

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA



**"ANÁLISIS ENERGÉTICO DE LAS TECNOLOGÍAS DE
COCINADORES ESTÁTICOS Y SU INFLUENCIA CON EL
INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD - EMPRESA APOLO
S.A.C"**

**PRESENTADO POR
BACH. WILLIAM ANDRÉS FLORES LEÓN**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO EN ENERGÍA**

NUEVO CHIMBOTE - PERÚ

2018

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA**



HOJA DEL AVAL DEL JURADO EVALUADOR

El presente trabajo de tesis titulado: **“ANÁLISIS ENERGÉTICO DE LAS TECNOLOGÍAS DE COCINADORES ESTÁTICOS Y SU INFLUENCIA CON EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD - EMPRESA APOLO S.A.C”**, para obtener el título profesional de Ingeniero en Energía, presentado por el Bach. William Andrés Flores León, que tiene como asesor al docente Mg. Robert Guevara Chinchayan designado por resolución N° 178-2017-UNS-FI. Ha sido revisado y aprobado el día 18 de enero del Enero del 2018 por el siguiente jurado evaluador, designado mediante resolución N° 010-2018-UNS-CFI.



M.Sc. Hugo Calderón Torres
PRESIDENTE



M.Sc. Roberto Chucuya Huallpachoque
SECRETARIO



Mg. Robert Guevara Chinchayan
INTEGRANTE



"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

A los dieciocho días del mes de enero del año dos mil dieciocho, siendo las diez horas del día, se instaló en el Auditorio de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería en Energía, el Jurado Evaluador designado mediante **Resolución N° 010-2018-UNS-CFI**, integrado por los siguientes docentes:

- **M.Sc. HUGO ROLANDO CALDERON TORRES** : PRESIDENTE
- **M.Sc. ROBERTO CARLOS CHUCUYA HUALLPACHOQUE** : INTEGRANTE
- **Mg. ROBERT FABIÁN GUEVARA CHINCHAYAN** : INTEGRANTE
- **M.Sc. CESAR LUIS LOPEZ AGUILAR** : ACCESITARIO

Para dar inicio a la sustentación y evaluación de la Tesis titulada: "**ANÁLISIS ENERGÉTICO DE LAS TECNOLOGÍAS DE COCINADORES ESTÁTICOS Y SU INFLUENCIA CON EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD – EMPRESA APOLO S.A.C**", Elaborada por el Bachiller de Ingeniería en Energía: **WILLIAM ANDRES FLORES LEON**, teniendo como asesor al docente **Mg. Robert Fabián Guevara Chinchayan**. Terminada la sustentación el estudiante, respondió las preguntas formuladas por los miembros del jurado y el público presente.

El Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes, en concordancia con los artículos 39° y 40° del Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y Título Profesional de la Universidad Nacional del Santa, declara:

BACHILLER	PROMEDIO	PONDERACIÓN
WILLIAM ANDRES FLORES LEON	REGULAR	QUINCE (15)

Siendo las once horas del mismo día, se da por terminado el acto de sustentación, firmando los integrantes del jurado en señal de conformidad.


M.Sc. Hugo Calderon Torres
PRESIDENTE


M.Sc. Roberto Chucuya Huallpachoque
SECRETARIO


Mg. Robert Guevara Chinchayan
INTEGRANTE

DEDICATORIA

A Dios por la bendición que me concede de poder realizarme como ingeniero, por guiarme y darme fortaleza en cada momento de mi vida, y me da luz en cada una de mis objetivos; y a mis padres a quienes tanto quiero.

WILLIAM ANDRES

AGRADECIMIENTO

Agradecer ante todo a Dios, por guiar mi vida y encaminarte en esta nueva aventura como profesional.

A mis padres por todo su apoyo incondicional, en cada momento de mi vida universitaria

Al Mg. Robert Guevara, por la orientación en este proyecto y su tiempo.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo determinar la influencia en la productividad al implementar la tecnología de los cocinadores estáticos. Se evalúa el estado energético y de producción actual de la planta donde se obtuvo un ratio de producción de 31.79 kg/caja, un consumo de combustible R500 de 0.1097 gal/caja, y pérdidas de 4.14% en materia prima. Se determina las dimensiones de 1.8 m de diámetro y 6 metros de largo para los cocinadores, el material a utilizar es acero inoxidable AISI 304 de 3/16" de espesor, siendo su capacidad de producción de 1507 cajas/turno y una capacidad para materia prima de 14775.43 kg, finalmente se selecciona un sistema de control por retroalimentación. Se concluye este estudio comprobando el incremento de 5.22% el ratio de producción, permitiendo un ahorro del 16.6% de combustible R500 en la productividad.

Palabras Clave (Cocinador estático, Tecnología, Análisis energético, Productividad)

ABSTRACT

The objective of this research work is to determine the influence on productivity by implementing the technology of static cookers. The current energy and production status of the plant is evaluated, obtaining a production ratio of 31.79 kg / box, a R500 fuel consumption of 0.1097 gal / box, and losses of 4.14% in raw material. The dimensions of 1.8 m in diameter and 6 meters in length are determined for the cookers, the material to be used is AISI 304 stainless steel of 3/16 "thick, being its production capacity of 1507 boxes / shift and a capacity for raw material of 14775.43 kg, finally a feedback control system is selected. This study concludes by verifying the 5.22% increase in the production ratio, allowing a 16.6% saving of R500 fuel in productivity.

Keywords (Static Cooker, Technology, Energy Analysis, Productivity)

INDICE	Pg.
Hoja de aval del asesor	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Resumen	iv
Abstrac	v
Índice	
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	
1.1. Realidad Problemática	1
1.2. Antecedentes	4
1.3. Enunciado del Problema	6
1.4. Hipótesis	6
1.5. Importancia y justificación	7
1.6. Objetivo general	8
1.7. Objetivos específicos	8
1.8. Alcances	8
CAPITULO II: MARCO TEORICO	
2.1 Productos enlatados	10
2.1.1 Características del producto	10
2.1.2 Descripción del proceso de fabricación de conservas de pescado	13
2.1.3 Evaluación energética del sistema actual	19
2.1.4 Parámetros de consumo y de operación	19
2.1.5 Indicadores de producción en la línea de cocido	20
2.1.6 Indicadores para la evaluación del estado energético	21
2.2 Generalidades de la Empresa	22
2.2.1 Detalles de las instalaciones de la línea de cocido	22
2.2.2 Materia prima y niveles de producción	23
2.2.3 Detalle de la generación de vapor	24
2.2.4 Registro estadístico producción, consumo de combustible y materia prima	25
2.3 Cocedores a vapor en la industria pesquera	26
2.3.1 Cocinador industrial	27
2.3.2 Clasificación de los cocinadores a vapor	27
2.4 Tecnología de los cocinadores estáticos en la industria alimentaria	31
2.5 Transferencia de calor en la industria alimentaria	37

2.5.1	Perdidas por transferencia de calor	38
2.5.2	Análisis de transferencia de calor	40
2.6	Fundamentos de ingeniería de control	41
2.6.1	Terminología básica para los sistemas automáticos	41
2.6.2	Componentes físicos de un sistema de control	42
2.6.3	Control por retroalimentación	44
2.6.4	Control proporcional integral-derivativo (PID)	44
CAPITULO III: MATERIALES Y METODO		
3.1.	Materiales	46
3.1.1	Instrumentos y equipos para el procesamiento y análisis de la información	46
3.2.	Método utilizado	49
3.2.1.	Determinación del estado actual de los cocinadores estáticos	50
3.2.2	Análisis de transferencia de calor en el proceso de cocción	52
3.2.3	Materia prima y rendimiento de cocción	54
CAPITULO IV: RESULTADOS		
4.1	Análisis energético en la condición actual de los cocinadores estáticos	56
4.1.1	Calculo de los consumos energéticos en un cocinador estático	56
4.1.2	Calculo de los consumos totales en la línea de cocido	56
4.1.3	Análisis de producción y cuantificación energética por lote	58
4.1.4	Análisis del factor de carga con la utilización de vapor en la línea de cocido	60
4.1.5	Análisis de transferencia de calor en el proceso de cocción	62
4.1.6	Cuantificación de las pérdidas de materia prima	65
4.1.7	Calculo de los indicadores de producción en la línea de cocido	67
4.2	Evaluación de las tecnologías de cocinadores estáticos	
4.2.1	Capacidad efectiva de nuestro cocinador	70
4.2.2	Diseño mecánico	
4.3	Análisis energético de los cocinadores estáticos	
4.3.1	Energía consumido por el cocinador	76
4.3.2	Energía consumido por el pescado	77
4.3.3	Análisis de transferencia de calor para la estimación de pérdidas	77
4.3.4	Análisis de transferencia de calor en el interior del cocinador	79
4.4	Selección del sistema de control para una óptima cocción del pescado.	

4.4.1 Condición actual en el proceso de cocción	82
4.4.2 Determinación del punto óptimo de cocción	84
4.4.3 Propuesta de mejora	87
4.4.4 Selección del sistema de control	88
4.5 Determinación de la influencia de los cocinadores estáticos en la productividad	92
4.5.1 Estimación del consumo total de energía por cocinador	92
4.5.2 Estimación del gasto de energía, vapor y petróleo por turno	93
4.5.3 Análisis de la producción, gasto de vapor y petróleo de los cocinadores propuestos	94
4.5.4 Influencia de la carga de materia prima y la utilización de vapor en el factor de carga	95
4.5.5 Estimación de las condiciones energéticas de los cocinadores estáticos propuestos, a distintas cargas	97
4.5.6 Calculo de la influencia de las tecnologías de los cocinadores en la productividad	98
4.5.7 Calculo de los indicadores energéticos en la línea de producción de cocido	98
4.5.8 Cuantificación del incremento de la productividad en porcentaje de mejoras	100
CAPITULO V: DISCUSIONES	102
CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	105
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	108
ANEXOS	112

Lista de Anexos	Pag.
Anexo A. Ubicación de la empresa apolo S.A.C	113
Anexo B. Cocinador estático	114
Anexo C. Estadística de producción de conservas de pescado, consumo de petróleo R500 y de materia prima de la empresa Apolo S.A.C	115
Anexo D. Estadística de producción de conservas de pescado, ratio térmico y de materia prima de la empresa apolo S.A.C	116
Anexo E. Estadística de ratio energéticos y de producción	117
Anexo F. Estadística de ratios de materia prima y producción	118
Anexo G. Presupuesto	119
Anexo H. Detalles del sensor RTD	120
Anexo I. Detalles del controlador PID	121
Anexo J. Detalles del controlador ON-OFF	122
Anexo K. Detalles del transductor IP	123
Anexo L. Detalles de la válvula proporcional	124
Anexo M. Parámetros de operación del caldero	125
Anexo N. Parámetros de operación de los cocinadores estáticos	126
Anexo O. Muestras de pesos de materia prima y rendimientos	127
Anexo P. Estado actual de cocinadores convencionales	129
Anexo Q. Montaje de cocinadores estáticos modernos	131

LISTA DETABLAS	pag.
Tabla 1. Producto enlatado de la línea de cocido	10
Tabla 2. Propiedades nutritivas de las conservas	11
Tabla 3. Ecuaciones para el cálculo de los consumos energéticos	19
Tabla 4. Materia prima y niveles de producción	24
Tabla 5. Descripción de la caldera de la Empresa Apolo S.A.C	25
Tabla 6. Estadística de producción, combustible y materia prima	25
Tabla 7. Estadística de producción, ratio térmico y de materia prima	26
Tabla 8. Estadística de producción, costos específicos de energía y materia prima	26
Tabla 9. Características del Analizador de Gases de Combustión Testo 325M	47
Tabla 10. Características de los cocinadores estáticos	50
Tabla 11. Generador de Vapor para el proceso productivo	51
Tabla 12. Datos de la temperatura de la materia prima y el tiempo	53
Tabla 13. Muestras de peso de la materia prima y rendimientos de cocción	54
Tabla 14. Consumos energéticos en la situación actual de un cocinador	56
Tabla 15. Consumos energéticos totales de los cocinadores	56
Tabla 16. Factor de carga respecto a la materia prima y utilización de vapor en la línea de cocido	61
Tabla 17. Condiciones energéticas a distintas cargas	62
Tabla 18. Gasto energético diario promedio en la línea de cocinado	62
Tabla 19. Pérdidas de peso en el tiempo de cocción	63
Tabla 20. Determinación del coeficiente de transferencia de calor	64
Tabla 21. Pesos y rendimientos de la materia prima en el proceso de cocción	65
Tabla 22. Intervalos de confianza para el rendimiento promedio	66
Tabla 23. Materia prima anual	67

Tabla 24. Materia prima perdida por año	67
Tabla 25. Costo anual por pérdidas de materia prima	67
Tabla 26. Tecnología de cocinadores estáticos	69
Tabla 27. Propiedades mecánicas del acero	74
Tabla 28. Dimensiones del cocinador y propiedades termofísicas del fluido caliente	78
Tabla 29. Dimensiones y propiedades físicas del fluido caliente	79
Tabla 30. Tiempos de cocinador para la materia prima	83
Tabla 31. Estimación de los consumos totales del cocinador propuesto	92
Tabla 32. Estimación de los consumos energéticos totales de los cocinadores propuestos	93
Tabla 33. Factor de carga respecto a la materia prima y utilización de vapor para los cocinadores tecnológicos	96
Tabla 34. Estimación de las condiciones energéticas de los cocinadores propuestos a distintas cargas	97
Tabla 35. Estimación del gasto energético de los cocinadores propuestos	97
Tabla 36. Variación de vapor y cajas por influencia de cocinador propuesto	98
Tabla 37. Cuantificación en porcentaje de mejoras en la productividad	100

LISTA DE FIGURAS	pag.
Figura 1. Flujograma del proceso productivo de la línea de cocido	18
Figura 2. Distribución de vapor hacia los cocinadores estáticos	23
Figura 3 Flujo de vapor y materia prima en el cocinador estático	23
Figura 4. Cocinador vertical	28
Figura 5. Cocinador horizontal	29
Figura 6. Cocedor de atún a vapor TUNIVAC	32
Figura 7. Cocedor automático de sardinas C.D.A	33
Figura 8. Cocedor Estático Mac-30m	34
Figura 9. Cooker Mac	35
Figura 10. Cocedor de sardina estático	35
Figura 11. Cocedor de túnidos	36
Figura 12. Cocinador CGI – 55/60	37
Figura 13. Relación tiempos-temperatura por el calentamiento en régimen transitorio	38
Figura 14. Resistencias térmicas en la transferencia de calor	39
Figura 15. Control por retroalimentación	44
Figura 16. Analizador de gases de la combustión	47
Figura 17. Termopares Tipo K	47
Figura 18. Dispositivo para la adquisición de datos (INTECH MICRO 220)	48
Figura 19. Medidor de humedad GHM640	48
Figura 20. Metodología de trabajo	49
Figura 21. Porcentaje de participación energética de los parámetros en el cocinador 1	57

Figura 22. Porcentaje de participación energética de los parámetros en el cocinador 2	57
Figura 23. Porcentaje de participación energética de los parámetros en el cocinador 3	58
Figura 24. Variación de factor de carga respecto a la carga de materia prima y el porcentaje de utilización del vapor en la línea de cocido	61
Figura 25. Temperatura de espina a lo largo del tiempo del proceso de cocción	63
Figura 26. Relación adimensional respecto al tiempo	64
Figura 27. Área disponible para nuestros cocinadores	70
Figura 28. Dimensión de un cocinador estático en el área de cocido	71
Figura 29. Temperatura del pescado a lo largo del tiempo de cocción	81
Figura 30. Temperatura vs tiempo en el proceso de cocción	82
Figura 31. Temperatura del cocinador con control manual	84
Figura 32. Comportamiento esperado en el cocinador en la situación actual	85
Figura 33. Pescado semicrudo por cocinado irregular	86
Figura 34. Pescado sobrecocinado por temperatura irregular	87
Figura 35. Temperatura de cocinador y espina con control automático	88
Figura 36 Controlador PID	90
Figura 37. Válvula proporcional Model 988	91
Figura 38. Sistema de control con dos sensores por cocinador	92
Figura 39. Porcentaje de participación de los parámetros energéticos en cada cocinador	93
Figura 40. Influencia de la carga de materia prima y la utilización de vapor en el factor de carga, para los cocinadores estáticos propuestos	96

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA

La Sociedad Nacional de Pesquería (SNP) indico que en el rubro CHD las empresas que producen conservas de anchoveta, caballa, jurel, caballa cuentan con una capacidad instalada de 209,096 cajas por turno, que representan el 40% de la capacidad de producción nacional. Asimismo el comité de la pesca y acuicultura de la Sociedad nacional de Industrias (SIN) estimo que en los años siguientes se acrecentara la producción del atún para CHD.

Por tanto la creciente demanda de producción, y el notable incremento del volumen de exportaciones de conservas de pescado en los últimos años demuestra la gran necesidad de contar con equipos que hagan un aprovechamiento eficiente de los insumos tanto energéticos como productivos, y que mejoren sus standares de calidad para que hagan de las empresas más competitivas.

La Empresa Pesquera APOLO S.A.C, no escapa a esta realidad y por ello se hace imprescindible proponer de sistemas más eficientes y que nos den una mayor productividad, esto ha llevado a las industrias a implementar equipos modernos que usen la tecnología de innovación, reemplazando a los equipos convencionales.

Actualmente la empresa cuenta con 3 cocinadores estáticos de diferentes dimensiones, los cuales se encuentran en un estado de oxidación, sus accesorios están en mal estado, su hermetización con fugas, ocasionado a pérdidas y exceso consumo de vapor, que como consecuencia a traído alto costos por producción.

El conocimiento de las bondades que tiene el pescado en cuanto a calidad de proteína, ácidos grasos insaturados, ha llevado a las entidades fiscalizadoras a tener un control más riguroso en el aseguramiento de la calidad en cada etapa del proceso de elaboración.

Actualmente existe mucha variación de las características físicas pescado en las diferentes etapas de producción, especialmente en la etapa de cocción, la cual requiere ser estandarizada para asegurar la calidad final del producto.

En el proceso productivo en lo que se refiere a la industria pesquera, el pescado tiene una etapa en la que es sometido a cocción, en estos procesos se consumen altos niveles de energía, por lo que generalmente representan casi el 48% de la energía térmica total en las empresas pesqueras. Según la especie se requiere de un tiempo de cocción, en efecto tal como se ha desarrollado mayormente en nuestro país se ha basado en tiempos estimados según la experiencia de los operarios, sin embargo este método no contempla condiciones que afectan dichos tiempos de cocinado tales como la temperatura inicial, origen y manejo previo del pescado y la carga completa o parcial del cocinador. A ello se suma la dificultad que tienen los operarios para controlar eficazmente la temperatura de cocinado apropiada, ocasionando fluctuaciones en las mismas por mala regulación y sobrecocinado, lo que trae como consecuencia desgaste en las válvulas, caídas y subidas bruscas de presión en las líneas de vapor, cocinado no homogéneo, gasto innecesario de vapor por cocinado, y pérdidas en peso de la materia prima.

El no contar con un sistema que puede evitar anomalías que se producen en un control manual, representa un gasto energético excesivo, elevación en los costos de producción, deterioro en sus propiedades organolépticas y deficiencias en los contenidos nutricionales. Mientras que un tiempo demasiado corto, puede ocasionar que no se alcancen las temperaturas óptimas de cocción en el centro del alimento y originaría el rechazo por los consumidores. El departamento de control de calidad ha detectado un número considerable de muestras de una inadecuada cocción del pescado, en las que incluye sobrecalentamientos lo que ha llevado a la empresa a tener deficiencias por carencia de calidad y pérdidas por materia prima.

1.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Gadea Cerna L. (2012). “Estudio tecnológico y energético de secadores en planta de harina de pescado”, Universidad Nacional del Callao. Estudio la tecnología de los secadores para harina de pescado, integrando de manera total un cambio de materiales cuyas propiedades ayuden a transmitir más el calor, en el que obtuvo mejoras en un 4% de eficiencia y reducción de energía primaria como es el vapor directo en 11.2 %, así mismo concluye que los equipos secadores que utilizan como medio de calefacción el vapor, pueden incrementar su eficiencia y reducir la energía primaria.

Muñoz Caldas. (2012). “Ahorro de energía mediante el uso de revalorizado en la cadena productiva de la industria pesquera”, Universidad nacional de Trujillo - Perú. Estimó el ahorro de energía aplicando una de las técnicas de uso eficiente de la energía, implementando un sistema de recuperación de energía mediante la expansión de condensado, del cual se obtuvo un ahorro del 4% de energía de vapor, por tanto concluye que las aplicaciones de recuperación energética mediante la expansión de condensado generan ahorros significativos de energía de vapor.

Nuñuvero Y., Díaz V. (2011). “Evaluación del cambio tecnológico de los secadores directos por secadores a vapor con aprovechamiento de vahos en una planta evaporadora de película descendente”, Universidad Nacional del Santa-Chimbote-Perú; evaluó secadores directos y secadores con aprovechamiento de vahos en una planta evaporadora de película descendente, realizando los balances de energía y masa para dichos sistemas, y un benchmarking energético ; del cual obtuvo una mejora de la eficiencia energética de hasta el 88.61%, del presente estudio concluye que para la tecnología proyectada de secado y evaporación se tendrá : Para la planta evaporadora de película descendente tipo WHE, se tiene una economía de

planta de 1.95Kg de vahos evaporados/Kg de vahos de secado, lo cual indica una economía de planta aceptable, esta tecnología propuesta le dará un valor agregado a la energía residual.

Barreto F., Castillo A. (2014). “Optimización de los indicadores de productividad de la empresa Pesquera Ribaudó S.A. mediante el uso de gas natural licuado en el área de los calderos”. Universidad Nacional del Santa. Nuevo Chimbote, Perú. Se determinó una reducción del costo variable de generación de vapor de 10.09% y 10.35% del indicador energético, realizando un estudio del cambio de combustible de petróleo residual y GLP, del cual se obtuvo una reducción de los indicadores de productividad del 5%, por tanto concluye que la sustitución del R500 por GLP mejora los indicadores de productividad de la empresa Pesquera Ribaudó S.A.

Villanueva A., Villanueva M. (2012). “Innovación tecnológica en los sistemas de secado y de evaporización, para la reducción del consumo de combustible por tonelada de harina de pescado en el proceso productivo de la empresa Cridani S.A.C de la ciudad de Chimbote”. Universidad Nacional del Santa. Nuevo Chimbote, Perú. El presente informe de tesis plantea como alternativas mejorar de los indicadores energéticos, el reemplazo de parte de la planta, en las áreas de secado y evaporación, con tecnologías de aprovechamiento más eficientes de la energía. Para esto se realiza un balance de energía en los equipos involucrados en el área de secado y evaporación, determinándose los indicadores energéticos en el estado actual y en el estado con aplicación de la innovación tecnológica.

Posteriormente se cuantifica el ahorro de energía primaria, el cual es un valor de 38.63 galones de petróleo R-500/ Tonelada de harina producida, con un ahorro de 13.62 galones de petróleo R-500/ Tonelada de harina producida. Por lo que concluye

que para este caso la innovación tecnológica involucra la sustitución de los secadores a fuego directo con aire caliente y la planta evaporadora de tubos inundados por secadores a vapor y planta evaporadora de agua de cola del tipo WHE.

Wilson Lister. (2011). “Diseño de un recuperador de calor para el aprovechamiento de los gases de combustión de las cocinas mejoradas de la comunidad de Ahijadero”. Universidad Nacional del Santa. Nuevo Chimbote, Perú. El presente trabajo de investigación propone un diseño de recuperación de calor mediante un aprovechamiento de los gases de la combustión de las cocinas mejoradas, para lo que realizó estudios y recolección de datos experimentales del sistema para plantar dicho diseño. Se obtuvo el diseño de un sistema que comprende, el calentamiento de agua mediante un recuperador de calor, ubicada en la chimenea de la cocina mejorada, agua caliente para la utilización en persona y doméstica, se pretende aumentar la temperatura del agua, gracias al calor de los gases de la combustión de la leña, de 8°C a 95.18°C con un flujo másico de agua a 0.0035 kg/sg; con una ganancia de calor de 1,208 BTU/sg. Por ultimo concluye que el aprovechamiento de los gases de la combustión mejorar el diseño de recuperación de calor.

Quiñones R., Cano C. (20129. “Determinación del diseño óptimo de un intercambiador de calor con superficies extendidas para un secador rotatorio de aire caliente en la industria pesquera”. Universidad Nacional del Santa. Nuevo Chimbote, Perú. En este presente trabajo de investigación se diseñó un intercambiador de calor óptimo para un secador rotatorio. Se Determinó las condiciones constructivas del intercambiador de calor con aletas y se calcula el coeficiente global de transferencia de calor, la diferencia media logarítmica de temperaturas y el área total de transferencia de calor, determinándose que la

superficie helicoidal en disposición triangular. Del presente trabajo se obtuvo el mejor diseño al nivel técnico para los requerimientos con un menor costo \$36042.2. Por tanto concluye que las superficies extendidas optimizan el diseño del intercambiador de calor para un secador rotatorio de aire caliente.

1.3. ENUNCIADO DEL PROBLEMA:

¿La implementación tecnología de cocinadores estáticos en que porcentaje influye en el incremento de la productividad de la empresa Apolo S.A.C?

1.4. HIPÓTESIS:

La productividad incrementa en un 5 % al implementar una tecnología de cocinadores estáticos.

1.5. IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo de investigación pretende dar a conocer los beneficios de implementarse cocinadores estáticos no convencionales en la empresa Apolo S.A.C, tecnología que viene siendo relevante en las industrias pesqueras, ya que gracias a su aplicación ha llevado a varias empresas a los altos estándares de calidad y productividad.

A diferencia de los cocinadores convencionales hechos de fierro que es un material poco resistente a la humedad, además de tener una geometría de diseño y dimensionamiento no tan eficiente, no cuenta con muchos accesorios para la distribución energética del proceso, y sumado a todo eso no cuenta con un sistema de control que permita llevar a cabo una buena cocción de la materia prima, produciendo consumos innecesarios de vapor, mantenimientos frecuentes del equipo, interrupciones de la producción por falta cocción, y una inadecuada cocción de la materia prima.

Es de gran importancia contar con un diseño correcto del proceso térmico, ya que esto permite controlar las pérdidas de humedad, definir las características organolépticas deseadas, garantizar la seguridad del producto y tener un proceso con un rendimiento adecuado para la comercialización del mismo.

A través de este proyecto obtendremos información sobre las tecnologías de los cocinadores estáticos y sus componentes, contribuiremos en la selección y diseño óptimo de un cocinador estáticos para las líneas de producción, asimismo este trabajo servirá para analizar los parámetros de producción, mantenimiento y sistema energético de las mismas.

Es necesario realizar un buen cocimiento puesto que influyen en el rendimiento y la calidad organoléptica del producto, y la tecnología propuesta en este trabajo de investigación permitirá un rendimiento de cocción óptimo conservando los parámetros de calidad, y ahorro de vapor que nos llevara a incrementar la productividad en la industria.

1.6.- OBJETIVO GENERAL

- ✓ Determinar la influencia de las tecnologías de cocinadores estáticos en el incremento de la Productividad de la Empresa Apolo S.A.C mediante el análisis energético.

1.7.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Determinar las características, parámetros de operación e indicadores de producción de los cocinadores estáticos.
- ✓ Realizar el diseño, dimensionamiento e implementación de la innovación tecnológica de los cocinadores estáticos.
- ✓ Cuantificar el incremento de la productividad al implementar la tecnología de cocinadores estáticos óptima.

1.8.- ALCANCES

Este proyecto comprendo el análisis de lo siguiente:

- ✓ Registrar los consumos de energía térmica, parámetros de operación de la línea de producción de cocido
- ✓ Realizar un dimensionamiento del cocinador estático, cálculos para su diseño y puesta en su instalación.
- ✓ Cuantificar el incremento en la producción, teniendo un mejor aprovechamiento de los insumos energéticos y de producción.

CAPITULO II
MARCO TEÓRICO

2.1 PRODUCTOS ENLATADOS

2.1.1 CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

CONSERVAS

Conserva alimenticia es el resultado del proceso de manipulación de los alimentos de tal forma que sea posible preservarlos en las mejores condiciones posibles durante un largo periodo de tiempo; el objetivo final de la conserva es mantener los alimentos preservados de la acción de microorganismos capaces de modificar las condiciones sanitarias y de sabor de los alimentos. El periodo de tiempo que se mantienen los alimentos en conserva es muy superior al que tendrían si la conserva no existiese (Rodríguez, 2007).

Tabla 1. Producto enlatado de la línea de cocido

Área cocido						
Producto	Tipo de envase	Pescado (gr.)	Aceite (gr.)	Agua (gr.)	Sal (gr.)	Peso neto (gr.)
GRATED (agua y sal)	½ LB	120	-	48.5	1.5	170
GRATED (agua y sal)	1 LB	300	-	120	5	425
GRATED (aceite)	½ LB	120	18	30.5	1.5	170
GRATED (aceite)	1 LB TALL	300	57	63	5	425

Fuente: Departamento de producción de la Empresa Apolo S.A.C

Para la producción de enlatado para consumo humano directo (CHD) de la calidad requerida, la empresa utiliza equipos convenientemente balanceados para la capacidad autorizada; la calidad y cantidad(productividad) se ven favorecidos por la utilización de equipos modernos y personal entrenado, buscando que reducir el consumo de agua, aspirando a contribuir con el desarrollo sostenible de la pesquería nacional.

La calidad física química, del producto terminado tiene las siguientes características:

Tabla 2. Propiedades nutritivas de las conservas

Componente	Valor/porcentaje
Valor Calórico	98.80 – 168.1 Kcal/100gr
Proteínas	15.25 %
Cenizas	1.5 – 2.90 %
Grasas totales mínimo	2.0 gr.

Fuente: Departamento de producción

CLASIFICACIÓN DE LAS CONSERVAS

A. SEGÚN EL LÍQUIDO DE GOBIERNO

- Al natural o en su propio jugo

Producto elaborado crudo con sal y cuyo medio llenante es el propio jugo del pescado.

