

**PROPUESTA DE REDUCCIÓN DE LOS COSTOS OPERATIVOS EN LA
PLANTA DE PASTERIZACIÓN DE LA COOPERATIVA COLANTA MEDELLÍN**

**PROYECTO DE GRADO PARA OBTAR EL TITULO DE INGENIERO
INDUSTRIAL**

**Presenta
JOHAN ALEXIS MAZO MUÑETON
CC: 1037579979**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE PRODUCCIÓN Y DISEÑO
INGENIERÍA INDUSTRIAL
2018**

**PROPUESTA DE REDUCCIÓN DE LOS COSTOS OPERATIVOS EN LA
PLANTA DE PASTERIZACIÓN DE LA COOPERATIVA COLANTA MEDELLÍN**

**PROYECTO DE GRADO PARA OBTAR EL TITULO DE INGENIERO
INDUSTRIAL**

**Presenta
JOHAN ALEXIS MAZO MUÑETON
CC: 1037759979**

**Docente
JOSE ALEJANDRO DURANGO MARÍN
Magister. MBA CON ESPECIALIDAD EN GESTION INTEGRAL**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE PRODUCCIÓN Y DISEÑO
INGENIERÍA INDUSTRIAL
2018**

Nota de Aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Medellín, 03 de mayo de 2018.

Para mi madre Janeth Liliana Muñetón, mi abuela Ofelia Roldan, mi hermano Julián Mazo, mi padre Oscar Mazo y para Juliana Osorio por ser parte de la inspiración de mi vida para superarme y salir adelante, vencer los duros retos que nos han sucedido en el transcurso de los años, brindarme valores como la humildad, honestidad, respeto, y apoyarme en las buenas y malas durante toda mi vida.

JOHAN ALEXIS MAZO MUÑETON

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa un gran agradecimiento a:

JOSE ALEJANDRO DURANGO MARÍN. Magister. MBA CON ESPECIALIDAD EN
GESTION INTEGRAL

JORGE RENTERIA Ing. Productividad y Calidad

FRANCISCO MONSALVE. Supervisor Colanta, Asesor.

RAFAEL CHILAMACK. Director de div técnica. Colanta.

CONTENIDO

Glosario.....	7
INTRODUCCIÓN	11
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.1 Descripción del problema.....	12
1.2 Formulación del problema.....	13
1.3 OBJETIVOS	14
Objetivo general.	14
Objetivos específicos.	14
1.4 Justificación.	15
1.5 Delimitación.	17
1.5.1 Delimitación Espacial.....	17
1.5.2 Delimitación Temporal.	17
2 MARCO DE REFERENCIA.....	18
2.1 Antecedentes	18
2.2 Marco Teórico.....	19
2.2.3 Herramientas del KAIZE.....	20
2.2.4 Pasos para implementar el kaizen	20
2.2.7 Medida del trabajo	25
2.3 Marco Contextual.	26
2.3.3 Procesos realizados en la planta de pasteurización	28
2.3.5 Proceso actual de lavado de equipos de pasteurización	30

3 DISEÑO METODOLÒGICO.....	31
3.1 tipo de investigación y enfoque metodològico	31
3.1.1 Tipo de Alcance.....	31
3.1.2 Tipo de enfoque.....	31
3.2 Metodo de investigación.....	32
3.2.1 Etapa 1 Conocimiento del proceso.....	32
3.2.2 Etapa 2 análisis de las causas.	32
3.2.3 Etapa 3 Plan de mejora y disminución de costos operativos	32
3.2.4 Etapa 4 Evaluación y consolidación de resultados.....	32
3.3 Técnicas e instrumentos para la recolección de la información.	34
3.3.1 Fuentes de información.	34
3.3.2 Primarias.....	34
3.3.3 Secundarios.....	34
3.4 Tecnicas para la recolección de la información	35
3.4.1 Conocimiento del proceso actual	35
3.4.2 Muestreo.	35
3.4.3 Observación directa.....	35
3.4.4 Instrumentos para la recolección de la información	35
3.4.5 Instrumentos para la etapa 1.....	36
3.4.6 Instrumentos para la etapa 2.....	36
3.4.7 Instrumentos para la etapa 3.....	39
3.4.8 Instrumentos para la etapa 4.....	41

3.5 cronograma de actividades	43
3.6 Recursos del proyecto.....	44
4 Resultados y análisis del proyecto.....	46
4.1 Resultados etapa 1.....	46
4.1.1 Diagrama de proceso de pasteurización.....	46
4.1.2 Diagrama de flujo proceso de lavado de pasteurizador 1 y 2	47
4.2 Resultados etapa 2.....	51
4.2.2 Tiempos muertos en el proceso:	53
4.2.3 Aumento el lavado de equipos:	54
4.2.4 Aumento el consumo de agua, vapor, energía, químicos.	55
4.2.5 No se hace la programación de la producción diaria.....	57
4.2.6 Cálculos y consumo del proceso actual por lavado de equipo de pasteurización 1 y 2	57
4.2.7 Consumos y costos actuales/ mes por lavados parciales pasteurizador 1 y 2	58
4.3 Resultados etapa 3.....	60
4.3.1 Programación de la producción.....	61
4.3.2 Resultados del plan piloto	63
4.3.3 Comparación de consumos antes y después del plan piloto	64
4.3.4 Comparación de costos antes y después del plan piloto.....	65
4.3.5 Resultados de la propuesta de disminución de costos operativos mediante la mejora en programación de la producción.	65
5 Conclusiones	69

6	Recomendaciones	70
7	Anexos.....	71
	Bibliografía.....	72

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Capacidad de los silos de almacenamiento	27
Tabla 2 Cantidades procesadas dia/sem/mes planta de pasteurización...	28
Tabla 3 lavado parcial y total equipos de pasteurización.....	30
Tabla 4 promedio de lavado de pasteurizadores diario	37
Tabla 5 tabla de costos de lavado parcial y total pasteurizador 1 y 2	38
Tabla 6 Diagrama de Gantt	43
Tabla 7 Recursos del proyecto	45
Tabla 8 Informe de tiempos muertos equipos de pasteurización	53
Tabla 9 Lavados de los equipos de pasteurización	54
Tabla 10 Resumen del consumo de químicos	56
Tabla 11 consumo y costos lavados parciales pasteurizador 1 y 2	57
Tabla 12 Consumo y costos lavado total pasteurizador 1 y 2.....	58
Tabla 13 Consumo de servicios en lavados parciales	59
Tabla 14 Costos por lavados parciales pasteurizador 1 y 2 (mes)	59
Tabla 15 Consumo de servicios en lavados totales pasteurizador 1 y 2...	59
Tabla 16 Costos por lavados totales pasteurizador 1 y 2 (mes)	60
Tabla 17 Promedio de lavados diarios (situación actual).....	63
Tabla 18 Resultado del plan piloto parciales y totales	64
Tabla 19 Resumen del plan piloto.....	64
Tabla 20 Comparación de costos situación actual vs prueba piloto	65

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 ubicación geográfica planta colanta	17
Ilustración 2 Diagrama de Pareto.....	21
Ilustración 3 ejemplo diagrama de Pareto.....	22
Ilustración 4 ejemplo Diagrama de causa efecto.....	23
Ilustración 5 Portafolio de productos	26
Ilustración 6 Equipos de pasteurización	27
Ilustración 7 plano líneas de producto.....	29
Ilustración 8 Diagrama de Flujo pasterización	36
Ilustración 9 Registro control de tiempos de lavado past 1 y 2	37
Ilustración 10 Diagrama de causa-efecto.....	38
Ilustración 11 Calculo de la carta de termo registro	39
Ilustración 12 programación diaria de producción	40
Ilustración 13 informe y trazabilidad del proceso	41
Ilustración 14 Diagrama de flujo proceso de Pasteurización	47
Ilustración 15 Diagrama de flujo proceso de lavado	48
Ilustración 16 Diagrama proceso de lavado.....	49
Ilustración 17 Análisis de causas	51
Ilustración 18 Lavados de equipos 1 y 2 semana 31.....	55
Ilustración 19 colores del proceso	61
Ilustración 20 Programa de producción diario	62
Ilustración 21 Simulador.....	63

Ilustración 22 ahorro proyectado.....	67
Ilustración 23 Hoja de seguimiento	68

GLOSARIO

CIP (Cleaning in Place): Sistema de limpieza en circuito cerrado, el cual combina 4 factores, turbulencia (Flujo), Tiempo, Temperatura y Concentración de las soluciones.

CRIOSCOPIA: es una prueba realizada a la leche que tiene como objetivo congelar una muestra y determinar el porcentaje de agua que la muestra contiene.

CONCENTRACIÓN: Sustancia o Proporción cuantificable de un producto como principio activo.

DESINFECCIÓN: Tratamiento físico-químico o biológico aplicado a las superficies limpias en contacto con el alimento, que tiene como propósito destruir las células vegetativas de los microorganismos que pueden ocasionar riesgo para la salud pública y reducir sustancialmente el número de otros microorganismos indeseables, sin que dicho tratamiento afecte adversamente la calidad e inocuidad del alimento.

LECHE PASTEURIZADA: Es el producto obtenido al someter la leche cruda, termizada o recombinada a una adecuada relación de temperatura y tiempo para destruir su flora patógena y la casi totalidad de flora banal, sin alterar de manera esencial ni su valor nutritivo ni sus características fisicoquímicas y organolépticas. Las condiciones mínimas de pasteurización son aquellas que tiene efectos bactericidas equivalentes al calentamiento de cada partícula a 72°C - 76°C por 15 segundos (pasteurización de flujo continuo) o 61 °C a 63° C por 30 minutos (pasteurización discontinua) seguido de enfriamiento inmediato hasta temperatura de refrigeración.

LECHE TERMIZADA: Producto obtenido al someter la leche cruda a un tratamiento térmico con el objeto de reducir el número de microorganismos presentes en la leche y permitir un almacenamiento más prolongado antes de someterla a elaboración ulterior. Las condiciones del tratamiento térmico son de mínimo 62°C durante 15 a 20 segundos, seguido de enfriamiento inmediato hasta temperatura de refrigeración.

La leche termizada debe reaccionar positivamente a la prueba de fosfatasa alcalina, siendo prohibida su comercialización para consumo humano directo (decreto 616 de 2006).

LECHE ULTRA-ALTA-TEMPERATURA UAT (UHT): Es el producto obtenido mediante proceso térmico en flujo continuo, aplicado a la leche cruda o termizada a una temperatura entre 135 °C a 150 °C y tiempos entre 2 y 4 segundos, de tal forma que se compruebe la destrucción eficaz de las esporas bacterianas resistentes al calor, seguido inmediatamente de enfriamiento a temperatura ambiente y envasado aséptico en recipientes estériles con barreras a la luz y al oxígeno, cerrados herméticamente, para su posterior almacenamiento, con el fin de que se asegure la esterilidad comercial sin alterar de manera esencial ni su valor nutritivo ni sus características fisicoquímicas y organolépticas, la cual puede ser comercializada a temperatura ambiente.

LIMPIEZA: Proceso u operación de eliminación de residuos de alimentos u otras materias extrañas o indeseables.

LUMINOMETRIA: es una técnica utilizada para la determinación de un compuesto químico mediante la cuantificación de energía lumínica que el mismo emite en determinadas condiciones. Esta energía generalmente es emitida como luz visible o UV.

RESUMEN EJECUTIVO

Con la propuesta de reducción de costos operativos se busca mejorar la programación de los procesos de fabricación, disminuir el alto consumo de los recursos “servicios”, y conocer datos reales de la operación diaria para su control y oportunidad de mejora.

Es necesario para colanta la implementación de un programa de producción que ayude a disminuir el lavado de equipos y de esta forma permita el cuidado de los recursos naturales como el agua, además minimizar los costos operativos por lavado de equipos.

Para el desarrollo de esta propuesta se hace un estudio al proceso actual de pasteurización de la planta de producción, para cuantificar los datos actuales del proceso e identificar las fallas; también se realizó un estudio para conocer el tipo de maquinaria con el que cuenta la empresa, también se observa todos los procesos de fabricación de la planta, la limpieza y desinfección, el lavado que se realiza y cuáles son los componentes químicos que se adicionan para la limpieza; También se identifican las diferentes pruebas físico químicas que se realizan a los equipos para determinar su limpieza. Con estos análisis realizados se tienen datos para la aplicación de un plan de mejora que cumpla con el objetivo de reducir los costos operativos.

Palabras clave: Análisis de causas, Medición, Consumo, reducción, plan de mejora, análisis, programación de la producción.

ABSTRACT

With the proposal of reducing operating costs, we seek to improve the scheduling of manufacturing processes, reduce the high consumption of "services" resources, and know the real data of daily operations for control and the opportunity for continuous improvement

It is necessary to implement the implementation of a production program that helps reduce the washing of equipment and thus allows the care of natural resources such as water, as well as minimizing operating costs for equipment washing.

For the development of this proposal a study is made to the current process of pasteurization of the production plant, to quantify the current data of the process and identify the faults; A study was also carried out to know the type of machinery that the company has, what type of washing is done and what are the chemical components that are added for cleaning; It also identifies the different physical and chemical tests performed on the equipment to determine its cleanliness. With these analyzes, we have data for the application of an improvement plan that meets the objective of reducing operating costs.

Keywords: Control, washing, cleaning, disinfection, process, flow diagram, process diagram, analysis of causes, measurement, capacity, flow, consumption, time, reduction, improvement plan, analysis, tests.

INTRODUCCIÓN

Colanta como empresa líder en el sector agroindustrial y lácteo del país, es una compañía comprometida con el cuidado de los recursos naturales y el desarrollo sostenible.

Se realiza una propuesta de reducción de los costos operativos en la planta de pasteurización de La Cooperativa Colanta Medellín, mediante la mejora en la programación de los procesos, esta propuesta se hace con el objetivo de reducir el consumo de energético utilizado en los lavados realizados a los equipos de pasteurización a causa de la mala programación de la producción.

Es importante llevar a cabo la ejecución de la propuesta de reducción de costos del proceso porque ayudará a disminuir los altos consumos de agua, soda caustica, ácido nítrico, vapor, energía, mano de obra y otros costos operativos en la empresa, así Colanta obtendrá productos de menor costo de fabricación, aumento de la rentabilidad y por ende sostenibilidad y cuidado de los recursos naturales y del medio ambiente.

Medir los consumos energéticos utilizados en el lavado de los equipos de pasteurización arrojará datos reales del costo actual de la operación de esta forma podremos mejorar la situación actual analizando las posibles causas, así se podrá cuantificar el costo de cada lavado y se realizará una propuesta para reducir el número de lavados realizados durante el proceso actual y de esta forma lograr disminuir los costos actuales de la planta de producción.

