	J/Kg °C	2,190	KJ/Kg °C
Calor específico del agua de alimentación a la entrada	Cpc	4194,0	J/Kg °C	4,194	KJ/Kg °C
Flujo másico de vapor generado	m ³ /h	0,348	kg/s		

Fuente: Darío Alemán

Problemas en la trampa de vapor y equipos de medición



Manómetro marmita



Figura 6. Trampas de vapor en mal estado y manómetro roto
Fuente: (Quito Tenis y Golf Club, 2016)

2.2.5.3 Marmita

Tabla 6. Datos Marmita

MARMITA			
Denominación	Sim.	Valor	Uni.
Temperatura inicial de cocción	T1	11,0	°C
Temperatura final de cocción	T2	92,0	°C
Presión de operación	P	137,9	Kpa
Masa de vapor	Mv	8,0	Kg
Masa de condensado	Mc	8,0	Kg
Masa del producto	Mp	45,0	Kg
Entalpía a 20 psi (Vapor saturado)	hg	2689,1	KJ/Kg
Entalpía a 20 psi (Líquido saturado)	hf	456,1	KJ/Kg
Calor específico del H2O	Cp	4,2	KJ/Kg °C

Fuente: Darío Alemán

2.2.5.4 Áreas húmedas

Tabla 7. Datos hidromasajes

INTERCAMBIADOR DE CALOR ÁREAS HÚMEDAS					
Denominación	Sim.	Valor	Uni.	Transf.	Uni.
Temperatura de vapor de entrada	TH ent	153,0	°C		
Temperatura de vapor de salida	TH sal	81,0	°C		
Temperatura de agua de alimentación de entrada	TC ent	11,0	°C		
Temperatura de agua de alimentación de salida	TC sal	60,0	°C		
Calor específico del vapor a la entrada	Cph	2325,0	J/Kg °C	2,325	KJ/Kg °C
Calor específico del agua de alimentación a la entrada	Cpc	4194,0	J/Kg °C	4,194	KJ/Kg °C
Flujo másico de vapor generado	m ³ /h	0,348	kg/s		

Fuente: Darío Alemán

2.3 Análisis del consumo de combustible

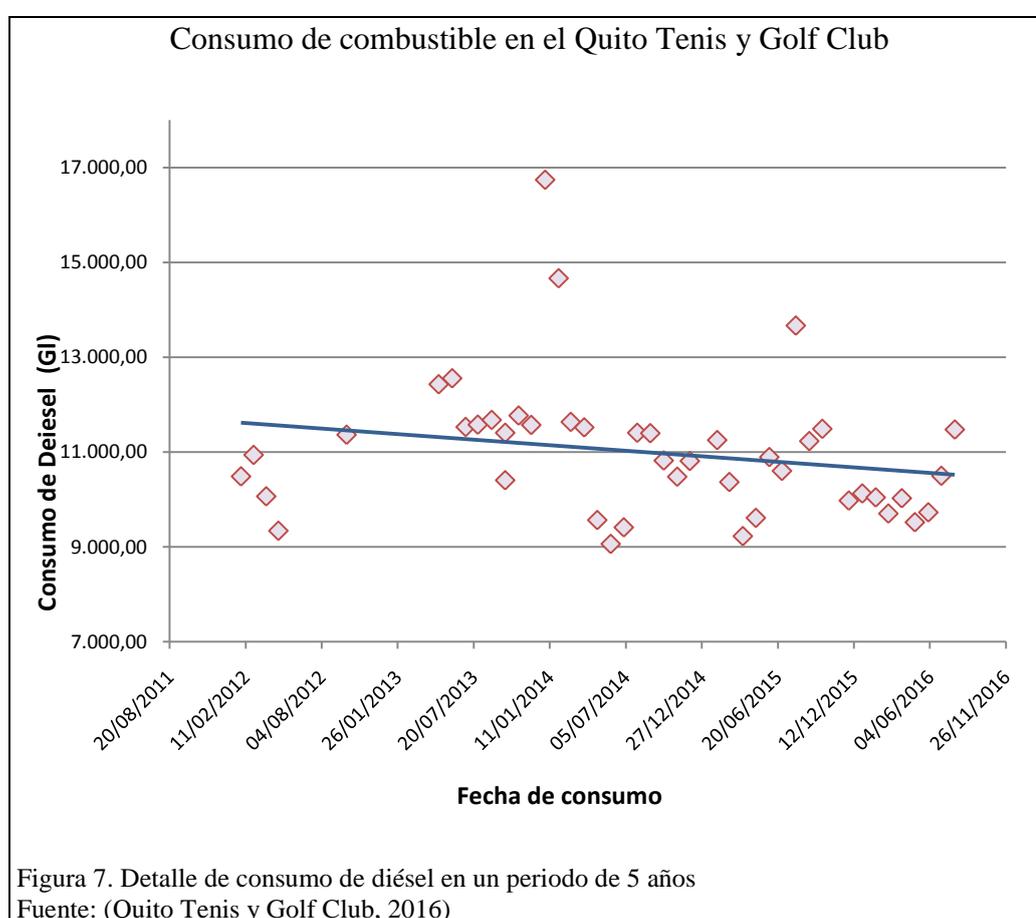
El análisis del consumo de combustible se realiza tomando en cuenta factores que se detallan a continuación:

- Uso y consumo de la energía (Vapor)
- Históricos del consumo de combustible
- Costo energético actualizado
- Contratos y criterios para adquisición de energéticos primarios
- Programas de mantenimiento de equipos y procesos con mayor demanda de energía
- Características de los equipos que demandan energía
- Registros Varios

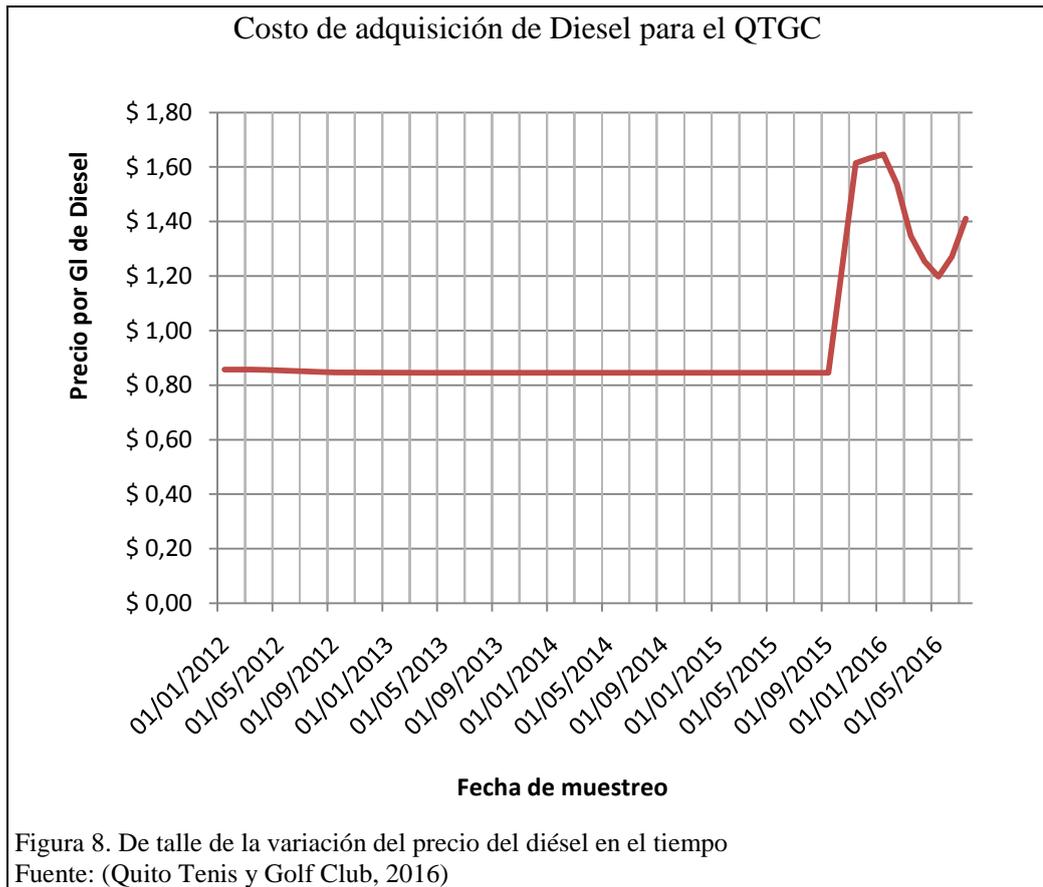
2.3.1 Análisis de abastecimiento

El abastecimiento de diesel se lo hace mediante un proveedor externo, que realiza recargas a dos tanques de abastecimiento que tienen una capacidad de 6000 Gl cada uno que se evidencia en el Anexo 3.

La caracterización del diesel y la ficha técnica de la calidad del suministro se lo evidencia en el Anexo 3.



La Figura 7 indica que el consumo de combustible tiene un rango de 7000 a 17000 Gl de Diesel ha ido bajando el transcurso de los años de acuerdo a la línea de tendencia central, a pesar que el precio de Diesel subió a partir de noviembre de 2015 como en la gráfica que se muestra a continuación.



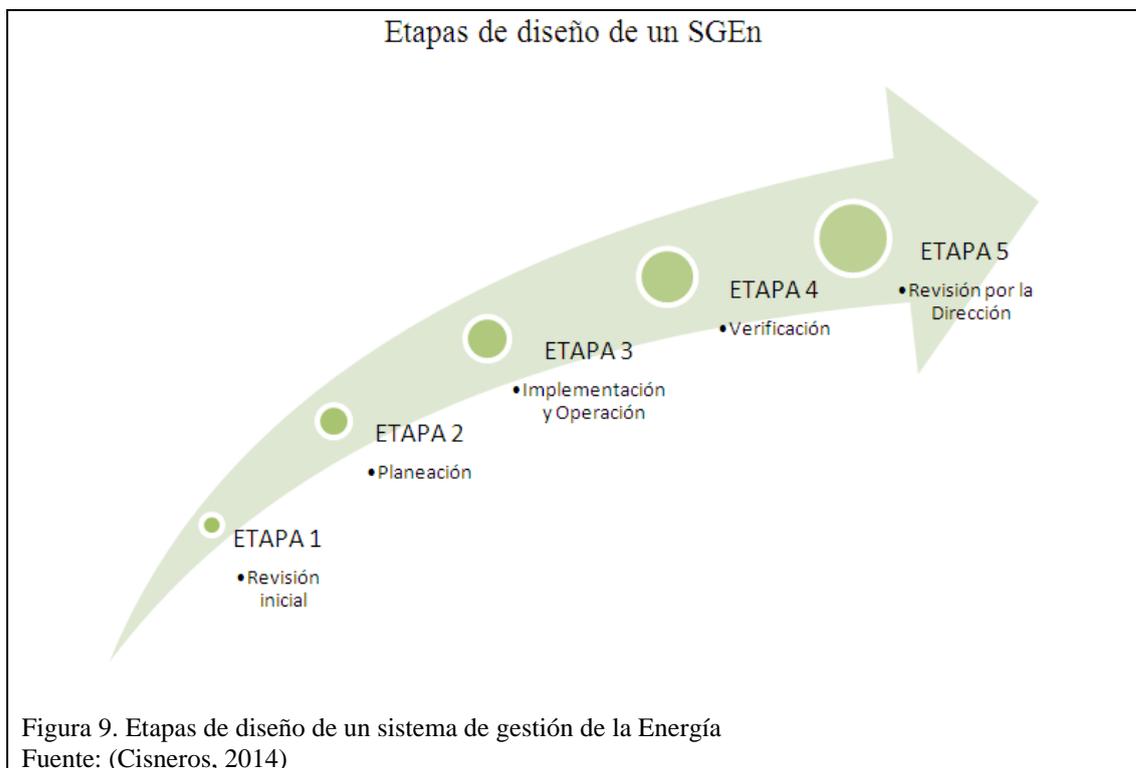
El análisis de la Figura 8 indica un incremento considerable del precio del Ecuador, tomando un costo máximo evidente alrededor de \$ 1.61 por galón, que se ha ido regulando, y de la misma forma se redujo el precio hasta \$ 1.41, con lo que se toma de referencia para los cálculos posteriores.

CAPÍTULO III

DISEÑO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA (SGEn)

La aplicación de la norma ISO 50001 se puede considerar en etapas de implementación, de acuerdo a la estructura de la norma presentada en el Capítulo I, y el ciclo de mejora continua, conforme a la Figura 9

Las etapas de diseño a considerarse de acuerdo a la necesidad corresponden a la Etapa 1 equivalente a la revisión inicial, donde se realiza la recopilación de información para continuar con la Etapa 2 de planeación donde se realiza el análisis previo para la implementación y operación que corresponde a la inversión que se debe realizar para evidenciar el ahorro



3.1 Análisis de aplicabilidad

El Quito tenis y Golf Club adopta la Norma parcialmente para implementar la Norma ISO 50001 en forma progresiva, siendo un proyecto a largo plazo donde se aplican las Etapas 1 y 2 que corresponden al diseño de la norma, de acuerdo al siguiente detalle.



3.2 Metodología para diseño del SGEN

La metodología que se usa en el seguimiento e implementación de la norma, se realiza en base a un análisis de cada requisito fundamental y la forma de implementarlo en el Quito Tenis y Golf Club, de la siguiente manera:

- **Requisito:** Simplificación del requisito según ISO 50001:2011
- **Objetivo del requisito:** Se puntualiza el objetivo del requisito para su desarrollo.
- **Implementación:** Que actividad, documento o acción se tomó para satisfacer dicho requisito.

3.3 Etapa 1

3.3.1 Revisión inicial

En la siguiente etapa se analiza el nivel de gestión que tiene el Club. Se identifica y comprende los procesos necesarios para iniciar un SGen. Se prioriza las metas energéticas, y se reúne la información necesaria para comprender la actividad que realiza el Club con el propósito de establecer un compromiso para mejorar la eficiencia energética.

3.3.1.1 Alcance

- Objetivo del requisito

Evaluar el nivel de gestión existente, identificar y comprender los procesos necesarios para el SGen, identificando la brecha entre la situación actual del Club y la deseada

- Implementación

Para poder realizar la implementación de este requisito fue necesario:

- a. Comprender y entender que es un SGen, mediante una evaluación del grado de comprensión de la norma en referencia realizada por la empresa de capacitación.
- b. Conocer los requisitos de la norma para la implementación de los SGen, mediante el estudio y capacitación del recurso humano en Sistemas de Gestión de la Energía y la Norma ISO 50001: 2011.
- c. Analizar e identificar los procesos relevantes de la empresa que tienen como necesidad el uso de la energía (vapor) para su funcionamiento o producción, a

través de una auditoría energética interna que se la ejecutó en el primer trimestre del presente año, expuesta en el Capítulo 2.

d. Se identificaron varios procesos que intervienen en el SGE_n, como por ejemplo:

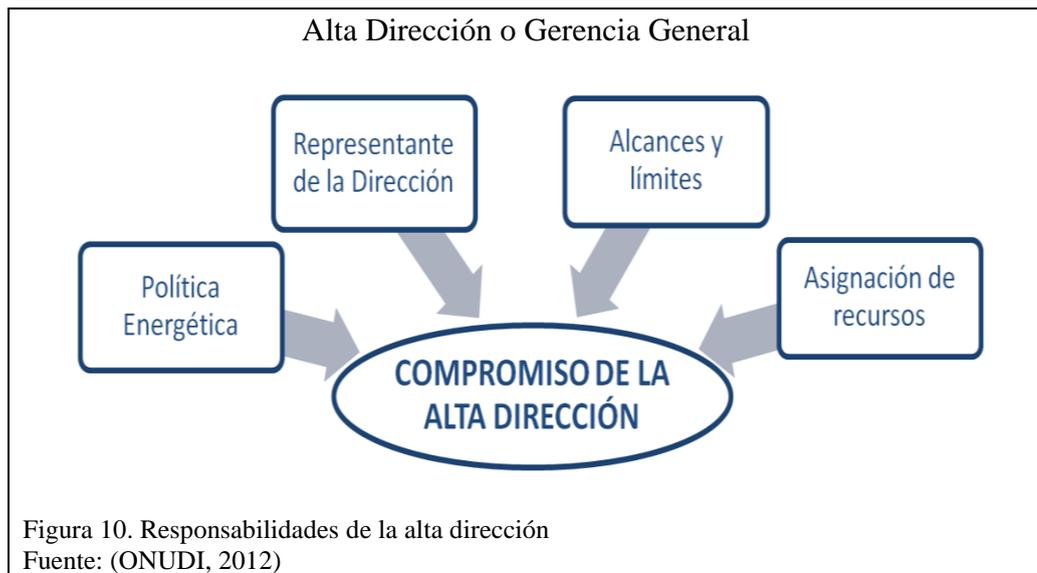
- El uso y consumo de la energía
- Costo de producción de la energía
- Gestión para el ahorro de energía
- Establecer qué parte de la Norma se ajusta mediante la recopilación de información técnica y energética
- Los documentos necesarios para la implementación de esta norma se los presenta en el Anexo 1.

