



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



TESIS

**“IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE PRECALENTAMIENTO DE MOSTO PARA LA
REDUCCION DEL CONSUMO DE ENERGIA TERMICA EN EL PROCESO DE COCCION EN LA
EMPRESA BACKUS Y JOHNSTON PLANTA CUSCO-2019”**

Presentado por:

Bach. Jonatan Lopez Galdos

Para optar al Título Profesional de Ingeniero Industrial

Asesora: Dra. Ing. Shaili Julie Caverro Pacheco

CUSCO – PERÚ

2023



Metadatos

Datos del autor	
Nombres y apellidos	Jonatan Lopez Galdos
Número de documento de identidad	43615329
URL de Orcid	
Datos del asesor	
Nombres y apellidos	Dra. Ing. Shaili Julie Caverro Pacheco
Número de documento de identidad	22979449
URL de Orcid	15655419
Datos del jurado	
Presidente del jurado (jurado 1)	
Nombres y apellidos	Dr. Ing. Nicolas Francisco Bolaños Carrillo
Número de documento de identidad	
Jurado 2	
Nombres y apellidos	Mgt. Marines Escalante Luna
Número de documento de identidad	
Jurado 3	
Nombres y apellidos	Dr. Ing. Nicolas Francisco Bolaños Carrillo
Número de documento de identidad	
Jurado 4	
Nombres y apellidos	Ing. Juan Carlos Manrique Palomino
Número de documento de identidad	
Datos de la investigación	
Línea de investigación de la Escuela Profesional	Ingeniería Industrial



“IMPLEMENTACION DE UN
SISTEMA DE
PRECALENTAMIENTO DE
MOSTO PARA LA REDUCCION
DEL CONSUMO DE ENERGIA
TERMICA EN EL PROCESO DE
COCCION EN LA EMPRESA
BACKUS Y JOHNSTON PLANTA

Fecha de entrega: 27-nov-2022 04:20p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 191433173

Nombre del archivo: tesis_corregida.pdf (3.73M)

Total de palabras: 20283

Total de caracteres: 111548

CUSCO-2019”

por Jonatan Lopez Galdos



Dra. Shaili Julio Cavero Pacheco



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL



TESIS

"IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE PRECALENTAMIENTO DE MOSTO
PARA LA REDUCCION DEL CONSUMO DE ENERGIA TERMICA EN EL
PROCESO DE COCCION EN LA EMPRESA BACKUS Y JOHNSTON PLANTA
CUSCO-2019"

Area de investigación:

Tecnología Industrial e Innovación Tecnológica

Presentado por:

Jonatan Lopez Galdos

Para optar al Título Profesional de:

Ingeniero Industrial

Asesor:

Dra. Shaili Julie Caverro Pacheco

CUSCO - PERÚ
2019

Dra. Shaili Julie Caverro Pacheco



“IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE PRECALENTAMIENTO DE MOSTO PARA LA REDUCCION DEL CONSUMO DE ENERGIA TERMICA EN EL PROCESO DE COCCION EN LA EMPRESA BACKUS Y JOHNSTON PLANTA CUSCO-2019”

INFORME DE ORIGINALIDAD

25%

INDICE DE SIMILITUD

26%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

4%

★ ediciones.indepaz.org.co

Fuente de Internet


Dra. Shaula Julia Cervero Pacheco

Excluir citas Activo

Excluir coincidencias < 2%

Excluir bibliografía Activo



Recibo digital

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

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Jonatan Lopez Galdos
Título del ejercicio: TESIS
Título de la entrega: "IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE PRECALENTAMIENTO...
Nombre del archivo: tesis_corregida.pdf
Tamaño del archivo: 3.73M
Total páginas: 120
Total de palabras: 20,283
Total de caracteres: 111,548
Fecha de entrega: 27-nov.-2022 04:20p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega... 1964333738



Derechos de autor 2022 Turnitin. Todos los derechos reservados.



DEDICATORIA

A mi familia tan maravillosa y por llenarme de infinitas bendiciones todos los días, por educarme y brindarme su apoyo incondicional; por escucharme y guiarme siempre por el camino correcto y por ser quienes me inspiran y motivan a cumplir mis sueños. A mis amigos por brindarme su apoyo incondicional y por estar a mi lado cuando más los necesito.



AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Efraín Linares Nieto y al equipo del área de Elaboración de la empresa Backus y Johnston Planta Cusco, quienes con su esfuerzo, apoyo y valiosa experiencia hicieron posible el desarrollo del proyecto y presente trabajo.

A la Dra. Shaili Julie Caveró Pacheco, quien con su asesoramiento y valioso conocimiento ha contribuido al desarrollo y fortalecimiento de esta tesis.



INDICE

CAPITULO I.....	4
EL PROBLEMA	4
1.1 Planteamiento del problema.....	4
1.2 Formulación del problema	7
1.2.1 Problema General	7
1.2.2 Problemas Específicos.....	7
1.3 Justificación	7
1.3.1 Conveniencia	7
1.3.2 Relevancia social	8
1.3.3 Implicancias Prácticas	8
1.3.4 Valor teórico	8
1.4 Delimitación del Estudio	9
1.4.1 Delimitación Espacial.....	9
1.4.2 Delimitación Temporal.....	9
1.5 Objetivo de la investigación.....	9
1.5.1 Objetivo General.....	9
1.5.2 Objetivos Específicos	9
2.1 Antecedentes de la investigación	10
2.1.1 Antecedente local	10
2.1.2 Antecedentes nacionales.....	11
2.1.3 Antecedentes internacionales	14
2.2 Aspectos Teóricas	15
2.2.1 Sistema de transferencia de calor	15
2.2.2. Energía térmica.....	17
2.2.3 Petróleo.....	22
2.2.4 Electricidad.....	25
2.2.5 Agua.....	28
2.2.6 Software SCADA WINCC	31
2.3 Definiciones conceptuales.	33
2.3.1 Marco empresarial	34
2.3.2 Descripción del producto.....	35
2.3.3 Descripción del proceso de elaboración	38
2.4 Hipótesis	42



2.4.1 Hipótesis general	42
2.4.2 Hipótesis específicos	42
2.5. Definición de Variables	42
3.1 Tipo de investigación.....	44
3.2. Nivel de investigación.....	44
3.3. Diseño de investigación	44
3.4 Método.....	45
3.5 Unidad de estudio	45
3.4.1 Población	45
3.4.2 Muestra	45
3.6 técnicas e instrumentos	45
3.5.1 Técnicas De la investigación	46
3.5.2. Instrumentos de la investigación	47
CAPITULO IV	48
RESULTADOS	48
4.1. Cocimiento	48
4.1.1 Gelatinización y licuefacción del almidón de Maíz	48
4.1.2 Maceración	48
4.1.3 Filtración del mosto	49
4.1.4 Cocción del mosto	50
4.1.5 Fases de la cocción del mosto.....	50
4.1.6 Separación del Trub caliente y enfriamiento de mosto	52
4.1.7 Consumo de vapor durante la cocción del mosto:.....	53
4.1.8 Vapor de la paila de cocción post implementación.	55
4.2 Implementación del sistema de precalentamiento.....	56
4.2.1 Análisis térmico e hidráulico del intercambiador de calor	56
4.2.2 Condiciones termo físicas de los fluidos y flujo de vapor.....	57
4.2.3 Calculo del calor latente disponible.....	59
4.2.4 Dimensionamiento de bomba para el fluido frio y circuito de bombeo	59
4.2.5 Calculo del NSPH _d para la bomba.....	61
4.2.6 Análisis térmico del intercambiador	62
4.2.7 Determinación del área de transferencia	62
4.2.8 Calculo del calor necesario para elevar la temperatura del agua.....	63
4.2.9 Diagrama P&ID del intercambiador	65
4.2.10 Selección de caudalímetro para el lazo de control en la línea de agua.....	66



4.3 Análisis térmico	67
4.3.1 Diseño térmico del intercambiador de placas	68
4.3.2 Propiedades termofísicas de los fluidos.....	69
4.3.3 Diseño térmico del intercambiador.....	69
4.3.4 Cálculo de la cantidad de calor transferido	70
4.4 Procedimiento de la implementación.....	71
4.4.1 Retiro primer tramo de chimenea- parte superior.....	71
4.4.2 Retiro de segundo tramo de chimenea (3).....	72
4.4.3 Desmontaje de chimenea.....	73
4.4.4 Montaje de ducto de chimenea en nuevo sistema.....	74
4.4.5 Montaje de ducto de chimenea en nuevo sistema.....	75
4.4.6 Montaje de ductos de chimenea en nuevo sistema	76
4.4.7 sistema de precalentamiento del mosto	77
4.4.8 Sistema en funcionamiento.....	78
4.4.9 Costos del consumo de vapor por cocimiento.....	79
4.5 Resultados respecto a los objetivos específicos	80
4.6 Resultados respecto al objetivo general.....	83
4.7 Tabla comparativa:	85
4.7.1 Grafico comparativo	86
figura 27. Grafico comparativo	86
4.8 Contrastación de las hipótesis	87
4.8.1 Hipótesis específicas.....	87
CAPITULO V	90
5.1 Discusión de los resultados	90
5.2 Análisis financiero	93
5.3 Primer principio de la Termodinámica.....	94
5.4 Antecedente.....	94
5.5 Contrastación de la hipótesis general	95
5.6 Aporte científico	95
5.6.1 Procesos y ciclos.....	96
Conclusiones	97
Recomendaciones	99
Bibliografía	102
ANEXOS.....	104



INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cocimiento de mosto por marca	6
Tabla 2. Capacidades caloríficas.....	20
Tabla 3. Operacionalización de variables	43
Tabla 4. Técnicas e instrumentos.....	46
Tabla 5. Condiciones de los fluidos caliente y frio.....	57
Tabla 6. Características del caudalímetro para el lazo de control.....	67
Tabla 7. Condiciones de los fluidos caliente y frio.....	69
Tabla 8. Consumos pre implementación.....	79
Tabla 9. Consumos pos implementación	79
Tabla 10. Tabla comparativa.....	85
Tabla 11. Costos por cocimiento	93

INDICE DE FIGURAS

figura 1. Intercambiador de calor de tubos horizontales.....	17
figura 2. Planta térmica.....	18
figura 3. Maquina a vapor.....	21
figura 4. Pirámide de automatización	31
figura 5. Marcas y formatos de cerveza	36
<i>Figura 6.</i> Paila de adjunto y paila de mezcla.....	49
figura 7. Paila de cocción y adjuntos	49
figura 8. Filtro meura	50
figura 9. Paila de cocción del área de cocimiento.....	51
figura 10. Centrifuga.....	52



11. Grafica de los consumos	53
Figura 12. Recorrido del vapor	54
figura 13. Chimenea antes de la modificación.....	55
figura 14. Sistema de bombeo de agua hacia el intercambiador.....	60
figura 15. Características físicas del intercambiador de calor.	62
figura 16. Circuito de proceso de calentamiento en el intercambiador de tubo y coraza.	65
figura 17. Circuito de proceso de calentamiento en el intercambiador de tubo y coraza.	66
figura 18. Circuito del proceso de calentamiento de mosto con el intercambiador de placas. 68	
figura 19. Retiro primer tramo de chimenea	71
figura 20. Retiro de segundo tramo de chimenea	72
figura 21. Desmontaje de chimenea.....	73
figura 22. Montaje de ducto de chimenea.....	74
figura 23. Montaje de válvula en chimenea	75
figura 24. Se montara el último tramo del ducto	76
figura 25. Modificación concluida.....	78
figura 26. Grafico comparativo4.8 Contrastación de las hipótesis	86
figura 27. Tiempo de cocimiento	92



RESUMEN

El presente proyecto plantea el diseño de un sistema de recuperación de vapor de la paila de cocimiento para el precalentamiento del mosto cervecero en la empresa Backus y Johnston Planta Cusco S.A.A. – 2019.

El propósito del presente diseño fue el de disminuir el consumo de energía térmica en el proceso de cocimiento del mosto para la fabricación de cerveza en la empresa Backus y Johnston Planta Cusco S.A.A. – 2019.

Este trabajo fue llevado a cabo mediante la evaluación del estado actual del sistema de vapor e inspección de las líneas principales e internas, equipos dentro del área, medición de las condiciones de operación y comparación con el diseño; también mediante análisis de los parámetros fisicoquímicos de los vapores generados en la paila de cocción.

Los resultados mostraron que se puede disminuir el consumo de energía térmica en el proceso de cocimiento del mosto para la fabricación de cerveza mediante el precalentamiento del mosto a 88 °C para luego ingresarlo a una paila de cocción donde por intermedio de una recirculación por el intercambiador de calor que permite incrementar su temperatura a 100 °C manteniendo una presión constante de 285 milibares en la paila de cocción y como consecuencia de ello se obtiene una disminución del consumo de energía térmica en un 16 % en cada cocimiento del mosto para la fabricación de cerveza en la empresa Backus y Johnston Planta Cusco S.A.A - 2019



SUMMARY

This project proposes the preliminary design of a steam recovery system of the cooking paila for the preheating of the beer mosto in the company Backus and Johnston Plant Cusco S.A.A. -2019.

The purpose of this design was to reduce the consumption of thermichal energy in the process of cooking the mosto for the manufacture of beer in the company Backus and Johnston Plant Cusco S.A.A. -2019.

This work was carried ou by evaluation of the current state of the steam system and inspection of the main and internal lines, equipment within the area, and measurement of the operating conditions and comparison with those of design; also by analyzing the physicochemical parameters of the vapors generated in the cooking paila.

The results showed that the consumption of thermichal energy can be reduced in the process of cooking the mosto for the manufacture of beer by preheating of the mosto at 88 ° C and then entering it into a cooking paila where through a recirculation by the CAEX (heat exchanger) allows to increase its temperature to 100 ° C maintaining a constant pressure of 285 millibars in the cooking paila and as a result a decrease in thermichal energy consumption is obtained by 16% in each cooking of the mosto for beer manufacturing at Backus and Johnston Plant Cusco SAA. -2019.



INTRODUCCIÓN

La creciente demanda de energía, el elevado costo del combustible y los problemas ambientales requieren que las industrias se encuentren en constante mejora e implementen programas de ahorro de energía. El sector industrial, es uno de los sectores de mayor consumo energético esto se debe a los procesos productivos; de fabricación además de necesitar materias primas; mano de obra y energía para obtener el producto.

La optimización de los procesos es una técnica para llevar a cabo, debido a que se basa en la eficacia y la eficiencia para alcanzar grandes objetivos utilizando la menor cantidad de recursos posibles. Las empresas deben establecer prioridades para que así se trabaje más rápido en los puntos críticos que están afectando su crecimiento o analizar cómo podrían beneficiarse de esas prioridades.

Cuando se busca una optimización de procesos, también se busca el hecho de poder ahorrar ciertos recursos, ya sean financieros o humanos para así mejorar la situación actual en la que encuentra la organización en su mercado.

Para poder tener una eficacia en estos aspectos, es necesario conocer los objetivos o metas que tiene la empresa y de esa forma, se usaron solo los recursos que cumplan dichos objetivos, de igual forma es recomendable fijarse plazos para llegar a cumplir con la meta y de esa forma será más fácil detectar si el número de recursos que están siendo utilizados es el suficiente y necesario o se está utilizando de más o de menos. Para terminar, uno de los objetivos principales en toda empresa es el ahorro de agua, energía eléctrica y energía térmica donde se busca lograr este objetivo con todas las herramientas posibles y optimización de procesos.



CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

La situación actual que se enfrentan las industrias en todo el mundo para obtener recursos naturales y energéticos es cada vez más exigente debido a la disminución en el crecimiento de las reservas de petróleo, agotamiento del agua y costos de producción de energía eléctrica. Hoy en día el hombre hace uso de gran cantidad de recursos del planeta, para ello debe adelantar diferentes procesos para obtenerlos y poder usarlos. Estos procesos causan en la mayoría de ocasiones daños irreparables a la naturaleza y al planeta. El uso de recursos naturales combustibles fósiles ha afectado el equilibrio ecológico de nuestro planeta a tal punto que los efectos sobre el clima son cada vez más relevantes.

Sin embargo, el petróleo, agua y energía eléctrica constituyen recursos no renovables porque se necesitó de complejos procesos que demoraron miles de años para que se formaran. Esto implica que, al ser utilizados, no puedan ser regenerados.

La reciente fusión de las empresas cerveceras líderes del mercado mundial: *AB INBEV* subsidiaria de Backus Y Johnston S.A.A trae consigo cambios en todas las plantas, tales como metas en los consumos: Energía térmica, energía eléctrica, agua y por lo tanto el incremento de la producción. Esto obligara a todas las plantas a mejorar sus sistemas de producción, reducción de mermas y optimización de sus procesos con una producción de 1.2 millones de Hectolitros anuales de cerveza en la empresa Backus y Johnston Planta Cusco S.A.A.



El proceso de cocimiento tiene el objetivo de fabricar el mosto cervecero a través de sub procesos continuos que son: carga, molienda, maceración, filtración y ebullición, todos estos se ejecutan en la Sala de Cocimiento de dicha empresa.

Los primeros 4 sub procesos interactúan entre sí para obtener el extracto de mosto que son todas las sustancias disueltas provenientes de la malta y adjuntos obtenidas enzimáticamente a través de la degradación del almidón. Y el ultimo sub proceso es de ebullición, que tiene como fin la adición del lúpulo, concentración mediante la evaporación de agua para la eliminación de sustancias volátiles indeseadas, esterilización y coagulación de proteínas teniendo como resultado final el mosto cervecero.

Para cocinar el mosto a 100 °C por el tiempo establecido según cada marca se tiene que mantener la paila de cocción a una presión contante de 285 milibares con el ingreso de vapor a 136 °C proveniente de la sala de calderos. Tomando en consideración de que la marca Pilsen Callao ocupa el 60% del volumen de producción de la empresa, se selecciona esta marca ya que al ser la que más se produce tendrá un impacto positivo en la empresa.

La planta cervecera de la ciudad del Cusco elabora cuatro marcas cada una tiene tiempos diferentes en el cocimiento del mosto debido al extracto mínimo permisible para que fermente. En la tabla 1 se observan los tiempos de cocimiento del mosto en las diferentes marcas.



Tabla 1. Cocimiento de mosto por marca

MARCA	TIEMPO
Cusqueña trigo	43 minutos
Cusqueña blanca	41 minutos
Pilsen callao	38 minutos
Cristal	38 minutos

Fuente: Backus

Elaboración: Propia

Es por ello que la presente investigación tiene como objetivo implementar un sistema de precalentamiento de mosto para la reducción del consumo de energía térmica en el proceso de cocción en la empresa Backus y Johnston planta Cusco – 2019.

Como empresa tiene establecido buscar la innovación, mejora continua de procesos, altos controles de consumos de energía, agua, calidad, eficiencia en la producción para poder satisfacer la gran demanda que tiene en el mercado y manejo óptimo de los recursos.



1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema General

¿Cómo implementar un sistema de precalentamiento de mosto para la reducción del consumo de energía térmica en el proceso de cocción en la empresa Backus y Johnston planta cusco – 2019?

1.2.2 Problemas Específicos

- ¿Cómo reducir el consumo de agua implementando un sistema de precalentamiento de mosto en el proceso de cocción en la empresa Backus y Johnston planta cusco – 2019?
- ¿Cómo reducir el consumo de energía eléctrica implementando un sistema de precalentamiento de mosto en el proceso de cocción en la empresa Backus y Johnston planta cusco – 2019?
- ¿Cómo reducir el consumo de petróleo implementando un sistema de precalentamiento de mosto en el proceso de cocción en la empresa Backus y Johnston planta cusco – 2019?

1.3 Justificación

1.3.1 Conveniencia

Es conveniente el desarrollo de esta investigación porque se utilizará diferentes teorías y herramientas de Ingeniería Industrial que sirven para mostrar su aplicación en la práctica y ver los resultados que traen en los diferentes indicadores.



1.3.2 Relevancia social

La empresa es la principal beneficiaria de esta investigación, por el ahorro de energía que ayuda a incrementar la rentabilidad al implementar este sistema.

1.3.3 Implicancias Prácticas

Este sistema será de utilidad para la empresa Backus y Johnston al reducir los consumos de energía térmica en el área de cocimiento, mediante la un sistema de precalentamiento de mosto para la reducción del consumo de energía térmica en el proceso de cocción en la empresa Backus y Johnston planta cusco – 2019.

1.3.4 Valor teórico

La implementación del sistema en la empresa Backus y Johnston genera diversos criterios para evaluar el correcto funcionamiento de un intercambiador de calor. La aproximación de la diferencia de temperatura para el análisis de intercambiadores de calor, es útil cuando las temperaturas de entrada y salida son conocidas o se pueden determinar con facilidad. En estos casos, la diferencia de temperatura se calcula fácilmente, el flujo de calor, el área de la superficie, o el intercambio de calor pueden determinarse, es de gran importancia para la empresa debido a que de acuerdo a los volúmenes de producción, la marca que más se produce en la empresa Backus & Johnston Planta Cusco es la cerveza Pilsen Callao, por lo que, reducir el consumo de energía térmica tendría un mayor peso dentro de los niveles de eficiencia y en consecuencia, el trabajo realizado favorecería positivamente en los indicadores de consumo de energía.



1.4 Delimitación del Estudio

1.4.1 Delimitación Espacial

El presente trabajo se va a realizar en la planta cervecera de Cusco, en el área de cocimiento.

1.4.2 Delimitación Temporal

La presente investigación se realizó en un periodo de 8 meses, dentro del periodo de Enero a Setiembre del 2019.

1.5 Objetivo de la investigación

1.5.1 Objetivo General

Implementar un sistema de precalentamiento de mosto para la reducción del consumo de energía térmica en el proceso de cocción en la empresa Backus y Johnston planta cusco – 2019.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Reducir el consumo de agua implementando un sistema de precalentamiento de mosto en el proceso de cocción en la empresa Backus y Johnston planta cusco – 2019.
- Reducir el consumo de energía eléctrica implementando un sistema de precalentamiento de mosto en el proceso de cocción en la empresa Backus y Johnston planta cusco – 2019.