Para la realización de la propuesta se utilizarán metodologías de investigación que permitan obtener resultados medibles, cuantificables y de análisis, entre estos se aplicaran conceptos y temas vistos durante el plan de estudio como diagramas de flujo, diagramas de proceso, hojas de cálculo, diagramas de causa efecto, plan de mejora, instrumentos de medición y de consulta en libros de procesos lácteos para la ejecución de las mejoras y el apoyo bibliográfico.

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente la planta de pasteurización de leche atiende cada una de las plantas internas según su necesidad durante el día o turno, y esto hace que muchas veces los equipos de pasteurización se trabajen en contraflujo, y además que no se aproveche el tiempo máximo de un equipo en producción.

Es notable que al trabajar de esta manera existan problemas de planeación de la producción y esto hace que la operación sea más costosa y que se desperdicien los recursos como el agua, energía, vapor, soda caustica, ácido nítrico, por esto es importante realizar un análisis de la situación actual del proceso para determinar las causas y los posibles efectos que podemos tener, así mismo un plan de mejora a este problema.

La programación de los equipos queda a cargo de los operarios de turno, este es quien decide cómo atender las necesidades de la planta, Según los requerimientos ya nombrados.

Colanta cuenta con una planta de producción principal en la ciudad de Medellín (barrio caribe), en esta planta se procesan cantidades aproximadas a los 750.000 litros de leche diarios. Como proceso inicial se realiza la leche pasterizada: entera, semidescremada, descremada, deslactosada, UHT (larga vida); también se realiza el proceso de termizado para algunos de los productos.

Para procesar la leche, la planta de producción cuenta con 2 equipos de pasteurización; la capacidad de litros que se procesan por hora para es 51000 litros / hora. Los equipos se lavan cada que se cambian de referencia y el consumo de agua para realizar el lavado es de 4600 litros por cada lavado además de costos directos de fabricación como los químicos utilizados para el lavado, soda caustica y ácido nítrico, la energía y el vapor son otros factores importantes que se tienen en cuenta para costear los lavados.

En la planta de producción se realizan los procesos de fabricación de leche durante las 24h ,7 días de la semana, estas actividades de fabricación tienen estrictas directrices para cumplir con las especificaciones de los productos.

Se ha notado que la actividad de los equipos es programada de forma que atienda las necesidades de las secciones, pero no se tiene un orden lógico al realizar las operaciones o actividades durante el turno y esto hace que los equipos se laven más veces de lo necesario durante el día aumentando los costos operativos y los consumos energéticos y de químicos.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

¿Cómo reducir los costos operativos mediante el control y la planeación de la producción de leche en la planta de pasteurización de Colanta Medellín?

1.3 OBJETIVOS DEL PROYECTO

OBJETIVO GENERAL.

Diseñar una propuesta para la reducción de los costos operativos, mediante el control de la programación en la planta de pasteurización de la cooperativa colanta Medellín.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Definir las operaciones, actividades y las restricciones en el proceso de pasteurización.
- Identificar las causas, efectos y el impacto económico en el proceso relacionados con la programación y el control de la producción.
- Implementar el plan piloto de mejoras realizado a las actividades del proceso que detonan los altos costos en la planta de pasteurización.
- Realizar seguimiento a los planes de acción, que permitan la mejora continua en la planta de pasteurización, según el plan piloto.

1.4 JUSTIFICACIÓN.

Mejorar el control y la planeación de la planta de producción es un proyecto de investigación y análisis al proceso productivo de la cooperativa colanta, es muy importante porque será una herramienta de apoyo para realizar la planeación de la producción diaria.

Hacer la propuesta de mejora al proceso productivo utilizando metodología "KAISEN" beneficiara a colanta, aplicando una metodología de mejora continua necesaria para continuar siendo una empresa líder en el sector lácteo a nivel nacional y darle apoyo a su proyecto visionario de abrir mercados en el exterior, además de mejorar el sistema de programación de la producción actual, disminuyendo los costos de producción y haciendo uso eficiente de los recursos.

La implementación de pequeñas mejoras, por más simples que estas parezcan, tienen el potencial de mejorar la eficiencia de las operaciones, y lo que es más importante, crean una cultura organizacional que garantiza la continuidad de los aportes, y la participación activa del personal en una búsqueda constante de soluciones adicionales. (López, 2016).

Algunos beneficios de la propuesta de reducción de costos operativos mediante el control y la planeación de la producción de leche en la planta de pasteurización:

- Optimización del recurso existente (Baja inversión)
- Velocidad en implementación de cambios
- Alta participación del personal (En todas las fases de la mejora)
- Pequeños pasos
- Acercamiento continuo al objetivo trazado.

Acertar en la planeación de la producción es una tarea para quienes administran el proceso productivo como supervisores y operarios, tener los datos reales de las pérdidas del proceso automatizado nos permitirá controlar los inventarios de leche de una manera diferente con oportunidades de mejora que ayudan para realizar la planeación de la producción, la optimización de los recursos y servicios, es una buena medida de control al proceso. Así se logrará ser más eficientes y se contribuye a la mejora continua del proceso

Colanta se beneficiará al obtener los datos reales del proceso actual y puede mejorar en cuanto a temas de planeación y control de procesos, aumento de la capacidad real de la producción, también mejorar en el cómo hacer los procesos de una manera que optimice los recursos utilizados en la producción y fabricación de la planta.

Como propuesta de ingeniería se pretende intervenir el proceso productivo de la empresa colanta, analizar las causas y desarrollar plan de mejoras que permita disminuir los costos y los impactos generados en los procesos de fabricación.

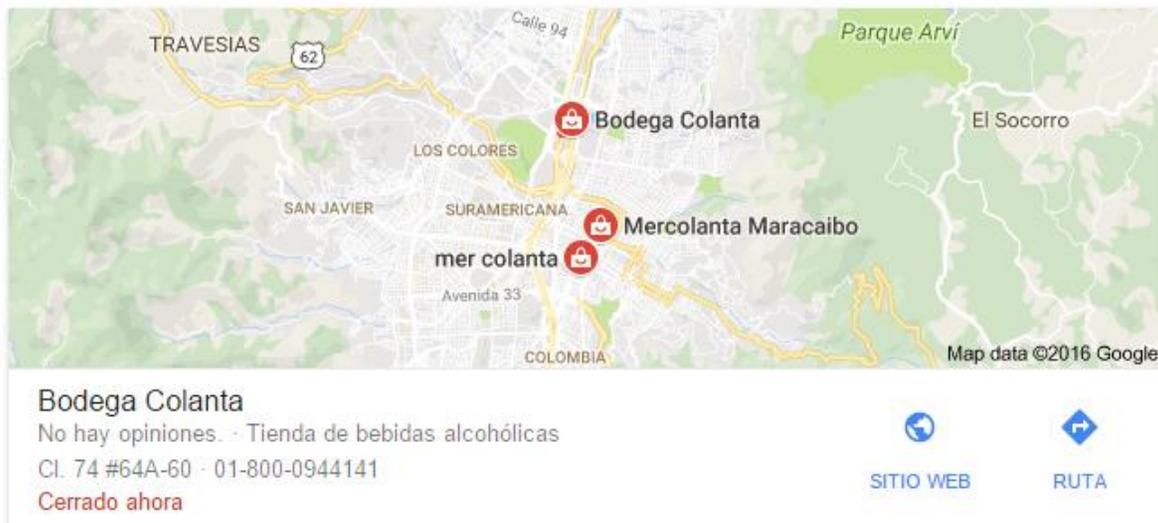
1.5 DELIMITACIÓN.

1.5.1 Delimitación Espacial: El proyecto se realizará en la planta de producción de la cooperativa colanta ubicada en la ciudad de Medellín, barrio caribe dirección cl 74 N 64ª-60.

Esta es la planta principal de la cooperativa donde se realizan procesos de leche larga vida, pasteurización, crema de leche, mantequilla y Tampico.

El área de investigación será el recibo de leche, la planta de pasteurización, y envasado de leche.

Ilustración 1 ubicación geográfica planta colanta



Fuente: (<https://www.google.es/maps/place/Bodega+Colanta/@6.2344293,-75.6105239,13z/data=!4m8!1m2!2m1!1scolanta!3m4!1s0x0:0x39d29a105573f7db!8m2!3d6.2723219!4d-75.5720651/2017>).

1.5.2 Delimitación Temporal: El proyecto se realizará durante el segundo semestre del año en curso (2017), la fecha establecida para la elaboración y desarrollo será desde 01 febrero de 2018 hasta 31 de Mayo de 2018.

2 MARCO DE REFERENCIA.

2.1 ANTECEDENTES

Para la elaboración de la propuesta de reducción de los costos operativos mediante el control de procesos y la programación de la producción de leche en la planta de colanta Medellín se toma Como antecedente la propuesta de mejoramiento para la distribución de planta en una empresa del sector lácteo, allí el ingeniero OSCAR DAVID QUICENO OROZCO y NATHALY ZULUAGA GARCÍA abordan una problemática la cual enfrenta la empresa en el tema de distribución en planta.

En esta propuesta se ve reflejado un problema de espacio en la bodega de lavado de canastas que afecta al proceso productivo, los ingenieros realizan un análisis de causas y ejecutan una propuesta de redistribución de la planta de producción donde hacen estudios de medida del trabajo, métodos y sistemas de trabajo, distribución en planta, identificación de producto, empaque y embalajes, cubicación de pallets, obteniendo datos reales del proceso, de esta manera desarrollan una propuesta de redistribución que permite la mejora continua, el bienestar de los empleados y el cumplimiento de los objetivos propuestos por la empresa.

Los grandes aportes que ayudan a desarrollar la propuesta, es utilizar una herramienta de mejora continua como metodología para el análisis de las causas de los problemas dentro de las compañías y el desarrollo de una propuesta que interviene en el proceso productivo de manera positiva para mejorarlo y con el tiempo generar impactos que mejoran en nuestra cadena de valor.

2.2 MARCO TEÓRICO.

2.2.1 KAIZEN: es la práctica de la mejora continua. Originalmente, el Kaizen se introdujo en Occidente por Masaaki Imai en este libro "Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success in 1986". Hoy el Kaizen es reconocido a nivel mundial como un importante pilar de la estrategia competitiva a largo plazo de las organizaciones.

Kaizen es mejora continua , que se basa en los siguientes principios:

- Buenos procesos dan lugar a buenos resultados
- Mirar por sí mismo para comprender la situación actual.
- Hablar con datos, gestionar con hechos
- Tomar medidas de contención y corregir las causas raíz de los problemas
- Trabajar en equipo

Una de las características más notables del kaizen es que los grandes resultados provienen de muchos pequeños cambios acumulados en el tiempo. Sin embargo, se ha malinterpretado el significado de que kaizen es lo mismo que pequeños cambios. De hecho, kaizen significa que todo el mundo esta involucrado en llevar a cabo las mejoras. Mientras la mayoría de cambios pueden ser pequeños, el mayor impacto lo generan kaizens dirigidos por la alta dirección, como proyectos de transformación, o por equipos multifuncionales, como. Eventos Kaizen. (Institute, 2017).

2.2.3 Herramientas del KAIZEN: Las herramientas y métodos utilizados en el kaizen son: Ciclo de Deming., Justo a tiempo Kanban. Poka yoke. TPM.SMED. cinco S. Control de Calidad Total Gerencia de Calidad Total. “3M” Diagrama causa efecto. Sistema de sugerencias (**ATEHORTUA TAPIAS & RESTREPO CORREA, 2010**).

2.2.4 Pasos para implementar el kaizen: A continuación se realiza la explicación del paso a paso por la implementación de la filosofía kaizen para la mejora de nuestro proceso productivo.

- Planear Definir el problema:
- Estudie la situación actual:
- Analice las causas potenciales: Hacer:
- Implemente la solución: Verificar:
- Verifique los resultados: Actuar:
- Estandarice la mejora:

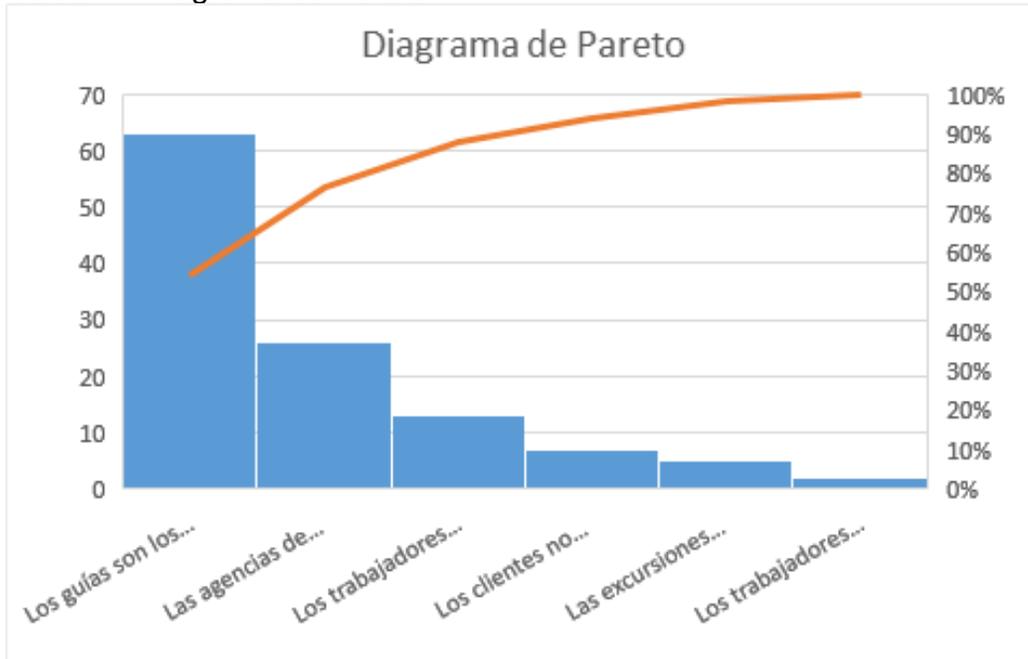
2.2.5 Diagrama de Pareto: El Diagrama de Pareto constituye un sencillo y gráfico método de análisis que permite discriminar entre las causas más importantes de un problema (los pocos y vitales) y las que lo son menos (los muchos y triviales).

Las ventajas del Diagrama de Pareto pueden resumirse en:

- Permite centrarse en los aspectos cuya mejora tendrá más impacto, optimizando por tanto los esfuerzos.
- Proporciona una visión simple y rápida de la importancia relativa de los problemas.
- Ayuda a evitar que se empeoren algunas causas al tratar de solucionar otras y ser resueltas.

Su visión gráfica del análisis es fácil de comprender y estimula al equipo para continuar con la mejora. (Allende, 2012).

Ilustración 2 Diagrama de Pareto



Fuente: (<https://www.google.com.co/search?q=Diagrama+de+pareto/2017>)

Un diagrama de Pareto es un tipo especial de gráfica de barras donde los valores graficados están organizados de mayor a menor. Utilice un diagrama de Pareto para identificar los defectos que se producen con mayor frecuencia, las causas más comunes de los defectos o las causas más frecuentes de quejas de los clientes.