3.3.1.2 Alta Dirección (AD)

- Objetivo del requisito

Garantizar el compromiso de la alta dirección de la empresa. El compromiso de la alta dirección es uno de los principales pilares para la implementación y estructuración de un sistema de un SGE_n, que se lo verifica mediante una política energética plasmada con un enfoque de responsabilidades y obligaciones para el desarrollo y la implementación de la ISO 50001.

El compromiso de la alta gerencia y sus responsabilidades se reflejan en la Figura 10 presentada a continuación.



-Implementación

Las actividades que la Alta Dirección realizó para reflejar el compromiso de mejora continua e implementar un SGEEn son:

- Plasmar una política energética.
- Comunicar la importancia de implementar un SGEEn.
- Establecer objetivos y metas energéticas.
- Plantear la disponibilidad de tiempo, presupuesto, información y personal para implementar un SGEEn.
- Asignar un representante de la dirección y aprobar la formación de un grupo de apoyo para la gestión de la energía.
- Identificar el alcance y los límites del SGEEn.
- Establecer los IDEn de acuerdo a la naturaleza de la empresa.
- Tomar en cuenta el desempeño energético dentro de la planificación del Club a largo plazo.
- Tener en cuenta los resultados obtenidos producto de la implementación del SGEEn.
- Realizar revisiones del SGEEn en forma periódica.

Las actividades que se detallan a continuación son respaldadas mediante la documentación del Alcance, Límites, Política Energética, Asignación de un representante de la Alta Dirección y de actividades que comprendan beneficio para la implementación de la ISO 50001 como se detallan en el Anexo 1.

3.3.1.3 Representante de la dirección (RD)

- Objetivo del requisito

Asignar un representante o responsable del SGEN que cuente con la autoridad y establecer los recursos necesarios para el buen funcionamiento del Club y del SGEN. Este representante es el máximo responsable de asegurar el cumplimiento y la implementación del SGEN así como también de la mejora continua.

- Implementación

Dentro de este requisito se nombró un representante por parte de la Gerencia General a nombre del Quito Tennis y Golf Club, mismo que cumple con las cualidades y habilidades para garantizar un SGEN eficiente. Este nombramiento se lo considera en el Anexo 1.

El representante puede realizar actividades que no se contemplan dentro de un SGEN, pero la ISO 50001: 2011 señala que deberá desempeñar actividades que se reflejan en el nombramiento del Representante, entre los cuales se resume los siguientes:

- Aseguramiento, implementación y mejoramiento de los SGEN.
- Planificación, desarrollo y control de la implementación como del

cumplimiento de los requisitos de eficiencia energética bajo la Norma ISO 50001.

- Identificar el uso y consumo de la energía mediante un esquema general de los procesos de vapor presentado en el Anexo 1
- Identificar el grupo de trabajo de eficiencia energética o el equipo de Gestión de la Energía (EGEn).
- El EGEn que sea responsable de la gestión en el Club, tiene las siguientes responsabilidades:
 - a) Aportar orientaciones y recomendaciones al RD
 - b) Colaborar en la redacción y análisis de la Política Energética, en la revisión de la Energía y del plan de acción que se establezca en el Club.
 - c) Soporte para la documentación y varios procesos.
 - d) Contribuir a la difusión de de información relativa al SGen.
 - e) Realizar un análisis para identificar oportunidades de ahorro de energía.
 - f) Dentro del EGEn se establece la siguiente estructura de trabajo que parte de una estructura orgánico funcional generalizada del Club y que se detalla en el Anexo 1.
 - g) Informar a la Alta Dirección sobre los avances y el cumplimiento del SGen
 - h) Comunicar a todos los niveles de la organización sobre la importancia de la eficiencia energética.

3.4 Etapa 2

3.4.1 Planificación

- Objetivo del requisito

Analizar y evaluar todas las actividades y aspectos energéticos del Quito Tennis y Golf Club, estableciendo criterios para transformar la política energética en acciones específicas, enfocadas a mejorar la eficiencia energética y reducción de costos.

- Implementación

Para poder analizar este requisito e implementarlo, se establece dos aspectos importantes como son identificar el uso y consumo de la energía y las oportunidades de ahorro significativas.

La norma establece un esquema práctico (Figura 11) que puede variar de acuerdo a la necesidad de cada empresa, para poder realizar la planificación de un SGEN.

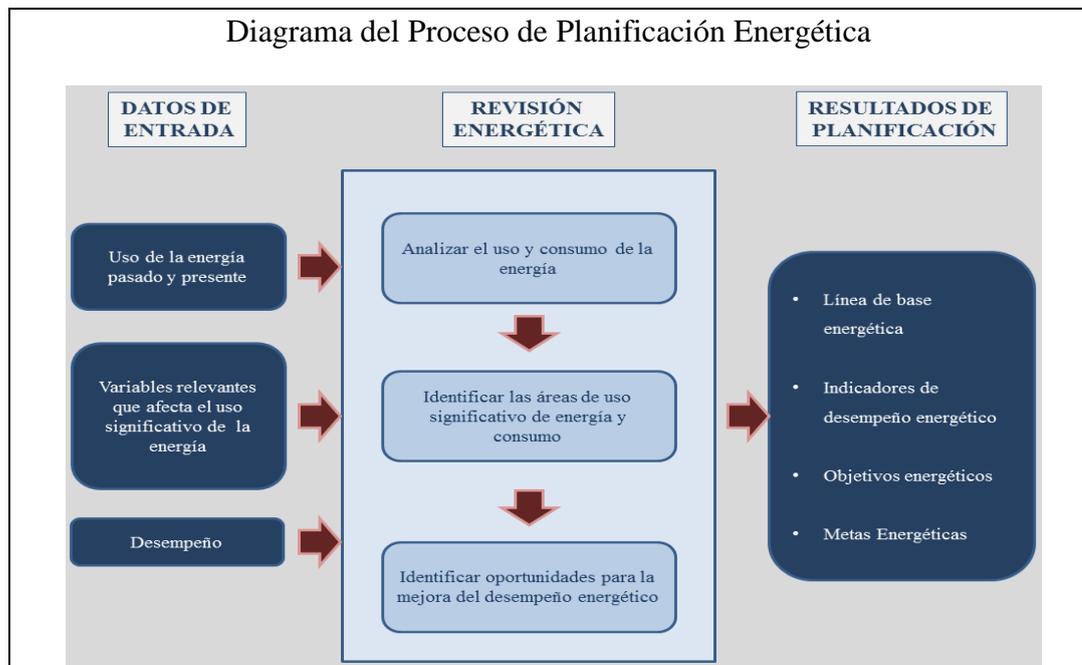


Figura 11. Diagrama de planificación energética
Fuente: (NTE INEN-ISO 5001, 2012)

En los datos de entrada se presenta las variables que se referencian en el cuadro anterior, en los cuales se analizó el uso y consumo de energía identificando cada punto donde se hace el consumo de la energía, tomando datos y realizando mediciones para poder identificar oportunidades de mejora, de la misma forma se analiza en el desempeño energético del sistema de vapor como la eficiencia de la caldera.

La planificación energética empieza con la toma de datos y mediciones previas, en la auditoría energética se presenta claramente el proceso de análisis inicial, de los cuales nos valdremos para establecer la línea base, los objetivos y metas energéticas.

3.4.2 Revisión

3.4.2.1 Metodología

Dentro del proceso de revisión se analiza el proceso y casos puntuales de consumo de vapor, analizando la eficiencia por área de consumo, la eficiencia del caldero, la pérdida de calor en la piscina recreativa, pérdidas de calor en las tuberías cuando se usa aislamiento mediante cañuelos de fibra de vidrio y sin usarlos. Para ello guiaremos los cálculos en un método experimental, que consiste en la toma de datos iniciales llevándolos al análisis térmico respectivo para poder tener las pautas para visualizar posibles mejoras de eficiencia energética en el Club.

A continuación se presenta los cálculos respectivos que fueron ingresados de forma práctica en una hoja de cálculo de EXCEL de acuerdo a la Figura 12, obteniendo los siguientes resultados:

Programa para cálculos de ingeniería Eficiencia del caldero

Tipo de caldera: Tubular

Datos de salida de calor

Cantidad de vapor generado (salida)	2700	lb / hora	80	BHP	1251,914	Kg / hora
Presión del vapor	551,581	Kpa	80	psi		
Temperatura	155,6	°C				
Entalpía de vapor (seco y saturado)	2752,539	Kj / Kg				
Temperatura del agua de alimentación	81	°C				
Entalpía del agua de alimentación	451,3814	Kj / Kg				

Datos de entrada de calor

Cantidad de combustible consumido	18000	gal / mes
Poder calorífico superior del combustible	10931	Kcal / Kg

Cálculo

Q = cantidad de vapor generado por hora (kg / hr)	1251,914
q = Cantidad de combustible utilizado por hora (kg / h)	79,175
GCV = poder calorífico superior del combustible (kcal / kg)	10931
H = entalpía de vapor (kcal / kg)	657,873336
h = entalpía del agua de alimentación (kcal / kg)	107,882863

$$\text{Boiler efficiency } (\eta) = \frac{Q \times (H - h)}{q \times \text{GCV}} \times 100$$

nt = 0,795575992 79,5576

Rendimiento térmico

INTERCAMBIADOR DE CALOR PRINCIPAL CUARTO DE MAQUINAS

Denominación	Símbolo	Valor	Unidad	Transformación	Unidad
Temperatura de vapor de entrada	TH ent	155,6	°C	428,6	°K
Temperatura de vapor de salida	TH sal	80,0	°C	353	°K
Temperatura de agua de alimentación de entrada	TC ent	10,0	°C	283	°K
Temperatura de agua de alimentación de salida	TC sal	43,0	°C	316	°K
Calor específico del vapor a la entrada	Cph	2373,0	J/kg °C	2,373	Kj/Kg °C
Calor específico del agua de alimentación a la entrada	Cpc	4194,0	J/kg °C	4,194	Kj/Kg °C
Flujo másico de vapor generado	m³/h	2760,0	lb/h	0,348	kg/s
Poder calorífico del combustible DIESEL	Pc	30,8	KW-h/GL		
Precio del diesel	Pd	\$1,41	\$		

RESULTADOS

Flujo másico de agua de alimentación	m³/c	2,214	kg/s
Razón de transferencia real	Q'	62,518	KW
Razón máxima posible de transferencia de calor	Q max	120,405	KW
Valor de relación de capacidades caloríficas	C	0,437	
Capacidad calorífica máxima	C max	1,894	KW/°K
Capacidad calorífica mínima	C min	0,827	KW/°K
Capacidad calorífica de vapor	Ch	0,827	KW/°K
Capacidad calorífica de agua de alimentación	Cc	1,894	KW/°K
Número de unidades de transferencia	NTU	0,844	%
Efectividad ((E-Q)/(Q max))*100	E	51,92	%
Ahorro de energía	Ah	57,887	KW
Combustible ahorrado	Dah	1,880	GL-h
Ahorro económico hora	M-h	1,333	\$/ hora
Ahorro económico año	M-a	\$11,680,33	\$/año

CÁLCULOS

Ch = m³/h * Cph	Ch	0,83
Q = Cc (TC sal - TC ent)	Q'	62,52
Cc = Q' / (TC sal - TC ent)	Cc	1,89
m³/c = Cpc / Cc	m³/c	2,21
Q max = C min (TH ent - TC ent)	Q max	120,40
C = C min / C max	C	0,44
E = Q' / Q max	E	0,52
NTU = (ln [(E-1) / (E-1)]) / (C-1)	NTU	0,84
Ah = Q max - Q	Ah	57,89
Dah = Ah / Pc	Dah	1,88
M-h = Dah / Pd	M-h	\$ 1,33
M-a = M-h * 24 * 365	M-a	\$ 11,680,33

Figura 12. Programa para cálculos de eficiencia térmica
Fuente: Darío Alemán

3.4.2.2 Calculo de la eficiencia térmica de la Caldera

TIPO DE CALDERA: TUBULAR		
Datos de salida de calor		
<i>Cantidad de vapor generado por caldera (salida)</i>	1380	lb / hora
	80	BHP
	627,273	Kg / hora
<i>Presión del vapor</i>	551,581	Kpa
	80	psi
<i>Temperatura</i>	155,6	°C
<i>Entalpía de vapor (seco y saturado)</i>	2752,539	KJ / Kg
<i>Temperatura del agua de alimentación</i>	40	°C
<i>Entalpía del agua de alimentación</i>	167,54	KJ / Kg

Datos de entrada de calor		
<i>Cantidad de combustible consumido</i>	10000	gal / mes
<i>Poder calorífico superior del combustible</i>	10931	Kcal / Kg

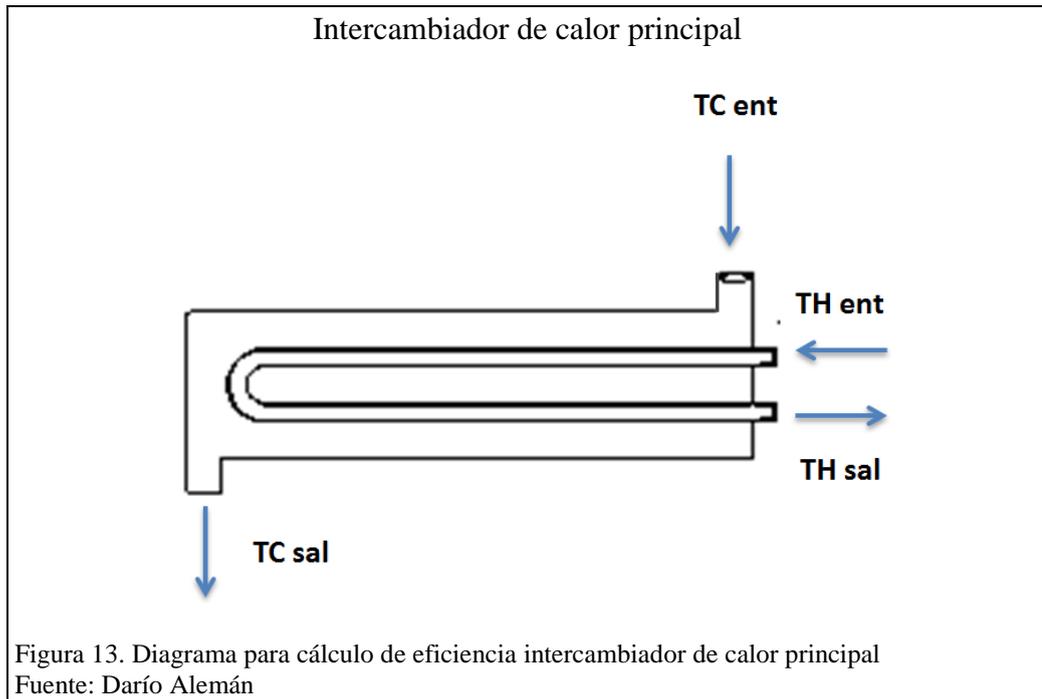
Cálculo	
<i>Q = cantidad de vapor generado por hora (kg / hr)</i>	627,273
<i>q = Cantidad de combustible utilizado por hora (kg / h)</i>	43,9861111
<i>GCV = poder calorífico superior del combustible (kcal / kg)</i>	10931
<i>H = entalpía de vapor (kcal / kg)</i>	657,873336
<i>h = entalpía del agua de alimentación (kcal / kg)</i>	40,0430652