- En agua y sal

Producto precocido, en el cual se ha adicionado como medio de relleno agua y sal en un porcentaje menor al 5%.

- En salmuera

Producto elaborado crudo, al cual se ha adicionado como medio de relleno una solución de agua y sal en un porcentaje menor al 5%.

- En aceite

Producto precocido al cual se ha agregado como medio de relleno aceite vegetal comestible.

- Salsa o pasta

Producto elaborado crudo al cual se ha agregado una pasta o salsa para darle sabor característico.

B. SEGÚN EL TIPO DE PRESENTACIÓN DE LA CARNE

- Filete

Porción longitudinal del pescado de tamaño y forma irregular, separadas del cuerpo mediante cortes paralelos a la espina dorsal, y cortados o no transversalmente para facilitar su envasado.

- Desmenuzado o Grated

Mezcla de partículas de pescado reducidas a dimensiones uniformes, y en los que las partículas están separadas, y no formaran pasta deben pasar a través de un tamiz ITINTEC 12.7 mm.

- Lomitos

Filetes dorsales de pescado libres de piel, espinas, sangre y carne oscura. Se envasan en forma horizontal y ordenada.

- Solido

Pescado cortado en segmentos transversales y colocados en el envase con los planos de sus cortes paralelos al fondo del mismo, pudiéndose añadirse un fragmento de segmento para llenar el envase.

- Trozos o chunks

Porciones de musculo de pescado de 1.4 cm. en los que se mantiene la estructura original del musculo. En el caso de tunidos, como mínimo debe ser retenido el 50% del peso del contenido del envase en un tamiz ITINTEC 12.7 mm.

- Trocitos o flakes

Porciones de musculo de pescado, más pequeñas que las anteriormente indicadas, en la que se mantendrá la estructura original del músculo. En el caso de tunidos, más del 50% del peso del contenido del envase debe pasar a través de un tamiz ITINTEC 12.7 mm (Navarrete, 2001).

C. SEGÚN LA FORMA DE LOS ENVASES

- 1 Lb. Tall Recto 300 x 470: Envase con amplia gama de posibilidades de presentación según el producto, con capacidad de alrededor de 425gr. puede conservar desde pescados como Anchoveta, Jurel, Caballa, ya sea en Grated, trozos, enteros, etc. y distintos líquidos de gobiernos como para mariscos como abalones, Locos, Navajas, Pota, etc. Tiene gran acogida en países de Centro América, EEUU, Brasil, Taiwán, Chile, Colombia, etc. Tiene la posibilidad de entregarse con tapas abre fáciles.

- Tinapa 202 x 308: Envase utilizado para presentaciones de lomos de anchoveta en aceite o pasta de tomate. De uso común para las exportaciones en Colombia y Panamá. Es posible la atención con tapas abre fáciles.

- ½ Lb. 307 x 109: Envase de mayor comercialización en el sector Pesca tanto para mercado local como para las exportaciones. Las presentaciones en conservas suelen ser en Grated de Anchoveta o Jurel principalmente, así como en filetes de Caballa, sólidos de Atún entre otros. Es común el uso de tapas abre fáciles en este tipo de envases. (Valderas, 2012)

2.1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE CONSERVAS

Actualmente cuenta con 2 líneas de producción: en 1/2 lb tuna x 48 (línea de cocido) y 1 lb Tall x 24 (línea de crudo y cocido); llegando a una producción diaria de 2000 cajas/día entre las dos líneas. A continuación detallaremos el proceso productivo para cada etapa de la línea de cocido.

RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA

La materia prima llega a la planta en cámaras isotérmicas de 200 a 400 cubetas por cámara, las cuales son adquiridas en el entorno local y nacional, los cuales se encuentran con suficiente hielo como para mantener sus características de frescura y calidad la temperatura óptima es menor o igual a 4.4°C. Se realiza una previa evaluación sensorial de los lotes recepcionados. Asimismo se realizará la determinación de histamina en concordancia con el plan de muestreo y tabla de calificación citada en el programa de buenas prácticas de manufactura. La materia prima es aceptada con un grado óptimo de frescura, si llega en volquete se procede a descargar el pescado en las pozas de almacenamiento manteniendo su temperatura por debajo de 4.4°C para controlar el crecimiento de la formación de histamina, que no debe ser mayor a 500 ppm. Para el caso de la Anchoveta además de requerir una materia prima fresca, esta debe presentar un contenido de grasa entre 5% al 10%. (Codex Alimentarius, 2005)

Luego se procederá a vaciar las cubetas plásticas sanitarias con materia prima en dinos isotérmicos con salmuera y hielo a 4°C para mantener la cadena de frío hacia la zona de proceso.

CORTE Y EVISCERADO

El corte se realiza en forma manual en las que se elimina la cabeza y la cola. Según el tamaño de la materia prima, Control de Calidad comunicara a Producción sobre el tamaño del corte, esto nos evitara sobrellenado o falta de peso, así como un buen mantenimiento. Límites críticos: Tall y Oval 1lb de 10.5 a 11.5 cm. O de acuerdo al tamaño de la materia prima, libre de tracto intestinal. La anchoveta debe ser descabezada y eviscerada rápidamente. Es importante dejar la pared ventral intacta. La cabeza se elimina mediante un corte transversal recto a la altura posterior de las aletas pectorales, esta operación se

realiza con tijeras. La materia prima cortada es mantenida en una salmuera al 3% durante 1 hora a una temperatura de 4°C con la finalidad de eliminar coágulos del musculo. Esta operación se realiza con tijeras, así procediéndose a seleccionar, cortar y eviscerar las piezas, los ejemplares se colocaran en canastillas plásticas, retirando las piezas maltratadas, rotas y las que no correspondan a las especies que se está procesando.

LAVADO Y PELADO

El pescado es recepcionado en bandejas plásticas sanitarias, y será lavado en dinos con agua clorada de 0.5 a 2.0 ppm y sal, enfriada con hielo a fin de eliminar suciedades y/o materiales extrañas adheridas al pescado.

El descamado y pelado de la anchoveta se efectuara por medio de un cilindro rotatorio de acero inoxidable con ranuras, encontrándose una parte de su cuerpo sumergido en agua caliente, siendo transportado la anchoveta a través de una malla de acero inoxidable, tanto para la entrada como para la salida del pescado de dicho cilindro; pero para su paso de la anchoveta dentro del cilindro es a través de un gusano y que al contacto con el cilindro rotatorio elimine así las escamas y quede de esa manera completamente pelado sin maltratar el pescado.

LLENADO DE CARROS

Los carros con cestas de plástico son llenados manualmente con pescado descongelado por lote del cual previamente se tomó la muestra para el protocolo. Una vez llenos, los carritos son llevados, ya sea mediante ruedas o montacargas al interior de los cocinadores. Es importante que la operación desde que termina el descongelamiento hasta el precocinador sea lo suficientemente ágil para que la temperatura del pescado no se eleve en exceso.

PRE-COCCIÓN

Operación que se lleva a cabo en cocinadores estáticos en donde se colocan los carros que contienen las canastillas de plástico. La cocción se realiza por aplicación de vapor directo, en condiciones de tiempo-temperatura que variarán de acuerdo a las especies, para la anchoveta se procesa con presiones entre 2 a 4 psi, a una temperatura de entre 90 y 100°C dependiendo del tipo de pescado.

ENFRIAMIENTO

Terminado el proceso cocción por vapor es necesario detener completamente el cocinado natural que se sigue produciendo como consecuencia de la alta temperatura por lo que los carros se sacan del cocinador y pasan por debajo de rociadores que enfrían el pescado con agua potable

NEBULIZACIÓN

Luego del enfriamiento por agua, el atún es trasladado a una zona de almacenamiento temporal donde se lo mantiene a una temperatura que oscila entre los 13 y 18°C. La permanencia del atún en esta zona depende la programación de la producción.

LIMPIEZA DE LOMOS

El atún se descarga de los carros a mesas de trabajo donde con ayuda de cuchillo, los operarios faenan los trozos de atún, quitándoles la piel, la carne negra y separándolos del espinazo y reduciéndolos a un tamaño menor. En el caso de pescados pequeños que no fueron eviscerados anteriormente se proceden a separar cabeza, cola y vísceras. Dependiendo de la presentación final, los atunes pueden ser reducidos a lomos enteros (loins), trozos (chunks) o rallado (flakes).

LLENADO DE LATAS

En esta etapa el pescado molido es colocado manualmente en envases de hojalata. La cantidad y la forma de envasado dependen del tipo de producto. Luego se procede al apisonado el cual tiene como objetivo principal mantener un espacio libre para la

formación de vacío, además para uniformizar la superficie y darle buena presentación al producto, por ello se utilizan apisonadores de acero inoxidable con la altura y el diámetro conveniente para cada tipo de envase.

TAPADO Y CERRADO DE LAS LATAS

Mediante una maquina cerradora las latas son tapadas y selladas mediante vacío para que la lata presenta ese aspecto comprimido característico y se pueda identificar fácilmente si se ha contaminado con aire. En esta máquina también se produce la codificación de la lata.

LAVADO DE LAS LATAS

En esta etapa, las latas pasan por una maquina donde son lavadas con una solución de agua y detergente para limpiarlas del líquido de cobertura que pueda quedar remanente de la dosificación.

LLENADO DE CARROS PARA AUTOCLAVE

En esta etapa operarios llenan carritos metálicos de acero galvanizado con las latas con producto para luego ser ingresado a los autoclaves. Existen también al final de la línea, dispositivo que llenan automáticamente las bandejas de los coches.

ESTERILIZACIÓN

Este paso es uno de los más importante y críticos ya que en esta etapa las latas ingresan a autoclaves donde mediante vapor a altas temperaturas se procede a esterilizar su contenido para garantizar la total eliminación de bacterias que hayan sobrevivido a los procesos anteriores. La curva de esterilización depende de las características del autoclave y del producto.

ENFRIAMIENTO

Los autoclaves contienen líneas de agua que luego de la esterilización aplican un rociado para enfriar las latas que de otra manera al salir a la atmósfera podrían estallar debido a la alta presión interna.

ETIQUETADO Y EMPAQUETADO

Las latas son colocadas en bandas transportadoras que alimentadas a máquinas etiquetadoras. Posteriormente mediante la misma banda las latas son transportadas a la encartonadora. Finalmente los cartones con productos son paletizados.

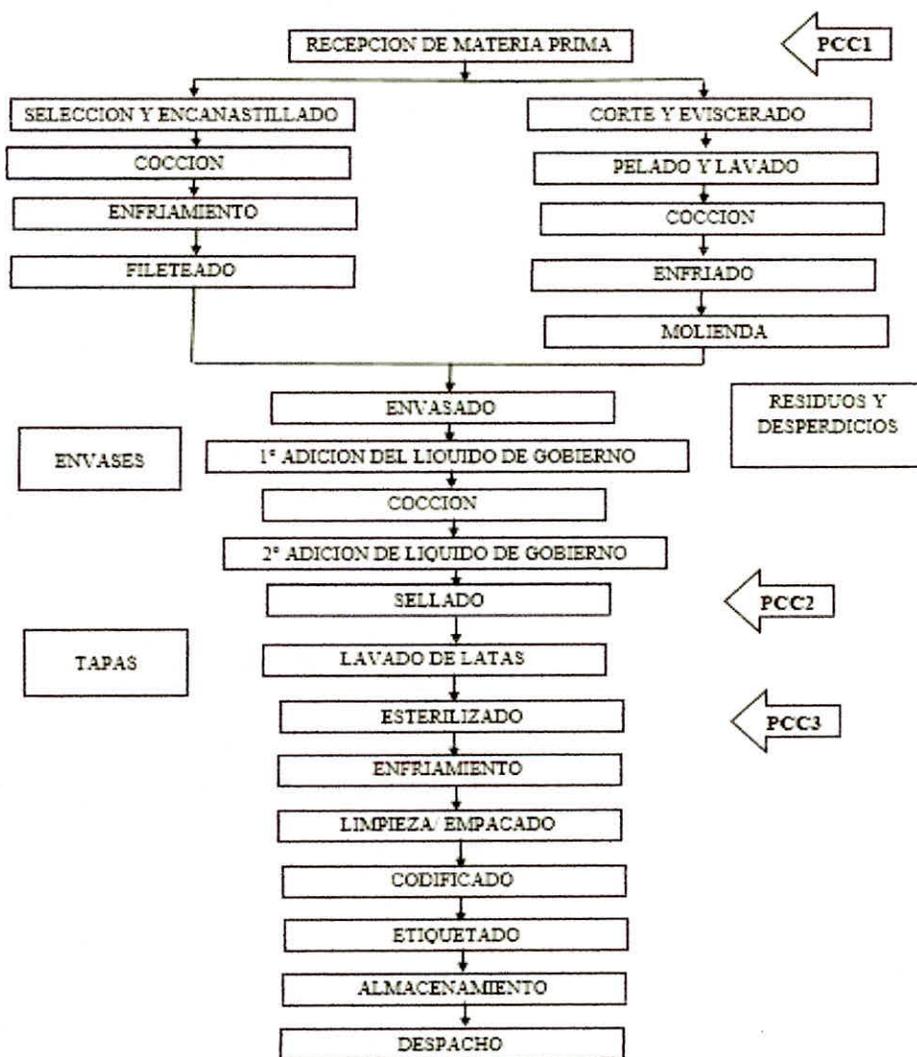


Figura 1. Flujograma del proceso productivo de la línea de cocido

FUENTE: Elaboración propia

2.1.3. EVALUACION ENERGETICA DEL SISTEMA ACTUAL

Para nuestro análisis utilizaremos las siguientes formulas, reemplazando los datos obtenidos de la empresa.

Tabla 3. Ecuaciones para el cálculo de los consumos energéticos

Parámetro	Ecuación
Calor consumido Q: Flujo de calor (Kcal) m: masa (kg) C _p : Calor específico (kcal/kg°C) ΔT : Diferencia de temperaturas °C	$Q = m \times C_p \times \Delta T$
Consumo de combustible r500 m _c : flujo de combustible (galones) PCI: Poder Calorífico inferior del R500, 39616.5 Kcal/Kg ΔT : Diferencia de temperaturas °C η : eficiencia del caldero	$m_c = \frac{Q}{PCI \times \eta}$
Consumo de vapor m _v : Flujo masico de vapor (Kg)	$m_v = \frac{Q}{\lambda}$
Pérdidas Q _p : Flujo de calor perdido (Kcal) Q _m : Calor por calentar materia prima (Kcal) Q _c : Calor por calentar el cocinador (Kcal)	$Q_p = 2.5\%(Q_{mp} + Q_c)$

Fuente: Elaboración Propia

2.1.4. PARAMETROS DE CONSUMO Y DE OPERACIÓN

INDICADOR DE CARGA DE MATERIA PRIMA (φ)

Se refiere al porcentaje de materia prima que se que se está procesando respecto al lote de materia prima decepcionado.

$$\varphi = \frac{\text{Capacidad de materia prima total en los cocinadores}}{\text{Lote de materia prima que llega a planta}} \dots \dots \dots (1)$$

CARGA REAL

Indica el porcentaje de la capacidad instalada, que se está procesando en tiempo real.

$$\varphi = \frac{\text{Capacidad de llenado en tiempo real de los cocinadores}}{\text{Capacidad instalada de los cocinadores}} \dots \dots \dots (2)$$

INDICADOR DE UTILIZACION DE VAPOR POR LA LINEA DE COCIDO m'_v

Se refiere al porcentaje de vapor del caldero, que se está utilizando para el proceso de cocción

$$m'_v = \frac{\text{Consumo de vapor por la linea de cocido}}{\text{Produccion real de vapor del caldero}} \dots \dots \dots (3)$$

POTENCIA TERMICA REAL DEL CALDERO

Se refiere a la potencia real del caldero, normalmente la expresamos en BHP.

$$P_{tc} = \frac{\text{Potencia real}}{\text{Potencia nominal}} \dots \dots \dots (4)$$

POTENCIA TERMICA APROVECHADA POR EL COCINADOR

Es la potencia térmica que se utiliza para la producción de la línea de cocido.

$$P_{tco} = P_{tc} \times m'_v \dots \dots \dots (5)$$

2.1.5 INDICADORES DE PRODUCCION EN LA LINEA DE COCIDO

INDICADOR TERMICO 1

$$IT1 = \frac{\text{Consumo de calor en la linea de cocido}}{\text{Cajas de Conservas Producidas}} \dots \dots \dots (6)$$

INDICADOR TERMICO 2

$$IT1 = \frac{\text{Consumo de vapor en la linea de cocido}}{\text{Cajas de Conservas Producidas}} \dots \dots \dots (7)$$

INDICADOR TERMICO 3

$$IT1 = \frac{\text{Consumo de Combustible en la linea de cocido}}{\text{Cajas de Conservas Producidas}} \dots \dots \dots (8)$$

INDICADOR ECONOMICO 4

$$IE1 = \frac{\text{Costo por consumo de R - 500}}{\text{Cajas de Conservas Producidas}} \dots \dots \dots (9)$$

2.1.6 INDICADORES PARA LA EVALUACIÓN DEL ESTADO

ENERGÉTICO:

Para realizar la primera evaluación energética, se realiza una secuencia de etapas para la identificación, selección y clasificación de la información proporcionada por la empresa, a través de las cuales se obtuvo los indicadores energéticos y de la productividad

a. INDICADORES DE CONSUMO DE ENERGÍA Y DE PRODUCCIÓN

Son aquellos que puede ser usado para determinar la eficiencia energética de los procesos y operaciones y subsecuentemente, el potencial de ahorro de energía que nos lleva a un incremento en la productividad.

Nos dan valores generales en función a un mes (periodo de clasificación de datos). Así tenemos los siguientes.

- PRODUCCION DE CONSERVAS DE PESCADO

$$P = \frac{\text{Cajas de Conservas de Pescado}}{\text{Mes(unidad de tiempo)}} \dots \dots \dots (10)$$

- CONSUMO DE MATERIA PRIMA

$$G_2 = \frac{\text{Tonelada Mes}}{\text{Mes(unidad de tiempo)}} \dots \dots \dots (11)$$

- CONSUMO DE COMBUSTIBLE R-500

$$C_1 = \frac{\text{Gasto de Petroleo R - 500}}{\text{Mes(unidad de tiempo)}} \dots \dots \dots (12)$$

b. INDICADORES ESPECÍFICOS

Llamados datos específicos, indicadores energéticos o números característicos, ya que comparan un valor absoluto en función a la producción, en una misma unidad de tiempo. Así tenemos:

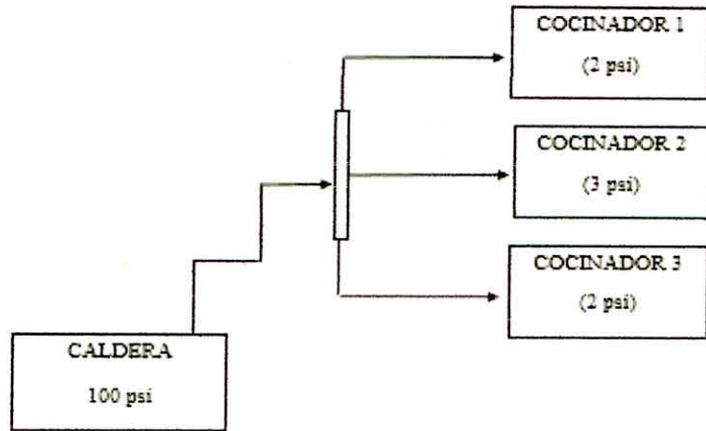


Figura 2. Distribución de vapor hacia los cocinadores estáticos

Fuente: Elaboración propia

El vapor es transportado mediante redes de vapor, provenientes desde la caldera. El vapor se abastece a cada cocinador, la cual mediante válvulas manuales con controladas para el proceso de cocción de la materia prima. Una simple distribución de vapor y materia prima lo vemos en la siguiente figura 3.

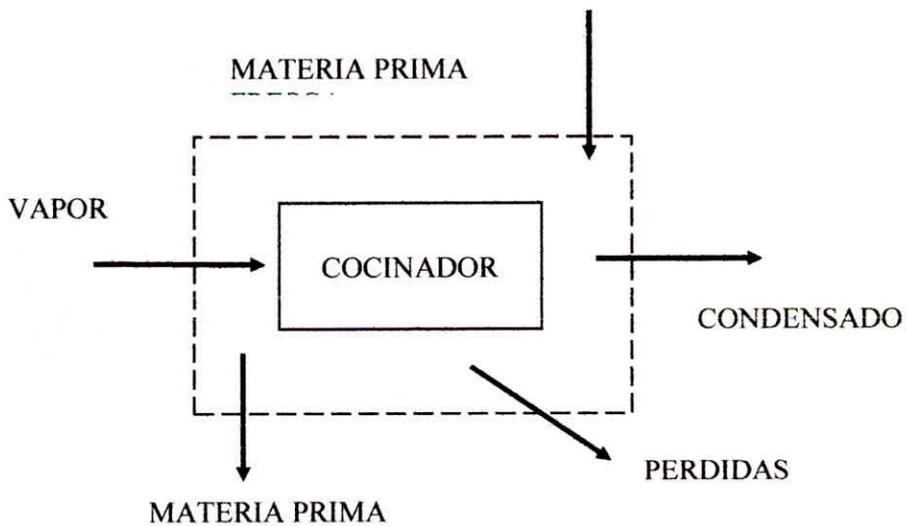


Figura 3 Flujo de vapor y materia prima en el cocinador estático

Fuente: Elaboración propia

2.2.2 MATERIA PRIMA Y NIVELES DE PRODUCCION

La producción de enlatado de pescado con una capacidad total de 3071 cajas/ lote, día-8 h, para todo efecto de cálculo y cumplir con los objetivos del curso del presente proyecto, se tomara como base el producto filete desmenuzado de anchoveta en agua de y sal, (sin columna vertebral) envasado en latas de ½ libra, tipo tuna, por ser el producto que demanda los mayores consumos de agua y genera los mayores volúmenes de efluentes. Así el rendimiento por tonelada de materia prima utilizada es de 46cajas/ tonelada, a razón de 5.184kg/ caja.

Tabla 4. Materia prima y niveles de producción

Periodo	Materia prima (tn)	Nivel de producción (cajas)
Día	35.73	1271
Mes	929	30732.33
Año	6859.38	215146

Fuente: Departamento de producción

Las especies utilizadas como materias primas para la producción de enlatado son el jurel (*Trachurus symmetricus murphy1*), caballa (*Scomber japonicus peruanus*), machete (*Brevoortia muculata chilcae*) y anchoveta (*Engraulins ringens*), para efectos del presente trabajo se considerará sólo la especie anchoveta

2.2.3 DETALLE DE LA GENERACION DE VAPOR

-ENERGIA TERMICA

Para las operaciones de enlatado la empresa cuenta con un caldero con las siguientes características:

Tabla 5. Descripción de la caldera de la Empresa Apolo S.A.C

Descripción	Caldera
Marca	Fabrimet
Tipo	Pirotubular
Potencia (BHP)	300
Presión de diseño (psi)	150
Presión de trabajo (psi)	100
Tipo de combustible	R-500
Producción de vapor (kg/hr)	2528.16

Fuente: Departamento de producción Empresa Apolo S.A.C

2.2.4 REGISTRO ESTADÍSTICO DE PRODUCCION, CONSUMO DE LA COMBUTIBLE Y MATERIA PRIMA

La estadística de producción anual de la empresa Apolo S.A.C para el periodo de 3 años (2015-2017), se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 6. Estadística de producción, combustible y materia prima

Año	Producción (cajas)	R-500 (galones)	Materia prima (Tn)
2015	194643	58453.95	4234.56
2016	276771	83831.09	11113.45
2017	174024	54583.9	3845.76
Promedio	215146	65622.98	6397.92

Fuente: Departamento de producción Empresa Apolo S.A.C

2.2.4.1 RATIOS ENERGETICOS Y DE MATERIA PRIMA

Esta primera parte tabulada nos refleja la incidencia de los consumos anuales de los insumos de producción tales como el agua tratada, materia prima (pescado), y el combustible R-500, según la información estadística brindada por el departamento de producción de la empresa.

Tabla 7. Estadística de producción, ratio térmico y de materia prima

Año	Producción (caja/mes)	Ratio térmico (gal/caja)	Ratio materia prima (kg /caja)
2015	30752	0.30104	30.52
2016	30826	0.30452	32.09
2017	29004	0.31431	33.32
Promedio	30194	0.30662	31.98

Fuente: Departamento de producción Empresa Apolo S.A.C

2.2.4.2 PRODUCCION, COSTOS DE ENERGIA Y MATERIA PRIMA

En esta parte se tabulara los costos generados por combustible y materia prima, según la información estadística brindada por el área administrativa de la Empresa Apolo S.A.C.

Tabla 8. Estadística de producción, costos específicos de energía y materia prima

Año	Producción (cajas/mes)	Costo consumo térmico (US\$/caja)	Costo por materia prima (US\$/materia prima)
2015	32441	25135.20	548904.41
2016	30752	24031.58	546877.46
2017	29004	23471.08	536179.29
Promedio	30732.33	24212.62	543987.1

Fuente: Área administrativa de la Empresa Apolo S.A.C

2.3 COCINADORES A VAPOR EN LA INDUSTRIA PESQUERA

La producción de conservas de pescado abarca distintos procesos, uno de ellos es la cocción del pescado, acción para la cual se utilizan cocinadores industriales. Existen varias clases de cocinadores, dependiendo el tamaño del pescado y el tipo de conserva que desea producir. Estos se caracterizan de acuerdo a su capacidad, configuración, parámetros de diseño y operación

2.3.1 COCINADOR INDUSTRIAL

Son equipos térmicos que tiene la función de cocer la materia prima mediante vapor o salmuera, a una determinada temperatura y presión según lo requerido para cada alimento.

Existen dos tipos de cocinadores: los cocinadores a fuego directo y los cocinadores a vapor. En el primero de ellos el pescado se cose al ser expuesto de forma directa al fuego, en tanto que los segundos cosen el pescado mediante la inyección de vapor. El amplio (si es que no es total) uso de cocinadores a vapor lleva a centrar la clasificación en este tipo de cocinadores en particular. Los cocinadores para harina de pescado se clasifican según: La dirección en la que se mueve la materia prima y el mecanismo de transferencia de calor. (SALAZAR, 2004)

2.3.2 CLASIFICACIÓN DE LOS COCINADORES A VAPOR

Existen dos tipos de cocinadores: los cocinadores a fuego directo y los cocinadores a vapor. En el primero de ellos el pescado se cose al ser expuesto de forma directa al fuego, en tanto que los segundos cosen el pescado mediante la inyección de vapor. El amplio uso de cocinadores a vapor lleva a centrar la clasificación en este tipo de cocinadores en

particular. Los cocinadores pescado se clasifican según: La dirección en la que se mueve la materia prima y el mecanismo de transferencia de calor. (SALAZAR, 2004)

- SEGÚN LA DIRECCIÓN QUE SIGUE LA MATERIA PRIMA

De acuerdo a la dirección que siga la materia prima para su cocción los cocinadores pueden ser:

- COCINADORES VERTICALES

En este tipo de cocinadores la materia prima se desplaza en dirección vertical, es decir el eje se sitúa de forma vertical. Tienen uso frecuente en calentamiento y cocción de semillas, pastas y en menor medida para conservar carnes. La Figura 4, muestra un cocinador de ese tipo. (SALAZAR, 2004)

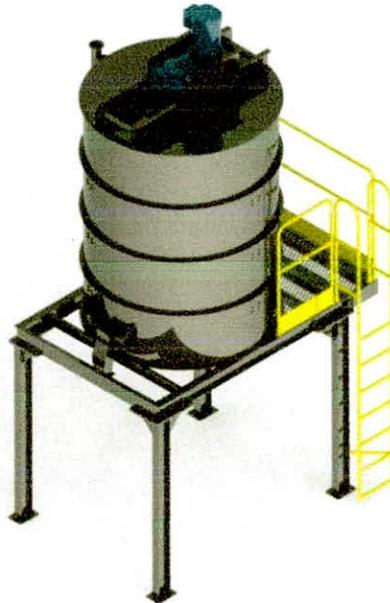


Figura 4. Cocinador vertical

Fuente: ECIRTEC

- COCINADORES HORIZONTALES

En este tipo de cocinadores el flujo de materia a través del cocinador sigue una dirección horizontal, el eje se sitúa de forma horizontal. Los cocinadores de este tipo son los preferidos para la producción de unidades de gran tamaño al mismo tiempo que permite un fácil mantenimiento. (SALAZAR, 2004)

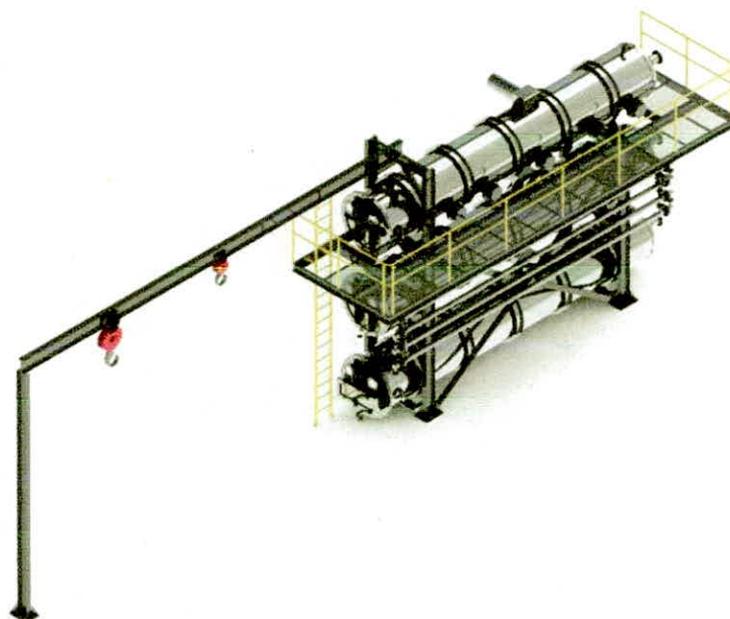


Figura 5. Cocinador horizontal

Fuente: ECIRTEC

- SEGÚN EL MECANISMO DE TRANSFERENCIA DE CALOR

De acuerdo a la forma como se suministre el vapor para la cocción de la materia prima los cocinadores pueden clasificarse en:

- COCINADORES DIRECTOS

Este tipo de cocinadores presenta un sistema de inyección de vapor mediante válvulas. El vapor inyectado está en contacto directo con la materia prima, lo cual trae como consecuencia que el vapor se condense en la masa y tenga que ser removido de ella en procesos subsiguientes. En estos cocinadores la transferencia de calor entre el vapor y la materia prima se da por conducción. (Ibarz y Barbosa, 2004)

- COCINADORES INDIRECTOS

En cocinadores indirectos el vapor que se inyecta no entra en contacto directo con la materia prima, por el contrario, el vapor es inyectado a un sistema de chaquetas circundantes y al interior del eje hueco del gusano transportador. Debido a la circulación de vapor por las chaquetas y con la finalidad de tener mayor eficiencia, las chaquetas están correctamente distribuidas y tienen sistemas internos que aseguran la uniforme distribución del vapor a lo largo del cocinador. En este tipo de cocinadores la transferencia de calor se da mediante convección (del vapor a la chaqueta) y conducción (desde la chaqueta a la materia prima). Para el caso de los cocinadores verticales no se emplean chaquetas, en este caso el vapor es aplicado a cámara o platos. (Ibarz y Barbosa, 2004)

- COCINADORES MIXTOS

Este tipo de cocinadores es una combinación de los dos tipos anteriores, pues presentan un sistema de cocción indirecto, mediante chaquetas circundantes y circulación de vapor por el interior del eje del gusano transportador, y además de ello presenta un sistema de tuberías que inyectan vapor de forma directa al interior de la cocina y por ende al producto. Esta combinación de inyección de vapor de forma directa e indirecta suele ser algunas veces ventajosa. En este tipo de cocinadores cada uno de los sistemas de inyección aporta su propio mecanismo de transferencia de calor: El sistema indirecto

aporta la transferencia de calor mediante convección y conducción mientras que el sistema directo aporta la transferencia de calor únicamente mediante conducción.