- Reducir el consumo de petróleo implementando un sistema de precalentamiento de mosto en el proceso de cocción en la empresa Backus y Johnston planta cusco – 2019.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedente local

Título 1: Innovación e implementación de un intercambiador de calor para aumentar la producción de aceites esenciales en la planta flor vital del cusco.

Autores: Holguín Donny

Universidad: Andina del Cusco

Facultad: De ingeniería industrial 2014

Resumen: La iniciativa de la innovación tecnológica nace en la inquietud de mejorar la producción de aceites esenciales en la destiladora industrial para este efecto se determinó en hacer pruebas experimentales de destilación con una destiladora de menor escala, para fines de precisión se hicieron dos pruebas experimentales con cada uno de los condensadores teniendo en total 8 pruebas experimentales para analizar

Conclusiones:

- Se determinó que con un intercambiador de calor se tendrá una mayor producción de aceites esenciales en la planta Florvital del cusco, medido en todos los parámetros e indicadores propuestos en la tesis se determinó exitosamente que las pruebas



experimentales que el condensador 1 tiene mejores condiciones de adaptabilidad en el proceso.

- Todos los estudios de operaciones unitarias y transferencia de calor no se ajustan al diseño y creación de intercambiador de calor, debido a la falta de datos exactos de estados físicos de la materia dentro de la maquinaria y la instrumentación que no se encuentra en nuestro medio.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Titulo 1

Determinación del ahorro energético a partir de la recuperación del vapor condensado en una empresa de papel tisú.

Autores: Froilán Arturo Suárez Cabellos

Universidad: Nacional Agraria la Molina

Facultad: De Ciencias Forestales 2015

Resumen: Para la realización del presente estudio se tomó información histórica correspondiente al desempeño del caldero, máquina papelera y sistema de vapor durante 30 días de operación de una máquina papelera, en una fábrica de papel tissue ubicada en la provincia constitucional del Callao, Perú. El objetivo general fue determinar el ahorro energético del sistema de vapor con la recuperación del vapor condensado, el cual permitió realizar un análisis económico en el área de estudio. Primero, se realizó el análisis energético del sistema inicial de vapor, el cual se caracteriza por descargar el vapor condensado proveniente de la máquina papelera al tanque de alimentación del caldero y que ventea vapor flash, o instantáneo, a la atmósfera. Luego, se determinó el calor total generado por el sistema final de vapor, el cual reingresa el vapor condensado directamente al caldero. Para determinar



la existencia de una diferencia significativa entre los calores totales generados por ambos sistemas se realizó la prueba de Wilcoxon para diferencia de medias relacionadas, determinándose una diferencia. Finalmente, se realizó un análisis económico del ahorro energético concluyendo que la cantidad de calor ahorrado en promedio es de $6,82 \times 10^5$ de kJ/h representando un valor económico promedio de $8,8 \times 10^4$ dólares/año. Este valor representa un ahorro del 19,87 por ciento en el consumo de gas natural para la producción de papel tissue y del 1,39 por ciento con respecto al costo total del mismo.

Conclusiones:

- El sistema final de vapor determina que la recuperación del vapor condensado beneficia al ahorro energético del vapor usado en el proceso de secado de papel tissue.
- La instalación de la bomba centrífuga vertical multi-etápica permite la recuperación de calor que anteriormente era liberado a la atmósfera como vapor flash.
- La diferencia encontrada entre los calores totales generados por el sistema inicial y final, del presente estudio, es altamente significativa.
- La recuperación del vapor condensado permite un ahorro económico en el consumo de combustible, lo que repercute en la disminución del costo total de producción de papel tisú.

Título 2

Diseño de intercambiador de calor de tubo y coraza para ampliación de capacidad en la producción de cal hidratada – cal & cemento sur s.a

Universidad nacional del Altiplano

Autor: Fredy Huanca Butrón



Facultad: Ingeniería Mecánica Eléctrica 2016

Resumen: Las inversiones mineras en las principales empresas de nuestro país en estos últimos años han sido de gran importancia y magnitud, colocando al Perú en las primeras posiciones debido a la gran demanda de mineral (cobre) que se exporta al mercado mundial. Como resultado de las ampliaciones mineras han generado la demanda de cal hidratada para sus procesos mineros, siendo CAL & CEMENTOS SUR SA, principal productor y proveedor de cal hidratada, donde se presentó el inconveniente de abastecimiento debido a la capacidad instalada de cal hidratada en sus operaciones limitada, para lo que se propone la ampliación del mismo en base a la transferencia de calor aplicada en el PUGMILL para una reacción exotérmica, se presenta el intercambiador de calor de tubo y coraza para bajo costo de operación y bajos costos de mantenimiento.

Conclusiones:

Primero: De los resultados obtenidos, podemos afirmar que el diseño propuesto para calentar agua con vapor de agua proveniente de la chimenea del hidratador PUGMILL es óptimo, pues se cumple con todas las condiciones de cálculo y restricciones. Queda de esta manera según el modelo matemático demostrado que es posible el calentar agua con vapor de agua y además la mitigación de vapor proveniente de la chimenea, también queda demostrada la resistencia estructural mediante cálculo matemático del soporte del tanque de agua.

Segundo: Al realizar el incremento de capacidad de cal hidratada, este se verá reflejado en los sistemas de transporte, pues la capacidad de transporte deberá incrementarse, para tal fin la empresa CAL & CEMENTO SUR SA previendo este incremento en la producción de cal hidratada, ya realizó las modificaciones para incrementos de capacidades respectivos en transportadores helicoidales, elevador de cangilones, zaranda vibratoria y aumento de otro



silo de almacenamiento según lo mostrado en las figuras mostradas en el anexo. Este incremento de capacidad de producción ayudara a sostener los despachos solicitados por las principales unidades mineras del sur del país.

2.1.3 Antecedentes internacionales

Título 1

Efecto de la presión del vapor sobre el intercambio de calor por convección Ubre.

Universidad: autónoma de nuevo león

Autor: Jesús Luis de la torre Saldaña

Facultad: Ingeniería Mecánica Eléctrica 2011

Resumen:

Debido a la gran cantidad de sistemas donde ocurre la condensación, es importante el estudio de los factores que la afectan, donde uno de los más importantes es la presión del vapor que se desea condensar El motivo primordial de la tesis que aquí presento es el estudio del efecto de la presión del vapor sobre la condensación y por consecuencia también sobre el intercambio de calor por convección libre laminar, la condensación de vapores es un fenómeno muy importante en la ingeniería y todos los estudios que se hagan sobre ella podrán, en un determinado momento, mejorar el diseño y la eficacia de los sistemas en los cuales ocurre la condensación

Conclusiones:

- Las conclusiones que se originan con lo obtenido en el capítulo anterior, son las siguientes: al elevar la presión del vapor, se obtiene mayor flujo de condensado, mayor flujo de calor desde el vapor hacia el agua de enfriamiento y el coeficiente de



intercambio de calor local por convección en la condensación aumenta haciendo que los sistemas en los cuales ocurre la condensación aumenten su eficiencia.

- También se concluye que la presión de saturación del vapor es el factor más importante en la determinación de la velocidad máxima de condensación, cuando la presión del vapor es alta, también lo es la velocidad máxima de condensación.
- Ahora con respecto al sistema usado para hacer los experimentos se concluye que es bastante importante tenerlo estable en cada prueba para obtener lecturas que sean efectivas para cualquier estudio que se vaya a efectuar y principalmente para realizar estudios sobre los temas de transferencia de calor por convección libre y forzada con sus variantes de tipo de flujo como son los laminares, los mixtos y los turbulentos.

2.2 Aspectos Teóricas

2.2.1 Sistema de transferencia de calor

2.2.1.1 Transferencia de calor:

La ciencia del intercambio de calor está relacionada entre cuerpos calientes y fríos llamados fuente y receptor. Cuando se vaporiza una libra de agua o se condensa una libra de vapor, el cambio de energía en los dos procesos es idéntico. La velocidad a la que cualquiera de estos procesos puede hacerse progresar con una fuente o receptor independiente es, sin embargo, inherentemente muy diferente. Generalmente, la vaporización es un fenómeno mucho más rápido que la condensación. (Kern, 1999)

2.2.1.2 Mecanismos de la transferencia de calor:

Hay tres formas diferentes en las que el calor puede pasar de la fuente al receptor, aun cuando muchas de las aplicaciones en la ingeniería son combinaciones de dos o tres. Estas son:



- **Conducción:** ocurre cuando el calor se transmite de un cuerpo a otro con diferente temperatura a través del mero contacto, sin que ocurra un desplazamiento de materia.
- **Convección:** Se produce a través del movimiento de partículas de la sustancia que transmite el calor, por lo que deberá tratarse siempre de un fluido (líquido o gas), ya sea por movimiento natural o forzado.
- **Radiación:** Ocurre cuando el calor se transmite entre dos sólidos de distinta temperatura sin que exista entre ellos ningún punto de contacto ni un sólido conductor. El calor se transmite en emisión de ondas electromagnéticas a la velocidad de la luz.

2.2.1.3 Teorías del calor:

El estudio del intercambio de calor se facilitará grandemente mediante una cabal comprensión de la naturaleza del calor. Sin embargo, esta es una ventaja que no está fácilmente disponible para estudiantes de transferencia de calor o termodinámica, ya que se han descubierto muchas manifestaciones del calor, lo que ha medido que una teoría simple las cubra a todas ellas. Las leyes que pueden aplicarse a transiciones de masa pueden ser inaplicables a transiciones moleculares o atómicas, y aquéllas que son aplicables a las bajas temperaturas pueden no serlo a las temperaturas altas. Para propósitos de ingeniería es necesario comenzar el estudio con información básica acerca de unos cuantos fenómenos.

Las fases de una sustancia simple, sólida, líquida y gaseosa, están asociadas con su contenido de energía. En la fase sólida, las moléculas o átomos están muy cercanos, dando esto rigidez. En la fase líquida existe suficiente energía térmica para extender la distancia de las moléculas adyacentes, de manera que se pierde la rigidez. En la fase de gas, la presencia de energía térmica adicional resulta en una separación relativamente completa de los átomos o moléculas, de manera que pueden permanecer en cualquier lugar de un espacio cerrado.



También se ha establecido que, dondequiera que ocurra un cambio de fase fuera de la región crítica, se involucra una gran cantidad de energía en esa transición (Kern, 1999)

2.2.1.4 Intercambiador de calor:

Es un radiador diseñado para transferir calor entre dos fluidos, o entre la superficie de un sólido y un fluido en movimiento. Son elementos fundamentales en los sistemas de calefacción, refrigeración, acondicionamiento de aire, producción de energía y procesamiento químico, además de en aparatos de la vida cotidiana:

Como calentadores, frigoríficos, calderas, ordenadores, el radiador del motor de un automóvil, etc. (Kern, 1999)

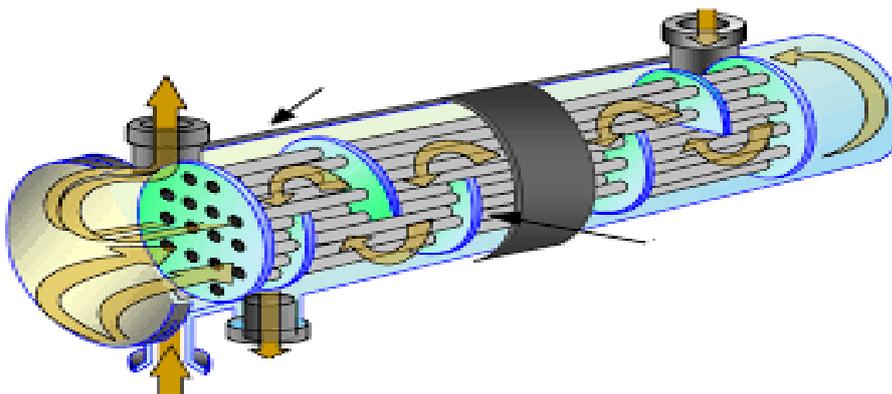


figura 1. Intercambiador de calor de tubos horizontales

2.2.2. Energía térmica

Es la energía que se libera en forma de calor La energía térmica (también llamada energía calorífica o energía de calor) se produce cuando un aumento en la temperatura hace que los átomos y las moléculas se muevan más rápido y colisionen entre sí.



figura 2. Planta térmica

La energía calorífica es la energía que proviene de la sustancia calentada. Cuanto más caliente es la sustancia, más se mueven sus partículas y mayor es su energía calorífica.

2.2.2.1 Temperatura

La temperatura de un objeto tiene que ver con qué tan frío o caliente está, medida en grados Celsius ($^{\circ}\text{C}$). La temperatura también se puede medir en una escala Fahrenheit, llamada así por el físico alemán Daniel Gabriel Fahrenheit (1686-1736). Se denota con el símbolo 'F'. En la escala Fahrenheit, el agua se congela a 32°F y hierve a 212°F . En escala Celsius, el agua se congela a 0°C y hierve a 100°C . (Felipe, 2013)

2.2.2.2 Características de la Energía Térmica

- La energía térmica es una parte de la energía total de cualquier objeto.



- El joule es la unidad utilizada para medir la energía térmica.
- A diferencia de otras formas de energía, la energía térmica es difícil de convertir a otras formas de energía.
- Cuando la energía térmica se transfiere desde o hacia un objeto, se llama calor.
- La energía térmica está relacionada con la temperatura de un objeto.
- A diferencia de otras formas de energía, la cantidad de energía térmica no depende de la cantidad de trabajo que realiza un objeto.
- Aunque no fue el primero en usar el término energía térmica, James Joule recibe el crédito por ser el primero en hablar sobre la pérdida y la ganancia de calor.
- Cuando agrega hielo a una bebida caliente, parte de la energía térmica de las bebidas se transfiere al hielo, lo que hace que la bebida se enfríe.
- El calor y la temperatura no son lo mismo porque la temperatura está relacionada con que tan caliente o frío es.
- La energía térmica se intercambia de tres maneras: convección, conducción y radiación.
- Los conductores, como los metales, son objetos que permiten que la energía térmica se mueva fácilmente a través de ellos.

2.2.2.3 Transferencia de la Energía Térmica

El calor se puede transferir de una partícula a otra o de un objeto a otro de tres maneras diferentes.

- Transferencia de calor por conducción.
- Transferencia de energía térmica por convección.
- Transferencia de energía calorífica por radiación



2.2.2.4 Cantidad de calor transferida en intervalos cortos

La capacidad calorífica específica o calor específico, c , de un cuerpo es la energía necesaria la temperatura de 1 kg de dicho cuerpo. Sus unidades son el J/kg °C o el J/kg K.

Tabla 2. Capacidades caloríficas

TABLA DE CAPACIDADES CALORÍFICAS ESPECÍFICAS	
SUSTANCIA	CAPACIDAD CALORÍFICA ESPECÍFICA (J/Kg °C)
Aluminio	910
Cobre	386
Hierro	447
Oxígeno	920
Agua	4180
Hielo	2100
Plomo	128

2.2.2.5 El calor latente

Se establece a la temperatura a la que se produce el cambio de estado, y aquella depende de la presión y de la naturaleza de la sustancia de que se trate. Por ello, en las tablas donde se recogen los datos de calores I latentes figura siempre la presión a la que se ha realizado la medición.

2.2.2.6 Experimento de joule

Joule diseñó un dispositivo como el que se representa en el dibujo, con el que demostró la equivalencia entre calor y trabajo. Dejó caer unos pesos desde una altura determinada. Los pesos, al precipitarse, provocan el movimiento de unas paletas dentro de un recipiente lleno de agua y aislado térmicamente del exterior. El científico inglés dedujo el calor producido en el líquido midiendo el aumento de temperatura, repitió el experimento 7 veces y hizo las correspondientes medidas de la variación de temperatura del agua por el efecto del giro de las paletas.

2.2.2.7 Máquina térmica

Las máquinas térmicas disponen de un foco caliente (caldera) y de un foco frío (condensador o refrigerante). Mediante una cantidad de calor transferida por el foco caliente, la máquina produce un trabajo, W y reintegra una cantidad de calor al foco frío. La diferencia, constituye la energía útil; por lo tanto el rendimiento teórico de una máquina térmica es:

Una máquina térmica es un dispositivo que puede transformar energía térmica en otras formas de energía, como la eléctrica o la mecánica. (Felipe, 2013)

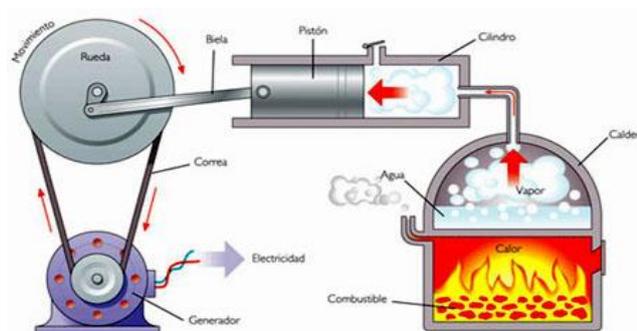


figura 3. Máquina a vapor



2.2.3 Petróleo

Para Felipe (2013), el petróleo es una sustancia aceitosa que tiene origen en compuestos orgánicos, principalmente por hidrogeno y carbono, de origen fósil y se encuentra dentro de las formaciones geológicas de la tierra. Hace parte de la familia de los hidrocarburos, de la que también hace parte el gas natural.

Los yacimientos se encuentran en trampas geológicas que son estructuras entre las capas estratigráficas en donde se formó a través de la degradación de materia orgánica este compuesto. El petróleo según su densidad se clasifica en liviano, pesado, extra pesado e hidrocarburos no convencionales, dicha clasificación la definió el instituto americano de petróleo dentro de una medida estándar que son los grados api. Entre más grados api tenga el petróleo extraído es más fácil refinarlo y por ende su precio es mayor, dicha medida oscila entre los 8 o 10 grados api que es crudo extra pesado a más de 31 grados api que es el rango para el crudo liviano (Felipe, 2013).

2.2.3.1 Historia

El uso del petróleo se remonta a su papel como lubricante y con fines medicinales y místicos en las tribus nativas, como lo narran en diferentes partes del mundo, es Gonzalo Jiménez de Quesada quien documentó el uso dado al “aceite negro” por parte del pueblo indígena de los Yariguies. Investigaciones científicas que exploraron usos diferentes del recurso. Es así como en Rusia se desarrolla una tecnología de perforación en Bakú, capital de azerbaiyan en el año de 1846; y a su vez EE.UU. investigó desde la universidad de Yale el potencial energético del petróleo, por lo que usando técnicas de perforación diseñadas por los chinos para la explotación de pozos de sal comenzó a desarrollar la industria petrolera en cabeza del empresario Edwin Drake (Felipe, 2013).



2.2.3.2 El petróleo Como recurso Geoestratégico

El análisis económico de la producción ha tenido limitaciones en la integración del gasto energético para la elaboración de la mercancía, más aun en los albores del siglo xxi donde se viene interconectando un sistema de movilidad mundial de la producción en una carrera contra el tiempo.

Sin la máquina de vapor, la revolución industrial no hubiera existido. el desarrollo tecnológico permitió una reconversión tecnológica no solo en la aparición de nuevas mercancías sino fundamentalmente transformando el uso de la energía en el proceso de producción. Con el desarrollo de la industria petrolera se incrementa dicho avance tecnológico, convirtiéndose desde entonces en el patrón energético fundamental para la humanidad y a su vez, el uso del petróleo como materia prima en la elaboración de más de 3000 derivados en su cadena productiva: plásticos, telas, materiales de construcción, fertilizantes, pesticidas y hasta cosméticos son derivados del petróleo. la industria petrolera fue pionera de la revolución verde, y por ende del cambio de técnicas agrícolas en aras de aumentar la productividad mundial de alimentos, haciendo de la agricultura una actividad dependiente de la explotación de petróleo. El consumo de petróleo en el mundo viene en aumento en la actualidad, a pesar de la crisis económica en estados unidos y la eurozona, y de los altos precios que se registran por el comienzo del agotamiento de crudo liviano y tensiones geopolíticas enmarcados por la amenaza latente de un conflicto bélico en Medio Oriente (Felipe, 2013).



2.2.3.3. Impactos sociales y ambientales de la industria petrolera

Se podría plantear que existen diversos impactos sociales y ambientales de la industria petrolera, una matriz común sistematizada según la fase de explotación del recurso y otros impactos específicos según las condiciones sociales y ambientales del territorio (Felipe, 2013)

Encontramos en ese sentido, por ejemplo, que en las zonas con mayor concentración de la tierra los impactos sentidos por parte de las comunidades generan más expectativas en la parte laboral que en la misma situación ambiental, porque existe una clase trabajadora asalariada en actividades agrícola distribuida en las tareas de cosecha y ganadería. Mientras que en zonas minifundistas, donde existen una tradición campesina fuerte alrededor de la producción familiar, la mayor preocupación termina siendo las condiciones ambientales del territorio, el cuidado del agua y de la tierra e incluso de su cultura como componentes fundamentales en su forma de vida. En ese sentido podemos decir que los impactos y la importancia dada por parte de las comunidades radica en la evolución histórica de las relaciones sociales que se tejen en el territorio y que constituyen en sí los pilares de la identidad territorial, cimentada no solo en las relaciones económicas de la producción, sino además en la definición de un código común alrededor de las relaciones humanas con la naturaleza. Cada vez que se caracterizan los diferentes impactos de la industria petrolera por fase de producción, en términos sociales y ambientales, queda la sensación que son fenómenos inconexos, cuando inciden plenamente en todas las dimensiones del territorio y por ende, de las comunidades locales.