Ecuación 3.1 Eficiencia de la caldera (nt)

$$nt = \frac{Q \times (H - h)}{q \times GCV} \times 100$$

nt =	0,806027998	80,6028
-------------	--------------------	----------------

3.4.2.3 Cálculo de eficiencia de intercambiador principal



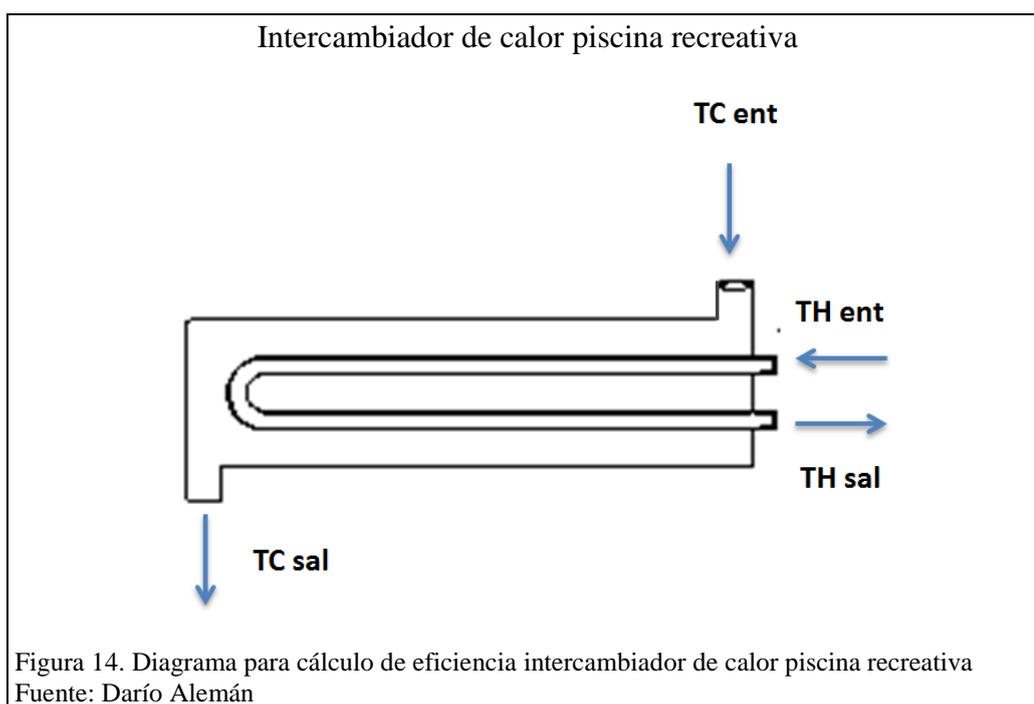
- Método de efectividad - NTU

INTERCAMBIADOR DE CALOR PRINCIPAL CUARTO DE MÁQUINAS					
Denominación	Símbolo	Valor	Unidad	Transf.	Unidad
Temperatura de vapor de entrada	TH ent	155,6	°C		
Temperatura de vapor de salida	TH sal	80,0	°C		
Temperatura de agua de alimentación de entrada	TC ent	10,0	°C		
Temperatura de agua de alimentación de salida	TC sal	43,0	°C		
Calor específico del vapor a la entrada	Cph	2373,0	J/Kg °C	2,373	KJ/Kg °C
Calor específico del agua de alimentación a la entrada	Cpc	4194,0	J/Kg °C	4,194	KJ/Kg °C
Flujo másico de vapor generado	m ³ h	2760,0	lb/h	0,348	kg/s
Poder calórico del combustible DIESEL	Pc	30,8	KW-h/GL		
Precio del diesel	Pd	\$ 1,41	\$		

CÁLCULOS		
$Ch = m'h * Cph$	Ch	0,83
$Q' = Cc (TC\ sal - TC\ ent)$	Q'	62,52
$Cc = Q' / (TC\ sal - TC\ ent)$	Cc	1,89
$m'c = Cpc / Cc$	m'c	2,21
$Q\ max = C\ min (TH\ ent - TC\ ent)$	Q max	120,40
$C = C\ min / C\ max$	C	0,44
$E = Q' / Q\ max$	E	0,52
$NTU = (\ln ((E-1) / (EC-1))) / (C-1)$	NTU	0,84
$Pe = Q\ max - Q'$	Pe	57,89
$Pds = Pe / Pc$	Pds	1,88
$M-h = Pds / Pd$	M-h	\$ 1,33
$M-a = M-h * 24 * 365$	M-a	\$ 11.680,33

RESULTADOS			
Flujo másico de agua de alimentación	m'c	2,214	Kg/s
Razón de transferencia real	Q'	62,518	KW
Razón máxima posible de transferencia de calor	Q max	120,405	KW
Valor de relación de capacidades caloríficas	C	0,437	
Capacidad calorífica máxima	C max	1,894	KW/°C
Capacidad calorífica mínima	C min	0,827	KW/°C
Capacidad calorífica de vapor	Ch	0,827	KW/°C
Capacidad calorífica de agua de alimentación	Cc	1,894	KW/°C
Número de unidades de transferencia	NTU	0,844	%
Efectividad $(E = Q' / Q\ max) * 100$	E	51,92	%
Pérdida de energía	Pe	57,887	KW
Pérdida de combustible	Pds	1,880	GI-h
Pérdida - hora	M-h	1,333	\$ / hora
Pérdida - año	M-a	\$ 11.680,33	\$/año

3.4.2.4 Cálculo de eficiencia de intercambiador de piscina recreativa

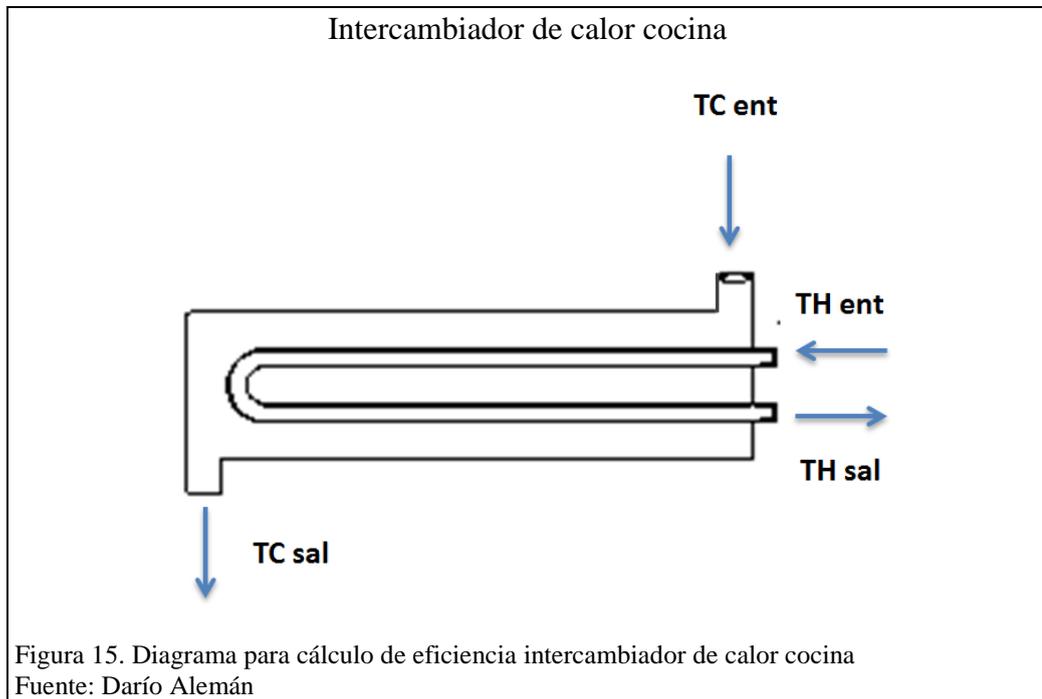


INTERCAMBIADOR DE CALOR PISCINA RECREATIVA					
Denominación	Símbolo	Valor	Unidad	Transf.	Unidad
Temperatura de vapor de entrada	TH ent	150,0	°C		
Temperatura de vapor de salida	TH sal	77,0	°C		
Temperatura de agua de alimentación de entrada	TC ent	12,0	°C		
Temperatura de agua de alimentación de salida	TC sal	35,0	°C		
Calor específico del vapor a la entrada	Cph	2177,0	J/Kg °C	2,177	KJ/Kg °C
Calor específico del agua de alimentación a la entrada	Cpc	4190,0	J/Kg °C	4,19	KJ/Kg °C
Flujo másico de vapor generado	m´h	2314,0	lb/h	0,292	kg/s
Poder calórico del combustible DIESEL	Pc	30,8	KW-h/GL		
Precio del diesel	Pd	\$ 1,41	\$		

CÁLCULOS		
$Ch = m' h * Cph$	Ch	0,64
$Q' = Cc (TC sal-TC ent)$	Q'	46,43
$Cc = Q' / (TC sal- TC ent)$	Cc	2,02
$m'c = Cpc / Cc$	m'c	2,08
$Q max = C min (TH ent- TC ent)$	Q max	87,78
$C = C min / C max$	C	0,32
$E = Q' / Q max$	E	0,53
$NTU = (\ln ((E-1) / (EC-1))) / (C-1)$	NTU	0,83
$Pe = Q max - Q'$	Pe	41,34
$Pds = Pe / Pc$	Pds	1,34
$M-h = Pds / Pd$	M-h	\$ 0,95
$M-a = M-h * 24 * 365$	M-a	\$ 8.342,29

RESULTADOS			
Flujo másico de agua de alimentación	m'c	2,075	Kg/s
Razón de transferencia real	Q'	46,432	KW
Razón máxima posible de transferencia de calor	Q max	87,776	KW
Valor de relación de capacidades caloríficas	C	0,315	
Capacidad calorífica máxima	C max	2,019	KW/°C
Capacidad calorífica mínima	C min	0,636	KW/°C
Capacidad calorífica de vapor	Ch	0,636	KW/°C
Capacidad calorífica de agua de alimentación	Cc	2,019	KW/°C
Número de unidades de transferencia	NTU	0,833	%
Efectividad $(E = Q' / Q max) * 100$	E	52,899	%
Pérdida de energía	Pe	41,344	KW
Pérdida de combustible	Pds	1,343	GI-h
Pérdida - hora	M-h	0,952	\$ / hora
Pérdida - año	M-a	\$ 8.342,29	\$ / año

3.4.2.5 Cálculo de eficiencia de intercambiador Cocina

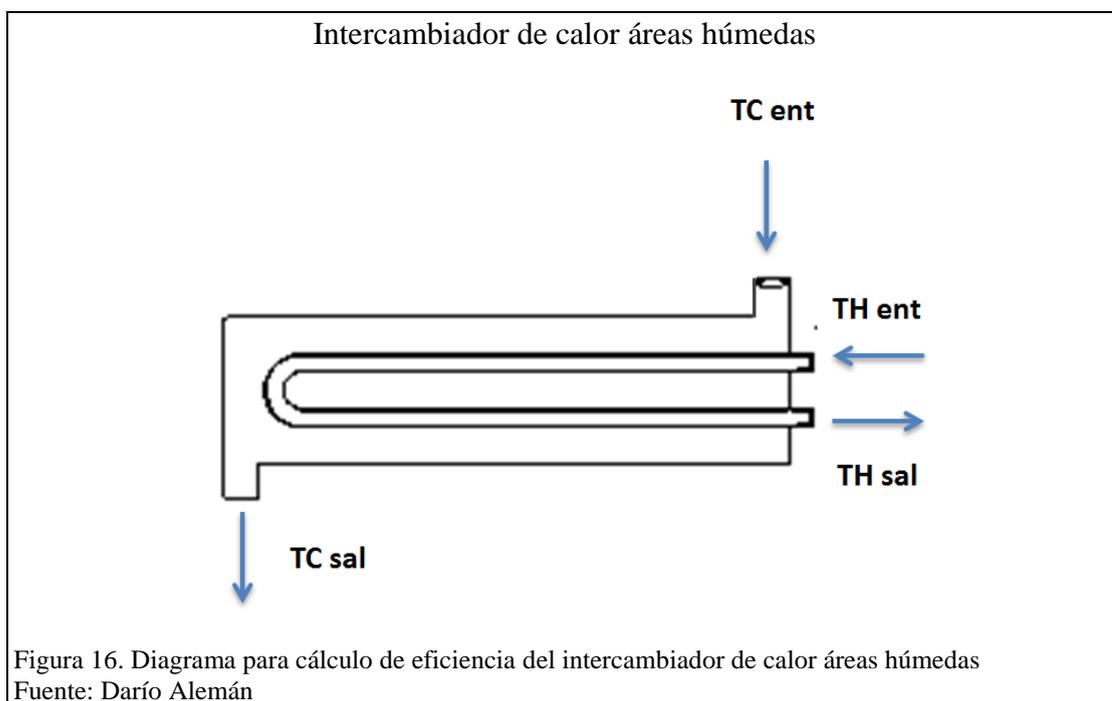


INTERCAMBIADOR DE CALOR COCINA					
Denominación	Símbolo	Valor	Unidad	Transf.	Unidad
Temperatura de vapor de entrada	TH ent	132,0	°C		
Temperatura de vapor de salida	TH sal	70,0	°C		
Temperatura de agua de alimentación de entrada	TC ent	10,0	°C		
Temperatura de agua de alimentación de salida	TC sal	41,0	°C		
Calor específico del vapor a la entrada	Cph	2190,0	J/Kg °C	2,190	KJ/Kg °C
Calor específico del agua de alimentación a la entrada	Cpc	4194,0	J/Kg °C	4,194	KJ/Kg °C
Flujo másico de vapor generado	m´h	2760,0	lb/h	0,348	kg/s
Poder calórico del combustible DIESEL	Pc	30,8	KW-h/GL		
Precio del diesel	Pd	\$ 1,41	\$		

CÁLCULOS		
$Ch = m'h * Cph$	Ch	0,76
$Q' = Cc (TC\ sal - TC\ ent)$	Q'	47,32
$Cc = Q' / (TC\ sal - TC\ ent)$	Cc	1,53
$m'c = Cpc / Cc$	m'c	2,75
$Q\ max = C\ min (TH\ ent - TC\ ent)$	Q max	93,11
$C = C\ min / C\ max$	C	0,50
$E = Q' / Q\ max$	E	0,51
$NTU = (\ln ((E-1) / (EC-1))) / (C-1)$	NTU	0,83
$Pe = Q\ max - Q'$	Pe	45,79
$Pds = Pe / Pc$	Pds	1,49
$M-h = Pds / Pd$	M-h	\$ 1,05
$M-a = M-h * 24 * 365$	M-a	\$ 9.239,63

RESULTADOS			
Flujo másico de agua de alimentación	m'c	2,748	Kg/s
Razón de transferencia real	Q'	47,317	KW
Razón máxima posible de transferencia de calor	Q max	93,108	KW
Valor de relación de capacidades caloríficas	C	0,500	
Capacidad calorífica máxima	C max	1,526	KW/°C
Capacidad calorífica mínima	C min	0,763	KW/°C
Capacidad calorífica de vapor	Ch	0,763	KW/°C
Capacidad calorífica de agua de alimentación	Cc	1,526	KW/°C
Número de unidades de transferencia	NTU	0,833	%
Efectividad $(E = Q' / Q\ max) * 100$	E	50,82	%
Pérdida de energía	Pe	0,508	KW
Pérdida de combustible	Pds	0,833	Gl-h
Pérdida - hora	M-h	1,055	\$ / hora
Pérdida - año	M-a	\$ 9.239,63	\$/año