(Ibarz y Barbosa, 2004)

Cabe destacar que en algunas literaturas los cocinadores de tipo mixto son llamados cocinadores indirectos, pues se considera que los cocinadores de este tipo ya tienen incluido el sistema de inyección directa.

2.4 TECNOLOGIA DE LOS COCINADORES ESTATICOS EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

En este apartado mencionaremos algunas de las tecnología de los cocinadores estáticos utilizados en la industria alimentaria para la producción de enlatados:

a. COCEDOR DE ATUN A VAPOR- TUNIVAC

Cocedor diseñado para la cocción de túnidos o pescados similares de una forma automática y programada, cocción en vapor con un posterior pre-enfriamiento mediante duchas de agua internas y vacío natural creado por medio de la condensación del vapor. Disponible en diferentes diámetros (1.500 mm ó 2.000 mm) y diferentes capacidades, para satisfacer la demanda de cualquier producción. Equipado con un controlador/programador automático con capacidad para diferentes programas de cocción, sondas de temperatura ambiente y sondas de temperatura en espina de pescado. Calorifugado para evitar pérdidas de energía y con todos los sistemas de seguridad requeridos para un equipo de estas características. Construcción en acero inoxidable AISI-316. (Hermasa Canning technology, 1972)



Figura 6. Cocedor de atún a vapor TUNIVAC

Fuente: Hermasa Canning technology

b. COCEDOR AUTOMATICO DE SARDINAS C.D.A

Máquina diseñada para la cocción, y secado si es necesario, del pescado ya empacado en latas. Esta máquina tiene su principal característica en la cocción del pescado ya empacado con la lata hacia abajo, permitiendo así el escurrido de la grasa y el agua durante el proceso de cocción y el secado del pescado y la lata, obteniendo un producto final de mayor calidad, presencia y sabor. En este cocedor, las latas se cargan de forma automática en las parrillas, las parrillas se giran de forma automática antes de la entrada de la zona de cocción para situar las latas boca abajo y se vuelven a girar de forma automática previo a la descarga de las parrillas, que se realiza por movimientos mecánicos y sin necesidad de mano de obra. Equipado con selectores de temperatura independientes para zona de cocción y secado, con registradores gráficos y sondas de temperatura. Construcción en acero inoxidable AISI-304.

(Hermasa Canning technology, 1972)



Figura 7. COCEDOR AUTOMATICO DE SARDINAS C.D.A

Fuente: Hermasa Caning technology

c. COCEDORES ESTATICOS MAC-30M

Este modelo de cocedor está destinado primordialmente para la cocción de túnidos, pudiendo realizar otras funciones como son las de blanqueado y cocción de productos vegetales en proceso estático. También existe la posibilidad de emplear el cocedor en procesos industriales con productos no alimentarios que requieran un tratamiento en atmósfera inerte en su proceso de fabricación.

El proceso una vez determinados los parámetros se pone en marcha y termina totalmente automatizado hasta el total enfriamiento del proceso a la temperatura prefijada del producto. (Maconse, 1975)

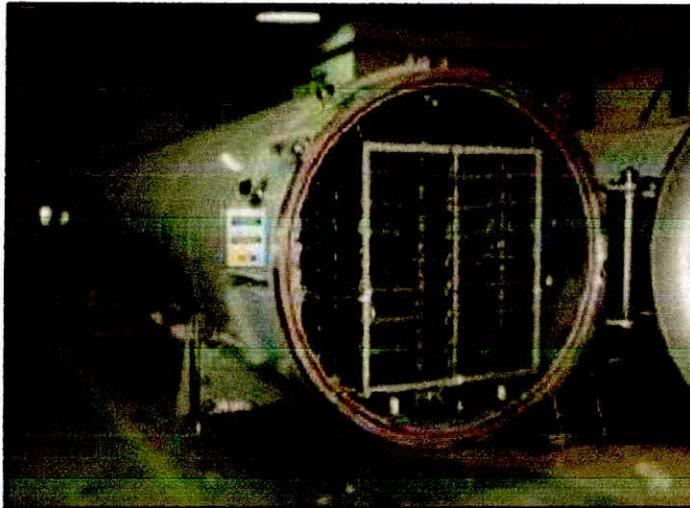


Figura 8. COCEDOR ESTATICO MAC-30M

Fuente: Interempresas

d. COOKER MAC

Cocedores estáticos y continuos para la cocción de tónidos, moluscos, vegetales y otros mediante sistema de inyección de vapor directa y regulada con sistema de enfriamiento interior mediante duchas y grupo de vacío para conseguir una distribución térmica homogénea, así como una mejor penetración del calor en el producto a cocer. El sistema de enfriamiento interior permite cortar el proceso de cocción con rapidez, consiguiendo una optimización de rendimientos y mejorando las propiedades organolépticas del producto. Un programa integrado en el PC controla el vacío y temperatura de manera que no se pueda producir el fenómeno “flashing” durante el enfriamiento. Equipado con sistema de control/ programador automático para permitir almacenar y ejecutar diferentes recetas de cocción. (Maconse, 1975)

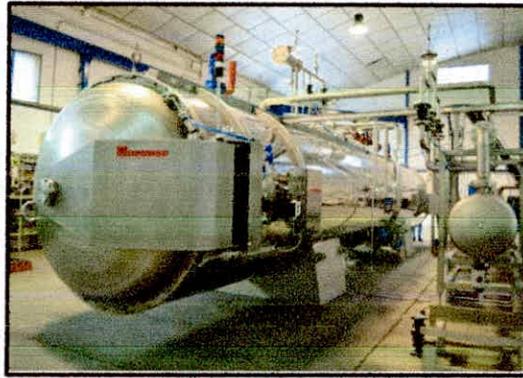


Figura 9. COOKER MAC

Fuente: Interempresas

COCEDOR DE SARDINA ESTÁTICO

Este cocedor clásico, está diseñado para producciones pequeñas, con capacidad de uno o varios carros, se puede adaptar a las dimensiones del entorno. Fabricado en acero inoxidable A-316 y equipado con válvulas de alimentación, aireación, purga, y vaciado para el control del mismo. Instalado con el equipos de control de procesos ALFOGAR Mod. C-115, en el cual podemos almacenar los programas de cocción para los distintos tipos de pescado. (ALFOGAR, 1992)



Figura N°10. COCEDOR DE SARDINA ESTÁTICO

Fuente: Alfogar

- COCEDOR DE TUNIDOS

Cocedor diseñado para una mayor optimización en el proceso de cocción y limpieza de atún, consiguiendo un mayor rendimiento en el producto, disminuyendo los tiempos de calentamiento y enfriamiento sin perder el grado de humedad óptimo del pescado con niveles nulos de oxidación. Construido totalmente en acero inoxidable A-316, con tracción interior para el movimiento de los carros. Puertas con cierre tipo boyeta y accionamiento hidráulico.

(ALFOGAR, 1992)



Figura 11. COCEDOR DE TÚNIDOS

Fuente: Alfogar

COCINADOR CGI – 55/60

Los Cocinadores GOALCO son construidos en Perú, siguiendo las normas de construcción para recipientes a presión. El acero utilizado en la construcción de rotor, eje, estator y chaquetas es ASTM A36. El equipo es certificado en cuanto a calidad de fabricación (prueba de soldadura), por radiografía, líquidos penetrantes, (ultrasonido) y normas de operación (pruebas hidráulicas). El particular diseño del rotor autosoportado con altura de hélice y paso corto, garantiza un eficaz y homogéneo conocimiento: lo cual favorece la extracción de las grasas en la etapa de prensado. Adicionalmente este diseño

favorece la limpieza de los helicoides y da un mayor aprovechamiento al área de calefacción disponible. El Cocinador se suministra con todos sus accesorios para el ingreso de vapor y salida de condensados para la chaquetas y rotor e incluye válvulas, trampas, visores, filtros, juntas rotativas tipo Johnson, etc. Este equipo contempla el uso de vapor directo. Para el óptimo aprovechamiento del área de calefacción disponible, el equipo se provee con un sistema de compuerta lateral regulable a la salida de la cocina. (Goalco proyectos S.A, 2000)



Figura N 12 ° COCINADOR CGI – 55/60

Fuente: Goalco proyectos S.A

2.5. TRANSFERENCIA DE CALOR EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

Si la transmisión de calor por conducción en cada punto la temperatura varía con el tiempo, la transmisión del calor por conducción tiene lugar en régimen transitorio o no estacionario. El régimen no estacionario tiene lugar en muchos procesos industriales de alimentos, ya que generalmente la distribución de temperaturas son diferentes en cada punto del alimento. Cuando se introduce un sólido en un medio es prolongada, la temperatura en un punto del solido tiende asintóticamente a la del medio calefactor. En la figura 6, se puede ver como la temperatura de un alimento en la parte central va tendiendo a la del medio.

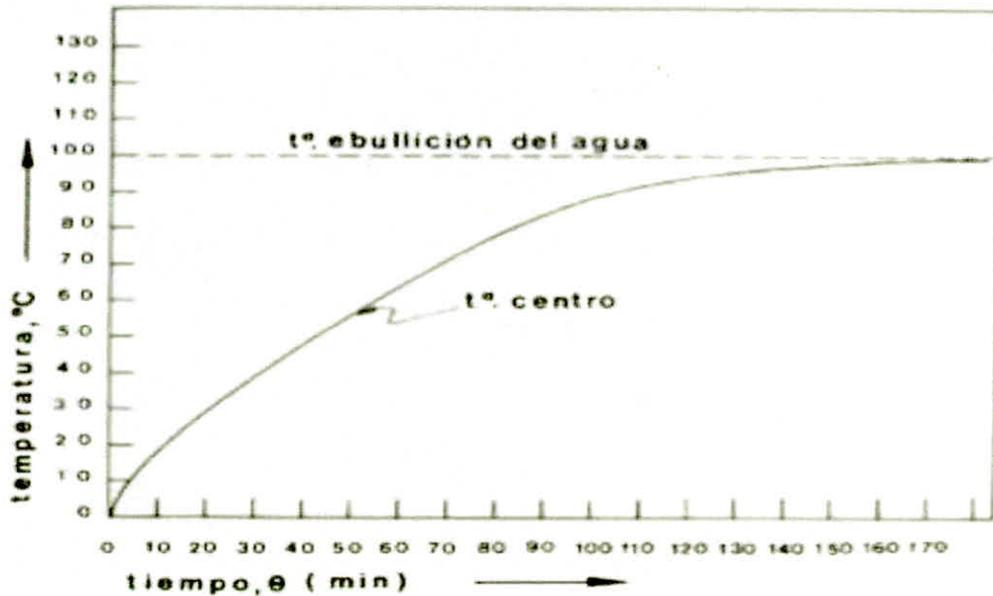


Figura 13. Relación tiempos-temperatura por el calentamiento en régimen transitorio
Fuente: Bengtsson. N. E.B, Jakobsson and M. Dagerskog. Cooking og beet by oven roasting.

En el análisis de transferencia de calor donde se observa que algunos cuerpos se comportan como un bulto cuya temperatura interior permanece uniforme en todo momento durante un proceso de transferencia de calor. La temperatura de esos cuerpos se puede tomar solo como una función del tiempo T(t). (Cengel, 2007, p. 218).

Tenemos la siguiente ecuación para la transferencia de calor en el tiempo.

$$\ln \frac{T(t) - T_{oo}}{T_i - T_{oo}} = - \frac{hA_s}{\rho VC_p} t \dots \dots \dots (18)$$

2.5.1 PERDIDAS POR TRANSFERENCIA DE CALOR

Para la determinación de las pérdidas de calor utilizaremos principio de transferencia de calor, la cual se visualiza en el siguiente esquema:

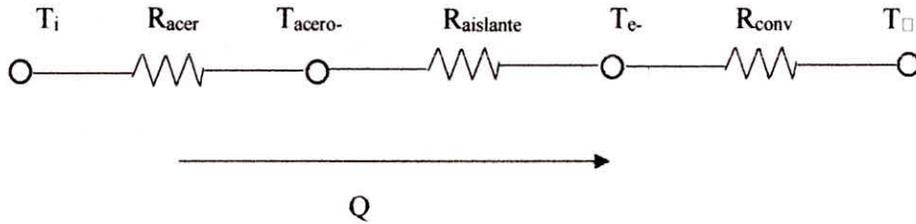


Figura 14. Resistencias térmicas en la transferencia de calor

Fuente: Cengel

Donde:

T_i : temperatura en el interior del cocinador

R_{acero} : Resistencia térmica del acero del casco por conducción

$T_{acero-aislante}$: Temperatura interfase del casco y el aislante

$R_{aislante}$: Resistencia térmica del aislante por conducción

$T_{e-aislante}$: Temperatura en la superficie del aislante

R_{conv} : Resistencia térmica por convección libre

T_{∞} : Temperatura del medio ambiente

Q : Calor perdido

Para determinar el calor perdido utilizaremos la siguiente ecuación:

$$Q_d = \frac{\Delta T_{\text{sobre el total}}}{\Sigma R_i} \dots \dots \dots (19)$$

O bien

$$Q_d = \frac{T_i - T_{\infty}}{R_{acero} + R_{aislante} + R_{conv}}$$

Sabemos que las resistencias para conducción y convección se expresan de la siguiente

forma:

$$R_{acero} = \frac{\ln\left(\frac{r_{ext}}{r_{int}}\right)}{2\pi k_{acero} L} \dots \dots \dots (20)$$

$$R_{\text{aislante}} = \frac{1}{2\pi r_{\text{ext}} k_{\text{aislante}} L} \dots \dots \dots (21)$$

$$R_{\text{conveccion}} = \frac{1}{2\pi r_{\text{aislante}} L h} \dots \dots \dots (22)$$

Donde:

k : Conductividad termica del material ($\frac{W}{m^{\circ}K}$)

L: Longitud efectiva del cocinador (m)

2.5.2 ANALISIS DE TRANSFERENCIA DE CALOR

A continuación, están las ecuaciones necesarias para el análisis de transferencia de calor.

ÁREA LIBRE

$$A_l = \frac{(d_e^2 - d_i^2)\pi}{4} \dots \dots \dots (23)$$

FLUJO MÁSIICO

$$G_{\text{max}} = \frac{m}{A_l} \dots \dots \dots (24)$$

NUMERO DE REYNOLD

$$Re = \frac{G_{\text{max}} \times d}{\mu} \dots \dots \dots (25)$$

NUMERO DE PRANDTL

$$Pr = \frac{\mu \times C_p}{k} \dots \dots \dots (26)$$

Para determinar el coeficiente de convección dentro del recipiente del cocinador nos basaremos en la ecuación, que es válida para flujo turbulento, para fluidos con número de Prandtl variando entre un valor cercano a 0.6 y 100.

Encontramos en la bibliografía de Donal Q. Kern, una correlación que es utilizada para estudiar el comportamiento de la transferencia de calor en cilindros y flujos externos, por lo que las siguientes relaciones son ecuaciones que nos llevan a valores cercanos de lo que queremos estudiar.

$$h_i = \frac{Nu k}{d} \dots \dots \dots (27)$$

$$N_u = 0.0214(R_e^{0.8} - 100)P_r^{0.4}, \text{ para } 0.5 < P_r < 1.5; 10^4 < R_e < 5 \times 10^6 \quad \dots\dots(28)$$

$$N_u = 0.012(R_e^{0.87} - 208)P_r^{0.4}, \text{ para } 1.5 < P_r < 500; 3000 < re < 5 \times 10^6 \quad \dots\dots(29)$$

h_i : coeficiente de conveccion en el recipiente del cocinador

N_u : numero de nusselt

k : conductividad termica del fluido

d : diametro interior del recipiente del cocinador

R_e : numero de reynolds

P_r : numero de prandtl

μ : viscosidad dinamica

c_p : calor especifico|

2.6 FUNDAMENTOS DE INGENIERIA DE CONTROL

La ingeniería de control tiene por objeto el manejo automático de un proceso que de otra manera tendría que ser controlado manualmente. En muchas aplicaciones donde existe se requiere un fino control o existen muchas variables, la automatización es fundamental para asegurar la calidad y aumentar la eficacia.

2.6.1 TERMINOLOGIA BÁSICA PARA LOS SISTEMAS AUTOMÁTICOS

-VARIABLE CONTROLADA: Esta es la variable que se debe mantener o controlar dentro de un valor deseado.

- PUNTO DE CONTROL: Es el valor al cual se quiere mantener la variable controlada.

- VARIABLE MANIPULADA: Esta es la variable que utiliza el sistema para mantener en el punto de control la variable controlada

-PERTUBACION: Cualquier variable causante de desviaciones en al variable controlada.

-ERROR: Diferencia entre el punto de control y la variable controlada.

2.6.2 COMPONENTES FISICOS DE UN SISTEMA DE CONTROL

Todo sistema de control esta formado por cuatro compontes básicos, sensor, transmisor, controlador, elemento final de control.

a. SENSORES

Realizan la función de medición de la variable controlada en los sistemas por retroalimentación. La variable en contacto con el sensor provoca un fenómeno físico que va de acuerdo a la intensidad de la variable. (OGATA, Katsuhiko, 2003)

Las variables que mas comúnmente se miden en línea en los procesos industriales son: temperatura, presión, flujo y nivel. Las características principales de los sensores aparte de su aplicación son: el rango, la precisión, la repetitividad y la respuesta dinámica.

Entre los sensores de temperatura se tienen los siguientes:

-TERMOCUPLAS: Sensor que trabaja con el principio de la generación de fuerza automotriz debido a la diferencia de temperatura en las 2 juntas de 2 metales distintos. Una de las juntas se mantiene a temperatura conocida (ambiente) y la otra esta en contacto con el medio que se requiere medir. La fem generada esta en relación a la diferencia de temperaturas. (CARRANZA, Raymundo, 2001)

-RTD: Sensor que trabaja con el principio del cambio de la resistencia eléctrica en función a la temperatura. El transmisor mide la resistencia de la RTD en contacto con el medio que se requiere medir y genera una señal. Generalmente se utilizan para valores de temperatura de rangos medio por ser mas precisos en estos intervalos.

(CARRANZA, Raymundo, 2001)

b. TRANSMISORES

Son elementos que reciben la señal de entrada de termocuplas (fem) y de las RTD (resistencia) para generar una señal proporcional de corriente que sirve como señal de entrada al controlador.

c. CONTROLADORES

El controlador es el que toma la decisión en el sistema de control y para ello:

- Compara el valor de la señal del proceso que le llega del sensor-transmisor contra el valor del punto de control.
- Envía la señal apropiada al elemento final de control para que se ejecute la acción de control.

Entre los tipos de controladores:

- Controladores analógicos: Trabajan con variables continuas (señales analógicas)
- Controladores digitales (PLC): Trabajan con variables (señales digitales)
- Controladores universales: son controladores que reciben señales de entrada provenientes de termocuplas, RDT, corriente (mA) y voltaje (mV o V).
- Controladores multilazo: Son controladores que pueden recibir varias señales a la vez y ejecutar varias acciones diferentes a la vez, son varios controladores integrados en uno solo.

(MALONEY, Timothy J, 1983)

d. TRANSDUCTORES

Son elementos que generalmente transforman la señal eléctrica del controlador en una señal neumática proporcional para elemento final de control. No se utiliza cuando el elemento final de control trabaja con señales eléctricas o cuando la salida del controlador es neumática.

(MALONEY, Timothy J, 1983)

e. ELEMENTO DE CONTROL FINAL

Las válvulas de control y los controladores de frecuencia son generalmente los elementos de control más usuales en los procesos con variables continuas.

Las válvulas actúan como elementos de resistencia variable al paso de un fluido cuyo valor de caudal se convierte en la variable manipulada.

2.6.3 CONTROL POR RETROALIMENTACION

En estos sistemas, se mide la variable controlada y según su desviación del punto de control, se la regula mediante la variable manipulada. Esta estrategia tiene la ventaja de que se puede regular el proceso según el valor real de la variable controlada. Su desventaja radica en que solo se puede tomar acciones correctivas después de que la variable controlada se ha desviado del punto de control.

(JIMÉNEZ MACIAS, Emilio 2004)

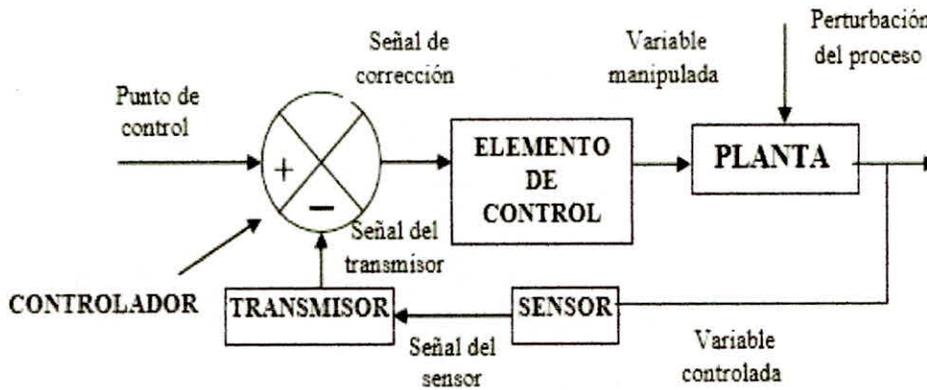


Figura 15. Control por retroalimentación

Fuente: Ingeniería de control

2.6.4. CONTROL PROPORCIONAL INTEGRAL-DERIVATIVO (PID)

Este tipo de control es el más completo ya que se anticipa a los cambios bruscos, tiene una respuesta de corrección proporcional al error y elimina el error de estado estacionario.

(JIMÉNEZ MACIAS, Emilio 2004)

CAPITULO III
MATERIALES Y MÉTODO

En este capítulo se describe los materiales utilizados para la elaboración de este informe, además en forma detallada la metodología, como la caracterización de los cocinadores estáticos, identificando los puntos críticos en la línea de producción de cocido, analizando el estado energético de las condiciones actuales de producción, cuantificando las pérdidas de materia prima innecesarias, asimismo analizaremos la influencia de las tecnologías los cocinadores estáticos, su implementación y sus costos.

3.1. MATERIALES

Para el análisis de los cocinadores convencionales y la de los cocinadores propuestos, se emplearan materiales, instrumentos y equipos que permitan las mediciones para el tratamiento adecuado de los parámetros y las variables de estudio.

3.1.1 INSTRUMENTACIÓN Y EQUIPOS PARA PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN:

La instrumentación es de vital importancia para poder cuantificar los parámetros de control y flujos de proceso. Para ello es necesario contar con la instrumentación adecuada y necesaria. En este estudio se ha considerado los siguientes equipos e instrumentos:

a. ANALIZADOR DE GASES DE COMBUSTIÓN TESTO 325 M

Este analizador de gases de combustión es un equipo portátil, que sirve para el análisis de eficiencia en quemadores y calderas y el control de las emisiones gaseosas en procesos industriales y de esta manera poder conocer las pérdidas de calor en la chimenea. A continuación se presenta las características principales del equipo utilizado:

Tabla 9. Características del Analizador de Gases de Combustión Testo 325M

Parámetro	Sensor	Rango	Resolución
O ₂	Electroquímico	0 – 25%	0.1 %
CO	Electroquímico	0 – 2000 ppm 4000 ppm Max 15 min	1 ppm
CO ₂	Calculado	0-99.9 %	0.1 %
Temperatura Aire	Pt100	-10 –100°C	0.1 °C
Temperatura Gas	Tc K	0 – 600°C	0.1 °C
Exceso de Aire	Calculado	1.00 - Infinito	0.01

Fuente: Manual del Analizador de Gases Testo 325 M/XL

Del manual de instrucción presentamos el analizador de gases, para la determinación de la eficiencia del caldero.



Figura 16. Analizador de gases de la combustión

Fuente: Manual de instrucción testo

b. TERMOPARES TIPO J DE 0.25MM



Figura 17. Termopares Tipo K

Fuente: Departamento de control de calidad Empresa Apolo S.A.C

c. SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS (INTECH MICRO 2100-A16 REV 1.3)



Figura 18. Dispositivo para la adquisición de datos INTECH MICRO 220

Fuente: manual de instalación INTECH MICRO 2100-A16 Rev 1.3

d. MATERIALES Y EQUIPOS DEL DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD:

El laboratorio de control de calidad cuenta con materiales, instrumentos y equipos para poder determinar la cantidad y proporciones de la materia prima, además porcentajes de humedad, grasas y sólidos en cada etapa productiva, así tenemos: Balanzas de precisión eléctrica, Balanzas infrarroja para humedad Secadoras, Estufas, pH metro, Colorímetro, Centrifugas, medidor de humedad.



Figura 19. Medidor de humedad GHM640

Fuente: Manual de instalación Outest

e. EQUIPOS INFORMÁTICO:

Se utilizó un computador con procesador core i5 con tarjeta de video de 1GB y disco duro de 1 Tb como herramienta de informática para procesar textos, simular cálculos en programa Excel 2013, y para realizar los planos Autocad 2013.

3.2. MÉTODO UTILIZADO

En el siguiente esquema se muestran los pasos de nuestra metodología para el análisis energético y la implementación de los cocinadores estáticos:

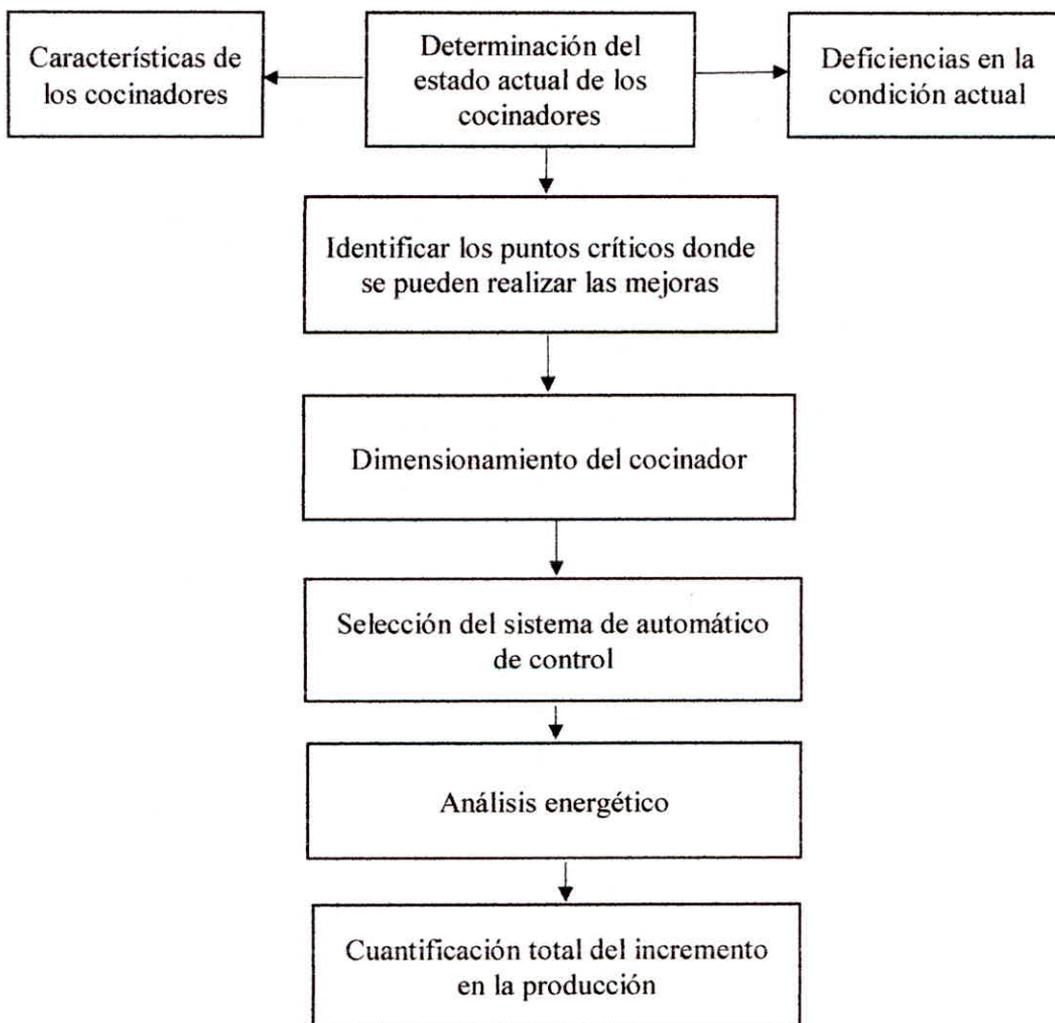


Figura 20. Metodología de trabajo

Fuente: Elaboración propia

3.2.1 DETERMINACION DEL ESTADO ACTUAL DE LOS COCINADORES

ESTATICOS

3.2.1.1 CARACTERISTICAS DE LOS COCINADORES ACTUALES

La Empresa Cuenta con 3 Cocinadores estáticos con configuración Paralelepípedo que tiene como capacidad nominal de procesamiento 6270 kg por turno. A continuación, describimos en el cuadro, los detalles característicos de los cocinadores.