2.2.3.4. Histórica producción del petróleo

El millón de barriles se ha logrado en un 82 por ciento mediante los antiguos contratos de asociación, mientras que los contratos de concesión, después de diez años, solo aportan un 12 por ciento de la producción. Estas cifras contradicen dos argumentos:



- Que el aumento de producción se ha debido a la “flexibilización” del contrato de concesiones

- Que era necesario desplazar a Ecopetrol para garantizar una mayor competitividad en el mercado.

Por otra parte, el crecimiento de las exportaciones ha venido en crecimiento a partir del 2009 ha sido petrodependiente en más del 54% del total de dicho escenario, sumado con la permanente revaluación económica, ha abierto el debate nacional sobre los impactos que este tipo de bonanzas fiscales puedan causar alrededor de otras actividades económicas en relación con el fenómeno de la enfermedad holandesa (Felipe, 2013).

2.2.4 Electricidad

La electricidad tiene su origen en el movimiento de una pequeña partícula llamada electrón que forma parte del átomo. El átomo es la porción más pequeña de la materia y está compuesto por un núcleo donde se encuentran otras partículas, como los protones (Con carga eléctrica positiva) y los neutrones (sin carga). Alrededor del núcleo giran en órbita los electrones, que tienen carga negativa y hay tantos electrones como protones, por lo que el átomo se encuentra equilibrado eléctricamente. Un átomo puede tener muchos electrones, situados en órbitas que giran alrededor del núcleo. Hay fenómenos que consiguen arrancar electrones de las órbitas externas del átomo, quedando entonces depositado un exceso de cargas negativas (el átomo se convierte así en un ion positivo) (SEAT, 2016).

Al producirse el abandono de un electrón de su órbita queda en su lugar un “hueco” el cual atraerá a un Electrón de un átomo contiguo, de este modo se desencadena una cascada de electrones arrancados de otros átomos contiguos para ir rellenando huecos sucesivos, y así se produce una circulación de electrones. La fuerza que obliga a los electrones a circular por un



conductor depende de la diferencia de electrones existentes en los extremos de ese conductor. Si en un extremo se tienen muchos electrones mientras que en el otro apenas hay, aparecen aquí huecos.

La tendencia natural es que se produzca una circulación de electrones hacia el extremo donde hay huecos, para alcanzar así un equilibrio. La diferencia existente en el número de electrones entre un extremo y otro, y que determina la “fuerza” con la que circulan, recibe el nombre de diferencia de tensión, lo que significa. Que cuanto mayor tensión exista en los extremos de un conductor mayores también el número de electrones que hay dispuestos en un lado para desplazarse hacia el otro (SEAT, 2016).

2.2.4.1 Origen de la electricidad

Los fenómenos que consiguen arrancar electrones y establecer una corriente pueden ser de diverso origen:

Térmico: los termopares son la unión de dos metales con diferente potencial termoeléctrico que al ser calentados generan corriente.

Piezoeléctrico: la deformación física experimentada por un cristal de cuarzo genera corriente en los extremos del mismo.

Fotoeléctrico: al incidir la luz indeterminados compuestos de silicio se desprenden electrones, y se establece una corriente.

Magnético: por inducción magnética sobre un conductor se genera corriente, tal es el caso de la dinamo, el alternador, la magneto, etc.

Químico: la reacción química de dos compuestos puede originar el desprendimiento de electrones y la circulación de corriente, es el caso de las pilas y baterías (SEAT, 2016).



2.2.4.2 Potencia eléctrica

La potencia se define como la energía o trabajo consumido o producido en un determinado tiempo. En los circuitos eléctricos la unidad de potencia es el vatio (W) y su definición está relacionada con la tensión aplicada y la intensidad que circula por un circuito: se dice que un vatio es la energía (trabajo) que libera un amperio en un circuito con una tensión de un voltio (SEAT, 2016).

2.2.4.3 Corriente continua y alterna

La corriente continua (c.c.) es producida por generadores que siempre suministran la corriente en la misma dirección; tal es el caso de dinamos, células fotoeléctricas, pilas, etc. En el automóvil se utiliza corriente continua porque puede almacenarse en la batería garantizando así su disponibilidad cuando se precise. La corriente continua no varía su valor en función del tiempo: en la pantalla de un osciloscopio aparece como una línea horizontal referenciada a un nivel de cero voltios (línea de masa). La distancia de la línea de tensión a la línea de masa indica la magnitud (amplitud) de la tensión (SEAT, 2016).

La corriente alterna (c.a.) no puede almacenarse en baterías, pero es mucho más fácil y barata de producir gracias a los alternadores. La corriente alterna cambia de polaridad cíclicamente siendo alternativamente positiva y negativa respectivamente. La forma de onda depende del generador que la produce, pero siempre hay una línea de cero voltios que divide a la onda en dos picos simétricos. Las características de la corriente alterna son: la frecuencia (ciclos en un segundo) y la tensión de pico a pico; aunque suele utilizarse el valor de tensión eficaz (SEAT, 2016).



2.2.5 Agua

El agua es un recurso natural limitado y un bien público fundamental para la vida y la salud. El derecho humano al agua es indispensable para vivir dignamente y es condición previa para la realización de otros derechos humanos. El Comité ha constatado constantemente una denegación muy generalizada del derecho al agua, tanto en los países en desarrollo como en los países desarrollados. Más de 1.000 millones de personas carecen de un suministro suficiente de agua y varios miles de millones no tienen acceso a servicios adecuados de saneamiento, lo cual constituye la principal causa de contaminación del agua y de las enfermedades relacionadas con el agua.

La polución incesante, el continuo deterioro de los recursos hídricos y su distribución desigual están agravando la pobreza ya existente deben adoptar medidas eficaces para hacer efectivo el derecho al agua sin discriminación alguna, como se establece en la presente observación general.

La escasez del agua en el mundo se ha convertido en una de las mayores amenazas de la humanidad y la causa de múltiples tensiones y conflictos. Las disputas regionales por las fuentes de agua se incrementan. Al ser esenciales para la supervivencia y el desarrollo, a veces, las reservas de agua dulce han sido el origen de controversias y conflictos, aunque también son motivo de cooperación entre quienes comparten los recursos hídricos.

Las negociaciones sobre la asignación y la gestión de los recursos hídricos se han vuelto más frecuentes a medida que aumenta la demanda del preciado elemento. Incluso las cuestiones relativas al agua tienen repercusiones importantes en materia de género pues en los países en desarrollo las mujeres suelen ser las encargadas de acarrear el agua y, según las estimaciones, anualmente las mujeres y las niñas invierten 10 millones de años persona en el transporte de



agua desde fuentes lejanas. También ellas tienden a sufrir las peores consecuencias de la falta de saneamiento.

Los expertos estiman que antes de 50 años, unos 2.500 millones de personas sufrirán la escasez que hoy día ya se están experimentando en muchas regiones de nuestro planeta.

El agua es el elemento más importante en la Tierra: el 71% de nuestro Planeta es agua pero el 97.5% de los recursos hídricos es agua salada. El volumen total de agua es de aproximadamente 1.400 millones de km³, de los cuales sólo el 2,5%, o alrededor de 35 millones de km³, corresponde al agua dulce. (Ercilio, Rodrigues, & Cabel, 2005)

2.2.5.1. Ubicación y distribución

La mayor parte del agua dulce (68.7%) se presenta en forma de hielos perennes o nieves eternas, ubicados en la región antártica y en Groenlandia, o en profundos acuíferos de aguas subterráneas. Las principales fuentes de agua para uso humano son los lagos, ríos, la humedad del suelo y cuencas de aguas subterráneas relativamente poco profundas. La parte aprovechable proveniente de esas fuentes es aproximadamente de sólo 200.000 km³ de agua, es decir menos del 1 por ciento del total de agua dulce y sólo el 0,01 por ciento de toda el agua del planeta. La gran parte de esa agua disponible está ubicada lejos de las poblaciones humanas, lo que complica aún más las cuestiones relativas al aprovechamiento del agua (Ercilio, Rodrigues, & Cabel, 2005).

2.2.5.2 Cambios climáticos y su impacto en las reservas de agua

Las variables climáticas han cambiado en los últimos 100 años, la temperatura promedio global del planeta se ha incrementado en 0.6°C, la extensión de los glaciares se ha reducido en 10% y los niveles del mar han subido entre 10 y 20 centímetros.



También se ha observado una mayor frecuencia e intensidad en la ocurrencia del Fenómeno del Niño y de las sequías en Asia y Africa. Los impactos potenciales del cambio del clima serán probablemente severos. A nivel global se espera que las temperaturas y los niveles del mar se incrementen y que haya una mayor frecuencia de eventos de climas extremos, como es el Fenómeno del Niño. A nivel más específico, se espera que algunos ecosistemas no serán capaces de afrontar este cambio, debido principalmente a la exacerbación de la frecuencia y la magnitud de las sequías en algunas partes de la tierra y en consecuencia la producción de alimentos y fuentes de agua se verán afectados (Ercilio, Rodrigues, & Cabel, 2005).

2.2.5.3 Disponibilidad de los recursos hídricos en América Latina y El Caribe

Estimaciones actuales indican que América Latina y el Caribe reciben un promedio de 1,556 milímetros de precipitación anual (equivalente a 31,8 kilómetros cúbicos), considerablemente más que cualquier otra región del mundo. Los recursos hídricos Sudamérica es la subregión más rica en recursos hídricos renovables en América Latina y el Caribe: concentra un 29% del total mundial. En el uso industrial el agua se emplea principalmente para refrigeración y producción de vapor y como insumo industrial. Las industrias predominantes son de productos alimenticios y afines; bebidas y afines; tabaco, textiles prendas de vestir, etc. La mayor concentración de industrias se encuentra, principalmente en la región Costa (se estima en 42,000 industrias en 1995) siendo la vertiente del Titicaca la de menor concentración (Ercilio, Rodrigues, & Cabel, 2005)

En el uso industrial el agua se emplea principalmente para refrigeración y producción de vapor y como insumo industrial. Las industrias predominantes son de productos alimenticios y afines; bebidas y afines; tabaco, textiles prendas de vestir, etc. (Ercilio, Rodrigues, & Cabel, 2005).



2.2.6 Software SCADA WINCC

El acrónimo SCADA viene del inglés “Supervisor y Control And Data Adquisición”. Los SCADA son programas de Software instalable en los equipos, normalmente servidores, que cumplan los requisitos especificados para ello. Un usuario de una planta automatizada podrá ver y controlar desde él todos aquellos equipos integrados en el sistema.

Esto se traduce en que un sistema de este tipo tiene como finalidad supervisar y controlar remotamente una instalación, pudiendo integrar datos recogidos desde diferentes sensores, autómatas (PLCs) y equipos mediante diferentes protocolos en un solo lugar. Estas lecturas se realizan en tiempo real y tienen la posibilidad de historizarse. Además, los SCADAs aportan otras funcionalidades como se verá más adelante.

Se trata de una capa intermedia entre los sistemas de control al que pertenecen los PLCs que controla, y los MES, los cuales incluyen además gestión de la producción y stock

Entre otros, por lo que encuentran un escalón por encima de los SCADA y cubren otro tipo de necesidades.



figura 4. Pirámide de automatización



Los SCADAs son cada vez más utilizados en el ámbito industrial, pero en los últimos años también se han extendido entre empresas del sector farmacéutico, energético y alimentario entre otros.

Entre los fabricantes de este tipo de software se encuentran Siemens, con su WinCC y el nuevo WinCC Open Architecture, el Citect de Schneider o Wonderware.

¿Qué nos permite hacer?

Además de las lecturas y escrituras de datos el SCADA nos permite:

1. Activar alarmas cuando se den ciertas circunstancias.

Estas activaciones pueden llevar consigo la realización de otra acción. Por ejemplo, si una temperatura se sale del rango permitido, se puede programar el envío de un correo electrónico o sms.

2. Historizar valores

Además de las lecturas en tiempo real, se pueden elegir aquellas variables de las que se quiere tener el histórico con todos los valores que han tenido éstas. También se puede configurar la frecuencia con la que se archivan estos valores, así como elegir si el valor que se quiere archivar es el existente en ese momento, el máximo de un intervalo de tiempo o una media de valores.

3. Graficar valores

Todos los datos, historizados o no, pueden representarse mediante gráficas y tablas. Un posible caso de uso sería la elaboración de un informe, teniendo la posibilidad de imprimirlo desde el propio software.



4. Restringir y registrar los accesos

El SCADA permite asignar permisos a los botones, lo que puede resultar útil si queremos que un empleado o usuario del sistema tenga acceso limitado de visualización o manipulación de datos. Por otra parte, también se puede llevar un registro de aquellos usuarios que inician sesión en el SCADA.

5. Registrar las escrituras

Además de limitar las personas que pueden realizarlas, es posible registrar el momento y la persona que la lleva a cabo.

Realizar acciones sobre el ordenador/servidor

Desde el SCADA se pueden realizar acciones como ejecutar un archivo o reiniciar el equipo. Esto tiene sentido ya que muchas veces el equipo desde el que se va a realizar la visualización del SCADA no es aquel donde está instalado.

Funciones de importación y exportación con otras herramientas como Microsoft Excel

Creación de recetas (conjuntos de variables con una estructura de datos fija que según sus valores permiten fabricar diferentes productos utilizando la misma línea de producción).

Algunos permiten la instalación de un navegador en el ordenador con el que se desea acceder al SCADA haciendo que el acceso remoto sea directo a él y no a una cuenta en el sistema operativo del servidor.

2.3 Definiciones conceptuales.

1. Eficiencia:

- Capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado.



- La eficiencia es la cantidad mínima de inputs (horas-hombre, capital invertido, materias primas, etc.) para obtener un nivel o grado de datos de outputs (ganancias, objetivos cumplidos, productos, etc.).

2. Efectividad:

- Capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera.
- Realidad, validez.

3. Productividad:

- Capacidad o grado de producción por unidad de trabajo, superficie de tierracultivada, equipo industrial, etc.
- Relación entre lo producido y los medios empleados, tales como mano de obra, materiales, energía.
- Es la relación entre la producción obtenida y los recursos utilizados para obtenerla.
- Es la relación que existe entre los insumos y los productos de un sistema productivo, a menudo es conveniente medir esta relación como el cociente de la producción entre los insumos. ‘Mayor producción, mismos insumos, la productividad mejora’ o también se tiene que ‘Menor número de insumos para misma producción, productividad mejora.’

4. Innovación:

Toda actividad, fabricación o cambio que intervenga o aporte a la mejora de procesos en materia de: Seguridad, Calidad, Rapidez y/o Costos.

2.3.1 Marco empresarial

2.3.1.1 Generalidades

Unión de Cervecerías Peruanas Backus y Johnston S.A.A se dedica principalmente a la elaboración, envasado, venta y distribución de cerveza, aguas minerales y gaseosas



La Empresa la lidera el Grupo Backus, cuyos orígenes datan del año 1889. Este Grupo se ha consolidado como el mayor productor de cerveza en el Perú a través de numerosas fusiones y adquisiciones de empresas dedicadas a la producción de cerveza y otras bebidas, como el caso de la compra de la Compañía Nacional de Cerveza (CNC) en 1994 y Compañía Cervecería del Sur (Cervesur) en el 2000, además de otras empresas con actividades relacionadas. En setiembre 2006 Backus acordó la fusión por absorción entre UCPBJ (Unión de Cervecerías Peruanas Backus y Johnston) y diversas subsidiarias.

Actualmente Backus es la empresa líder de la industria cervecera en el Perú. Cuenta con 5 plantas de producción de cerveza descentralizadas ubicadas en Lima (Ate), Arequipa, Cusco, Motupe y Pucallpa; además de una Maltería y una planta de agua mineral. Cuenta también con una participación cercana al 95% del mercado nacional de cervezas, con un portafolio de marcas nacionales e internacionales muy bien segmentadas, que buscan satisfacer a los consumidores en los más de 180,000 puntos de venta a lo largo de todo el país. La Planta Cusco con una producción de 1.2 millones de hectolitros anuales, produce marcas líderes como: Cristal, Pilsen Callao, Cusqueña Dorada, Cusqueña Trigo; cada uno de estos productos en diferentes presentaciones como se muestra.

2.3.2 Descripción del producto

Cerveza clara.

2.3.2.1 Descripción general

Bebida alcohólica carbonatada, obtenida a través del proceso de fermentación natural controlada con cepas de levadura cervecera (*Saccharomyces Cerevisiae*). A partir del mosto cervecero preparado por cocción en agua de proceso, de maltas seleccionadas molidas y adjuntos cerveceros (gritiz de maíz), al cual se adiciona extractos naturales o pellets de las flores del lúpulo (*Humulus lupulus*).

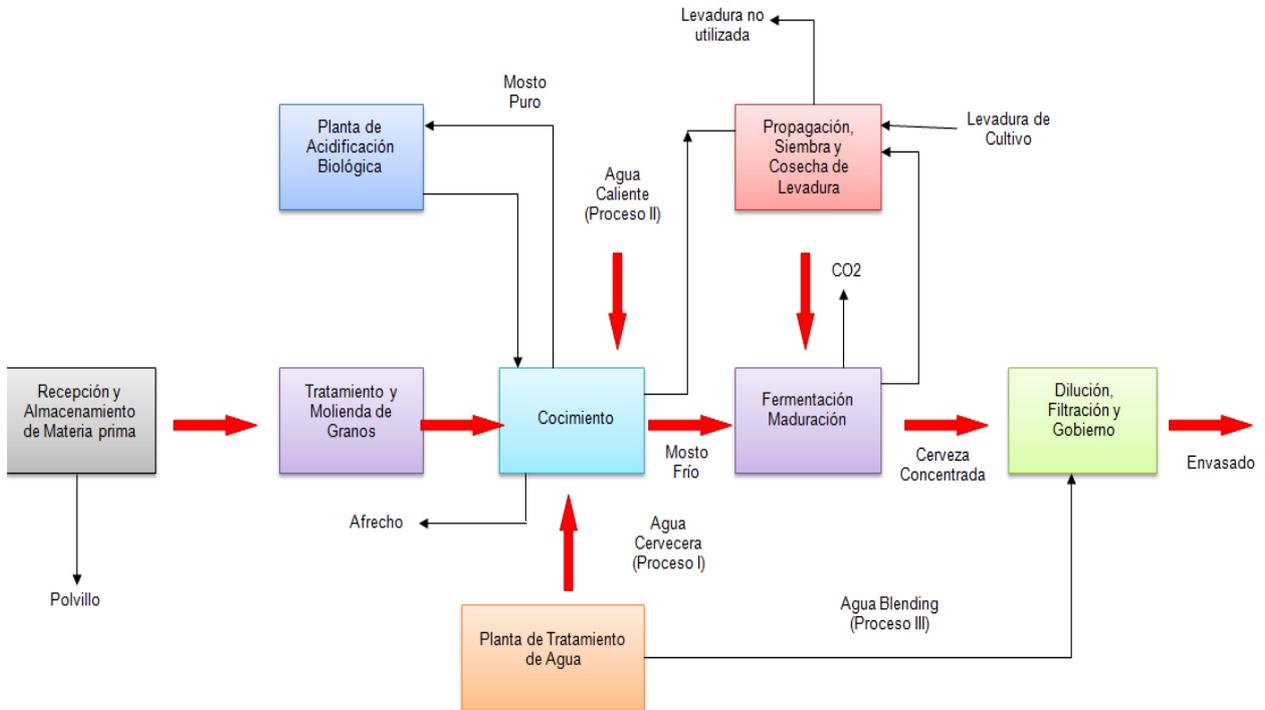
2.3.2.2 Marcas Producidas en la Planta Cusco

Marca	Presentación	Descripción del Producto
Cusqueña 	Cusqueña de Trigo: <ul style="list-style-type: none"> • 620 ml 	La primera cerveza de su clase en el mercado peruano. El principal de sus ingredientes es el trigo con el que la cerveza adquiere el aroma y sabor del trigo malteado.
	Cusqueña de Cebada: <ul style="list-style-type: none"> • 620 ml. • 1000 ml. 	Esta es una cerveza Lager, tipo Pilsener, elaborada con cebada malteada pura.
Pilsen Callao 	<ul style="list-style-type: none"> • 630 ml. • 1100 ml. 	Cerveza de color claro y espuma blanca y consistente. Desarrollada para agradar y refrescar en clima calurosos.
Cristal 	<ul style="list-style-type: none"> • 650 ml. • 1100 ml. 	Es la marca de cerveza más consumida en el país y es conocida popularmente como <i>La Rubia</i> . Al ser el producto de bandera de la cervecería

figura 5. Marcas y formatos de cerveza



2.3.2.3 Diagrama del proceso de elaboración de cerveza





2.3.3 Descripción del proceso de elaboración

2.3.3.1 Materias primas e insumos

a) Malta

Es la materia base de la cerveza almacenada en silos, es sometida a un tratamiento de limpieza, pasando por una zaranda limpiadora, un magneto y una despedradora, donde se separan granos y objetos extraños a la malta. Por medio de un sistema de transporte mecánico la malta limpia es transportada a una balanza donde es pesada y almacenada en la tolva de malta limpia, de allí va a la tolva del molino para su molienda (molienda seca) en la Sala de Cocimiento.

Durante la molienda, un 10 %, como máximo, de la malta molida va hacia el Cocedor de Adjunto Cereal y el resto va a la Mezcladora.

El maíz es enviado de los silos de almacenamiento a una balanza donde es pesado y de allí se envía al molino de martillos donde antes de ser molido pasa por un magneto, donde se separan elementos extraños al maíz. Luego es transportado a la tolva de adjunto cereal antes de ser enviado hacia el cocedor de adjunto cereal en la Sala de Cocimiento.