3.4.2.6 Cálculo de eficiencia de intercambiador áreas húmedas

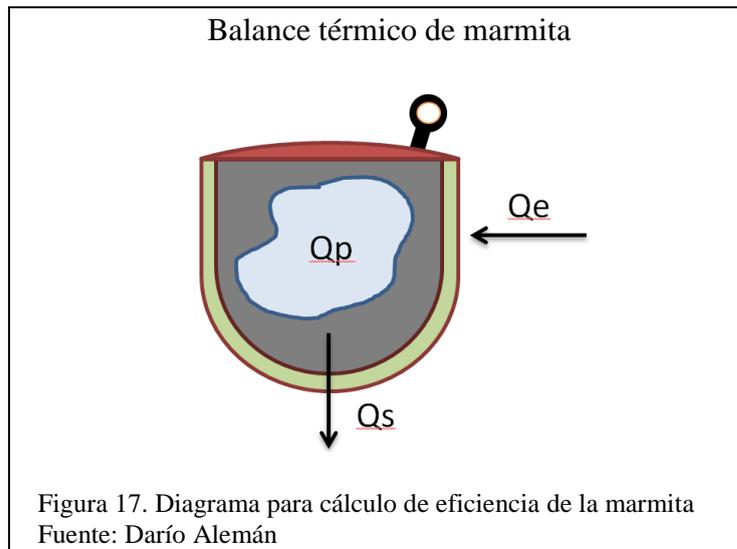


INTERCAMBIADOR DE CALOR ÁREAS HÚMEDAS					
Denominación	Símbolo	Valor	Unidad	Transf.	Unidad
Temperatura de vapor de entrada	TH ent	153,0	°C		
Temperatura de vapor de salida	TH sal	81,0	°C		
Temperatura de agua de alimentación de entrada	TC ent	11,0	°C		
Temperatura de agua de alimentación de salida	TC sal	60,0	°C		
Calor específico del vapor a la entrada	Cph	2325,0	J/Kg °C	2,325	KJ/Kg °C
Calor específico del agua de alimentación a la entrada	Cpc	4194,0	J/Kg °C	4,194	KJ/Kg °C
Flujo másico de vapor generado	m´h	2760,0	lb/h	0,348	kg/s
Poder calórico del combustible DIESEL	Pc	30,8	KW-h/GL		
Precio del diesel	Pd	\$ 1,41	\$		

CÁLCULOS		
$Ch = m'h * Cph$	Ch	0,81
$Q' = Cc (TC \text{ sal} - TC \text{ ent})$	Q'	58,34
$Cc = Q' / (TC \text{ sal} - TC \text{ ent})$	Cc	1,19
$m'c = Cpc / Cc$	m'c	3,52
$Q \text{ max} = C \text{ min} (TH \text{ ent} - TC \text{ ent})$	Q max	115,05
$C = C \text{ min} / C \text{ max}$	C	0,68
$E = Q' / Q \text{ max}$	E	0,51
$NTU = (\ln((E-1)/(EC-1))) / (C-1)$	NTU	0,89
$Pe = Q \text{ max} - Q'$	Pe	56,72
$Pds = Pe / Pc$	Pds	1,84
$M-h = Pds / Pd$	M-h	\$ 1,31
$M-a = M-h * 24 * 365$	M-a	\$ 11.444,06

RESULTADOS			
Flujo másico de agua de alimentación	m'c	3,523	Kg/s
Razón de transferencia real	Q'	58,336	KW
Razón máxima posible de transferencia de calor	Q max	115,052	KW
Valor de relación de capacidades caloríficas	C	0,681	
Capacidad calorífica máxima	C max	1,191	KW/°C
Capacidad calorífica mínima	C min	0,810	KW/°C
Capacidad calorífica de vapor	Ch	0,810	KW/°C
Capacidad calorífica de agua de alimentación	Cc	1,191	KW/°C
Número de unidades de transferencia	NTU	0,889	%
Efectividad (E= Q'/Q max)* 100	E	50,70	%
Pérdida de energía	Pe	0,507	KW
Pérdida de combustible	Pds	0,889	Gl-h
Pérdida - hora	M-h	1,306	\$ / hora
Pérdida - año	M-a	\$ 11.444,06	\$/año

3.4.2.7 Cálculo de eficiencia de Marmita



MARMITA			
Denominación	Símbolo	Valor	Unidad
Temperatura inicial de cocción	T1	11,0	°C
Temperatura final de cocción	T2	92,0	°C
Presión de operación	P	137,9	Kpa
Masa de vapor	Mv	8,0	Kg
Masa de condensado	Mc	8,0	Kg
Masa del producto	Mp	45,0	Kg
Entalpía a 20 psi (Vapor saturado)	hg	2689,1	KJ/Kg
Entalpía a 20 psi (Líquido saturado)	hf	456,1	KJ/Kg
Calor específico del H2O	Cp	4,2	KJ/Kg °C

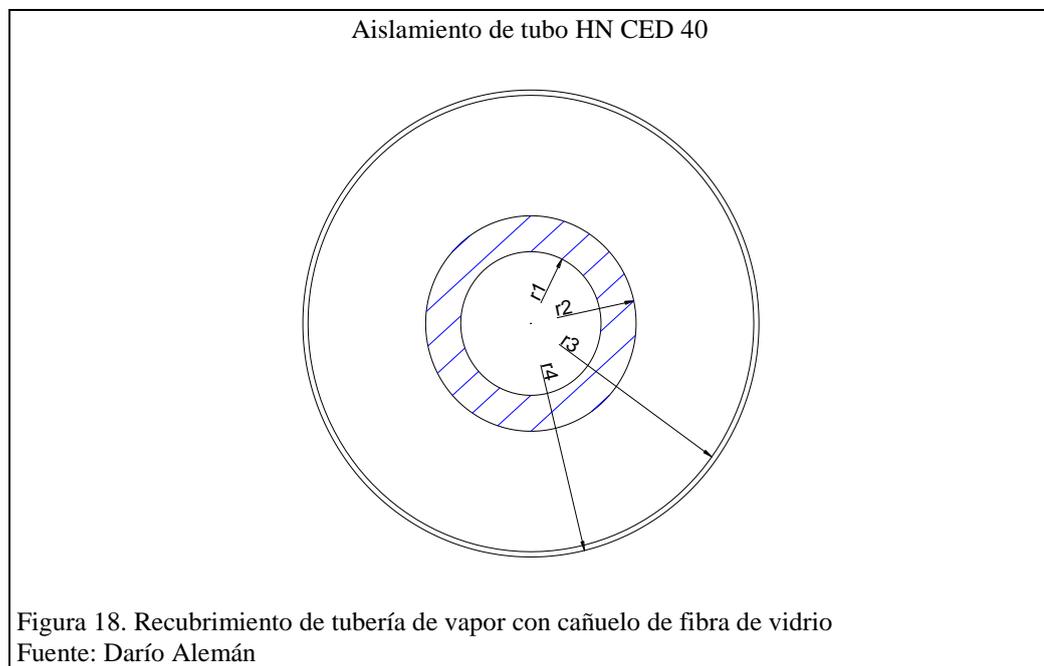
CÁLCULOS		
$Q_e = M_v * h_g$	Qe	21512,80
$Q_s = M_c * h_f$	Qs	3648,80
$Q_p = M_p * C_p * (T_2 - T_1)$	Qp	15236,10
$E = Q_p / (Q_e - Q_s)$	E	85,2894

RESULTADOS			
Calor que entra a la marmita	Qe	21512,8	KJ
Calor que sale de la marmita	Qs	3648,8	KJ
Calor absorbido por el producto	Qp	15236,1	KJ
Eficiencia térmica	E	85,289	%

3.4.2.8 Pérdida de calor en tuberías de vapor

Para el análisis respectivo se toma en cuenta 3 diámetros de tubería de hierro negro cedula 40 como se presenta a continuación.

TUBERÍA CEDULA 40 (HN)			
DENOMINACIÓN	UNIDADES	Ø 1 (mm)	Ø 2 (mm)
1	Pulg	26,64	33,4
2	Pulg	52,5	60,33
3	Pulg	77,93	88,9



AISLAMIENTO TÉRMICO		
DENOMINACIÓN	Espesor	Unidades
1"	38	mm
2"	38	mm
3"	38	mm

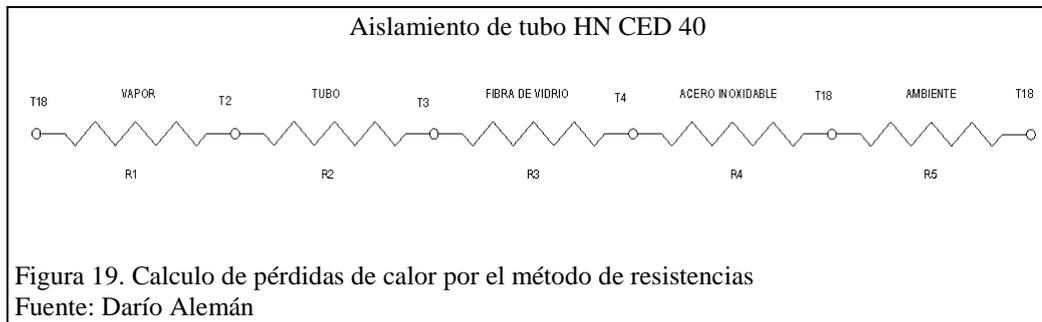
- Cálculo de pérdida de calor en tubería de 1”

DATOS			
DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	VALOR	UNIDADES
Temperatura ambiente	T2∞	25	°C
coeficiente de convección	h2	20	W/m² °C
Poder calórico Diesel	Pc	30793,65	W-h/Gl
Precio actual de Diesel/Galón	CD	\$ 1,41	\$
TUBERÍA			
Coeficiente (K)	k1	80	W/m °C
Longitud de tubería (Muestra) (L)	L	5	m
Radio interno	r1	0,01332	m
Radio externo	r2	0,01670	m
 AISLAMIENTO TÉRMICO			
Radio externo asilamiento	r3	0,0547	m
Radio externo acero inoxidable	r4	0,0557	m
Coeficiente de conducción Fibra de vidrio	k2	0,05	W/m °C
Coeficiente de conducción Acero Inoxidable	k3	14,9	W/m °C
Espesor acero inoxidable	e	1	mm
VAPOR			
Temperatura vapor	T1∞	155,6	°C
Coeficiente de conducción	k0	0,324	W/m °C
coeficiente de convección	h1	11	W/m² °C

CONSTANTE Y VARIOS	VALOR	UNIDADES
Π	3,1416	-----
N cald	85	%

CÁLCULOS CON AISLAMIENTO			
ÁREAS DE CONVECCIÓN	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
A1= 2*π*r1*L	A1	0,418460134	m²
A2= 2*π*r4*L	A2	1,749867078	m²

- Transferencia de calor por el método de resistencia.



RESISTENCIAS	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
$R1=1/(h1*A1)$	R1	0,217246718	°C/W
$R2=(\ln(r2/r1))/2*\pi*k1*L$	R2	0,000089979	°C/W
$R3=(\ln(r3/r2))/2*\pi*k2*L$	R3	0,755320719	°C/W
$R4=(\ln(r4/r3))/2*\pi*k3*L$	R4	0,000038702	°C/W
$R5=1/(h2*A2)$	R5	0,028573599	°C/W
R TOTAL	R1+R2+R3+R4+R5	1,001269717	°C/W

PERDIDA DE CALOR	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
$Q'1=(T1\infty - T2\infty)/R\ TOTAL$	Q'1	130,4343852	W

A continuación se presenta los resultados obtenidos en la tubería sin aislamiento.

CÁLCULOS SIN AISLAMIENTO			
ÁREAS DE CONVECCIÓN	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
$A1= 2*\pi*r1*L$	A1	0,418460134	m ²
$A2= 2*\pi*r4*L$	A2	1,749867078	m ²

RESISTENCIAS	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
$R1=1/(h1*A1)$	R1	0,217246718	°C/W
$R2=(\ln(r2/r1))/2*\pi*k1*L$	R2	8,99791E-05	°C/W
$R3=(\ln(r3/r2))/2*\pi*k2*L$	R3	-----	°C/W
$R4=(\ln(r4/r3))/2*\pi*k3*L$	R4	-----	°C/W
$R5=1/(h2*A2)$	R5	0,028573599	°C/W
R TOTAL	R1+R2+R3+R4+R5	0,245910296	°C/W

PERDIDA DE CALOR	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
$Q^2 = (T_{1\infty} - T_{2\infty})/R \text{ TOTAL}$	Q^2	531,0879699	W

Este análisis continúa, evaluando la pérdida de valor mediante el ahorro que el Quito Tennis y Golf Club podría tener al aislar la tubería de 1” con cañuelos de fibra de vidrio.

CALOR AHORRADO	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
$Q_{Ah} = Q^2 - Q^1$	Q_{Ah}	400,6535847	W
AHORRO A NIVEL GLOBAL	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
$A_h = Q_{Ah} / N_{sist}$	A_h	471,3571584	Wh
AHORRO COMBUSTIBLE	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
$A_{hc} = A_h / P_c$	A_{hc}	0,01530696	GI
BENEFICIO ECONÓMICO	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
$BE = A_{hc} * CD$	BE	\$ 0,0216	GI

El análisis de pérdidas que sufre la tubería de 2” y 3” se lo realiza mediante el programa de cálculo que fue Diseñado en Excel ingresando los valores preliminares de las dimensiones de tubería como del aislamiento térmico de fibra de vidrio (cañuelos).

Los valores a ingresar en el programa de cálculo se ven reflejados del siguiente color y como se muestra en las Figuras 20 y 21. 

Programa de cálculo de pérdidas de calor en la tubería de vapor

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet with a table titled "PROGRAMA DE CÁLCULO DE PÉRDIDAS POR TRANSFERENCIA DE CALOR". The table contains the following data:

PROGRAMA DE CÁLCULO DE PÉRDIDAS POR TRANSFERENCIA DE CALOR		
1	DIÁMETRO DE TUBERÍA	3 PULG
2	TEMPERATURA VAPOR	155.6 °C
3	TEMPERATURA AMBIENTE	25 °C
4	DIÁMETRO DE CAÑUELO	3 PULG
5	PRECIO ACTUAL DEL DIESEL	\$ 1,41 DÓLARES
VALOR DE AHORRO POR CADA 5 m DE TUBERÍA		\$ 0,06 DÓLARES

A yellow box with the text "INGRESE LOS SIGUIENTES VALORES" is positioned to the right of the table, indicating where to input data.