Ilustración 3 ejemplo diagrama de Pareto

CAUSAS	CANTIDAD	%	ACOMULADO	% ACOMULADO	VALOR UNIT	TOTAL
Defectos de costura	18	19%	18	19%	\$23.000	\$414.000
Mercancia Maltratada	15	16%	33	35%	\$50.000	\$750.000
La mercancia excede las cantidades solicitadas	13	14%	46	48%	\$15.000	\$195.000
Entrega de Mercancias sin cumplir los parametros	12	13%	58	61%	\$35.000	\$420.000
Falla en Servicio	10	11%	68	72%	\$28.000	\$280.000
La entrega no corresponde con el pedido	9	9%	77	81%	\$10.000	\$90.000
Condiciones de embalaje Diferentes a las del pedido	7	7%	84	88%	\$5.000	\$35.000
Daño en Transporte	6	6%	90	95%	\$25.000	\$150.000
Perdida de color requerido	3	3%	93	98%	\$40.000	\$120.000
Mercancia que no cumple con las medidas tecnicas	2	2%	95	100%	\$30.000	\$60.000
	95	100%				\$2.514.000

Fuente:(Elaboración propia/2018)

EJEMPLO DIAGRAMA DE PARETO: Se enumera las causas encontradas y se contabiliza la cantidad o la frecuencia con la que se presentan, estas representan el porcentaje que se le atribuyen en la distribución. Así se cuantifica el diagrama de Pareto.

En el ejercicio podemos observar las causas con mayores defectos y es esta la oportunidad para hacer planes de mejora que con el tiempo reduzcan y ayuden a mejorar los procesos.

El diagrama de Pareto debe su nombre a Wilfredo Pareto y su principio de la "regla 80/20". Es decir, el 20% de las personas controlan el 80% de la riqueza; o el 20% de la línea de producto puede generar el 80% de los desechos; o el 20% de los clientes puede generar el 80% de las quejas. (Allende, 2012)

2.2.6 Diagrama causa-efecto: Es una herramienta que representa la relación entre un efecto (problema) y todas las posibles causas que lo ocasionan. Es denominado Diagrama de Ishikawa o Diagrama de Espina de Pescado por ser parecido con el esqueleto de un pescado. Se utiliza para clarificar las causas de un problema.

Clasifica las diversas causas que se piensa que afectan los resultados del trabajo, señalando con flechas la relación causa – efecto entre ellas. (peruano, 2017)

Ilustración 4 ejemplo Diagrama de causa efecto



Fuente: (<https://www.google.com.co/search?q=Diagrama+causa+efecto/2017>)

Factores que están afectando la producción y causando defectos en los productos. Lo ideal para una solución SGC, es que ésta integre todos posibles.

- **Mano de Obra:** Los líderes de las empresas deben gestionar una fuerza laboral diversa. Ofrecer cursos de capacitación a todos los empleados en la diversidad y el trabajo en equipo que permite a los participantes desarrollar las habilidades y conocimientos que necesitan para funcionar eficazmente. La capacitación del personal es uno de los factores que podría estar afectando la producción.
- **Métodos:** En ocasiones la empresa debe cubrir una demanda más grande. Si no se organiza la producción para fabricar un mayor número de productos en menor tiempo, el resultado es negativo para su sistema productivo.

Se van a generar retrasos en las entregas para los clientes o puede fallar el sistema de control y calidad de la empresa.

- **Máquinas:** El trato que dispensa Producción a los equipos es en muchos casos poco acorde con los cuidados mínimos que debe prodigarse a instalaciones en muchos casos críticas. No existen procedimientos de trabajo que hayan sido cuidadosamente elaborados para garantizar el buen estado de la maquinaria, ni existe una conciencia por parte del personal de producción de que un problema en la maquinaria es también “su problema”, sino más bien que una avería o un mal funcionamiento, sea cual sea la causa que lo provoca, es “el problema de otro”.

- **Materiales:** Los pasillos no se respetan, cualquier espacio o esquina es buena para dejar un pallet, una caja, o los útiles de trabajo. Y si hay suerte, nada peligroso sobresale de ello. Nuestro producto puede sufrir una merma de calidad si no tiene un tratamiento específico y adecuado a sus necesidades, por ejemplo una zona de temperatura controlada. Falta de integración entre los diferentes procesos logísticos: recepción, transferencias, consumos, altas de fabricación, picking y expediciones. No hay traspaso de información de un departamento a otro. Tanto es así, que el trabajo en ocasiones o no se hace o se duplica.

- **Medio ambiente:** La administración ambiental debe jugar un papel activo en la definición de indicadores clave y el suministro de información esencial para la eco eficiencia, es decir, más producción con menor emisión de contaminantes y consumo de agua, energía y recursos.

Esta herramienta nos ayuda a determinar la causa raíz de un problema de manera estructurada. Utiliza y ordena en un formato fácil de leer las relaciones del diagrama causa-efecto. Anima a la participación grupal y utiliza el conocimiento del proceso que tiene el grupo. Identifica las áreas para el estudio adicional donde hay una carencia de información suficiente.

2.2.7 MEDIDA DE TRABAJO La medición del trabajo es la técnica que se usa con más frecuencia en la industria de los negocios hoy en día. Implica la medición del trabajo asignándole un valor.

La estrategia general de la medición del trabajo es determinar de la medición del trabajo es dividir una operación en elementos distintos y bien definidos y después asignar a cada uno un valor de tiempo (Sumanth, 1990).

La medición del trabajo puede ser de tres formas básicas:

Estudio de tiempos con cronometro.

Sistema de tiempos y movimientos predeterminado.

Muestreo del trabajo.

Según Hudson (2001), el estudio de tiempos es el procedimiento utilizado para medir el tiempo requerido por un trabajador calificado quien trabajando a un nivel normal de desempeño realiza una tarea conforme a un método especificado. En la práctica, el estudio de tiempos incluye, por lo general, el estudio de métodos. Además, sostiene que los expertos tienen que observar los métodos mientras realizan el estudio de tiempos buscando oportunidades de mejoramiento.

Esta área comprende lo que puede llamarse el levantamiento del trabajo; es decir, en ella se investiga en qué condiciones, bajo qué métodos y en qué tiempo se ejecuta un trabajo determinado, con el objeto de: Balancear cargas de trabajo, establecer costos estándares, implantar sistemas de incentivos y programar la producción.

El estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según la norma de ejecución.

De acuerdo a Niebel (1990) para llevar a cabo el estudio de tiempos, los expertos disponen de un conjunto de técnicas tales como: registros tomados en el pasado para crear la tarea, estimaciones de tiempo realizadas, los tiempos predeterminados, análisis de película, el estudio de tiempos con cronómetro que es la técnica utilizada con mayor frecuencia.

El estudio de tiempo es una técnica para establecer el tiempo estándar para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido del método prescrito y teniendo en cuenta las tolerancias debidas a la fatiga, a las necesidades personales y a las demoras inevitables. El objetivo de los estudios de tiempo consiste en determinar normas confiables para todo el trabajo, directo e indirecto, que emprende la empresa para el manejo eficiente y eficaz de la operación (Salvendy, 2005).

2.3 MARCO CONTEXTUAL.

COLANTA®, la empresa que más leche vende en Colombia y la marca de lácteos más recordada por los colombianos cumple 55 años de existencia este año.

Nació en 1962 con la iniciativa de 60 campesinos de Don Matías Antioquia. Actualmente cuenta con 14 mil productores de leche y 7 mil empleados. Su portafolio de productos comenzó con leche, luego mantequilla y yogures, y hoy tiene más de 120 productos entre lácteos y cárnicos, algunos de los productos específicos de línea son los siguientes:

Ilustración 5 Portafolio de productos



Fuente: (foto sacada www.colanta.com/2017)

2.3.1 Descripción general de la planta de producción: Colanta cuenta con una planta de producción principal en la ciudad de Medellín (barrio caribe), en esta planta se procesan cantidades aproximadas a los 750.000 litros de leche diarios. Como proceso inicial se realiza la leche pasterizada: entera, semidescremada, descremada, deslactosada, UHT (larga vida); también se realiza el proceso de termizado para algunos de los productos.

Para procesar la leche, la planta de producción cuenta con 2 equipos de pasteurización; la capacidad de litros que se procesan por hora para es 51000 litros / hora. Los equipos se lavan cada que se cambian de referencia y el consumo de agua para realizar el lavado es de 4600 litros por cada lavado. En la planta de producción se realizan los procesos de fabricación de leche durante las 24/7, estas actividades de fabricación tienen estrictas directrices para cumplir con las especificaciones de los productos.

Ilustración 6 Equipos de pasteurización



Fuente (foto tomada del proceso/2017)

Se muestra en la imagen anterior un equipo de pasteurización utilizado para hacer procesos de fabricación de leches como: termizado, pasteurizada entera, descremada y semidescremada.

2.3.2 Capacidad de actual de la planta de producción: La planta cuenta con 8 silos para el almacenamiento de leche, distribuidos para almacenar leche cruda, leche especiales (semidescremada, descremada, deslactosada, UHT), esto con el fin de mantener los procesos separados, mantener el abastecimiento continuo y evitar contaminaciones cruzadas.

Cada silo tiene un control de nivel y control de temperatura, esto para observar el producto y evitar derrames del mismo.

Tabla 1 Capacidad de los silos de almacenamiento

silos de almacenamiento		
silos	capacidad	producto
silos 1	150000	cruda, UHT
silos 2	150000	cruda, UHT
silos 3	100000	cruda, UHT
silos 4	100000	cruda, UHT
silos 5	40000	especiales
silos 6	100000	UHT
silos 7	38000	pasterizada
silos 8	20000	especiales

Fuente:(Datos obtenidos del proceso /2017)

2.3.3 Procesos realizados en la planta de pasteurización: La planta de pasteurización atiende diariamente las plantas de leche entera, semidescremada, descremada, deslactosada entera, uht, Tampico y crema de leche, en la siguiente tabla se muestra las cantidades aproximadas procesadas diariamente y se realiza un proyección mensual

Tabla 2 Cantidades procesadas dia/sem/mes planta de pasteurización

planta	producto	capacidad aprox./litros		
		dia	semana	mes
planta de pasteurización	entera	300000	2100000	8400000
	semidescremada	25000	175000	700000
	descremada	3000	21000	84000
	deslactosada	20000	140000	560000
UHT	termizada entera o semi	250000	1750000	7000000
Tampico	Agua pasteurizada	16000	112000	448000
leches especiales	vaso de leche		15000	60000

Fuente:(Datos obtenidos del proceso /2017)

Se observa la cantidad de litros diarios procesados en la planta de producción y estas son actividades que tienen algunas restricciones especiales para cumplir con las condiciones sanitarias del proceso y del tipo de producto. Ejemplo:

La leche pasteurizada cumple con condiciones de temperatura más elevadas durante el proceso de fabricación 74° c, lo contrario a la leche termizada que tiene una temperatura menor 63°c, hacer primero la leche de menor temperatura

implica lavar el equipo y a veces las malas programaciones pueden implicar en los consumos anterior mente observados.

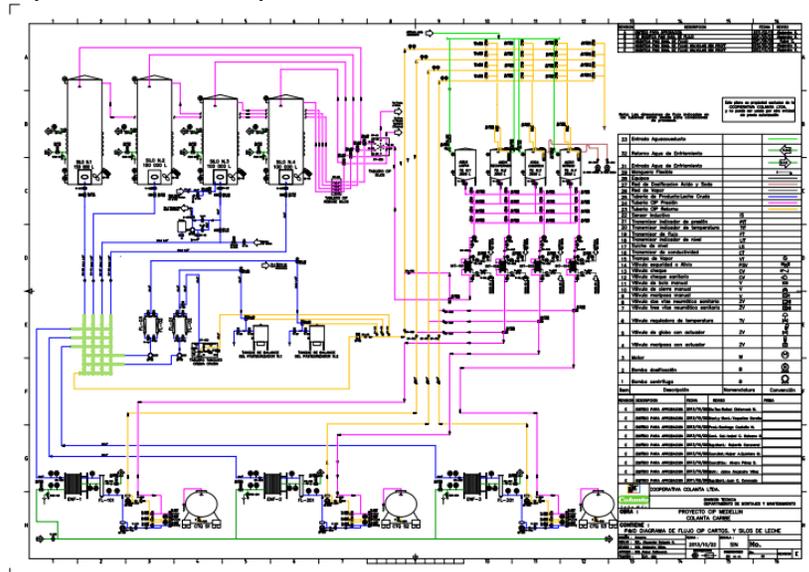
Restricciones de los equipos de pasteurización:

- Termizar – pasterizar
- Pasterizar-agua para Tampico
- Termizar-agua para Tampico
- Termizar-vaso de leche
- Vaso de leche-pasteurizar
- Vaso de leche- Termizar

Cada que se realiza alguna de las primeras actividades ya descritas el equipo se debe de lavar para continuar con las actividades de la segunda columna. En ocasiones los equipos se lavan para continuar los procesos.

2.3.4 Plano de líneas de proceso utilizadas: el plano muestra todas las líneas de proceso por donde se envía el producto y se realizan los lavados, es una herramienta fundamental para la medición de las líneas, cálculo del caudal y el aforo.

Ilustración 7 plano líneas de producto



Fuente:(Tomada del proceso/2017)

Podemos observar que el proceso es automatizado pero no hay datos claros de cuanta leche se pierde al hacer un movimiento entre un proceso a otro, al igual si los elementos de control utilizados en el proceso son los necesarios para dichas actividades.

2.3.5 Proceso actual de lavado de equipos de pasteurización: Actualmente se realiza el lavado a los equipos según la programación diaria de producción, las actividades se hacen según los requerimientos de las plantas de producción que atiende pasteurización. Los equipos se lavan diariamente durante el proceso con lavados parciales y lavados totales así:

Tabla 3 lavado parcial y total equipos de pasteurización

LAVADO PARCIAL			LAVADO TOTAL		
lavado soda			lavado acido		
enjuague	10 min	aclarado	soda	40 min a 70	solución
soda	40 min a 70 ° C	solución	enjuague	10 minn	enjuague
enjuague	10 minn	enjuague			

Fuente:(Datos obtenidos del proceso /2017)

En la tabla N8 se observa el tiempo de lavado y el químico utilizado en este, el lavado parcial solo se hace con soda caustica en concentración al 1.5%, el lavado total se realiza con soda y ácido nítrico cada uno en ciclos de 40 min de recirculación al 15 % de concentración.

3 DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN Y ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1 Tipo de Alcance: La propuesta de disminución de costos operativos en la planta de producción de la cooperativa colanta tiene un alcance de tipo correlacional porque en la aplicación de las mejoras realizadas al proceso se obtendrán datos reales, con estos se pueden elaborar tablas con datos predictivos que sirven para observar la disminución en los costos y los servicios asociados al proceso, también los beneficios que la propuesta de disminución trae y su importancia.