La dosificación de insumos se realiza de acuerdo a la etapa en la que se encuentra el proceso de elaboración de la cerveza, con la finalidad de cumplir con las especificaciones respectivas del producto.

b) Agua

El agua es uno de los ingredientes fundamentales ya que constituye la mayor porción de materia prima utilizada en la elaboración de cerveza, debido a que supone aproximadamente el 90 % de su peso y su calidad marcará la calidad del producto final. En ella llevan a cabo las



reacciones enzimáticas para transformar el almidón de los granos usados en azúcares fermentecibles y dextrinas. El agua utilizada para la elaboración de cerveza tiene que ser pura, potable, libre de sabores y olores, sin exceso de sales y exenta de materia orgánica.

El agua para el proceso cervecero de esta empresa proviene de Seda Cusco, a la que se le realiza un acondicionamiento para obtener los parámetros exigidos. Esta se ha tratado para obtener los siguientes valores (Backus & Johnston, 2009):

- Alcalinidad total: 20 – 60 ppm
- Alcalinidad residual: -1 --+1 Ph
- pH: 7.00
- Calcio: CaCO₃: 40 - 80 ppm
- Sulfatos: Máximo 150 ppm
- Cloruros: Máximo 85 ppm
- Cloro residual: 0 ppm

c) Lúpulo

El lúpulo (*humulus lupulus*) es una planta que pertenece a la familia de las enredaderas. La flor femenina del lúpulo donde se encuentra la lupulina contiene los aceites esenciales que darán el aroma, y las resinas que proveen el amargor característico a la cerveza, además, contribuye a la estabilidad microbiológica, a la retención de la espuma y a la intensificación del aroma y el sabor.

Luego de un proceso de transformación, este se comercializa en diferentes formas. La forma más habitual y usada en esta empresa son los pellets que son gránulos comprimidos



originados a partir de polvos provenientes de la molienda de lúpulo seco y puro (Hornsey, 2002).

d) Adjuntos

Los adjuntos son los cereales añadidos a la fabricación del mosto, además de la malta, como fuente adicional de almidón o azúcares fermentecibles. También se añaden en función de la cerveza que se va a producir obteniendo cervezas con características organolépticas determinadas. Los cereales más habituales en cervecería son el maíz desgerminado, arroz, sorgo, trigo, cebada, diversas preparaciones de almidón, etc. (Kunze, 2006).

Actualmente en la empresa se utiliza maíz desgerminado. Es aquel maíz que se ha sometido al proceso mecánico de des germinación, en el que se le extrae el germen, parte del grano donde contiene el más alto porcentaje de grasa. La grasa en la cerveza es un elemento indeseable ya que afecta la estabilidad de espuma en esta (Backus & Johnston, 2009).

e) Levadura

Hongo unicelular de la especie *Saccharomyces carlbergensis* utilizado en la empresa para la fermentación del mosto.

La levadura es un componente muy importante en el proceso cervecero porque es la responsable de convertir los azúcares en alcohol, además, influye en el perfil sensorial de la cerveza y la estabilidad de la misma (Kunze, 2006).

2.3.3.2 Proceso de elaboración de la cerveza

El proceso general de elaboración de cerveza consta de 5 procesos principales:



a) Recepción y almacenamiento de materias primas

Una vez que la malta llega a la fábrica es acumulada en los silos de almacenamiento antes de pasar hacia la sala de cocimiento. El lúpulo y adjuntos solo se les revisan las características del fabricante y se guardan en sus respectivos almacenes.

b) Limpieza y tratamiento de granos

Los granos (malta y adjuntos) son sometidos a un proceso de limpieza mediante un separador en seco de piedras, en el cual también tiene lugar una extracción de polvo e impurezas que se encuentren mezcladas (piedras, espigas, metales, entre otros). Adicionalmente también se extraen piezas metálicas por medio de un imán (Backus & Johnston, 2009).

c) Cocimiento

Tiene por objetivo extraer todas las propiedades útiles de la malta, adjuntos y agua para preparar el mosto cervecero que permitirá producir posteriormente la cerveza deseada (Backus & Johnston, 2019).

d) Fermentación y maduración

Consiste en la transformación del mosto cervecero en cerveza. Los azúcares contenidos en el mosto se fermentan por las enzimas de la levadura dando como productos el alcohol, CO₂, etanol y esteres que se dan en acciones controladas de temperatura y presión. La etapa de fermentación tiene un promedio de 7 días de duración para luego pasar a la etapa de maduración que consiste en la estabilización fisicoquímica y organoléptica de la cerveza verde (Escuela superior de cerveza y malta, 2007).

d) Filtración

La filtración de la cerveza consiste en la separación de turbios o sedimentos formados durante la maduración lo que permite adicionalmente dar el brillo característico de la cerveza. Se realiza mediante ayudas filtrantes que son tierras diatomeas obtenidas de lechos marinos y



con distintas granulometrías con las que se hace una pre capa a través de la cual pasa la cerveza.

Posteriormente se tiene el proceso de envasado.

2.4 Hipótesis

2.4.1 Hipótesis general

El consumo de energía térmica se reduce mediante el sistema de precalentamiento de mosto en el proceso de cocción en la empresa Backus y Johnston Planta Cusco – 2019.

2.4.2 Hipótesis específicos

- El consumo de agua se reduce mediante el sistema de precalentamiento de mosto en el proceso de cocción en la empresa Backus y Johnston Planta Cusco– 2019
- El consumo de energía eléctrica se reduce mediante el sistema de precalentamiento de mosto en el proceso de cocción en la empresa Backus y Johnston Planta Cusco– 2019
- El consumo de combustible se reduce mediante el sistema de precalentamiento de mosto en el proceso de cocción en la empresa Backus y Johnston Planta Cusco– 2019.

2.5. Definición de Variables

V1: Independiente

Sistema de precalentamiento de mosto

V2: Dependiente

Energía térmic



Tabla 3. Operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	INTRUMENTOS
ENERGIA TERMICA (VAPOR)	Agua	m ³ /Tn. de vapor	Medidor digital de flujo
	Combustible	gal/Tn. de vapor	Medidor digital de flujo
	Energía Eléctrica	Kwh/Tn. de vapor	Medidor digital de consumo eléctrico

Fuente: BACKUS

Elaboración: Propia



CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1 Tipo de investigación.

“Es una investigación aplicada, con un enfoque cuantitativo un diseño experimental de corte longitudinal” (Hernandes, Fernandez, & Baptista, 2006)

“Aplicativo porque busca resolver un problema en este caso el consumo de energía térmica, en la empresa Backus 2019” (Avila, 2006)

“De enfoque cuantitativo porque se utiliza la medición numérica y el análisis estadístico inferencial, se prueban hipótesis previamente formuladas” (Hernandes, Fernandez, & Baptista, 2006)

Por otro lado, se dice que es del tipo aplicada en razón de que se utilizaron conocimientos de la Ingeniería Industrial y de la estadística a fin de aplicarla en el área de conocimiento de la planta Backus-Cusco, además tiene como finalidad solución de problemas.

3.2. Nivel de investigación.

“La investigación se considera de nivel explicativa. Ya que busca explicar la causa (precalentamiento del mosto) y el efecto (consumo de energía térmica) 2019” (Avila, 2006).

3.3. Diseño de investigación

“Diseño pre experimental, porque se analiza una sola variable que es el consumo de energía térmica mediante la variable precalentamiento para ver sus resultados” (Avila, 2006).

“Longitudinal porque se tiene data en diferentes tiempos antes y después de la implementación del sistema” (Avila, 2006)



3.4 Método

“El método de la investigación es hipotético deductivo, porque se deduce una hipótesis en función de las bases teórico científicas existentes, según” (Avila, 2006)

3.5 Unidad de estudio

La presente investigación se realizó en la Sala de Cocimiento perteneciente al área de Elaboración de la empresa BACKUS & JOHNSTON S.A.A. PLANTA CUSCO ubicado en Avenida de la Cultura nro. 725 provincia de Cusco, distrito de Wanchaq, Cusco.

3.4.1 Población

La población de esta investigación consta de 540 cocimientos del mosto cervecero de la marca Pilsen Callao realizados en los meses de julio, agosto y setiembre del 2019 en la Sala de Cocimiento de la empresa Backus y Johnston Planta Cusco.

3.4.2 Muestra

La muestra que tendrá la investigación será de población - muestra, es decir, se evaluará a toda la población

3.6 técnicas e instrumentos

Para el estudio en cuestión se utilizaron las técnicas de análisis documental estadístico, indicadores y observación de campo como se observa en la tabla



Tabla 4. Técnicas e instrumentos

TECNICA	INSTRUMENTO	INFORMANTE
Análisis documental	Fichas de registro	Datos Estadísticos
Observación de campo	Formatos de observación de campo	Mantenimiento
KPI	Indicadores Claves de Proceso	Datos reales de procesos a diario

Elaboración propia

Fuente Backus

3.5.1 Técnicas De la investigación

- Análisis documentario

El análisis documental representa la información de un documento en un registro estructurado, reduce todos los datos descriptivos físicos y de contenido en un esquema inequívoco

- Observación de campo

Es el recurso principal de la **observación** descriptiva; se realizan en los lugares donde ocurren los hechos o fenómenos investigados.

- KPI

Indicador Clave de Desempeño o Medidor de Desempeño.



3.5.2. Instrumentos de la investigación

- Fichas

Es en donde recopilan los datos de las fuentes consultadas en los diversos procesos.

- Formatos de observación de campo

Es un documento que permite encausar la acción de observar ciertos fenómenos. Esta guía, por lo general, se estructura a través de columnas que favorecen la organización de los datos recogidos.

- Indicadores Claves de Proceso

Hace referencia a una serie de métricas que se utilizan para sintetizar la información sobre la eficacia y productividad



CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. Cocimiento

4.1.1 Gelatinización y licuefacción del almidón de Maíz

Se realiza en el Cocedor de adjunto. Básicamente consiste en la gelatinización y licuefacción del almidón por acción enzimática de la malta correspondiente. Se tiene un descanso proteolítico a 56 °C, luego se lleva a una temperatura máxima de 88 °C para culminar el reposo de licuefacción (descanso amilolítico), luego de llegar es bombeada a la mezcladora.

4.1.2 Maceración

Se realiza en la paila mezcladora y consiste en el desdoblamiento de las proteínas y la transformación de los almidones en azúcares fermentables, contenidos en la mezcla proveniente del cocedor y del resto de malta molida. El reposo proteolítico se inicia a los 56 °C. Luego se sube a 72°C para el reposo amilo lítico. La maceración termina cuando la sacarificación (degradación de los almidones en azucares) es completa (se mide la sacarificación con la prueba de reacción al yodo). Al final de este proceso se eleva la temperatura a 76°C para inhibir la acción de algunas enzimas y así, la mezcla está lista para ser filtrada.



figura 7. Paila de cocción y adjuntos

4.1.3 Filtración del mosto

La filtración del mosto es esencialmente un proceso físico por el cual se separa la parte líquida (mosto) de la sólida (afrecho), obteniéndose un líquido claro que es bombeado a la paila de ebullición.

Hay dos etapas en la filtración del mosto:

Primer mosto : Obtenido antes del enjuague de la parte sólida.

Figura 6. Paila de adjunto y paila de mezcla
Segu

lida.

La parte sólida (afrecho) es descargada del filtro al término de la filtración y por medio de un sistema de transporte neumático es enviada a la tolva de afrecho, para su posterior despacho.



figura 8. Filtro meura

4.1.4 Cocción del mosto

La paila de cocción recibe el mosto directamente filtrado desde el Meura, el cual todavía lo manda con algunas partículas que conforme pase el proceso se van a ir separando y haciendo más limpio el mosto.

Una vez trasegado el mosto ya debe estar dosificado en la paila de cocción el lúpulo según el porcentaje que el cervecero haya detallado en el programa semanal:

4.1.5 Fases de la cocción del mosto

- Concentración de mosto, por evaporación de agua excedente;
- Coagulación de proteínas;
- Disolución y transformación de componentes de lúpulo
- Destrucción de todas las enzimas;



- Esterilización del mosto;
- Evaporación de compuestos aromáticos indeseados;
- Delegación paladar, aroma y color en mosto pronto

La ebullición del mosto se realiza en la Paila de cocción.

El mosto alcanza la temperatura de ebullición de 99 a 101.5 °C (a presión de 0.8 bar.) mediante un sistema de calentamiento externo.

Es en esta paila donde se añade el lúpulo y los insumos necesarios para obtener un mosto con las especificaciones de acuerdo a la marca. El mosto hervido y concentrado a un extracto original



figura 9. Paila de cocción del área de cocimiento
tomado de la empresa backus



4.1.6 Separación del Trub caliente y enfriamiento de mosto

La separación del Trub Caliente se realiza por el ingreso tangencial del mosto al tanque Whirlpool, originando un movimiento centrípeto del mosto. El Whirlpool es un tanque de pase ya que de aquí pasa a la centrifuga para posteriormente pasar a un tanque buffer.

El mosto es enfriado, en un intercambiador de placas, de $86 \pm 2^\circ\text{C}$ a una temperatura de $8.0^\circ\text{C} - 13^\circ\text{C}$ cuando hay una propagación de Levadura Nueva. El medio refrigerante es Agua helada de Proceso I a una temperatura máxima de 2.0°C , la cual se calienta hasta un máximo de 76°C y es enviada a los tanques de agua de proceso II para ser usada en el proceso. Durante el enfriamiento

se oxigena el mosto con aire estéril para obtener 6 - 8 ppm de oxígeno y se dosifica levadura para su posterior fermentación. El trub caliente separado es regresado al proceso de filtración del mosto y luego evacuado a la Tolva de afrecho.

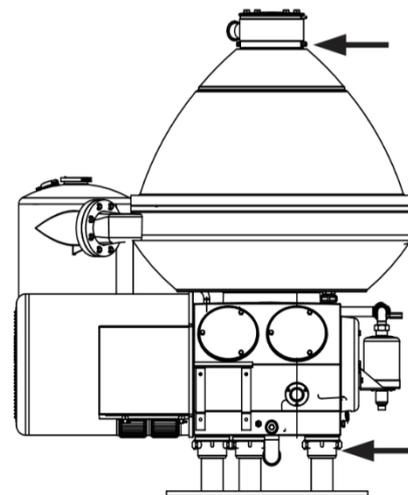


figura 10. Centrifuga



4.1.7 Consumo de vapor durante la cocción del mosto:

El mayor consumidor de vapor es la paila de cocción en donde su consumo es de 2370 Kg de vapor por cocimiento y se cumple en dos pasos:

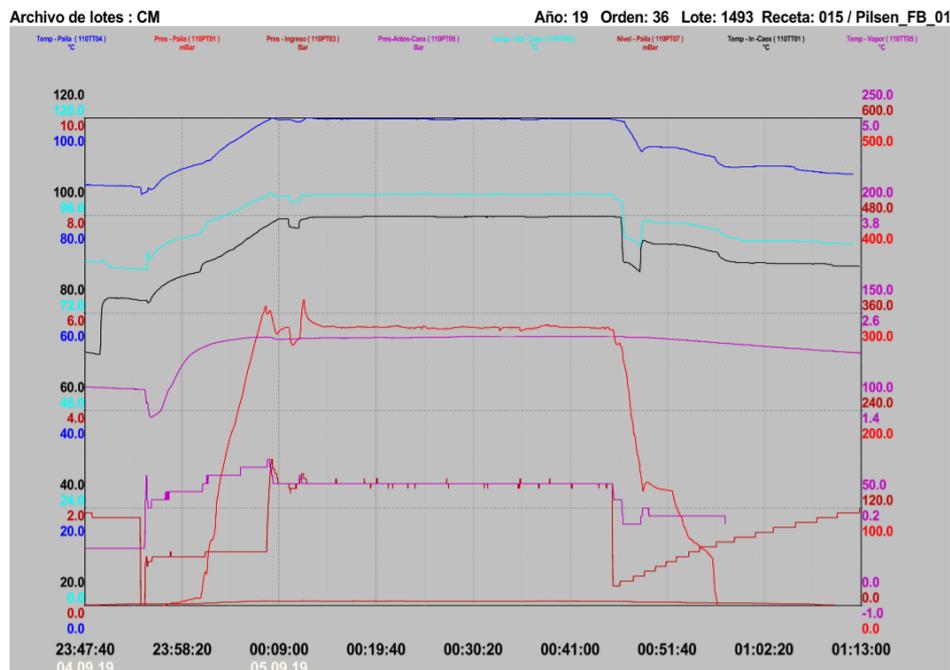
- Rampa del incremento de temperatura en la paila de cocción.

Elevar la temperatura del mosto proveniente de la paila de mezcla de 76 °C hasta 100 °C con la paila de cocción completamente cerrada (cierre de chimenea) y así lograr la hermetización, presión y temperatura en el tiempo correspondiente (22 minutos)

- Cocción del mosto.

Llevar el mosto mezclado con lúpulo y demás ingredientes a la EBULLICIÓN durante un tiempo determinado por los cerveceros de producción, se logra llevar todo el proceso a 100 °C y 0.8 bar de presión

A. Sistema de recirculación del mosto para incrementar la temperatura de 75 °C a 98 °C por un tiempo de 25 minutos



11. Grafica de los consumos



B. Recorrido del vapor en la paila de cocción del mosto

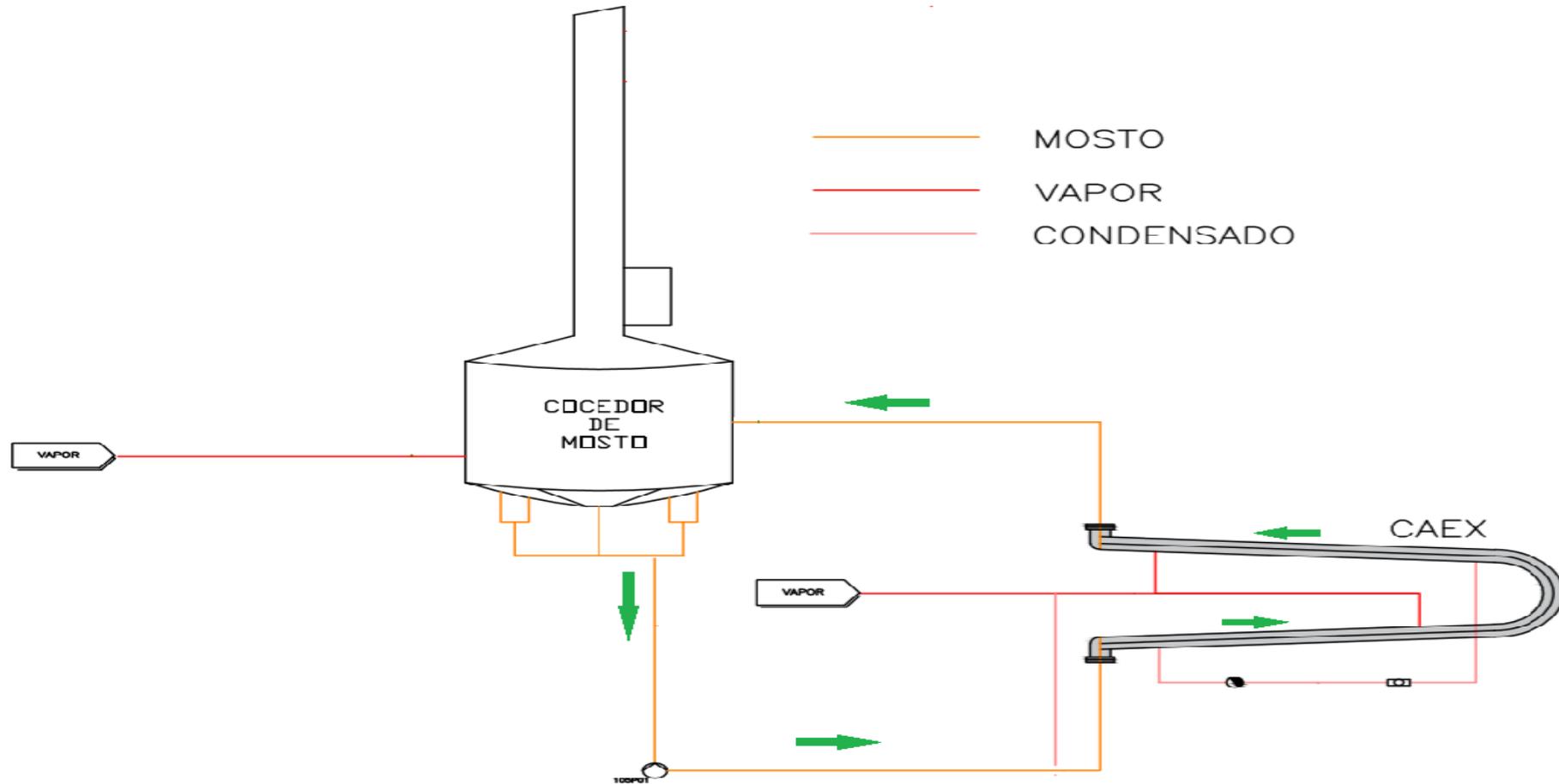


Figura 12. Recorrido del vapor



4.1.8 Vapor de la paila de cocción post implementación.

Durante la cocción se forma vapor de agua este vapor está regulado y se puede dirigir al medio ambiente.

La energía emitida (vapor) por la ebullición a 100 °C en la paila de cocción como podemos apreciar en este punto.

Vapor de la paila
de coccion



figura 13. Chimenea antes de la modificación



4.2 Implementación del sistema de precalentamiento

El estudio térmico fue realizado para el intercambiador de calor de tubos y coraza en el circuito de calentamiento de agua para un tanque de almacenamiento de energía y por otro lado el estudio térmico del intercambiador de placas en el circuito de pre calentamiento de mosto, ambos circuitos ubicados en el Área de Elaboración de Backus Planta Cusco, en el intercambiador de tubos y coraza se realizará un calentamiento de agua, por medio de la condensación de los vahos producidos en la paila de cocción, para dicho estudio se planteó un balance de materia y energía para el cálculo del flujo másico de las corrientes de vahos y agua.