Figura 20. Programa de cálculos de pérdidas en tubería

Fuente: Darío Alemán

Ingreso de datos para calculo de pérdidas

TUBERÍA CEDULA 40 (HN)				ASISLAMIENTO TÉRMICO			CONSTANTE Y VARIOS	
DENOMINACIÓN	UNIDADES	φ 1 (mm)	φ 2 (mm)	DENOMINACIÓN	Espesor	Unidades	ti	UNIDADES
1	puig	25.4	31.4	1	38	mm	Nsist	85 %
2	puig	52.5	60.33	2	38	mm		
3	puig	77.93	88.9	3	38	mm		

DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	VALOR	UNIDADES
Temperatura ambiente	T2=	25	°C
coeficiente de convección	h2	20	W/m² °C
Potencia calorífica Diesel	Pc	30788.65	Wh/Gl
Precio actual de Diesel/Galón	CD	5.141	\$

DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	VALOR	UNIDADES
Coeficiente (k)	k1	80	W/m °C
Longitud de tubería (muestras) (L)	L	5	m
Radio interno	r1	0.08997	m
Radio externo	r2	0.09445	m

DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	VALOR	UNIDADES
Radio externo aislamiento	r3	0.08245	m
Radio externo acero inoxidable	r4	0.08345	m
Coefficiente de conducción Fibra de vidrio	k2	0.05	W/m °C
Coefficiente de conducción Acero inoxidable	k3	14.9	W/m °C
Espesor acero inoxidable	e	1	mm

DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	VALOR	UNIDADES
Temperatura vapor	T1=	188.9	°C
coeficiente de conducción	h0	0.524	W/m² °C
coeficiente de convección	h1	11	W/m² °C

ÁREAS DE CONVECCIÓN	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
Tubo 1"	A1		

Resultados en dólares por pérdidas en tubería de vapor

RESISTENCIAS	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
$R1=1/(h1*A1)$	R1	0.074264758	°C/W
$R2=(\ln(r2/r1))/2*\pi*k1*L$	R2	0.000052402	°C/W
$R3=(\ln(r3/r2))/2*\pi*k2*L$	R3	0.393320946	°C/W
$R4=(\ln(r4/r3))/2*\pi*k3*L$	R4	0.000025754	°C/W
$R5=1/(h2*A2)$	R5	0.019071893	°C/W
R TOTAL	R1+R2+R3+R4+R5	0.486735754	°C/W

PERDIDA DE CALOR	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
$Q1=(T1-T2)/R\ TOTAL$	Q1	258.3180741	W

CALOR AHORRADO	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
$QAh=Q1-Q2$	QAh	1130.132772	W

AHORRO A NIVEL GLOBAL	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
$Ah=QAh/Nsist$	Ah	1329.567967	Wh

AHORRO COMBUSTIBLE	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
$Ahc=Ah/Pc$	Ahc	0.043176693	Gl

BENEFICIO ECONÓMICO	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
$BE=Ahc*CD$	BE	5.0609	Gl

El Quito Tennis y Golf Club ahorra	\$ 0,06	la hora por cada 5 m de tubería aislada
---	----------------	--

Figura 21. Programa de cálculos de pérdidas para tubería de 1", 2" y 3"
Fuente: Darío Alemán

Cálculo de pérdida de calor en tubería de 2"

CALOR AHORRADO	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
$QAh=Q1-Q2$	QAh	779,5169271	W
AHORRO A NIVEL GLOBAL	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
$Ah=QAh/Nsist$	Ah	917,0787378	Wh
AHORRO COMBUSTIBLE	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
$Ahc=Ah/Pc$	Ahc	0,029781424	Gl
BENEFICIO ECONÓMICO	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
$BE=Ahc*CD$	BE	\$ 0,0420	Gl

Cálculo de pérdida de calor en tubería de 3”

CALOR AHORRADO	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
$Q_{Ah} = Q^2 - Q^1$	Q_{Ah}	1130,132772	W
AHORRO A NIVEL GLOBAL	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
$A_h = Q_{Ah} / N_{sist}$	A_h	1329,567967	Wh
AHORRO COMBUSTIBLE	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
$A_{hc} = A_h / P_c$	A_{hc}	0,043176693	GI
BENEFICIO ECONÓMICO	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
$BE = A_{hc} * CD$	BE	\$ 0,0609	GI

Los resultados indican que el Quito Tennis y Golf Club ahorra de 0.0216, 0.0420 a 0,0609 ctvs. cada hora por cada 5 metros de tubería aislada en un rango de 1”, 2” y 3” respectivamente, sin contar las pérdidas por accesorios ni perdidas por longitud de tubería.

3.4.2.9 Pérdida de calor en piscina recreativa

El análisis de pérdida de calor que se realizó en la piscina se enfatiza en la pérdida de calor por cinco formas:

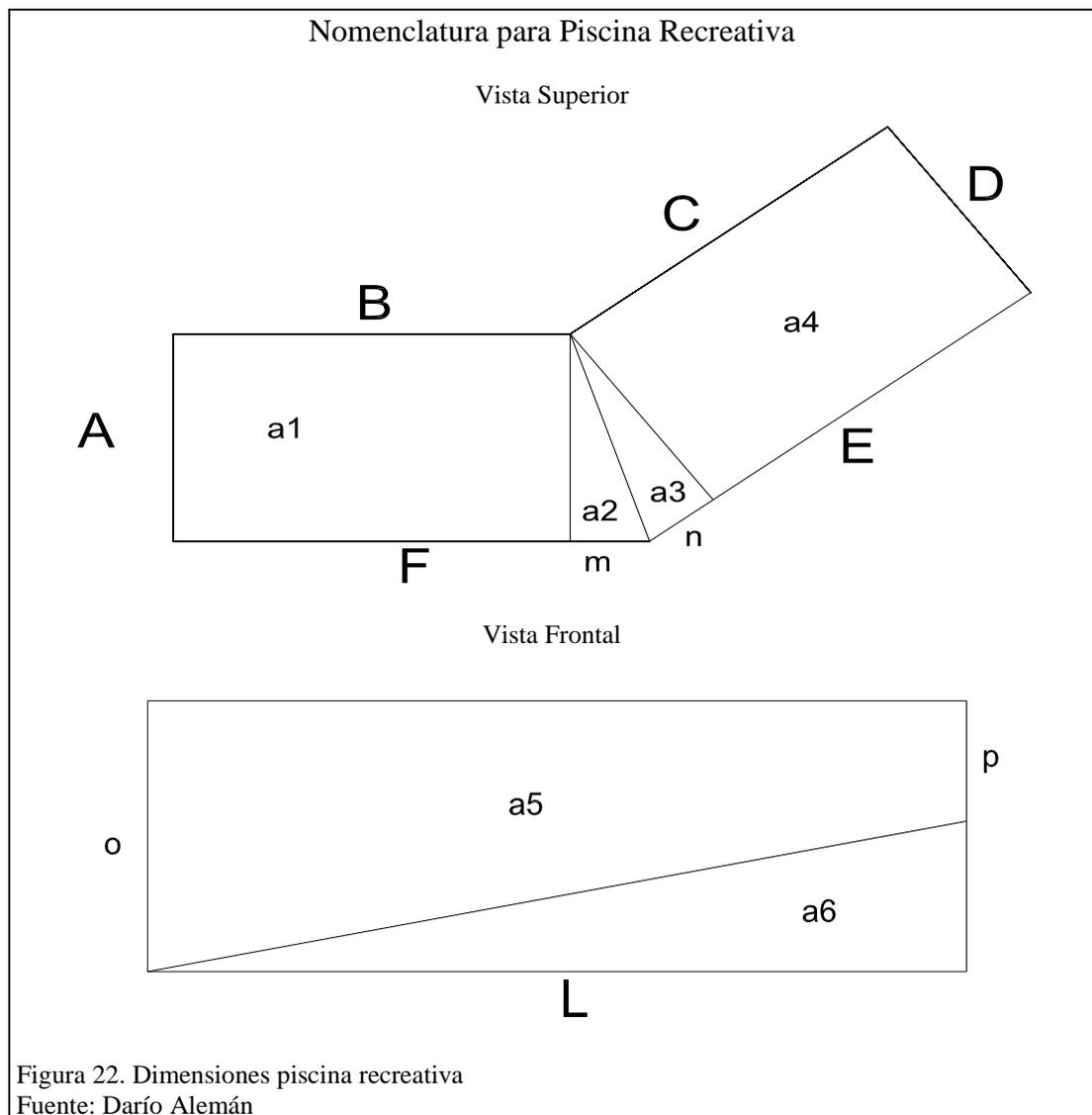
- Conducción
- Convección
- Radiación
- Evaporación
- Renovación

Hay que tomar en cuenta que los valores iniciales o datos de muestreo son tomados en un día común de trabajo o uso de la piscina, con lo que obtenemos los siguientes resultados:

CALCULO DE PERDIDA DE CALOR EN PISCINA RECREATIVA			
DATOS			
DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	VALOR	UNIDADES
Temperatura ambiente	$T_{1\infty}$	21	°C
Temperatura H2O piscina	Tagua	26	°C
PISCINA			

CARA A	A	13	W/m °C
CARA B	B	18	m
CARA C	C	18	m
CARA D	D	13	m
CARA E	E	18	m
CARA F	F	18	m
CARA m	m	7	m
CARA n	n	7	m
CARA o	o	2,2	m
CARA p	p	1	m
CARA L = (B + C + F + E + m + n)/2	L	43	m

A continuación se presenta el cálculo de áreas de la piscina conforme a la Figura 21, de paredes y superficie de la piscina, como también el volumen de agua.



CALCULO DE AREAS			
Área 1 = A*B	a1	234	m ²
Área 2 = A*m	a2	91	m ²
Área 3 = D*n	a3	91	m ²
Área 4 = C*D	a4	14,9	m ²
Área 6 = L*(o - p)/2	a6	25,8	m ²
Área 5 = L*(o + p)/2	a5	68,8	m ²
ÁREA TOTAL PISCINA SUPERFICIE	AT	430,9	m ²
SUPERFICIE CERRAMIENTO = a1+a2+a3+a4+(2*a5)+(o*A)+(p*A)	Sc	610,1	m ²
VOLUMEN DE LA PISCINA			
VOLUMEN = Área 5 * A	V	894,4	m ³

Con los siguientes datos se presenta los cálculos respectivos de pérdidas de energía y consumo de calor.

PERDIDAS POR EVAPORACIÓN			
DATOS			
DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
# de nadadores por m ²	n	1	-----
Superficie piscina	S	430,9	m ²
Humedad absoluta del aire saturado a la temperatura del agua	We	0,0213	Kg H2O/ Kg aire
Grado de saturación	Ga	65,0%	%
Humedad absoluta del aire saturado a la temperatura del aire	Was	0,024	Kg H2O/ Kg aire
Calor de vaporización del agua a 26 °C	Cv	677,8	Wh/Kg
CÁLCULOS			
$Q_{evap}=(16S+133n)*(We-Ga*Was)*Cv$	Qevap	27150,1	W
PERDIDAS POR RADIACIÓN			
DATOS			
DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
Constante de Stefan Boltzman	D	5,67E-08	W/m ² K ⁴
Emisividad del agua	E	0,95	-----
Temperatura del agua	Tagua	299	°C
Temperatura paredes	Tp	290	°C
Superficie de la piscina	S	430,9	m ²
CÁLCULOS			
$Q_{rad}=S*(D*E*(Tagua^4-Tp^4))$	Qrad	21347,3	W

PERDIDAS POR CONVECCIÓN			
DATOS			
DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
Superficie de la piscina	S	430,9	m ²
Temperatura del agua	Tagua	26	°C
Temperatura del aire	Taire	21	°C
CÁLCULOS			
$Q_{conv}=S*(D*E(T_{agua}^4-T_p^4))$	Qconv	2301,1	W

PERDIDAS POR RENOVACIÓN			
DATOS			
DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
Volumen de agua de renovación = 5% Volumen piscina	Vr	44,72	m ³
Densidad del agua	ρ agua	1000	kg/m ³
Calor específico del agua	Ce	1,16	Wh/Kg °C
Temperatura del agua	Tagua	26	°C
Temperatura agua de la red hídrica	Tarh	12	°C
Tiempo de muestreo	t	24	H
CÁLCULOS			
$Q_{ren}=V_r*\rho_{agua}*C_e*(T_{agua}-T_{arh})/t$	Qren	30260,5	W

PERDIDAS POR CONDUCCIÓN			
DATOS			
DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
Coefficiente de conducción de muros	Ct	1,5	W/m ² K ⁴
Superficie cerramiento	Sc	610,1	m ²
Temperatura de agua	Tagua	26	Wh/Kg °C
Temperatura superficie interna sótano	Ts	9	°C
CÁLCULOS			
$Q_{cond}=C_t*Sc*(T_{agua}-T_s)$	Qcond	15557,6	W

Luego de haber obtenido los siguientes resultados se realiza la sumatoria de pérdidas añadiendo y considerando pérdidas en las tuberías teniendo en cuenta que las

tuberías no tienen fácil acceso porque se encuentran bajo tierra y en lugares inaccesibles podremos suponer un 5% por pérdidas en accesorios y longitud de tubería.

Pérdidas de consumo	Pc	96616,6	W
5% Perdidas tubería	Pt	4830,8	W
Factor de pérdidas	f	1,75	-----
Consumo Total = (Qcond + Qconv + Qevap + Qren + Qrad)	QT	177533,0	W

Si sabemos que el costo y el poder calórico del diesel en el Ecuador es:

Poder calórico Diesel	Pc	30793,65	W/Gl
Precio actual de Diesel/Galón	PrD	\$ 1,41	\$

Obtenemos lo siguiente:

Consumo de galones = QT/Pc	Cg	5,77	Gl
Costo de pérdidas - día = Cg*PrD	Cp-d	\$ 8,13	\$ - día
Costo de pérdidas - mes = Cp-d * 30	Cp-m	\$ 243,87	\$ - mes
Costo de pérdidas - año = Cp-m * 12	Cp-a	\$ 2.926,44	\$ - año

Por lo tanto, se puede concluir que el Club pierde aproximadamente \$ 3000 al año por pérdidas en la piscina debido a factores naturales como físicos del propio equipo.

3.4.2.10 Ahorros estimados y retorno de la inversión

Tabla 8. Ahorros estimados de acuerdo a las pérdidas de vapor de las tuberías

DESCRIPCIÓN	INVERSIÓN USD	AHORRO ESTIMADO USD/AÑO	RETORNO INVERSIÓN N MESES
Cambio de tubería de vapor a 3" y aislamiento térmico	\$ 27.189		
Ahorro por el cambio de tubería de vapor de 2" a 3"		\$ 13.000	
Ahorro por colocar aislamiento de tubería de 3"		\$ 8.805	
TOTAL	\$ 27.189	\$ 21.805	14,96

Fuente: Darío Alemán

3.4.2.11 Cálculo de condensado no recuperado

La piscina recreativa es el mayor consumidor de vapor, por lo que se asume un consumo del 50 % del vapor producido.

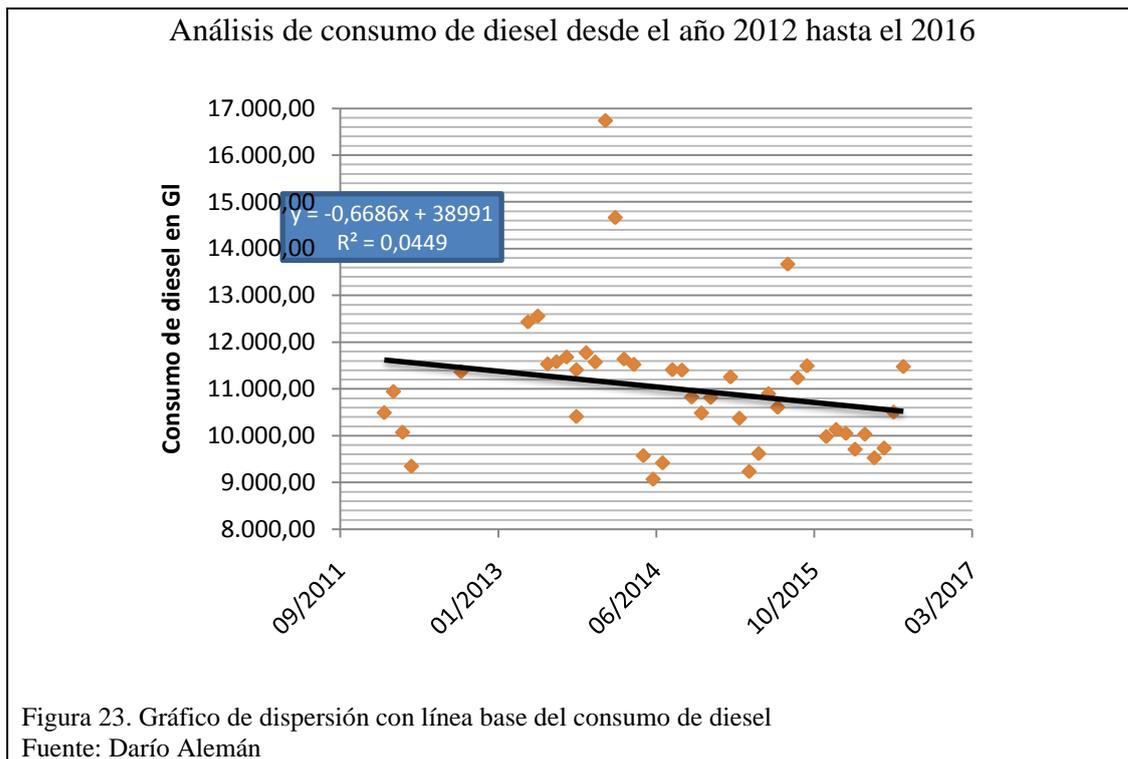
Consumo durante el día:	24200 kg
Consumo total de agua que se desperdicia:	24.2 m ³ /día
Ahorro de agua:	
Costo del agua aproximado de:	\$ 2.61/m ³
Ahorro anual = (24.2 m³/día) x (365 día/año) x (\$ 2.61/m³):	23054,13 \$/año

DESCRIPCIÓN	INVERSIÓN	AHORRO ESTIMADO	RETORNO INVERSIÓN
	USD	USD/AÑO	N MESES
Modificadores en la línea de vapor y retorno de condensado	\$ 10359,60	\$23054	5

3.4.3 Línea base

La línea de base energética se establece a partir de la primera auditoría energética interna que se realizó en el mes de marzo del año 2016, obteniendo los resultados de la revisión (Figura 22), para lo cual partiremos con esta información para obtener mejoras en el sistema de generación de vapor.

