

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK



FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

Plan de Investigación de fin de carrera titulado:

**“CONTROL OPERACIONAL EN LA IMPLEMENTACION DE LA EFICIENCIA
ENERGETICA EN LA COMPAÑIA TEXTIL SAN PEDRO”**

Realizado por:

NAVARRETE POZO ISABEL GEOVANNA

Director del proyecto:

Ing. WALBERTO GALLEGOS

Como requisito para la obtención del título de:

INGENIERA QUIMICA INDUSTRIAL

AÑO 2014

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, NAVARRETE POZO ISABEL GEOVANNA, con cédula de identidad # 040154587-6, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional; y, que ha consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



Navarrete Pozo Isabel Geovanna

040154587-6

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

**"CONTROL OPERACIONAL EN LA IMPLEMENTACION DE LA
EFICIENCIA ENERGETICA EN LA COMPAÑIA TEXTIL SAN PEDRO"**

Realizado por:

NAVARRETE POZO ISABEL GEOVANNA

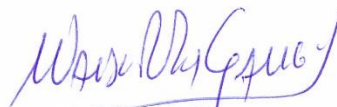
Como Requisito para la Obtención del Título de:

INGENIERA QUÍMICA INDUSTRIAL

hasido dirigido por el Profesor

WALBERTO GALLEGOS

quien considera que constituye un trabajo original de su autor



Walberto Gallegos

DIRECTOR

LOS PROFESORES INFORMANTES:

JEFFERSON RUBIO

FAUSTO VARGAS

Después de revisar el trabajo presentado,
lo han calificado como apto para su defensa oral ante
el tribunal examinador



JEFFERSON RUBIO



FAUSTO VARGAS

QUITO 15 de Septiembre 2014

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de investigación a Dios, a mis padres Iván Navarrete y Graciela Pozo quienes supieron inculcarme valores y principios que han guiado mi vida y a ellos les debo lo que soy, a mis hermanos Iván, Mónica, Karolina, Juan Carlos, Jefferson y Kevin por siempre estar a mi lado en todo momento, a Alexander quien estuvo cuando más lo necesite brindándome su apoyo incondicional. Gracias a todos por ser parte de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mis más sinceros agradecimientos a la Universidad Internacional “SEK” por haberme cobijado durante el periodo de mi formación, a la empresa Textil San Pedro por el soporte brindado y en especial al Ingeniera María Pozo por confiar de mi persona para la realización de esta investigación.

A los profesores Walberto Gallegos, Jefferson Rubio y Fausto Vargas por su acertada dirección de la tesis. Su profesionalismo y entrega fueron determinantes a la hora de conformar este trabajo.

A mis hermanos por sus valiosos aportes y consejos durante la realización del proyecto y en especial a mis padres Iván y Graciela, quienes son el pilar fundamental de este hermoso sueño.

Agradecer a Alexander, por siempre estar a mi lado y ser mi apoyo cuando más lo necesité.

A todos los profesores que aportaron en mi proceso de formación, gracias por sus consejos y enseñarme a ser cada día una mejor persona y a todas aquellas personas de que una u otra forma fueron mi apoyo y que se me escapa nombrarlos pero de corazón un infinito agradecimiento.

RESUMEN

Se implementó el control operacional en una de las áreas de la empresa textil San Pedro como es en el proceso de Hilatura considerando este punto como una planta piloto, para después continuar con la implementación en todos los procesos, logrando así una mayor eficiencia en toda la planta.

También se analizan los puntos más importantes para lograr un buen monitoreo siendo el caldero uno de ellos que genera vapor y contar con todas las armas disponibles para lograr una muy buena eficiencia que se refleja en la disminución de combustibles y buena operación de la caldera.

El objetivo principal es implementar el control operativo en el área de hilatura y determinar los parámetros necesarios y principales para cumplir con el proyecto de eficiencia energética de la empresa.

ABSTRACT

Operational control was implemented in one of the areas of the textile company San Pedro and is in the process of spinning considering this as a pilot plant, and then continue with the implementation in all processes, thus achieving greater efficiency throughout the plant.

The most important points are also analyzed for successful monitoring being the boiler one that generates steam and have all the weapons available to achieve a very good efficiency, reflected in the decrease of fuel and good operation of the boiler.

The main objective is to implement operational control in the area of scrubbing, and determine necessary and to meet the major energy efficiency project company parameters.

GLOSARIO

Eficiencia Energética: Es la implementación de cambios, mejoras, modificaciones, etc. en los procesos, actividades, operaciones o maquinaria, que lleven consigo la consecución de un ahorro energético.

Caldero: Es una máquina que está diseñada para generar vapor, a través de una transferencia de calor a Presión constante en la cual el fluido originalmente está en líquido, se calienta y se cambia de estado.

Condensado: Es el líquido resultante de cambio de fase de vapor a líquido de una sustancia a una presión y temperatura constantes.

Combustión completa: Se refiere a la fracción del combustible con el oxígeno del aire, el mismo que se encuentra en exceso.

Densidad: Es una magnitud referida a la cantidad de masa contenida en un determinado volumen.

Presión de Vapor: Presión ejercida por un líquido evaporado dentro de un recipiente a una temperatura determinada.

Poder Calorífico: Energía disponible en forma de calor que puede proporcionar un combustible.

Engomado: Es un proceso que nos permite dar más resistencia al hilo de urdido mediante almidón modificado de maíz y así soportar la presión y tensión de las maquinas tejedoras, uno de los controles diarios es la toma de temperatura que viene

dada por el vapor que produce el caldero que es de uso exclusivo para Textil San Pedro.

Vapor: Es una fase gaseosa en que se transforma una sustancia, generalmente líquida, y que se produce en temperaturas próximas al punto de ebullición o licuefacción.

Entalpía: La entalpía es la cantidad de energía calorífica de una sustancia.

Volumen: Es el espacio que ocupa un cuerpo.

MEER: La misión del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, MEER, es servir a la sociedad ecuatoriana, mediante la formulación de la política nacional del sector eléctrico y la gestión de proyectos. Promover la adecuada y exitosa gestión sectorial, sobre la base del conocimiento que aporta gente comprometida con la sostenibilidad energética del Estado.

ONUDI: Es la organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, fomenta la cooperación entre los países industrializados y los países en desarrollo para acelerar el desarrollo industrial, estimulando actividades de fomento de las inversiones y transferencia de tecnología.

INDICE

DECLARACIÓN JURAMENTADA ¡Error! Marcador no definido.

DECLARATORIA ¡Error! Marcador no definido.

LOS PROFESORES INFORMANTES: ¡Error! Marcador no definido.

DEDICATORIA v

AGRADECIMIENTO vi

RESUMEN vii

ABSTRACT viii

GLOSARIO..... ix

CAPÍTULO I 1

1. INTRODUCCIÓN..... 1

1.1 El Problema de Investigación 3

1.1.1. Planteamiento del Problema. 3

1.1.2. Sistematización del Problema..... 4

1.1.3. Objetivo General..... 5

1.1.4. Objetivos Específicos 5

1.1.5. Justificaciones..... 5

CAPITULO II 6

2. Marco Teórico 6

2.1 Estado Actual del Conocimiento sobre el Tema 6

2.2. Adopción de una Perspectiva Teórica 6

2.3. Marco Conceptual 7

2.3.2. Eficiencia Energética..... 7

2.4. Procesos General de Producción del Área de la Engomadora. 8

2.4.1. Urdidora. 8

2.4.2. Engomadora..... 10

2.4.3. Anudado. 19

2.4.4. Tejido.. 19

2.4.5. Revisión y Control de Calidad. 20

CAPITULO III 23

3. Implementación del Control Operacional..... 23

3.1. Agua..... 24

3.1.1. Dureza..... 26

3.1.2. Temperatura del Tanque de Agua Alimentación.....	26
3.1.3. Consumo de Agua.....	25
3.1.4. Solidos Disueltos.....	29
3.1.5. Procedimiento para Medición de Solidos Totales.....	30
3.2. Diésel.....	31
3.3 Caldero Cleaver Brooks.....	33
3.3.1 Calderas Piro tubulares.....	34
3.3.3. Cálculos para la Eficiencia de la Caldera Cleaver Brooks (Método Directo).....	40
3.3.4. Cálculo de Eficiencia de Caldero Cleaver Brooks (Método Indirecto).....	45
3.3.5. Cálculo de emisiones de CO ₂	49
3.4. Indicador de Producción	¡Error! Marcador no definido.
CAPITULO IV	51
4. Resultados.....	51
4.1. Análisis de resultados de la Implementación del Control Operativo.....	51
CAPITULO V	55
5. Identificación y Caracterización de Variables	55
5.1. Método.....	55
5.1.1. Tipo de estudio.....	55
5.1.2. Modalidad de Investigación.....	55
5.2. Tipo de Método.....	55
5.2.1. Población y Muestra.....	55
5.3. Selección de Instrumentos de Investigación.....	56
5.3.1. Validez y Confiabilidad de los Instrumentos.....	56
5.4. Aspectos Administrativos.....	56
5.4.1. Recursos Humanos.....	56
5.4.2. Recursos Materiales y Técnicos.....	56
5.4.3. Recursos Financieros	58
5.4.4. Cronograma de Trabajo	58
CAPITULO VI	59
6. Conclusiones.....	59
7. Recomendaciones.....	60
8. Bibliografía.....	62
9. Anexos.....	64

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Tipo de Urdidos y número de polines	9
Tabla 2. Tipos de Algodón	15
Tabla 3 Tipos de Hilos para ser Engomados	18
Tabla 4. Tipos de Telares	19
Tabla 5. Formato Textil San Pedro	25
Tabla 6. Implementación de Control Operativo de Temperatura para Agua de Alimentación (Agosto)	27
Tabla 7. Implementación de Control Operacional de Temperatura para Agua de Alimentación (Septiembre)	28
Tabla 8. Implementación de Control Operacional de Temperatura para Agua de Alimentación (octubre)	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 9. Implementación de Control Operacional de Temperatura para Agua de Alimentación (Noviembre)	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 10. Datos de Medición de Sólidos Disueltos	30
Tabla 11. Implementación de Control Operacional para Sólidos Totales (Septiembre) ..	31
Tabla 14. Propiedades del Diésel	32
Tabla 12. Datos de Consumo de Combustible	33
Tabla 13. Control Operacional de Caldero (Agosto)	35
Tabla 14 Control Operacional (Septiembre)	35
Tabla 15. Control Operacional de Caldero (Octubre)	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 16. Control operacional de Caldero (Noviembre)	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 17. Datos de los Rodillos de la Engomadora	37
Tabla 18 Datos de Cálculo de Rodillos	38
Tabla 19. Determinación de la Masa de Combustible	41
Tabla 20. Datos de la Entalpía de Agua de Alimentación	42
Tabla 21 Determinación de Eficiencia del Caldero Cleaver Brooks	43
Tabla 22. Datos de Meses de Estudio Vs Eficiencia de la Caldera	44
Tabla 23 Datos de las Pérdidas por Radiación y Convección del Caldero	48
Tabla 24. Datos de Huella de Carbono	51
Tabla 25. Índice del Consumo de Diésel Vs Producción	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 26. Comparación de Consumo de Combustible Vs Temperatura	53

LISTA DE FIGURAS

	Pág
Figura 1. Conos para ser llevados a la Urdidora.....	8
Figura 2. Fila de detectores de Hilo	9
Figura 3. Polines	10
Figura 4. Polines para Envolver el Hilo.	10
Figura 5. Engomadora.....	11
Figura 6. Caballetes a Engomarse.....	11
Figura 7. Colocación correcta de Hilos	13
Figura 8. Recipiente y Tablero de la Engomadora	13
Figura 9 Tablero de Temperatura.....	14
Figura 10. Sacos de Polisac y Carbosac LV	14
Figura 11. Sacos de polisac y Carbosac LV	15
Figura 12. Cuba para Engomar el Hilo	15
Figura 13. Control de Temperatura.....	16
Figura 14. Medidores de Controles de Presión y Tensiones.....	16
Figura 15. Carreto Engomado.....	17
Figura 16. Terminados Engomados.....	17
Figura 17. Telares	19
Figura 18. Revisión de Tela	21
Figura 19. Medidor de Metros.....	21
Figura 20. Etiqueta para Tela.....	21
Figura 21. Pesaje de Tela	22
Figura 22. Reactivos para Medición de Dureza.	26
Figura 23. Medición de Temperatura	26
Figura 24. Medidor de Consumo de Agua.....	25
Figura 25. Equipo para Medición de Sólidos Disueltos	29
Figura 26. Medición de Sólidos Totales.....	31
Figura 27. Caldero Cleaver Brooks.....	34
Figura 28. Control de Tiempo de Purgas	34
Figura 29. Medidor de Agua de Alimentación	43
Figura 30. Diagrama del Caldero Cleaver Brooks	¡Error! Marcador no definido.
Figura 31. Gráfica de Meses Vs % de Eficiencia.....	45
Figura 32. Programa para calcular la Huella de Carbono	50
Figura 33. Reuniones de Control Operativo.....	52

Figura 34. Diagrama Temperatura Vs Consumo de Combustible¡Error! Marcador no definido.

LISTA DE ANEXOS

	Pág
ANEXO 1. Registro de Control Operacional en Textil San Pedro	64
ANEXO 2. Formato de Gases De Combustión	65
ANEXO 3. Análisis de Aguas.....	66
ANEXO 4. Tablas de Vapor.....	67
ANEXO 5. Datos de Propiedades del Diésel.....	68

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

Textil San Pedro S.A. se encuentra ubicada en la Vía Sangolqui-Amaguaña Km.3 S/N Quito-Ecuador. A raíz de la segunda guerra mundial, al igual que en el resto del mundo la demanda de productos textiles y la capacidad productiva se ve afectada, ya que las grandes empresas europeas de construcción de maquinaria fueron obligadas a producir armamento. Con estos antecedentes, nace Textil San Pedro, en Quito– Ecuador, orientada a la fabricación de hilados de algodón y fibras sintéticas, iniciando su producción en 1948.

Como respuesta a la gran demanda de hilos se instalaron simultáneamente nuevas hilanderías y en pocos años se produjo una sobreoferta, de ahí que Textil San Pedro instala su tejeduría para la fabricación de telas de hogar, toallas y vestido. En poco tiempo instala la planta de tintorería y acabados. En 1985 se constituye como sociedad Anónima.

Al momento tiene una capacidad productiva muy superior a la original, debido a la continua renovación de equipos y maquinaria.

Se considera empresa líder debido al posicionamiento de sus marcas en el mercado así como a la permanente innovación de sus artículos, los mismos que se comercializan en los almacenes de cadena más importantes del país.

Empezó con el desafío de la exportación en 1989 y ha establecido estrategias comerciales con socios de Colombia para atender al mercado hotelero.