Tabla 10. Características de los cocinadores estáticos

Descripción	Cocinador 1	Cocinador 2	Cocinador 3
Marca	Nacional	Nacional	Nacional
Modelo	-	-	-
Capacidad promedio	418 kg	1075 kg	2150.4 kg
Tipo	Directo	Directo	Directo
Longitud	380 cm	400 cm	610 cm
Altura	156 cm	118 cm	156 cm
Ancho	108 cm	156 cm	208 cm
Presión de ingreso de vapor	12 lb/plg ²	12 lb/plg ²	12 lb/plg ²
Línea	Cocido	Cocido	Cocido

Fuente: Departamento de producción de la Empresa Apolo S.A.C

3.2.1.2 CONDICIONES DE PRODUCCION DE VAPOR

GENERACIÓN DE VAPOR

Se cuenta con un Generador de Vapor del tipo Piro-tubular que abastece de vapor saturado

A continuación detallaremos las características de este equipo:

Tabla 11. Generador de Vapor para el proceso productivo

Marca	Fabrimet
Tipo	Piro tubular
Potencia nominal	300 BHP
Presión nominal	100 lb/plg ²
Máxima producción de vapor	2528.16 kg/hr
Factor de carga	62.36 %
Eficiencia nominal	74.54%

Fuente: Departamento de producción de la Empresa Apolo S.A.C

CONSIDERACIONES PARA LOS CALCULOS

Se tiene en cuenta lo siguiente:

- Supondremos que el turno del proceso de cocción de la anchoveta es de 1 hora.
- La producción de Planta en máxima operación para una capacidad de 3993.4 kg /hora de materia prima.
- Se calcula la generación de vapor en función a la eficiencia medida por consultoría externa, tal como se detallan en el Anexo.
- Para el caso de la línea de cocido, la producción de vapor se realiza en función a la demanda de la planta, el caldero operan a plena carga, considerándose para este caso 62.36 % como factor de carga, dándole sostenibilidad al sistema.
- La línea de producción de vapor saturado generado a 100 lb/plg² posteriormente ingresan al distribuidor de vapor, donde se distribuye a lo largo de toda la planta.
- El vapor saturado es distribuido a lo largo de toda la planta a través de las redes de distribución de vapor las cuales están debidamente aisladas.

-La Capacidad de materia prima promedio en la línea de cocido es de 2475.91 kg por turno, y la máxima de 3993.4 kg.

- El tiempo de producción promedio son de 8h-día, 25días-mes, 7meses-año

CONDICIONES DE CONSUMO DE VAPOR

La demanda de vapor saturado en la empresa Apolo S.A.C estará en función al ritmo de producción en la línea de cocido, donde se procesa aproximadamente 2475.91 kg por turno de materia prima.

CONSIDERACIONES PARA CÁLCULOS

-Los Cocinadores Estáticos del tipo directo se considera el ingreso de vapor saturado a diferentes niveles de presión, el cual fluye por el interior de un tubo eje colocado en la base que a través de huecos distribuidos horizontalmente a lo largo del tubo, se suministra de vapor saturado directamente a la materia prima.

-Para los fines de cálculo de la demanda de vapor saturado se toman en cuenta la línea de cocido.

3.2.2 ANALISIS DE TRANSFERENCIA DE CALOR EN EL PROCESO DE COCCION

Pese a que hemos provisto que el pescado procesado tiene inconvenientes en el proceso de cocción, analizaremos el coeficiente de transferencia de calor, para lo cual tomaremos datos para analizar como varia la temperatura en función del tiempo con lo indica la tabla.

Tabla 12. Datos de la temperatura de la materia prima y el tiempo

T (min)	T (°C)
1	16.78
5	20.92
10	25.12
15	31.87
20	35.93
25	40.56
30	44.77
35	48.17
40	51.57
45	44.99
50	58.44
55	60.94

Fuente: Elaboración propia

Determinaremos el coeficiente de convección de transferencia de calor en el interior del cocinador, suponiendo que el pescado tiene forma cilíndrica de dimensiones 12 cm de largo por 5 cm de diámetro. Las condiciones fueron temperatura de 100°C y tiempos de 1 a 3300 segundos, en cada proceso se empleó vapor como medio de cocción en el cocinador estático para una capacidad promedio del 61%. Para medir la temperatura de las muestras se insertaron 2 termopares tipo J de 0.25mm de diámetro por los extremos de la placa en sentido longitudinal hasta que las puntas de los mismos estuvieran cerca del centro geométrico y suficientemente lejos de los extremos; otro termopar de las mismas características se usó para medir la temperatura del vapor. Las temperaturas se registraron cada segundo empleando el sistema de adquisición de datos (INTECH micro 2100-A16 Rev 1.3), acoplado a un computador personal.

Para la determinación del coeficiente conectivo utilizaremos la ecuación de transferencia de calor, para finalmente, de la pendiente resultante de la grafica $\ln \frac{T-T_{\infty}}{T_1-T_{\infty}}$ vs. tiempo (t)

y conocidos el área de transferencia de calor, la densidad, el calor específico y el volumen de la muestra de pescado, de determine el coeficiente de transferencia de calor.

3.2.3 MATERIA PRIMA Y RENDIMIENTO DE COCCION

Durante el cocinador de la materia prima se producen perdidas, teniendo en cuenta que para la cocción optima de un rendimiento óptimo del 76%. Tabularemos los pesos de cada lote de materia prima antes de entrar, y terminado el precocinado se volvió a pesar la materia prima de manera que utilizando la ec. Calculamos los rendimientos y las perdidas innecesarias utilizando los datos especificados en el Anexo 15 y la ecuación 17.

Tabla 13. Muestras de peso de la materia prima y rendimientos de cocción

Muestras	Peso inicial (Tn)	Peso final (Tn)	Rendimiento de cocción (%)	Perdidas evitables (%)
1	2.11	1.74	82.46%	6.46%
2	0.82	0.59	71.95%	-4.05%
3	1.98	1.62	81.82%	5.82%
4	2.13	1.68	78.87%	2.87%
5	0.31	0.23	74.19%	-1.81%
6	0.53	0.44	83.02%	7.02%
7	2.12	1.52	71.70%	-4.30%
8	1.08	0.78	72.22%	-3.78%
9	0.92	0.63	68.48%	-7.52%
10	2.12	1.73	81.60%	5.60%

Fuente: Elaboración propia

Las diferencias positivas son aquellas que representan pérdidas de rendimiento por consecuencia de pérdidas de humedad innecesaria, mientras que las diferencias negativas son aquellas que representan una pre cocción la que se ha sacado el pescado antes de tiempo y que tienen como consecuencia perdidas de rendimiento en la limpieza de lomos, dado que la carne cruda es tratada como desperdicio.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1 ANALISIS ENERGETICO EN LA CONDICION ACTUAL DE LOS COCINADORES ESTATICOS

El sistema actual contempla una instalación del tipo Cocedor de Sardina Estático del Mod. c-115, pero sin la implementación automática-programada que esta tecnología cuenta. Por lo que haremos una evaluación energética de estos equipos térmicos que actualmente se cuenta en la empresa Apolo S.A.C:

4.1.1 CALCULO DE LOS CONSUMOS ENERGETICOS TOTALES EN UN COCINADOR

Realizando los cálculos de calor necesarios para cocinar el pescado, calentar el fierro y estimar pérdidas, obtener la siguiente tabla.

Tabla 14. Consumos energéticos en la situación actual de un cocinador

Consumo	Calor (kcal)	Vapor(kg)	Combustible (gal)
PESCADO	33051.26	61.47	1.1274
FIERRO	4009.01	7.46	0.1368
PERDIDAS	926.51	1.72	0.0316
TOTAL	37986.78	70.65	1.30

Fuente: Elaboración Propia

4.1.2 CALCULO DE LOS CONSUMOS TOTALES EN LA LINEA DE COCIDO

Supondremos que para el caso de la anchoveta el turno de cocción es de una hora aproximadamente, entonces, y hacemos el cálculo para cada cocinador, usando las mismas ecuaciones, obteniendo.

Tabla15. Consumos energéticos totales de los cocinadores

Presión de trabajo 2 psi	Calor (kcal/hr)	Vapor (kg/hr)	Combustible r500 (gal/hr)
COCINADOR 1	37986.78	70.65	1.2958
COCINADOR 2	52017.77	96.75	1.7744
COCINADOR 3	103217.55	191.98	3.5208
TOTAL	193222.11	359.38	6.59

Fuente: Elaboración propia

Estimaremos el porcentaje de energía que se necesita para cada caso, según el flujo de materia prima en el cocinador.

Para un flujo másico de 468.48 kg/hr de materia prima en promedio

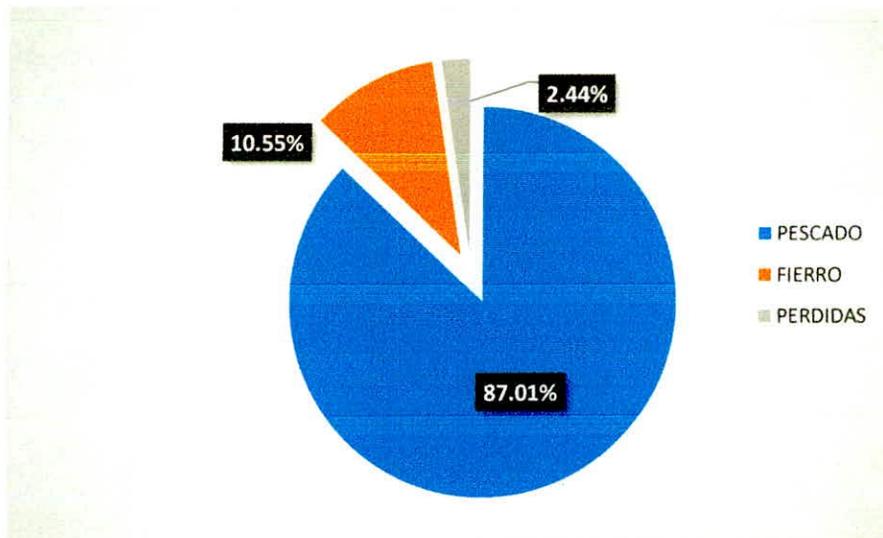


Figura 21. Porcentaje de participación energética de los parámetros en el cocinador 1

Fuente: Elaboración propia

Para un flujo másico 655.75 kg/hr de materia prima en promedio

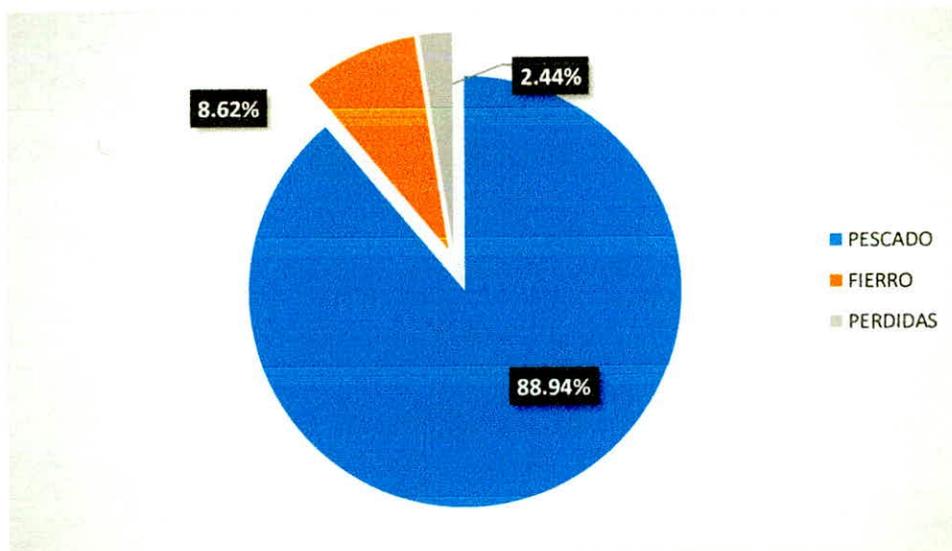


Figura 22. Porcentaje de participación energética de los parámetros en el cocinador 2

Fuente: Elaboración propia

Para un flujo másico 1311.74 kg/hr de materia prima en promedio

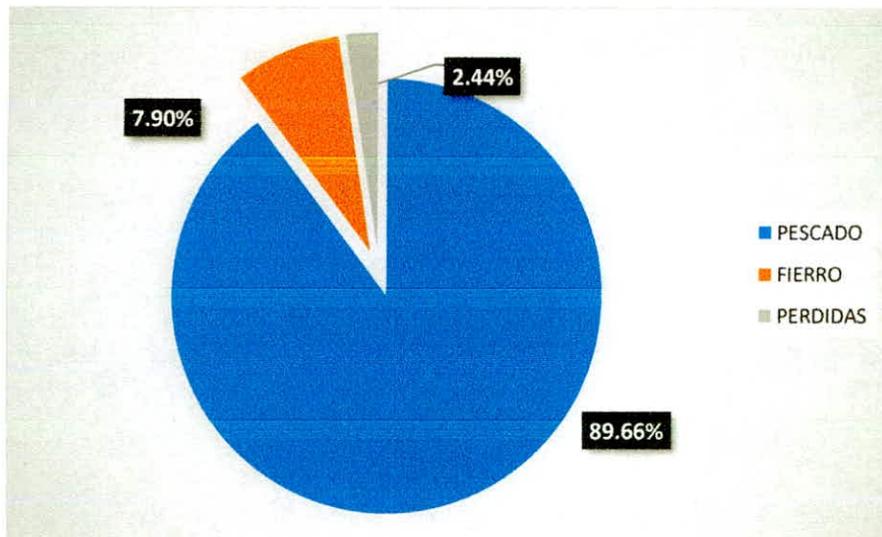


Figura 23. Porcentaje de participación energética de los parámetros en el cocinador 3

Fuente: Elaboración propia

Observamos que a mayor flujo de materia prima a cocer, hay un mayor porcentaje de calor que se utiliza para la cocción del mismo, esto nos lleva a un menor porcentaje de participación energética para calentar el cocinador, y en consecuencia un mejor aprovechamiento de energía útil.

4.1.3 ANALISIS DE LA PRODUCCION Y CUANTIFICACION ENERGETICA POR LOTE

4.1.3.1 CALCULO DE LOS PARÁMETROS DE PRODUCCIÓN Y CONDICIONES ENERGÉTICAS

A.INDICADOR DE CARGA DE MATERIA PRIMA (φ)

Tomaremos un promedio de 50 toneladas de materia prima que llegan a planta, donde se procesan 2435.97 por turno en los cocinadores.

$$\varphi = \frac{2435.97 \text{ Kg}}{50000 \text{ Kg}}$$

$$\varphi = 4.87 \%$$

B. CARGA DE FLUJO EN TIEMPO REAL (δ)

Tomaremos la capacidad de llenado en tiempo real promedio de 2435.97 Kg por turno en los cocinadores, donde la capacidad instalada de estos es de 3993.4 Kg, entonces:

$$\delta = \frac{2435.97}{3993.4}$$

$$\delta = 61\%$$

C. INDICADOR DE UTILIZACION DE VAPOR POR LA LINEA DE COCIDO m'_v

En la producción de vapor desde la caldera tenemos 2528.16 Kg/hr en promedio, donde compararemos este valor con el consumo de vapor por hora en los cocinadores, suponiendo que en cada turno toma un tiempo real de 1 hora en promedio, por tanto

$$m'_v = \frac{359.38 \text{ kg/hr}}{2528.16 \text{ kg/hr}}$$

$$m'_v = 14.21\%$$

D. POTENCIA TERMICA REAL DEL CALDERO

Tomaremos la entalpia de vaporización de 624.31 Kcal/kg, donde la producción real del caldero en tiempo real promedio es de 2528.16 Kcal/kg.

$$1\text{BHP} = 8437 \text{ Kcal/hr}$$

$$P_{tc} = \frac{2528.16 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} \times 624.31 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg}} \times 1\text{BHP}}{8437 \text{ Kcal/hr}}$$

$$P_{tc} = 187.1 \text{ BHP}$$

E. FACTOR DE CARGA

$$F_c = \frac{187.1\text{BHP}}{300 \text{ BHP}}$$

$$F_c = 62.36\%$$

F. POTENCIA TERMICA APROVECHADA POR EL COCINADOR

$$P_{tco} = 187.1 \text{ BHP} \times 0.1421$$

$$P_{tco} = 26.59 \text{ BHP}$$

4.1.3.2 CALCULO DE LOS CONSUMOS ENERGETICOS POR LOTE

CALOR CONSUMIDO

$$Q_n = \frac{Q_c}{\varphi}$$

$$Q_n = \frac{193222.11 \text{ Kcal}}{0.0487}$$

$$Q_n = 3966013.44 \text{ Kcal}$$

VAPOR CONSUMIDO

$$V_n = \frac{m_v}{\varphi}$$

$$V_n = \frac{359.38 \text{ Kcal}}{0.0487}$$

$$V_n = 7376.43 \text{ Kg}$$

CONSUMO DE COMBUSTIBLE R500

$$G_n = \frac{G_c}{\varphi}$$

$$G_n = \frac{6.59 \text{ Kcal}}{0.0487}$$

$$G_n = 135.28 \text{ gal}$$

4.1.4 ANALISIS DEL FACTOR DE CARGA RESPECTO A LA CARGA DE MATERIA PRIMA Y LA UTILIZACION DE VAPOR EN LA LINEA DE COCIDO

Tomaremos como base de cálculo la potencia que no varía en este análisis, que es la potencia térmica que se utilizara para otros proceso, que es de 160.51 BHP, para luego evaluar como este varia a distintos porcentajes de utilización de vapor en la línea de cocido y cargas de flujo en tiempo real.

Tabla 16. Factor de carga respecto a la materia prima y utilización de vapor en la línea de cocido

Carga (δ)	m'_v (%)	F_c' (%)
20%	5.50	57.94
50%	9.75	59.79
61%	14.21	62.36
80%	18.25	65.58
100%	22.50	66.83

Fuente: Elaboracion propia

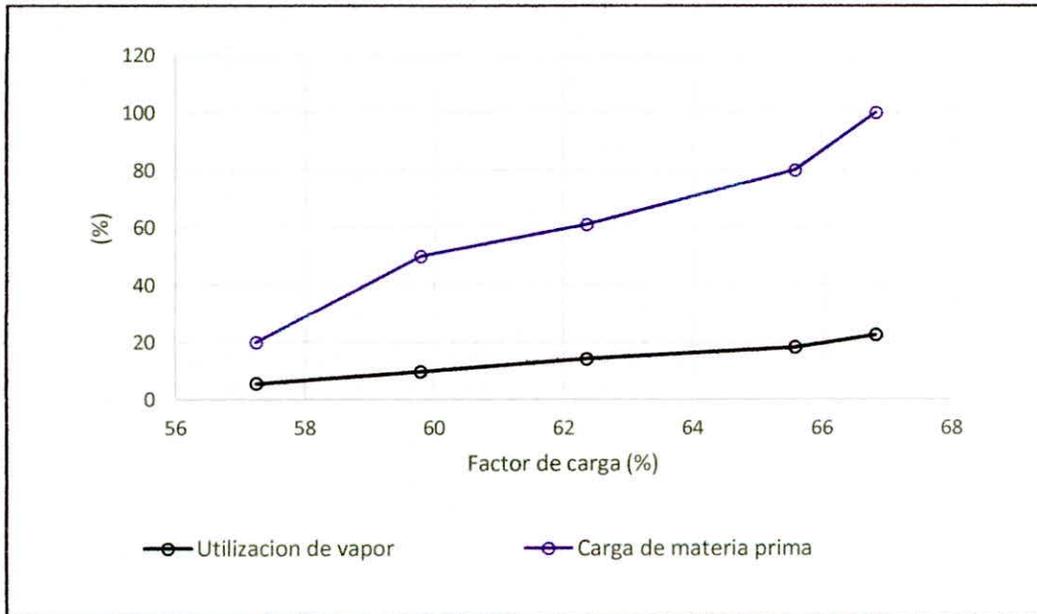


Figura 24. Variación de factor de carga respecto a la carga de materia prima y el porcentaje de utilización del vapor en la línea de cocido

Fuente: Elaboración propia

En el grafica vemos que a más carga en el cocinador y mayor utilización de vapor en la línea de cocido, nuestro factor de carga en el caldero aumenta. Asimismo para nuestra capacidad de carga de materia prima promedio tenemos un aprovechamiento del 14.21% del vapor, que ocasiona un incremento en la producción de vapor de 62.36 %. Por lo que concluimos que para la capacidad máxima de nuestro cocinadores actuales tenemos un utilización de vapor del 22.5%, y nos da una producción de vapor 66.83% .

4.1.4.1 CONDICIONES ENERGETICAS EN LOS COCINADORES A DISTINTAS CARGAS

Tabla 17. Condiciones energéticas a distintas cargas

Carga (%)	Calor (kcal)	Vapor (kg)	Combustible R500 (gal)	m_v' (%)	Potencia (BHP)	F_c (%)
20	4684181.61	8712.16	159.55	5.5	9.4	57.94%
40	4149934.55	7718.51	141.56	9.75	17.44	59.79
61	3966013.44	7376.43	135.28	14.21	26.59	62.4%
80	3882811.03	7221.68	132.45	18.25	35.52	65.58
100	3829386.32	7122.32	130.62	22.5	45.59	66.83

Fuente: Elaboración propia

4.1.4.2 GASTO ENERGETICO DIARIO PROMEDIO EN LA LINEA DE COCIDO

Tabla 18. Gasto energético diario promedio en la línea de cocinado

Carga (%)	Calor (kcal)	Vapor (kg)	Combustible r500 (gal)	m_v' (%)	potencia (BHP)	F_c (%)	Costos (US\$/gal)
61%	3966013.44	7376.43	135.28	14.21	26.59	62.4	349.02

Fuente: Elaboración propia

4.1.5 ANÁLISIS DE TRANSFERENCIA DE CALOR EN EL PROCESO DE COCCIÓN

Mostramos las pérdidas de peso que tienen lugar en la precocción del pescado que son los valores medios de pérdida de peso en la precocción de pescado

Tabla 19. Pérdidas de peso en el tiempo de cocción

Tiempo de cocción (minutos)	Pérdida de peso %	
	Muestra A	Muestra B
40	14.7	13.4
55	16.78	15.2
65	17.52	16.4

Fuente: Elaboración propia

Quiere decir que la mayor penetración de calor se va en la muestra de abajo, por lo las muestras de arriba presentan un menor rendimiento de cocción. Esto se debe a la acumulación de vapor frío en la parte superior, el mal dimensionamiento del cocinador, y la mala hermetización que permite el ingreso de masas de aire que no permiten una buena transferencia de calor en el interior del cocinador. En la siguiente figura podemos observar la variación de la temperatura de las muestras con el tiempo.

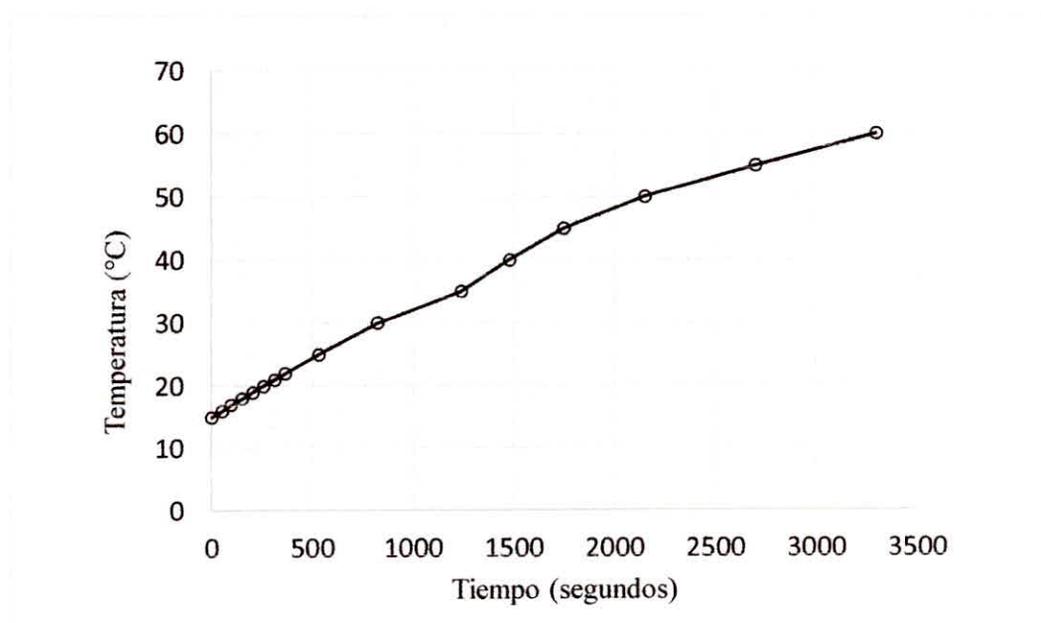


Figura 25. Temperatura de espina a lo largo del tiempo del proceso de cocción

Fuente: Elaboración propia

La pendiente de la sección lineal de la relación adimensional vs tiempo, se obtuvieron mediante análisis de regresión lineal, fueron usadas posteriormente para determinar el

coeficiente de transferencia de calor. En ella se observa que la velocidad de calentamiento de las muestras de pescado decrece con el incremento de la temperatura de calentamiento de las muestras de pescado decrece con el incremento de temperatura.

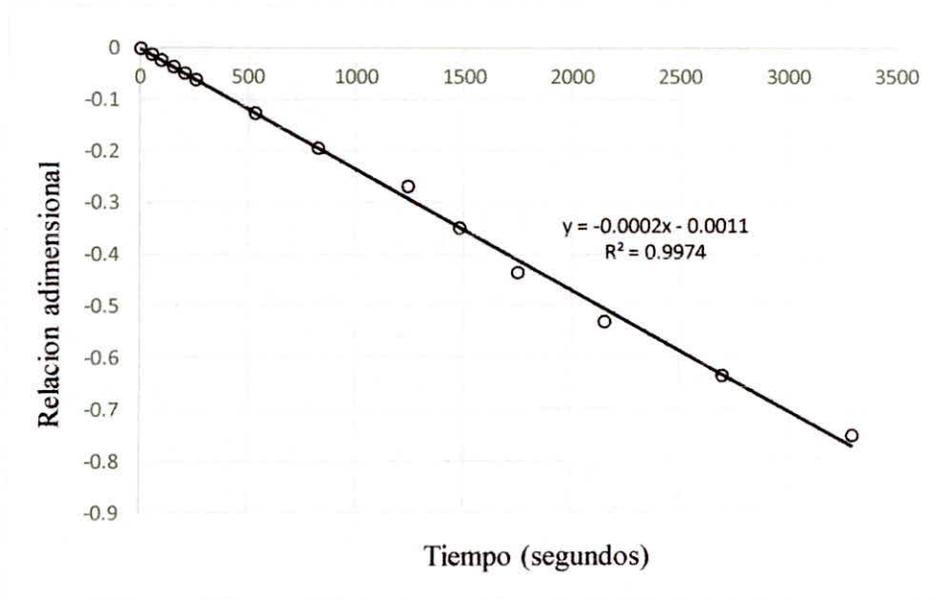


Figura 26. Relación adimensional respecto al tiempo

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de este análisis, podemos estimar el coeficiente de transmisión de calor que gobierna el interior del cocinador estático, como lo muestra la tabla 23.

Tabla 20. Determinación del coeficiente de transferencia de calor

Temperatura (°C)	Pendiente	R ²	h (W/m ² K)
100	0.0002	0.9974	6.21

Fuente: Elaboración propia

Como era de esperarse es un coeficiente de transmisión de calor menor al que calculamos en el análisis de transferencia de calor en el cocinador propuesto, por lo que demuestra que los cocinadores actuales tienen un menor aprovechamiento de calor, ocasionado pérdidas en la producción.

4.1.6 CUANTIFICACION DE LAS PÉRDIDAS DE MATERIA PRIMA

Para este caso y dado que no se tienen datos de la relación de pérdidas en rendimiento durante la limpieza contra rendimientos en precocinado en los que no se ha alcanzado la completa cocción del atún, aproximara estas pérdidas a la diferencia entre el rendimiento óptimo y el real, tal como se hace para el caso en el que las pérdidas son por sobrecocinado. De esta manera se tomara el valor absoluto del valor de las perdidas innecesarias en el caso que estas sean negativas y se obtiene la media, como tabulamos a continuación.