Para ello tomaremos como referencia el consumo de combustible que representa una inversión importante para el Club, con datos de muestra desde el año 2012 hasta el año 2016, y que se lo representa en la siguiente tabla.



La ecuación obtenida corresponde a la siguiente denominación:

Ecuación 3.2 Consumo de diesel

$$Q = m \cdot F + Q_{naf}$$

Donde:

- Q = Consumo de diesel en el periodo determinado
- F= Fecha de consumo de diesel
- m = -0,6686 = es la razón de cambio medio entre el consumo de diesel respecto a la fecha de dicho consumo
- $Q_{naf} = 38991$ = Es el consumo no asociado a la fecha
- mF = Es el consumo asociado a una fecha válida

Como se evidencia el coeficiente de correlación es bajo $R^2 = 0,0449$, por lo que podemos concluir que el sistema requiere mayor atención y análisis para mejora continua en la eficiencia energética, que se puede obtener en las siguientes revisiones y auditorías que se realice posteriormente.

3.4.4 Indicadores de Eficiencia Energética

Los indicadores de eficiencia energética se han venido evidenciando en el transcurso del análisis, de los cuales podemos identificar los más relevantes:

Tabla 9. IDEns del Quito Tennis y Golf Club 2016

NO	IDEns	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
1	Consumo de diesel	Indica el consumo que se tuvo de diesel por un tiempo determinado	Gl / mes
2	Uso de la caldera	Generación de vapor	Kg_{vapor}/h/ gl_{combustible}
3	Eficiencia de la caldera	Indica la Eficiencia térmica de la caldera	%
4	Rendimiento del sistema	Indica la cantidad de calor que es aprovechado en un sistema	%
5	Perdidas en tubería	Indica la pérdida de calor por cada 5 metros de tubería en el transcurso de una hora	W-h / m
6	Perdidas de calor en el sistema	Indica la pérdida de energía por kg de vapor	KJ / Kg

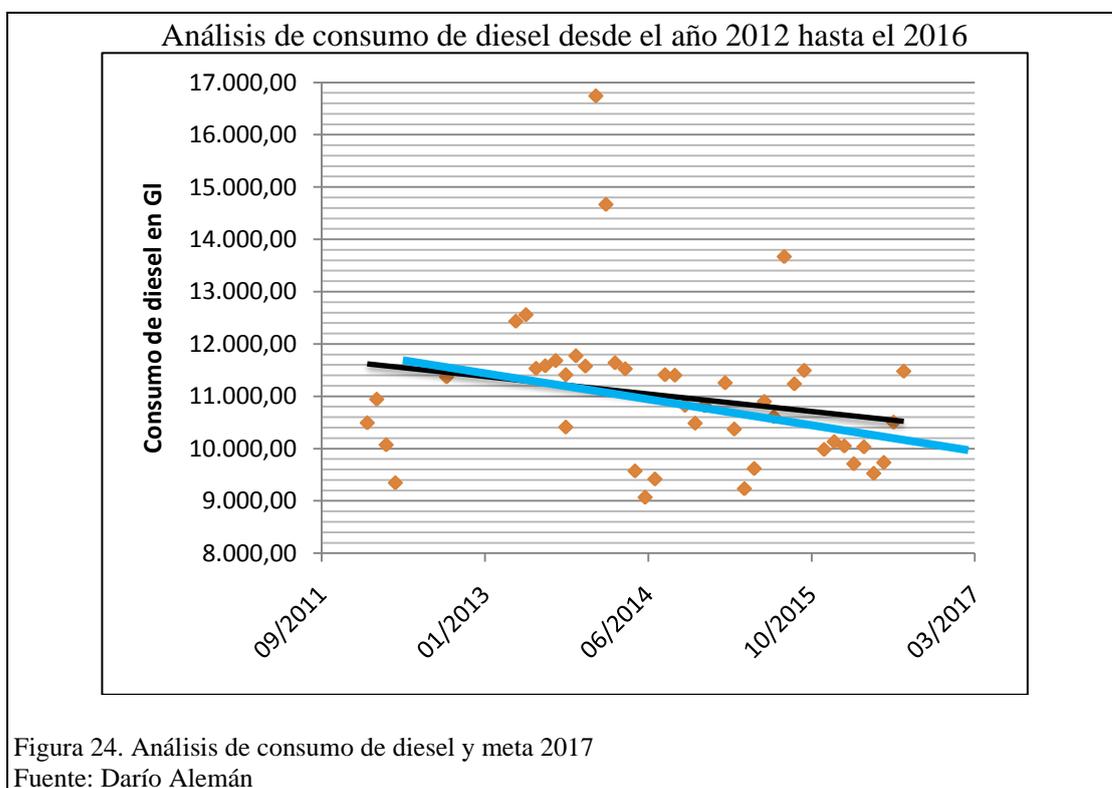
Fuente: Darío Alemán

A partir de los siguientes indicadores de eficiencia energética el Quito Tennis y Golf Club basará sus siguientes revisiones y auditorías tomando en cuenta siempre un beneficio y ahorro para el Club.

3.4.5 Metas y acciones correctivas

Se plantea como meta mejorar los parámetros de la línea base de acuerdo al análisis realizado, teniendo en cuenta todas las recomendaciones planteadas para mejorar la eficiencia energética, mediante la inversión y el compromiso que la Gerencia

General que se dispuso en la política y el alcance, como también el compromiso con el proyecto y la sostenibilidad energética a largo plazo, como se representa en la Figura 23



La línea de color negro representa el consumo de diesel actual en el Quito Tennis y Golf Club tomando en consideración el ahorro energético que se plantea a partir de las recomendaciones que se identificaron en la revisión energética se plantea un ahorro que representa la línea celeste a partir del año 2017 con las acciones correctivas respectivas y de acuerdo al nuevo análisis energético.

Se debe tomar en cuenta que el presupuesto para empezar a realizar las respectivas correcciones y mejoras en el sistema de gestión de vapor será planificado para el presupuesto del año 2017 como un aspecto de prioridad alta, puesto que la inversión es considerable dentro de la planificación del Club.

CONCLUSIONES

- El Quito Tenis y Golf Club tiene muchos ámbitos donde se puede mejorar la eficiencia energética puesto que cuenta con una gran infraestructura y equipos que consumen energía, y de la misma manera tiene requerimientos que necesitan ser analizados continuamente para seguir mejorando la eficiencia que en la actualidad se encuentra en un 80 %
- El exceso de aire en la caldera (Tabla 2.1) es alto en un 65% mismo que garantiza la combustión de diesel, lo que mejora el nivel de opacidad.
- Se observó el mal estado del aislamiento térmico lo que representa pérdidas de calor. Corrigiendo el aislamiento térmico en la tubería se considera representaría un ahorro de aproximadamente \$ 21.805 al año (Numeral 3.7.1.8), tomando en cuenta un aproximado de 180 m de red de tubería de vapor.
- Al realizar un cambio de la línea principal de vapor de 2" a 3" y asilarla adecuadamente, costaría aproximadamente \$ 27.000 con un retorno en la inversión de 15 meses.
- Otro ahorro potencial está en la línea de condensado, debido a que el momento no se recupera el condensado de diferentes equipos que se detallan en el análisis de la auditoria, equivalente al 50 % del vapor producido.

- El costo aproximado de agua de condensado que se está desechando al drenaje del intercambiador de calor que calienta la piscina recreativa es de \$ 23.000 al año.

- Si se realiza el cambio del intercambiador de la piscina recreativa, e instalación de trampas para recuperar el condensado con una inversión aproximadamente de \$ 10360 se recuperaría la inversión en 5 meses.

- El ahorro aproximado por tapar la piscina sería de aproximadamente \$ 3.000 al año.

RECOMENDACIONES

- Disponer de un equipo de personas capacitadas que se encargue de realizar las mediciones, muestreo, análisis del SGE_n como también de los sistemas que intervienen en la producción de vapor, debido a que se requiere mayor atención para evitar pérdidas continuas de energía y por ende de dinero.
- Realizar la instalación de mayor cantidad de puntos de medición como Manómetros y termómetros, medidores de caudal, etc. que permitan mejorar el análisis de datos y llevarlos a una eficiencia cada vez más exacta sin tantos errores de cálculo.
- Realizar un cambio de equipos, tuberías e instalaciones que hayan pasado los 30 años de utilidad, debido que en estas tuberías existe la mayor cantidad de pérdidas que puede representar un porcentaje considerable dentro del costo mensual de adquisición del combustible principal.
- Cambiar tubería de línea principal a vapor de 2" a 3", trabajar con tubería de 2" ocasiona pérdidas de aproximadamente 13.000 USD al año.
- Para el diseño de las tuberías de vapor se sugiere la caída de presión de 0,5 a 1,5 psi por cada 100 psi.
- Reparar el aislamiento de los calderos, la temperatura recomendada oscila entre los 55 y 70°C

- Es necesario cambiar el intercambiador de calor de la piscina recreativa por uno de mayor área de transferencia, puesto que el actual se encuentra en malas condiciones debido al ambiente en el cual está trabajando, adicionalmente cambiar la trampa a un tipo flotador y aislar las tuberías para evitar la pérdida de energía. La trampa debe permitir manejar más de 830 Kg/h de diseño, considerar el factor de seguridad para el dimensionamiento de la trampa.

- Cambiar las trampas de vapor de los intercambiadores por trampas de flotador termostáticas.

- En la cocina se observa una válvula semi-abierta para ingreso de vapor, se recomienda instalar una válvula reguladora de presión para que ingrese la cantidad suficiente y necesaria para los usuarios de cocina.

- Colocar eliminadores de aire en los intercambiadores de calor debido a que el aire es aislante y no permite una transferencia de calor eficiente y necesario.

- Se debe manejar separadamente los retornos de condensado de distintas presiones para garantizar el no anegamiento de las tuberías y retorno de condensado al tanque de almacenamiento, que es lo conveniente.

BIBLIOGRAFÍA

- NTE INEN-ISO 5001. (2012). *NTE INEN ISO 50001*. Quito: INEN.

- ACHEE, A. C. (Diciembre de 2013). Guía de implementación de sistema de Gestión de la Energía Basada en ISO 50001. Santiago, Chile: Priscilla Leufuman, AChEE.

- AEC, ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD. (2016). *GESTIÓN DE LA ENERGÍA*. Obtenido de <http://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/gestion-de-la-energia>

- Alemán, D. (2016). *Elaboración propia*. Quito.

- Antonio Peña, J. G. (2012). *Gestión de la eficiencia energética: Cálculo del consumo, indicadores y mejoras*. ESPAÑA: AENOR.

- Bureau Veritas Ecuador. (Noviembre de 2015). Taller Eficiencia Energética - Auditores Internos ISO 50001. Quito, Ecuador: EdiFerc.

- Cengel, Y. (2008). *Termodinámica*. México D.F: McGRAW-HILL.

- Cengel, Y. (2007). *Transferencia de calor*. México D.F: McGRAW-HILL.

- Cesar Mogollón, J. R. (2007). Programa de simulación de ciclos termodinámicos de plantas de vapor. *Ciencia e Ingeniería*, 28 (3), 175-182.

- Cisneros, J. (Julio de 2014). Guía para la aplicación de Sistemas de Gestión Energética, orientado a la energía eléctrica basado en la Norma ISO 50001. Quito, Pichincha, Ecuador: Jennifer Cisneros.

- Constulec Cia. LTDA. (2016). *Auditoría Energética*. Quito: Construlec.

- Coronel, J. F. (2015). *Colección de tablas gráficas y ecuaciones de transmisión de calor*. Sevilla: Universidad de Sevilla.

- ISO 50001, I. O. (2011). *Sistemas de gestión de la Energía - Requisitos con orientación para su uso*. GINEBRA, SUIZA: ISO.

- MEER, M. d. (2015). *Eficiencia Energética Sector Industrial*. Obtenido de <http://www.energia.gob.ec/eficiencia-energetica-sector-industrial/>

- MINISTERIO COORDINADOR DE SECTORES ESTRATÉGICOS. (2015). *BALANCE ENERGÉTICO NACIONAL 2015 (PARTE 1)*. Obtenido de <http://www.sectoresestrategicos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/01/Balance-Energe%CC%81tico-Nacional-2015-partel1.pdf>

- ONUDI. (2012). *Sistemas de Manejo de Energía (SMen)*. Ecuador.

- Ponce, D. (1977). *Diego Ponce Arquitectos*. Obtenido de <http://www.diegoponcearquitectos.com/dpa/main.asp?goto=DPAViewProduct.asp&gid=3&pid=26>

- QTGC, Q. T. (2012). *Historia* . Obtenido de <http://www.qtgc.com/public/historia>

- QTGC, Q. T. (2013). *Informe de Labores*. Obtenido de http://www.qtgc.com/doc/revista_informe_labores_2013/index.html#123/z

- Quito Tennis y Golf Club. (2016). Información exclusiva del Club. Quito: QTGC.

- TESTO. (2016). *Sistema portátil de análisis de productos de combustión TEsto 350*. Obtenido de www-testo.com.ar

- Universidad del Atlántico, Universidad Autónoma de Occidente. (2014). *Eficiencia energética en la generación y distribución de vapor*. Colombia: COLCIENCIAS.

Anexo 1



ALCANCE:

El SGEEn descrito en este documento aplica a las decisiones y actividades desarrolladas por el Quito Tennis y Golf Club relativas a:

La prestación de servicios

Los procesos de producción de vapor y todos los procesos que intervienen con esta energía (lavandería, hidromasajes, piscinas, cocinas)

A todos los niveles del Quito Tennis y Golf Club

LÍMITES

Al Quito Tennis y Golf Club ubicado en la Av. Francisco de Rumihurco N73-154 y Occidental en el sector del Condado en la ciudad de Quito, provincia de Pichincha.

Macarena Fanlo Barba

**Eco. María Macarena Fanlo Barba
Gerente General
Quito Tennis y Golf Club**



ASIGNACIÓN DEL RECURSO POLÍTICA ENERGÉTICA

El Quito Tennis y Golf Club es un club deportivo y social de excelencia, dedicado a brindar servicios de calidad en atención y hospitalidad al Socio, que se sustenta en el uso y consumo de energías, respaldada mediante el compromiso de optimización en el consumo y costo de la energía y el cumplimiento de normas nacionales e internacionales, mejorando continuamente los procesos de producción y desempeño energético, procurando la adquisición de productos y servicios energéticamente eficientes como también promoviendo la sostenibilidad ambiental y económica a largo plazo.