Se realizan el análisis de las causas a los fenómenos del proceso, con el objeto de generar un plan de mejoras que aplicadas puedan contribuir a la mejora del proceso y la disminución de los costos operativos.

3.1.2 Tipo de enfoque: La propuesta se realiza bajo un tipo de enfoque mixto porque la idea de empezar el trabajo de reducción de costos operativos se da al hacer observación directa del proceso, allí se destacan algunas características que se toman como una recolección de datos donde se ve como los equipos de proceso no cuentan con un programa de trabajo y se hace de forma que la planta de producción lo necesite.

De la recolección de datos y características o cualidades del proceso, se determinaron algunas causas y estas serán medidas cuantitativamente para dar obtener datos del consumo actual de los equipos de proceso estos son de alto consumo de servicios como: agua, energía, vapor y otros, así con los números determinar los tiempos muertos, la capacidad de planta, los costos operativos, la predicción del ahorro y el desarrollo de todas las mejoras realizadas al proceso.

3.2 METODO DE INVESTIGACIÓN

3.2.1 Etapa 1 Conocimiento del proceso: Definir las operaciones, actividades y las restricciones en el proceso de pasteurización.

Se realiza el conocimiento del proceso actual en producción y de lavado, tiempos, soluciones químicas, concentraciones, tiempo de enjuagues, empujes, líneas de proceso actuales, registros, pruebas fisicoquímicas a la leche y a los lavados.

Registro del proceso actual: Se toman registros del proceso actual, también se descarga la información de las cartas de termo registro para cuantificar los datos. Esta actividad se realizara registros y se tomaran tiempos en dichas planillas.

3.2.2 Etapa 2 análisis de las causas: Identificar las fallas y su impacto económico en el proceso relacionadas con la programación y el control de la producción.

Se realiza el análisis de todas las causas que afectan el proceso y hacen que los consumos sean mayores a los óptimos, en esta etapa se debe hacer un análisis de Pareto y luego un espina de pescado para disminuir los altos costos operativos.

3.2.3 Etapa 3 Plan de mejora y disminución de costos operativos: Con los datos del proceso actual obtenidos, se hace un plan de mejoras a las causas ya registradas y se comenzará hacer un plan de trabajo con el fin de disminuir los altos consumos, estas actividades se registran en un formato para la evaluación de los resultados y ver si es posible la reducción de los lavados aumentando y el de la productividad.

3.2.4 Etapa 4 Evaluación y consolidación de resultados: Establecer los planes de acción que permitan la mejora continua en la planta de pasteurización

Se realizará la evaluación al proceso luego de la implementación de las contramedidas. Esta actividad se hace con los registros tomados luego de realizar las mejoras al proceso. Los resultados del trabajo se presentaran en tablas de Excel.

3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.

3.3.1 Fuentes de información.

3.3.2 Primarias: la información de la propuesta actual sale principalmente de los registros tomados al proceso actual, formatos de control del proceso, además del acompañamiento de los operarios de pasteurización de la planta encargados del proceso de pasteurización.

3.3.3 Secundarios: textos, libros e informes obtenidos en la biblioteca de colanta y en el sistema de gestión integral de calidad.

3.4 TECNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

3.4.1 Conocimiento del proceso actual: Se realizarán entrevistas al operario para el entendimiento del proceso actual de programación y lavado de equipos, determinar los puntos críticos de este y poder realizar una recolección de datos para su posterior análisis. Se utilizarán formatos de inspección y control del proceso, cronometro, videos.

3.4.2 Muestreo: Se Tomarán muestras para el aforo de las tuberías y de cada línea de proceso, esto para determinar los tiempos de cada una de las líneas que van desde el pasteurizador hasta los silos de proceso. También se descarga la información de las cartas de termo registro para los cálculos de fatiga del equipo y los tiempos muertos del proceso.

Esta actividad es determinar la capacidad real de la planta y nos permitirá tener más clara la situación actual de consumo energético y programación de los equipos de proceso. Los elementos a utilizar son: cronometro, tarros de muestras, crioscopia, formato para recopilar información.

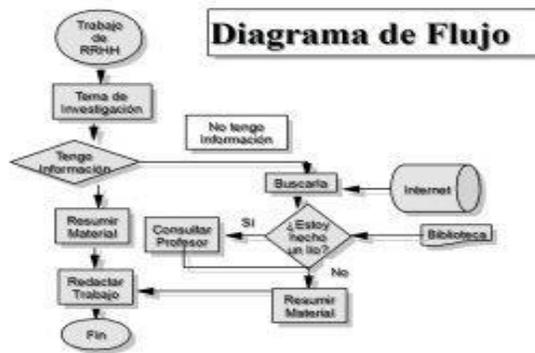
3.4.3 Observación directa: Se observa directamente el proceso para determinar las causas actuales del alto consumo de agua, todas estas serán anotadas y se realizará un diagrama de causa efecto para plasmar y definir un plan de mejora que ayude a conseguir la disminución de lavados, el aumento de los tiempos de los equipos en producción y los costos operativos.

Determinar si el nuevo proceso productivo no tiene ningún efecto negativo en cuanto al producto, si se realiza la correcta limpieza y desinfección y si los costos de la operación disminuyen.

3.4.4 Instrumentos para la recolección de la información: La recolección inicial de datos se hará en planillas creadas en hojas de cálculo donde se permita observar el tiempo del enjuague inicial, la recirculación de soda y acido, y los enjuagues finales a la soda y acido, además una hoja de cálculo donde se determina el tiempo total de trabajo del equipo durante el día y que permita ver si se trabaja de forma continua.

3.4.5 Instrumentos para la etapa 1: Conocimiento del proceso: Se realiza el conocimiento del proceso actual de lavado, tiempos, soluciones químicas, concentraciones, tiempo de enjuagues, empujes, líneas de proceso actuales, registros, pruebas fisicoquímicas, todo lo relacionado con el proceso actual, esta actividad se realiza por medio de diagramas de flujo, estos son realizados y actualizados cada que se hace un cambio en el proceso.

Ilustración 8 Diagrama de Flujo pasterización



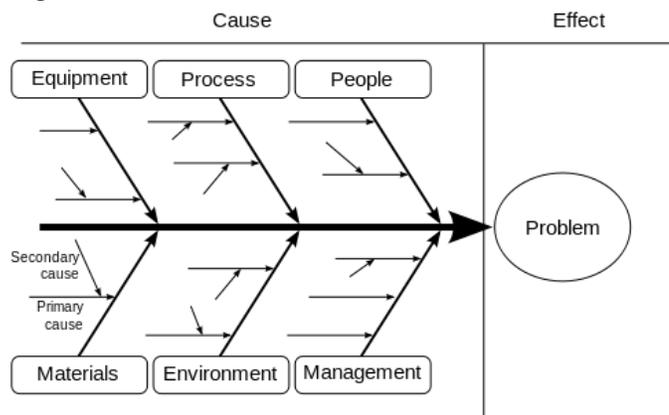
Fuente: (Google academico, 2018)

3.4.6 Instrumentos para la etapa 2 Análisis de causas del proceso: se realiza el análisis del proceso actual de programación de la producción se utilizaran diagramas de causa efecto y diagramas de Pareto.

Luego de observar las causas de fallas en el proceso se utiliza los formatos para anotar los tiempos de todo el proceso de lavado y las temperaturas, este es muy importante porque es donde se recolecta toda la información del proceso actual, con esta información se extraerá los datos para realizar los aforos de tuberías y determinar el caudal en cada una de estas.

3.4.6.1 Formato para registro de tiempo de lavados: este se realiza para registrar el tiempo de todo el ciclo de lavado (enjuagues, lavado con soda, ácido y enjuagues de soda y acido) esta actividad la realiza el operario de turno y lo analiza el estudiante, todos los tiempos se toman con cronómetro para su posterior registro.

Ilustración 10 Diagrama de causa-efecto



Fuente: (www.google.com/imgres?imgurl=http://www.cyta.com.ar/biblioteca/bddoc/bdlibros/herramientas_calidad/causaefecto_archivos/espina/2018).

3.4.6.4 Tabla de costos de lavado parcial y total pasteurizador 1 y 2: se costea toda la actividad de lavado con consumo energético de todos los componentes del proceso para determinar los atributos de costo del proceso.

Esta actividad se realiza se hace una tabla donde se ponen todas las actividades de cada lavado con tiempos y consumos para determinar el costo total de los lavados parciales y lavados totales de los equipos de producción, el área de costos y presupuestos avala cada uno de los costos operativos del proyecto.

Tabla 5 tabla de costos de lavado parcial y total pasteurizador 1 y 2

Consumo y costos lavado parcial pasterizador 1			
Actividad	(consumo) L	(T) min	(costo)\$
enjuague 1 agua	0	10	\$ -
lavado con soda	0	40	\$ -
enjuague 2 agua	0	10	\$ -
vapor	0	-	\$ -
energía	0	-	\$ -
mano de obra	-	60	\$ -
consumo total de agua	0	costo total lavado	\$ -
(m3)	0,0		

Fuente:(Elaboración propia/2018)

La tabla de costos cuenta con la identificación del lavado, si es parcial o total, además con cada una de las actividades que se realizan durante el lavado, en esta se especifican las recirculaciones en tiempo, los enjuagues en consumo de litros, la soda y acido en litros, el consumo final de agua en M3, la energía, la mano de obra, el vapor, además del valor de cada servicio por lavado.

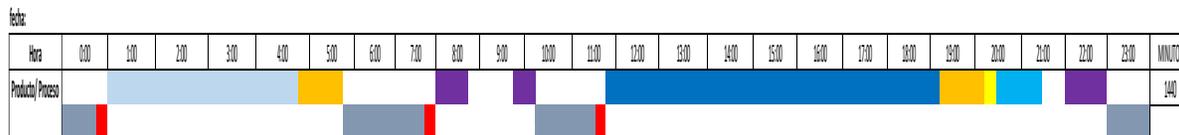
3.4.7 Instrumentos para la etapa 3 Implementación del Plan piloto de mejora: Para la implementación del plan piloto de la mejora de disminución de costos operativos lo que se hace es una planeación diaria de los equipos de producción de forma que estos trabajen de manera continua el mayor tiempo posible antes de ser lavados, evitando ser lavados antes de 8 horas de trabajo, el tiempo máximo de trabajo es de 10 horas.

3.4.7.1 Simulador de producción: Se elabora un mecanismo en una hoja de cálculo para poder vaciar las cartas de termo registro utilizadas en los equipos de pasteurización con el objetivo de identificar, lavados, tiempos muertos, rendimiento y cada actividad realizada en el día.

Los equipos de pasteurización utilizados en la planta cuentan con un termo registro, este consiste en marcar las temperaturas durante el proceso, así se observa la temperatura de pasteurización y la temperatura de frio con la que sale el producto, dos factores importantes y críticos del proceso.

Se utiliza la hoja de cálculo para determinar la capacidad real de trabajo y los tiempos muertos del proceso productivo, descargando las temperaturas del termo registró en la hoja de cálculo.

Ilustración 11 Calculo de la carta de termo registro



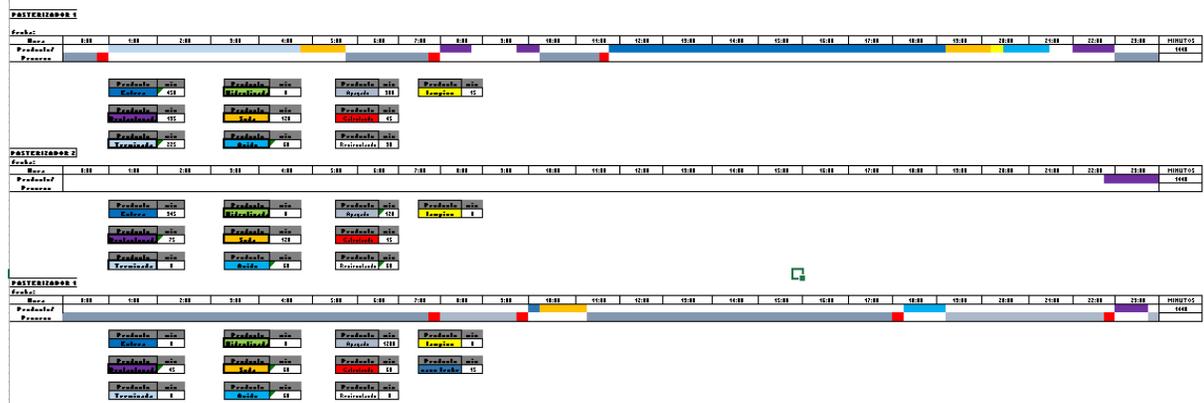
Fuente:(información tomada del proceso/2017)

En la ilustración muestra las horas del día y cada hora tiene 4 espacios como lo tiene la carta de termo registro (cada espacio equivale a 15 minutos), esto con el objetivo de descargar las actividades que el equipo hace durante el día y calcular la capacidad real y los tiempos muertos del proceso.

Programación diaria de los equipos de pasteurización: Para esta actividad Se hace una programación de manera que los equipos cumplan con todas las actividades diarias pero disminuyendo el lavado del medio día que se hace al pasteurizador 2, de esta forma se cumplirá con la producción diaria pero disminuirá los lavados y los costos operativos.

La programación se monta en una tabla de Excel.

Ilustración 12 programación diaria de producción



Fuente:(Elaboración propia/2018)

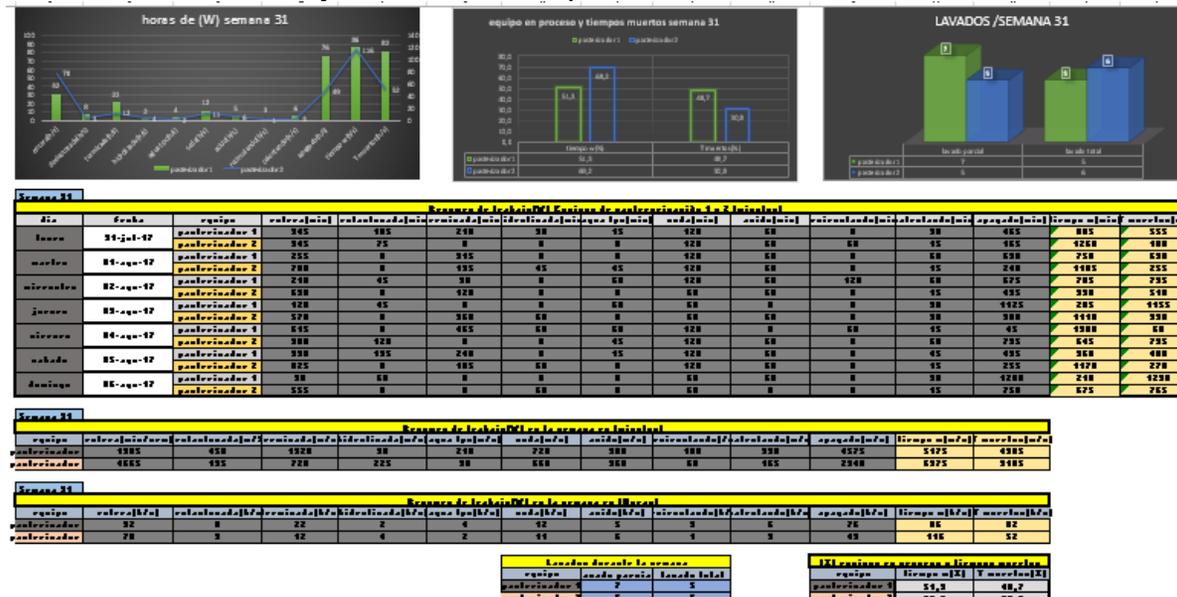
Esta herramienta sirve para hacer simulaciones de producción y ver de qué forma se hacen menos lavados y además se ocupa la mayor cantidad de tiempo el equipo antes de hacer procesos que implican un lavado, también esta herramienta ayuda a prevenir el mal uso de los equipos.