Casi exclusivamente, los intercambiadores de calor de carcasa y tubo de paso múltiple en posición horizontal se utilizan como condensadores de vapor. En este caso el vapor se condensa por los tubos, mientras que, en el lado de la coraza, el agua se utiliza para eliminar el calor y así producir agua caliente para la cervecería. En nuestras latitudes las temperaturas de entrada del agua están entre 17 °C y 20 °C, o en caso de funcionamiento de un sistema de almacenamiento de energía de 74 °C a 76 °C. Con la condensación atmosférica, el agua caliente producida alcanza temperaturas de salida de agua de hasta 89 °C, mientras que como mínimo debe ser de 80 °C.

4.2.1 Análisis térmico e hidráulico del intercambiador de calor

En este apartado se realiza los cálculos del análisis térmico del intercambiador de tubos y coraza, partiendo con la determinación de las propiedades termofísicas de los fluidos empleados en la transferencia de calor (vapor– agua), luego se procede a calcular el flujo de vapor a través del ducto de salida de la paila de cocción, seguido a este cálculo se cuantifico la potencia de calor disponible por la condensación completa de la corriente de vapor, y el cálculo de la potencia necesaria de la bomba para el fluido frío. Con todos los datos obtenidos el análisis térmico del intercambiador inicia con la descripción geométrica del intercambiador a usar,



posteriormente se calculó el área de transferencia de calor junto con el balance de energía, este cálculo determinará la temperatura de salida del agua luego del intercambio de calor.

4.2.2 Condiciones termo físicas de los fluidos y flujo de vapor

Los fluidos empleados en este proceso son los vapores provenientes de la paila de cocción y agua que se encuentra en el tanque acumulador de energía.

Tabla 5. Condiciones de los fluidos caliente y frío.

Fluido	Vapor*	Fluido Frío	Agua
Caliente			
Presión:	100 mbar-g (784 mbar-a)	Presión:	684 mbar-a
Temperatura de Saturación:	93°C	Temperatura inicial (T _{1a}):	70°C

*Se asemeja en composición y comportamiento al vapor saturado de agua.

De acuerdo a los datos proporcionados por planta, en su registro de contadores la diferencia de volumen entre el mosto que ingresa a la paila y el mosto que sale es en promedio 16 hectolitros, los cuales serán evaporados y liberados en forma de vapor a través de la chimenea de la paila durante un periodo de 10 minutos. A continuación, se expone los cálculos realizados para medir el flujo de vapor a través de la chimenea en estado estacionario.

Propiedad	Cantidad	Unidades
Presión	100	mbar



Temperatura	93	°C
Volumen perdido	1.6	m ³
Volumen específico del líquido a T ^o _{sat}	0.0010381	m ³ /kg
Volumen específico del vapor a T ^o _{sat}	2.1228	m ³ /kg
Entalpia másica de Condensación	2275	kJ/kg

El diámetro de la tubería de salida de los vapores, es de 0.6 m con lo que se calcula un área de paso del flujo de vapor.

$$A = \frac{\pi}{4} D^2 = \frac{\pi}{4} (0.6)^2 = 0.28 \text{ m}^2$$

Para calcular la masa de agua que se tiene en 1.6 m³ se divide el valor del volumen específico del líquido entre el volumen perdido.

$$\frac{V}{v_l} = \frac{1.6 \text{ m}^3}{0.0010381 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}} = 1541.28 \text{ kg}$$

El flujo másico de agua que resulta de la división de la masa del liquido entre el tiempo total.

$$\dot{m}_l = \dot{m}_v = \frac{m_l}{t} = \frac{1541.28 \text{ kg}}{600 \text{ s}} = 2.57 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

Con este flujo se calcula la velocidad con la cual salen los vapores por la chimenea, mediante la ecuación de continuidad.



$$u = \frac{\dot{m}_v v_v}{A} = \frac{\left(2.57 \frac{kg}{s}\right) \left(2.1228 \frac{m^3}{kg}\right)}{0.28 m^2} = 19.48 \frac{m}{s}$$

4.2.3 Cálculo del calor latente disponible

El cálculo de calor disponible por parte del flujo de vapor se realizó empleando la siguiente ecuación:

$$Q_{vapor} = \dot{m}_v \Delta H_{vap} = \left(2.57 \frac{kg}{s}\right) \left(2275 \frac{kJ}{kg}\right) = 5847 kW$$

Asumiendo que el calor de condensación será la energía de intercambio en mayor proporción.

4.2.4 Dimensionamiento de bomba para el fluido frío y circuito de bombeo

La dimensión del tanque de almacenamiento de energía presenta un volumen de $20 m^3$, para lograr una homogeneidad de la temperatura al momento de iniciar el calentamiento este volumen debe ser recirculado aproximadamente ocho veces por hora. Por lo tanto, el caudal que se debe obtener es igual a $160 m^3/h$. El cambio de altura en el sistema será de 20 metros con una longitud equivalente de 12 metros. El circuito de bombeo se muestra en la figura 1.

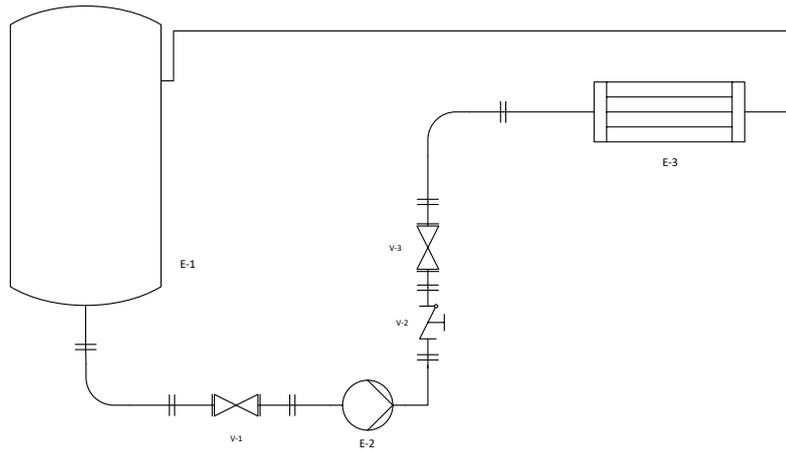


figura 14. Sistema de bombeo de agua hacia el intercambiador.

Por lo tanto, el cálculo de potencia de bombeo se determina por la siguiente ecuación:

$$P = \rho ghq$$

Donde ρ es la densidad del líquido, g la constante de gravedad, h la altura y q es el caudal, resolviendo se tiene que:

$$P = \left(974.8 \frac{kg}{m^3}\right) \left(9.81 \frac{m}{s^2}\right) (20 m) \left(160 \frac{m^3}{h}\right) = 8.5 kW$$

Asumiendo una eficiencia del 85%, la potencia del motor debe ser de 10 kW.

Calculando la velocidad en la zona de succión y descarga de la bomba para una tubería de diámetro de 6 pulgadas:

$$v = \frac{q}{A} = \frac{160 \frac{m^3}{h}}{\frac{\pi}{4} (0.154 m)^2} = 2.34 \frac{m}{s}$$

Este valor se encuentra dentro del rango normal de velocidades en tuberías para la zona de succión en un sistema de bombeo, que es de 2 a 3 m/s.



4.2.5 Cálculo del $NSPH_d$ para la bomba

Una característica necesaria para el dimensionamiento de la bomba es el cálculo del $NSPH$ disponible, el cual depende de la configuración de las instalaciones y del fluido a bombear.

$$NSPH_d = \frac{P_{atm} - P_v}{\gamma} + Z - h_v$$

Donde P_v es la presión de vapor a la temperatura de bombeo que es igual a 31.2 kPa, Z la diferencia de altura de la bomba con referencia al nivel del líquido en el recipiente que para este caso es de 3 metros y h_v las pérdidas por fricción en la zona de succión, por parte de los accesorios y tubería.

$$h_v = k \left(\frac{v^2}{2g} \right) = 5.55 \left(\frac{2.3 \frac{m^2}{s}}{2 \left(9.8 \frac{m}{s^2} \right)} \right) = 1.5 \text{ m}$$

Con este valor se reemplaza en la ecuación principal para el $NSPH_d$

$$NSPH_d = \frac{68.4 \text{ kPa} - 31.2 \text{ kPa}}{9800 \frac{N}{m^3}} + 3 \text{ m} - 1.5 \text{ m}$$

$$NSPH_d = 5.3 \text{ m}$$

El resultado determina que se tiene un $NSPH_d$ de 5.3 m, dicho valor favorece el proceso de bombeo ya que la zona de succión se encuentra por debajo del nivel del líquido a bombear.



4.2.6 Análisis térmico del intercambiador

El intercambiador de tubos fue fabricado con tubos de cobre y una carcasa de acero inoxidable calidad 304, en el cual los vahos son conducidos a través de los tubos de cobre, el agua se desplaza por la parte de la coraza, debido a la falta de información de los deflectores y soportes de tubos del intercambiador se procedió a realizar los cálculos considerando un numero de 3 deflectores internos, distribuidos de forma equidistantes a lo largo del cuerpo de la coraza. Los intercambiadores de calor de tubo y coraza están diseñados para eliminar la expansión térmica diferencial de la carcasa y los tubos. En el intercambiador empleado, la diferencia de temperaturas entre el fluido frio y caliente es baja, asimismo las velocidades de los fluidos reducen la posibilidad de vibraciones en el interior del intercambiador.

figura 15. Características físicas del intercambiador de calor.

Numero de Tubos	324	Tubos
Diámetro Exterior	38	mm
Tubos		
Diámetro Interior	36	mm
Tubos		
Espesor de Tubos	2	mm
Longitud de Tubos	3000	mm
Diámetro Coraza	980	mm
Arreglo de los tubos	60°	girado

4.2.7 Determinación del área de transferencia



El área total de transferencia de calor en este intercambiador se calcula mediante la ecuación:

$$A_{total} = \pi N D_{tubo} L$$

Donde N es el número de tubos, D_{tubo} es el diámetro exterior de los tubos y L es la longitud.

$$A_{total} = \pi(324)(0.038 \text{ m})(3 \text{ m})$$

$$A_{total} = 116 \text{ m}^2$$

El área en el intercambiador es 116 m^2 , este resultado se toma para los cálculos preliminares en la transferencia de calor sin embargo este valor puede reducirse en un 5% aproximadamente debido a la geometría interna del intercambiador.

4.2.8 Cálculo del calor necesario para elevar la temperatura del agua

La ecuación de balance energía para el agua fue calculado por la siguiente expresión:

$$Q = \dot{m}_a c_p \Delta T$$

Donde el T se calcula para una temperatura de salida de 89°C y una temperatura inicial de 70°C . Reemplazando los valores se tiene:

$$Q = \left(44 \frac{\text{kg}}{\text{s}}\right) \left(4.18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}\right) (89 - 70)^\circ\text{C}$$

$$Q = 3494.5 \text{ kW}$$

Este resultado es inferior al calor disponible por la condensación de los vahos, por lo que se procede a recalcular el flujo de vahos necesario para este intercambio.



$$\dot{m}_v = \frac{Q}{\Delta H_{vap}} = \frac{3494.5 \text{ kW}}{2275 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}} = 1.54 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

Por medio la ecuación general de transferencia de calor, se procede a realizar el cálculo del coeficiente global de transferencia:

$$Q = UA\Delta T_{lm}$$

$$U = \frac{Q}{A\Delta T_{lm}}$$

Reemplazando los valores en la última ecuación se tiene:

$$U = \frac{3494.5 \text{ kW}}{(116 \text{ m}^2)(12.65 \text{ }^\circ\text{C})}$$

$$U = 2381 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{ }^\circ\text{C}}$$

Cabe recordar que el valor de U está en función de los coeficientes de convección interna, externa y factores de ensuciamiento, que se determinan empleando diversas correlaciones empíricas. Posteriormente se empleará un simulador del proceso de transferencia de calor, para determinar el valor de los coeficientes de convección.

El diagrama mostrado en la figura 2, representa el circuito de intercambio de calor entre los vahos y el agua del tanque acumulador de energía.

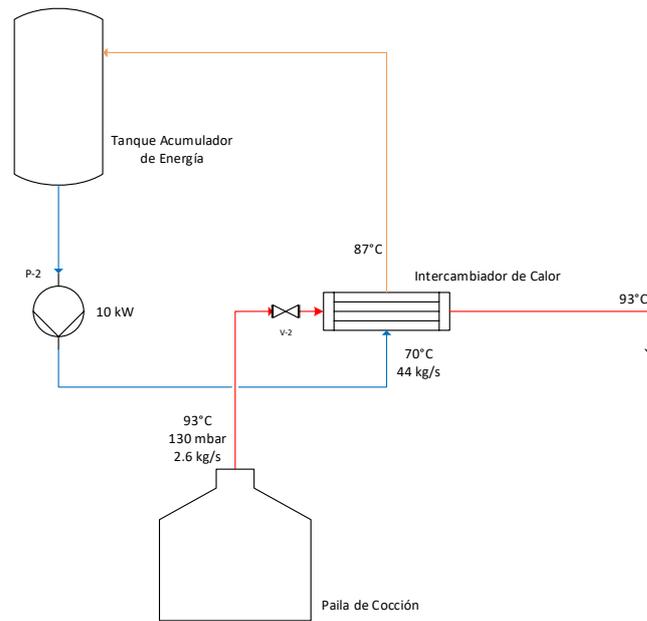


figura 16. Circuito de proceso de calentamiento en el intercambiador de tubo y coraza.

4.2.9 Diagrama P&ID del intercambiador

El diagrama P&ID del intercambiador de tubo y coraza presenta un lazo de control de flujo para la línea de alimentación de agua, esto con la finalidad de cuantificar y manejar adecuadamente el flujo de alimentación, los instrumentos requeridos para en el intercambiador son en su mayoría sensores e indicadores de temperatura los cuales deben estar ubicados en la entrada y salida de la línea de agua, y en la línea de los condensados. Los lazos comúnmente usados en los condensadores de vapor hacen relación al flujo de entrada de los vapores (variable manipulable) y la temperatura de salida del líquido a calentar (variable de proceso), sin embargo, en este caso la válvula de ingreso de los vahos al intercambiador se encuentra como parte del lazo de control de temperatura de la paila de cocción, por lo que no se puede aplicar el mismo concepto, para el control.

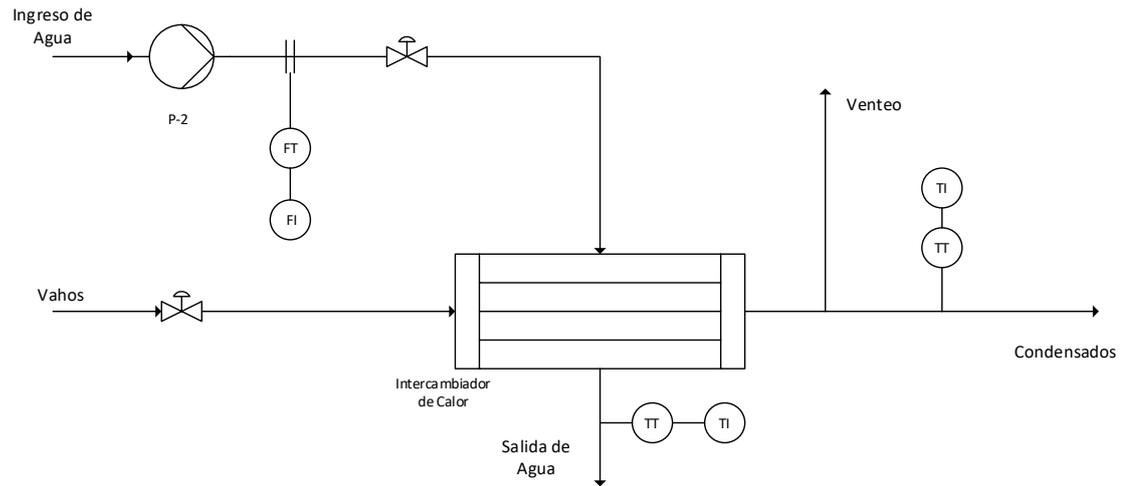


figura 17. Circuito de proceso de calentamiento en el intercambiador de tubo y coraza.

4.2.10 Selección de caudalímetro para el lazo de control en la línea de agua

El caudalímetro propuesto para la línea de agua de ingreso al intercambiador puede ser del tipo; turbina, magnéticos o de vórtex, ya que estos están recomendados para trabajos próximos a 95°C , y velocidades moderadas, para la selección se recomiendan las siguientes características:



Tabla 6. Características del caudalímetro para el lazo de control.

Tipo de medición	Flujo
Tipo de tecnología	Turbina/Magnético/Vortex
Línea de proceso (in)	6
Fluido	Agua
Tasa de flujo mínimo (m³/h)	10
Tasa de flujo normal (m³/h)	160
Tasa de flujo máximo (m³/h)	180
Presión en la línea (bar-g)	5
Temperatura (°C)	79
Densidad (kg/m³)	972.52
Viscosidad (cP)	0.36
Presión Atmosférica (kPa)	68.4
Presión de vapor (kPa)	45.5

4.3 Análisis térmico

El resultado del análisis térmico realizado al intercambiador muestra que para una transferencia de 3494.5 kW, y un flujo de 1.54 kg/s de vahos, la temperatura de salida del agua será de 87.42°C, además corrige la temperatura de saturación de los vahos de 93°C a 95°C, estos valores se determinan en función del balance general de energía y masa más rigurosos en



el intercambiador. También la fracción de condensados es del 96% del flujo de vahos de entrada. El coeficiente global asumido inicialmente de $2381 \text{ W/m}^2 \text{ K}$, se aproxima al coeficiente del lado de la coraza calculado por el programa que es de $2851 \text{ W/m}^2 \text{ K}$, cuando el intercambiador esta limpio y el área efectiva de transferencia de calor es de 112.4 m^2 .

4.3.1 Diseño térmico del intercambiador de placas

El intercambiador de placas forma parte del circuito de calentamiento de mosto proveniente del tanque de espera, que tiene una capacidad en uso de 250 hl, este mosto ingresará al intercambiador

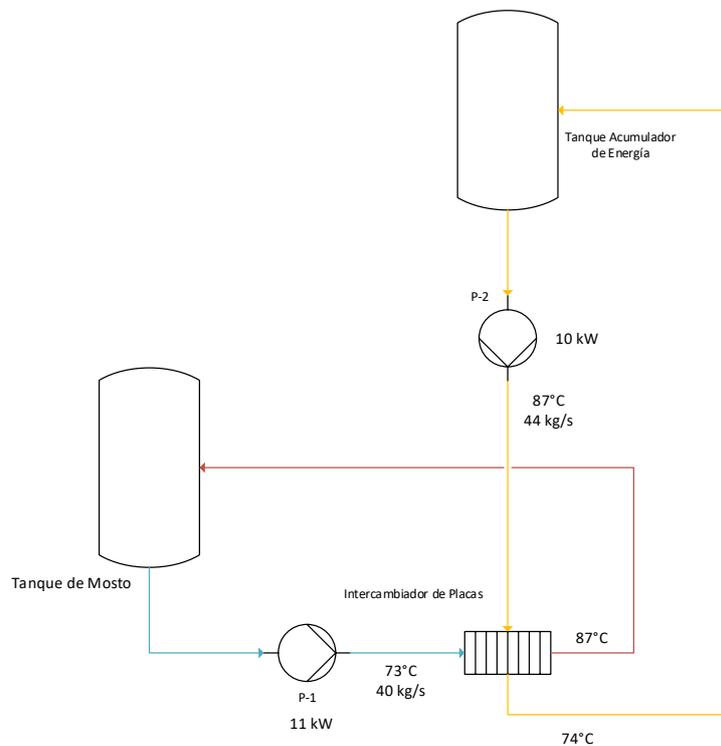


figura 18. Circuito del proceso de calentamiento de mosto con el intercambiador de placas.

Impulsado por una bomba de 11 kW con un flujo de 40 kg/s a una temperatura de 73°C aproximadamente, se desea incrementar la temperatura hasta unos 87°C .



4.3.2 Propiedades termofísicas de los fluidos

Los fluidos a emplear en el proceso son mosto y agua, las propiedades de estos se exponen en la tabla 5.

Tabla 7. Condiciones de los fluidos caliente y frio.

Fluido Caliente	Agua	Fluido Frio	Mosto
Presión:	0.684 bar	Presión:	1.5 bar
Temperatura Inicial:	87°C	Temperatura inicial:	73°C
C _p :	4.18 kJ/kg K	C _p :	4.1 kJ/kg K

4.3.3 Diseño térmico del intercambiador

Los cálculos inician con el balance de energía y masa en el intercambiador, el calor empleado en la transferencia es calor sensible, el método de cálculo para los intercambiadores de calor de placas se realizó de la siguiente manera:

- Cálculo de la cantidad de calor trasferida o carga de calor
- Determinación de temperaturas de entrada y salida de los fluidos
- Determinación de la caída de presión máxima permitida de ambos fluidos
- Determinación de la máxima temperatura de operación
- Determinación de la máxima presión de operación



4.3.4 Cálculo de la cantidad de calor transferido

El cálculo inicia con la ecuación de calor sensible en el intercambiador para el fluido frío, ya que se desea incrementar la temperatura del mosto de a 87°C por lo que un valor de 86°C sería lo recomendable para evitar la inconsistencia posteriormente en el cálculo del ΔT_{ml} .

$$Q = \dot{m}_{mostro} c_{p\ mosto} \Delta T$$

Reemplazando los valores en la ecuación:

$$Q = \left(40 \frac{kg}{s}\right) \left(4.1 \frac{kJ}{kg\ K}\right) (86 - 73)^\circ C$$

$$Q = 2132\ kW$$

Ahora se determina la temperatura de salida del flujo de agua, mediante la siguiente ecuación:

$$T_2 = \frac{Q}{\dot{m}_{agua} c_{p\ agua}} + T_1$$

$$T_2 = 87\ ^\circ C - \frac{2132\ kW}{\left(44 \frac{kg}{s}\right) \left(4.18 \frac{kJ}{kg\ K}\right)}$$

$$T_2 = 75.4\ ^\circ C$$

La temperatura de salida de la corriente de agua es de 75.4°C, con este cálculo quedan resueltas todas las temperaturas de los fluidos.