Tabla 21. Pesos y rendimientos de la materia prima en el proceso de cocción

Muestra	Peso inicial (tn)	Peso final (tn)	Rendimiento de cocción (%)	Perdidas evitables (%)
1	2.11	1.74	82.46%	6.46%
2	0.82	0.59	71.95%	4.05%
3	1.98	1.62	81.82%	5.82%
4	2.13	1.68	78.87%	2.87%
5	0.31	0.23	74.19%	1.81%
6	0.53	0.44	83.02%	7.02%
7	2.12	1.52	71.70%	4.30%
8	1.08	0.78	72.22%	3.78%
9	0.92	0.63	68.48%	7.52%
10	2.12	1.73	81.60%	5.60%
MEDIA				4.92%
DESVIACION ESTANDAR				1.86%

Fuente: Elaboracion propia

Tomaremos datos durante un mes de producción, por lo que se obtuvieron 30 medias detalladas en la tabla.

Para estimar la media real de la población de precocinados, se aplicara el teorema de distribución muestral de la media.

Es decir con las medias de las muestras podemos estimar, la media real de la población, en este caso el promedio en pérdidas del total de los cocinados.

Por lo que estimaremos el promedio de pérdidas por sobrecocinado, se calcula la media y la desviación estándar de los datos registrado en la tabla., obteniendo:

$$M = 3.96\%, S = 0.39\%$$

Con estos valores y utilizando el teorema de limite central, se obtienen los intervalos de confianza para estimar que la media de las pérdidas en los precocinados esta entre dichos valores.

Tabla 22. Intervalos de confianza para el rendimiento promedio

Confiabilidad	Límite inferior	Límite superior
90%	3.84%	4.08%
95%	3.82%	4.1%
99%	3.78%	4.14%

Fuente: Elaboracion propia

Se puede asegurar con una confianza del 99% que las pérdidas innecesarias de rendimiento tienen un promedio entre el 3.78% y el 4.14%. Lo que para nuestro análisis significaría que en el mejor de los casos (menos perdida en rendimiento) tendría un valor de 3.78% y en el peor de ellos (mayor perdida en rendimiento) uno de 4.14%.

Es importante notar que los valores obtenidos se refieren a la media o promedio de las pérdidas en rendimiento por concepto de sobrecocimiento y no a los valores máximos y mínimos esperados en un cocinado cualquiera, lo cual como ya se anotó no es de importancia para nuestro análisis.

PERDIDAS DIARIAS DE PRODUCTO

Si se asume que las pérdidas porcentuales en el cocinado del atún, son similares a las de otros tipos de pescado y se utiliza la capacidad máxima de 100 toneladas diarias, la cantidad de peso que se pierde diariamente por sobre cocinado

$$\text{-Con pérdidas del 3.78\% en rendimiento: } 50 \text{ Tn} \times 3.78\% = 1.89 \text{ Tn}$$

$$\text{-Con pérdidas del 4.14\% en rendimiento: } 50 \text{ Tn} \times 4.14\% = 2.07 \text{ Tn}$$

PERDIDAS DÍAS EN DÓLARES

El precio de la anchoveta es de US\$ 555.56 por tonelada

-Con pérdidas del 3.78% en rendimiento: 1.89 Tn x US\$ 555.56= US\$ 1050

-Con pérdidas del 4.14% en rendimiento: 2.07 Tn x US\$ 555.56= US\$ 1150

ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS ANUALES

Tabla 23. Materia prima anual

Indicador	Periodo de producción		
	2015	2016	2017
Materia prima	5928.12	8859.34	5790.69

Fuente: Departamento de producción de la Empresa Apolo S.A.C

Tabla 24. Materia prima perdida por año

Estimación promedio	Materia prima perdida (tn)		
	2015	2016	2017
Ineficiencias del 3.78%	224.1	334.88	218.89
Ineficiencias del 3.96%	234.75	350.83	229.31
Ineficiencias del 4.14%	245.42	366.78	239.73

Fuente: Elaboracion propia

COSTO DE MATERIA PRIMA PERDIDA

Finalmente asignando un valor de US\$600 por tonelada a la materia prima precocida, se obtienen pérdidas económicas debido a la ineficiencia del proceso

Tabla 25. Costo anual por pérdidas de materia prima

Estimación promedio	Costo de materia prima perdida (US\$)		
	2015	2016	2017
Ineficiencias del 3.78%	134460	200928	131334
Ineficiencias del 3.96%	140850	210498	137586
Ineficiencias del 4.14%	147252	220068	143838

Fuente: Elaboración propia

5.1.7 CALCULO DE LOS INDICADORES DE PRODUCCION EN LA LINEA DE

COCIDO

RATIO DE MATERIA PRIMA

$$\text{Ratio de materia prima} = \frac{979.91}{30826}$$

$$\text{Ratio de materia prima} = 0.03179 \frac{\text{tn}}{\text{caja}} \approx 31.79 \text{Kg/caja}$$

RATIO ENERGETICO

Para una producción de 25 días mes, en la que se procesan 50 toneladas de materia prima promedio por lote, tenemos: 3966013.44 Kcal

ET (mes) = 3966.01 MegaCal × 25 = 99150.33 MegaCal /mes , entonces tenemos

$$\text{Ratio energetico} = \frac{99150.33 \text{ MegaCal}}{30826 \text{ Cajas de conser}}$$

$$\text{Ratio energetico} = 3.22 \frac{\text{MegaCAL}}{\text{Caja de conserva}}$$

INDICADORE DE CONSUMO DE VAPOR

ET (mes) = 7122.32 Kg × 25 = 184410.85 Kg , entonces tenemos

$$\text{IECV} = \frac{184410.85 \text{ Kg}}{30826 \text{ Cajas de conserva}}$$

$$\text{IECV} = 5.98 \frac{\text{Kg}}{\text{Caja de conserva}}$$

RATIO TERMICO

ET (mes) = 135.28 gal × 25 = 3382.1 gal , entonces tenemos

$$\text{IT} = \frac{3382.1 \text{ gal}}{30826 \text{ Cajas de conserva}}$$

$$\text{IT} = 0.1097 \frac{\text{gal}}{\text{Cajas de conserva}}$$

INDICADOR ECONOMICO TERMICO

Precio del galón de r500: US\$2.58 /galón

$$\text{IET} = 0.283 \frac{\text{US\$}}{\text{Cajas de conserva}}$$

INDICADOR ECONOMICO MATERIA PRIMA

Precio de la tonelada de pescado: US\$ 555.56 /Tn

$$IEMT = 0.03179 \text{ Tn/caja} \times \text{US\$ } 555.56 /\text{Tn}$$

$$IECT = 17.66 \frac{\text{US\$}}{\text{caja de conserva}}$$

INDICADOR ECONOMICO TOTAL

$$IET = 17.66 + 0.283$$

$$IET = 17.94 \text{ US\$/caja}$$

5.2 EVALUACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE COCINADORES ESTÁTICOS

Las tecnologías de los cocinadores estáticos cuentan con ciertos criterios para su evaluación, como son la capacidad efectiva, configuración y dimensiones, sistema de control, material, sistema de calorifugado. En la siguiente tabla evaluamos cada tecnología, para luego tomar algunas para nuestra implementación.

Tabla 26. Tecnología de cocinadores estáticos

Tecnología	Capacidad efectiva	Configuración y dimensiones	Sistema de control	Material	Sistema de calorifugado
Cocedor de atún a vapor- tunivac	Entre 1500 a 1800 cajas/ batch	Cilindrica , entre 1500 a 2000 mm de ϕ	Controlador/ programador automático	acero inoxidable aisi-316	Asbesto 2''
Cocedor automático de sardinas C.D.A	Entre 1200 a 1500 cajas/ batch	Paralelepípeda	Controlador/ programador automático	acero inoxidable aisi-304.	No cuenta
Cocedores estáticos Mac-30m	Entre 1800 a 2000 cajas/ batch	Cilindrica , entre 1500 a 1800 mm de ϕ	Controlador/ programador automático	acero inoxidable aisi-304.	Asbesto 2''
Cooker Mac	Entre 1500 a 2000 cajas/ batch	Cilindrica , entre 1800 a 2000 mm de ϕ	Programa integrado al PC	acero inoxidable aisi-304.	Asbesto 3''
Cocedor de sardina estático	Entre 300 a 500 cajas/ batch	Paralelepípeda	Controlador/ programador automático	acero inoxidable aisi-304.	No cuenta
Cocedor de tunidos	Entre 1200 a 1500 cajas/ batch	Cilíndrica , entre 1800 a 2000 mm de ϕ	Controlador/ programador automático	acero inoxidable aisi-304.	Asbesto 3''
Cocinador CGI – 55/60	Entre 1100 a 1300 cajas/ batch	Cilíndrica Cilindrica , entre 1500 a 2000 mm de ϕ	Controlador/ programador automático	acero inoxidable aisi-304.	Asbesto 3''

Fuente: Elaboración propia

Las capacidades son dimensionamos conforme la demanda de producción, normalmente es hasta 2000 cajas /bach, actualmente las tecnologías cuentan con una configuración

cilíndrica. El sistema de control comúnmente lleva un programador automático, y muchas veces acoplado a este va un sistema neumático como lo llevan los autoclaves, esto para el control de la válvula de ingreso de vapor.

4.2.1. CAPACIDAD EFECTIVA DE NUESTRO COCINADOR

La capacidad está determinada principalmente por la cantidad y tipo de producto a cocinar, de las dimensiones del área disponible o espacio donde se colocara nuestro equipo, y de acuerdo a lo dispuesto por la R.D N° 091-2002- PE-DNEPP, 2002.

4.1.1 CANTIDAD DE MATERIA PRIMA

De acuerdo a la información brindado por el departamento de producción de la empresa, Tabla 5 (ANEXOS) , el flujo de producción promedio de los cocinadores actuales es de 2435.37 Kg/ hr en la línea de cocido. Propondremos una capacidad nominal de 14775.43 Kg/hora, debido a la uniformidad en el dimensionamiento de los cocinadores, y a la ampliación que se producción en planta para el futuro.

4.1.2 LONGITUD EFECTIVA DEL COCINADOR

El Espacio disponible, se describe un área disponible de la siguiente manera.

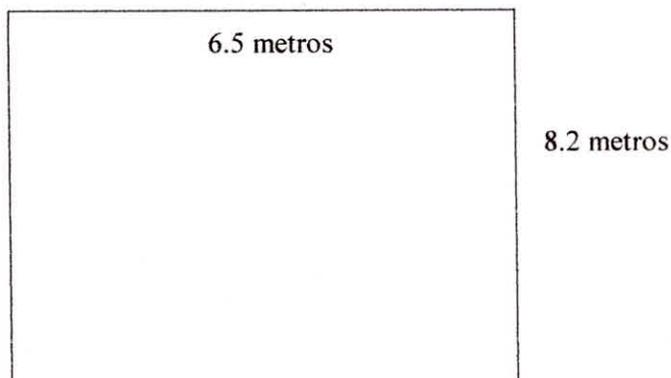


Figura 27. Área disponible para nuestros cocinadores

Fuente: Elaboración propia

Por lo que disponemos de un área de 6.5x8.2 metros cuadrados para el espacio que ocupara nuestro cocinador. No obstante, cada carril mide entre 70cm de longitud

(tabla 5.), por lo que consideramos esta dimensión en la longitud efectiva de nuestro cocinador.

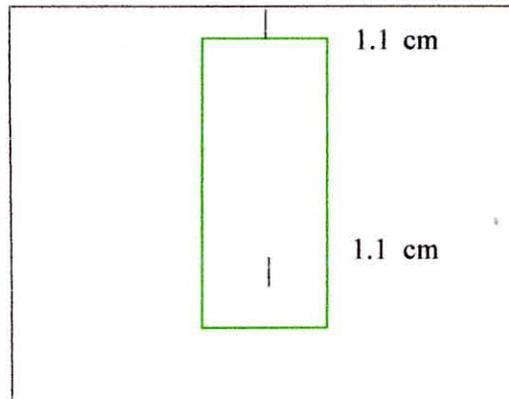


Figura 28. Dimensión de un cocinador estático en el área de cocido

Fuente: Elaboración propia

Aplicaremos un dimensionamiento de acuerdo a las condiciones de superficie, incluyendo los márgenes para el acceso, mantenimiento y seguridad del equipo.

Longitud efectiva del cocinador

= longitud disponible – Distancia de accesibilidad

$$L_{ec} = 8.2 \text{ m} - 2.2 \text{ m}$$

$$L_{ec} = 6 \text{ m}$$

Consideraremos una longitud efectiva de 6 metros para nuestros cocinadores.

4.1.3 VOLUMEN DEL COCINADOR

Partiendo de la base de cálculo de 10000kg /turno.

Entonces, la densidad promedio del pescado es de 1000kg/m³, por lo que:

$$V_{\text{pescado}} = \frac{G_{\text{pescado}}}{\rho_{\text{pescado}}}$$

$$V_p = \frac{10000 \text{ Kg}}{1000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}} = 17 \text{ m}^3$$

Emplearemos un junta de soldadura a tope, lo cual reporta una eficiencia del 80%.

$$V_{\text{cocinador}} = \frac{V_{\text{pescado}}}{\eta} - (V_{\text{pescado}} \times C) = 10.5 \text{ m}^3$$

Donde C es la compresibilidad del pescado y que es igual al 20% del volumen aparente, tenemos:

$$V_c = \frac{10 \text{ m}^3}{0.8} - (10 \times 0.2) = 10.5 \text{ m}^3$$

Luego para el diámetro nominal

$$d_n = \sqrt[2]{\frac{4 \times V_c}{\pi \times L_c}}$$

$$d_n = \sqrt[2]{\frac{4 \times 10.5}{\pi \times 7}}$$

$$d_n = 1.38 \text{ m}$$

Pero por inspección del área efectiva disponible, nos quedaría mucho espacio por

ocupar por lo que aumentaremos la escala, tomando un criterio de $\frac{L}{D} = 4$, por lo que

tendríamos

$$\frac{L}{D} = 4$$

$$\frac{7}{d_n} = 4$$

$$d_n = 1.75 \text{ m}$$

Lo que es un diámetro aceptable según el área disponible para las dimensiones de nuestro proyecto. Utilizaremos un "d_n" de 1.8 m por cuestiones de que en mercado disponemos accesibles dicha dimensión.

Por otro lado nuestro volumen del cocinador sería

$$V_c = \frac{\pi}{4} 1.8^2 (7)$$

$$V = 17.81 \text{ m}^3$$

4.1.4 DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN

Nuestra capacidad de producción estará en función a lo dispuesto en la ley General de Pesca, Decreto Ley N° 25977, y su reglamento aprobado por el Decreto Supremo N° 012-2001-PE, se publicó en el año 2002 las fórmulas para la determinación de las capacidades de operación instaladas en las plantas procesamiento pesquero, como resultado de la introducción de nuevas tecnologías en el procesamiento destinado a la obtención de productos. (R.D N° 091-2002-PE-DNEPP, 2002)

$$CAPC = 0.1523 \times N^{\circ}Coc \times \frac{N^{\circ}Carros}{Coc} \times \frac{N^{\circ}Canastillas}{Carro} \times \frac{Kg. Pescado}{Canastilla}$$

Por lo que tendremos tres cocinadores, en las cuales según el área de llenado entran 10 carriles, cada uno hasta 20 canastillas, con 16.5 kilogramos por canastilla.

Por tanto

$$CAPC = 0.1523 \times 3 \times 10 \times 20 \times 16.5$$

$$CAPC = 1507.77 \text{ Cajas /turno}$$

4.2 DISEÑO MECANICO

El cálculo mecánico de un recipiente consiste, básicamente en la determinación de los espesores de las diferentes partes que lo forman, tomando como datos de partida; la forma del equipo, sus dimensiones, el material utilizado, las condiciones de presión y temperatura, las cargas debido al viento y sismos, el peso específico del fluido y la reglamentación y normas que debe cumplir el diseño del recipiente.

Para comenzar el cálculo se debe disponer de los datos básicos de proyecto tales como temperatura, presión, tipo de material de construcción, margen o sobre-espesor para corrosión, normas entro otros.

4.2.1. SELECCIÓN DEL MATERIAL DE CONSTRUCCION DEL CASCO CILINDRICO

El material de construcción será de acero inoxidable, de acuerdo al cuadro de Resistencia Química de los metales, en el que se muestra para recipientes contenedores, se recomienda el empleo de aceros inoxidables tipo 304, 306, 347, no obstante los costos de estos dos últimos son elevados, por lo que se decidió que fuera AISI 304L, el cual es el equivalente al ASTM A-240-340 L. A continuación se muestra la tabla con las propiedades de este acero. (ASTM Standardization News, 2017).

Tabla 27. Propiedades mecánicas del acero

ASTM A-240-340 L		
Esfuerzo a la cedencia	$25 \times 10^3 \text{ lb/plg}^2$	
Esfuerzo mínimo a la tensión	$70 \times 10^3 \text{ lb/plg}^2$	
Esfuerzo máximo permisible en tensión (S)	200°F $15.7 \times 10^3 \text{ lb/plg}^2$	300°F $15.3 \times 10^3 \text{ lb/plg}^2$

Fuente: ASTM Standardization News

Para poder conocer el esfuerzo máximo permisible S, los datos que vienen en la Tabla se interpolan para un temperatura de diseño T_d , y estas se obtienen con las ecuaciones siguientes:

$$T_d = T_{\text{max.operacion}} + 25^\circ\text{F}$$

$$P_d = 1.2P_{\text{max.operacion}}$$

Para llevar a cabo la cocción del pescado se necesita vapor saturado a 212°F y $12 \frac{\text{lb}}{\text{plg}^2}$ de presión, por lo que nuestra temperatura de operación será esa.

Sustituimos los datos:

$$T_d = 212^\circ\text{F} + 25^\circ\text{F} = 237^\circ\text{F} \approx 113.9^\circ\text{C}$$

$$P_d = 1.2 \times 12 \frac{\text{lb}}{\text{plg}^2} = 14.4 \frac{\text{lb}}{\text{plg}^2}$$

Interpolando para S a una temperatura de diseño de 237°F, se tiene un valor de $15552 \frac{\text{lb}}{\text{plg}^2}$.

4.2.2 ESPESOR REQUERIDO, DE DISEÑO Y NOMINAL

La ecuación para determinar el espesor requerido del casco cilíndrico, esta expresada en función de las dimensiones interiores del mismo.

$$e_r = \frac{P_d R}{SE + 0.4P_d}$$

Donde E es la eficiencia de la junta y que corresponde a 100% pues no se tendrán muchas costuras

$$e_r = \frac{14.4 \frac{\text{lb}}{\text{plg}^2} \times 35.43 \text{ plg}}{15552 \frac{\text{lb}}{\text{plg}^2} \times 1 + 0.4 \times 14.4 \frac{\text{lb}}{\text{plg}^2}} = 0.0328 \text{ pulg} \approx \frac{1}{32} \text{ pulg}$$

El espesor de diseño es la suma del requerido e_r , y el espesor extra por corrosión,

$$e_d = e_r + c$$

Y aunque no se tenga un criterio para c, la literatura menciona un desgaste por corrosión de 5 milésimas de pulgada (1/16 de pulgada) es satisfactorio.

Sustituyendo

$$e_d = \frac{1}{32} + \frac{1}{16} = \frac{3}{32} \text{ plg}$$

En la literatura se conoce que si se tiene un recipiente operando a presión interna o externa, ya sea para el cuerpo cilíndrico o para las tapas, el espesor de diseño no deberá ser menor de 3/16, por lo que nuestro espesor de diseño será de esa dimensión, 3/16 plg. Ahora bien, el espesor nominal es aquel que se selecciona entre los disponibles comercialmente y debido a que el espesor de diseño corresponde a uno que es común en el mercado, se elige como espesor nominal el de diseño. (SALAZAR, 2004)

4.2.3 SELECCIÓN DE LAS TAPAS Y MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN

Para el diseño de recipientes de presión se tienen varios tipos de tapas, van desde las planas, torisfericas, elípticas, esféricas, hemisféricas, modificadas, cónicas entro otras.

Su diferencia radica en el tipo de recipiente que se desea cubrir, la función del recipiente, las condiciones de operación y fluidos a contener. (ASTM Standardization News, 2017). En las tablas se muestran las posibles tapas a utilizarse, las ventajas, las limitantes y condiciones de fabricación de cada una de ellas para poder hacer una adecuada selección. Se puede observar que las tapas Torisfericas representan una buena opción para el cierre de nuestro cocinador, pues la P_d del proceso (14.4 lb/plg^2) se encuentra en el intervalo de presiones recomendadas para estas, además de ser económicas. (SALAZAR, 2004)

4.3 ANALISIS ENERGETICO DE LOS COCINADORES

Para nuestro estudio energético, tomando la consideración que para el proceso se necesitara energía para calentar el pescado y el cocinador. Asimismo haremos el análisis de transferencia de calor para estimar las pérdidas y determinar la rapidez con que se cocina la materia prima.

4.3.1 ENERGIA CONSUMIDO POR EL COCINADOR

4.3.1.1 ENERGIA TERMICA PARA CALENTAR EL COCINADOR

$$m_{co} = 967.2 \text{ kg}$$

$$c_p(\text{hierro}) = 0.108 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$$

$$T_{ic} = 20^\circ\text{C}$$

$$T_{fc} = 101^\circ\text{C}$$

$$Q_c = 927.2 \text{ Kg} \times 0.1018 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \times (101 - 20)^\circ\text{C}$$

$$Q_c = 8461.1 \text{ kcal}$$

4.3.1.2 CONSUMO DE PETROLEO PARA CALENTAR EL COCINADOR

$$m_c = \frac{8461.1 \text{ Kcal}}{39616.5 \text{ Kcal/gal} \times 0.74}$$

$$m_c = \frac{15527.1}{145000 \times 0.74}$$

$$m_c = 0.2886 \text{ gal}$$

4.3.1.3 CONSUMO DE VAPOR PARA CALENTAR EL COCINADOR

λ (a presión manométrica 2 psi) = 537.66 Kcal/kg

$$m_v = \frac{8461.1 \text{ Kcal}}{537.66 \text{ Kcal/kg}}$$

$$m_v = 8.72 \text{ kg}$$

4.3.2 ENERGIA CONSUMIDO POR EL PESCADO

4.3.2.1 ENERGIA TERMICA PARA LA COCCION DEL PESCADO

$$m_p = 1650.59 \text{ kg}$$

$$c_p(\text{pescado}) = 0.83 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$$

$$T_{ip} = 15^\circ\text{C}$$

$$T_{fp} = 100^\circ\text{C}$$

$$Q_c = 1650.59 \text{ Kg} \times 0.83 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \times (100 - 15)^\circ\text{C}$$

$$Q_c = 116449.04 \text{ Kcal}$$

4.3.2.2 CONSUMO DE PETROLEO PARA LA COCCION DEL PESCADO

$$G_c = \frac{116449.04 \text{ Kcal}}{39616.5 \text{ Kcal/ga} \times 0.74}$$

$$P_{r500} = 3.97 \text{ gal}$$

4.3.2.3 CONSUMO DE VAPOR PARA LA COCCION DEL PESCADO

λ (a presión manométrica 2 psi) = 537.66 Kcal/kg

$$m_v = \frac{116449.04 \text{ Kcal}}{537.66 \text{ Kcal/kg}}$$

$$m_v = 120.1 \text{ Kg}$$

4.3.3 ANALISIS DE TRANSFERENCIA DE CALOR PARA LA ESTIMACION DE PÉRDIDAS

En este apartado estimaremos las perdidas de calor de nuestro cocinador. Para esto utilizaremos una correlacion extraida que se acerca al comportamiento térmico para la transferencia de calor para flujo externo en cilindros del libro de Cengel. En este informe lo detallamos en las ecuaciones 19,20,21,22.

Consideraremos los siguientes datos y propiedades termofisicas:

Tabla 28. Dimensiones del cocinador y propiedades termofisicas del fluido caliente

DATOS DEL FLUIDO CALIENTE	VALORES
Radio interior del cocinador (m)	90
Radio exterior del cocinador(m)	0.90476
Radio del aislante (m)	0.9809
Espesor del aislante (pulg)	3
Conductividad térmica del acero (W/m°K)	15.6
Conductividad térmica del asbesto (W/m°K)	0.0675
Longitud del cocinador (m)	6
Temperatura aislante(°C)	22
Temperatura interior (°C)	100°C

Fuente: Elaboracion propia

Para el cálculo utilizaremos un calor aproximado del “h” que se utiliza para diseño de sistemas térmicos en convección libre, siendo 9.9 W/m²K, luego reemplazamos los datos utilizando la ecuación de transmisión de calor. (SALAZAR, 2004).

Reemplazamos los datos en la ecuación 19, y obtenemos:

$$Q_c = \frac{(100 - 22)}{\frac{\ln \frac{0.90476}{0.9}}{2\pi \times 15.6 \times 6} + \frac{\ln \frac{0.9809}{0.90476}}{2\pi \times 0.0675 \times 6} + \frac{1}{2\pi \times 0.9809 \times 6 \times 9.9}}$$

$$Q_c = 2261.37 \text{ W} \approx 1947.59 \text{ Kcal/hr}$$

Utilizamos el mismo procedimiento para estimas las pérdidas por las tapas, obteniendo

$$Q_c = 148.87 \text{ Kcal/hr}$$

Por tanto la energía total perdida por un cocinador es:

$$Q_p = 2096.46 \text{ Kcal/hr}$$

$$m_v = 2.16 \text{ kg/hr}$$

$$G_c = 0.0715 \text{ gal/hr}$$

4.3.4.-ANALISIS DE TRANSFERENCIA DE CALOR EN EL INTERIOR DEL COCINADOR

Para el análisis de transferencia de calor en el interior del cocinador, utilizaremos una correlación para flujo externo en cilindro de Donald Kern, que es una relación que es muy cercana al sistema que queremos estudiar, y así estimar la penetración de calor en el pescado. Consideraremos el pescado como una muestra de forma cilíndrica, en los siguientes resultados utilizamos las ecuaciones 23,24,25,26,27,28,29.

4.3.4.1. CALCULOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR

Para determinar las pérdidas en el cocinador, usaremos las ecuaciones

Tabla 29. Dimensiones y propiedades físicas del fluido caliente

Datos del fluido caliente	Valores
presión (psi)	3
Temperatura (°C)	100°C
Caudal de vapor (kg/s)	0.1025
Viscosidad dinámica (kg/ms)	1.26×10^{-5}
Calor específico (j/kg°K)	1887
Conductividad térmica (W/mk)	0.02429
Densidad del fluido (kg/m ³)	0.5884
Diámetro interior (m)	1.8
Diámetro exterior (m)	1.8095
Longitud (m)	6

Fuente: Elaboración propia

ÁREA LIBRE

$$A_1 = \frac{1.8095^2 - 1.8^2}{4} \pi$$

$$A_1 = 0.0269\text{m}^2$$

FLUJO MÁSSICO

$$G_{\text{max}} = \frac{0.1025}{0.0269}$$

$$G_{\text{max}} = 3.7963 \text{ kg/m}^2\text{s}$$

NUMERO DE REYNOLD

$$R_e = \frac{3.7963 \times 1.8}{1.26 \times 10^{-5}}$$

$$R_e = 540190.13$$

NUMERO DE PRANTLD

$$P_r = \frac{1.26 \times 10^{-5} \times 1887}{0.02429}$$

$$P_r = 0.983$$

NUMERO DE NUSSELT

$$N_u = 0.0214(R_e^{0.8} - 100)P_r^{0.4}$$

$$N_u = 0.0214 \times (540190.13^{0.8} - 100) \times 0.983^{0.4}$$

$$N_u = 817.14$$

Determinación del "h"

$$h = \frac{N_u k}{d_i}$$

$$h = \frac{817.14 \times 0.02429}{1.8}$$

$$h = 11.03 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

Este valor lo compararemos con el coeficiente actual de los cocinadores estáticos, para ver que sistema tiene un mejor aprovechamiento del calor para la cocción del pescado. Mientras tanto estimaremos la influencia que tiene este valor en la temperatura, ya que al tener un mejor aprovechamiento de calor, los tiempos de cocción se reducen.

4.3.4.2. INFLUENCIA DE LA TRANSFERENCIA DE CALOR EN LA TEMPERATURA

Utilizando la ecuación tabularemos y determinemos en que tiempo llegaremos a una temperatura del pescado de 60°C, obteniendo un 2263.21sg como lo muestra la siguiente figura 18.

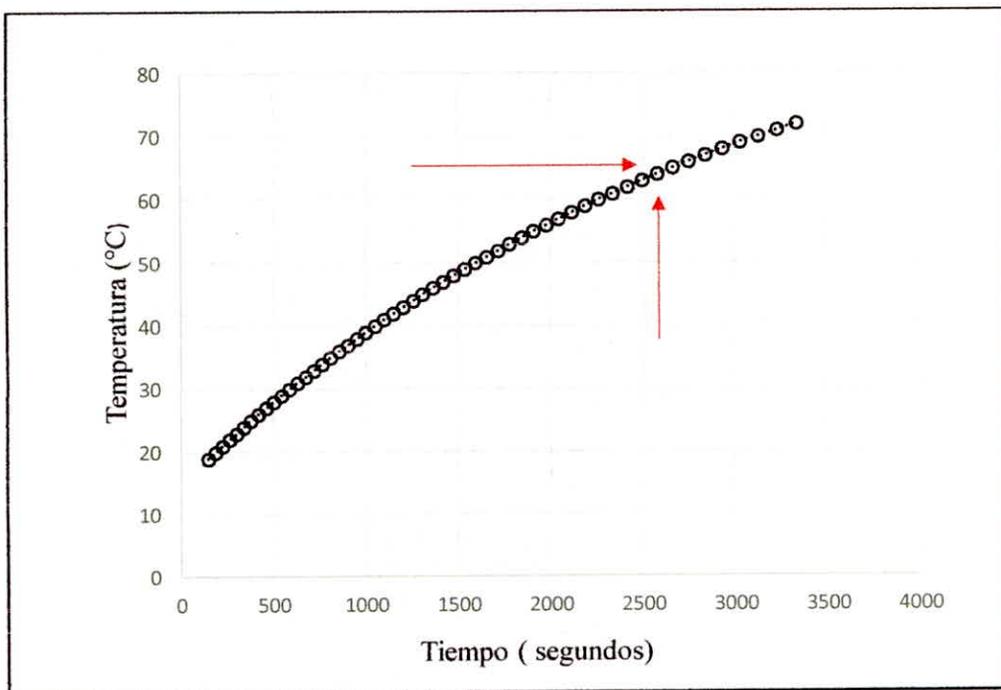


Figura 29. Temperatura del pescado a lo largo del tiempo de cocción

Fuente: Elaboracion propia

Comparamos con un cocinador hayduk y austral la cual tienen valor próximo de cocción Hayduk 41.2 min, Austral 42 min. Por lo que concluimos que tenemos una mejor

transferencia de calor debido a que existe un mejor aprovechamiento energético, y mejor flujo de vapor másico.