La herramienta consiste en simular todos los tiempos que hay en la carta de termo registro, el usuario le pone el plan de trabajo del equipo durante el día o turno de trabajo que necesite, esta herramienta funciona por colores designados a los tipos de procesos que el equipo hace durante el día, por esto es importante que el operario marque las cartas con la descripción del proceso ya que este es de manera analógica y es la forma de traducir la información y cuantificarla para hacer la disminución de costos necesaria y que ayude al proceso.

El simulador consiste en llenar las casillas que hay de izquierda a derecha, con color destinado para cada proceso, cada una tiene un valor de 15 min, este hace una simulación de tiempo y capacidad al igual se obtienen datos de la capacidad real y las unidades que se obtienen por cada referencia.

3.4.8 Instrumentos para la etapa 4 medición de la propuesta de mejora: Para el seguimiento se realiza una hoja de cálculo con todos los datos diarios extraídos del proceso, esta hoja nos facilitara la tarea de hacer la programación de la producción, además nos da la oportunidad de obtener el informe diario de los aspectos que hacen la operación más costosa, como son los tiempos muertos, los altos consumos por lavados y las horas reales de trabajo en la semana. Estos datos se pueden medir por días, semanas y meses.

Ilustración 13 informe y trazabilidad del proceso



Fuente:(elaboración propia/2018)

Esta es una herramienta que permite hacer seguimiento al proceso todos los días, el simulador de producción también permite descargar las cartas de termo registro en el archivo y este hace los cálculos de capacidad utilizados en el día o en los tres turnos.

Funciona de manera sencilla solo con descargar los datos de la carta y este hace los cálculos del día, en este se obtiene los minutos y cantidades de producto procesados además los lavados realizados en el día. De esta forma se hace un seguimiento diario al proceso y permite mantener de manera positiva los indicadores y los ratios del proceso productivo.

El archivo contiene gráficos que permiten analizar de manera más fácil los datos recolectados en la semana o los días evaluados.

3.5 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Se realiza un cronograma de actividades para la ejecución de la propuesta; cada actividad dispone de un tiempo máximo para poder cumplir con el cronograma, reunir la información necesaria y desarrollar la propuesta de mejora. Así se podrá hacer la ejecución del plan de mejoras y su evaluación final para su posterior aprobación y aplicación final.

Tabla 6 Diagrama de Gantt

Cronograma de actividades propuesta de reducción de costos operativos mediante la mejora en la programación de la producción en la cooperativa colanta																				
Objetivo	Actividad	Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Responsable	Ejecución	
		sem 1	sem 2	sem 3	sem 4	sem 1	sem 2	sem 3	sem 4	sem 1	sem 2	sem 3	sem 4	sem 1	sem 2	sem 3	sem 4		Parcial	Total
• Definir las operaciones, actividades y las restricciones en el proceso de pasteurización.	Conocimiento del proceso	■	■	■														estudiante		x
	Elaboración de diagramas de proceso		■	■	■													estudiante		x
	Elaboración de diagramas de lavado			■	■	■												estudiante		x
	Identificación de restricciones del proceso				■	■	■											estudiante		x
• Identificar las causas, efectos y el impacto económico en el proceso relacionados con la programación y el control de la producción.	Desarrollo análisis de causas y efectos					■												estudiante		x
	Desarrollo análisis de pareto						■											estudiante		x
	Recopilación de datos obtenidos en análisis							■										estudiante		x
	Informe de resultados obtenidos del proceso actual									■								estudiante		x
• Implementar el plan piloto de mejoras realizado a las actividades del proceso que detonan los altos costos en la planta de pasteurización	Implementación del plan piloto en el proceso productivo									■								estudiante		x
											■							estudiante		x
												■						estudiante		x
	Resultados del plan piloto y comparación vs actual												■					estudiante		x
Realizar seguimiento a los planes de acción que permitan la mejora continua en la planta de pasteurización, según el plan piloto.	Entrega de informes de resultados															■		estudiante		x
	Seguimiento al proceso y retroalimentación																■	estudiante		x
	Entrega propuesta al asesor																■	estudiante		x
	Finalización del proyecto																■	estudiante		x

Fuente: (elaboración propia/,2018)

3.6 Recursos del proyecto

La siguiente tabla nos muestra los recursos necesarios para la elaboración de la propuesta de reducción de tiempo de lavado a los pasteurizadores, cabe notar que el presupuesto es un aproximado porque la propuesta se elabora con fines académicos que beneficien en la parte de formación al estudiante y a la compañía por brindar el espacio para su desarrollo.

Los recursos humanos necesarios son los operarios de pasteurización que realizan el proceso de lavado todos los días y el estudiante encargado de realizar la propuesta, la recopilación de la información para su análisis y realizar una estrategia que busque cumplir con el objetivo general de la propuesta.

Recursos técnicos: son todos los medios que se utilizarán para desarrollar los puntos necesarios para cumplir con los objetivos específicos, en este caso la empresa cuenta con todos los medios para realizar las actividades como el laboratorio de control de calidad donde se realizaran los análisis necesarios para determinar los aforos de las líneas y los respectivos análisis para la validación de esta propuesta de mejora.

Costos: se maneja los costos con valores de 1 salario mínimo legal vigente y el salario de un operario, de ahí se sacan los costos del presupuesto.

Tabla 7 Recursos del proyecto

RECURSOS DEL PROYECTO		
CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN GENERAL	PRESUPUESTO
RECURSOS HUMANOS	Personal de operación de equipos Estudiante (realiza la propuesta)	1.450.000
RECURSOS TECNICOS	Equipo de pasterización de leche Equipos de laboratorio: PH medidor Crioscopia Luminometro cronometro Microsoft Office Visio 2010: Software para diagramas de flujo, diagramas de causa efecto Plan de mejoras.	Recursos de la empresa
COSTOS OPERATIVOS (SALIDAS DE CAMPO, DESPPLAZAMIENTOS, OTROS)	Gastos de transporte	100.000
	Gastos salidas de campo (fotocopias, viáticos)	50.000
	Gastos trabajo de grado en medio magnético.	30.000
TOTAL		\$1.630.000

Fuente: (Elaboración propia/,2018).

4 RESULTADOS Y ANÁLISIS DEL PROYECTO

4.1 Resultados etapa 1: Definir las operaciones, actividades y las restricciones en el proceso de pasteurización.

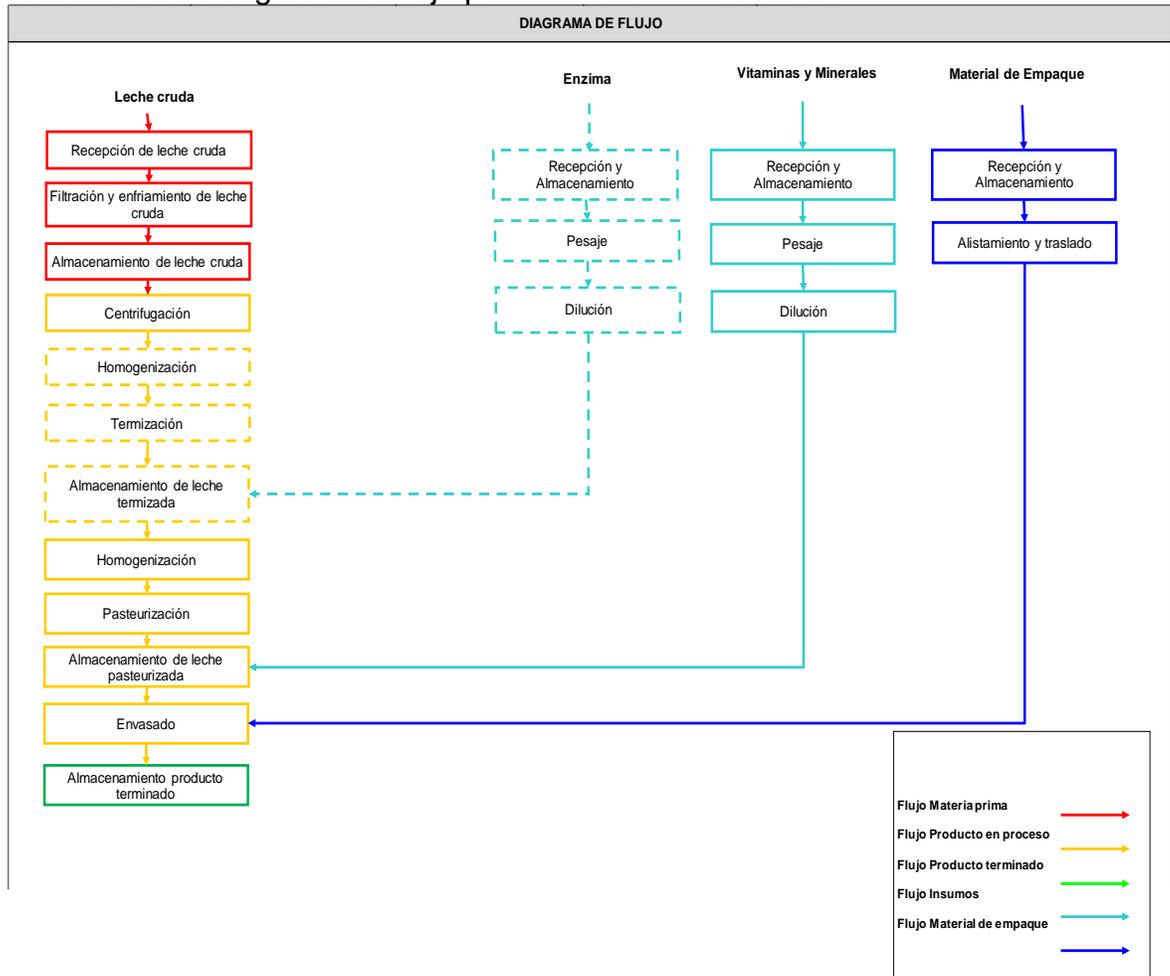
Para definir las operaciones y actividades en el proceso de pasteurización se realizan los flujogramas del proceso de pasteurización de leche y el flujograma de lavado de los pasteurizadores. A continuación se observan de manera secuencial las actividades desarrolladas en estos procesos:

Para la cooperativa es fundamental tener el flujograma de los procesos y operaciones ya que con esta herramienta podrá tener un procedimiento escrito donde se detallan las actividades, además que es un documento que aporta al sistema de gestión integral y aporta también para el aprendizaje de nuevos operarios.

4.1.1 Diagrama de proceso de pasteurización

A continuación se hacen los diagramas del proceso de pasteurización de los equipos, también el diagrama de CIP proceso de lavado de los equipos.

Ilustración 14 Diagrama de flujo proceso de Pasteurización



Fuente: (Elaboración propia/ 2018)

En el diagrama de proceso realizado se hace el paso a paso de todas las actividades realizadas en la planta de producción con los equipos de pasteurización de leche, además de algunas restricciones generadas por la seguridad del proceso y la calidad del producto.

4.1.2 Diagrama de flujo proceso de lavado de pasteurizador 1 y 2: A continuación observaremos el proceso actual de lavado de los pasteurizadores 1 y 2 por medio de un diagrama de procesos donde se identificara las actividades realizadas por los equipos, las cantidades de químicos utilizados, el tiempo de recirculación de detergentes químicos en el proceso y otros aspectos que influyen en el proceso. De ahí se calculara los consumos de agua actuales.

Ilustración 15 Diagrama de flujo proceso de lavado

DIAGRAMA DE FLUJO	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	REGISTRO/CONTROL
	Operario de Pasterización	LAVADO CIP PARCIAL	
		Cierre la válvula de tres vías de descreme de la "Centrífuga Triprocesos 1" de tal forma que no vaya a ingresar solución de lavado al tanque de crema cruda.	
		Suspenda el proceso de adición de vitaminas.	
		Retire la presión al homogenizador.	
		Evacue la leche del Tanque de balance "Pasterizador 1"	
		Abre la llave del agua y pasados dos minutos, evacue la leche por el tubo de drenaje un tiempo de 8 ± 3 minutos.	Control de lavado de pasterizadores
	Operario de Pasterización	Apague el homogenizador y selecciona la temperatura de lavado, la cual debe de estar entre el rango $75 \pm 5^\circ\text{C}$.	Control de lavado de pasterizadores
		Adicione al "tanque balance pasterizador 1" Soda cáustica (33 ± 1 litro), el rango de concentración indicado en el <u>Anexo 1</u> , llevar a diversión las veces que sea necesario para alcanzar la temperatura de lavado	
		<u>Verifique y ajuste la concentración de acuerdo a lo definido en el Anexo 1.</u>	
		Deje en recirculación por un tiempo de lavado de 30 ± 5 minutos a partir de la adición de soda.	
		Nota: Los tiempos de recirculación comienzan a contar a partir del momento en que se alcanza la temperatura mínima de $75^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$.	
		Coloque en funcionamiento el homogenizador durante un tiempo de 5 ± 1 minuto antes de evacuar la solución de soda cáustica. Cuando se este lavando se abre la válvula de by pass del homogenizador, y cuando este se encuentre en los últimos 5 minutos la válvula se cierra, y así se lograra lavar el tubo de entrada del homogenizador.	
		Inicie la evacuación de la solución de limpieza.	
		Verifique que la válvula de agua se abra automáticamente tan pronto el nivel del "Tanque de balance pasterizador 1" haya bajado a su nivel mínimo; dejar a partir de ese momento un tiempo de enjuague de 15 ± 5 minutos.	Control de lavado de pasterizadores
		REINICIAR BOMBEO DE LECHE	
		Coloque en funcionamiento el "Homogeneizador 1".	
Cierre el suministro de agua y deja vaciar el tanque hasta el nivel mínimo.			
Ponga en funcionamiento la bomba de alimentación de leche cruda, el homogenizador y la bomba de agua fría.			
Deje que se evacue el agua contenida en el sistema. Cuando empiece a salir leche por el tubo de drenaje coloca el equipo en recirculación.			
Coloque a llenar el "Tanque Balance Pasteurizador 1" a $\frac{3}{4}$ del nivel del tanque, tome la muestra para la prueba de tostata y lleve al laboratorio de Control Calidad.			