4.4 Procedimiento de la implementación

4.4.1 Retiro primer tramo de chimenea- parte superior

- Se retirará el primer tramo de la chimenea, antes de la válvula mariposa, esta se realizará con la ayuda de la grúa.
- El personal estará enganchado en la plataforma en todo momento para sacar los pernos que hace conexión con la válvula y la chimenea.
- Con la ayuda de la grúa se descenderá el primer tramo del ducto.

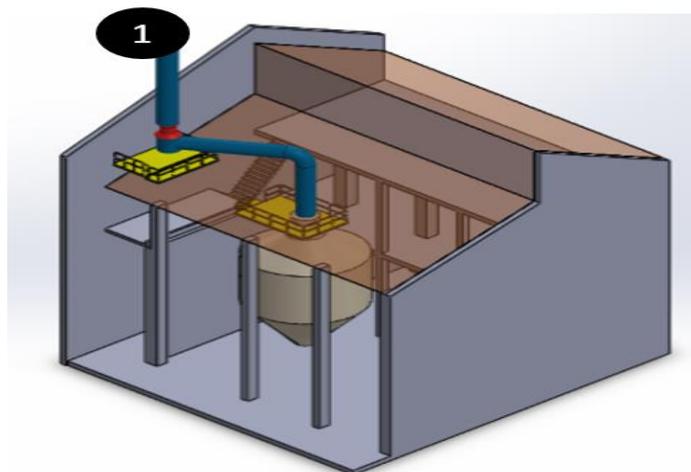


figura 19. Retiro primer tramo de chimenea

Fuente: Elaboración a autocad

4.4.2 Retiro de segundo tramo de chimenea (3)

- Desajustar los pernos de la chimenea ubicadas en la parte A y B.
- Se ubica la grúa en el frontis del área de cocimiento, señalizada.
- la chimenea se retira por la parte superior de la sala de cocimiento



c

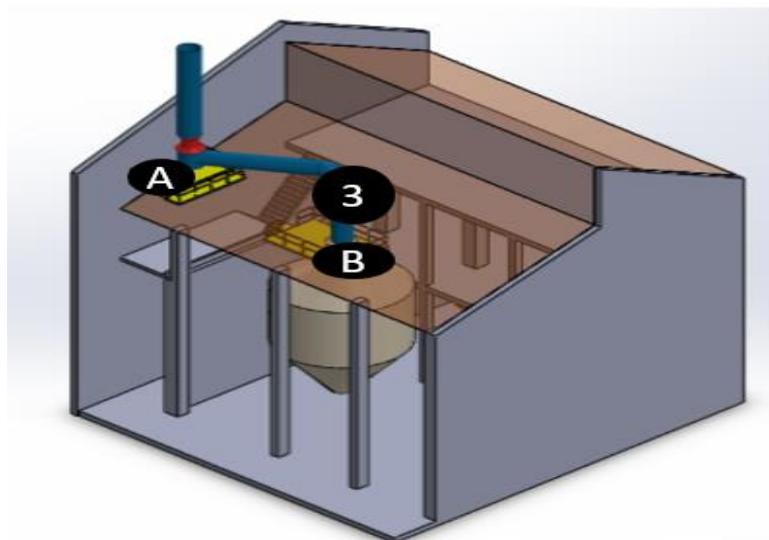


figura 20. Retiro de segundo tramo de chimenea

Fuente: Elaboración a autocad



4.4.3 Desmontaje de chimenea

Se realiza el desmontaje de la chimenea con equipos de corte y soldadura; donde seguidamente se prepara dando las medidas adecuadas para su nueva ubicación.



figura 21. Desmontaje de chimenea

Fuente: backus



4.4.4 Montaje de ducto de chimenea en nuevo sistema

Para el nuevo sistema se inicia con el montaje de ductos:

- Para esto se hará un forado en la pared de cocimiento, costado tolva de afrecho
- Se utiliza la grúa con canastilla, para realizar el forado
- Se hace pasar el ducto por la pared y se conectará al intercambiador que ese encuentra en esa área (4)

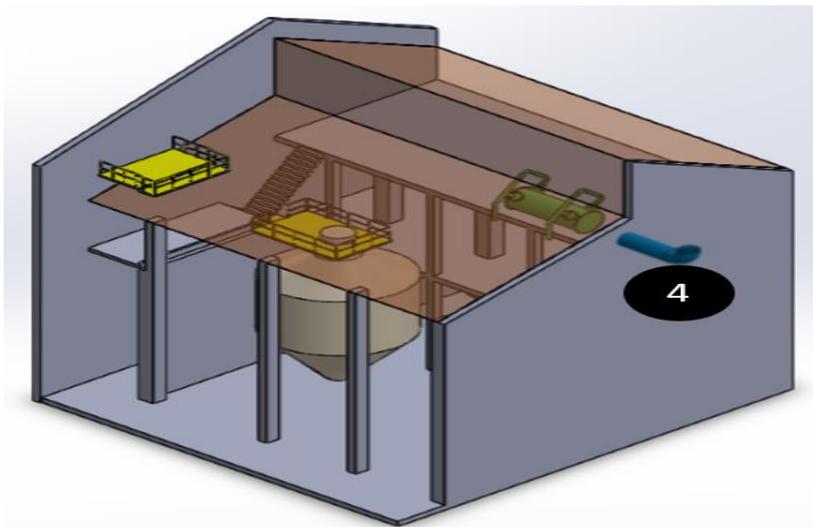


figura 22. Montaje de ducto de chimenea

Fuente: Elaboración a autocá



4.4.5 Montaje de ducto de chimenea en nuevo sistema

Se realizara el montaje de del segundo ducto (5)

- Se hará el instalado del segundo tramo de ducto con la ayuda de la grúa, se conectara de la boca del salida de vapor de la paila con el intercambiador (de C a D)

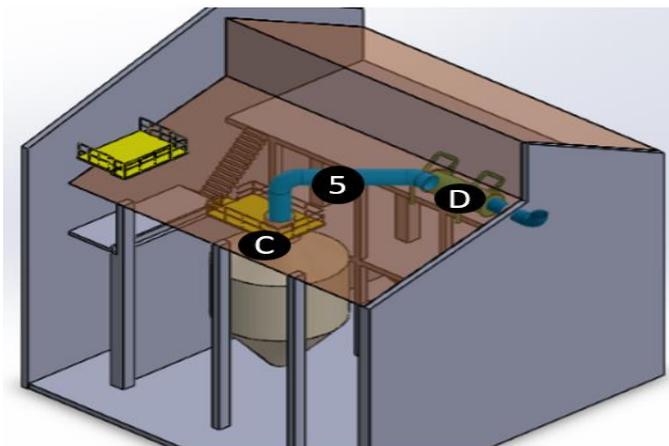


figura 23. Montaje de válvula en chimenea

Fuente: Elaboración a autocad



4.4.6 Montaje de ductos de chimenea en nuevo sistema

Se montara el último tramo del ducto (6)

- Como se observa en la figura, la instalación de ultimo ducto se realizará por el lado de la pared de cocimiento.
- Se montará con la ayuda de la grúa.

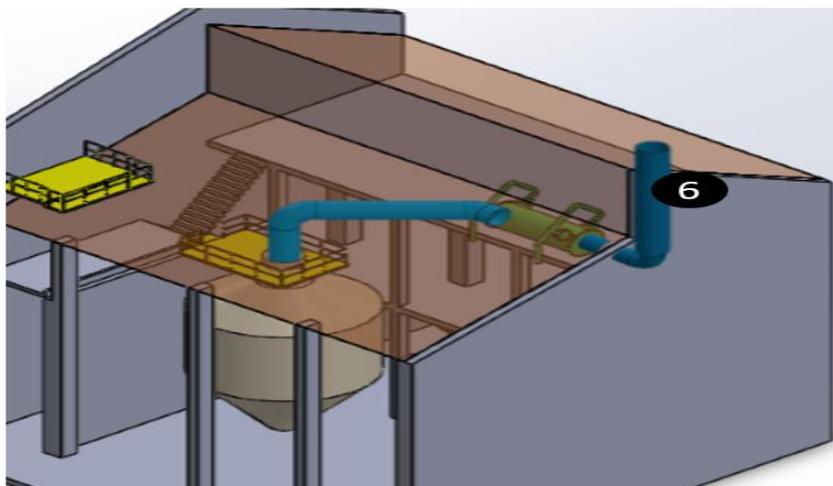


figura 24. Se montara el último tramo del ducto

Fuente: Elaboración a autocad



4.4.7 sistema de precalentamiento del mosto

Primer paso: El vapor que sale de la paila de cocción pasa por un intercambiador de calor (tubos) donde intercambia temperaturas de forma indirecta con el agua que recircula por dicho intercambiador para luego ser almacenada en un tanque.

Segundo paso: cuando el mosto es trasegado a la paila de cocción pasa por un intercambiador de calor (placas) elevando su temperatura con el agua caliente que recircula por dicho intercambiador.

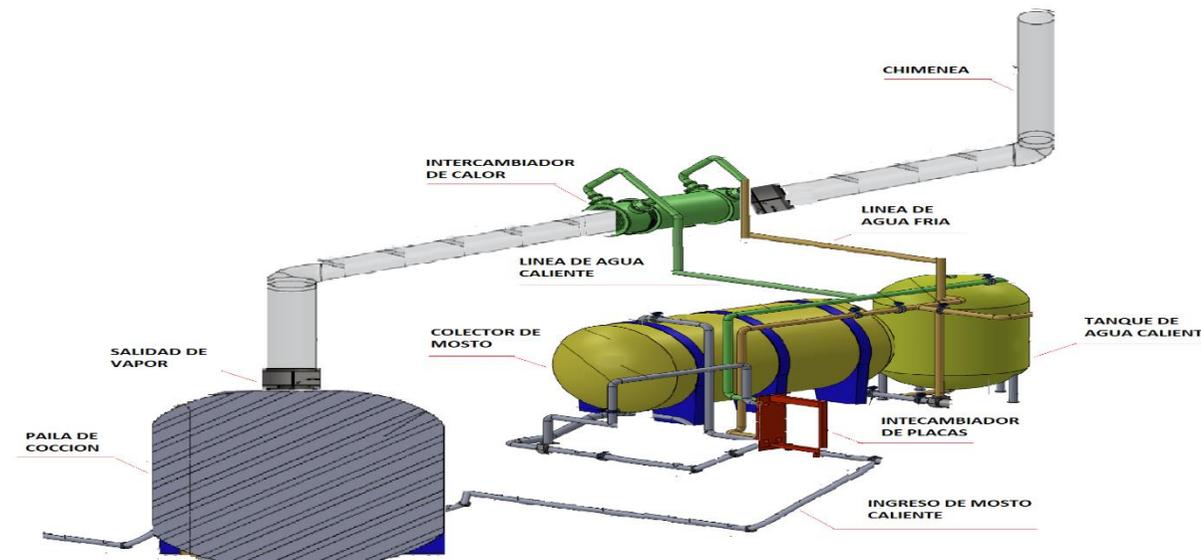


Figura 25. Sistema de precalentamiento

Fuente: Elaboración a solidworks



4.4.8 Sistema en funcionamiento



figura 26. Modificación concluida

Fuente: backus



4.4.9 Costos del consumo de vapor por cocimiento

2.370 Tn de vapor por cocimiento sin implementación del sistema

Tabla 8. Consumos pre implementación

Energía	Consumibles	Cantidad	Precio
Vapor	Agua	2.370 m ³	S/38.16
	Petróleo	40.29 Gal	S/346.49
	Energía eléctrica	19.20 Kw/h	S/51.27
Total			S/435.00

fuelle. Elaboración propia

1.980 Tn de vapor por cocimiento con implementación del sistema

Tabla 9. Consumos pos implementación

Energía	Consumibles	Cantidad	Precio
Vapor	Agua	1.980 m ³	S/31.88
	Petróleo	33.66 Gal	S/289.476
	Energía eléctrica	16.04 Kw/h	S/42.83
Total			S/364.19

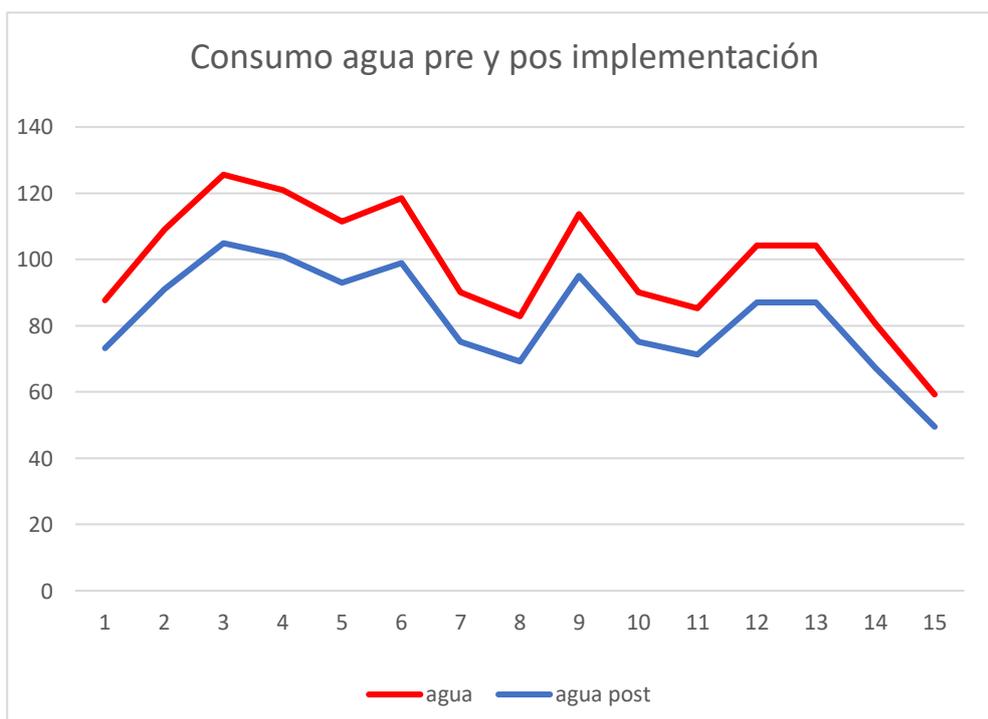
fuelle. Elaboración propia



4.5 Resultados respecto a los objetivos específicos

- I. Reducir el consumo de agua implementando un sistema de precalentamiento de mosto en el proceso de cocción en la empres Backus y Johnston planta cusco – 2019.

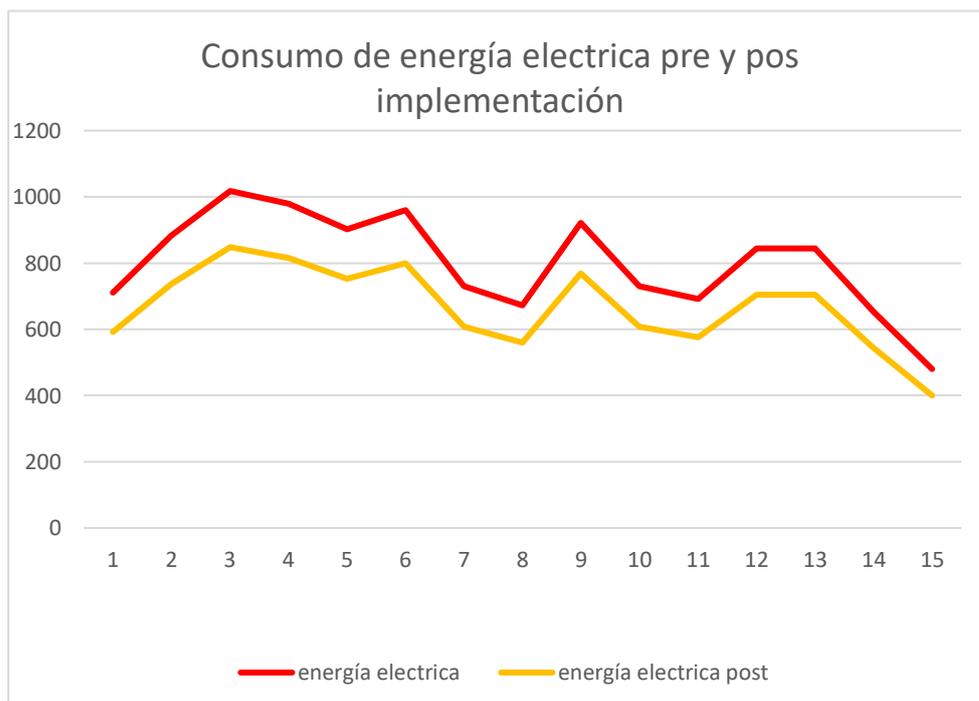
SEMANA	Agua pre	Agua post
1	87,69	73.26
2	109,02	91.08
3	125,61	104.94
4	120,87	100.98
5	111,39	93.06
6	118,5	99
7	90,06	75.24
8	82,95	69.3
9	113,76	95.04
10	90,06	75.24
11	85,32	71.28
12	104,28	87.12
13	104,28	87.12
14	80,58	67.32
15	59,25	49.5





- II. Reducir el consumo de energía eléctrica implementando un sistema de precalentamiento de mosto en el proceso de cocción en la empresa Backus y Johnston planta cusco – 2019.

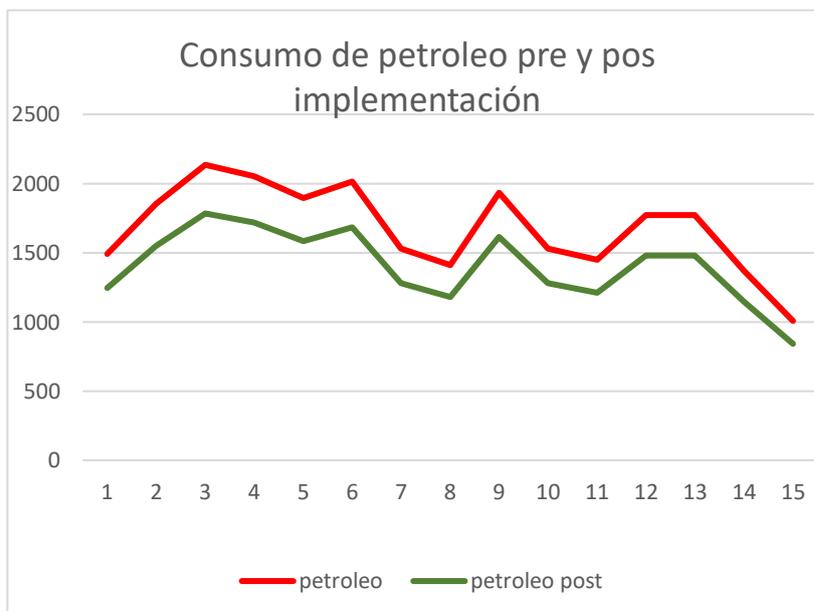
SEMANA	Energía eléctrica pre	Energía eléctrica post
1	710,4	592
2	883,2	736
3	1017,6	848
4	979,2	816
5	902,4	752
6	960	800
7	729,6	608
8	672	560
9	921,6	768
10	729,6	608
11	691,2	576
12	844,8	704
13	844,8	704
14	652,8	544
15	480	400





III. Reducir el consumo de petróleo implementando un sistema de precalentamiento de mosto en el proceso de cocción en la empresa Backus y Johnston planta cusco – 2019.

SEMANA	Petróleo pre	Petróleo post
1	1490,73	1245,42
2	1853,34	1548,36
3	2135,37	1783,98
4	2054,79	1716,66
5	1893,63	1582,02
6	2014,5	1683
7	1531,02	1279,08
8	1410,15	1178,1
9	1933,92	1615,68
10	1531,02	1279,08
11	1450,44	1211,76
12	1772,76	1481,04
13	1772,76	1481,04
14	1369,86	1144,44
15	1007,25	841,5

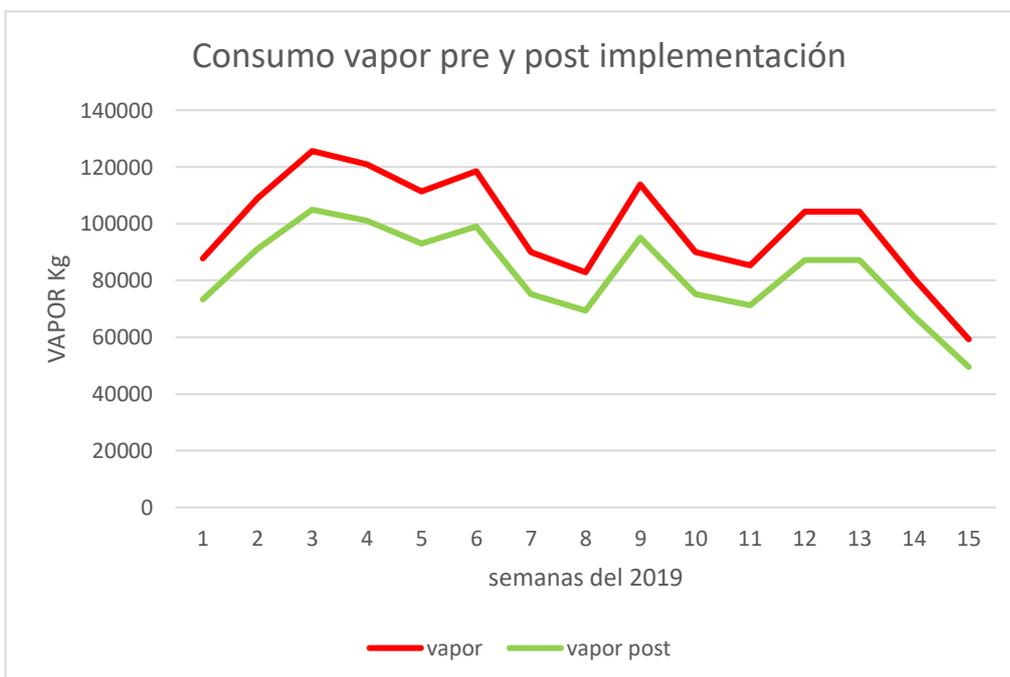




4.6 Resultados respecto al objetivo general

Implementar un sistema de precalentamiento de mosto para la reducción del consumo de energía térmica en el proceso de cocción en la empresa Backus y Johnston planta cusco – 2019.