Buscamos la satisfacción de cada uno de nuestros socios, invitados, visitantes con un servicio de primera mediante la participación activa de un equipo humano motivado, capacitado y eficiente, suministrando los recursos humanos, tecnológicos y financieros necesarios, para alcanzar nuestros objetivos y metas energéticas.

Macarena Fanlo Barba

**Eco. María Macarena Fanlo Barba
Gerente General
Quito Tennis y Golf Club**



ASIGNACIÓN DEL REPRESENTANTE DE LA DIRECCIÓN

Según el literal 4.2 “Responsabilidad de la Gestión” numeral 4.2.2 de la ISO 50001 2011 “Representante de la Dirección”, se debe designar un(os) miembro(s) de la dirección con responsabilidad y autoridad para:

Asegurar que el SGEN se establezca, implemente, mantenga y mejore continuamente.
Identificar a las personas para que conformen y trabajen en el Equipo de Gestión de Eficiencia energética.

Reportar a la Alta dirección el funcionamiento del SGEN, incluyendo las necesidades de mejora.

Informar sobre el desempeño energético la alta dirección (Gerencia General QTGC).
Asegurar la operación y control eficaz del SGEN.

Promover la toma de conciencia de la política energética, los objetivos energéticos y más metas energéticas en todo el Club, entre otros.

Por tal motivo y con el fin de mantener y mejorar el SGEN el Quito Tennis y Golf Club, designa como representante de la dirección al Sr. Darío Javier Alemán Freire – Analista de Mantenimiento, quien con independencia de otras responsabilidades,

deberá asegurar que se establezca, implementen y mantengan los procesos necesarios para el SGen, y deberá informar a la dirección sobre el funcionamiento y desempeño del mismo y de cualquier necesidad de mejora y asegurarse que se promueva la toma de conciencia de la política y los objetivos energéticos en toda el Club.

Macarena Fanlo Barba
Eco. María Macarena Fanlo Barba
Gerente General

ACEPTO:



Sr. Darío Javier Alemán Freire
Analista de Mantenimiento

ESTRUCTURA ORGÁNICO - FUNCIONAL DEL QUITO TENIS Y GOLF CLUB

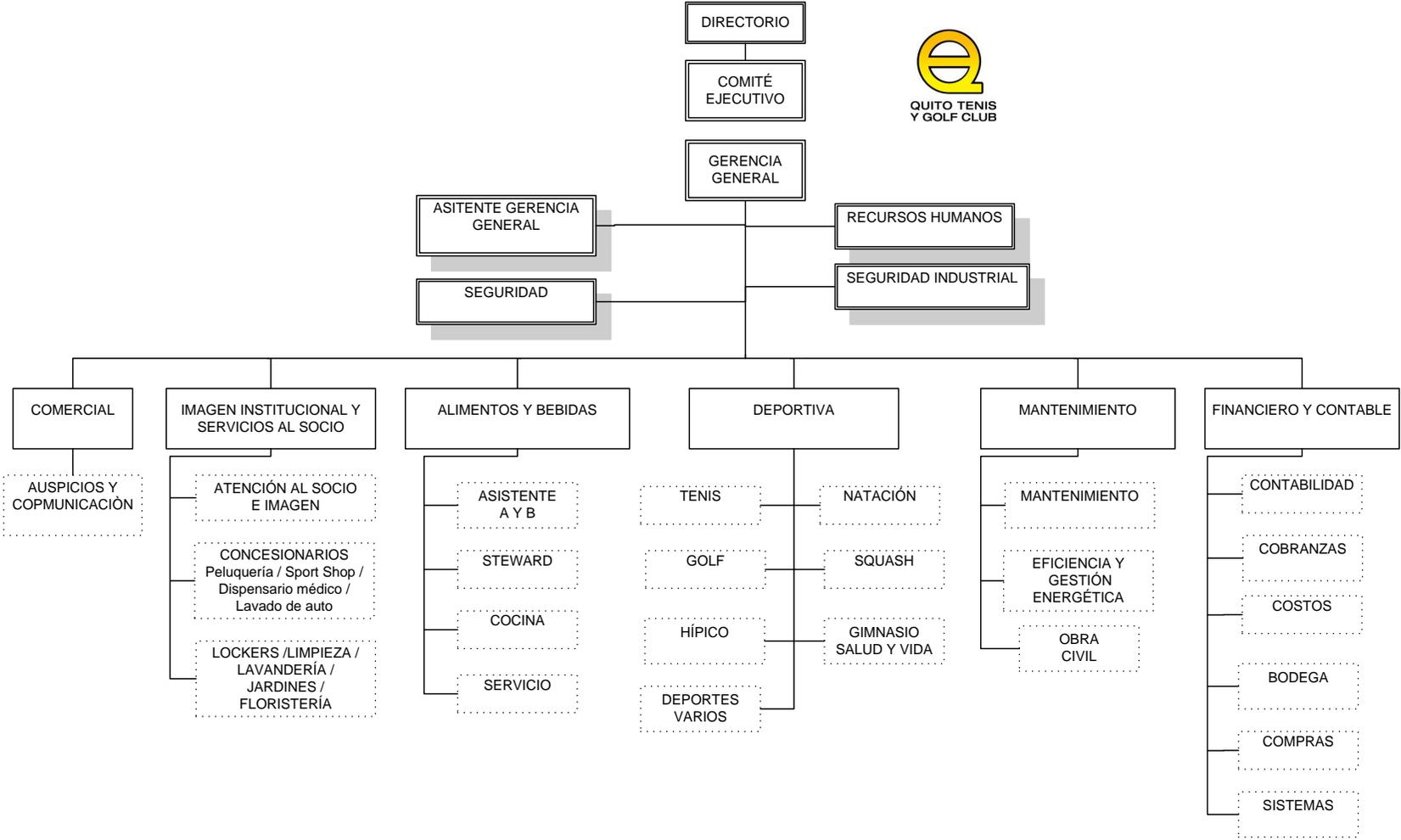
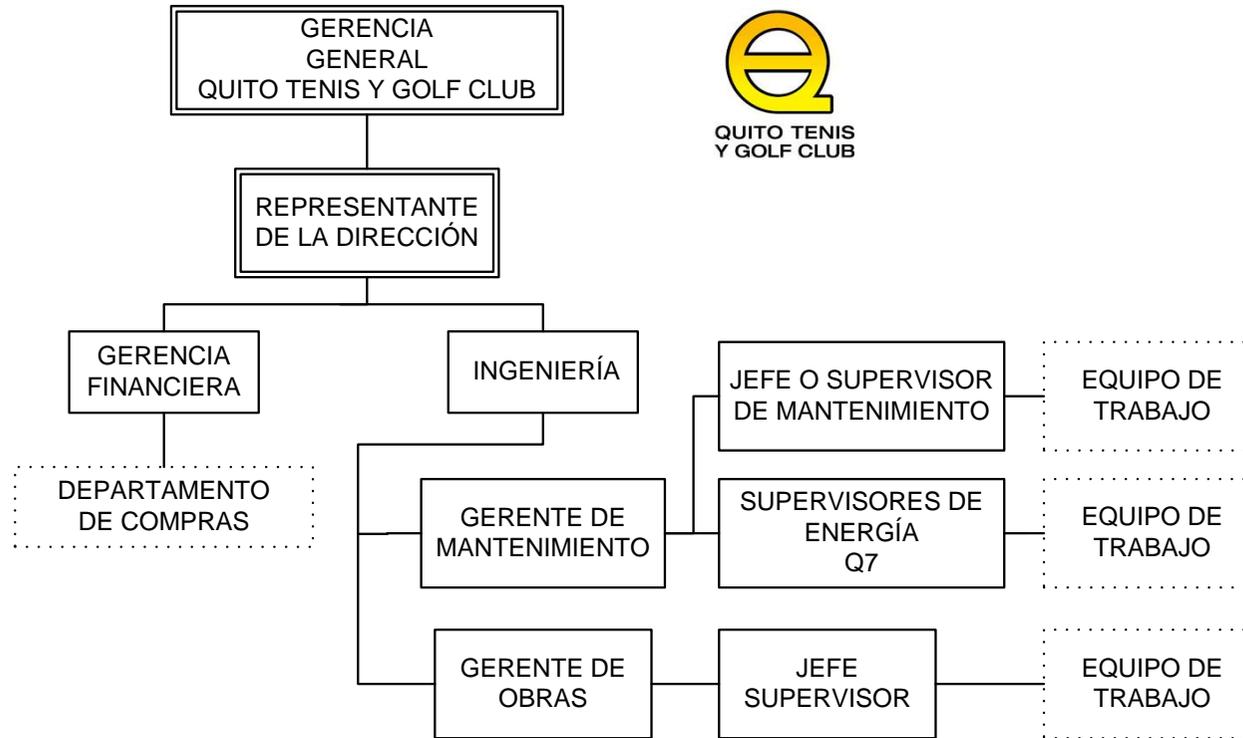


DIAGRAMA ORGANIZACIONAL DEL SGE_n



Anexo 2

Tabla 10. Lista general de equipos principales del sistema de generación de vapor del Quito Tennis y Golf Club

Lista de Equipos				
Notación	Descripción	Marca	Modelo	Varios
B1	Bomba agua1	GRUNDFOS	CM5-7 A-S-I-E-AQQE	Q= 3,77 m³/h H= 91 m Temp. liq. -20°C A 120 °C
B2	Bomba agua 2	GRUNDFOS	CM5-7 A-S-I-E-AQQE	Q= 3,77 m³/h H= 91 m Temp. liq. -20°C A 120 °C
B3	Bomba diesel 1	General Eléctric	5KC390N1004	2 HP
B4	Bomba diesel 2	General Eléctric	5KC390N1004	2 HP
B5	Bomba de retorno (condensado)			5 HP
B6	Bomba para suministro de agua caliente			3 HP
B7	Bomba para hidromasajes			1,5 HP
B8	Bomba para suministro de agua a intercambiador de calor principal			5 HP
C1	Caldero principal	York Shipley	-----	80 PSI
C2	Caldero Secundario	York Shipley	SPHV-80-7	100 PSI
E1	Rodillo a vapor			
E2	Plancha			
E3	Secadora 1			
E4	Secadora 2			
E5	Marmita			
E6	Baño María			
E7	Lavadora de platos			
E8	Piscinas			
E9	Hidromasajes			
IC1	intercambiador de calor principal	LENAPE	A285-5	Tuberia temp: 41°C Temp H2O: 45°C
IC2	intercambiador de calor pequeño /Cocina			
IC3	Intercambiador de calor para piscinas			
IC4	Intercambiador de calor hidromasaje 1			
IC5	Intercambiador de calor hidromasaje 2			
T1	Tanque de suministro de agua			Acero inoxidable
T2	Tanque de dosificación de agua			Acero inoxidable
T3	Tanque de condensado 1			Acero inoxidable
T4	Tanque de condensado 2			Acero inoxidable
T5	Tanque de Diesel			Acero inoxidable

Fuente: Darío Alemán

Esquema general del proceso de generación de vapor del Quito Tennis y Golf Club

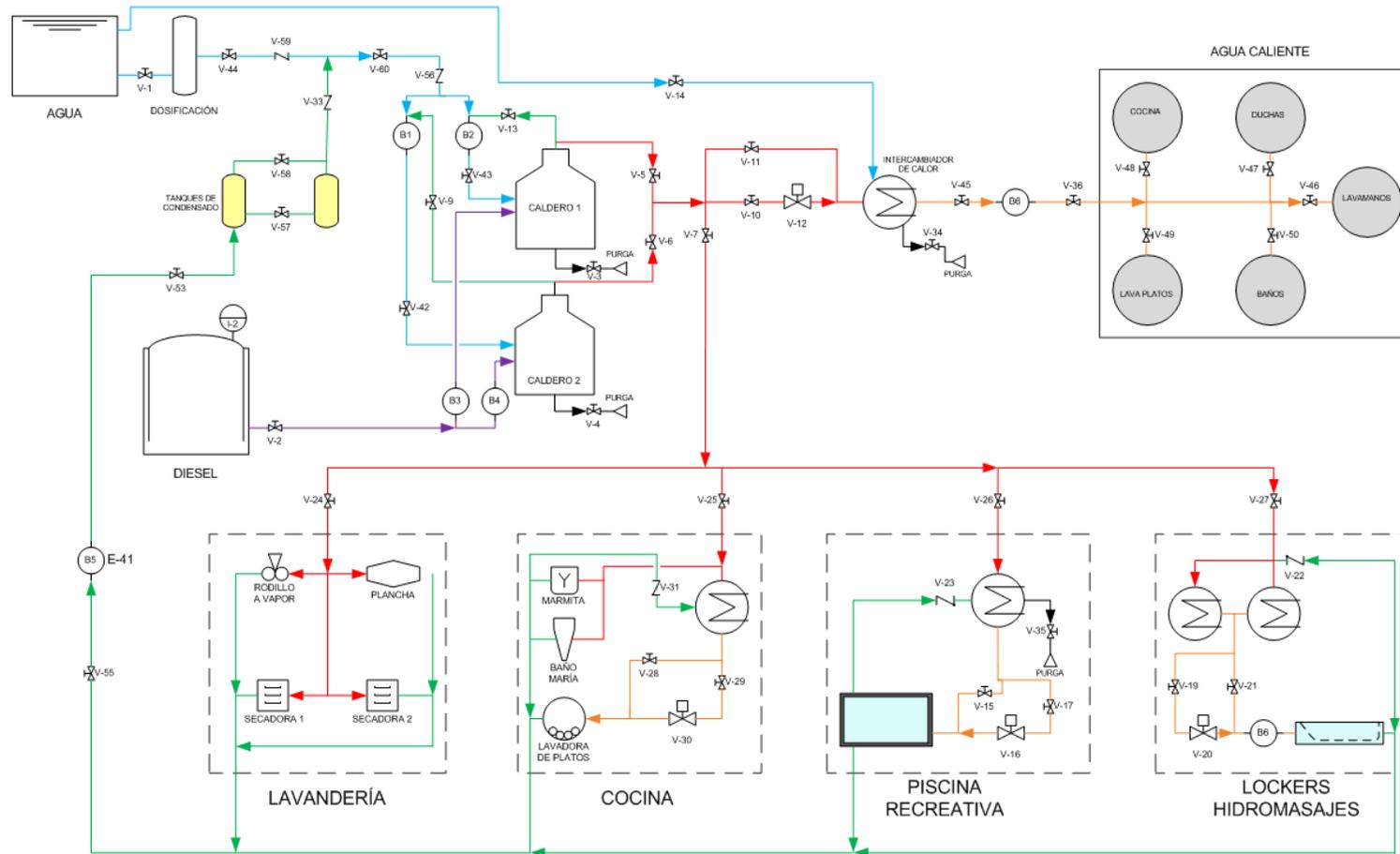


Figura 25. Esquema detallado del uso del vapor y la generación correspondiente

Fuente: Darío Alemán

Anexo 3

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL DIESEL 2 INDUSTRIAL

El DIESEL se encuentra catalogado dentro del grupo de destilados medios por cuanto se obtiene de la segunda fracción importante en la destilación atmosférica del petróleo.

Los componentes de este producto son hidrocarburos que destilan entre los 200°C y 300°C.

Los hidrocarburos más importantes que entran en la composición química del diesel de uso industrial son: parafínicos, izoparafínicos, aromáticos (monociclo y biciclo), nafténicos y estructuras mixtas nafteno-aromático.