Fuente: (Elaboración propia, 2018)

Ilustración 16 Diagrama proceso de lavado

DIAGRAMA DE FLUJO	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	REGISTRO/CONTROL
	Operario de Pasterización	<p>Coloque en funcionamiento la bomba presión de homogenización. Este debe de tener una presión de 1400 psi aproximadamente).</p> <p>Traslade la leche Pasteurizada al silo 7 (40.000 lt) girando la perilla para quedar en posición T-1.</p> <p>Nota: Una vez se comience a realizar el traslado, primero se debe de confirmar a Control de Calidad si el bache se encuentra liberado.</p>	
LAVADO CIP TOTAL			
	Operario de Pasterización	<p>Llene el "Tanque Balance Pasteurizador 1" hasta el nivel de lavado, y luego cierra el suministro de agua.</p> <p>Seleccione la temperatura de lavado, la temperatura debe estar entre el rango de 70°C± 5°C.</p> <p>Adicione al "Tanque Balance Pasteurizador 1" Ácido Nítrico (33 Litros ± 1 Litro).</p> <p><i>Verifique y ajuste la concentración de acuerdo a lo definido en el Anexo 1.</i></p> <p>Deje a partir de la adición del Ácido Nítrico, un tiempo de lavado de 40 ± 5 minutos.</p> <p>Ponga en funcionamiento el homogenizador 5±1 minutos antes de evacuar la solución de ácido Nítrico.</p> <p>Inicie la evacuación de la solución de limpieza.</p>	Control de lavado de pasterizadores
	Operario de Pasterización	<p>Apague el funcionamiento el "Homogenizador 1" y apague la "Bomba Agua Caliente Pasteurizador 1".</p> <p>Apague el funcionamiento la "Centrífuga Tríprocesos 1" y apague la bomba de alimentación del Pasteurizador 1.</p> <p>El equipo queda listo para iniciar el proceso de pasterización.</p>	Control de lavado de pasterizadores

Fuente: (Elaboración propia/,2018)

En los anteriores diagramas se observa la secuencia lógica de lavado de los equipos, cada uno de los equipos cuenta con algunas restricciones para realizar su

lavado o CIP, además se hace el paso a paso para tener claro el procedimiento actual de limpieza para cada equipo.

Los diagramas permiten identificar la secuencia del proceso actual, se realizan los diagramas de flujo de la operación de los equipos en producción y también de los equipos en el proceso de lavado, todo con el objetivo de identificar las operaciones y las restricciones que tiene cada proceso.

Los resultados obtenidos en la elaboración de los diagramas de flujo permiten conocer más en detalle el proceso.

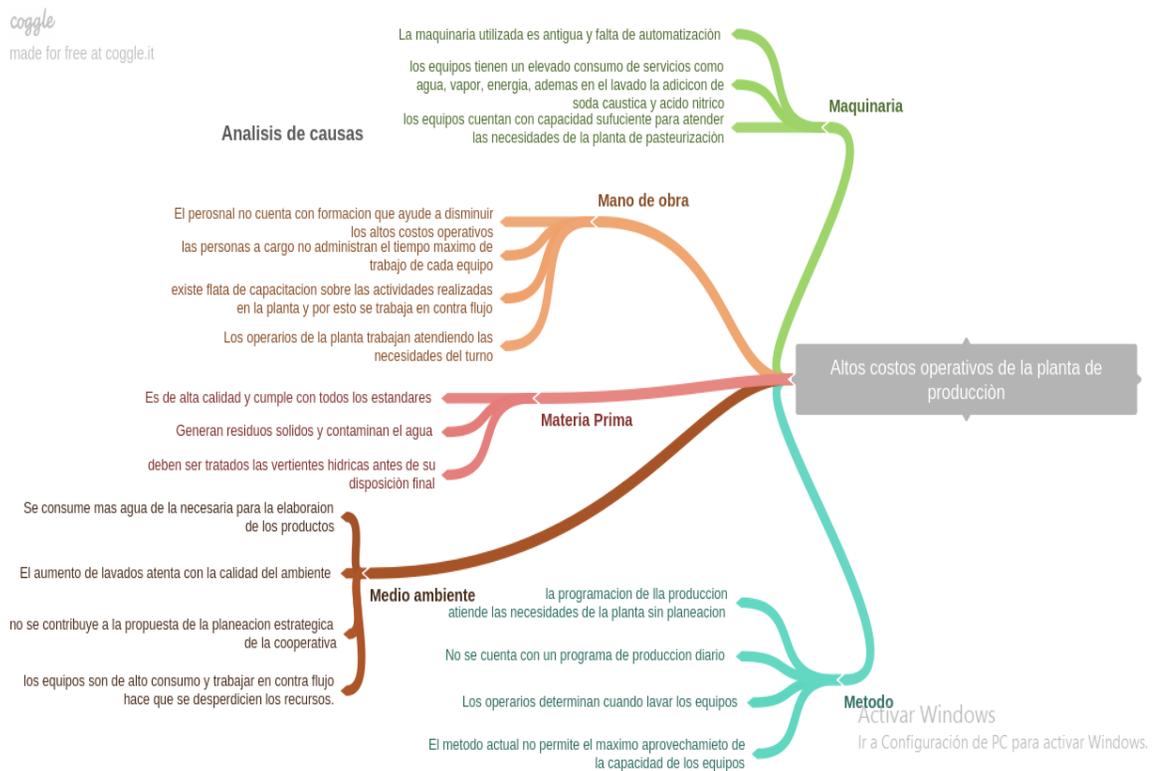
Los resultados obtenidos fueron:

- Conocimiento de la operación de los pasteurizadores 1 y 2 en producción.
- Restricciones del proceso al realizar tareas: los equipos se lavan cada que se procesan leches como termizada, hidrolizada (deslactosada), agua para Tampico, después de fabricar leches especiales (vaso de leche), es importante tener en cuenta dichas restricciones para la programación diaria de la producción ya que muchas veces se hacen procesos que implican lavar sin tener en cuenta una secuencia que permita optimizar los lavados y aprovechar los recursos.
- Las temperaturas de fabricación de cada producto, esto es importante porque los equipos se lavan cada que se fabrican productos que tienen una temperatura menor, al regresar a pasteurizar se debe lavar.
- Sirven como herramienta para la ejecución del proceso por personas nuevas, además aporta a sistema de gestión de calidad de la cooperativa colanta.
- Permite desarrollar una actividad estandarizada y así evitar errores o fallas humanas.

4.2 Resultados etapa 2: Identificar las fallas y su impacto económico en el proceso relacionadas con la programación y el control de la producción.

Para la identificación de fallas del proceso se realizó el diagrama de causa efecto, este se hace con el objetivo de obtener las posibles causas de todos los problemas que influyen para que los costos de producción sean mayores, además se pueden ver cuáles de las causas necesitan mayor atención para su corrección.

Ilustración 17 Análisis de causas



Fuente:(Elaboración propia/ documento realizado con aplicación coogle/2018)

Se realiza el análisis de causas del proceso actual en la planta para lo que se determinan las causas que generan mayores costos de producción, a cada causa se le da un atributo y la importancia ya que estas repercuten directamente en la operación y en los altos consumos energéticos de la planta.

Algunas causas analizadas, según los resultados del diagrama de Causa-Efecto, son:

- Altos costos de la operación.
- Baja rentabilidad en los procesos.
- Demora en la entrega de leche a las diferentes plantas.
- Aumento el consumo de servicios.
- Aumento de los consumos de agua, energía y químicos de los lavados.
- Pérdida de capacidad de respuesta a cualquier emergencia por faltantes durante el día.
- Agotados en las plantas de producción.
- Altos costos para el proceso por falta de aprovechamiento de los equipos.
- Aumento el consumo de agua, vapor, energía, químicos.

La programación de la producción es un factor fundamental para el buen desempeño de la planta proceso, mejorar en el tema de planeación de las actividades es una necesidad que enfrenta colanta para seguir siendo la empresa líder en el sector lácteo. Se trabajara para encontrar l solución a la problemática de planeación para la disminución de costos operativos.

Se observan las causas que afectan directamente los altos costos operativos para este se consideran por medio del diagrama de Pareto las causas que más se repiten durante el proceso y se cuantifican para dar solución de manera inmediata. En el siguiente enunciado se enumeran y se hace una matriz de costos.

4.2.2 Tiempos muertos en el proceso:

- Se considera importante saber en qué % de utilización están los equipos para disminuir los tiempos muertos.
- Se presentan tiempos muertos por que no se tiene un programa de producción que mida la utilización de los equipos de pasteurización.

La tabla n 4, se observa el tiempo de cada equipo en producción y los tiempos muertos de cada equipo, esto en la situación actual, se observa que el equipo n1 trabaja el 55,7% y alcanza tiempos muertos de 44,3% un numero alto de desaprovechamiento del recurso, para el equipo 2 se hace el mismo análisis notando que este trabaja de manera continua pero de igual forma se mantiene con altos índices de desocupación en cuanto a la utilización del recurso.

Tabla 8 Informe de tiempos muertos equipos de pasteurización

(%) equipos en proceso y tiempos muertos		
equipo	tiempo w(%)	T muertos(%)
pasterizador 1	55,7	44,3
pasterizador 2	71,0	29,0

Fuente: (Elaboración propia/2017)

Actualmente se trabaja sin programación o planeación de los equipos de pasteurización, en la tabla N1 se observa que el pasterizador 1 trabaja tan solo el 55,7% del tiempo de la semana, mientras el pasterizador 2 trabaja el 71% del tiempo de la semana, es una oportunidad para mejorar la programación.

No se tiene un control sobre el tiempo de trabajo de cada equipo.

Disminución de la capacidad de trabajo de cada equipo de pasteurización.

4.2.3 Aumento el lavado de equipos:

No realizar las actividades de trabajo bajo una programación de la producción aumenta notablemente el lavado de los equipos, estos son de alto consumo energético.

La tabla n5 se realiza para identificar el número de lavados totales y parciales realizados a cada uno de los equipos durante una semana, podemos observar que los equipos se les realizan cantidades similares de lavados cuando en la tabla n4 nos muestra que hay gran diferencia en los porcentajes de utilización de los equipos.

Tabla 9 Lavados de los equipos de pasteurización

Lavados durante la semana		
equipo	lavado soda	lavado Acido
pasterizador 1	10	7
pasterizador 2	10	6
total lav	20	13

Fuente: (Elaboración propia/2017)

Se observan los lavados realizados en la semana, a cada equipo se le hacen 10 lavados parciales durante la semana y 1 lavado al día total, este lavado total es necesario para conservar la alta calidad del producto, pero queda en el análisis que el equipo 1 trabaja menos solo el 55% del tiempo de la semana y se lava las mismas veces que el equipo 2 que trabaja 71% del tiempo.

Este es un punto clave en el trabajo porque se observa de forma clara que el equipo 1 se enciende sin tener en cuenta el máximo aprovechamiento antes de ser lavado y es ahí donde se generan altos consumos energéticos que dificultan que la operación sea más rentable.

A continuación se muestra de manera gráfica los lavados realizados a los equipos, estos gráficos son tomados de la plantilla realizada para el seguimiento del proceso y el plan piloto.

Ilustración 18 Lavados de equipos 1 y 2 semana 31



Fuente:(información tomada del proceso/2017)

En el proceso de fabricación durante la semana 31 se lavan los equipos pasteurizador 1 7 lavados parciales y 5 lavados totales, el pasteurizador 2 se lava 5 veces parciales y 6 veces totales durante la semana.

Si analizamos el pasteurizador 1 y 2 los resultados de trabajo durante la semana se observa que el pasteurizador 1 tiene una ocupación del 51% pero se lava 7 lavados parciales y 5 totales, más veces que el pasteurizador 2 que trabaja el 69 % del tiempo y se lava 5 lavados parciales y 6 totales.

Al no realizar una programación y trabajar atendiendo las necesidades de cada planta se ve que los equipos se lavan más de lo necesario, además el pasteurizador 1 trabaja el 55,1% del tiempo se lava las mismas veces que el pasteurizador 2 que trabaja el 71% del tiempo de la semana. Además se pueden presentar:

4.2.4 Aumento el consumo de agua, vapor, energía, químicos.

En la siguiente tabla se observa el consumo de soda caustica y ácido nítrico utilizado en los equipos de pasteurización durante un mes, se realizó el informe con los datos obtenidos del mes anterior porque los equipos son utilizados en la fabricación del vaso de leche y es una actividad que implica lavar los equipos y por ende aumenta el consumo de productos químicos como la soda y ácido.

Tabla 10 Resumen del consumo de químicos

pasteurizador 1					
soda L:	33	acido L:	33		
turno	Nº lav parcial	Nº lav total	cons soda lav parcial	cons soda lav total	cons acido lav total
1	14	0	462	0	0
2	8	27	264	891	891
3	8	2	264	66	66
total	30	29	990	957	
consumo total soda pasterizador 1=			1947	cons total acido past 1=	957
pasteurizador 2					
soda L:	36	acido L:	36		
turno	Nº lav parcial	Nº lav total	cons soda lav parcial	cons soda lav total	cons acido lav total
1	8	0	288	0	0
2	13	26	468	936	936
3	10	4	360	144	144
total	31	30	1116	1080	
consumo total soda pasterizador 2=			2196	cons total acido past 2=	1080
consumo total pasterizador 1 y 2				soda caustica	acido nitrico
				4143	2037

Fuente: (Elaboración propia/ 2018).

Se observa en la tabla la cantidad de solución que necesita cada equipo para ser lavado.

Pasteurizador 1 33Lt soda y 33Lt de ácido.

Pasteurizador 2 36Lt soda y 36Lt de ácido.

Los lavados parciales solo utilizan soda durante 40 min.

Los lavados totales utilizan soda 40 min y acido 40 min.

El consumo total de soda fue:
4143 L

El consumo total de ácido fue:
2037 L

Los consumos son importantes porque esto ayuda a tener claro los costos totales de la operación, así se pueden realizar propuestas que ayuden a disminuir consumos, de igual forma todos estos consumos ayudaran a costear la situación actual de los equipos de pasteurización.

4.2.5 No se hace la programación de la producción diaria

Al realizar muchos procesos en contra flujo se aumenta los consumos de todos los servicios en los equipos de pasteurización. El operario toma las decisiones de utilizar los equipos 1 y 2 y también cada cuanto tiempo lo lava, cometiendo errores en la programación y aumentando los lavados.