Semana	Vapor pre	Vapor post
1	87690	73260
2	109020	91080
3	125610	104940
4	120870	100980
5	111390	93060
6	118500	99000
7	90060	75240
8	82950	69300
9	113760	95040
10	90060	75240
11	85320	71280
12	104280	87120
13	104280	87120
14	80580	67320
15	59250	49500





Como se puede observar en las tablas, que al implementar el sistema de precalentamiento de mosto disminuye el consumo de vapor en un 16.4 %, lo que significa que anteriormente se estaba desaprovechando el vapor que se generaba en la paila de cocción.

Antes de realizar las mejoras, se usaban 2.380 Tn de vapor por cocimiento del mosto, lo que significa un desaprovechamiento de 0.390 Tn de vapor en este proceso. Adicionalmente, para llegar a su temperatura de ebullición era de 25 minutos (rampa).

Después de la mejora, al disminuir 10 minutos en la rampa para llegar a su punto de ebullición. Finalmente con el ahorro de vapor en el cocimiento del mosto mejoro los consumos de agua, energía eléctrica y combustible obteniendo mejoras en los indicadores a diferencia del proceso anterior.

En la cocción del mosto, la empresa reportó en base a sus medidores de consumo que se redujo de 2.370 Tn de vapor por cocimiento a 1.980 Tn de vapor en el cocimiento del mosto cervecero desde la primera semana del 2019 hasta la fecha, a consecuencia de la implementación del sistema de precalentamiento de mosto cervecero de 75 °C a 88 °C de temperatura en la rampa y en el tiempo de cocimiento de 63 minutos a 53 minutos.



4.7 Tabla comparativa:

Costos en soles de los consumos antes y post implementación del sistema de precalentamiento de mosto.

- Agua
- Petróleo
- Energía eléctrica

Tabla 10.

Semana	agua	Petróleo	Energía eléctrica	vapor	agua post	Petróleo post	Energía eléctrica post
1	1411.92	12820.13	1896.99	16095	1179.56	10710.612	1584.71
2	1755.36	15938.54	2358.42	20010	1466.48	13315.896	1970.18
3	2022.48	18363.97	2717.31	23055	1689.64	15342.228	2269.99
4	1946.16	17670.99	2614.77	22185	1625.88	14763.276	2184.33
5	1793.52	16285.03	2409.69	20445	1498.36	13605.372	2013.01
6	1908	17324.5	2563.5	21750	1594	14473.8	2141.5
7	1450.08	13166.62	1948.26	16530	1211.44	11000.088	1627.54
8	1335.6	12127.15	1794.45	15225	1115.8	10131.66	1499.05
9	1831.68	16631.52	2460.96	20880	1530.24	13894.848	2055.84
10	1450.08	13166.62	1948.26	16530	1211.44	11000.088	1627.54
11	1373.76	12473.64	1845.72	15660	1147.68	10421.136	1541.88
12	1679.04	15245.56	2255.88	19140	1402.72	12736.944	1884.52
13	1679.04	15245.56	2255.88	19140	1402.72	12736.944	1884.52
14	1297.44	11780.66	1743.18	14790	1083.92	9842.184	1456.22
15	954	8662.25	1281.75	10875	797	7236.9	1070.75
Precio	23888.16	216902.74	32095.02	272310	18777.32	181211.98	26811.58

fuelle. Elaboración propia

4.7.1 Grafico comparativo

Pre y post implementación del precalentamiento de mosto

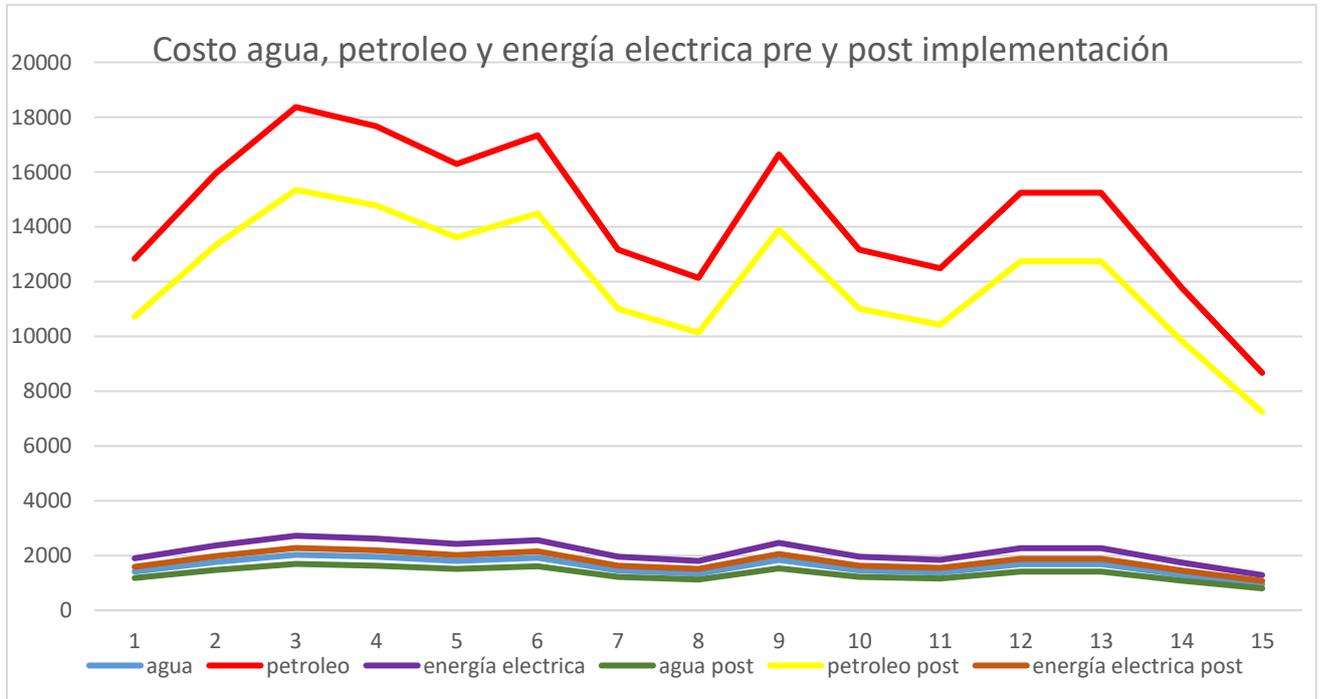


figura 27. Grafico comparativo

fuentes. Elaboración propia



4.8 Contratación de las hipótesis

4.8.1 Hipótesis específicas

4.8.1.1 Contratación de la hipótesis 1

- El consumo de agua se reduce mediante el sistema de precalentamiento de mosto en el proceso de cocción en la empresa Backus y Johnston Planta Cusco– 2019

La implementación y su influencia en el uso de agua

Comparación de medias

Estadísticas para una muestra

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Agua pre	15	98,9080	18,41177	4,75390
Agua post	15	247,5449	53,41591	13,79193

Correlaciones de muestras emparejadas

	N	Correlación	Sig.
Par 1 Agua pre & Agua post	15	,928	,000

El valor es menor a 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se aprueba la hipótesis alterna.



4.8.1.2 Contrastación de la hipótesis 2

- El consumo de energía eléctrica se reduce mediante el sistema de precalentamiento de mosto en el proceso de cocción en la empresa Backus y Johnston Planta Cusco– 2019

La implementación y su influencia en el uso de energía eléctrica

Comparación de medias

Prueba de muestras emparejadas

Par	Energía elect pre	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
1	Energía post	133,54667	24,85977	6,41877	119,77978	147,31355	20,806	14	,000

El valor es menor a 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se aprueba la hipótesis alterna.



4.8.1.3 Contrastación de la hipótesis 3

- El consumo de petróleo se reduce mediante el sistema de precalentamiento de mosto en el proceso de cocción en la empresa Backus y Johnston Planta Cusco– 2019.

La implementación y su influencia en el uso de petróleo

Comparación de medias

Prueba de muestras emparejadas

Par	Petróleo	pre	Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
			Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia Inferior Superior				
1	Petroleo post		276,69200	51,50634	13,29888	248,16874	305,21526	20,806	14	,000

El valor es menor a 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se aprueba la hipótesis alterna.



CAPITULO V

5.1 Discusión de los resultados

Después de la implementación del sistema de precalentamiento de mosto se logró reducir el consumo de energía térmica en 16.4 % como variable dependiente que está involucrada en este proceso. Lo que significa un ahorro considerable de S/70.81 por cocimiento

La implementación permitió cumplir tanto con el objetivo general como con los objetivos específicos que se plantearon al inicio de este trabajo, como es la evolución del ahorro de energía térmica, analizar la situación actual del proceso, cuantificar la cantidad de vapor consumido por cocimiento.

Es importante mencionar que la empresa maneja indicadores de consumo de energía térmica en los procesos de distintas áreas, lo cual brinda la oportunidad para optimizar los procesos y concientizar a todos los colaboradores de la empresa, en lo que respecta al ahorro y uso eficiente de la energía térmica.

Para que las mejoras del proceso determinadas en el estudio energético elaborado logre los mejores resultados en la implementación se tiene que garantizar el buen funcionamiento de los equipos principales del sistema de precalentamiento:

- Intercambiador de tubos de coraza y de placas
- Válvulas neumáticas y mecánicas
- Sensores de temperatura y presión
- Bomba de recirculación
- Tanques de almacenamiento

Contar con un correcto programa de mantenimiento predictivo y preventivo en la empresa Backus y Johnston.



A partir de los resultados obtenidos por las mejoras en el proceso del cocimiento de mosto, se pudieron extraer diferentes contribuciones al proceso de cocimiento en general en conjunto al equipo de mejora.

Implementar el sistema de precalentamiento de mosto disminuye el consumo de vapor en un 16.4 %, lo que significa que anteriormente se estaba desaprovechando el vapor que se generaba en la paila de cocción.

Antes de realizar las mejoras, se usaban 2380 Kg de vapor por cocimiento del mosto, lo que significa un desaprovechamiento de 390 Kg de vapor en este proceso. Adicionalmente, para llegar a su temperatura de ebullición era de 25 minutos (rampa).

Después de la mejora, al disminuir 10 minutos en la rampa para llegar a su punto de ebullición. Finalmente con el ahorro de vapor en el cocimiento del mosto mejoro los consumos de agua, energía eléctrica y combustible obteniendo mejoras en los indicadores a diferencia del proceso anterior.



Tiempo de cocimiento del mosto pre y post implementación

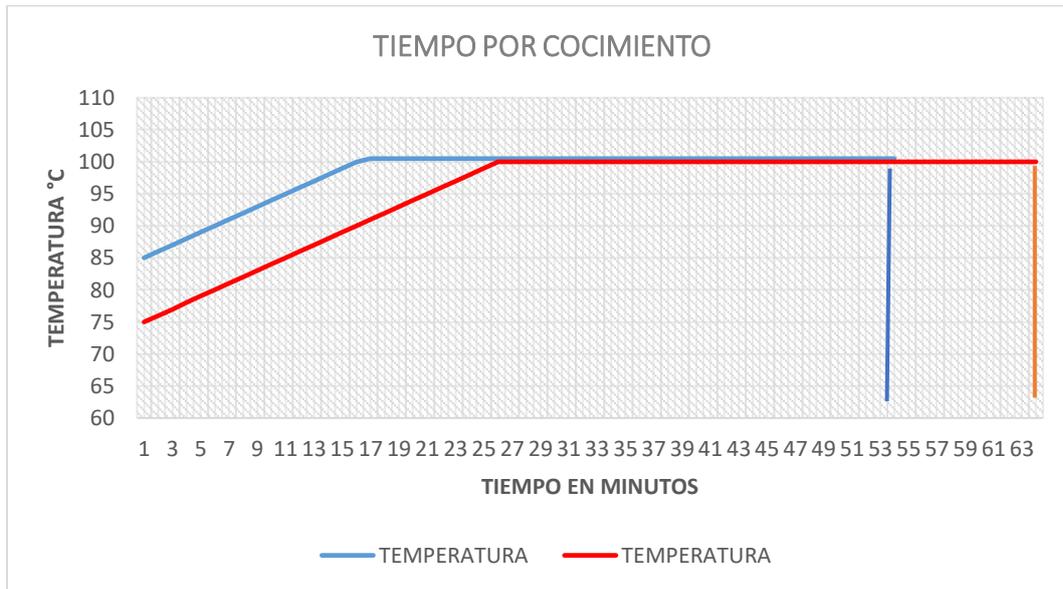


figura 28. Tiempo de cocimiento

fuentes. backus

En la cocción del mosto, la empresa reportó en base a sus medidores de consumo que se redujo de 2370 Kg de vapor por cocimiento a 1980 Kg de vapor en el cocimiento del mosto cervecero desde la primera semana del 2019 hasta la fecha, a consecuencia de la implementación del sistema de precalentamiento de mosto cervecero de 75 °C a 88 °C de temperatura en la rampa y en el tiempo de cocimiento de 63 minutos a 53 minutos.

Se comprueba la implementación del sistema de precalentamiento de mosto en vista que se ha logrado disminuir el tiempo de cocimiento de 63 minutos a 53 minutos y el ahorro de vapor que implica en los consumos de energía eléctrica, agua y petróleo logrando encontrarse por debajo de los límites de consumo por cocimiento requeridos por la empresa en el proceso de ebullición, dando resultados favorables para la producción.



5.2 Análisis financiero

En este trabajo se a realizado un análisis financiero con el fin de valorar el impacto económico que implica la implementación del sistema de precalentamiento de mosto cervecero, teniendo en cuenta que su estructura actual se basa en los recursos energéticos no renovables que son el agua, energía eléctrica y petróleo. Se alcanzan conclusiones acerca de los resultados para la implementación e innovación en los distintos procesos de fabricación de cerveza.

Costos por cocimiento en consumo de vapor en el proceso de cocción del mosto

Tabla 11. Costos por cocimiento

SIN IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA 2370 KG			
Energía	Consumibles	Cantidad	Precio
Vapor	Agua	2.370 m ³	S/.38,16
	Petróleo	40.29 Gal	S/346,49
	Energía eléctrica	19.20 Kw/h	S/51,27
Total			S/435,00
CON IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA 1980 KG			
Energía	Consumibles	Cantidad	Precio
Vapor	Agua	1.980 m ³	S/31,88
	Petróleo	33.66 Gal	S/289,476
	Energía eléctrica	16.04 Kw/h	S/42,83
Total			S/364,19

fuentes. Elaboración propia



5.3 Primer principio de la Termodinámica

Un sistema cerrado puede intercambiar energía con su entorno en forma de trabajo y de calor, acumulando energía en forma de energía interna. La ley es una generalización del principio de conservación de la energía mecánica. (Yunos A. Cengel, 2012)

5.4 Antecedente

La tesis de implementación de un intercambiador de calor para aumentar la producción de aceites esenciales en la planta flor vital del cusco tiene relación con la implementación de un sistema de precalentamiento de mosto porque con la innovación tecnológica nace en la inquietud de mejorar la producción de aceites esenciales en la destiladora industrial o el mosto cervecero para este efecto se realizaron cálculos de termodinámica y fluidos afines de precisión se hicieron pruebas experimentales con los intercambiadores de calor.

Se determinó que con intercambiador de calor mejora, se tendrá una mayor producción en la planta Florvital del cusco y la planta cervecera Backus Johnston planta cusco medido en todos los parámetros e indicadores propuestos en la tesis se determinó exitosamente que las pruebas experimentales tiene mejores condiciones de adaptabilidad en el proceso.

Todos los estudios de operaciones unitarias y transferencia de calor se ajustan al diseño y creación de intercambiador de calor en la planta Florvital y en la planta cervecera Backus debido a la obtención de datos exactos de estados físicos de la materia dentro de la maquinaria y la instrumentación que se encuentra en nuestro medio.



5.5 Contratación de la hipótesis general

La implementación y la energía térmica

Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas								Sig.
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	(bilateral)	
					Inferior	Superior				
Pa Vapor pre	98238,5	18287,1607	4721,7246	88111,5052	108365,6894	20,80	1		,000	
r 1 Vapor post	9733	6	1	6	1	6	4			

5.6 Aporte científico

Este trabajo revisa y aplica algunos conceptos y relaciones entre conocimiento, investigación y desarrollo, y posteriormente, entre ciencia, tecnología, innovación y sociedad. Constituye una aproximación general, donde el conocimiento es visto como un proceso integrado que se inicia en el asombro y la curiosidad, se construye a través de la investigación y crece en múltiples disciplinas científicas básicas y aplicadas, que innovan y avanzan hacia el desarrollo y bienestar social, cultural y económico. A la luz de ciertos inventos y descubrimientos, nombres y figuras notables del saber, se discuten aspectos, avances y perspectivas de una cultura basada en el conocimiento, la información y la globalización.

La ciencia, ya sea formal o fáctica, se caracteriza por un conocimiento racional, verificable y por consiguiente falible



5.6.1 Procesos y ciclos

Se hace necesario, fortalecer simultáneamente la educación e investigación científica, potenciando todas las capacidades de investigación (básica, aplicada, tecnológica), para construir una sociedad en la cual todos los individuos puedan llegar a ser personas, con una vida digna y honrosa



Conclusiones

Este estudio ha establecido que hay una valiosa oportunidad de ahorro de energía en la planta cervecera de Backus – Cusco, en el proceso de recuperación de calor

En el sistema de precalentamiento de mosto a continuación, se exponen las siguientes conclusiones:

- Se determinó que el flujo másico de vapor salientes de la paila de cocción es de 2.57 kg/s, con una velocidad de 19.5 m/s, asumiendo una temperatura de saturación promedio de 93°C, por lo que para incrementar la temperatura del agua en el intercambiador hasta los 88°C es necesario emplear un flujo de 1.54 kg/s de vapor, transfiriéndose una cantidad de 3494 kW en el proceso.
- El análisis del desempeño térmico del intercambiador de tubos y coraza se llegó a determinar una eficiencia de 91.7%, además en la simulación se obtuvo resultados sobre la razón de áreas actual y requerida para la transferencia de calor, teniendo un 34% de exceso en el área requerida para la transferencia de calor cuando se encuentre limpio y se verá afectado cuando se ensucie en el tiempo hasta caer en un 35% del área de transferencia de calor, este cambio será producido por el incremento de la resistencia térmica en el interior de los tubos en el intercambiador, cabe destacar que toda la simulación realizada para el intercambiador se parametrizó bajo los estándares propuestos por la TEMA (USA) en el diseño y análisis del performance energético de los intercambiadores tubulares.
- Como estrategia de control se propone un lazo de control de flujo en la línea de ingreso de agua, siempre y cuando se establezcan las condiciones de operación



definitivas, así como la respectiva instrumentación de temperatura en la línea de ingreso y salida de agua, y en la línea de condensados de los vapores.

- El intercambiador de placas necesario para el proceso de pre calentamiento de mostro, requiere de una carga de calor de 2132 kW, dicha cantidad incrementara la temperatura del mosto de 73°C a 86°C, y con una temperatura de aproximadamente 78°C de retorno al tanque de almacenamiento de agua. Con los datos obtenidos se realiza la selección de un intercambiador de placas que se ajuste a los parámetros de temperatura y carga de calor, la selección del intercambiador debe efectuarse con la asesoría de un proveedor de intercambiadores, los cuales proporcionaran a su vez las dimensiones del intercambiador y el área efectiva requerida para dicho proceso de intercambio.
- Para el proceso de pre calentamiento del mosto en el intercambiador de placas se requiere de la instrumentación de temperatura en la línea de mosto, para visualizar la temperatura a la cual sale luego de pasar por el intercambiador, la finalidad es evitar la ebullición del mosto en la línea antes de ingresar a la paila de cocción, además de facilitar el control de la caída de presión en el intercambiador, ajustando los flujos de ambos fluidos.



Recomendaciones

La energía térmica es una variable de suma importancia en el proceso del balance general de materia y energía para el intercambio de calor, en este estudio se realizaron los cálculos asumiendo un valor promedio de velocidad y flujo de vapor, mediante ecuaciones teóricas de mecánica de fluidos, por lo que se recomienda implementar la instrumentación de flujo másico o volumétrico en la línea de salida de los vapor, ya que con dicho valor se ajustara de mejor manera todos los resultados producto de los balances planteados en este estudio.

Las recomendaciones siguientes son necesarias antes de realizar la puesta en marcha del Intercambiador de calor de tubos y coraza, que será empleado para el calentamiento del agua del tanque de acumulación de energía, mediante la condensación de los vapores.

- La ubicación del intercambiador debe tener suficiente espacio como para el mantenimiento y limpieza.

El intercambiador requiere de la instrumentación adecuada como son:

- Fluido frio: Sensores de temperatura posicionados en las tuberías de entrada y salida, un flujómetro a la entrada del intercambiador que cubra el rango de flujo de operación, y un sensor de presión a la entrada.
- Fluido caliente: Sensor de temperatura a la salida del condensado de los vapores, y sensor de presión de entrada.
 - Se debe garantizar un flujo constante del fluido a calentar, para lo cual tener la presión necesario para un correcto funcionamiento del intercambiador.
- Las sugerencias a continuación para el fluido caliente y frio se deben presentar al arranque o al paro del intercambiador de tubos y coraza.