4.4 SELECCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL PARA UNA ÓPTIMA COCCIÓN DEL PESCADO

4.4.1 CONDICION ACTUAL EN EL PROCESO DE COCCION

Mediante los datos adquiridos por las muestras de cocción, obtenemos la variación de la temperatura del cocinador dentro del cocinador.

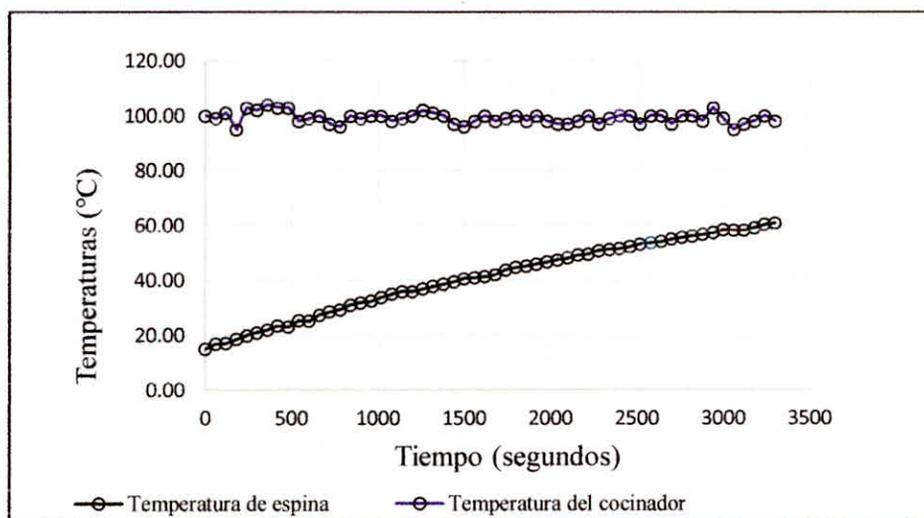


Figura 30. Temperatura vs tiempo en el proceso de cocción

Fuente: Elaboración propia

El sistema actual de cocinados se basa en tiempos de cocinado obtenidos en la práctica para cada variedad y tamaño de atun. En la tabla se puede apreciar los tiempos estimados de cocinados para cada tipos de pescado, con una temperatura inicial promedio de 15 °.

Tipo de pescado	Temperatura del cocinador	Tiempo
Anchoveta	100°C	55 minutos
Caballa	100°C	135 minutos
Jurel	100°C	125 minutos
Tunidos	100°C	280 minutos

Tabla 30. Tiempos de cocinador para la materia prima

Fuente: Departamento de producción de la Empresa Apolo S.A.C

A las tablas de tiempos de cocinado mostrados se debe agregar “el tiempo de venteo”, que es el tiempo durante el cual el cocinador alcanza una temperatura entre 99 a 101 °C lo cual tarda normalmente entre 10 y 15 minutos dependiendo del tamaño del cocinador, la temperatura inicial de la materia prima y el tamaño promedio de los pescado.

Como consecuencia de esto, los tiempos de cocinado tienen márgenes de error lo que lleva inevitablemente al método de prueba y error para comprobar el estado de los pescado. Este método consiste en la apertura repetida de las puertas del cocinador para verificación visual a lo que a su vez incrementa aún más la incertidumbre sobre el comportamiento del proceso y su dependencia del tiempo.

En el gráfico siguiente, se puede apreciar la forma de la curva de temperatura de cocinador controlada manualmente con la que se desea mantener una temperatura de 100°C

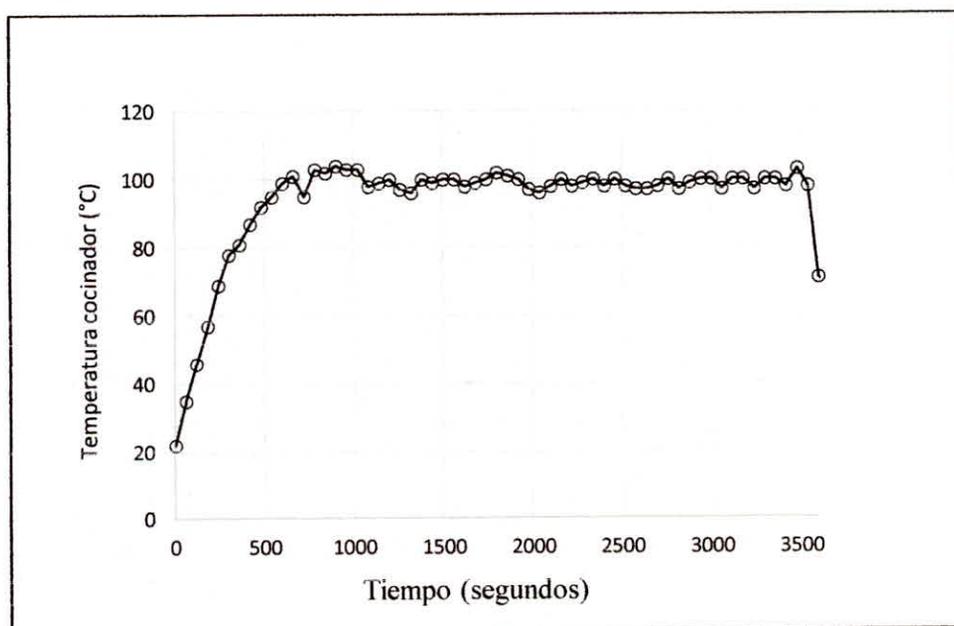


Figura 31. Temperatura del cocinador con control manual

Fuente: Elaboración propia

4.4.2 DETERMINACIÓN DEL PUNTO ÓPTIMO DE COCCIÓN

Definido para nuestro cocinador en el que se debe cortar el vapor a los 35 minutos y sacar la anchoveta. Se supondrá que en el momento en que se saca el pescado del cocinador la temperatura de espina del pescado ha llegado a los 60 °C

Para que se obtenga un adecuado nivel de cocción se esperaría que todos los precocinados se comportan de una manera similar a la que se muestra en el grafico 15.

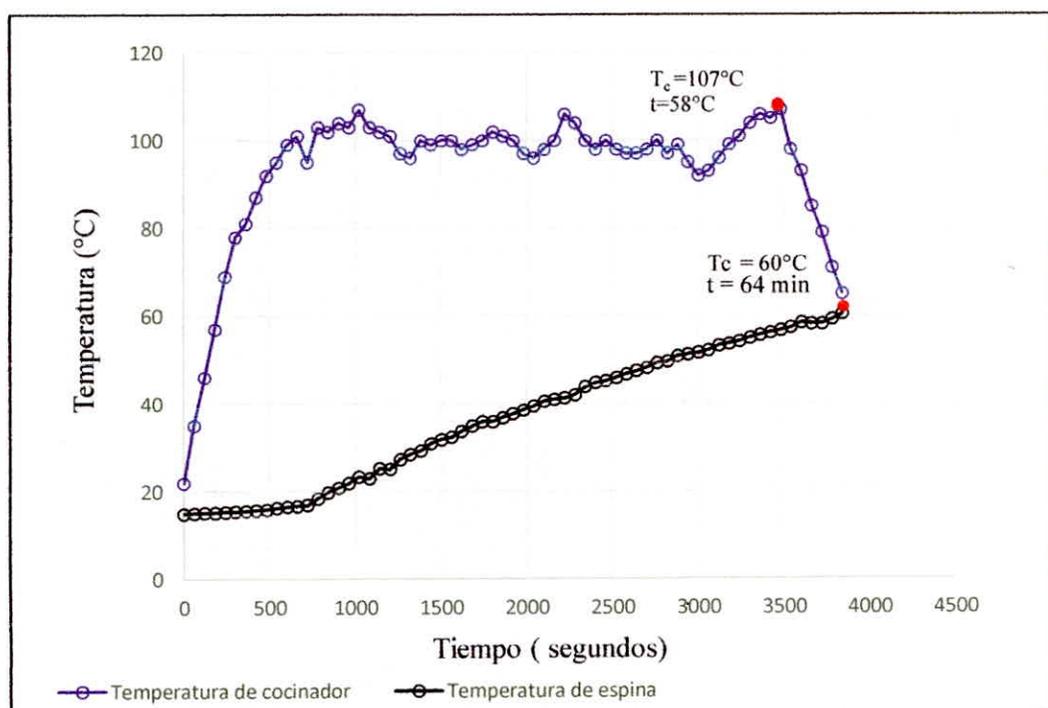


Figura 32. Comportamiento esperado en el cocinador en la situación actual

Fuente: Elaboracion propia

Las pruebas realizadas, al saberse que el tiempo para cortar el vapor es de 58 minutos se repite el procedimiento, pero dado que esta vez el control sobre la temperatura del cocinador ha sido más variable y la temperatura promedio está por debajo que en el proceso que se tomó como referencia, a los 58 minutos la temperatura de espina del

pescado aún no ha llegado a 60°C, y por lo tanto se saca crudo, lo que repercute en los rendimientos de producción.

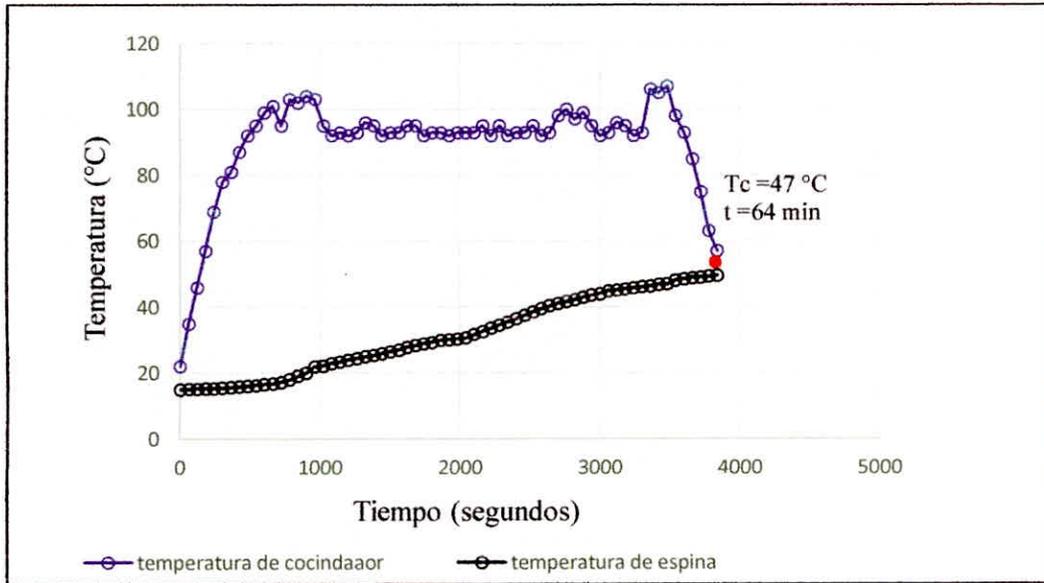


Figura 33. Pescado semicrudo por cocinado irregular

Fuente: Elaboracion propia

Cuando en cambio, la temperatura del cocinador tiene intervalos en los que sube en demasía, el excesivo gradiente produce un sobrecocinado de la carne más cercano a la piel cuando el centro aun esta crudo y de esta manera también se producen perdidas irre recuperables.

Un cocinado de este tipo, en el que teóricamente la temperatura de 58°C grados se la alcanza antes de tiempo como consecuencia de un mayor nivel promedio de temperatura del cocinador

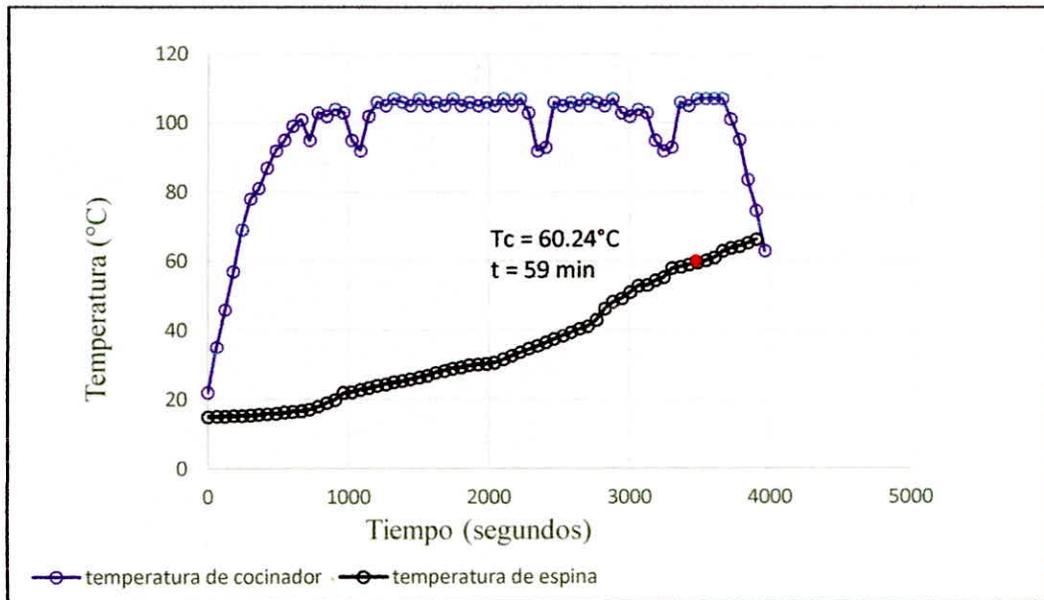


Figura 34. Pescado sobrecocinado por temperatura irregular

Fuente: Elaboración propia

4.4.3 PROPUESTA DE MEJORA

Un control automático por retroalimentación de la temperatura es una inversión que puede ser recuperada en un tiempo determinado por lo que se recomienda su aplicación. Con un control proporcional se puede asegurar la estabilidad en la temperatura del cocinador de manera tal de no incurrir en este tipo de errores entre cada cocinado.

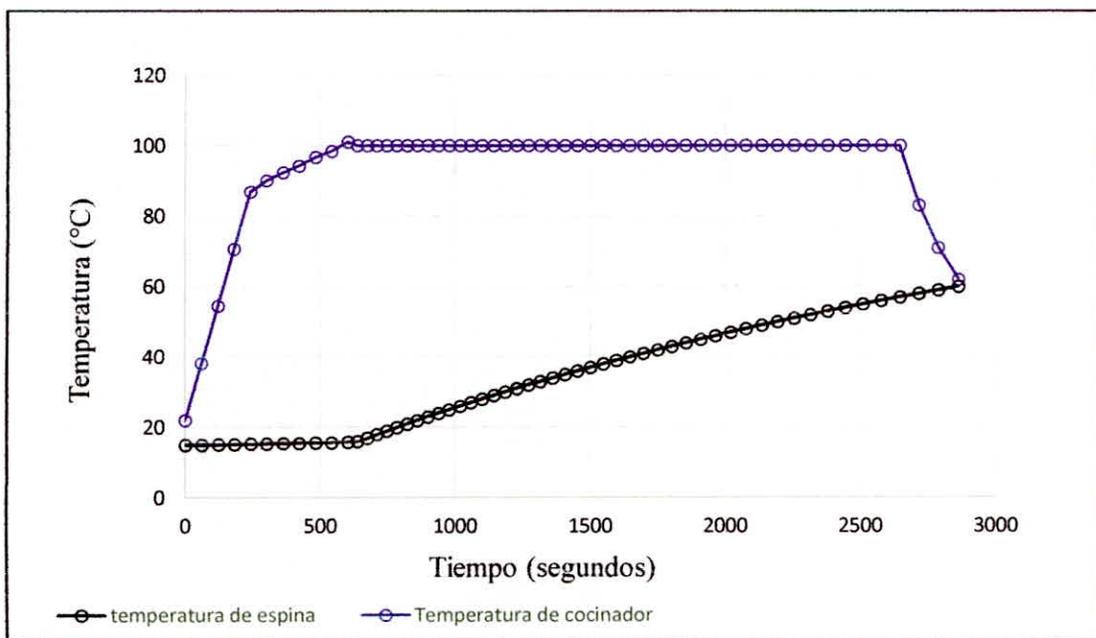


Figura 35. Temperatura de cocinador y espina con control automático

Fuente: Elaboración propia

El sistema tiene por objetivo controlar la temperatura del cocinador de tal manera que tenga un gradiente constante durante el venteo y se mantenga en un temperatura estable para cada intervalos del precocinado, hasta que la temperatura de espina elegido llegue a un valor determinado

Existen cientos de tablas con tiempos de cocinados para cada tipo de pescado, pero este informe consideramos el tratamiento térmico para la anchoveta, sin embargo tomar en cuenta que para distintos tipos de pescado, puede haber un margen de error despreciable, ya que la mayoría de propiedades se asumen como constantes para un mismo tamaño.

4.4.4 SELECCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL

Para nuestro de proceso utilizaremos un control por retroalimentación ya que estos sistemas miden la variable controlada y según su desviación del punto de control, se regula mediante la variable manipulada.

Es recomendable para la selección de las características de los componentes se tomen en cuenta las características de linealidad de sus señales de entrada con respecto a sus señales de salida. Por lo general se trata de trabajar en los rangos que se comportan de la forma más lineal posible o se utilizan elementos que posteriormente linealicen señales.

-SENSORES

Para controlar la temperatura de espina de los pescados será necesario instalar RTDS que puedan ser insertadas atravesando los pescados longitudinalmente. Asumiendo que el cocinador no se calienta uniformemente se sugiere colocar el RTD en el pescado más grande y que se ubique en la región del cocinador que más tarde en calentarse de manera tal de garantizar que cuando este ejemplar alcance la temperatura deseada, los otros ya habrán llegado a esta temperatura momentos antes y las pérdidas por sobrecocinado serán las menos posibles.

-CONTROLADOR

Dependiendo de si se elige uno o más sensores de temperatura, se podrá elegir entre un cocinador de un solo lazo y uno multilazo por cada cocinador.

Se recomienda un controlado PD, dado que se necesita un control proporcional por ser la temperatura una variable continua y derivativa para anticipar cambios bruscos del gradiente de temperatura cuando por ejemplo en el caso de un cocinador dividido en varias zonas, se abren las puertas para sacar el lote que ya está listo y la temperatura del cocinador desciende rápidamente

No se considera necesaria la función integral ya que no es crítico para el proceso que se llegue a una temperatura exacta determinada y por último se pueden hacer pruebas para especificar la temperatura a un nivel un poco mayor o menor para compensar el error de estado estacionario.

Sin embargo actualmente la mayoría de controladores son PID electrónicos por lo que mas probable es que se tenga que instalar un controlador de este tipo.

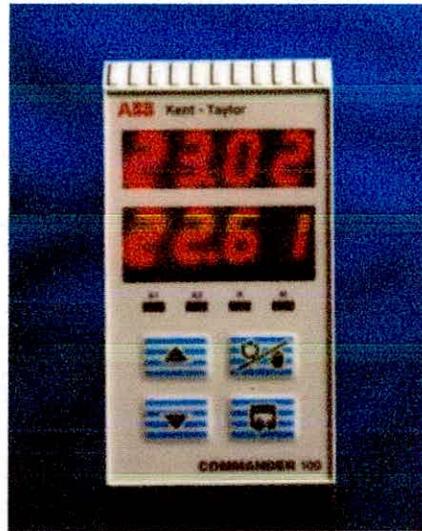


Figura 36. Controlador PID

Fuente: ABB Intrumentation

-VALVULA PROPORCIONAL

Se sugiere instalar una válvula con cuerpo de hierro fundido y asientos metálicos, de tipo normalmente abierta. La válvula proporcional deberá ir en serie con una válvula manual a fin de cortar el flujo manualmente si es necesario y a fin de facilitar el desmontaje de la válvula para mantenimiento. El tipo de control proporcional de la válvula depende de ciertas características del proceso como la variación en la caída de presión. El tipo de control debe asegurar la mayor linealidad posible entre el desplazamiento de la válvula y el flujo de vapor



Figura 37. Válvula proporcional Model 988

Fuente: Cashco

-CONTROLADOR TIP

Se instalara un controlador TIP lo más cerca posible de la válvula proporcional a fin de que le suministre una entrada neumática con mínimas pérdidas. El controlador también deberá ir conectado a la línea de aire de la planta

El sistema básico propuesto funcionaria de la siguiente manera:

- Se programa en el controlador PID las temperaturas del cocinador para cada intervalo de tiempo según la ecuación de transferencia de calor.
- Se programa la temperatura de espina final requerida en el controlador ON/OFF
- La señal de la RDT #1 retroalimenta al controlador PID el cual regula la temperatura del cocinador mediante el TIP y la válvula de control.
- La señal RTD#2 informa sobre la temperatura real de espina en el pescado. Al llegar al valor especificado en el punto 2 se activa una alarma que indica que el precocinado está listo.

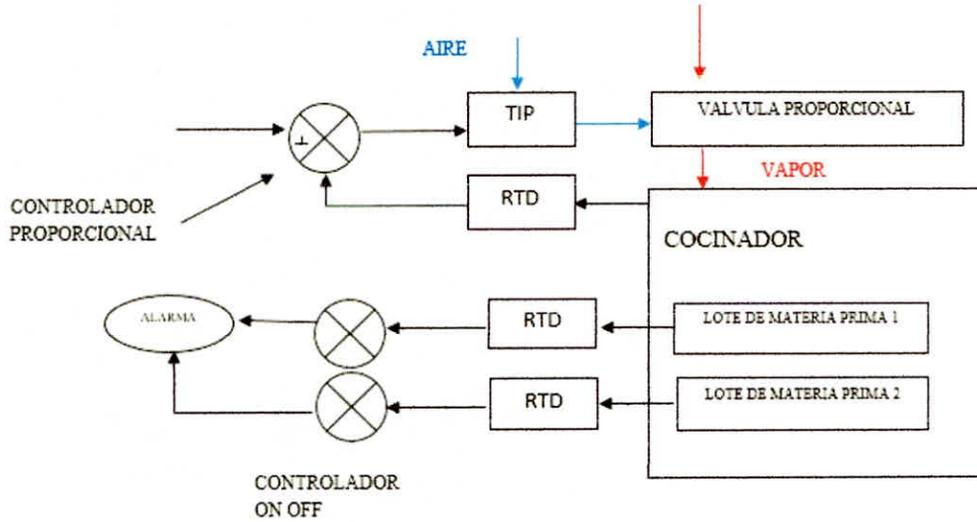


Figura 38. Sistema de control con dos sensores por cocinador

Fuente: Elaboración propia

4.5 DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LOS COCINADORES TECNOLÓGICOS EN LA PRODUCTIVIDAD

CAPACIDAD DE MATERIA PRIMA INSTALADA = 14775.43 Kg

Para tener un cálculo más claro tomaremos el doble de la materia prima del promedio de los cocinadores convencional o sea 4951.77 Kg como base de cálculo.

4.5.1 ESTIMACION DEL CONSUMO TOTAL DE ENERGIA POR COCINADOR

Las cantidades estimadas en los cálculos anteriores, las describimos a continuación:

Tabla 31. Estimación de los consumos total del cocinador propuesto

Consumos	Calor (kcal)	Vapor(kg)	Combustible r500 (gal)
PESCADO	116449.04	120.1	3.97
ACERO	8461.07	8.72	0.2886
PERDIDAS	2096.46	2.16	0.0715
Total	127006.57	130.98	4.33

Fuente: Elaboración propia

4.5.2 ESTIMACION DEL GASTO DE ENERGIA, VAPOR Y PETRÓLEO POR TURNO

Supondremos que para el caso de la anchoveta el turno de cocción es de una hora aproximadamente, entonces, y hacemos el cálculo para cada cocinador, usando las mismas ecuaciones, obteniendo.

Tabla 32. Estimación de los consumos energéticos totales de los cocinadores propuestos

Presión de trabajo 2 psi	Calor (kcal/hr)	Vapor (kg/hr)	Combustible r500 (gal/hr)
COCINADOR 1	127006.57	130.98	4.33
COCINADOR 2	127006.57	130.98	4.33
COCINADOR 3	127006.57	130.98	4.33
Total	381019.71	392.94	12.99

Fuente: Elaboracion propia

Para un procesamiento de 1650.59 kg de materia prima

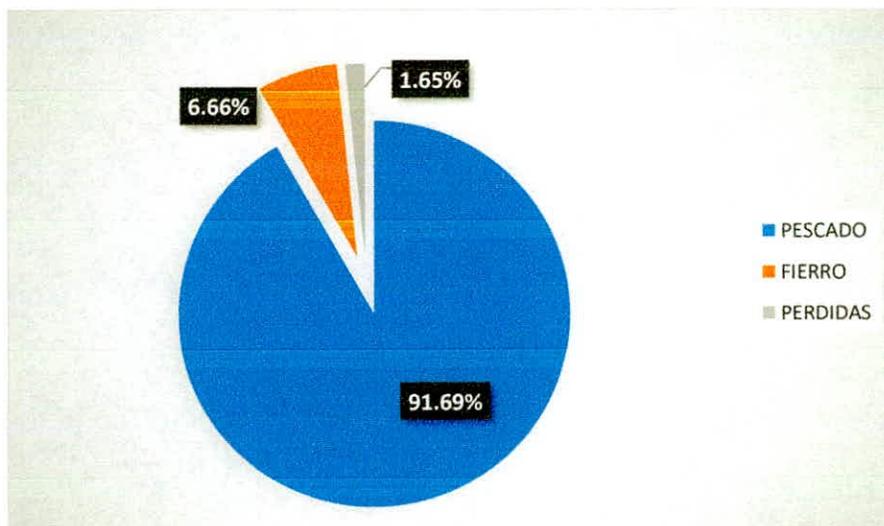


Figura 39. Porcentaje de participación de los parámetros energéticos en cada cocinador

Fuente: Elaboracion propia

4.5.3. ANALISIS DE LA PRODUCCION Y GASTO DE VAPOR Y PETROLEO DE PLANTA

INDICADOR DE CARGA DE MATERIA PRIMA (φ)

Tomaremos un promedio de 50 toneladas de materia prima que llegan a planta, donde se procesan 4951.77kg por turno en los cocinadores.

$$\varphi = \frac{4951.77 \text{ Kg}}{50000 \text{ Kg}}$$

$$\varphi = 9.9 \%$$

CARGA DE FLUJO EN TIEMPO REAL (δ)

Tomaremos la capacidad de llenado en tiempo real promedio de 4951.77 Kg por turno en los cocinadores, donde la capacidad instalada de estos es de 3993.4 Kg, entonces:

$$\delta = \frac{4951.77}{14775.43}$$

$$\delta = 33.51\%$$

INDICADOR DE UTILIZACION DE VAPOR POR LA LINEA DE COCIDO m'_v

En la producción de vapor desde la caldera tenemos 2528.16 Kg/hr en promedio, donde compararemos este valor con el consumo de vapor por hora en los cocinadores, suponiendo que en cada turno toma un tiempo real de 1 hora en promedio, por tanto

$$m'_v = \frac{392.8 \text{ kg/hr}}{2528.16 \text{ kg/hr}}$$

$$m'_v = 15.54\%$$

POTENCIA TERMICA APROVECHADA POR EL COCINADOR

$$P_{tco} = 187.1 \text{ BHP} \times 0.1554$$

$$P_{tco} = 29.1 \text{ BHP}$$

CALCULO DE LOS CONSUMOS ENERGETICOS POR LOTE

ENERGIA NETA POR PRODUCCION

$$Q_n = \frac{Q_c}{\varphi}$$

$$Q_n = \frac{381019.7 \text{ Kcal}}{0.099}$$

$$Q_n = 3847310.9 \text{ Kcal}$$

VAPOR POR PRODUCCION

$$V_n = \frac{m_v}{\varphi}$$

$$V_n = \frac{392.8}{0.099}$$

$$V_n = 3966.3 \text{ Kg}$$

COMBUSTIBLE R500 POR PRODUCCION

$$G_n = \frac{G_c}{\varphi}$$

$$G_n = \frac{12.99}{0.099}$$

$$G_n = 131.23 \text{ gal}$$

4.5.4 INFLUENCIA DE LA CARGA DE MATERIA PRIMA Y LA UTILIZACION DE VAPOR, EN EL FACTOR DE CARGA

Tomaremos como base de cálculo la potencia que no varía en este análisis, que es la potencia térmica que se utilizara para otros proceso, que es de 160.51%, para luego evaluar como este varia a distintos porcentajes de utilización de vapor en la línea de cocido y cargas de flujo en tiempo real.