Su actividad principal, es la fabricación y comercialización de toallas de algodón 100% y tejidos planos de algodón y sus mezclas; además ofrece servicio de tintura y acabados a terceros.

Textil San Pedro invierte gran parte de sus utilidades en renovación de maquinaria, por cuanto tiene mezcla de maquinaria antigua y nueva para sus diferentes procesos.

Textil San Pedro utiliza materia prima de la más alta calidad para la elaboración de todos sus productos. Entre los principales productos están las toallas con variados diseños tomando en cuenta las tendencias de la moda; otros productos importantes son telas para mantelería, telas para confección como gabardinas, lienzos y tejidos industriales.

La empresa cuenta con 25 personas administrativas y 165 en la planta que trabajan en tres turnos de 8 horas.

El objetivo principal de este estudio es contribuir a mejorar la calidad ambiental a beneficio de la empresa y de la comunidad de los alrededores de la empresa, implementando el control operacional en el proyecto de eficiencia energética que tiene Textil San Pedro.

1.1 El Problema de Investigación

Mediante esta investigación desarrollada en la industria textil San Pedro, se busca la posibilidad de obtener un proyecto de mejoramiento de los procesos donde se seleccionó el área de hilatura para la investigación técnica.

1.1.1. *Planteamiento del Problema.* Realizar un estudio de investigación para conseguir la mayor cantidad de datos técnicos, programas, estadísticas de la empresa textil San Pedro para implementar el control operativo en el área de hilatura.

1.1.1.1. *Diagnóstico del Problema.* Al no haber información técnica enfocada a la eficiencia energética que permita desarrollar este proyecto, la empresa textil, tiene interés en realizar una investigación de implementación del Sistema de Gestión de Energía en la empresa.

A través de estas posibles soluciones se intenta ayudar a la comunidad evitando la contaminación y mejorando las condiciones de vida (Sumak Kawsay). Además se busca alcanzar beneficios económicos a la empresa y a sus trabajadores.

Directamente con la optimización de los procesos, las emisiones de CO₂ y efluentes estarán dentro de lo requerido por las instituciones de control ambiental.

1.1.1.2. *Pronóstico.* Con la información técnica obtenida de control operacional del área del engomado y con los diferentes parámetros del proceso como la experiencia de los técnicos y del funcionamiento del proceso se diagnosticara el estado del área en estudio.

1.1.1.3. Control de Pronóstico. Para el desarrollo de este proyecto se realizará un estudio durante 90 días laborables establecidos por la industria para la investigación e implementación del control operativo.

1.1.1.4 Formulación del Problema. En la empresa Textil San Pedro Sangolqui km 2.5 vía Amaguaña (Quito, Pichincha, Ecuador) Durante el año 2013 en convenio con el MEER y la ONUDI se plantearon como objetivo la implementación del proyecto de eficiencia energética.

Una parte importante al proyecto es el control operativo para identificar las probables oportunidades de mejora y detectar necesidades de apoyo técnico y de capacitación para su personal de la empresa.

1.1.2. Sistematización del Problema

¿Qué es el control operativo?

¿Cuál es la persona encargada del control operativo de los procesos?

¿Es indispensable seguir la misma metodología de trabajo que tienen en la industria textil?

¿Cuáles son los principales parámetros a tomar en cuenta para la optimización de procesos en la industria textil?

¿Qué personal debe estar encargado de recopilar y verificar los datos que ayudarán a mejorar la eficiencia energética?

¿Qué capacidades tiene el personal operativo de la empresa?

¿Existirán equipos para la mejora de este proyecto de eficiencia energética con la implementación de control operativo?

¿Cumplirán las regulaciones ambientales internas y externas?

¿Utilizaran adecuadamente los recursos económicos que generan en la empresa?

¿Disminuir el consumo de Luz, Agua, y combustible que es de gran beneficio?

1.1.3. *Objetivo General*

1.1.3.1. Implementar el control operativo, y determinar los parámetros necesarios y principales para cumplir con el proyecto de eficiencia energética de la empresa.

1.1.4. *Objetivos Específicos*

1.1.4.1. Realizar un diagnóstico previo de las variables de estudio.

1.1.4.2. Analizar las variables de control operativo y seleccionar las principales.

1.1.4.3. Realizar capacitaciones al personal técnico para lograr que el manejo adecuado de los equipos y procesos tengan la efectividad.

1.1.4.4. Consolidar las relaciones de la universidad con la empresa dando lugar a nuevos profesionales.

1.1.4.5. Cumplir con las normas que rige el ministerio de Ambiente para el bienestar de la empresa.

1.1.4.6. Evitar la contaminación para mejora de calidad de vida de la Comunidad y Sumak Kawsay

1.1.4.7. Implementar el control operativo y buscar las oportunidades de mejoras de los procesos.

1.1.4.8. Operar y Poner en práctica la mejora de eficiencia energética para el beneficio económico de la industria.

1.1.5. ***Justificaciones.*** El estudio de este proyecto ayudara técnicamente a conocer los principales parámetros que necesitamos para el control operativo en la implementación del proyecto de eficiencia energética de la empresa Textil San Pedro.

Conociendo cada uno de los parámetros necesarios e importantes para el control operativo identificaremos las oportunidades de mejora.

CAPITULO II

2. Marco Teórico

En base a la inspección y al diagnóstico previo de las variables de estudio realizado se puede establecer un plan de implementación de control operativo para optimizar los recursos.

Con el plan se establecerá un procedimiento del control operativo (consumo control y mantenimiento de acuerdo con la (NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN-ISO 50001:2012 50001).

2.1 Estado Actual del Conocimiento sobre el Tema

El estudio del proyecto de eficiencia energética empezó en Agosto del 2013 cuya finalidad es mejorar las buenas prácticas operacionales y toma de conciencia que ejemplifique la manera de actuar de la empresa y de los trabajadores con la implementación de eficiencia energética.

2.2. Adopción de una Perspectiva Teórica

Para poder seguir con este proyecto se debe estudiar y conocer los parámetros necesarios para el control operacional de esta empresa.

Debido a los escasos de información en procesos de implementación de eficiencia energética de las industrias, el proyecto de tesis se implementara, tomando en cuenta el cumplimiento de las normas ISO, INEN y TULAS.

Dando las capacitaciones necesarias al personal podremos obtener mejores resultados. Cooperando con la buena calidad de vida (Sumak Kawsay), tanto para la comunidad como para la empresa.

2.3.Marco Conceptual

2.3.1. Norma INEN 50001. Permite desarrollar acciones para determinar las posibles oportunidades de mejora para luego ser analizadas desde el punto de vista económico, de beneficio para la empresa, el ambiente y con esto implementar oportunidades de mejora.

El propósito de esta Norma Nacional e Internacional es facilitar a las organizaciones establecer los sistemas y procesos necesarios para mejorar su desempeño energético, incluyendo la eficiencia energética y el uso y consumo de la energía. La implementación está destinada a conducir a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y de otros impactos ambientales relacionados así como de los costes de la energía a través de una gestión sistemática de la energía. Es aplicable a organizaciones de todo tipo y tamaño, independientemente de sus condiciones geográficas, culturales o sociales. Su implementación exitosa depende del compromiso de todos los niveles y funciones de la organización y, especialmente, de la alta dirección. (NORMA ISO 50001:2012).

2.3.2. Eficiencia Energética. Es la implementación de cambios, mejoras, modificaciones, etc. en los procesos, actividades, operaciones o maquinaria, que lleven consigo la consecución de un ahorro energético o una mayor eficiencia en la gestión de la energía. (ASEFENER, 2006).

2.4. Procesos General de Producción del Área de Hilatura.

La Industria textil en general aglutina empresas con gran diversidad de procesos productivos destinados a la preparación, hilado y tejido de fibras, fabricación de géneros de punto, operaciones de acabado y fabricación de otros productos textiles. Estos procesos se clasifican en: Hilatura, tejeduría, tinturado, acabado. (Manual TSP ,2013)

A continuación describiré el proceso del área de estudio el cual consta de la urdidora, engomadora y tejeduría.

2.4.1. Urdidora. Es una máquina que permite realizar (polines) de hasta 512 hilos, para luego ser unidos con otros polines y alcanzar el número de hilos deseados para el artículo a elaborar. Manual TSP, 2013). La urdidora es de marca BENNINGER del año 1995 de tipo TQUXY-132, el motor con una numeración 354176 con un voltaje de 380 trifásico y un Amperaje de 32 Amperios, 19.35Kw.

2.4.1.1. Procedimiento de Urdidora:

- Se Coloca los conos de hilo en la fila posterior de la máquina, el número de conos será calculado dependiendo el artículo



FUENTE : Isabel Navarrete

Figura 1. Conos para ser llevados a la Urdidora.

En la tabla 1 indica el número de artículo (material que se va a trabajar según el pedido que se tenga para despacho); el número de hilos totales que tiene en cada artículo de hilo; el número de polines que se ocupa para cada artículo y el título del polín que es el código de cada artículo.

Tabla 1.Tipo de Urdidos y número de polines

Articulo	Hilos totales	Número de polines	Número de hilos por Polín	Título del hilo
Lona	2880	6	480	15/2 O.E.
Sesgo	4800	10	480	30/1 hilas
Gabardina 20	6528	13	502	20/1 pes/co
Mantel 180	7920	16	496	20/1 pes/co
Nido de abeja	7704	16	482	20/1 pes/co
Gabardina Pica	2964	6	494	18/1 O.E.
Pique de rombos	4800	10	480	24/2 hilas
Calcata super ancha	3816	8	477	18/1 O.E
Gabardina Victoria	6438	13	496	22/1 hilas
Rizo baño Grande	1848	4	462	15/1 hilas o 20/1 hilas
Fondo baño grande	2136	5	428	20/2 O.E.
Rizo toalla de manos	1872	4	468	15/1 hilas o 20/1 hilas
Fondo toalla de Manos	2304	5	461	20/2 O.E.
Rizo de Toallón	2376	5	476	15/1 hilas o 20/1 hilas
Fondo toallón	2664	6	444	20/2 O.E.
Rizo toalla de tocador	2000	4	500	15/1 hilas o 20/1 hilas
Fondo toalla de Tocador	2576	6	430	20/2 O.E.
Rizo toalla facial o picolina	1900	4	475	15/1 hilas o 20/1 hilas
Fondo toalla facial o picolina	2620	6	436	20/2 O.E.
Rizo tela toalla llana y especial	1910	4	478	15/1 hilas y 20/1 hilas
Fondo tela toalla llana y especial	2030	4	508	20/2 O.E.

Fuente: Textil San Pedro, 2012.

- Se da la vuelta a la fila y se procede a pasar cada uno de los hilos por los frenos y detectores de hilo como se observa en el siguiente gráfico.



FUENTE: Isabel Navarrete

Figura 2. Fila de detectores de Hilo

- Se hala y se pasa cada uno de los hilos por el peine extensible comenzando desde la mitad del mismo.



FUENTE: Isabel Navarrete

Figura 3. Polines

- Se prepara el polín en la máquina y envolvemos todos los hilos en el mismo.

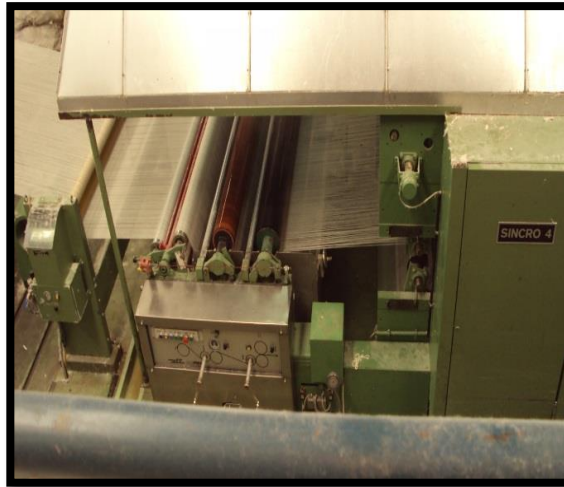


Fuente: Isabel Navarrete

Figura 4. Polines para Envolver el Hilo.

Escogemos la cantidad deseada de metros en el taxímetro así como la velocidad de la máquina. (Manual TSP, 2013)

2.4.2. Engomadora. La engomadora es una máquina de marca BENMNEER BELL, modelo ZWB 14 DEL AÑO 1986 de procedencia Alemana, posee una capacidad para 16 polines con un ancho de 2,20m por polín.



FUENTE: Isabel Navarrete

Figura 5. Engomadora

El engomado es un proceso que nos permite dar más resistencia al hilo de urdido mediante almidón modificado de maíz y así soportar la presión y tensión de las maquinas tejedoras, uno de los controles diarios es el control de temperatura que viene dada por el vapor que produce el caldero. Manual TSP, 2013)

2.4.2.1. Procedimiento de la Engomadora:

- Una vez que tenemos los polines de la urdidora, se coloca en cada uno de estos en los caballetes ubicados en la parte posterior de la engomadora, teniendo en cuenta la dirección de los polines superiores e inferiores.



FUENTE: Isabel Navarrete

Figura 6. Caballetes a Engomarse

- Después procedemos a unir los hilos de los polines en los caballetes.
- Seguidamente con una piola cogemos un crucero en la mitad de los carretos para poder distinguir los hilos superiores y los hilos inferiores.
- En seguida pasamos todos los hilos por los diferentes mecanismos de la máquina engomadora.
- Una vez pasados los hilos y templados colocamos una cinta pegante alrededor de los hilos la misma que nos permitirá colocar los hilos en el peine extensible.
- Una vez que están puestos los cruceros procedemos a colocar los hilos por el peine extensible, esta operación se realiza de acuerdo al ancho del tejido, ancho del urdido para ser tejido:

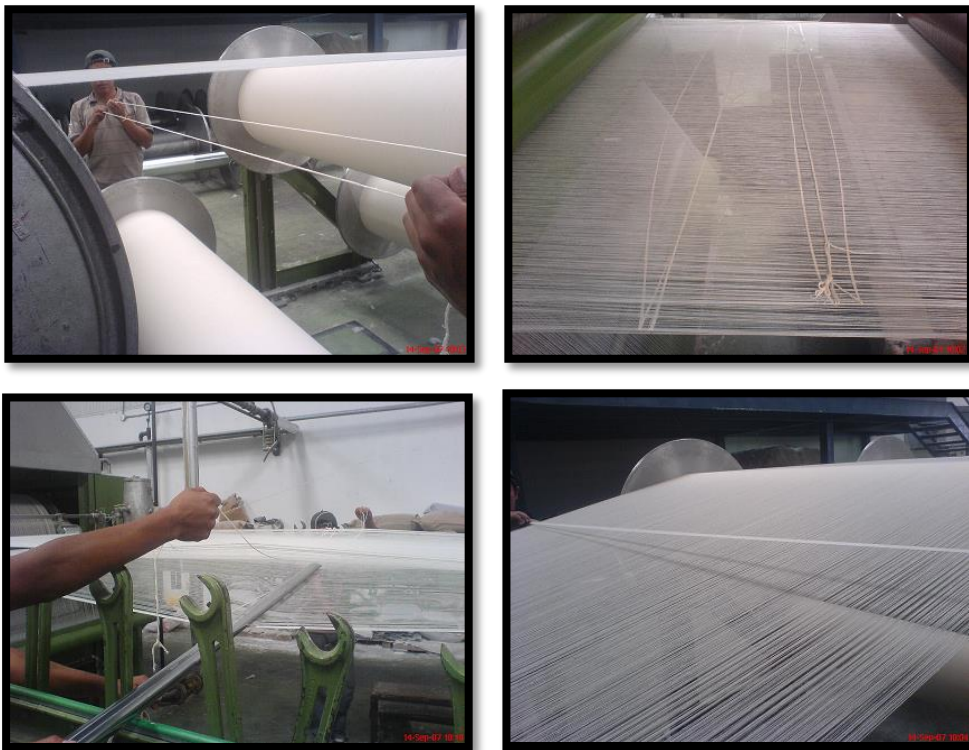
La Tabla 2 nos indica el artículo y el número de carreto de cada hilo engomado.