- Antes de la operación inicial verifique que el sistema de tuberías de conexión al intercambiador este asegurado contra repentinos aumentos de presión y fluctuaciones de temperatura por el uso de válvulas de cierre, válvulas de seguridad y válvulas de ventilación.
- Verificar que los valores de presión y temperatura que se especifican en la placa de identificación del intercambiador no se excedan.
- Al iniciar el arranque del intercambiador se recomienda hacer circular el fluido frío iniciando con un flujo bajo hasta llegar al flujo de operación, y posteriormente iniciar el flujo del fluido caliente, esto para evitar cualquier choque térmico.
- Al comienzo del periodo de calentamiento, la transferencia de calor será mayor debido a que el proceso solo se aprovechará durante un periodo promedio de 10 minutos, la reducción en la tasa de flujo de vahos producirá una reducción del incremento de la temperatura del agua que se calienta cuando finalice el periodo de despresurización.
- Realizar un reajuste a los cálculos del coeficiente de transferencia de calor una vez puesto en marcha el intercambiador de calor con la finalidad de definir los parámetros reales de operación.
- La temperatura de los condensados de los vahos determinado por el simulador se encuentra en el rango de 95°C a 89°C , poseyendo energía térmica disponible para transferir calor sensible hacia otros fluidos por medio de un intercambiador de placas de preferencia, debido a su menor tamaño, mayor eficiencia y la capacidad de ampliar el área de transferencia de manera más sencilla, siendo este un intercambiador



enfriador de condensados, se recomienda realizar un estudio adicional del mapeo de agua caliente para satisfacer alguno de los procesos de la planta.

- El intercambiador de calor de placas recomendado por los proveedores debe cubrir los requerimientos de carga de calor, temperaturas de entrada y salida de ambos fluidos, así como indicar el área de intercambio necesario para dicho trabajo.
- Se debe implementar un circuito de CIP para la limpieza del intercambiador de placas ya que se precalentarán mostos diferentes por cada lote de producción.
- Se recomienda realizar los diagramas de flujo de procesos y los balances de materia y energía en toda el área de elaboración, sobre todo en la paila de cocción, y los procesos de intercambio de calor del área, con la finalidad de optimizar el uso de energía, ya que lo primero es estudiar el proceso de manera específica, para luego implementar las estrategias de control y finalmente realizar las optimizaciones pertinentes. Todas las medidas de conservación de energías identificadas y sugeridas podrían implementarse en fases. Esto puede implementarse como una iniciativa de manejo eficiente de energía.



Bibliografía

- Avila, H. (2006). *introduccion a la meodologia de la investigacion*. Mexico: eumed net.
- de la Torre, J. (1998). *efecto de la presison del vapor sobre el coeficiente de transferncia de calor por conveccion ubre*. Mexico.
- Ercilio, F., Rodrigues, S., & Cabel, N. (2005). *Desafios del derecho humano al agua*. Lima: Gráfica Loro's S.A.
- Felipe, H. J. (2013). Investigación y redacción de petróleo. En G. C, & R. P, *Petroleo* (págs. 7-50). Bogota: Indepaz.
- Hernandes, R., Fernandez, C., & Baptista, P. (2006). *metodologia de la investigacion*. Mexico: MC GRAN-HILL.
- Holguin, D. (2014). *innovacion e implementacion de un intercambiador de calor para aumentar la produccion de aceites esenciales en la planta flor vital del cusco*. cusco.
- Kern, D. Q. (1999). *Procesos de transferencia de calor* . Mexico: Cecsca.
- Naghi, M. (2005). *metodologia de la investigacion*. Mexico : limusa.
- Organización de Servicio - SEAT, S. (2016). Conceptos Básicos de Electricida. *seat servicio*, 6-13.
- Purizaca, A. (2015). *Diseño técnico-económico de un sistema de recuperación de vapor flash de purgas continuas para calentar el agua de alimentación de las calderas de la empresa pesquera Ribaud S.A. (tesis pregrado)*. Universidad Cesar vallejo, Lima.
- SEAT, O. d. (2016). Conceptos basicos de electricidad. *Seat Servicios*, 7-13.



Suares, A. (2015). *determinacion del ahorro energetico a partir de la recuperacion del vapor condensado en una empresa de papel tissu*. lima.

Yunos A. Cengel, M. A. (2012). *Termodinamica*. Mexico: McGRAW-HILL.



ANEXOS



Anexo N°. 1 Matriz de consistencia

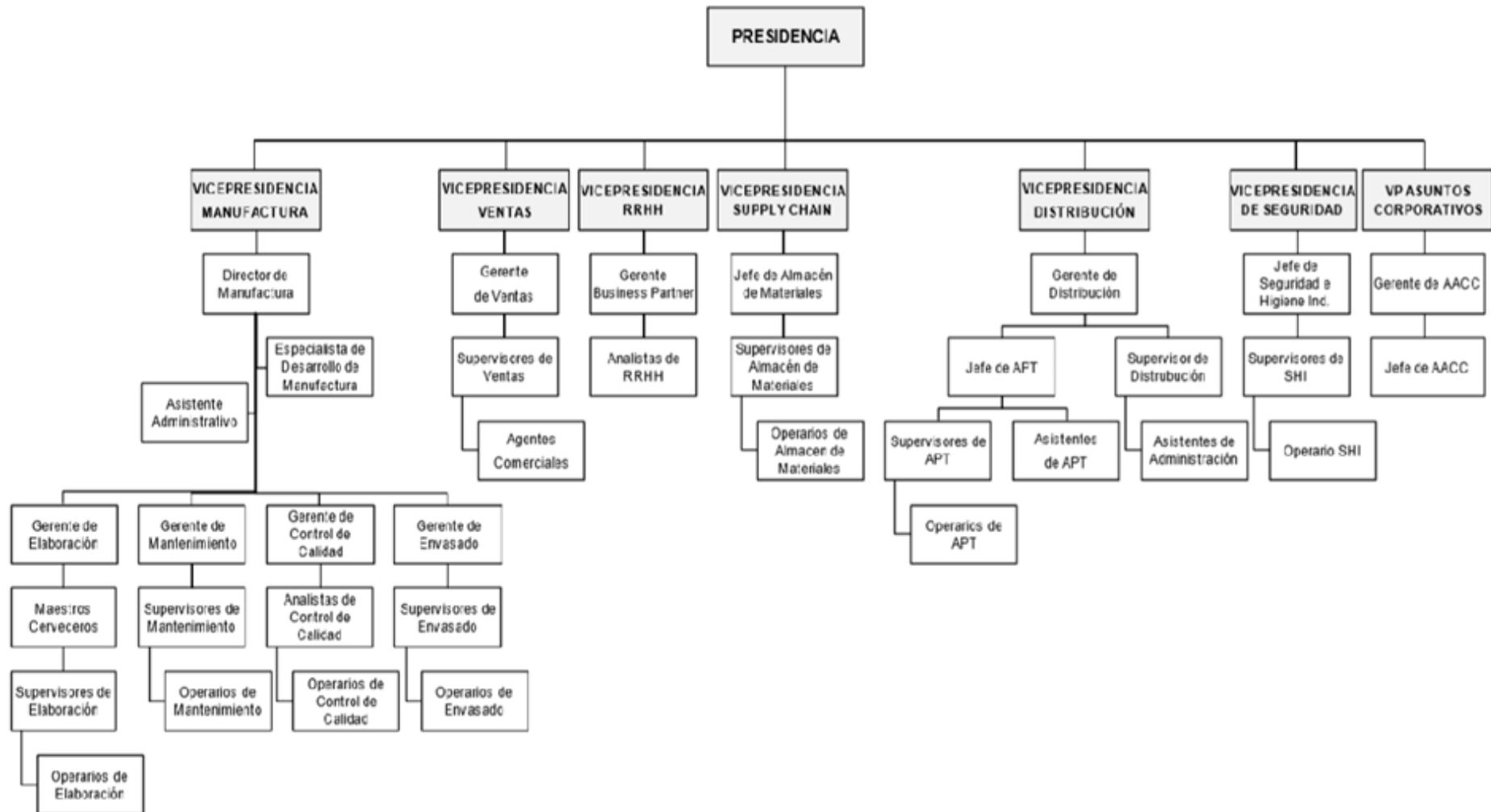
TITULO: “IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE PRECALENTAMIENTO DE MOSTO PARA LA REDUCCION DEL CONSUMO DE ENERGIA TERMICA EN EL PROCESO DE COCCION EN LA EMPRESA BACKUS Y JOHNSTON PLANTA CUSCO – 2019”				
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	METODOLOGÍA	VARIABLES
<p>1.PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Cómo implementar un sistema de precalentamiento de mosto para la reducción del consumo de energía térmica en el proceso de cocción en la empresa Backus y Johnston planta cusco – 2019?</p> <p>Problemas específicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Cómo reducir el consumo de agua implementando un sistema de precalentamiento de mosto en el proceso de cocción en la empresa Backus y Johnston planta cusco – 2019? - ¿Cómo reducir el consumo de energía eléctrica implementando un sistema de precalentamiento de mosto en el proceso de cocción en la empresa Backus y Johnston planta cusco – 2019? - ¿Cómo reducir el consumo de petróleo implementando un sistema de precalentamiento de mosto en el proceso de cocción en la empresa Backus y Johnston planta cusco – 2019? 	<p>1.OBJETIVO GENERAL</p> <p>Implementar un sistema de precalentamiento de mosto para la reducción del consumo de energía térmica en el proceso de cocción en la empresa Backus y Johnston planta cusco – 2019.</p> <p>Objetivos específicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reducir el consumo de agua implementando un sistema de precalentamiento de mosto en el proceso de cocción en la empresa Backus y Johnston planta cusco – 2019. - Reducir el consumo de energía eléctrica implementando un sistema de precalentamiento de mosto en el proceso de cocción en la empresa Backus y Johnston planta cusco – 2019. - Reducir el consumo de petróleo implementando un sistema de precalentamiento de mosto en el proceso de cocción en la empresa Backus y Johnston planta cusco – 2019. 	<p>1.HIPOTESIS GENERAL</p> <p>El consumo de energía térmica se reduce mediante el sistema de precalentamiento de mosto en el proceso de cocción en la empresa Backus y Johnston Planta Cusco – 2019.</p> <p>Hipótesis específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - El consumo de agua se reduce mediante el sistema de precalentamiento de mosto en el proceso de cocción en la empresa Backus y Johnston Planta Cusco– 2019. - El consumo de energía eléctrica se reduce mediante el sistema de precalentamiento de mosto en el proceso de cocción en la empresa Backus y Johnston Planta Cusco– 2019. - El consumo de combustible se reduce mediante el sistema de precalentamiento de mosto en el proceso de cocción en la empresa Backus y Johnston Planta Cusco– 2019. 	<p>1.METODOLOGIA</p> <p>ENFOQUE: Cuantitativo</p> <p>NIVEL: Explicativo</p> <p>CORTE: Longitudinal</p> <p>DISEÑO: Experimental</p> <p>METODO: Hipotético deductivo</p>	<p>VARIABLE</p> <p>INDEPENDIENTE</p> <p>Sistema de precalentamiento de mosto</p> <p>DEPENDIENTE</p> <p>Energía térmica</p>



ANEXO 2: ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA BACKUS JOHNSTON



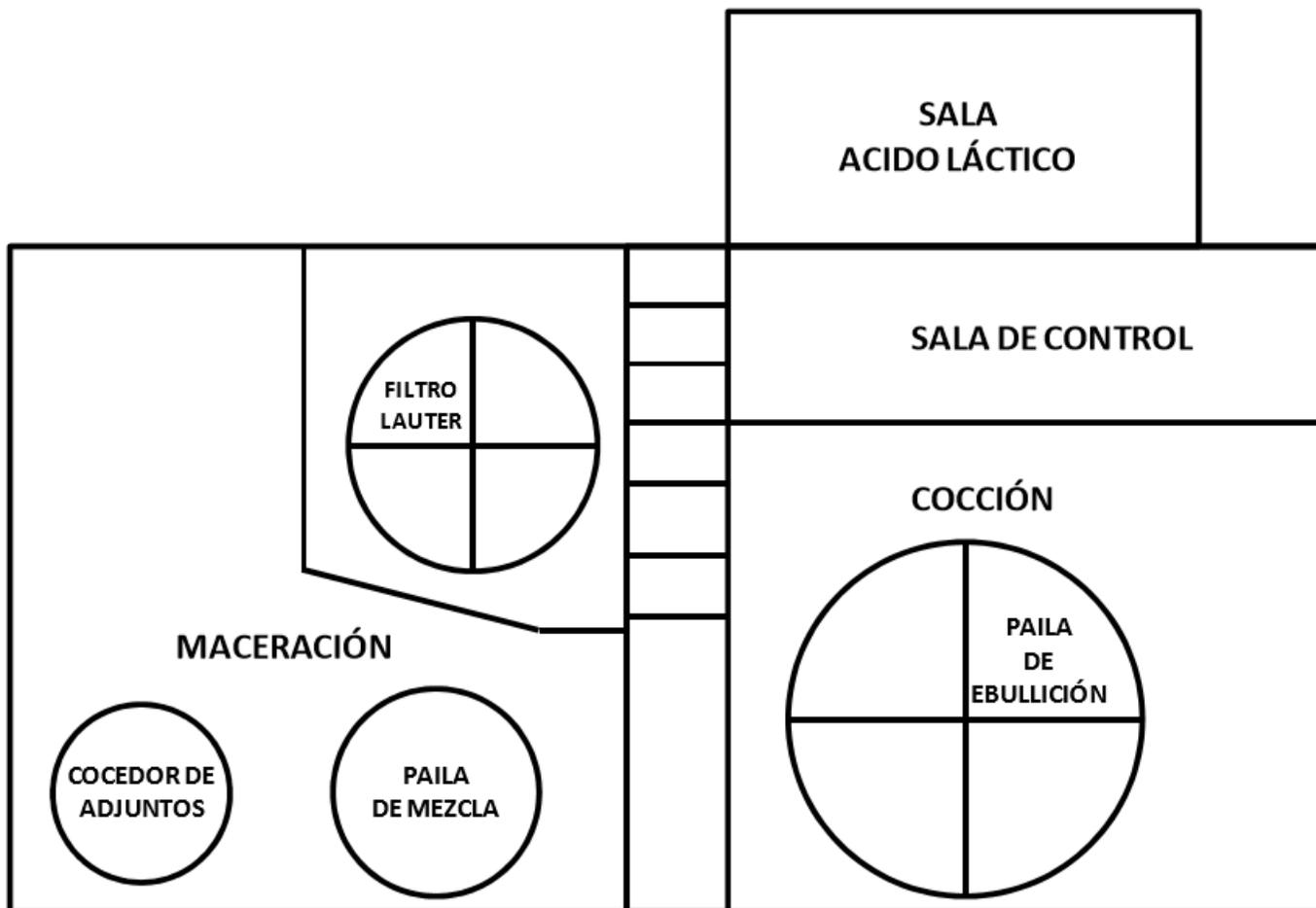
Anexo N°. 2 Diagrama del área de cocimiento





Anexo N°. 3 Cocimiento

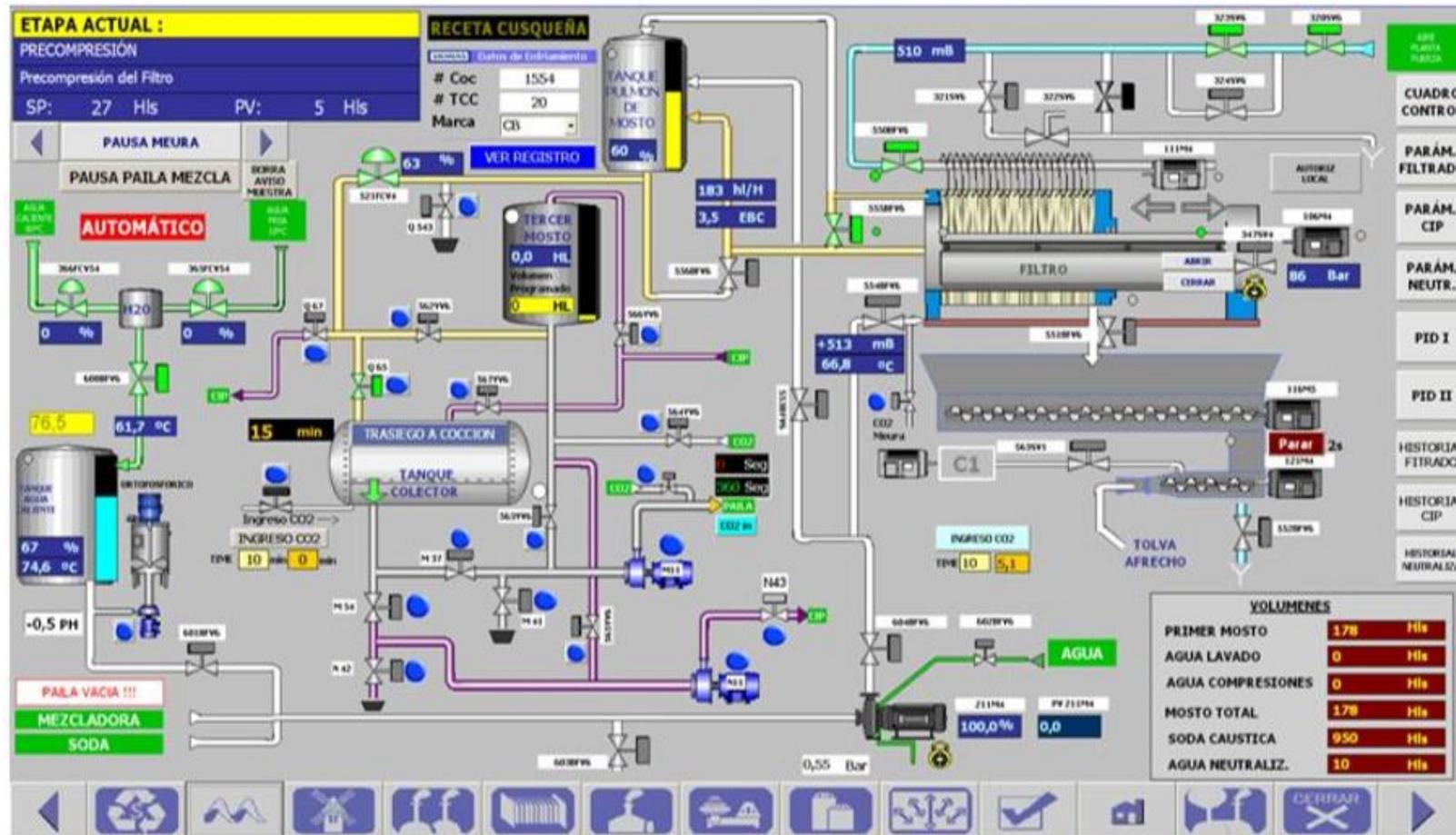
Diagrama de la Sala de Cocimiento





Anexo N°. 4 Programa de control de proceso - SCADA

Interface de control del sistema SCADA del proceso de filtración en la Sala de Cocimiento



Anexo N°. 5 Registro del proceso de cocimiento



Bacvus propietario
Marca (USCO)

Gestión del Proceso de Cocimiento

SAB MILLER
YP Marafachos

CONTROL DEL PROCESO DE COCIMIENTO

COC. AÑO: 2017 RECETA: PILSEN MELRA Fecha: 09/12/2019 Línea: 1 Página: 2
 COC. DIA: 6 COC. SEMANA: 6 COC. MES: 44 MAJ: 09/12/2019 V/a a DCR: IGMS: Cambiar P'pag

Observaciones:

Corredor I				
Corredor II			0.56	19.06
Corredor III				
Colorado				
Otros		25.5		19.44

Tarjet de Evaporación Total: 3.8 a 4.5 → 9.5

Mosto Caliente (M) (+/- 2.5% del Total)	Evaporación		Observaciones
	Horaria	Total	
	7.26	4.6	

Dosificación de Azúcar

Cantidad: _____ Kg _____ hl
 Hora: _____

Observaciones:

Evaporación de Trubi caliente (Whirlpool)				CIP	Estimacion de Sólido				Línea	
Hora Inicio	Hora Final	Min.	Targets	<input type="radio"/> SI <input checked="" type="radio"/> NO	Hora Inicio	Hora Final	Tiempo Total, T60	pH, T 5-5.2	*P +/-0.2 (M. Frio)	Mosto Frio (M) +/-2.5
Trasiego	19:58	20:03	10	<- 25 min	20:03	00:00	237	5.1	16.95	
Reposo	18:44	20:03	70	-> 20 min						

Turbidez del Mosto: _____ (mosto caliente 10 min)
 Sólidos de Mosto: _____ (Depósito mosto caliente)
 Extracto Original: _____ pH: _____

Observaciones: 4.08PPM

Control organoléptico: Conforme No-Conforme

CIP Entradas de Mosto				Siembra de Levadura			
Inicio	Final	Concentración	Temperatura	TQ. Procedencia	II	Generación	Destino
		% NaOH	°C				2
		% HNO3		Hora inicio siembra		Hora fin siembra	

Observaciones: BCT

COCINERO: EAE CERVECERO DE TURNO: LL REVISADO POR: 10.42



Anexo N°. 6 Presupuesto y financiamiento

Equipos	cantidad	unidad	Precio por unidad	Costo en soles
Intercambiador de placas	1	und	-	30.000
Válvulas	8	und	200	16.000
Sistema de Automatización	1	unid		11.000
Materiales				
Tuberías	50	mt	20	1000
Codos	12	und	30	360
bridas	16	und	40	640
Servicios				
Contratistas en estructuras metálicas	3	mes	7000	21.000
Costo Total en soles				80.000