Tabla 33. Factor de carga respecto a la materia prima y utilización de vapor para los cocinadores tecnológicos

Carga (δ)	m'_v (%)	F_c' (%)
20%	9.79	58.77
33.51%	15.54	62.36
50%	22.54	66.73
80%	35.3	74.68
100%	43.9	79.78

Fuente: Elaboracion propia

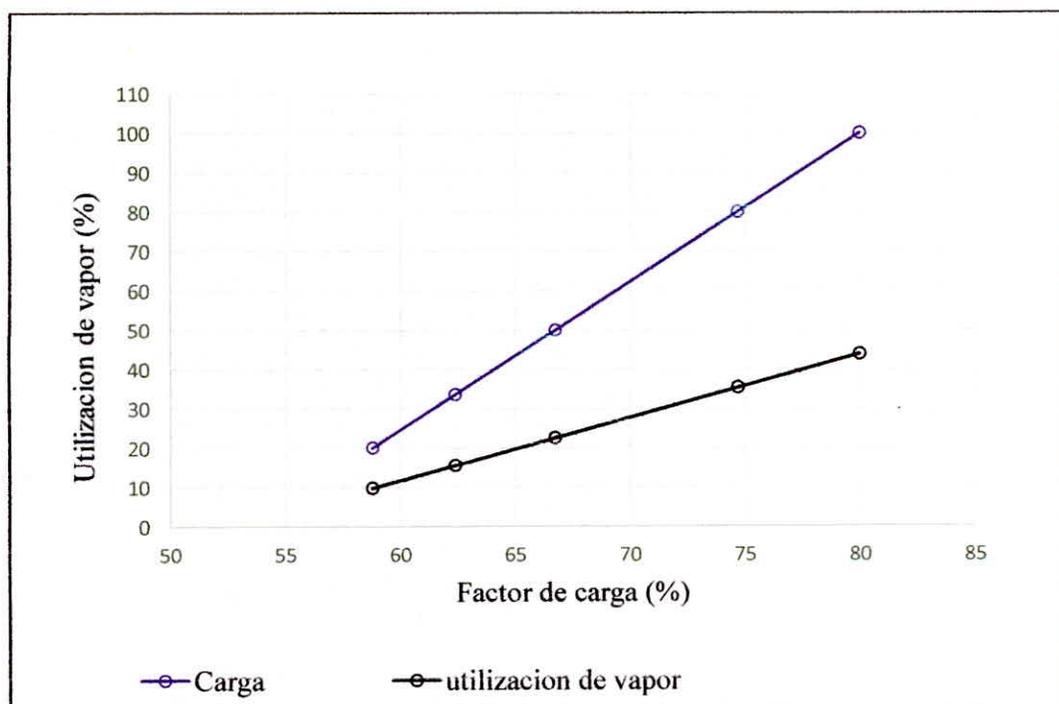


Figura 40. Influencia de la carga de materia prima y la utilización de vapor en el factor de carga, para los cocinadores estáticos propuestos

Fuente: Elaboracion propia

Para nuestra capacidad de carga de materia prima promedio tenemos un aprovechamiento del 22.54% del vapor, que ocasiona un incremento en la producción de vapor de 66.73 %. Por lo que concluimos que para la capacidad máxima de nuestro cocinadores actuales tenemos un utilización de vapor del 43.9%, nos da una producción de vapor 79.78%, y en efecto nos permite que la caldera opere a su máxima eficiencia.

4.5.5 ESTIMACION DE LAS CONDICIONES ENERGÉTICAS DE LOS COCINADORES ESTADIDOS PROPUESTOS A DISTINTAS CARGA

Tabla 34. Estimación de las condiciones energéticas de los cocinadores propuestos a distintas cargas

CARGA (%)	Energía (Kcal)	Vapor (kg)	Petróleo R500 (gal)	(m'v)	Potencia (BHP)	Factor de carga
20	4063399.33	4189.1	138.61	9.79	18.32	58.77
33.5	3847310.89	3966.3	131.23	15.54	29.1	62.36
50	3741859.73	3857.59	127.64	22.54	42.18	66.73
80	33611474.83	3774.72	124.89	35.3	66.03	74.68
100	3634679.87	3747.1	123.98	43.8	81-94	79.98

Fuente: Elaboración propia

ESTIMACIÓN DEL GASTO ENERGÉTICO DIARIO PROMEDIO DE LOS COCINADORES PROPUESTOS

Tabla 35. Estimación del gasto energético de los cocinadores propuestos

CARGA (%)	Energía (Kcal)	Vapor (kg)	Petróleo R500 (gal)	(m'v)	Potencia (BHP)	Factor de carga (%)	Costos (US\$/gal)
33.51	3847310.89	3966.3	131.23	15.54	29.1	62.36	338.57

Fuente: Elaboración propia

4.5.6 CALCULO INFLUENCIA DE LAS TECNOLOGIAS DE LOS COCINADORES, EN LA PRODUCTIVIDAD

En nuestra tecnología propuesta tenemos un ahorro de materia prima de 2.02 Tn por lote, entonces estimaremos el ahorro de materia prima por mes, lo que nos da 50.5 Tn.

$$\text{Ratio materia prima mejorado} = \frac{979.91 - 50.5}{30826}$$

$$\text{Ratio materia prima mejorado} = \frac{979.91 - 50.5}{30826}$$

$$\text{Ratio materia prima mejorado} = 0.03015 \frac{\text{Ton}}{\text{caja}} \approx 30.35 \frac{\text{Kg}}{\text{caja}}$$

Estimaremos el ahorro de vapor por la reducción del tiempo de coccion del cocinador, ya que con la nueva tecnología, podemos procesar la materia prima en menos tiempo, siendo esta en 2653.8 sg, entonces para un flujo de vapor de 130.98 kg/hr.

$$m_v = \frac{2653.8 \times 130.98}{3900}$$

$$m_v = 89.13 \text{ kg/hr}$$

Tabla 36. Variación de vapor y cajas por influencia de cocinador propuesto

Descripción	Variación vapor (kg/hr)	Variación en cajas (cajas/hr)
Cocinador propuesto	41.85	12.72

Fuente: Elaboración propia

Entonces por los tres cocinadores podremos ahorrar 125.55 Kg/hr, o producir 38 cajas/ hr mas que lo producido en con los cocinadores convencionales. Al ahorrar vapor estaremos ahorrando combustible equivalente a 2.3 gal/hr.

4.5.7 CALCULO DE LOS INDICADORES ENERGÉTICOS EN LA LÍNEA DE PRODUCCION DE COCIDO

Comparando los resultados de análisis energético con los brindados en planta, tenemos:

INDICADOR TERMICO 1 DE PRODUCCION

Para una producción de 25 días mes, en la que se procesan 50 toneladas de materia prima promedio por lote, tenemos 3847310.9Kcal

ET (mes) = 3847.31MegaCal × 25 = 96182.77MegaCal /mes , entonces tenemos

$$IE_1 = \frac{96182.77 \text{ MegaCal}}{30826 \text{ Cajas de conser}}$$

$$IE_1 = 3.12 \frac{\text{MegaCal}}{\text{Caja de conserva}}$$

FLUJO DE VAPOR MENSUAL

ET (mes) = 3966.3 Kg × 25 = 99157.5 Kg , entonces tenemos

$$IE = \frac{99157.5 - 25110\text{Kg}}{30826 \text{ Cajas de conserva}}$$

$$IE = 2.4 \frac{\text{Kg}}{\text{Caja de conserva}}$$

COMBUSTIBLE R500 MENSUAL

ET (mes) = 131.23 Kg × 25 = 3280.87 gal , entonces tenemos

$$IE_2 = \frac{3280.87 - 460.63 \text{ gal}}{30826 \text{ Cajas de conserva}}$$

$$IE_2 = 0.0915 \frac{\text{gal}}{\text{Cajas de conserva}}$$

INDICADOR ECONOMICO TERMICO

Precio del galón de r500: US\$2.58 /galón

$$IEC = 0.236 \frac{\text{US\$}}{\text{Cajas de conserva}}$$

INDICADOR ECONOMICO MATERIA PRIMA

Precio de la tonelada de pescado: US\$ 555.56 /Tn

$$\text{IEMT} = 0.03015 \text{ Tn/caja} \times \text{US\$ } 555.56 / \text{Tn}$$

$$\text{IECT} = 16.75 \frac{\text{US\$}}{\text{caja de conserva}}$$

INDICADOR ECONOMICO TOTAL

$$\text{IET} = 16.75 + 0.236$$

$$\text{IET} = 16.98 \text{ US\$/caja}$$

4.5.8 CUANTIFICACIÓN DEL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN PORCENTAJE DE MEJORAS

Compararemos los indicadores de producción de los cocinadores convencionales, con la influencia de los cocinadores propuestos, para luego determinar en que porcentaje se mejora la productividad con la implementación de las tecnologías de los cocinadores propuesto, se detalla en la tabla

Indicadores	Cocinadores convencionales	Tecnologías de los cocinadores	Variación de los indicadores	Porcentaje de mejoras (%)
Ratio productivo (Kg/Caja)	31.78	30.12	1.66	5.22
IE ₂ (Gal/Caja)	0.1097	0.0915	0.0182	16.6
IE ₁ (MegaCal/Caja)	3.22	3.12	0.1	3.1
IET (US\$/Caja)	17.94	16.98	0.96	5.35

Tabla 37. Cuantificación en porcentaje de mejoras en la productividad

Fuente: Elaboración propia

Estos indicadores nos dan a conocer la influencia que tiene el implementar las tecnologías de cocinadores estáticos en porcentajes de mejoras en la producción, en la producción se mejora en un 5.22%, ahorramos un 16.6 % en combustible R-500, disponemos de un 3.1% más de calor de lo normal, todo esto nos permite un ahorro en dinero del 5.35% en el proceso productivo.

CAPITULO V
DISCUSIONES

DISCUSIONES

- La mayor cantidad energía se requiere para cocinar el pescado según lo calculado en la tabla 17, no obstante observamos en las figuras 28, 29 y 30 que conforme la carga de pescado es mayor se reduce el porcentaje de calor para calentar el cocinador, permitiéndonos tener un mayor aprovechamiento de energía útil, todo esto nos indica una mayor utilización de vapor, por lo que nos lleva a pensar que la carga de pescado en el cocinador tendrá alguna influencia en el factor de carga del caldero, por lo quisimos estimar cual sería el comportamiento del factor de carga cuando aumentamos la carga de pescado en el cocinador, en la tabla 19 y figura 31 obtuvimos un incremento de 8.29% de vapor y un factor de carga de 66.83% respecto al promedio. La tabla 22 nos muestra la variación el porcentaje en peso del pescado conforme el tiempo transcurre, mientras que en la figura 33 nos muestra la temperatura real dentro del cocinador, ambos en tiempo real, por lo que mediante la regresión lineal y utilizando la ecuación 18 estudiamos el comportamiento térmico en el proceso de cocción del pescado figura 33, finalmente obtuvimos el coeficiente de transferencia de calor dentro del cocinador de $6.21 \text{ W/m}^2\text{K}$.

- Cuando evaluamos las tecnologías de los cocinadores estaticos, tuvimos la dificultad de estudiarlos a profundidad ya que la mayoría son sistemas que en nuestro país no se cuenta, y por lo tanto obtener datos para un la experimentación en tiempo real resulta muy complicado. Pero la información de los catalogos y de las empresas que fabrican estos equipos nos brindan características importantes para la evaluación, además la experiencia nos indica que estos equipos tiene un comportamiento cercano al funcionamiento de los autoclaves, por lo que esto nos ayudó a obtener datos similares a los cocinadores que tuvimos que estudiar. La tecnología Cooker Mac produce entre 1500 a 2000 cajas/ batch

y además una dimensión entre 1800 a 2000 mm, no obstante para nuestro sistema solo programaremos las fases de calentamiento, ya que la de enfriamiento la haremos por convección natural, podríamos omitir el vacío, ya que esto lo hacemos en el proceso de venteo, pero el controlar el vacío de aire dentro del cocinador antes del proceso de cocción, mejora mucho más la transmisión térmica y de la penetración calor en el pescado como se indica en esta tecnología. Esta tecnología cuenta con enfriamiento interior por atomización de agua, por lo que no es necesario por que como se indicó antes, el enfriamiento lo haremos por convección natural. Para el sistema de control utilizaremos un programador automático como el Cocinador CGI – 55/60, que cuenta con un regulador de temperatura independiente para cada una de las secciones (control PID).

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

1. Los cocinadores convencionales trabajaban a un ratio de producción de 31.79Kg/caja, consumiendo 0.1097 galones de petróleo R500, siendo el costo de producción de 17.94US\$/caja, asimismo se estima una pérdida del 4.14% de la materia prima procesada causado por las varianzas del rendimiento de cocción debido a la deficiente transferencia de calor y sobrecalentamientos. En promedio se utiliza un 14.4% del vapor de toda la planta.

2. Para la implementación de la tecnología de los cocinadores estáticos, utilizaremos en su una configuración cilíndrica con un dimensionamiento de 1.8 m de diámetro y 6 metros de largo, asimismo el material será acero inoxidable AISI 304 de 3/16' de espesor, siendo su capacidad de producción de 1507 cajas/turno y una capacidad para materia prima de 14775.43 kg. Para la automatización utilizaremos un sistema de control por retroalimentación, un controlador PID, dos sensores RDT, una válvula proporcional y un controlador TIP, que nos permitirán mantener uniforme la temperatura en el interior del cocinador, asimismo este dimensionamiento mejora la transferencia de calor del medio con la anchoveta, logrando la cocción óptima al cabo de 2653.8 segundos.

3. La implementación de las tecnologías de los cocinadores estáticos mejora en un 5.22% el ratio de producción, permitiendo un ahorro del 16.6% de combustible por unidad de producción, se mejora en un 43.7% la transmisión de calor entre el medio de cocción y la materia prima, permitiendo un aprovechamiento del 3.1% de energía térmica y reducción del tiempo de cocción, que minimiza los costos de producción en un 5.35%, y por último trabajando a su capacidad máxima mejora el factor de carga del caldero hasta un 79.78%, permitiendo que este trabaje a su máxima eficiencia.

4.- La implementación tecnología de cocinadores estáticos permiten mejorar la productividad en cuanto a las cajas de conservas de pescado, produciendo la misma cantidad de cajas con menor cantidad de materia prima en un 30.12 Kg/caja, asimismo la misma cantidad de cajas con menos galones de R500 en un 0.0915 Gal/caja, y finalmente todo esto tiene influencia en menores costos fijos por la misma cantidad de producción de cajas de conservas en un 16.98US\$/caja.

6.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un diagnostico y/ o benchmarking energético de la planta conservera Apolo S.A.C, para tener una mayor exactitud en cuanto a los valores energéticos estimados
- Se recomienda realizar una evaluación de las tecnologías de Cooker Mac y Cocinador CGI – 55/60 en tiempo real, por lo que será necesario ir a empresas extranjeras donde cuentan con estos equipos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

-BIBLIOGRAGIA

1. Acevedo, D. (2004). Metodología del control de gestión. Venezuela. Ediciones Dibrant
2. Guevara, 2013. Curso Diagnósticos y Racionalización de la Energía. Universidad Nacional del Santa. Nuevo Chimbote, Perú.
3. Instituto del Mar del Perú. (1996). Instituto Tecnológico Pesquero del Perú. Compendio Biológico Tecnológico de la Principales Especies Hidrobiológicas Comerciales del Perú. Lima, Perú. Editorial STELLA.
4. ITP. (1999). Procesamiento de conservas. Lima. Perú: Editorial Realizaciones Graficas Especializadas E.I.R.L.
5. KLEEBERG F., ROJAS M., 2012. Pesquería y acuicultura en el Perú. Editorial Universidad de Lima, Primera Edición Lima.
6. Yunus A. Cengel., 2007. Transferencia de calor y masa .Editorial Mc Graw Hill, Tercera Edición México.
7. Moscol, J. (1982). La industria pesquera y la elaboración de conservas de pescado en el puerto de Paita – Piura (tesis). Universidad nacional Jose Fauistino Sanchez Carrión, Huacho
8. Donal Q.Kern, 1986. Procesamiento de transferencia de calor. Ed Mc Graw – Hill Book Company INC New York.
9. Ibarz y Barbosa, 2004. Operaciones unitarias e la Ingeniería de Alimentos. Ediciones Mundi-Prensa
10. SALAZAR, 2004. Protocolo para la conducción de estudios de distribución de calor para procesar en autoclaves estáticas, por inmersión en agua, incluyendo sistemas de agitación operando en modo estático. Guayaquil.

11. CARRANZA, Raymundo, 2001. Tópicos de Instrumentación y Control. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
12. OGATA, Katsuhiko, 2003. Ingeniería de Control Moderna 4a ed. Madrid: Pearson Educación, España.
13. MALONEY, Timothy J, 1983. Electrónica Industrial moderna
14. JIMÉNEZ MACIAS, Emilio 2004 Técnicas de Automatización avanzadas en procesos industriales. Tesis Doctoral. Universidad de La Rioja. España 310p.

-SITIOS WEB

1.- HERMASA CANNING TECHNOLOGY. (1972). Maquina específica para proceso de atún/ caballa.

Recuperado de <http://www.hermasa.com/web/es>

2-. ALFOGAR. (1992). Productos

Recuperado de <http://www.alfogar.com/V/Productos/1.aspx>

3.- ECIRTEC. (2016). Equipamiento de accesorios industriales.

Recuperado de <http://es.ecirtec.com/tag/tratamiento-termico/>

4. BETANCOR C., CEREZO J. y VEGA, A. Diseño de un sistema de control de temperatura. Instituto Universitario de Microelectronica Aplicada (IUMA). Universidad d las Palmas.

Recuperado de <http://www.etsist.upm.es/estudios>

5. RODRÍGUEZ, M. A. (2007). Conserva de pescado y sus derivados. Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos-pdf/conservapescado/conserva- pescado.pdf>

6. CODEX ALIMENTARIUS (2005). Guía de Riesgos de la FDA

Recuperado de <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/es/>

7. VALDERAS, A. (2012). Todo sobre el envase metálico.

Recuperado de

<http://www.mundolatas.com/Informacion%20tecnica/BARNICES.htm>

8. NAVARRETE, O. (2001). Procesamiento de conservas de atún, bonito, caballa, jurel y sardina. Recuperado de

<http://oneproceso.webcindario.com/Conservas%20de%20Atun.pdf>

9. GOALCO PROYECTOS S.A (2000). Pesca

Recuperado de http://www.goalco.com.pe/pesca_5.htm

10.- MAPCA S.A. (2017). Rotary cooker

Recuperado de <http://allocco.com.ar/en/products/rotary-cooker>

11.- Maconse (1975). Productos-Cocedores

Recuperado de http://www.maconse.com/producto_cookermac.asp

12.- ASTM Standardization News (2017). Normas Astm

Recuperado de

https://www.astm.org/SNEWS/SPANISH/SPJF09/enright_spjf09.html

-TESIS

1. Gadea Cerna L. (2012). "Estudio tecnológico y energético de secadores en planta de harina de pescado", (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Callao, Perú

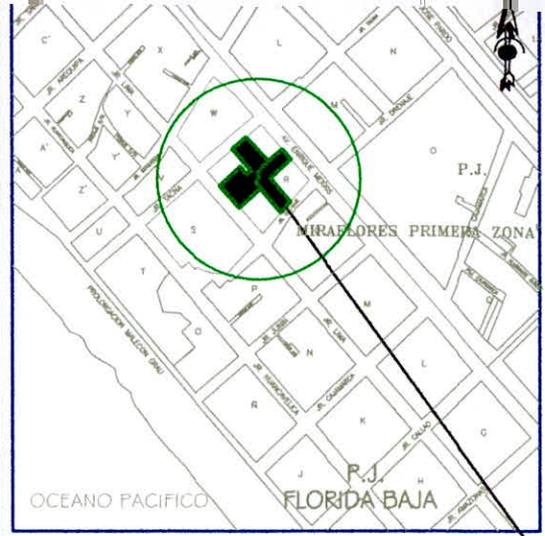
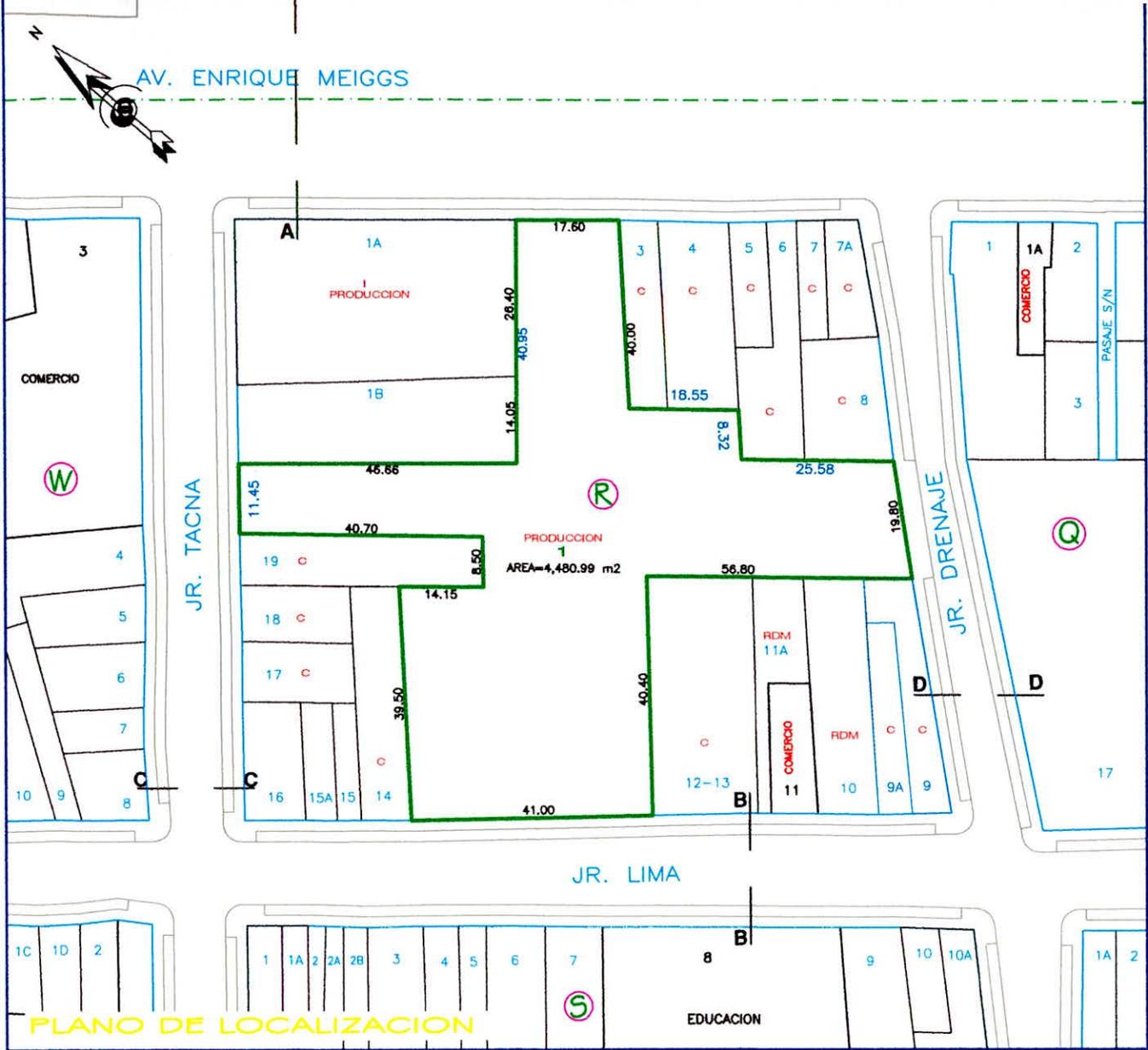
2. Muñoz Caldas. (2012) Ahorro de energía mediante el uso de revalorizado en la cadena productiva de la industria pesquera", Universidad nacional de Trujillo, Perú.

3. Nuñuvero Y., Díaz V. (2011) "Evaluación del cambio tecnológico de los secadores directos por secadores a vapor con aprovechamiento de vahos en una planta evaporadora de película descendente", (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Santa, Peru

4. Barreto F., Castillo A. (2014). "Optimización de los indicadores de productividad de la empresa Pesquera Ribaud S.A. mediante el uso de gas natural licuado en el área de los calderos". (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Santa. Nuevo Chimbote, Perú.
5. Villanueva A., Villanueva M. (2012). "Innovación tecnológica en los sistemas de secado y de evaporización, para la reducción del consumo de combustible por tonelada de harina de pescado en el proceso productivo de la empresa Cridani S.A.C de la ciudad de Chimbote". (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Santa. Nuevo Chimbote, Perú.
6. Wilson Lister. (2011). "Diseño de un recuperador de calor para el aprovechamiento de los gases de combustión de las cocinas mejoradas de la comunidad de Ahijadero". (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Santa. Nuevo Chimbote, Perú.
7. Quiñones R., Cano C. (2012). "Determinación del diseño óptimo de un intercambiador de calor con superficies extendidas para un secador rotario de aire caliente en la industria pesquera". (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Santa. Nuevo Chimbote, Perú.

ANEXOS

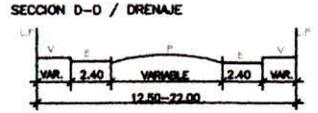
- A. Ubicación de la empresa apolo S.A.C
- B. Cocinador estático
- C. Estadística de producción de conservas de pescado, consumo de petróleo R500 y de materia prima de la empresa apolo S.A.C
- D. Estadística de producción de conservas de pescado, ratio térmico y de materia prima de la empresa apolo S.A.C
- E. Estadística de ratio energéticos y de producción
- F. Estadística de ratios de materia prima y producción
- G. Presupuesto
- H. Detalles del sensor RTD
- I. Detalles del controlador PID
- J. Detalles del controlador ON-OFF
- K. Detalles del transductor IP
- L. Detalles de la válvula proporcional
- M. Parámetros de operación del caldero
- N. Parámetros de operación de los cocinadores estáticos
- O. Muestras de pesos de materia prima y rendimientos
- P. Estado actual de cocinadores convencionales
- Q. Montaje de cocinadores estáticos modernos



PLANO DE UBICACION
P.J. FLORIDA BAJA / MZ. R - LOTE 1 ESCALA 1/5 000

DESCRIPCION	
PROVINCIA	SANTA
DISTRITO	CHIMBOTE
ZONA	P.J. FLORIDA BAJA
MANZANA	MZ. R
LOTE	Nº 1 y 2
CALLE	AV. ENRIQUE MEIGGS

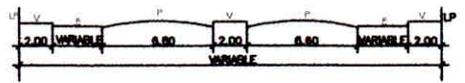
PRODUCCION 1	
AREA	4,480.99 m2
PERIMETRO	469.96 ml



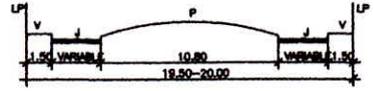
PLANO DE LOCALIZACION

SECCIONES VIALES

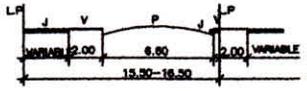
SECCION A-A / AV. ENRIQUE MEIGGS



SECCION B-B / JR. LIMA

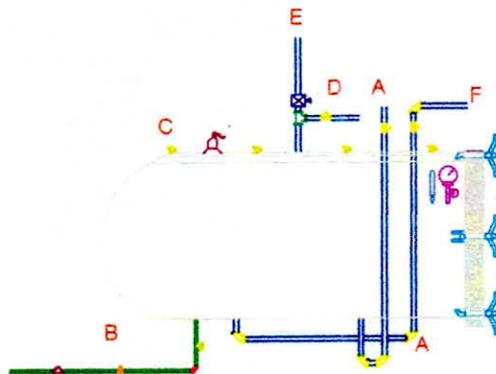
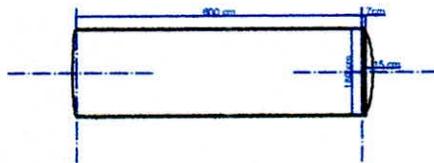


SECCION C-C / JR. TACNA



PLANTA DE CONSERVA CORPORACION PESQUERA APOLO S.A.C.		UBICACION Y LOCALIZACION	
DISEÑADO POR: P.J. FLORIDA BAJA MZ. R - LOTE 01	DISEÑADO POR: JWC/SH	DISEÑADO POR: MELISSA FLORES LEON	
TECNICO: RONALD ZARALETA	AREA: SANTA	TECNICO: RONALD ZARALETA	
ESCALA: 1 : 500	DISTRITO: CHIMBOTE	FECHA: MARZO - 2015	
		U-01	

ACCESORIO	DESCRIPCION
	ACERO INOXIDABLE A304
	TUBERIA DE 2 PULG
	TUBERIA DE 1 PULG
	TORNILLO DE SEGURIDAD
	MANOMETRO
	TERMOMETRO
	VALVULA ALIVO DE PRESION
	TE DE 2 PULG
	VALVULA DE PURGA
	VALVULA ANTIRETORNO
	CODO 90° 1 PULG
	CODO 90° 2 PULG
	TE 1 PULG
	VALVULA DE SEGURIDAD
	VALVULA DE GLOBO 1 PULG
	VALVULA DE COMPUERTA 2 PULG
	VALVULA DE GLOBO 2 PULG



DETALLE
A. VAPOR
B. DESAGUE
C. PURGA
D. VAPOR DE RETORNO
E. CONDENSADO
F. VAPOR DE RETORNO DE CONDENSADO

3. ESTADÍSTICA DE PRODUCCIÓN DE CONSERVAS DE PESCADO, CONSUMO DE PETRÓLEO R500 Y DE MATERIA PRIMA DE LA EMPRESA APOLO S.A.C