Tabla 2. Artículo y Ancho del Carreto

ARTICULO	ANCHO DEL CARRETO
Sesgo	159 cm.
Gabardina 20	164 cm.
Mantel 180	198 cm
Nido de abeja	214 cm
Calcata súper ancha	212 cm
Gabardina Pica	162 cm
Gabardina victoria	185 cm.
Pique de rombos	160 cm.
Rizo baño grande	160 cm.
Fondo baño grande	167 cm.
Rizo toalla de manos	169 cm.
Fondo toalla de manos	175 cm.
Rizo toallón	204 cm.
Fondo toallón	210 cm.
Rizo toalla tocador	186 cm.
Fondo toalla tocador	192 cm.
Rizo toalla facial y picolina	184 cm.
Fondo toalla facial y picolina	190 cm.
Rizo tela toalla llana y especial	173 cm.
Fondo tela toalla llana y especial	179 cm.

FUENTE: Textil San Pedro, 2012.

- Seguidamente procedemos a coger cruceros desde los caballetes de la máquina con piola para posteriormente colocar los tubos de cruceros en la parte delantera de la máquina.

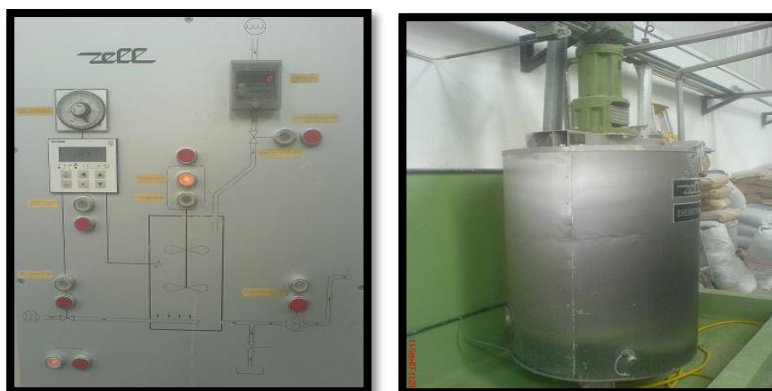


FUENTE: Isabel Navarrete

Figura 7. Colocación correcta de Hilos

➤ **Procedimiento del Engomado:**

- Preparamos la goma de acuerdo al material que va a ser elaborado bajo el pedido de la empresa el cuál se prepara en el tanque de almacenamiento como se mira en la siguiente fotografía cuyos parámetros son controlados desde el tablero.



FUENTE: Isabel Navarrete

Figura 8. Tanque de Almacenamiento de Goma y Tablero de la Engomadora



FUENTE: Isabel Navarrete
Figura 9 Tablero de Temperatura

- La goma debe prepararse a una temperatura de 90 grados durante 45 minutos, esto para que no haya problemas como es la resistencia del hilo que va a ser procesado.
- La capacidad que tiene el tanque para la preparación de la goma es de 800 litros pero actualmente se prepara 500 litros, de acuerdo al porcentaje que se va a utilizar y manteniendo la temperatura deseada ya que el tanque se encuentra sin aislamiento térmico.

Los químicos que se utilizan son:

Polisac: Para engomar algodón.

Carbosac LV: Para engomar polialgodon.



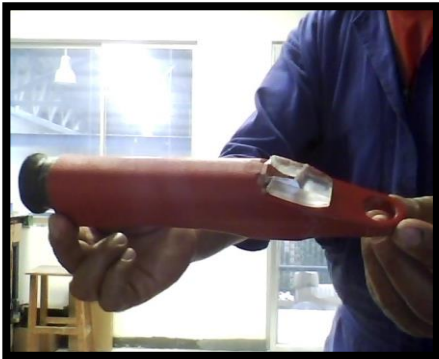
FUENTE: Isabel Navarrete
Figura 10. Sacos de Polisac y Carbosac LV

Se controla el porcentaje de goma mediante el refractómetro de marca LEICA BRIX 0 - 30 % (Brix) Scal 475301 que mide el porcentaje de goma según el material que vaya a ser engomado.}

Tabla 3. Tipos de Algodón

Tipo de Algodón	Porcentaje %
Rizo algodón	5
Fondo algodón	6
Tela algodón	9
Tela poli algodón	12

Elaborado por: Isabel Navarrete



FUENTE: Isabel Navarrete

Figura 11. Sacos de Polisac y Carbosac LV

- **Procedimiento del Material a ser Engomado.**
- Se procede a pasar la goma a la cuba de engomado por medio de la bomba.



FUENTE: Isabel Navarrete

Figura 12. Cuba para Engomar el Hilo

- Luego verificamos si los cilindros secadores ya están a la temperatura deseada que es de 125°C, los mismos se pueden regular la temperatura por medio de los manómetros ubicados en la parte delantera de la máquina.



FUENTE: Isabel Navarrete

Figura 13. Control de Temperatura

- Comenzamos a dar marcha a la máquina engomadora y comenzamos a regular las tensiones necesarias para trabajar el hilo. Hay que controlar seis tensiones en la máquina: La primera es los frenos de los caballetes. La segunda la tensión de entrada a la cuba de los hilos. La tercera la tensión de salida de los hilos de la cuba de goma. La cuarta la tensión de salida de los hilos de los cilindros secadores. La quinta la tensión de estiraje de los hilos en la parte delantera de la máquina muy importante puesto que es la tensión para el enrollamiento de los hilos en el carrito final, y la tensión de los cilindros de presión del urdido final que nos ayudara a que no salga flojo el urdido.



FUENTE: Isabel Navarrete.

Figura 14. Medidores de Controles de Presión y Tensiones

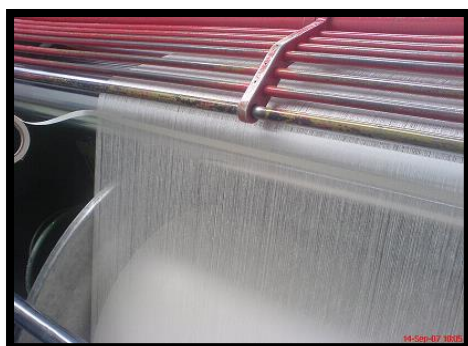
- Una vez revisadas todas las tensiones procedemos a regular la presión de los cilindros de engomado los cuales tienen que tener un valor de 60 psi, también regulamos la temperatura de la cuba de goma a 80 °C.
- Una vez revisado todas estas regulaciones procedemos a recoger el hilo engomado en el carrito.



FUENTE: Isabel Navarrete

Figura 15. Carreto Engomado

- Cuando terminamos de engomar sacamos el carrito colocando una cinta tape en el hilo para mantener paralelos los hilos y facilite la labor de anudado.



FUENTE: Isabel Navarrete

Figura 16. Terminados Engomados

- Cuando finaliza el proceso de engomado la persona encargada del proceso del engomado se debe colocar las tarjetas de identificación del artículo, y llenar la hoja de ruta del mismo para información posterior que es de acuerdo al sistema de gestión energética.

La tabla 4 describe el artículo que es el material que va ser engomado; el título de hilo que le codifican según el material a engomarse; la cantidad de Agua que es

los litros que se va utilizar para engomar el material, tomando en cuenta el porcentaje de goma que necesiten y la cantidad de compound: El químico a utilizarse para el tipo de material que se vaya a engomar. (Manual TSP, 2013)

Tabla 4 Tipos de Hilos para ser Engomados

Artículo	Título del hilo	Cantidad de agua	Cantidad de compound	Metros de urdido
Sesgo	30/1 hilas	400 lts	86 kg.	3000 metros
Gabardina 20	20/1 pes/co	400 lts	87 kg.	2800 metros
Mantel 180	20/1 pes/co	400 lts	87 kg.	2800 metros
Nido de abeja	20/1 pes/co	400 lts	87 kg.	2800 metros
Calcata súper ancha	18/1 O.E.	300 lts	38 kg.	3000 metros
Gabardina Pica	18/1 O.E.	300 lts	38 kg	3000 metros
Pique de rombos	24/2 hilas	500 lts	12 Kg.	2500 metros
Rizo baño grande	15/1 hilas	500 lts	16 Kg.	10000 metros
	20/1 hilas	500 lts	18 Kg.	12500 metros
Fondo baño grande	20/2 O.E.	300 lts	18 Kg.	2500 metros
Rizo toalla de manos	15/1 hilas	500 lts	16 Kg.	10000 metros
	20/1 hilas	500 lts	18 Kg.	12500 metros
Fondo toalla de manos	20/2 O.E.	300 lts	18 Kg.	2500 metros
Rizo toallón	15/1 hilas	500 lts	16 Kg.	10000 metros
	20/1 hilas	500 lts	18 Kg.	12500 metros
Fondo toallón	20/2 O.E.	300 lts	18 Kg.	2500 metros
Rizo toalla tocador	15/1 hilas	500 lts	16 Kg.	10000 metros
	20/1 hilas	500 lts	18 Kg.	12500 metros
Fondo toalla tocador	20/2 O.E.	300 lts	18 Kg.	2500 metros
Rizo toalla facial y picolina	15/1 hilas	500 lts	16 Kg.	10000 metros
	20/1 hilas	500 lts	18 Kg.	12500 metros
Fondo toalla facial y picolina	20/2 O.E.	300 lts	18 Kg.	2500 metros
Rizo tela toalla llana y especial	15/1 hilas	500 lts	16 Kg.	10000 metros
	20/1 hilas	500 lts	18 Kg.	12500 metros
Fondo tela toalla llana y especial	20/2 O.E.	300 lts	18 Kg.	2500 metros

FUENTE: Textil San Pedro, 2012.

2.4.3. Anudado. El anudado de los hilos se lo realiza cuando el urdido se ha terminado. Se saca la cadena con que trabaja la toalla. Se Procede a poner la cadena de coger cruceros en el caso de los saurer o digitamos en la computadora de los telares Picanol, dornier, vamatex los archivos de cruceros de rizo, aquí trabajan los dos primeros marcos de los telares, actúan uno a continuación del otro para poder cruzar los hilos, se pone una piola de hilo entre los hilos.

En la Tabla 5 se describe como van distribuidos de acuerdo al material que se vaya a realizar.

Tabla 5. Tipos de Telares

PICANOL	DORNIER	VAMATEX
Subdibujo 5 cruz rizo Subdibujo 6 cruz fondo	Cruz rizo / cruz fondo	Cruz rizo / cruz fondo
Subdibujo 7 rizo arriba	Rizo arriba	Rizo arriba
Subdibujo 8 fondo arriba	Fondo arriba	Fondo arriba

FUENTE: Textil San Pedro, 2012.

2.4.3.1. Una vez puesta la piola se suelta la tensión de los hilos de rizo para poder recorrer la piola hacia arriba y poder tener una reserva de hilo y poder peinar el hilo. (Manual TSP, 2013)

2.4.4. Tejido. El tejido es la unión de dos formatos, el urdido que es la parte longitudinal de tejido y la trama que es la parte transversal del tejido.

Dependiendo de la clase de tejido que vamos a realizar tenemos dos tipos de telares:

- Telares de rizo que sirven para realizar toallas y telas toallas, y telares planos que sirven para realizar manteles, telas industriales, gabardinas, etc.



FUENTE: Isabel Navarrete

Figura 17. Telares

➤ Dentro de los telares de rizo tenemos:

- Saurer terry matic
- Picanol terry plus
- Vamatex Leonardo dyna Terry
- Dornier LTNF 4R (Jacquard)
- Dentro de los telares saurer tenemos:
- Saurer S400
- Picanol Gamma
- Investa P
- Investa Jettis

2.4.4.1. El principio de tejer es el mismo para todos los telares con la diferencia que unos telares son de acción mecánica y los otros son electrónicos. (Manual TSP, 2013).

2.4.5. *Revisión y Control de Calidad.* En Textil San Pedro se produce textiles de alta calidad para el hogar y la confección, a través de procesos eficientes con tecnología de punta buscando la excelencia de los productos, basados en los requisitos de la NORMA INEN 9001, el mejoramiento continuo y respeto al medio ambiente.

2.4.5.1. La revisión es parte importante de la tejeduría puesto que los revisadores son los encargados de avisar a los encargados de la sección acerca de las anomalías que están ocurriendo en el proceso de tejido.

2.4.5.2. Además los revisadores tienen que revisar y verificar los altos de los rizos cuando los telares de toallas han sido anudados.

2.4.5.3. A la revisión se la verifica de la siguiente manera:

- Primero se coloca el rollo de tela o toalla en los caballetes al frente de la máquina revisadora.
- Luego se hala el extremo de la tela y se pasa por los cilindros y el medidor de tela hasta la parte trasera de la máquina.



FUENTE: Isabel Navarrete

Figura 18. Revisión de Tela

- El momento que pasa la tela por el medidor hay que tener mucho cuidado el medidor que mide el metraje de tela terminada tiene que estar en cero.



FUENTE: Isabel Navarrete

Figura 19. Medidor de Metros

- Se procede a dar marcha la máquina y revisar.
- Cuando se detecta una anomalía se debe anotar en la ficha o tarjeta del artículo todas las anomalías detectadas, para que en el proceso posterior se tomen las medidas necesarias, si es posible se arregla la falla o se trata de dejar lo mejor posible.