Esta es una causa muy importante porque en muchas ocasiones los equipos se lavan con poco tiempo de trabajo, hasta muchas veces se consume más agua en los lavados que la necesaria para procesos de apoyo como en la planta de Tampico.

La planta de Tampico se apoya pasando agua pasteurizada a los silos de preparación pero se pasan 6000 L de agua y antes de hacer este proceso un equipo se lava con 8000 L de agua, de esta manera se trabaja en contraflujo y se pierde en rentabilidad, además que no se cuidan los recursos naturales.

4.2.6 Cálculos y consumo del proceso actual por lavado de equipo de pasteurización 1 y 2: Se toma muestra de los consumos actuales de agua, energía, químicos y mano de obra de los equipos de pasteurización durante el proceso. Esta actividad es necesaria para iniciar las actividades a desarrollar durante la realización de la propuesta.

Tabla 11 consumo y costos lavados parciales pasteurizador 1 y 2

Consumo y costos lavado parcial pasteurizador 1			
Actividad	(consumo) L	(T) min	(costo)\$
enjuague 1 agua	4167	10	\$ 33.333
lavado con soda	33	40	\$ 38.445
enjuague 2 agua	4167	10	\$ 33.333
vapor	541	-	\$ 16.924
energía	71,39	-	\$ 19.061
mano de obra	-	60	\$ 5.580
consumo total de agua	8333	costo total lavado	\$ 146.677
(m3)	8,3		

Consumo y costos lavado parcial pasteurizador 2			
Actividad	(consumo) L	(T) min	(costo)\$
enjuague 1 agua	4667	10	\$ 37.333
lavado con soda	36	40	\$ 41.940
enjuague 2 agua	4667	10	\$ 37.333
vapor	614	-	\$ 19.231
energía	95,22	-	\$ 25.423
mano de obra	-	60	\$ 5.580
consumo total de agua	9333	costo total lavado	\$ 166.841

Fuente:(Datos obtenidos del proceso /2018)

La tabla N11 muestra el consumo y el costo del agua, soda, vapor, energía, mano de obra requeridos para hacer 1 lavado parcial con el pasteurizador 1 y 2.

También se hace el mismo cálculo de consumo y costos para el lavado total de cada uno de los equipos:

Tabla 12 Consumo y costos lavado total pasteurizador 1 y 2

Consumo y costos lavado total pasteurizador 1			
Actividad	(consumo) L	(T) min	(costo)\$
enjuague 1 agua	4167	10	\$ 33.333
lavado con soda	33	40	\$ 38.445
enjuague 2 agua	4167	10	\$ 33.333
lavado con acido	33	40	\$ 26.895
enjuague de 3 acido	4167	10	\$ 33.333
vapor	1082	-	\$ 33.848
energía	142,78	-	\$ 38.122
mano de obra	-	120	\$ 11.160
consumo total de agua	12500	costo total lavado	\$ 248.470
(m3)	12,5		
Consumo y costos lavado total pasteurizador 2			
Actividad	(consumo) L	(T) min	(costo)\$
enjuague 1 agua	4667	10	\$ 37.333
lavado con soda	36	40	\$ 41.940
enjuague 2 agua	4667	10	\$ 37.333
lavado con acido	36	40	\$ 29.340
enjuague de 3 acido	4667	10	\$ 37.333
vapor	1228	-	\$ 38.462
energía	190,44	-	\$ 50.846
mano de obra	-	120	\$ 11.160
consumo total de agua	14000	costo total lavado	\$ 283.748
(m3)	14,0		

Fuente:(Datos obtenidos del proceso /2018)

En la tabla n 12 se muestra el valor de cada lavado total realizado al equipo 1 y 2, además los consumos energéticos de cada uno cuando se hace esta operación.

La operación actual tiene gran capacidad de respuesta pero se observó cómo los equipos tienen grandes tiempos muertos, altos números de desaprovechamiento de los recursos y los consumos energéticos elevados donde tenemos gran capacidad para mejorar.

4.2.7 Consumos y costos actuales/ mes por lavados parciales pasteurizador 1 y 2: Actualmente los equipos de pasteurización se lavan 60 veces al mes por lavados parciales, de ahí se calculan los consumos de agua, soda, vapor, energía, mano de obra, a continuación se muestra lo calculado en consumo de recursos y costos por 1 mes.

Tabla 13 Consumo de servicios en lavados parciales

Equipo	lavados parciales	agua(M3)	soda(L)	vapor (lb)	energia (kws)	m.o (h)
pasterizador 1	39	325	1287	21099	2784	39
pasterizador 2	21	196	756	12894	2000	21

Fuente:(Datos obtenidos del proceso /2017)

El pasteurizador 1 se lava 39 veces y el 2 solo 21 veces al mes, estos lavados parciales se realizan luego de más de 10 horas de trabajo o si la operación lo necesita para elaborar productos especiales. Pasar de leche a agua implica lavar los equipos y esto en ocasiones se hace para atender la planta de Tampico. La leche termizado es un proceso más bajo en temperatura y también implica luego de su utilización lavar los equipos para continuar en pasteurización.

Con los datos obtenidos se hace el cálculo de los consumos y los costos actuales por lavados parciales: a continuación se muestra la tabla de costos por lavados parciales durante un mes para el equipo 1 y 2.

Tabla 14 Costos por lavados parciales pasteurizador 1 y 2 (mes)

costo(\$)agua	costo(\$)soda	costo (\$)energia	costo (\$)vapor	costo (\$)m.o	total
\$ 2.600.000	\$ 1.499.355	\$ 743.384	\$ 660.036	\$ 217.620	\$ 5.720.395
\$ 1.568.000	\$ 616.140	\$ 533.899	\$ 403.851	\$ 117.180	\$ 3.239.070

Fuente:(Datos obtenidos del proceso /2017)

Actualmente los costos por lavados parciales de equipos de pasteurización son de \$ 8.959.465 durante un mes.

4.2.8 Consumos y costos actuales/ mes por lavados totales pasteurizador 1 y 2: Actualmente los equipos de pasteurización se lavan 60 veces al mes por lavados totales, se calculan los consumos de agua, soda, vapor, energía, mano de obra, a continuación se muestra lo calculado en consumo de recursos y costos por 1 mes.

Tabla 15 Consumo de servicios en lavados totales pasteurizador 1 y 2

Equipo	lavados totales	agua(M3)	soda(L)	acido (l)	vapor (lb)	energia (kws)	m.o (h)
pasterizador 1	33	413	1089	1089	35706	4712	66
pasterizador 2	34	476	1224	1224	41752	6475	68

Fuente:(Datos obtenidos del proceso /2017)

El pasteurizador 1 se lava 33 veces y el 2, 34 veces al mes, estos lavados parciales se realizan luego de más de 10 horas de trabajo o si la operación lo necesita para elaborar productos especiales. Pasar de leche a agua implica lavar los equipos y esto en ocasiones se hace para atender la planta de Tampico. La leche termizado es un proceso más bajo en temperatura y también implica luego de su utilización lavar los equipos para continuar en pasterización.

Con los datos obtenidos se hace el cálculo de los consumos y los costos actuales por lavados parciales: a continuación se muestra la tabla de costos por lavados parciales durante un mes para el equipo 1 y 2.

Tabla 16 Costos por lavados totales pasteurizador 1 y 2 (mes)

costo(\$)agua	costo(\$)soda	costo (\$) acido	costo (\$)energia	costo (\$)vapor	costo (\$)m.o	total
\$ 3.300.000	\$ 1.268.685	\$ 887.535	\$ 1.258.035	\$ 1.116.984	\$ 368.280	\$ 8.199.519
\$ 3.808.000	\$ 1.425.960	\$ 997.560	\$ 1.728.814	\$ 1.307.708	\$ 379.440	\$ 9.647.482

Fuente:(Datos obtenidos del proceso /2017)

Actualmente los costos por lavados totales de los equipos de pasteurización son de \$ 17.847.001 durante 1 mes.

4.3 Resultados etapa 3 Implementar el plan piloto de mejoras realizado a las actividades del proceso que detonan los altos costos en la planta de pasteurización: se realiza la implementación de un plan piloto durante 1 mes de trabajo, la propuesta es realizar la programación de los equipos por medio de la herramienta creada para la simulación de los procesos, la herramienta nos permite observar de manera gráfica como atender todas las necesidades de la planta durante un turno, evitando lavados innecesarios y aumentando la cantidad de tiempo de los equipos en producción así lograr ser más eficaces y mejorar los costos operativos.

La herramienta se utilizara durante un periodo de 4 semanas para la evaluación de los resultados.

A continuación se muestra la herramienta utilizada y el funcionamiento de la misma: El simulador funciona por colores para distinguir cada proceso que se hace, todo está realizado en una hoja de cálculo que permite cuantificar los datos del proceso.

Ilustración 19 colores del proceso

Producto	min
Entera	450

Producto	min
Hidrolizada	0

Producto	min
Apagado	300

Producto	min
tampico	15

Producto	min
Deslactosada	135

Producto	min
Soda	120

Producto	min
Calentando	45

Producto	min
Termizada	225

Producto	min
Acido	60

Producto	min
Recirculando	90

Fuente:(Elaboración propia /2017)

En la ilustración 17 se muestran los colores utilizados en el simulador para cada producto y/o proceso realizado en los equipos de pasteurización, además de un cuadro que permite observar la cantidad de minutos que el equipo trabajara con este producto.

Es importante esta herramienta porque le permite al operario tomar las mejores decisiones de programación de la producción.

Se programan los procesos a realizar con dando color a los cuadros, este simulara una hoja de termo registro y calcula la capacidad utilizada por el equipo durante el proceso.

4.3.1 Programación de la producción: Se hace la programación en el simulador durante 1 mes para cada equipo.

Se hace una programación de manera que los equipos cumplan con todas las actividades diarias pero disminuyendo el lavado del medio día que se hace al pasteurizador 2, de esta forma se cumplirá con la producción diaria pero disminuirá los lavados y los costos operativos.

La programación se monta en una tabla de Excel.

En esta etapa se hace una programación diaria así:

Ilustración 20 Programa de producción diario

		pasterizador 1	pasterizador 2
Hora	turno	Proceso	
0:00	1	apagado	apagado
1:00		apagado	apagado
2:00		hidrolizada	apagado
3:00		entera	apagado
4:00		semidescremada	apagado
5:00	2	entera	apagado
6:00		termizada	apagado
7:00		termizada	agua tampico
8:00		termizada	entera
9:00		termizada	entera
10:00		termizada	entera
11:00		lavado parcial	entera
12:00		agua tampico	entera
13:00	3	entera	entera
14:00		entera	entera
15:00		entera	entera
16:00		entera	entera
17:00		entera	entera
18:00		lavado total	entera
19:00		lavado total	termizada
20:00	1	apagado	termizada
21:00		apagado	termizada
22:00		apagado	termizada
23:00		apagado	lavado total
0:00		apagado	lavado total

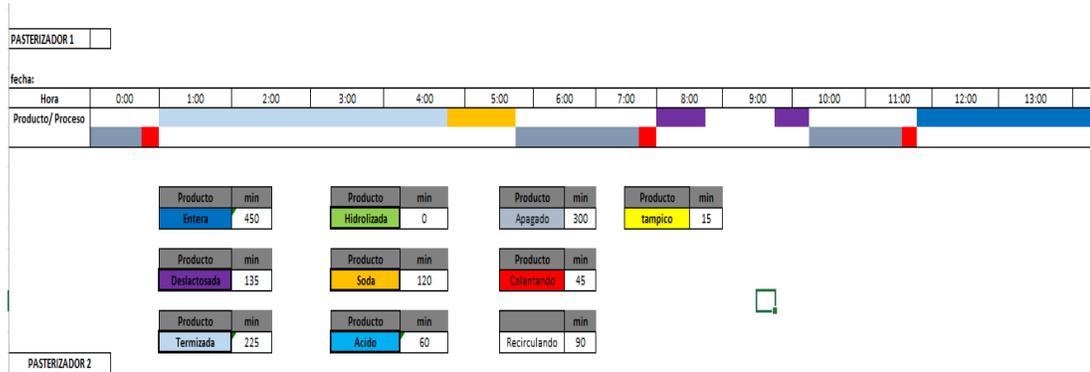
Fuente:(elaboración propia/2017)

En la ilustración se observa todas las horas del día y se hace un plan de trabajo que permita atender las necesidades de las plantas eliminando lavados innecesarios y procesos en contra flujo, de esta forma se mantiene el control sobre las decisiones que puede tomar el operario y se trabaja de manera coordinada, esto apuntándole a mejorar y disminuir los costos operativos de la planta de pasteurización.

En la herramienta se hace el montaje del plan de trabajo, facilitando la manera de calcular los datos del proceso, además permite tomar decisiones antes de hacer cualquier movimiento que pueda generar reprocesos.

Se muestra el simulador con un plan de trabajo establecido:

Ilustración 21 Simulador



Fuente:(Elaboración propia/2017)

Se analiza en la ilustración 19 el plan de trabajo establecido para cada día de trabajo, el simulador cuantifica los datos y permite ver la capacidad de ocupación del equipo, evitando lavados y reprocesos.

4.3.2 Resultados del plan piloto: se realiza el análisis obtenido por la implantación del plan piloto, el piloto fue acogido de buena manera ya que este es una propuesta de cambio enfocado en la planeación de los procesos antes de realizarlos.

A continuación se realizan los análisis de los datos obtenidos en la implementación del plan piloto:

Tabla 17 Promedio de lavados diarios (situación actual)

pasterizador 1		pasterizador 2		total lav/mes	promedio lavados * día
L. parcial	L. Total	L. total	L. parcial		
39	33	34	21	127	
1,3	1,1	1,13	0,7	4,23	

Fuente:(Elaboración propia/2017)

Se analiza en la tabla 17 los datos de la operación actual para ver el número de lavados parciales y totales realizados durante un mes, el resultado es 4,2 lavados realizados durante el día, este es el dato que se obtiene antes de la implementación de la programación de la producción.

Luego de realizar el plan piloto de trabajo en los equipos se obtiene los siguientes datos, se hace el análisis con la operación anterior llamada en los resultados: sin programa y con programa.

Tabla 18 Resultado del plan piloto parciales y totales

pasterizador 1		pasterizador 2		total lav/mes
L. parcial	L. Total	L. parcial	L. total	
11	31	7	31	80
0,37	1,03	0,23	1,03	2,7

Fuente:(Elaboración propia/2018)

En la tabla n 18 se observa la reducción del promedio de lavados diaria de los equipos luego de hacer programaciones de la producción durante 1 mes, los resultados obtenidos muestran la disminución de 127 lavados en 1 mes sin programación a 80 lavados con la programación propuesta en el plan piloto, reduciendo el promedio de lavados diarios 4,2 a 2,7.