Tiene una buena combustión, con llama blanca amarillenta debido al bajo contenido de hidrocarburos aromáticos. La apariencia del producto es blanca transparente y la acidez orgánica se expresa en mg de KOH/ 100 ml, no sobrepasa de 1,4 %, lo cual evita la acción corrosiva sobre los metales.

Tabla 11. Propiedades del diesel

REQUISITOS	UNIDAD	MÍN*	MÁX.	MÉTODO ENSAYO
Punto de Inflamación	°C	40	--	INEN 1047
Corrosión Lámina de Cobre	--	--	N° 2	INEN 927
Temperatura de destilación 90%	°C	--	370	INEN 926
Agua y Sedimentos	% en V	--	0.05	INEN 1434
Índice de Cetano Calculado		45		INEN 1495
Residuo Carbonoso sobre el 10% del residuo	% peso	--	0.15	INEN 1491
Cenizas	% peso	--	0.01	INEN 1492
Viscosidad Cinemática 38°C	cSt	2.5	6.00	INEN 810
Contenido de Azufre	% peso	--	0.70	INEN 1490
Calor de Combustión	--	--	--	--

Fuente: (PETROECUADOR, 2016)

Tabla12. Abastecimiento y costo del diesel

Fecha del documento	U de M	Cant. trans.	Costo unitario	Costo total
31/01/2012	GL	10.490,00	\$ 0,86	\$ 8.989,93
29/02/2012	GL	10.942,00	\$ 0,86	\$ 9.377,29
29/03/2012	GL	10.070,00	\$ 0,86	\$ 8.629,99
26/04/2012	GL	9.344,00	\$ 0,86	\$ 7.998,47
30/09/2012	GL	11.368,00	\$ 0,85	\$ 9.617,33
30/04/2013	GL	12.432,00	\$ 0,85	\$ 10.505,10
31/05/2013	GL	12.558,00	\$ 0,85	\$ 10.611,55
01/07/2013	GL	11.532,00	\$ 0,85	\$ 9.744,57
29/07/2013	GL	11.580,00	\$ 0,85	\$ 9.785,14
30/08/2013	GL	11.680,00	\$ 0,85	\$ 9.869,61
30/09/2013	GL	10.409,00	\$ 0,85	\$ 8.795,63
30/09/2013	GL	11.409,00	\$ 0,85	\$ 9.640,63
31/10/2013	GL	11.772,00	\$ 0,85	\$ 9.947,38
29/11/2013	GL	11.574,00	\$ 0,85	\$ 9.780,07

31/12/2013	GL	16.741,00	\$ 0,85	\$ 14.146,21
31/01/2014	GL	14.666,00	\$ 0,85	\$ 12.392,82
28/02/2014	GL	11.638,00	\$ 0,85	\$ 9.834,13
31/03/2014	GL	11.523,00	\$ 0,85	\$ 9.736,98
30/04/2014	GL	9.570,00	\$ 0,85	\$ 8.086,68
31/05/2014	GL	9.067,00	\$ 0,85	\$ 7.661,65
30/06/2014	GL	9.416,00	\$ 0,85	\$ 7.956,54
31/07/2014	GL	11.409,00	\$ 0,85	\$ 9.640,64
30/08/2014	GL	11.400,00	\$ 0,85	\$ 9.633,04
30/09/2014	GL	10.824,00	\$ 0,85	\$ 9.146,30
31/10/2014	GL	10.483,00	\$ 0,85	\$ 8.858,16
29/11/2014	GL	10.815,00	\$ 0,85	\$ 9.138,71
31/01/2015	GL	11.255,00	\$ 0,85	\$ 9.510,53
28/02/2015	GL	10.371,00	\$ 0,85	\$ 8.763,55
31/03/2015	GL	9.231,00	\$ 0,85	\$ 7.800,24
30/04/2015	GL	9.616,00	\$ 0,85	\$ 8.125,56
31/05/2015	GL	10.897,00	\$ 0,85	\$ 9.208,02
29/06/2015	GL	10.606,00	\$ 0,85	\$ 8.962,14
31/07/2015	GL	13.669,00	\$ 0,85	\$ 11.550,38
31/08/2015	GL	11.234,00	\$ 0,85	\$ 9.492,78
30/09/2015	GL	11.492,00	\$ 0,85	\$ 9.710,75
30/11/2015	GL	9.980,00	\$ 1,61	\$ 16.107,72
31/12/2015	GL	10.130,00	\$ 1,63	\$ 16.532,16
31/01/2016	GL	10.047,00	\$ 1,65	\$ 16.537,36
29/02/2016	GL	9.707,00	\$ 1,54	\$ 14.919,66
31/03/2016	GL	10.030,00	\$ 1,35	\$ 13.520,44
30/04/2016	GL	9.524,00	\$ 1,25	\$ 11.943,10
31/05/2016	GL	9.732,00	\$ 1,20	\$ 11.658,94
30/06/2016	GL	10.502,00	\$ 1,27	\$ 13.358,55
31/07/2016	GL	11.477,00	\$ 1,41	\$ 16.194,05

Fuente: (Quito Tenis y Golf Club, 2016)

Tabla 13. Caracterización del Diesel

		TERMINAL DE COMBUSTIBLES EL BEATERIO										NÚMERO 354 -2016	
FECHA Y HORA DE MUESTREO:		Lunes, 19 de diciembre de 2016 06H00				FECHA Y HORA DE EMISIÓN:				Lunes, 19 de diciembre de 2016 17H20			
FECHA Y HORA DE ANÁLISIS:		Lunes, 19 de diciembre de 2016 06H15 a 17H00				HORA DE EMISIÓN:				17H20			
REQUISITO	PRODUCTO		GASOLINA SUPER	GASOLINA SUPER	GASOLINA EXTRA	GASOLINA EXTRA	DIESEL PREMIUM	DIESEL PREMIUM	DIESEL 2	DIESEL 2	JET A-1	JET A-1	
	PROCEDENCIA	CODIGO DE INFORME	TB-1012	TB-1003	TB-1003	TB-1003	TB 1022	TB 1022	TB-1012	TB-1012	TB-1017	TB-1017	
	NORMA	ESPECIF. GASOLINA	148-GS-2016	288-GE-2016	288-GE-2016	288-GE-2016	205-DP-2016	205-DP-2016	124-D2-2016	124-D2-2016	135-J-2018	135-J-2018	
GRAVEDAD ESPECÍFICA A 15.6°/15.6° C	ASTM D-1298	REPORTE	0.7523		0.7471		0.8458		0.8483		Max 0.81	812	
GRAVEDAD API A 15.6 °C	ASTM D-4822		56.6		57.9		35.8		35.3		Max 51 - Min 37	42.6	
GRAVEDAD API A 15.6 °C	ASTM D-1298		56.6		57.9		35.8		35.3		Max 51 - Min 37	42.6	
PRESIÓN DE VAPOR (kPa)	ASTM D5191	Max 6.0	46.00		45.50								
PUNTO DE INFLAMACIÓN (°C)	INEN 1047						Min 51	62.5	Min 51	65.5	Min 38	45.0	
AGUA + SEDIMENTO (mL)	INEN 1494						Max 0.05	0.000	Max 0.05	0.000			
CORROSIÓN A LA LAMINA DE COBRE	INEN 927	Max No. 1	1a		1a		Max No. 3	1a	Max No. 3	1a	Max 1a	1a	
CONTENIDO DE PLOMO (mg/L)	ASTM D-5185	No detectable	ND		ND								
CONTENIDO DE MANGANESO (mg/L)	ASTM D-5185	No detectable	ND		ND								
CONTENIDO DE HIERRO (mg/L)	ASTM D-5185	No detectable	ND		ND								
CONTENIDO DE GOMAS (mg/100 ml)	INEN 933	*1	< 0.5		< 0.5						Max 7	< 1	
CONTENIDO AROMÁTICOS (mL/mL)	INEN 2252	*2	31.50		28.70						Max 25	18.15	
CONTENIDO BENCENO (mL/V)	ASTM D-6277	*3	0.62		0.58								
CONTENIDO DE OLEFINAS (mL/V)	INEN 2252	*4	16.00		13.50						Max 5	1.82	
ESTABILIDAD OXIDACION (horas)	INEN 934	Min 240	> 240		> 240								
RELACION VAPOR/LÍQUIDO HOR	INEN 932	Max 20	2.7		2.4								
CONTENIDO DE OXIGENO (ppm)	ASTM D-5845	Max 2.7	0.00		0.00								
CEHOS (% PESO)	INEN 1492						Max 0.010	0.002	Max 0.010	0.001			
RESIDUO CARBONOSO SOBRE 30%	INEN 1491						Max 0.15	0.010	Max 0.15	0.020			
ACEITE TOTAL (mg/100g)	ASTM D-3242										Max 0.1	0.028	
CONTENIDO DE NAFTALENO (mL/V)	ASTM D-1840										Max 3	2.14	
PUNTO DE HUMO (mm)	ASTM D-1322										Min 18	21.7	
VELOCIDAD A 20°C (km/h)	INEN 810						2.0-6.0	3.38	2.0-6.0	3.38	Min 8	5.11	
VELOCIDAD EN UN TUBO A 40°C (mm ² /h)	INEN 810						Min 45	52	Min 45	51			
INDICE DE CEJANO CALCULADO	INEN 1495						Max 0.05	0.026	Max 0.7	0.265	Max 0.30	0.137	
CONTENIDO DE AZUFRE (ppm)	ASTM D-4294	*5 *9	0.045		0.032								
DESTILACIÓN	INEN 926												
50% (°C)	Max 70		60		62		Reporte	225	Reporte	226	Max 205	188	
50% (°C)	Min 77. Max 121		112		112		Reporte	283	Reporte	285	Reporte	208	
80% (°C)	*6		170		167		Max 360	348	Max 360	349	Reporte	232	
90% (°C)	*7		210		209						Max 290	250	
RESIDUO %V	Max 2		1.0		1.0						Max 1.5	1.0	
PERDIDA %V	Reporte		0.6		0.5						Reporte	0.5	
FOJAL RECUPERADO %V	Reporte		98.4		98.5						Reporte	98.5	
NÚMERO DE CEJANO (RON)	INEN 2102	*8	92.0		85.1						Reporte	98.5	
(ESTAB. TÉRMICA. CADA PRESIÓN (kPa)	ASTM D-3241										Max 3.33	0.35 ¹¹	
(ESTAB. TÉRMICA. DEP. TURBOPICALIN)	ASTM D-3241										Max 3.33	1.5 ¹¹	
CALOR COMBUSTIÓN NETA (MJ/kg)	ASTM D-3358										Min 42.8	43.12	
PUNTO DE CONGELACIÓN (°C)	ASTM D-7153										Max 47	-52.2	
MEJORA DE SEPARACIÓN DE AGUA (MSEP)	ASTM D-3948										Min 45	5.0	
AZUFRE MISCELTANDO (mL/gas)	ASTM D-3327										Max 2.002	0.001	
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	ASTM D-2424										Min 1.000	0.00	

Fuente: (PETROECUADOR, 2016)

Anexo 4

Equipos del área de Lavandería

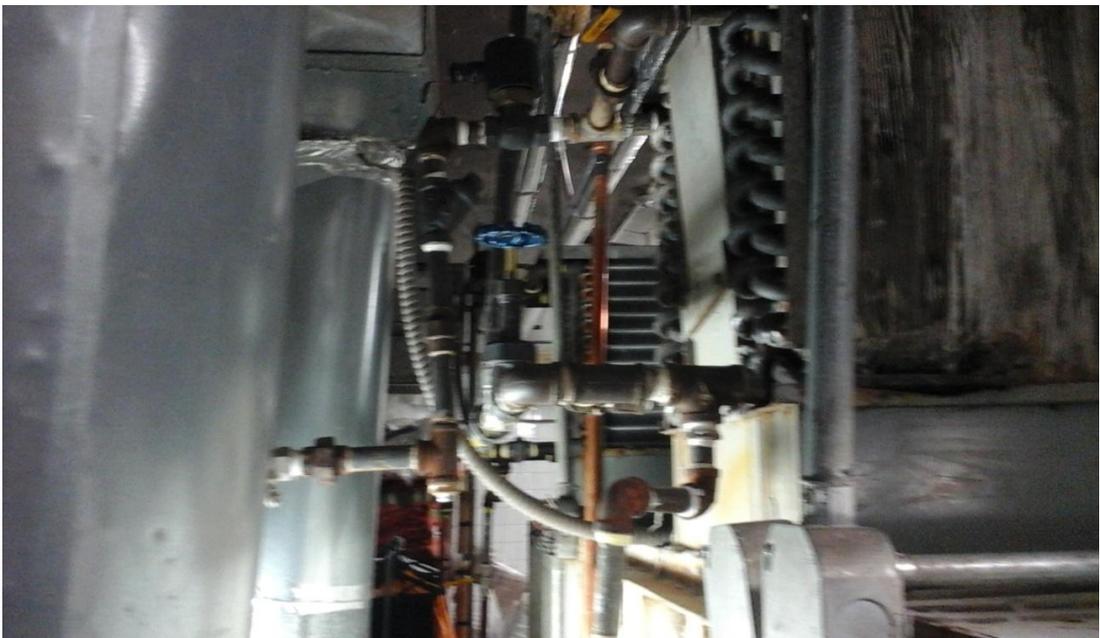
Rodillo a vapor y secadoras



Plancha a vapor



Tubería de suministro de vapor



Anexo 5

Equipos del área de Cocina

Intercambiador de calor Cocina



Lavadora de gavetas



Marmita



Baño María



Tubería de suministro de vapor



Anexo 6

Equipo del área de Hidromasajes



Anexo 7

Equipo en cuarto de calderos

Tanques de condensado



Bomba 1



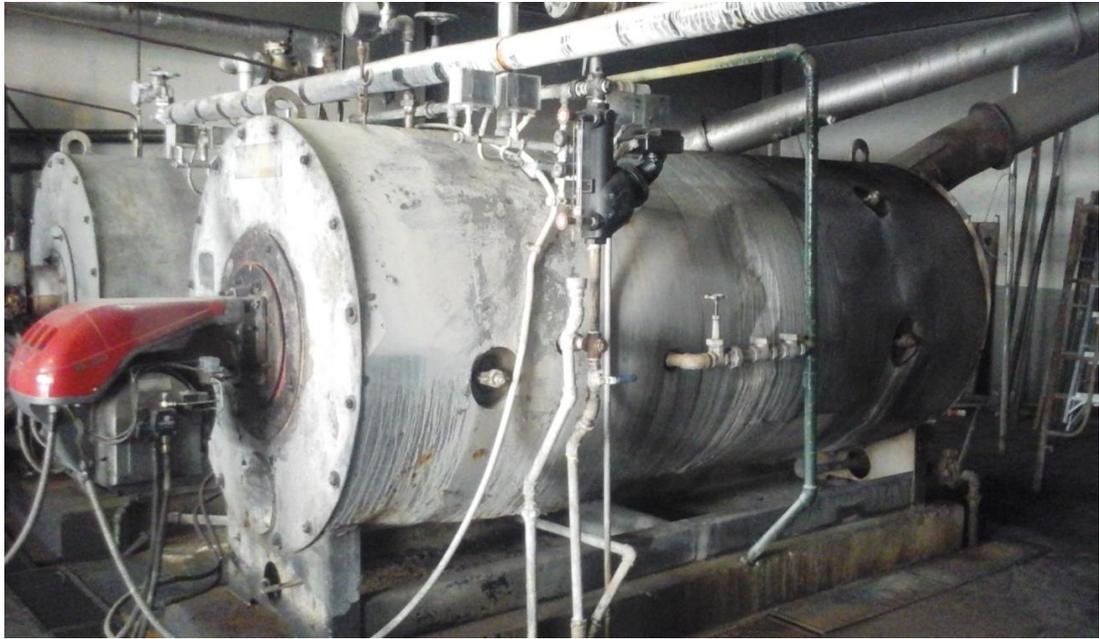
Bomba 2



Caldero 1



Caldero 2



Intercambiador de calor