TEXTIL "SON PEDRO"	
FECHA:	6 Agosto 2007
ARTICULO:	P. P. P. P.
ANCHO ACABADO:	170
TELAR N°	14
PIEZA N°	02502009
METROS:	48.60
UNIDADES:	7
KILOGRAMOS:	1750
MEDIDO REVISADO POR:	[Signature]
FECHA INGRESO ALMACEN:	
MTS. UNDS. TERMINADAS:	
OBSERVACIONES:	En 5 partes con anomalías de grosor sujeción H.R. - T.A.
	14-9-7

FUENTE: Isabel Navarrete

Figura 20. Etiqueta para Tela

- Luego de revisar la tela se procede a pesar y a registrar en las hojas de control.
(Manual TSP,2013)



FUENTE: Isabel Navarrete

Figura 21. Pesaje de Tela

Hasta aquí hemos descrito el proceso de producción, y a continuación nos dedicaremos a Implementar el control operativo, y determinar los parámetros necesarios y principales para cumplir con el proyecto de eficiencia energética de la empresa.

En base a la inspección y al diagnóstico realizado en todos los procesos se puede establecer un plan de implementación de control operativo para optimizar los recursos y mejorar la eficiencia energética en el área de hilatura que es un proyecto piloto para después continuar con las otras áreas.

Con el plan se establecerá un procedimiento del control operativo (consumo control y mantenimiento de acuerdo con las norma INEN 50001.

CAPITULO III

3. Implementación del Control Operacional.

Una vez conocido todos los procesos de Textil San Pedro con alta dirección y la colaboración de mi persona, se hace un plan piloto para implementar el control operacional en el área de hilatura y revisando el proyecto basado Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO:2012 ISO 50001. donde nos indica en el punto 4.5.5 que la implementación del control operacional debe realizar la organización para identificar y planificar aquellas operaciones y actividades de mantenimiento que estén relacionadas con el uso significativo de la energía y que son coherentes con su política energética, objetivos, metas y planes de acción con el objeto de asegurarse de que se efectúan bajo condiciones especificadas mediante la comunicación apropiada de los controles operacionales al personal que trabaja en el proceso en el área de hilatura.

Se hace una reunion del grupo energetico ya conformado anteriormente de Textil San Pedro y de acuerdo a la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO:2012 ISO 50001 en donde se elaboro el siguiente procedimiento, con sus respectivos anexos.

Mediante el procedimiento 4.5.5 de acuerdo al Sistema de Gestión Energetica que es aplicable en las secciones y departamentos de Textil San Pedro. Los miembros del grupo energetico establecen los criterios para la eficaz operación y mantenimiento de los usos significativos de energía. Asignando el control de los usos significativos de energía a personas certificadas y responsables, revisando los parametros de control operacional que se cumple durante la operación, recopilando datos y registrando en el formato designado donde el grupo energetico decidio hacer un plan piloto implementando un control operativo en el área de hilatura.

- Principales Focos de Atención en el Control Operacional.

Se implementó el control operativo en el área de hilatura y sus respectivos equipos, y este se hizo con la implementación de los formatos que se elaboró que son los siguientes:

- Régimen de purgas
- Temperatura de agua de alimentación
- Presión y Temperatura de vapor
- Presión de combustible al quemador
- Estado de aislamiento térmico
- Nivel de agua
- Frecuencia de arranques y paradas

Una vez identificado los principales parámetros para la implementación del control operativo en el área de hilatura adjuntamos los formularios para recolección de datos y se hace un plan de trabajo que consiste en lo siguiente:

- **PARAMETROS PRINCIPALES CONSIDERADOS EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL OPERATIVO.**

3.1. Agua

El agua que se utiliza para la alimentación del caldero viene de un pozo que está dentro de la planta que es previamente tratada para posteriormente ser utilizada como agua de alimentación que debe tener una dureza de cero ppm.

Se considerara el agua de alimentación ya que esta es uno de los factores más importantes, ya que el agua debe ser tratada correctamente, para un correcto funcionamiento de la caldera, así como la calidad de vapor generado dependen directamente de está.

3.1.1. *Consumo de Agua.* Textil San pedro registra todos los días datos de consumo de agua que se mira en el medidor de marca DOROT el cual nos mide el consumo diario de agua en metros cúbicos.



FUENTE: Isabel Navarrete

Figura 22. Medidor de Consumo de Agua

La Tabla 6 dice que de acuerdo al Sistema de Gestión Energética se implementó el siguiente formato con el código F.E.4.5.5 para la recopilación de datos que es el código que van a llevar todos los formatos de implementación:

Tabla 6. Formato Textil San Pedro

TEXTIL SAN PEDRO	
Título: Control operacional	Procedimiento N°: FE4.5.5
Sección: Grupo Energético	Revisión N°: 0

FUENTE: Textil San Pedro, 2012.

La implementación del control operativo en el agua de alimentación es muy importante por lo que controlando los rangos permitidos de las variables y parámetros diariamente el caldero trabajaría en mejores condiciones.

3.1.2. *Dureza.* Para medir la dureza nos basamos en los procedimientos técnicos de Textil San Pedro y las Normas Estándares.

El procedimiento de análisis es el siguiente: tomamos agua en un tubo de ensayo 10mL de agua, añadimos 3 gotas de solución tapón buffer y 1 gota de indicador negro ericromo agitar y observar la coloración, Si es de color rojiza existe dureza por lo tanto se le añade gota a gota de solución EDTA hasta que la muestra cambie a un color azul y tomamos la medida del titulante que es EDTA.



FUENTE: Isabel Navarrete

Figura 23. Reactivos para Medición de Dureza.

3.1.3. *Temperatura del Tanque de Agua Alimentación.* El agua de alimentación que abastece al caldero debe mantenerse con la temperatura recomendada que es mayor a 70°C, donde la medición se verifica con el termómetro y por el medidor acoplado en el tanque de agua de alimentación.



FUENTE: Isabel Navarrete

Figura 24. Medición de Temperatura

La Tabla 7 con el formato F.E:4.5.5.1 indica la temperatura diaria del agua de alimentación; la dureza del agua; el consumo diario del agua de alimentación que son parámetros importantes.

Tabla 7. Implementación de Control Operativo para Agua de Alimentación (Agosto)

TEXTIL SAN PEDRO					
REGISTRO CONTROL OPERACIONAL CALDEROS					
CALDERO CLEAVER BROOKS					
AGUA DE ALIMENTACIÓN					
FE.4.5.5.1	AGOSTO				
Parametros	Temeperatura °C			Dureza ppm	Consumo de Agua m3
Rangos de Operación	70°C mín			0 a 5máx	
Fecha	8:00	11:00	12:45	Diario	Diario
1	50	38	45	5	1
4	23	32	34	5	2
5	40	54	56	5	3
6	30	35	29	7	1
7	43	33	30	10	3
8	45	43	25	3	2
11	38	42	34	3	1
12	34	38	35	8	2
13	46	37	38	3	3
14	39	43	42	5	1
15	40	42	49	3	1

Elaborado por: Isabel Navarrete

Implementación del formato de control operativo para el Agua de Alimentación de los meses Septiembre, Octubre, Noviembre.

TEXTIL SAN PEDRO					
REGISTRO CONTROL OPERACIONAL CALDEROS					
CALDERO CLEAVER BROOKS					
AGUA DE ALIMENTACIÓN					
FE.4.5.5.2	SEPTIEMBRE				
Parametros	Temeperatura °C			Dureza ppm	Consumo de Agua m3
Rangos de Operación	70°C mín			0 a 5máx	
Fecha	8:00	11:00	12:45	Diario	Diario
2	55	50	48	3	0,5
3	54	54	56	4	1
4	46	45	54	5	1,5
5	28	53	58	4	1
6	60	56	54	3	1
9	22	24	30	3	2
10	60	66	57	3	1
11	48	64	56	3	1
12	66	60	68	5	1,5
13	60	66	50	5	1,5
16	23	20	22	4	1,5
17	54	64	68	2	1
18	59	66	64	1	1
19	72	68	64	3	1,5
20	56	44	42	3	1,5
23	23	24	53	1	1
24	40	74	73	2	1
25	59	42	48	1	2
26	60	54	56	4	1

Elaborado por Isabel Navarrete

TEXTIL SAN PEDRO					
REGISTRO CONTROL OPERACIONAL CALDEROS					
CALDERO CLEAVER BROOKS					
AGUA DE ALIMENTACIÓN					
FE.4.5.5.3	OCTUBRE				
Parametros	Temeperatura °C			Dureza ppm	Consumo de Agua m3
Rangos de Operación	70°C mín			0 a 5máx	
Fecha	8:00	11:00	12:45	Diario	Diario
1	60	52	48	3	0,5
2	65	58	52	3	0,5
3	54	48	50	3	1,5
4	58	50	60	3	1
7	30	32	62	10	1
8	63	70	72	5	1
9	70	74	75	3	1
10	68	76	74	3	1,5
14	22	22	38	5	2,5
15	68	64	65	10	1,5
16	74	68	62	0,9	1,5
17	63	63	76	5	1
18	64	68	64	5	1,5
21	23	26	68	5	2
22	66	82	74	3	1
23	68	76	74	5	1,5
24	76	74	76	3	1,5
25	76	70	66	5	1
28	24	78	78	8	1,5
29	64	72	68	15	2
30	77	68	70	18	1
31	56	50	72	7	1

Elaborado por: Isabel Navarrete

TEXTIL SAN PEDRO					
REGISTRO CONTROL OPERACIONAL CALDEROS					
CALDERO CLEAVER BROOKS					
AGUA DE ALIMENTACIÓN					
FE.4.5.5.4	NOVIEMBRE				
Parametros	Temeperatura °C			Dureza ppm	Consumo de Agua m3
Rangos de Operación	70°C mín			0 a 5máx	
Fecha	8:00	11:00	12:45	Diario	Diario
1	50	—	—	6	0,5
4	23	72	80	5	0,5
5	40	73	78	5	3
6	56	60	64	7	1
7	68	76	86	10	1
8	50	68	70	3	1
11	22	54	54	3	2
12	76	70	70	8	1
13	64	78	78	3	1
14	62	63	64	5	2
15	70	82	82	3	1

Elaborado por: Isabel Navarrete

3.1.4. *Solidos Disueltos.* Mediante los procedimientos del Textil San Pedro y los normas estándares que en este caso es 480, utilizamos el fotómetro (Spectroquant move 100) como vemos en la fotografía 3.3, enceramos con agua destilada, colocamos la muestra en una cubeta de 10mL y pulsamos TEST y tomamos el valor que sale en la pantalla en ppm.



FUENTE: Isabel Navarrete

Figura 25. Equipo para Medición de Sólidos Disueltos

La Tabla 8 indica la medición de Solidos Disueltos mediante los procedimientos que tienen en Textil San Pedro.

Tabla8. Datos de Medición de Sólidos Disueltos

TEXTIL SAN PEDRO			
REGISTRO CONTROL OPERACIONAL CALDEROS			
CALDERO CLEAVER BROOKS			
FE.4.5.5.5	Sólidos Disueltos Suspendidos		
Rango	450mg/l		
Día	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
1	—	313	352
2	—	470	
3	—	478	
4	—	412	542
7	—	380	307
8	—	386	411
9	—	391	363
10	—	352	316
11	241	—	401
12	441	—	530
13	361	—	418
14	—	326	—
15	—	334	—
16	330	260	—
17	415	226	—
18	401	242	—
19	368	—	—
20	365	—	—
21	—	33	—
22	—	326	—
23	333	399	—
24	267	508	—
25	343	507	—
26	358	—	—
27	—	—	—
28	—	362	—
29	—	339	—
30	—	479	—
31	—	510	—

Elaborado por: Isabel Navarrete

3.1.5. *Procedimiento para Medición de Sólidos Totales.* Nos basamos el procedimiento en los Manuales y normas estándares de Textil San Pedro, donde primeramente lo encendemos al equipo para realizar la medición de sólidos totales y tomamos el valor de la pantalla y le multiplicamos por 1000 y ese valor lo registramos. (ppm).

Se procede a realizar la medición de sólidos totales tomando en cuenta el límite del rango que es de 3500ppm.

La norma ISO 50001 asegura un alto grado de compatibilidad con otros sistemas de gestión que están relacionados con la calidad de los equipos de medición que deben estar calibrados para ser utilizados.



FUENTE: Isabel Navarrete
Figura 26. Medición de Sólidos Totales

La tabla 9 indica la medición de solidos totales tanto del agua de alimentación, salida del caldero y el condensado.

Tabla 9. Implementación de Control Operacional para Sólidos Totales (Septiembre)

TEXTIL SAN PEDRO			
REGISTRO CONTROL OPERACIONAL CALDEROS			
CALDERO CLEAVER BROOKS			
Medición de Sólidos Totales			
FE.4.5.5.6			
Parametros	Agua de Salida	Agua de Alimentación	Condensado
Rango de Operación	3500 ppm	150 ppm	35 ppm
10-sep	3790	140	20
14	3840	130	10
15	3490	150	30
22	3470	140	35
29	2880	155	30
05-oct	1490	140	25
12	1890	150	20

Elaborado por: Isabel Navarrete

3.2. Diésel

El combustible que se utiliza para el proceso de combustión en el caldero es el diésel 2 para alimentar al caldero y se ponga en marcha, tiene las siguientes propiedades que se indican en la tabla 11.

El diésel es uno de los combustibles que existe en el país, por el cual la empresa trabaja con este tipo de combustible, por sus propiedades y el precio del mismo y así el caldero Cleaver Brooks tenga un correcto funcionamiento. Para lo cual se implementó un control operativo de consumo de diésel.

El consumo de combustible y las emisiones de gases como CO2, NOx, etc, en las calderas dependen en gran medida de la combustión y el tiempo de funcionamiento del nivel de demanda de vapor en el área de hilatura.

La Tabla 10 indica las diferentes propiedades de diésel para realizar cálculos respectivos.