Este es un buen desarrollo del planteamiento expuesto ya que la disminución de lavados repercute directamente en los altos consumos energéticos de la planta de pasteurización.

4.3.3 Comparación de consumos antes y después del plan piloto: se hace una comparación entre los consumos obtenidos antes y después del plan piloto para ver los resultados.

A continuación se observa una tabla resumen de los consumos y el ahorro:

Tabla 19 Resumen del plan piloto

Resumen	agua(M3)	soda(L)	acido (l)	vapor (lb)	energia (kws)	m.o (h)
Sin programación	1410	4356	2313	111451	15971	194
Con programación	979	2754	2139	81859	11782	142
ahorro total	431	1602	174	29592	4189	52
Ahorro (%)	30,6	36,8	7,5	26,6	26,2	26,8

Fuente:(Elaboración propia/2018)

En la tabla n 19 se observa los consumos especificados durante el proceso actual y los obtenidos en la implementación de una prueba piloto que nos da resultados favorables a la propuesta de programación de la producción, así lograr disminuir los costos operativos que tenemos actualmente.

Se puede observar que el ahorro en agua es del 30% menos de consumo, 431 M3 menos que los actuales consumidos, de esta manera logramos disminuir el consumo de agua utilizado en el proceso productivo de la planta de pasteurización y así se satisface la necesidad de cuidar los recursos naturales y contribuye al planteamiento estratégico de la compañía de ser amigables con el medio ambiente.

La prueba piloto también nos muestra como disminuir la utilización de servicios como energía y vapor que son fundamentales en el proceso productivo; además el aprovechamiento de la mano de obra en un 26,8% en otros procesos.

4.3.4 Comparación de costos antes y después del plan piloto: se realiza la comparación de costos operativos antes y después de la prueba piloto obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 20 Comparación de costos situación actual vs prueba piloto

costo(\$)agua	costo(\$)soda	costo (\$) acido	costo (\$)energia	costo (\$)vapor	costo (\$)m.o	total
\$11.276.000	\$ 4.810.140	\$ 1.885.095	\$ 4.264.132	\$ 3.488.579	\$ 1.082.520	\$ 26.806.466
\$ 7.828.000	\$ 3.120.210	\$ 1.743.285	\$ 3.145.701	\$ 2.562.391	\$ 792.360	\$ 19.191.947
\$ 3.448.000	\$ 1.689.930	\$ 141.810	\$ 1.118.431	\$ 926.188	\$ 290.160	\$ 7.614.519
30,6	35,1	7,5	26,2	26,5	26,8	28,4

Fuente:(Elaboración propia/2018)

La tabla N20 contiene el consolidado de costos de las actividades desarrolladas durante el proceso de lavado de los equipos, se muestran los costos de la situación actual vs los resultados de la prueba piloto realizada en la planta durante 1 mes.

4.3.5 Resultados de la propuesta de disminución de costos operativos mediante la mejora en programación de la producción: La disminución de recursos impacta directamente en los costos operativos de la compañía, cumpliendo así con el objetivo general de la propuesta de disminución de costos.

Esta prueba piloto deajo resultados muy satisfactorios en cuanto al alto porcentaje de disminuci3n que se obtuvo en los 3tems evaluados.

- Se obtuvo una disminuci3n importante en el consumo del agua con un 30% correspondiente a un valor 431 M3 con un costo de \$3.488.000.
- La reducci3n del uso de soda caustica es del 35% con un costo de \$1.689.900.

Estos son los 3tems con mayor cantidad de reducci3n de costos, cabe notar que en todos los aspectos se ve un decrecimiento en el consumo y un gran aporte al cuidado de los recursos mediante la planeaci3n de la producci3n.

Tabla21 Reducci3n de costos

total	
\$	26.806.466
\$	19.191.947
\$	7.614.519
	28,4

Fuente:(elaboraci3n propia/2018)

En la tabla n20 observamos el costo total de la operaci3n actual vs la obtenida en la prueba piloto, donde se obtuvo un ahorro explicado en las tablas n 19,20 y en esta se obtiene un ahorro mes de \$7.614.519 y un ahorro del 28,4% del costo de la operaci3n actual.

Tambi3n quisimos proyectar este ahorro en el tiempo para concientizar a la empresa que con solo cambiar el m3todo de trabajo, haciendo planes de trabajo sencillos puede lograr grandes ahorros en sus costos operativos e impactar el medio ambiente de manera positiva.

Se muestra el ahorro en tiempo proyectado a 1 a3o.

Ilustración 22 ahorro proyectado

Ahorro * año
\$ 91.374.228

Fuente:(Elaboración propia/2018)

En la ilustración se muestra el valor en dinero proyectado en un año que obtendrá la cooperativa colanta si implementa la propuesta. Además que se ahorran el agua de un número importante de la comunidad.

- Personas beneficiadas en 1 mes =287
- Familias beneficiadas en 1 mes=71

4.4 Resultados Etapa 4: Realizar seguimiento a los planes de acción que permitan la mejora continua en la planta de pasteurización, según el plan piloto. Para realizar el seguimiento al proceso se desarrolla una hoja de cálculo donde se descargan los datos recogidos en el proceso todos los días.

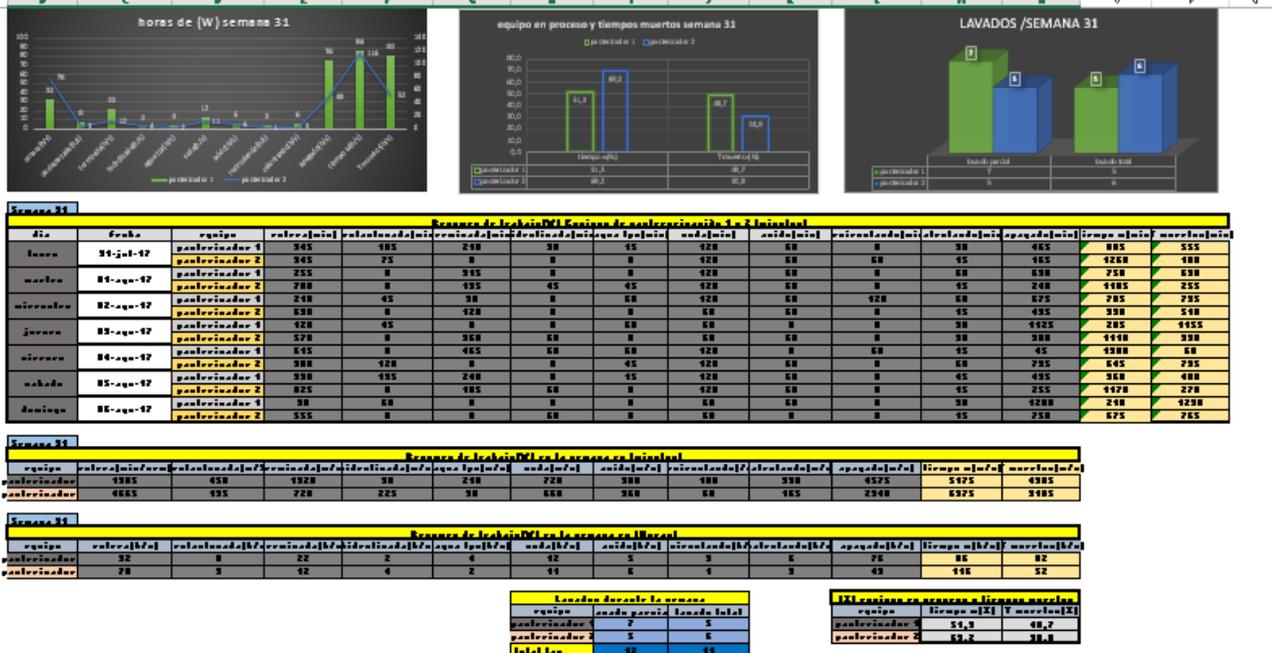
Esta hoja está conectada con el simulador y allí se calculan la capacidad de trabajo, el número de lavados durante el día, el consumo de agua, soda, ácido y además los tiempos muertos durante el proceso.

Esta hoja de cálculo ayuda para tener un informe diario visual que permita controlar el proceso y mantener los números en condiciones aceptables para la operación.

La hoja tiene graficas que permiten analizar la información de forma más detallada y actuar rápido ante cualquier anomalía del proceso.

A continuación se pone una muestra de la semana 31 del proceso, esta semana se realizó la prueba piloto.

Ilustración 23 Hoja de seguimiento



Fuente:(Elaboración propia/2018)

Se obtiene los resultados de las horas de trabajo durante la semana 31, 32, 33,34 donde se realiza la prueba piloto además los tiempos muertos del proceso y el número de lavados totales y parciales de los dos pasteurizadores.

En la parte de debajo de la tabla se muestra la cantidad de minutos trabajados por cada equipo en cada uno de los procesos que se realizó, lo que se quiere es tener todos los datos cuantificables del proceso para tomar decisiones en tiempo real, esta es una herramienta convencional pero con la cual se obtuvo los resultados ya mostrados en las tablas 19, 20, 21.

Al final la tabla proyecta los costos y los consumos obtenidos.

5 CONCLUSIONES

- Con la elaboración de los diagramas de flujo se obtuvo la información de todas las actividades desarrolladas durante el proceso de producción y lavado de los equipos en la planta de pasteurización.
- Se identificaron las restricciones del proceso productivo que generan las actividades evidenciadas en la elaboración de los diagramas de flujo.
- Se logró identificar las causas que originan los altos costos operativos de la operación actual.
- Con el análisis de causas se hizo la categorización y se atribuye los costos para determinar las causas que necesitan atención prioritaria, según análisis de Pareto.
- Se Realizó la implementación del plan piloto de producción para el desarrollo de las mejoras propuestas al proceso actual.
- Se obtuvo los resultados de la reducción de costos operativos y los consumos según la comparación realizada entre el proceso actual vs el plan piloto implementado.
- Se implementaron las herramientas desarrolladas en el trabajo de campo para hacer el seguimiento y trazabilidad al proceso productivo y al plan piloto desarrollado.
- Con el desarrollo de la propuesta de reducción de costos operativos mediante la mejora en la programación de la producción se ponen en práctica los conceptos aprendidos durante la carrera para la intervención de una problemática basada en datos reales y se implementaron herramientas que ayudan a la solución de las causas del proceso productivo, el proyecto es una muestra de cómo cambiar la forma de hacer los procesos puede mejorar la productividad y los costos en las empresas, se obtuvo una reducción de 28% en costos y recursos utilizados.

6 RECOMENDACIONES

- Planear la producción diaria para evitar los lavados innecesarios y trabajar de manera desordenada, además con la planeación se mejora el aprovechamiento de los recursos y los equipos.
- Hacer un estudio que determine si la operación actual puede desarrollarse desde un cuarto único de control y así poder atender todas las operaciones de la planta de producción.
- Analizar los altos consumos de los equipos y evaluar si algunos de estos pueden ser reemplazados por equipos de menor consumo energético.
- Hacer una capacitación donde se concientice a todos los actores involucrados de la importancia y el cuidado de los recursos utilizados en el proceso, además de la eficiente operación de los equipos de pasteurización por parte de los operarios.
- Mejorar el control sobre las decisiones tomadas por los operarios y supervisores de todas las plantas internas que atiende la planta de pasteurización.

7 ANEXOS

- [Flujograma del proceso](#)
- [Flujograma lavado del pasteurizador 1](#)
- [Flujograma lavado del pasteurizador 2](#)
- [Diagrama de análisis de causa-efecto](#)
- [Diagrama de actividades del proceso \(ganttt\)](#)
- [Desarrollo de trabajo de campo en Excel y costos del proceso](#)
- [Mejoras y seguimiento del proceso Excel](#)
- [Carta de aprobación de la empresa](#)
- [Layout de la planta de producción](#)

BIBLIOGRAFÍA

Allende, E. A. (22 de 02 de 2012). <https://es.slideshare.net/IMarlb0r0l/diagrama-pareto>.
Obtenido de <https://es.slideshare.net/IMarlb0r0l/diagrama-pareto>:
<https://es.slideshare.net/IMarlb0r0l/diagrama-pareto>

ATEHORTUA TAPIAS, Y. A., & RESTREPO CORREA, J. H. (01 de 08 de 2010).
<http://www.redalyc.org/html/849/84917249011/>. Obtenido de
<http://www.redalyc.org/html/849/84917249011/>:
<http://www.redalyc.org/html/849/84917249011/>

brumen, m. (1992). *intrumentacion y control ndustrial*. madrid.

caribe, U. a. (12 de 12 de 2016). <http://biblioteca.unitecnologica.edu.co/notas/tesis>.
Obtenido de <http://biblioteca.unitecnologica.edu.co/notas/tesis>:
<http://biblioteca.unitecnologica.edu.co/notas/tesis>

Creus, A. (1993). *Instrumentacion industrial*. Mexico, df: Bixareu.

Gonzalez de Hoyos, G. V. (25 de 03 de 2015). www.researchgate.net/. Obtenido de
www.researchgate.net/:
https://www.researchgate.net/profile/Victor_Manqueros_Aviles/publication/281035199_Implementacion_de_un_sistema_SCADA_para_el_monitoreo_en_tiempo_real_de_t

Institute, K. (23 de 09 de 2017). <https://co.kaizen.com/nosotros/definicion-de-kaizen.html>.
Obtenido de <https://co.kaizen.com/nosotros/definicion-de-kaizen.html>:
<https://co.kaizen.com/nosotros/definicion-de-kaizen.html>

López, B. S. (S.F de S:F de 2016).
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gesti%C3%B3n-y-control-de-calidad/kaizen-mejora-continua/>. Obtenido de
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gesti%C3%B3n-y-control-de-calidad/kaizen-mejora-continua/>:
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gesti%C3%B3n-y-control-de-calidad/kaizen-mejora-continua/>

Metodos-y-sistemas-de-inventarios. (2016). <https://prezi.com/wfy87i8dpfzv/metodos-y-sistemas-de-inventarios/>. Obtenido de <https://prezi.com/wfy87i8dpfzv/metodos-y-sistemas-de-inventarios/>: <https://prezi.com/wfy87i8dpfzv/metodos-y-sistemas-de-inventarios/peruano>, M. d. (s/f de s/f de 2017). <http://www.minsa.gob.pe/dgsp/observatorio/documentos/herramientas/diagramacausaefecto.pdf>. Obtenido de <http://www.minsa.gob.pe/dgsp/observatorio/documentos/herramientas/diagramacausaefecto.pdf>:

<http://www.minsa.gob.pe/dgsp/observatorio/documentos/herramientas/diagramacausaefecto.pdf>

Superintendencia de Industria y comercio. (2000). Laboratorio de Volumetria. En S. d. comercio, *Memorias de Volumetria* (págs. 25-26-27-28-32). medellin: Oficina de comunicaciones .