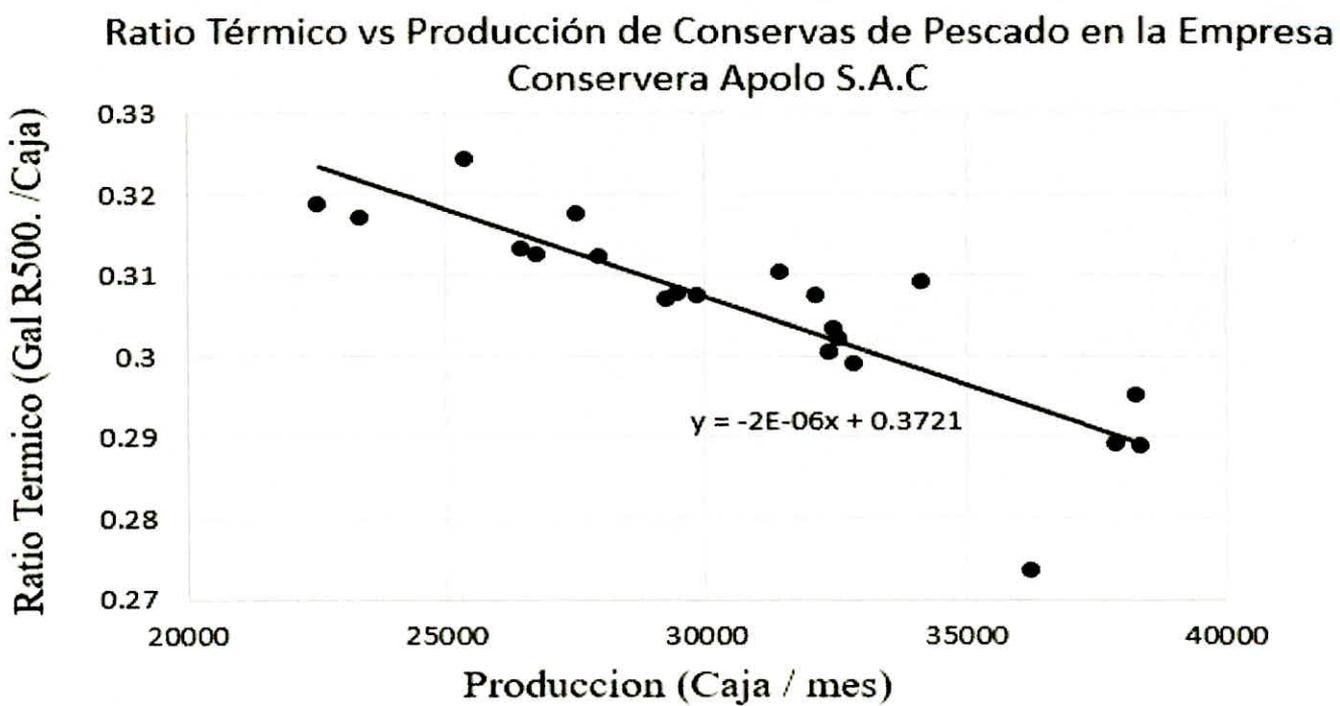
MES	PRODUCCION (Cajas /mes)	Densidad porcentual (%)	Petróleo R-500 (Gal/mes)	Materia prima (Ton/mes)
May-15	32843	5.09%	9817.23	1123.44
Jun-15	29855	4.63%	9176.67	956.74
Jul-15	36239	5.61%	9909.07	1024.92
Ago-15	27954	4.33%	8732.46	834.56
Set-15	38355	5.94%	11083.20	1089.23
Oct-15	32397	5.02%	9735.32	899.23
Mar-16	26467	4.10%	8292.21	839.45
Abr-16	37884	5.87%	10956.45	1148.30
May-16	38290	5.93%	11302.13	1209.34
Jun-16	32466	5.03%	9852.67	1089.23
Jul-16	29456	4.56%	9064.12	923.45
Ago-16	32564	5.05%	9836.35	1123.40
Set-16	29234	4.53%	8976.26	924.00
Oct-16	26745	4.14%	8356.67	856.83
Nov-16	22565	3.50%	7194.23	745.34
Feb-17	31453	4.87%	9762.89	1067.45
Mar-17	27545	4.27%	8745.92	962.83
Abr-17	34141	5.29%	10556.20	1145.65
May-17	32138	4.98%	9882.12	990.97
Jun-17	23353	3.62%	7402.67	789.23
Jul-17	25394	3.93%	8234.10	834.56

Fuente: Departamento de Producción de la Empresa Apolo S.A.C

4. ESTADÍSTICA DE PRODUCCIÓN DE CONSERVAS DE PESCADO, RATIO TÉRMICO Y DE MATERIA PRIMA DE LA EMPRESA APOLO S.A.C

Periodo	Producción (Cajas /mes)	Densidad porcentual (%)	Ratio Térmico Gal R500/Caja de cons.	Ratio Materia Prima Tn /Caja Cons.
May-15	32843	5.09%	0.298913924	0.03420638
Jun-15	29855	4.63%	0.307374644	0.03204622
Jul-15	36239	5.61%	0.273436629	0.02828224
Ago-15	27954	4.33%	0.312386778	0.02985476
Set-15	38355	5.94%	0.288963629	0.02839864
Oct-15	32397	5.02%	0.300500664	0.02775658
Mar-16	26467	4.10%	0.313307643	0.03171725
Abr-16	37884	5.87%	0.289213157	0.03031123
May-16	38290	5.93%	0.295171615	0.03158368
Jun-16	32466	5.03%	0.303476467	0.03354986
Jul-16	29456	4.56%	0.307713721	0.03134979
Ago-16	32564	5.05%	0.302061908	0.0344982
Set-16	29234	4.53%	0.307048537	0.03160702
Oct-16	26745	4.14%	0.312457048	0.03203714
Nov-16	22565	3.50%	0.318821665	0.03303071
Feb-17	31453	4.87%	0.310396147	0.03393794
Mar-17	27545	4.27%	0.317513886	0.0349548
Abr-17	34141	5.29%	0.309194224	0.03355628
May-17	32138	4.98%	0.307490199	0.03083487
Jun-17	23353	3.62%	0.316990108	0.03379583
Jul-17	25394	3.93%	0.324253761	0.03286446

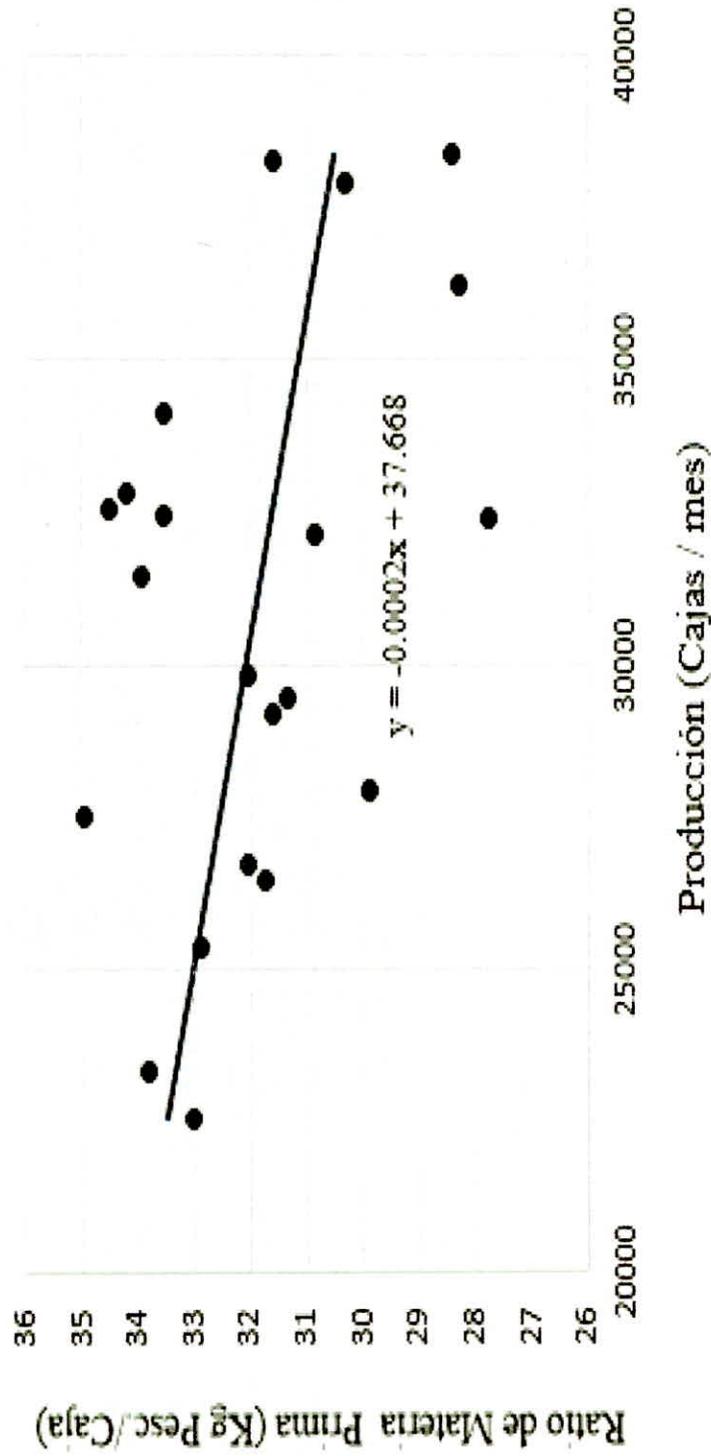
Fuente: Departamento de Producción de la Empresa Apolo S.A.C



Fuente: Departamento de Producción de la Empresa Apolo S.A.C

6. ESTADÍSTICA DE RATIOS DE MATERIA PRIMA Y PRODUCCION

Ratio de Materia Prima vs Producción de Conservas en la Empresa Apolo S.A.C



Fuente: Departamento de Producción de la Empresa Apolo S.A.C

8. DETALLES DEL SENSOR RTD

FOOD, DAIRY, PHARMACEUTICAL

PENETRATION STYLE RTD SENSORS

The insertion type of RTD probes with forward push grip handles (shown below) are used to measure internal temperatures of meat, fish, poultry, and other food products, both fresh and lightly frozen varieties. Other uses include penetration of soft process materials such as rubber and plastic compounds. The materials of construction are all FDA compliant for use in sanitary applications. The handle tips are made of hot hard drawn 304SS. Ergonomics along with a sharp inward point insertion tip and handle are formed stainless steel tubing and are available in three sizes and strength configurations to match the process duty requirements, and all parts are epoxy sealed.

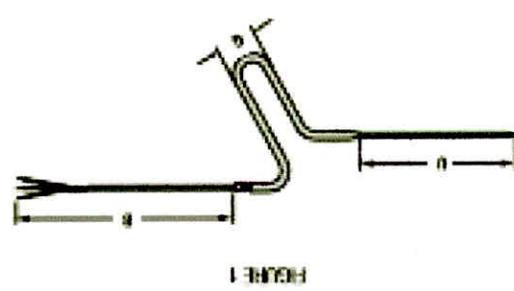


FIGURE 1

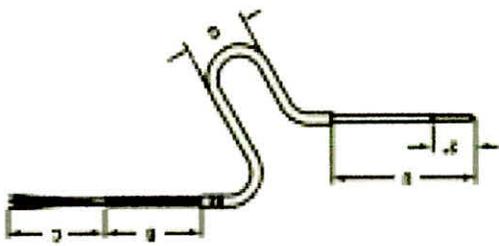


FIGURE 2

STANDARD ASSEMBLY SPECIFICATIONS			
Element:	100 Ohm Platinum / ± 0.12% @ 0°C	Temp. Range:	40 to 200°F (4 to 200°C)
Temp. Coefficient:	0.0050 Ohms / Ohm / °C	Leadwire:	Shielded Silver Plated Copper
		Conductor:	Teflon Protected

Example Order Number: **1** - **06** - **2** - **M3120** - **2**

RTD SENSOR STYLE					
ORDER CODE	TEMP. COEFF.	TEMP. RANGE	LEADWIRE	CONDUCTOR	HANDLE
MRF185PQ1Z	0.0050	130° CO.	8'	1 (unsh.)	1st.
HANDLE 1 - LIGHT DUTY HANDLE					
MRF185PQ2Z	0.0050	130° CO.	8'	2 (unsh.)	1st.
HANDLE 2 - MEDIUM DUTY HANDLE					
MRF185PQ3Z	0.0050	130° CO.	8'	2 (unsh.)	5th.
MRF185PQ4Z	0.0050	130° CO.	8'	2 (unsh.)	5th.
HANDLE 3 - HEAVY DUTY HANDLE					
MRF185PQ13	0.0050	180° CO.	8'	2 (unsh.)	3rd.
HANDLE 4 - HEAVY DUTY HANDLE					
MRF185PQ13Z	0.0050	180° CO.	8'	2 (unsh.)	3rd.
HANDLE 5 - HEAVY DUTY HANDLE					

PENETRATION STYLE RTD SENSORS					
ORDER CODE	TEMP. COEFF.	TEMP. RANGE	LEADWIRE	CONDUCTOR	HANDLE
MRF185PQ1Z	0.0050	130° CO.	8'	1 (unsh.)	1st.
MRF185PQ2Z	0.0050	130° CO.	8'	2 (unsh.)	1st.
MRF185PQ3Z	0.0050	130° CO.	8'	2 (unsh.)	5th.
MRF185PQ4Z	0.0050	130° CO.	8'	2 (unsh.)	5th.
MRF185PQ13	0.0050	180° CO.	8'	2 (unsh.)	3rd.
MRF185PQ13Z	0.0050	180° CO.	8'	2 (unsh.)	3rd.

TERMINAL TYPES	
ORDER CODE	DESCRIPTION
1	Leads stripped 2" round 1/8"
2	Leads stripped 2" w/peeled insulation
3	Standard male RTD plug (304 SS)
4	Standard male RTD plug (304 SS)
5	Minimum male RTD plug (304 SS)

9. DETALLES DEL CONTROLADOR PID

Specification DataFile

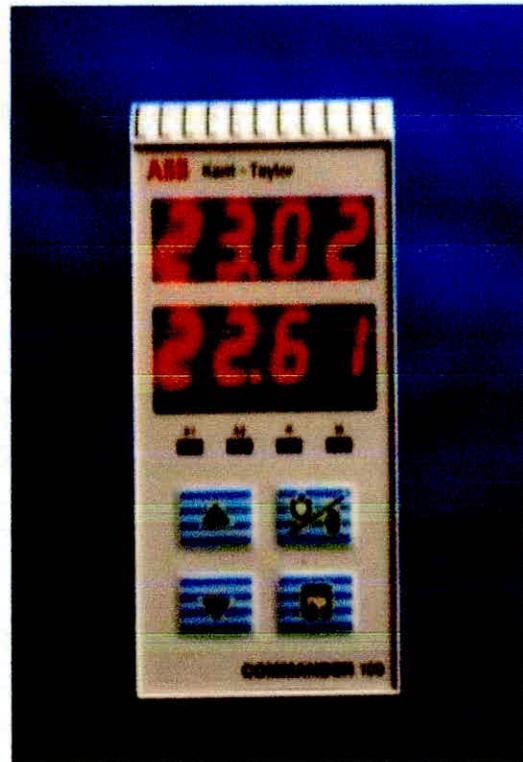
- **PID controller with 'one shot' auto-tune**
 - single loop, heat/cool and ramp/soak as standard

- **Quick code, front face or PC configuration**
 - easy commissioning and operation using our Windows™-based software

- **Universal process input with transmitter power supply**
 - direct connection for any process signal

- **Hoseproof front panel and full noise immunity**
 - reliability in the harshest environments

- **RS485/MODBUS serial communications**
 - SCADA, PLC and open systems integration



**COMMANDER 100 -
the-easy-to use 1/8 DIN
controller with extensive
application capabilities**

Fuente: Área de proyecto de la Empresa Apolo S.A.C

10. DETALLES DEL CONTROLADOR ON-OFF

Specification DataFile

- **High visibility dual 4-digit display**
 - shows set point and process variable

- **Standard relay or logic control output**
 - simple time proportioning or on/off control

- **Optional alarm relay**
 - additional relay to give hi/lo process alarm

- **Universal process input**
 - direct connection for any process signal

- **IP65 (NEMA3) protection and full noise immunity**
 - reliability in the harshest environments

- **One-shot autotune**
 - automatic setting of optimum PID values



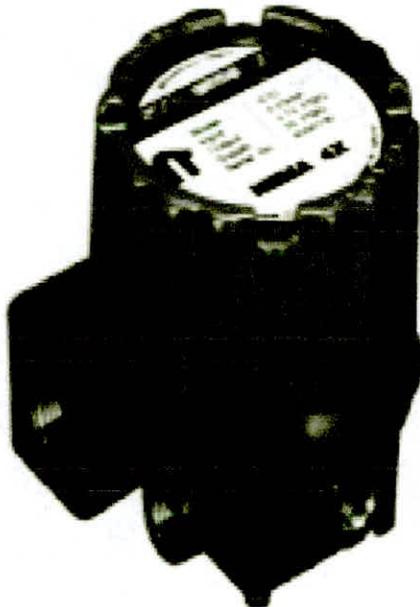
**COMMANDER 50 –
the 1/16 DIN controller to suit
your simplest applications**

Fuente: Área de proyecto de la Empresa Apolo S.A.C

11. DETALLES DEL TRANSDUCTOR IP

MODEL STD 5131 and 5141

BRANDT IP TRANSDUCER



The Brandt Series STD 5000 is a current-to-pneumatic (IP) transducer for use in intrinsically safe installations. Using a "Patented Solid State" design, the STD 5000 converts an electronic signal into a proportional pneumatic signal. With its internal feedback network, the STD 5000 responds quickly to step input changes.

FEATURES

- Vibration resistant
- Low air consumption
- Mount in any position
- Intrinsically safe capability
- Balanced supply & exhaust dynamics

SPECIFICATIONS

Input Signal:	4-20 mA	Electrical Classification (continued):	safe, when installed with FM approved and properly rated safety barriers (not provided). <u>Approvals:</u> 4-20 mA Input ONL Y Class I, II and III, Div. 1, Applicable Groups A, B, C, D, E, F and G. Class I, Div. 2, Groups A, B, C and D, non-Incendive. Class II, Div. 2, Groups F and G. Class III, Div. 2.
Output Pressure:	STD 5131: 3-15 psig (.21-1.03 barg) STD 5141: 1-17 psig (.07-1.17 barg)	Canada-Canadian Std. Assoc.-C SA	
Accuracy:	± 0.15% of span	<u>Enclosure:</u> Enc. 4	
Repeatability:	± 0.05% of span	<u>Explosion Protection:</u> Intrinsically safe, when installed with CSA approved and properly rated safety barriers (not provided).	
Deadband:	± 0.02% of span	<u>Approvals:</u> Class I, Groups A, B, C and D, Temp Code T3. Class II, Groups E, F and G.	
Vibration Effect:	< 0.25% from 1-200 Hz/1g	Output Capacity:	4.0 SCFM (7.5M ³ /H) supply and exhaust characteristics are balanced to within ± 10%.
Loop Load:	3.8 Vdc +5 ohms (195 ohm load at 20 mA)		
Supply Pressure:	STD 5131: 20 psig (1.4 Barg) STD 5141: 35 psig (2.4 Barg)		
Electrical Classification:	<u>USA-Factory Mutual - FM</u> <u>Enclosure:</u> NEMA 4X, Hazardous Outdoors Locations, weatherproof. <u>Explosion Protection:</u> Intrinsically		

Fuente: Área de proyecto de la Empresa Apolo S.A.C

MODEL 988

Pneumatic Control Valve for General and Chemical Service



The Model 988 is a globe-style, pneumatic control valve designed primarily for general and chemical service. The valve's body/trim materials are available in WCB/316L SST, CF3M/316L SST, or CW-12MW/Hast. C constructions.

Standard trim is metal seated design giving Class IV shutoff. Optional composition seat design gives Class VI shutoff. Available in body sizes 3/4" thru 2" (DN20–DN50). End connections available are NPT, socketweld or flanged.

FEATURES

- All wetted trim components of 316L SST or Hastelloy C.
- Standard non-asbestos construction.
- Dual stem guiding...
 - improved shutoff.
 - increased packing life.
 - maximized stability.
- Standard internally live-loaded V-ring packing.
- Multiple packing designs to meet reduced **fugitive emission** levels.
- Flow-to-open design for increased...
 - rangeability.
 - stability.
- Quick change trim.
- High pressure drop capability, up to 740 psid (51.0 Bar).
- Multiple reduced trim selections.
- Equal percent or linear characterization.
- External corrosion protection.
- Face-to-Face dimensions per ISA S75.20 ("Long Pattern").

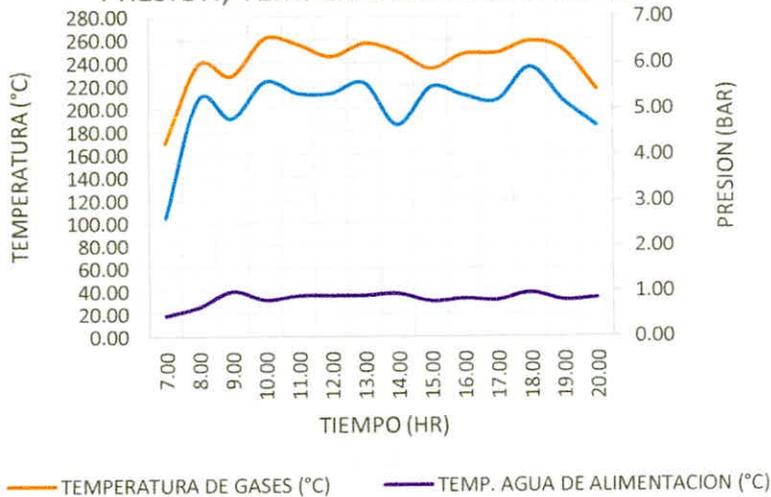
Fuente: Área de proyecto de la Empresa Apolo S.A.C

13. PARAMETROS DE OPERACIÓN DEL CALDERO

DATOS DE CALDERO			
TIEMPO (HORAS)	PRESION (BAR)	TEMPERATURA DE GASES (°C)	TEMP. AGUA DE ALIMENTACION (°C)
7.00	2.62	170.00	18.45
8.00	5.21	238.64	26.00
9.00	4.78	228.64	39.64
10.00	5.59	261.36	32.18
11.00	5.34	255.91	35.91
12.00	5.34	245.45	36.00
13.00	5.56	256.82	36.18
14.00	4.65	249.55	37.73
15.00	5.47	235.00	31.00
16.00	5.29	247.73	33.27
17.00	5.19	248.64	32.09
18.00	5.90	258.64	38.45
19.00	5.17	250.91	31.91
20.00	4.63	216.82	34.00
PROMEDIO	5.05	240.29	33.06

Fuente: Departamento de producción de la Empresa Apolo S.A.C

VARIACION EN EL TIEMPO DE LOS PARAMETROS
PRESION, TEMPERATURA DEL CALDERO

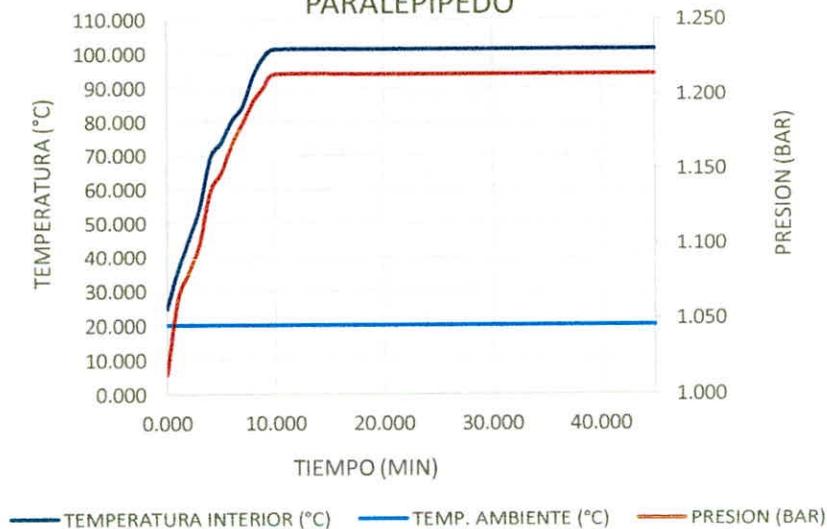


Fuente: Departamento de producción de la Empresa Apolo S.A.C

DATOS DE AREA DE COCCION			
TIEMPO (MIN)	PRESION (BAR)	TEMPERATURA INTERIOR (°C)	TEMP. AMBIENTE (°C)
0.000	1.013	24.873	20.063
1.000	1.063	36.064	20.063
2.000	1.080	45.273	20.063
3.000	1.100	54.655	20.063
4.000	1.135	69.409	20.063
5.000	1.147	73.727	20.063
6.000	1.166	80.300	20.063
7.000	1.181	84.627	20.063
8.000	1.195	93.627	20.063
9.000	1.205	99.200	20.063
10.000	1.214	101.364	20.063
20.000	1.214	101.364	20.063
30.000	1.214	101.364	20.063
40.000	1.214	101.364	20.063
45.000	1.214	101.364	20.063
PROMEDIO	1.153	76.229	20.063

14. PARAMETROS DE OPERACIÓN DE LOS COCINADORES ESTATICOS
Fuente: Departamento de producción de la Empresa Apolo S.A.C

VARIACION EN EL TIEMPO DE LOS PARAMETROS
PRESION, TEMPERATURADEL COCINADOR ESTATICO
PARALEPIPEDO



Fuente: Departamento de producción de la Empresa Apolo S.A.C

15. MUESTRAS DE PESOS DE MATERIA PRIMA Y RENDIMIENTOS
DIA 1

MUESTRA	PESO INICIAL (TN)	PESO FINAL (TN)	RENDIMIENTO DE COCCIÓN (%)	PERDIDAS EVITABLES (%)
1	2.11	1.74	82.46	6.46
2	0.82	0.59	71.95	-4.05
3	1.98	1.62	81.82	5.82
4	2.13	1.68	78.87	2.87
5	0.31	0.23	74.19	-1.81
6	0.53	0.44	83.02	7.02
7	2.12	1.52	71.70	-4.30
8	1.08	0.78	72.22	-3.78
9	0.92	0.63	68.48	-7.52
10	2.12	1.73	81.60	5.60

Fuente: Departamento de producción de la Empresa Apolo S.A.C

DIA 2

MUESTRA	PESO INICIAL DEL PESCADO (TN)	PESO FINAL DEL PESCADO (TN)	RENDIMIENTO DE COCCIÓN (%)	PERDIDAS INNECESARIAS (%)
1	2.08	1.66	79.81%	3.81%
2	2.12	1.56	73.58%	-2.42%
3	0.46	0.33	71.74%	-4.26%
4	1.77	1.46	82.49%	6.49%
5	2.06	1.54	74.76%	-1.24%
6	0.33	0.26	78.79%	2.79%
7	2.06	1.62	78.64%	2.64%
8	1.98	1.47	74.24%	-1.76%
9	0.68	0.49	72.06%	-3.94%
10	2.14	1.77	82.71%	6.71%

Fuente: Departamento de producción de la Empresa Apolo S.A.C

DIA 3

MUESTRAS	PESO INICIAL DEL PESCADO (TN)	PESO FINAL DEL PESCADO (TN)	RENDIMIENTO DE COCCIÓN (%)	PERDIDAS INNECESARIAS (%)
1	0.43	0.35	81.40%	5.40%
2	1.72	1.42	82.56%	6.56%
3	1.98	1.37	69.19%	-6.81%
4	0.24	0.18	75.83%	-0.17%
5	1.61	1.27	78.88%	2.88%
6	2.11	1.59	75.36%	-0.64%
7	1.17	0.98	83.76%	7.76%
8	1.08	0.81	75.00%	-1.00%
9	0.92	0.73	79.35%	3.35%
10	1.42	1.03	72.54%	-3.46%

Fuente: Departamento de producción de la Empresa Apolo S.A.C

DIA 4

MUESTRA	PESO INICIAL DEL PESCADO (TN)	PESO FINAL DEL PESCADO (TN)	REDIMIENTO DE COCCIÓN (%)	PERDIDAS INNECESARIAS (%)
1	2.11	1.71	81.04%	5.04%
2	0.72	0.48	66.67%	-9.33%
3	1.98	1.67	84.34%	8.34%
4	1.23	1.02	82.93%	6.93%
5	0.31	0.25	80.65%	4.65%
6	2.03	1.59	78.33%	2.33%
7	1.87	1.48	79.14%	3.14%
8	2.08	1.51	72.60%	-3.40%
9	1.92	1.47	76.56%	0.56%
10	2.07	1.63	78.74%	2.74%

Fuente: Departamento de producción de la Empresa Apolo S.A.C

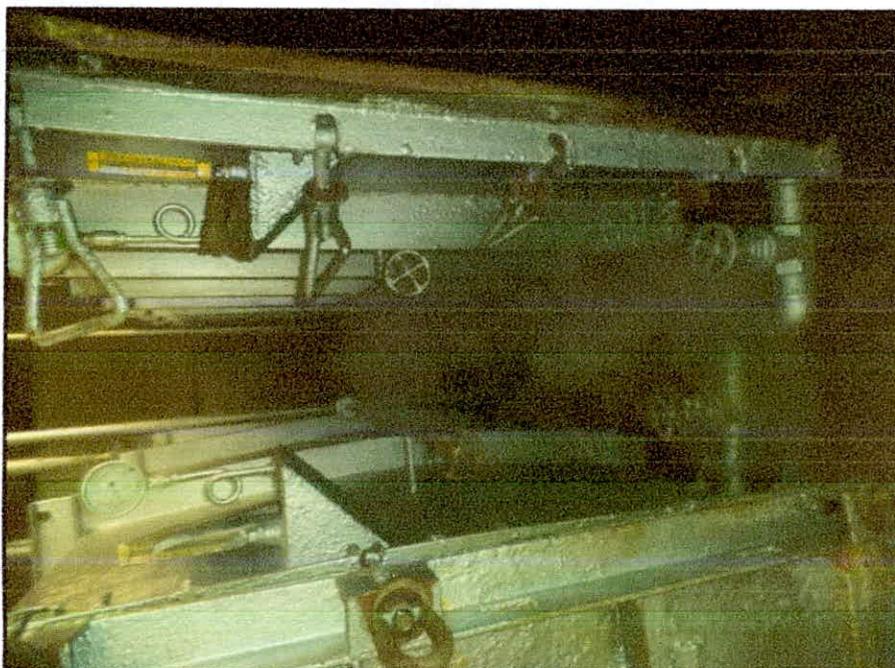
16. ESTADO ACTUAL DE LOS COCINADORES



Fuente: Área de proyecto de la Empresa Apolo S.A.C



Fuente: Área de proyecto de la Empresa Apolo S.A.C



Fuente: Área de proyecto de la Empresa Apolo S.A.C



Fuente: Área de proyecto de la Empresa Apolo S.A.C

17. MONTAJE DE COCINADORES ESTÁTICOS MODERNOS



Fuente: Área de proyecto de la Empresa Apolo S.A.C