Tabla 10. Propiedades del Diésel

TEXTIL SAN PEDRO	
REGISTRO CONTROL OPERACIONAL CALDEROS	
FE.4.5.5.7	
Propiedades Fisico Quimicas Diesel # 2	
Estado Físico:	Liquido a Temperatura Ambiente
Aspecto:	Aceitoso
Color:	Amarillo
Olor:	Caracteristico
Propiedades	Diesel #2
Viscosidad a 100°F	36 a 45
Gravedad Especifica	0.849 a 0.86
Grados API	33 a 35
Punto de Imflamación (°F)	180
Punto d Combustión (°F)	-
Punto de Fluidez (°F)	44
Poder calorifico Superior (kcal/kg)	10700
Porcentaje agua- sedimentos%	trazas
Contenido de Azufre %	0.49
Contenido de Vanadio ppm	1.5
Contenido de Cenizas %	-
Contenido de Sodio (ppm)	-

FUENTE: Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1489:2011 (Quinta Versión)- Productos Derivados del Petróleo. Diésel. Requisitos

La Tabla 11 indica los datos de consumo de combustible de los meses de Agosto, Septiembre, Octubre, Noviembre)

Tabla 11. Datos de Consumo de Combustible

TEXTIL SAN PEDRO							
REGISTRO CONTROL OPERACIONAL CALDEROS							
F.E:4.5.5.8		CALDERO CLEAVER BROOKS					
Consumo Diario de Diesel							
Fecha							
Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre	
Unidades	gal	Unidades	gal	Unidades	gal	Unidades	gal
21	82,69	2	53,34	1	111,35	6	78,5
22	89,49	3	88,43	2	53,81	7	81,5
23	81,32	4	94,68	3	89,4	8	75,85
26	95,4	5	63,39	4	85,86	11	81,24
27	55,98	6	109,81	7	86,23	12	74,5
28	73,73	9	76,3	8	92,27	13	79,3
29	87,23	10	88,22	9	95,27	14	89,71
30	80,21	11	85,42	10	87,18	15	70,52
		12	107,79	14	87,03	18	81,4
		13	128,91	15	96,27		
		16	131,25	16	88,33		
		17	76,73	17	96,92		
		18	109	18	111,63		
		19	110,3	21	91,24		
		20	90,86	22	104,2		
		23	74,91	23	96,28		
		24	63,56	24	95,12		
		25	128,95	25	78,09		
		26	89,46	28	91,24		
				29	56,55		
				30	79,72		
				31	74,33		

Elaborado por: Isabel Navarrete

3.3 Caldero Cleaver Brooks

Este caldero que tiene la empresa es de tipo pirotubular que tiene las siguientes especificaciones técnicas (Brooks, 1980):

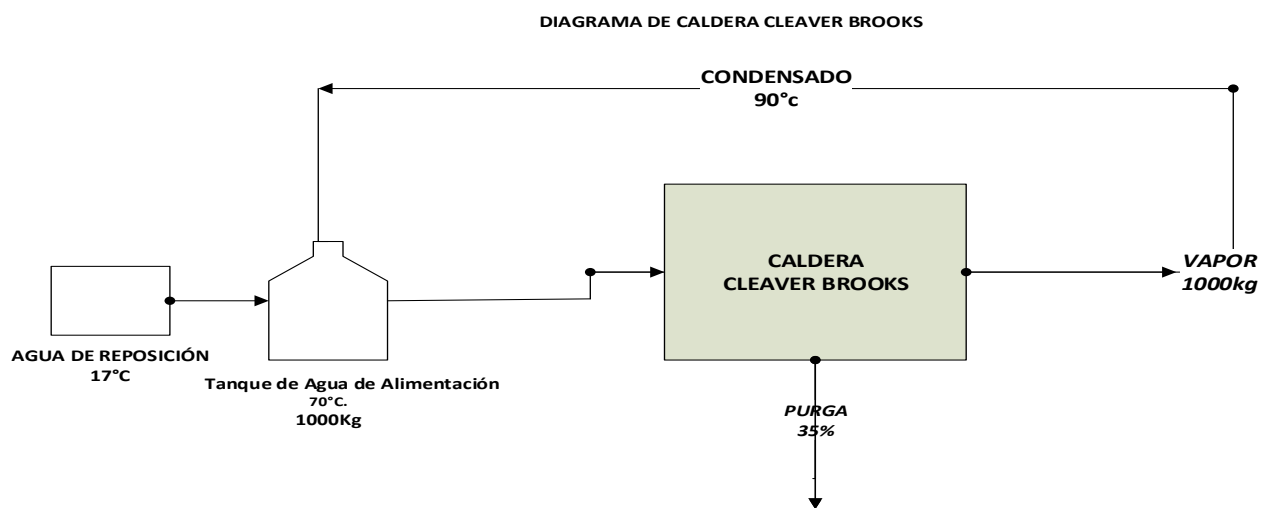
Especificaciones del Caldero	
Presion (psi)	150
Potencia (HP)	80
Capacidad (lb)	2760
Entrada (BTU/h)	3347000

Elaborado por: Isabel Navarrete



FUENTE: Isabel Navarrete

Figura 27. Caldero Cleaver Brooks



3.3.1 Calderas Piro-tubulares. Genera vapor, donde los gases de combustión circulan por el interior de los tubos y el líquido se encuentra en un recipiente atravesado por dichos tubos. Son de aplicación cuando la presión de trabajo es inferior a los 22 bares. (Asefener).



FUENTE: Isabel Navarrete

Figura 28. Control de Tiempo de Purgas

El control de Presión de Combustible, Presión de vapor, la temperatura de la chimenea, el tiempo de purga y el tiempo de carga del caldero se lo realiza para controlar los rangos de operación permitidos y así evitar problemas e incrustaciones, etc, posteriores debido a la falta de un buen control operativo. Los rangos operacionales para estos parámetros son los siguientes:

Tabla 12. Control Operacional de Caldero (Agosto)

TEXTIL SAN PEDRO					
REGISTRO CONTROL OPERACIONAL CALDEROS					
CALDERO CLEAVER BROOKS					
DATOS CALDERO					
FE.4.5.5.9	Agosto				
Parametros	T°C Chimenea	P Comb. Psi	Pv.kg/cm2	t purga s	t carga caldero
Rangos de Operación	170°C	150 PSI	3,5kg/cm2	12 s	45 min
Fecha	Diario	Diario	Diario	Diario	Semanalmente
21	140	120	3,5	28,9	
22	149	130	3,4	31,6	
23	135	140	3,3	41,5	
26	150	130	3,2	37,96	30
27	140	120	3,2	44,6	
28	150	120	3,4	52,25	
29	150	100	3,5	50,31	
30	140	110	3,4	51,31	
30	140	110	3,4	51,31	

Elaborado por: Isabel Navarrete

Implementación dl control Operativo del Caldero Cleaver Brooks de los meses Septiembre, Octubre, Noviembre

TEXTIL SAN PEDRO					
REGISTRO CONTROL OPERACIONAL CALDEROS					
CALDERO CLEAVER BROOKS					
DATOS CALDERO					
FE.4.5.5.10	Septiembre				
Parametros	T°C Chimenea	P Comb. Psi	Pv.kg/cm2	t purga s	t carga caldero
Rangos de Operación	170°C	150 PSI	3,5kg/cm2	12 s	45 min
Fecha	Diario	Diario	Diario	Diario	Semanalmente
2	140	120	3,4	22,7	46
3	150	110	3,5	23,35	
4	150	120	3,5	22,14	
5	230	130	3,5	21,2	
6	155	150	3,2	19,22	
9	155	149	3,4	24,56	1:15
10	170	80	3,4	39,78	
11	160	90	3,3	60,3	
12	165	55	3,4	41,23	
13	155	130	3,2	44,07	
16	155	100	3,5	22,5	45
17	160	110	3,5	19	
18	160	140	3,6	29.29	
19	165	80	3,4	27,73	
20	160	110	3,5	20	
23	160	110	3,3	45,41	1:30
24	150	130	3,5	53,51	
25	150	140	3,4	47,21	
26	155	90	3,6	42,18	

Elaborado por: Isabel Navarrete

TEXTIL SAN PEDRO					
REGISTRO CONTROL OPERACIONAL CALDEROS					
CALDERO CLEAVER BROOKS					
DATOS CALDERO					
FE.4.5.5.11	Octubre				
Parametros	T°C Chimenea	P Comb. Psi	Pv.kg/cm2	t purga s	t carga caldero
Rangos de Operación	170°C	150 PSI	3,5kg/cm2	12 s	45 min
Fecha	Diario	Diario	Diario	Diario	Semanalmente
1	160	110	3,4	21	—
2	160	140	3,5	23,48	—
3	150	140	3,4	24,54	—
4	150	110	3,5	21,96	—
7	150	110	3,5	38,59	45
8	155	110	3,6	47,28	—
9	150	90	3,5	57,96	—
10	150	100	3,5	48,72	—
14	170	110	—	9	45
15	150	100	—	12	—
16	155	120	—	10,33	—
17	140	110	—	10,61	—
18	145	100	—	9,59	—
21	160	110	—	11,04	45
22	160	100	—	12,85	—
23	160	100	—	11,01	—
24	160	100	—	10,75	—
25	160	110	—	11,67	—
28	155	100	—	12,35	43
29	155	110	—	10,47	—
30	160	100	—	11,94	—
31	155	110	—	10,83	—

Elaborado por: Isabel Navarrete

TEXTIL SAN PEDRO					
REGISTRO CONTROL OPERACIONAL CALDEROS					
CALDERO CLEAVER BROOKS					
DATOS CALDERO					
FE.4.5.5.12	Noviembre				
Parametros	T°C Chimenea	P Comb. Psi	Pv.kg/cm2	t purga s	t carga caldero
Rangos de Operación	170°C	150 PSI	3,5kg/cm2	12 s	45 min
Fecha	Diario	Diario	Diario	Diario	Semanalmente
1	—	—	—	—	—
4	160	110	—	—	—
5	165	100	3,5	11,38	—
6	160	110	3,4	10,54	45
7	165	110	3,5	10,93	—
8	160	100	3,5	11,55	—
11	165	110	3,5	11,36	—
12	160	100	3,4	10,26	—
13	160	100	3,4	10,72	—
14	165	110	3,5	10,23	—
15	165	110	3,5	10,5	—

Elaborado por: Isabel Navarrete

3.3.2.1. *Calculo de Vapor que requiere la Engomadora.*

Para poder realizar el cálculo de vapor que requiere la engomadora se aplicó la siguiente metodología que de acuerdo al Sistema de Eficiencia Energética, se debe conocer la cantidad de vapor necesaria para lo cual se investigó en los manuales del caldero y en el sitio web y se aplicó la siguiente metodología, obtenida del libro (Pitts, Donald. Transferencia de Calor,1997) y verificar cuanto de vapor necesita la engomadora.

La engomadora consta de 4 rodillos externos y internos:

Tabla 13. Datos de los Rodillos de la Engomadora

Rodillos Grandes		Rodillos Pequeños	
Diametro externo:	2,54	Diametro externo:	0,57
Diametro Interno:	2,46	Diametro Interno:	0,53
Longitud:	2		
Presión de Operación:	3,4 kg/cm2		
Temperatura Exterior:	228,8°F		
Temperatura Interior:	258,8°F		
Material de Acero Inoxidable:	9,4 BTU/h.pie.°F		

Elaborado por: TSP, Isabel Navarrete

- **Cálculo del número de Rodillos que por su interior circula Vapor:**

El cálculo de los rodillos que es la transferencia de calor por convección se realiza para verificar cuánto de calor produce cada uno de estos rodillos.

La cantidad de calor que pasa por cada rodillo se la calcula con la siguiente formula:

$$Q = \frac{2 \times \pi \times K \times (Ti - Te)}{\ln(\frac{de}{di})} \times L$$

Q= Calor (BTU/lb)

K= Constante del Material (acero inoxidable)

Ti= Temperatura Interna del rodillo. (°F)

Te: Temperatura Externa del rodillo. (°F)

de: Diámetro Externo del rodillo (m)

di: Diámetro interno del rodillo. (m)

L: Longitud (pies)

$$Q = \frac{2 \times \pi \times 9.4 \frac{BTU}{h * pie * ^\circ F} \times (258.2 - 222.8)}{\ln(\frac{2.54m}{2.46m})} \times 6.562pies$$

$$Q = 464825.832 \frac{BTU}{lb}$$

La Tabla 14 presenta el cálculo de calor por conducción de cada rodillo y la sumatoria de los cuatro rodillos.

Tabla 14 Datos de Cálculo de Rodillos

FECHA	Calculo Q (1+2)	Calculo Q (3+4)	Calculo Q (5+6)	Calculo Q pequeño	Total de Engomadura	Total/33472 BTU/lb
9/09/2013	464825.832	511308.4152	581032.29	38735.486	1595902.023	47.67871723
10/09/2013	441584.5404	395101.9572	1185305.872	48419.3575	2070411.727	61.85503486
11/09/2013	302136.7908	348619.374	976134.2472	48419.3575	1675309.77	50.05108059
12/09/2013	395101.9572	371860.6656	418343.2488	58103.229	1243409.101	37.14773843
13/09/2013	534549.7068	743721.3312	604273.5816	38735.486	1921280.106	57.39962075
16/09/2013	581032.29	441584.5404	302136.7908	38735.486	1363489.107	40.73521472
17/09/2013	371860.6656	557790.9984	441584.5404	48419.3575	1419655.562	42.41322783
18/09/2013	441584.5404	557790.9984	441584.5404	58103.229	1499063.308	44.78559119

Elaborado por: Isabel Navarrete

Por lo tanto la sumatoria de todos los rodillos es: 1595902.023 BTU/lb es decir la cantidad de calor transmitida por los rodillos.

- **Cálculo del Tanque y los rodillos de la máquina Engomadora.**

Se calcula los caballos de caldera para identificar cuantas libras de vapor necesita la engomadora.(Pitts,1977).

La capacidad de vapor para este equipo se calcula en base de la siguiente formula:

$$cc = \frac{C \times 8.33 \times (210 - T)}{33472 \frac{BTU}{h}}$$

cc: Caballos de caldera

C: Capacidad del tanque en galones

T°: Temperatura °F

Datos:

Capacidad del Tanque: 750lt= 198.41gal

Temperatura tanque: 24°C= 75.2°F

$$cc = \frac{198.41gal \times 8.33 \times (210°F - 75.2°F)}{33472 \frac{BTU}{h}}$$

$$cc = 8.85cc$$

- Cálculo de caballos de fuerza para cada tanque:

$$cc = 8.85cc \times 33472 \frac{BTU}{h}$$

$$cc = 296227.2 \frac{BTU}{h}$$

La temperatura de Ebullición: 100°C=212°F

Tabla de vapor Saturado: 981BTU/lb a 195°F

$$\begin{array}{rcl} 981\text{BTU} & & 1\text{lb} \\ 296227.2\text{BTU} & & X \end{array}$$

$$X = 301.96\text{lb/día}$$

$$\frac{1595902.023}{981 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}}} = 1626.51 \frac{\text{lb}}{\text{dia}}$$

- Realizamos la sumatoria total de las libras por hora tanto de los rodillos como del tanque y sacamos el total de libras por vapor que necesita la engomadora (Pitts, Donald. Transferencia de Calor, 1997)

Total: Tanque + Rodillos

$$\text{Total: } 301.96 \frac{\text{lb}}{\text{dia}} + 1626.51 \frac{\text{lb}}{\text{dia}}$$

$$\text{Total} = 1928.47 \frac{\text{lb}}{\text{día}} = 874,98\text{kg}/\text{dia}$$

3.3.3. CÁLCULOS PARA LA EFICIENCIA DE LA CALDERA CLEAVER BROOKS (MÉTODO DIRECTO).

El método directo relaciona el calor transmitido al agua para generar vapor al poder calorífico del combustible, o como el porcentaje que representa el calor útil y el calor disponible.

La eficiencia de la generación de vapor se define como el calor que es sistema que se absorbe dividido por la entrada de energía proveniente del combustible.

Para que la caldera produzca vapor es necesario una fuente de energía que en este caso es el combustible (diésel), por ello vamos a calcular la eficiencia de la caldera

para saber si está trabajando en buenas condiciones mediante la siguiente formula:(ASME, 2013)

$$\% = \left(\frac{mvapor * (hvapor - hagua de alimentación)}{(mcombustible * Cpcombustible)} \right)$$

Donde:

%= Porcentaje de Eficiencia.

mvapor= Masa del vapor que tiene la caldera.(kg)

hvapor= Entalpía del Vapor de la caldera. (KJ/Kg)

hagua de alimentación= Entalpia del agua de Alimentación.(KJ/Kg)

mcombustible= Masa del combustible.(KJ/kg)

Cp= Capacidad Calorífica del combustible (KJ/kg).

3.3.3.1. Cálculo de la masa del Combustible

$$m = d * v$$

m= masa del Combustible.(kg)

d= densidad del combustible.(g/cm3)

v= volumen de combustible.

Unidades de densidad: 0,84g/cm3; 840kg/m3; 7,01lb/gal; 52,44lb/pie3.

$$m = 0,84 \frac{g}{cm^3} * 100gal * \frac{1 * 10E6cm^3}{1m^3} * \frac{1kg}{1000g} * \frac{3,785L}{1gal} * \frac{1m^3}{1000L} = 317,94 kg$$

Tabla15. Determinación de la Masa de Combustible

TEXTIL SAN PEDRO		
REGISTRO CONTROL OPERACIONAL CALDERO		
Masa del Combustible		
FE.4.5.5.13		
Mes	Volumen (gal)	Masa (kg)
Agosto(2013)	100	317,94
Septiembre(2013)	90	286,14
Octubre(2013)	70	222,14
Noviembre(2013)	72,27	168,51

Elaborado por: Isabel Navarrete

3.3.3.2. Unidades del Cp del Diésel

La capacidad calorífica se obtuvo de Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1489:2011 (Quinta Versión)- Productos Derivados del Petróleo. Diésel. Requisitos sirve para poder sacar la eficiencia de la caldera realizando su correcta transformación en las unidades deseadas.

$$Cp_{combustible} = 10700 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} * \frac{1000\text{cal}}{1\text{kcal}} * \frac{4,184\text{J}}{1\text{cal}} * \frac{1\text{KJ}}{1000\text{J}} = 44768,8 \frac{\text{KJ}}{\text{kg}}$$

3.3.3.3. Cálculo de la Entalpía de Vapor a 3,43bar .

$$3,43\text{bar} * \frac{100\text{kPa}}{1\text{bar}} = 343\text{kPa}.$$


$$3,43\text{bar}=343\text{kPa}$$

$$343\text{kPa}=2730,96 \text{ KJ/kg Tablas de Vapor}$$

Para realizar el cálculo de las entalpías de vapor tomamos los datos de las Tablas de Vapor de e interpolamos a la temperatura que está el proceso.

$$50^{\circ}\text{C}=323^{\circ}\text{K}$$

Tabla 16. Datos de la Entalpía de Agua de Alimentación

TEXTIL SAN PEDRO		
REGISTRO CONTROL OPERACIONAL CALDEROS		
Entalpia de Agua de Alimentación.		
FE.4.5.5.14		
Mes	Temperatura °K	Entalpia KJ/kg
Agosto(2013)	323	208,86
Septiembre(2013)	343	293,1
Octubre(2013)	363	376,94
Noviembre(2013)	363	376,94
Diciembre(2013)	363	376,94
Enero(2014)	363	376,94

Elaborado por: Isabel Navarrete

3.3.3.4. Cálculo de la Masa de Vapor.

La caldera consume 1m3 de agua diariamente que representa a 1000kg.



FUENTE: Navarrete Isabel

Figura 29. Medidor de Agua de Alimentación

$$m = d * v$$

m= masa del Agua.(kg)

d= densidad del Agua.(g/cm3)

v= volumen de Agua.

$$m = 1 \frac{g}{cm^3} * 1m^3 * \frac{1 * 10E6cm^3}{1m^3} * \frac{1kg}{1000g} = 1000 \text{ kg}$$

La Tabla 17 indica los valores conseguidos de los diferentes parámetros de la formula, con los que calcularemos la eficiencia del caldero por el método directo.

Tabla 17 Determinación de Eficiencia del Caldero Cleaver Brooks

TEXTIL SAN PEDRO							
REGISTRO CONTROL OPERACIONAL CALDEROS							
EFICIENCIA DEL CALDERO CLEAVER BROOKS							
FE.4.5.5.15							
Cálculo de la Eficiencia de Caldero mediante Entalpías							
Parametros	Unidades	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero
T Alimentacion	°K	323	343	363	363	363	363
Entalpia Alimentacion	KJ/Kg	208,86	293,1	376,94	376,94	376,94	376,94
Presion Vapor	Kcal	343	343	343	343	343	343
Entalpia de Vapor	KJ/Kg	2730,96	2730,96	2730,96	2730,96	2730,96	2730,96
Masa del vapr	kg	1000	1000	1000	1000	1000	1000
masa del combu	kg	317,94	286,14	222,14	168,51	215,67	245,87
Cp combustible	KJ/Kg	44768,8	44768,8	44768,8	44768,8	44768,8	44768,8
Eficiencia de Caldero	%	17,72	19,03	23,67	31,20	24,38	21,39

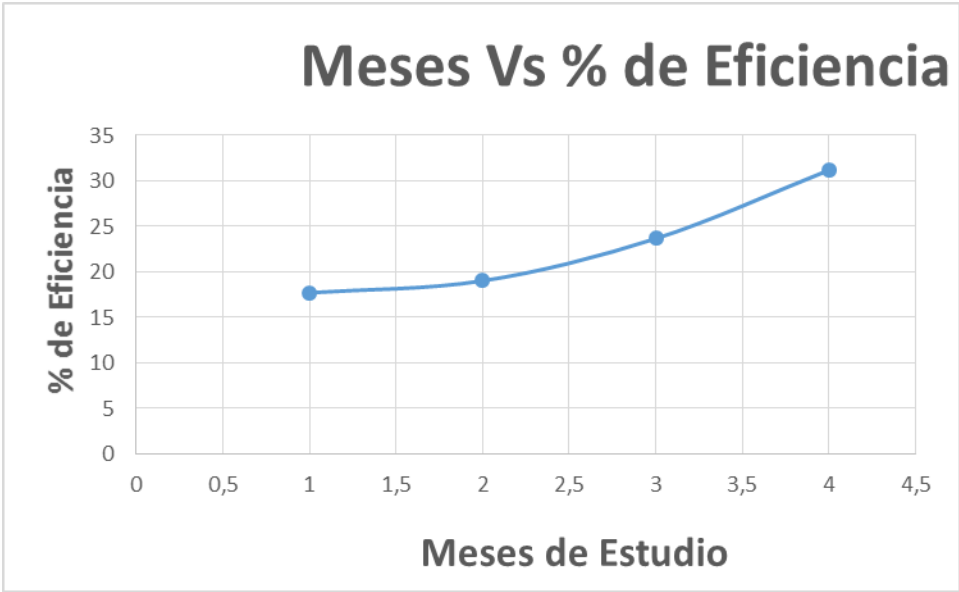
Elaborado por: Isabel Navarrete

La Tabla 18 indica la eficiencia de la caldera Cleaver Brooks versus los meses y así comparar que la eficiencia del caldero es mayor con la implementación de control operacional.

Tabla 18. Datos de Meses de Estudio Vs Eficiencia de la Caldera

TEXTIL SAN PEDRO	
REGISTRO CONTROL OPERACIONAL	
Eficiencia del Caldero	
FE.4.5.5.16	
Mes	% Eficiencia
Agosto(2013)	17,72
Septiembre(2013)	19,03
Octubre(2013)	23,67
Noviembre(2013)	31,2
Diciembre(2013)	24,38
Enero (2014)	21,39

Elaborado por: Isabel Navarrete



Elaborado por: Isabel Navarrete

Figura 30. Gráfica de MESES Vs % de EFICIENCIA

3.3.4. Cálculo de Eficiencia de Caldero Cleaver Brooks (Método Indirecto)

El método indirecto se considera la suma de las pérdidas térmicas expresadas en porcentaje de calor disponible y luego se calcula como porcentaje restante de la siguiente manera.

$$n_{\text{caldero}} = 100\varepsilon(P_{\text{purga}} + P_{\text{chimenea}} + P_{\text{radiación}})$$

nCaldero: Eficiencia del Caldero

Ppurga: Pérdidas por Purga

Pchimenea: Perdidas por Chimenea.

Pradiación: Pérdidas por Radiación.

3.3.4.1. Cálculo de pérdidas por Purga

Se realiza el cálculo a través de la conductividad del agua de la purga y el agua de alimentación, se purga una vez o dos veces al día por 12 segundos. La purga superior es para mantener el nivel de minerales en el agua, pero esto se debe tomar en cuenta ya que es continua. (ASME, 2013)

$$\beta = \frac{\text{Conductividad del Caldero}(\frac{\mu\text{S}}{\text{cm}})}{\text{Conductividad del Agua de Alimentación}(\frac{\mu\text{S}}{\text{cm}})}$$

$$\beta = \frac{852}{303} = 2,81(\frac{\mu\text{S}}{\text{cm}})$$

$$\% \text{Purga} = \frac{1}{\beta} * 100$$

$$\% \text{Purga} = \frac{1}{2,81(\frac{\mu\text{S}}{\text{cm}})} * 100 = 35\%$$

- **Cálculo de la Masa de la Purga**

$$\text{Masa de purga} = \left(\frac{\beta}{1 - \beta} \right) * \text{Masa del Vapor}$$

$$\text{Masa de purga} = \left(\frac{0,35}{1 - 0,35} \right) * 1000 \frac{\text{kg}}{\text{h}} = 538,46 \frac{\text{kg}}{\text{h}} = 0,149 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

- **Cálculo de Q purga por Agua**

El cálculo de purga es la entalpía de la purga menos la entalpía de agua de alimentación.

$$Q_{\text{purga}} = M_{\text{purga}}(h_{\text{purga}} - h_{\text{agua de alimentación}})$$

- **Cálculo de la entalpía de la purga por Presión**

$$3,43 \text{ bar} * \frac{100 \text{ kPa}}{1 \text{ bar}} = 343 \text{ kPa.}$$

$$3,43 \text{ bar} = 343 \text{ kPa}$$

$$343 \text{ kPa} = 579,73 \text{ kJ/kg}$$

- **Cálculo de la entalpía de Agua de Reposición.**

$$15^{\circ}\text{C} = 288^{\circ}\text{K}$$

$$288^{\circ}\text{K}= 61,34\text{kJ/kg}$$

➤ **Cálculo de la entalpía de Agua de Alimentación.**

$$70^{\circ}\text{C}=343^{\circ}\text{K}$$

$$343^{\circ}\text{K}=293,10\text{kJ/kg}$$

$$Q_{\text{purga}} = 0,149 \frac{\text{kg}}{\text{seg}} (579,73 - 293,10) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 42,70 \frac{\text{kJ}}{\text{seg}}$$


• **Cálculo de Pérdidas por la Purga**

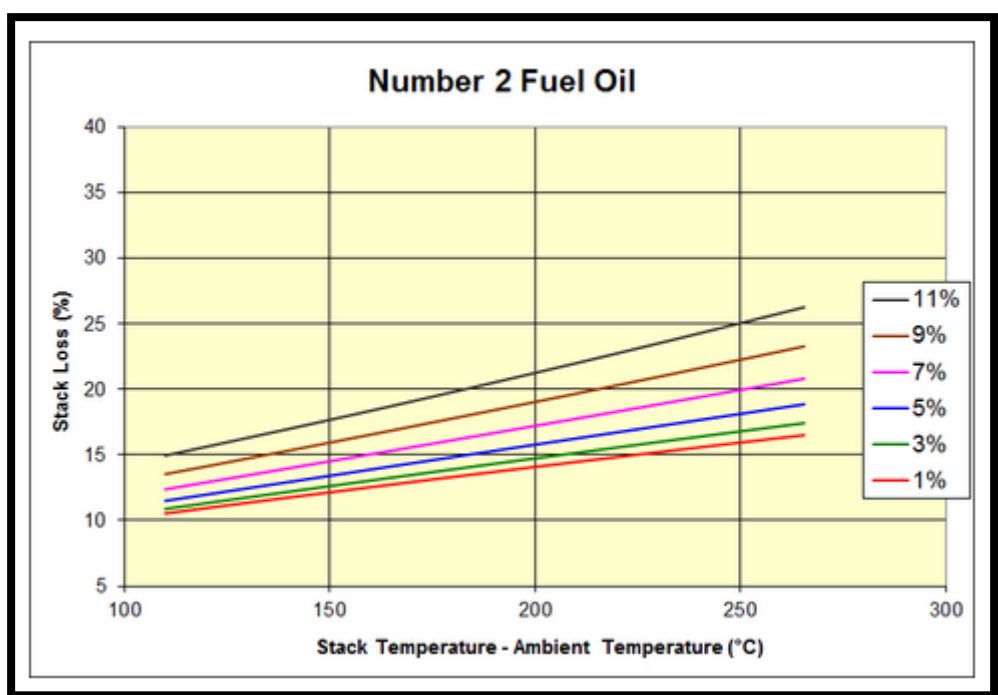
$$\% \text{purga} = \frac{m_{\text{purga}}(h_{\text{purga}} - h_{\text{agua alimentación}})}{m_{\text{combustible}} - C_p \text{ del combustible}} * 100$$

$$\% \text{purga} = \frac{0,149 \frac{\text{kg}}{\text{seg}} (579,733 - 293,10) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}}{317,94\text{kg} - 44768,8 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} * \frac{1\text{h}}{3600\text{seg}}} * 100 = 1,08\%$$

3.3.4.2. Cálculo de pérdidas por Chimenea

Mediante el uso de la tabla 19 calculamos las pérdidas por chimenea mediante los datos de chimenea de la siguiente manera.

TEXTIL SAN PEDRO		
REGISTRO CONTROL OPERACIONAL CALDERO		
Datos de Análisis de Gases		
FE.4.5.5.16		
Parametros	Unidades	Resultado
T. Neta Chimenea	°C	170
CO2	%	11,5
CO	%	51
O2	%	5,5



Fuente:

Con 170°C y 5,5O2 se obtiene una pérdida de 18%

3.3.4.3. Cálculo de pérdidas por Radiación

Se determina la pérdida de radiación en función de una aproximación de vaporización máxima de 50% donde se tiene:

Tabla 20 Datos de las Pérdidas por Radiación y Convección del Caldero Cleaver Brooks

Vaporización	100-350 BHP	400-800BHP
25%	5.1%	4.4%
50%	2.6%	2.2%
75%	1.7%	1.5%
100%	1.4%	1.1%

FUENTE: D.STACK LOSS N° Diésel 2

Pérdida por Radiación= 2,6%

En vista de que la eficiencia del caldero tiene un promedio de vaporización del 50% hacemos referencia la tabla 18 y nos da el 2,6%.

- **Pérdidas Totales por Método indirecto**

Las pérdidas por el método indirecto son de 61,32 es decir la eficiencia del caldero será del 38,68%

$$n_{\text{caldero}} = 100\varepsilon(P_{\text{purga}} + P_{\text{chimenea}} + P_{\text{radiación}})$$

$$n_{\text{caldero}} = 100 - (1,08 + 18 + 2,6)$$

$$n_{\text{caldero}} = 79,32\%$$

La pérdida tanto de purgas, chimenea y radiación es de 20,68% es decir que la eficiencia d la caldera es de 79,32%.

3.3.5 Cálculo de la eficiencia energética con datos Empíricos.

20 gal diésel	→	1 Ton vapor
1gal diésel	→	145000kJ
1kg vapor	→	2300 kJ
1000kg	→	1Ton

Cálculo Modelo:

1gal diésel	→	145000 KJ
70 gal		X= 10150000KJ
1kg vapor	→	2300KJ
1000kg vapor		X= 2300000KJ

$$\frac{KJ \text{ Totales d Vapor}}{KJ \text{ Totales de Combustible}} = \frac{2300000KJ}{10150000KJ} = 22\%$$

3.3.6Cálculo de la Huella del Carbono, Basada en las Emisiones de CO2

Las emisiones de CO2 se calculan para ver cuánto de contaminación afecta al ambiente, a la calidad del aire cuando son liberadas, para ello calcularemos la huella de carbono en kwh, de los meses de Agosto a Noviembre.

Se dice que un litro de agua es 11,1kwh entonces hacemos una regla de tres para sacar cuantos kwh hay en 3,785L.

$$\begin{aligned}
 &1L \rightarrow 11,1kwh \\
 &3,785L \quad X=42,01kwh \\
 &90 \frac{gal \text{ diesel}}{dia} * \frac{20 \text{ dia}}{1 \text{ mes}} * \frac{12 \text{ mes}}{1 \text{ año}} = 21500 gal. diesel al año. \\
 &90 \frac{gal \text{ diesel}}{dia} * \frac{20 \text{ dia}}{1 \text{ mes}} = 1800 gal. diesel al mes \\
 &1gal diésel \rightarrow 42,01kwh \\
 &21500 \text{ gal diésel} \quad X=903215 \text{ kwh/año.}
 \end{aligned}$$

Utilizando el programa para calcular la Huella de Carbono nos da directamente el resultado de 245,46 toneladas de CO2 hay en 903215 Kwh.

Figura 31. Programa para calcular la Huella de Carbono

¿Cuántas personas viven en tu casa? 1

Electricidad: 0 kWh

Gas natural: 0 kWh

Gasóleo: 903215 kWh

Carbón: 0 toneladas

GLP: 0 litros

Propano: 0 litros

Pellets de madera: 0 toneladas

Calcular la huella de la vivienda

Huella total de Vivienda = 245.46 toneladas de CO₂ **Compensar ahora**


245.46 toneladas: 903215 kWh de gasóleo eliminar

△△△

FUENTE: <http://calculator.carbonfootprint.com/calculator.aspx?lang=es&tab=2>

La Tabla 21 indica la medición de la huella de Carbono de Textil San Pedro a través del cálculo de la medición de CO2 del caldero Cleaver Brooks que se lo realizó desde el mes de Agosto.

Tabla 21. Cálculo de la Huella de Carbono en Ton de CO2

TEXTIL SAN PEDRO				
REGISTRO CONTROL OPERACIONAL CALDEROS				
CALDERO CLEAVER BROOKS				
Medicon de CO2				
FE.4.5.5.18				
	Consumo Diesel gal		kwh	Medición de CO2 ton
Agosto	Mes	1800	75618	20,55
	Año	21500	903215	245,46
Noviembre	Mes	1400	58814	15,98
	Año	16800	705768	191,8
Enero	Mes	1060	12720	12,12
	Año	12720	534367	145,45

Elaborado por: Isabel Navarrete

CAPITULO IV

4. Resultados

4.1. Análisis de resultados de la Implementación del Control Operativo

Se logró la implementación del control operativo en el área de hilatura de los equipos y variables principales del programa de eficiencia energética y conjuntamente con el grupo energético, departamento de Recursos Humanos, se procede a hacer un diagnóstico previo, del área piloto en estudio.

Se toma en cuenta las variables más principales e importantes como Temperatura, Presión Atmosférica, Presión de Vapor, Consumo de Agua, Control de tiempo de Purgas, Consumo de diésel, Sólidos Totales Disueltos, Sólidos Disueltos Suspendidos, Dureza, Consumo de Vapor, CO2 registrando los diferentes datos en los formularios que son organizados por el grupo energético que se rigen la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO:2012.

Se realizó capacitaciones sobre la implementación de control operativo de todos los parametros y variables del área estudiada al personal encargado del proceso como se indica en la siguiente foto.

Figura 32. Reuniones de Control Operativo



FUENTE: Isabel Navarrete

Los formatos que se implementó para un buen control operativo fueron los siguientes:


- Agua de Alimentación con el formato FE.4.5.5.1 (temperatura, dureza, consumo diario)
- Sólidos totales Disueltos con el formato FE.4.5.5.2.
- Sólidos Totales con el formato de FE.4.5.5.6.
- Combustible(diesel) con el formato FE.4.5.5.8 (presión, consumo).
- Caldero Cleaver Brooks con el formato FE.4.5.5.9 (presión de vapor, tiempo de purga, tiempo de carga, temperatura de la chimenea).
- Eficiencia del Caldero FE:4.5.5.16
- Pérdidas por Metodo Directo e Indirecto FE:4.5.5.17 (purga, chimenea, radiación).
- Toneladas de CO2 FE:4.5.5.18

Fueron materia de la capacitación al personal y tengan mayor conocimiento en la implementación de control operativo en el área de hilatura.

El consumo de agua se pudo controlar diariamente mediante el medidor que está junto al tanque de almacenamiento del agua de alimentación siendo un consumo de 1m³.

La Tabla 22 nos indica que a medida que aumenta la temperatura de agua de alimentación el consumo de diésel disminuye.

Tabla 22. Comparación de Consumo de Combustible Vs Temperatura

TEXTIL SAN PEDRO		
REGISTRO CONTROL OPERACIONAL CALDEROS		
CALDERO CLEAVER BROOKS		
FE.4.5.5.1	NOVIEMBRE	
Día	Consumo de Diesel gal	Temperatura °C
6	78,5	80
7	81,5	78
8	75,85	73
11	81,24	86
12	74.5	70
13	79,3	78
14	89,71	70
15	70,52	78
18	81,4	82

Elaborado por: Isabel Navarrete

La medición de la dureza en el agua de alimentación fue exitosa por lo que en un principio teniamos una dureza de 5ppm y apartir del mes de noviembre se alcanzo una dureza de 0 a 3 ppm.

La medición de sólidos disueltos en suspensión fueron controlados por lo permitido de 50 a 750mg/l como se puede verificar en la tabla 11 donde nuestros datos estan dentro del rango permitido que es de 200 a 500mg/l.

Los sólidos totales permitidos para una caldera es de 3500ppm implementando el control operativo se pudo controlar que los sólidos totales esten en un rango de 1890ppm.

Se recubrió totalmente las tuberías de 4 pulgadas con una longitud de 18,10m en el área de hilatura lo que corresponde a la máquina engomadora.

Disminuye el consumo de diésel de 20 galones debido a que se controla la variable de temperatura de agua de alimentación, ya que el caldero trabaja en mejores condiciones.

El control de purgas se realizó diariamente 2 veces al día por 12 segundos cada purga.

Al realizar el cálculo de la cantidad de vapor que necesita la engomadora que es de 874,98kg/día que se verificar que la máquina no consume todo el vapor que produce el caldero de 1000kg/día.

Las pérdidas por purga, chimenea y radiación nos da de 20,68% por método indirecto es decir la eficiencia del caldero que es de 79,32% y por método directo nos da 75,62%

La eficiencia por método empírico es de 78%

Realizando el cálculo de la huella de Carbono decimos que mientras menos sea el consumo de combustible vamos a tener menos emisiones de CO₂, ayudando así con menos contaminación para la comunidad.

En el estudio se determinó que en el mes de Agosto eran de 20,55 ton de CO₂ mientras que en el mes de Enero fueron de 12,12 ton de CO₂ es decir la implementación de control operativo es muy buena.

CAPITULO V

5. Identificación y Caracterización de Variables

Variable Dependiente: Temperatura, Presión Atmosférica y de Vapor, Consumo de Agua y diésel.

Variable Independiente: Tiempo.

5.1. Método

5.1.1. *Tipo de estudio.*

De carácter descriptivo por la recopilación ya que el proyecto se desarrollara en el campo teniendo en cuenta que se tomaran muestras físicas ayudando con los diferentes equipos de medición para la verificación de datos.

5.1.2. *Modalidad de Investigación.*

Es de campo debido a la toma de muestras físicas y documental por la necesidad en utilizar documentos físicos y digitales para crear un archivo, registro y documentos que sean un fundamento físico que valide los valores y métodos descritos.

5.2. Tipo de Método

Se empleara el método Inductivo- Detectivo para la implementación de control operativo con el fin de lograr su correcto control y verificación del mismo.

5.2.1. *Población y Muestra.*

La investigación estará concentrada en el consumo de agua, energía eléctrica y combustibles.

5.3. Selección de Instrumentos de Investigación.

Los instrumentos a utilizar son termómetros, medidores de agua, pH metros, equipo de medición de dureza, presión, Buretas, Vasos de Precipitación, agitadores Espectrofotómetros, laboratorio en general de empresa textil San Pedro.

5.3.1. Validez y Confiabilidad de los Instrumentos.

En lo posible se asegurará que todos los equipos utilizados para la medición de parámetros para el control operacional estén calibrados previo a su utilización. Se determinaran protocolos y procedimientos a seguir para realizar un correcto estudio.

5.3.1.1. Procesamiento de Datos.

Los datos recopilados de los parámetros utilizados en el proceso serán procesados en bases de datos de hojas electrónicas en el programa Microsoft Excel, Microsoft Vicio y hojas guías realizadas por el personal encargado de recopilación de datos.

5.4. Aspectos Administrativos

5.4.1. Recursos Humanos.

5.4.1.1. *Un investigador principal.*

5.4.1.2. *Un docente para guía del proyecto.*

5.4.1.3. *Un técnico de la empresa*

5.4.2. Recursos Materiales y Técnicos.

5.4.2.1. Equipos.

- Medidor de Agua.
- Regla para medir niveles.

- Un pHmetro.
- Un Espectrofotómetro.
- Un computador.
- Un termómetro.

5.4.2.2. *Materiales.*

- Vaso de Precipitación.
- Agitadores.
- Buretas.
- Pipetas.
- Jarra Plástica.

5.4.2.3. *Reactivos.*

- EDTA 0,001N.
- Soluciones Buffer.
- Negro de Eriocromo.

5.4.2.4. *Logística.*

- Medio de Transporte.
- Mandil.

5.4.2.5. *Otros.*

- **Equipo de protección personal.**
 - Botas de caucho con punta de acero.
 - Traje impermeable.
 - Chaleco Reflectivo.
 - Casco.
 - Mascarilla con filtro de carbono.
 - Guantes impermeables.

- Guantes de protección.

5.4.3. Recursos Financieros

5.4.3.1. Financieros

Tabla 23. Financiamiento del Trabajo Final de Tesis

		Financiamiento	
Item	Costo USD	Propio	Otra fuente
Medidor de Agua			Empresa
Pinza			Empresa
Regla para medir niveles.			Empresa
pHmetro			Empresa
Termómetro			Empresa
Medidor de DQO			Empresa
Medidor DBO			Empresa
Espectrofotómetro			Empresa
Voltímetro			Empresa
Buretas			Empresa
Pipetas			Empresa
Agitadores			Empresa
Vasos de precipitación			Empresa
Reactivos			Empresa
Equipo de Protección Personal		INVESTIGADOR	
Computadora portátil		INVESTIGADOR	
Total			

5.4.4. Cronograma de Trabajo

Actividades	Mes									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Conocimiento de los proceso de Empresa.										
Plan de Tesis										
Capítulo I										
Capitulo II										
Capitulo III										
Capitulo IV										
Entrega Primer Borrador										
Resultados y Conclusiones										
Entrega Segundo borrador										

CAPITULO VI

6. Conclusiones.

- Se implementó un buen control operativo en el área de hilatura que es una planta piloto para después continuar con las otras áreas de toda la planta debido a que se obtuvieron resultados positivos.
- Al realizar las capacitaciones de la implementación de control operativo se evidencia que los operadores conocieron sobre el tema y están aptos para manejar la operación.
- Mediante el estudio y el seguimiento de eficiencia energética se implementó los formatos FE:4.5.5.1 el registro de datos de las variables Temperatura, Presión Atmosférica y de Vapor, Consumo de Agua, Control de tiempo de Purgas, Consumo de diésel, Eficiencia del Caldero Cleaver Brooks, Pérdidas por purga, chimenea, radiación, Toneladas de CO₂.
- Al implementar el control operacional de la eficiencia energética en el área de hilatura, al tomar todos los datos parámetros y variables técnicas necesarios para calcular la eficiencia energética se optimizara el trabajo de la caldera con donde se consiguió la disminución de costos de diésel de 20 galones diarios en el plan piloto de la empresa.
- Se controló el consumo de agua de alimentación de 1m³, realizando un buen control operativo diariamente mediante el medidor ayudando a cuidar el recurso que es muy principal e importante.
- Concluyo que mientras menos solidos disueltos en suspensión (rango requerido 200-500) y sólidos totales (de 1890ppm) en la caldera, las incrustaciones seran cada vez menores, menores sedimentos, etc.
- Mediante el análisis de costo realizado se puede concluir que al desarrollar un plan de ahorro energético la empresa podría ahorrar 7200 galones de combustible anuales que significan 7592 USD por año.

- La implementación del control operativo en Textil San Pedro es aportar una serie de medidas que encamine a su consumo más eficiente y responsable de algunos recursos renovables como es el combustible Diésel y el agua.
- En el caldero se controló la toma de tiempo de purgas diariamente en los dos turnos como se verifica en la tabla 15 que es de 1,05 minutos evitando pérdidas de energía
- Al implementar este control operativo mejorara las condiciones de vida del caldero mejorara totalmente trabajando en condiciones buenas y aumentando su eficiencia.
- Con una mejor eficiencia energética las pérdidas de purga, chimenea y radiación serían menores que el 62,32% por el método indirecto.
- Reduciendo así las emisiones de CO₂ de 245,46 ton de CO₂ que fue en el mes de Agosto del 2013 a 145,45 ton de CO₂ en Enero del 2014 ayudando así a la comunidad Sumak Kawsay y menos contaminación del ambiente.

7. Recomendaciones.

- Con los resultados conseguidos se recomienda implementar el control operativo con el resto de las áreas de Textil San Pedro para tener mejor eficiencia energética en toda la planta .
- Como es un proyecto piloto de implementación de eficiencia energética en el resto de áreas de la empresa Textil San Pedro se esperan resultados que beneficien a la empresa, disminuyendo costos, reduciendo las emisiones a la atmósfera que afectan a la comunidad.
- La Norma ISO 50001 en el punto 3 nos recomienda realizar la calibración de los tanques de almacenamiento y equipos que pertenecen al área de hilatura.

- Además se debe colocar medidores automáticos para que no existan errores de medición y tener datos exactos acuerdo a la norma ISO 50001.
- Planificar la producción diaria especialmente la que no necesita de engomado los días lunes para así economizar los costos y así no se desperdicie el vapor generado por la caldera.
- Mantener la dureza del agua de 0 ppm máximo para que los sólidos sean menos no exista mayor corrosión en los calderos y evitar pasarse del tiempo permitido en el control de las purgas.
- Implementar controles de purga automáticos para tener un mejor control de las mismas.
- De acuerdo al Sistema de gestión energética las empresas encargadas de llevar los análisis de aguas y calderos dar los resultados al Jefe de Mantenimiento de cada sección lo más pronto posible para poder corregir las fallas a tiempo.
- Se recomienda recubrir los tanques de agua de alimentación del área de hilatura con el material aislante, para obtener mayor temperatura para mejorar las condiciones operacionales del caldero y así mejore su eficiencia energética
- Se recomienda implementar el consumo de electricidad en esta área del proyecto piloto, con el fin de determinar la situación real de esta área en este aspecto, ya que por falta de medidores de electricidad en esta área, no se pudo reportar estos consumos. .

8. Bibliografía.

- Instituto Ecuatoriano de Normalización 50001. "Sistemas de la Gestión de la Energía" 2012 (Primera Edición)
- Pitts, D. (1997). *Transferencia de Calor*, Editorial Mc Graw Hill Estados Unidos de Norte America.
- Castells, X. (2011) *Energía, Agua, Medio Ambiente, Territorialidad y Sostenibilidad*
- Guía de Buenas Prácticas Personales en el Sector Textil, 2000-2006 *Formación y Sensibilización Ambiental Formación y Sensibilización Ambiental en los Sectores en los Sectores Textil y Químico* .Recuperado 12/02/2014
- http://ecotec21.org/index.php?option=com_content&task=view&id=115&Itemid=100
- Neil A, F, 2000. *Optimización de la combustión en calderas y hornos*. Asociación Regional de Empresas de petróleo y gas Natural en Latinoamérica y Caribe.
- Manual de Eficiencia Energética MYPES
- Manual Textil San Pedro, 2013. *Procesos de Producción*
- Spirax/Sarco S.A, *Diseño de Calderas y Accesorios (Regimen, Eficiencia)*. U.S.A 1990.
- Martínez J, *Guía Básica Calderas Industriales Eficientes*, Fundación de Energía de la Comunidad de Madrid.
- Gordon J. Van Wylen y Richard E. Sonntag, (1986), *Fundamentos de Termodinámica*, Decimasegunda edición, México.
- Ministerio de Energía y Minas de Perú, *Elaboración de Proyectos de Guías de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético*, <http://www.minem.gob.pe/archivos/dge/publicaciones/uso/Guia%20Prototipo%20N%204%20v%201.pdf>.
- <http://calculator.carbonfootprint.com/calculator.aspx?lang=es&tab=2>.

- ASEFENER, Formación y Sensibilización Ambiental en los Sectores Textil y Químico, www.asefener.org/asefener/Guia_de_Buenas_Practicas_Sector_Textil-Asefener.pdf
- Cleaver Brooks, Manual de Operación y Mantenimiento de 125 a 300 cc, catalogo #750-103, Milwaukee, Wis. 1980.
- Manual de Mejora de la Eficiencia Energética en Calderas Industriales en el Perú.
- Gesellschaft, T(GTZ), Alemania, Perú, Manual de Mejora de la Eficiencia Energética en Calderas Industriales en el Perú.
- http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/curzoz/002_modulo_ii_unidad.pdf
- <http://www.dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/800/3/CAPITULO%202.pdf>
- ASME 2013. Optimización de Sistemas de Vapor Industrial. (Quito-Ecuador).
- http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lqi/bautista_v_g/capitulo8.pdf

9. Anexos

ANEXO 1. Registro de Control Operacional en Textil San Pedro

TEXTIL SAN PEDRO											
REGISTRO CONTROL OPERACIONAL CALDEROS											
USE:CALDERO											
FE4.5.5.2			DATOS TOMADOS								
			LUNES	MART.	MIERC.	JUEV.	VIER.	SAB.	LIMITES	RESPONSABLE	OBSERVACIONES
		FECHA									
PARAMETRO	Un.										
Tiempo de carga(ENCENDIDO)	min	SEMANAL							30-45min		
Dureza de agua alimentacion	ppm	SEMANAL							0-5 max		
STD AGUA DEL CALDERO	ppm	SEMANAL							3500 max		
SOLIDOS SUSPENDIDOS	ppm	SEMANAL							300 max		
Consumo de combustible	gl	DIARIO									
Consumo de agua	m3	DIARIO									
T° de agua de alimentación	°C	TURNO 1							70°C min		
		TURNO 2							70°C min		
		TURNO3							70°C min		
Purgas	#	TURNO 1							5-10Seg		
		TURNO 2							5-10Seg		
		TURNO3							5-10Seg		
Produccion engomadora	m	TURNO 1									
		TURNO 2									
		TURNO3									
eficiencia caldera-T chimenea	%	TURNO 1							85-90%		
		TURNO 2							85-90%		
		TURNO3							85-90%		
Tiempo de archivo: 1 año											
Lugar de archivo: Oficina representante de la dirección SGEn											

ANEXO 2. Formato de Gases De Combustión

		UNIVERSIDAD CENTRAL DEL EUADOR			
		FACULTAD DE INGENIERÍA QUIMICA			
		IMFORME DE RESULTADOS			
		GASES DE COMBUSTIÓN			
Referencia:	OT:13-03-07-9				
Empresa:	Textiles San pedro				
Dirección:	Vía Sangolquí, Amaguaña km2 1/2				
Tipo de Ensayo:	Mediciones de Gases de Combustión				
Tipo de Fuente Fija:	Caldero Cleaver Brooks				
Tipo de Combustible:	Diesel				
Potencia de la Fuente:	80BHP				
Parámetro de monitoreo	Unidad	Resultado			
Flujo	m3/h	697,2			
Temperatura	°C	146,3			
Oxigeno	%V	5,5			
Dióxido de Carbono	%V	11,5			
Mónoxido de Carbono	ppm	51			
Dióxido de Azufre	ppm	90			
Óxido de Nitrógeno	ppm	72			
Dióxido de Nitrogeno	ppm	0			
Material Particulado	g/m3	0,0064			

ANEXO 3. Análisis de Aguas

<div><div><i>Conocemos el agua a profundidad.</i></div></div>			
		ANALISIS DE AGUAS	
		TEXTIL SAN PEDRO	
PARAMETRO	Unidad	Resultado	Limites
pH		11,6	10,5-12
STD	ppm	2156	3500-5000
Dureza Total	ppm	100	0
Dureza Calcio	ppm	45	0
Carbonatos	ppm	600	menor 200
Hidróxidos	ppm	650	200-2400
Fosfatos	ppm	35	30-60
Sulfitos	ppm	52	20-100
Conductividad	uS/cm	3080	—

ANEXO 4.Tablas de Vapor

PROPERTIES OF SATURATED WATER IN SI UNITS BY TEMPERATURE									
T	Press.	Volume, m ³ /kg		Enthalpy, kJ/kg			Internal Energy, kJ/kg		
K	kPa	V _l	V _g	H _l	H _{fg}	H _g	U _l	U _{fg}	U _g
273.16	0.6113	0.001000	206.1	0.0	2500.9	2500.9	0.0	2374.9	2374.9
275	0.6980	0.001000	181.7	7.5	2496.8	2504.3	7.5	2369.8	2377.3
280	0.9912	0.001000	130.3	28.1	2485.4	2513.5	28.1	2356.4	2384.5
285	1.388	0.001001	94.67	48.8	2473.9	2522.7	48.8	2341.9	2390.7
290	1.919	0.001001	69.67	69.7	2462.2	2531.9	69.7	2328.2	2397.9
295	2.620	0.001002	51.90	90.7	2450.3	2541.0	90.7	2314.3	2405.0
300	3.536	0.001004	39.10	111.7	2438.4	2550.1	111.7	2300.4	2412.1
305	4.718	0.001005	29.78	132.8	2426.3	2559.1	132.8	2285.3	2418.1
310	6.230	0.001007	22.91	153.9	2414.3	2568.2	153.9	2271.3	2425.2
315	8.143	0.001009	17.80	175.1	2402.0	2577.1	175.1	2257.0	2432.1
320	10.54	0.001011	13.96	196.2	2389.8	2586.0	196.2	2242.8	2439.0
325	13.53	0.001013	11.04	217.3	2377.6	2594.9	217.3	2227.6	2444.9
330	17.21	0.001015	8.809	238.4	2365.3	2603.7	238.4	2214.3	2452.7
335	21.71	0.001018	7.083	259.4	2353.0	2612.4	259.4	2199.0	2458.4
340	27.18	0.001021	5.737	280.5	2340.5	2621.0	280.5	2184.5	2465.0
345	33.77	0.001024	4.680	301.5	2328.0	2629.5	301.5	2170.0	2471.5
350	41.66	0.001027	3.844	322.5	2315.4	2637.9	322.5	2155.4	2477.9
355	51.05	0.001030	3.178	343.4	2302.9	2646.3	343.4	2140.9	2484.3
360	62.15	0.001034	2.643	364.4	2290.1	2654.5	364.4	2126.1	2490.5
365	75.21	0.001037	2.211	385.3	2277.3	2662.6	385.3	2110.3	2495.6
370	90.47	0.001041	1.860	406.3	2264.3	2670.6	406.3	2095.3	2501.6
375	108.2	0.001045	1.573	427.3	2251.2	2678.5	427.3	2081.2	2508.5
380	128.8	0.001049	1.337	448.3	2237.9	2686.2	448.3	2065.9	2514.2
385	152.4	0.001053	1.142	469.3	2224.5	2693.8	469.3	2050.5	2519.8
390	179.5	0.001058	0.9800	490.4	2210.9	2701.3	490.4	2034.9	2525.3
395	210.4	0.001062	0.8445	511.5	2197.0	2708.5	511.5	2019.0	2530.5
400	245.6	0.001067	0.7308	532.7	2182.9	2715.6	532.7	2002.9	2535.6
405	285.4	0.001072	0.6349	554.0	2168.6	2722.6	554.0	1986.6	2540.6
410	330.2	0.001077	0.5537	575.3	2154.0	2729.3	575.3	1972.0	2547.3
415	380.6	0.001082	0.4846	596.7	2139.1	2735.8	596.7	1954.1	2550.8
420	437.0	0.001087	0.4256	618.2	2123.9	2742.1	618.2	1937.9	2556.1
425	499.9	0.001093	0.3750	639.8	2108.4	2748.2	639.8	1921.4	2561.2
430	569.9	0.001099	0.3314	661.4	2092.7	2754.1	661.4	1903.7	2565.1
435	647.4	0.001104	0.2938	683.1	2076.6	2759.7	683.1	1886.6	2569.7
440	733.2	0.001110	0.2612	705.0	2060.0	2765.0	705.0	1868.0	2573.0
445	827.7	0.001117	0.2328	726.9	2043.2	2770.1	726.9	1850.2	2577.1
450	931.5	0.001123	0.2080	749.0	2025.9	2774.9	749.0	1832.9	2581.9
455	1045	0.001130	0.1864	771.1	2008.2	2779.3	771.1	1813.2	2584.3
460	1170	0.001137	0.1673	793.4	1990.1	2783.5	793.4	1794.1	2587.5
465	1306	0.001144	0.1506	815.7	1971.6	2787.3	815.7	1774.6	2590.3
470	1454	0.001152	0.1358	838.2	1952.6	2790.8	838.2	1755.6	2593.8
475	1615	0.001159	0.1227	860.8	1933.0	2793.8	860.8	1735.0	2595.8
480	1789	0.001167	0.1111	883.5	1913.0	2796.5	883.5	1714.0	2597.5
490	2181	0.001184	0.09150	929.3	1871.4	2800.7	929.3	1671.4	2600.7
500	2637	0.001202	0.07585	975.6	1827.5	2803.1	975.6	1627.5	2603.1
510	3163	0.001222	0.06323	1022.6	1781.0	2803.6	1022.8	1580.8	2603.6
520	3766	0.001244	0.05296	1070.4	1731.7	2802.1	1070.4	1531.7	2602.1
530	4453	0.001267	0.04454	1119.1	1679.1	2798.2	1119.1	1481.1	2600.2
540	5233	0.001293	0.03758	1168.9	1622.9	2791.8	1168.9	1425.9	2594.8
550	6112	0.001322	0.03179	1219.9	1562.7	2782.6	1219.9	1368.7	2588.6
560	7.100	0.001355	0.02694	1272.5	1497.8	2770.3	1272.5	1324.8	2579.3
570	8.206	0.001391	0.02284	1326.9	1427.5	2754.4	1326.9	1237.5	2567.4

ANEXO 5. Datos de Propiedades del Diésel

Propiedades Fisico Químicas Diesel # 2	
Estado Físico:	Líquido a Temperatura Ambiente
Aspecto:	Aceitoso
Color:	Amarillo
Olor:	Característico
Propiedades	Diesel #2
Viscosidad a 100°F	36 a 45
Gravedad Específica	0.849 a 0.86
Grados API	33 a 35
Punto de Imflamación (°F)	180
Punto d Combustión (°F)	-
Punto de Fluidez (°F)	44
Poder calorífico Superior (kcal/kg)	10700
Porcentaje agua- sedimentos%	trazas
Contenido de Azufre %	0.49
Contenido de Vanadio ppm	1.5
Contenido de Cenizas %	-
Contenido de Sodio (ppm)	-