



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Propuesta de aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la línea de paletas en una empresa agroindustrial

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniera Industrial

AUTORES

Alanoca Pilco, Shessira Romely

ORCID: 0000-0002-1756-1977

Flores Navarro, Valeria Del Rosario

ORCID: 0000-0003-1290-7649

ASESOR

Mateo López, Hugo Julio

ORCID: 0000-0002-5917-1467

Lima, Perú

2022

Metadatos Complementarios

Datos de los autores

Alanoca Pilco Shessira Romely

DNI: 73023746

Flores Navarro Valeria del Rosario

DNI: 76771216

Datos de asesor

Mateo López, Hugo Julio

DNI: 07675553

Datos del jurado

JURADO 1

Tinoco Placencia, Christian Jairo

DNI: 10558115

ORCID:0000-0002-1685-1657

JURADO 2

Ballero Nuñez, Gino Sammy

DNI: 10426485

ORCID: 0000-0002-7991-3747

JURADO 3

Cervera Cervera, Ever

DNI: 09542911

ORCID: 0000-0001-7192-644X

Datos de la investigación

Campo del conocimiento OCDE: 2.11.04

Código del Programa: 722026

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres por su apoyo, consejos y esfuerzo hicieron el profesional que soy ahora, a Dios por guiar mi camino y a familiares y amigos que se encuentran a nuestro lado brindándonos todo su apoyo.

Alanoca Pilco, Shessira Romely

Este presente trabajo está dedicado a Dios y a mis padres que a lo largo de la carrera con su amor, comprensión, consejos y apoyo, me motivaron a seguir adelante y fueron pieza fundamental para lograr llegar al día de hoy, habiendo culminado la carrera y en espera del tan ansioso título profesional.

Flores Navarro, Valeria del Rosario

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecer a Dios por permitirnos llegar donde estamos ahora, habiendo pasado por muchos retos y obstáculos, permitiéndonos adquirir experiencias y conocimientos los cuales llevaremos por el resto de nuestras vidas. Agradecer a nuestros padres por su arduo esfuerzo hacía con nosotras, no solo por el hecho de apoyarnos financieramente para culminar nuestros estudios, sino por todo el amor, comprensión, apoyo y la confianza que depositaron en nosotras, por enseñarnos a no darnos por vencidas, porque con Dios y con esfuerzo lo podemos todo. A nuestra querida alma mater, nuestra querida Universidad Ricardo Palma por brindarnos años maravillosos, dándonos todo tipo de conocimientos, nuevas experiencias en la vida, porque ahí evolucionamos y pasamos de ser niñas que salían del colegio a las jóvenes que somos ahora. A nuestros profesores, muchos de ellos no solo con admirable destreza en la rama de ingeniería sino con mucha paciencia y compromiso a la hora de enseñar. A cada persona que con una palabra de aliento o una sonrisa nos levantó el ánimo para poder continuar. A familiares y maestros que el día de hoy están en el cielo pero que en su momento fueron pieza fundamental para no desfallecer.

Shessira Alanoca y Valeria Flores

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
INTRODUCCIÓN	iii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Descripción y formulación del problema general y específicos.....	1
1.2. Objetivo general y específico.....	5
1.3. Delimitaciones de la investigación: temporal, espacial y temática.....	5
1.4 Justificación e importancia.....	6
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	8
2.1. Antecedentes del estudio de investigación.....	8
2.2 Bases teóricas vinculadas a la variable o variables de estudio.....	12
2.2.1 Lean Manufacturing.....	12
a) Origen de la filosofía Lean Manufacturing.....	12
b) ¿En qué consiste Lean Manufacturing?.....	13
c) ¿Por qué implementar Lean Manufacturing?.....	14
d) Beneficios de Lean Manufacturing.....	14
e) ¿Qué es un desperdicio?.....	14
2.2.2 Sistema de control de insumos.....	16
2.2.3. Poka Yoke.....	16
2.2.4 Eficiencia general de los equipos (OEE).....	18
2.2.5 TPM.....	21
2.2.6 Mantenimiento autónomo.....	21
2.3 Definición de términos básicos.....	22
CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS	23
3.1. Hipótesis.....	23
3.1.1 Hipótesis general.....	23
3.1.2. Hipótesis específicas.....	23
3.2 Variables.....	24
3.2.1 Definición conceptual de las variables independientes	24
3.2.2 Definición conceptual de las variables dependientes.....	26
3.2.3 Operacionalización de las Variables Independientes.....	28

3.2.4 Operacionalización de variables dependientes.....	29
CAPÍTULO IV:METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	30
4.1 Tipo y nivel.....	30
4.2 Diseño de la investigación.....	30
4.3 Población y muestra.....	31
4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	33
4.4.1 Tipos de técnicas e instrumentos.....	33
4.4.2 Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos.....	34
4.4.3 Procedimientos para la recolección de datos.....	35
4.5Técnicas para el procesamiento y análisis de la información.....	36
CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	37
5.1 Diagnóstico y situación actual.....	37
5.1.1 Antecedentes de la empresa	37
5.1.2 Generalidades.....	38
a)Líneas de Producción en la empresa	39
c) Factores que intervienen en la productividad.....	50
d)Proceso de elaboración de paletas.....	52
5.1.3 Distribución actual de área de producción de la empresa	54
5.1.4 Diagrama de flujo de proceso de producción.....	54
5.2 Análisis de los problemas en el proceso de producción de paletas de crema.....	56
5.2.1 Reprocesos.....	56
5.2.2Unidades faltantes.....	60
5.2.3 Tiempo por fallas de máquinas no planificado y planificado.....	63
5.3 Presentación de resultados.....	67
5.4 Desarrollo del diseño de la propuesta de mejora.....	68
5.4.1 Desarrollo de la propuesta de aplicación Poka Yoke.....	68
5.4.2 Desarrollo de la propuesta de aplicación del mantenimiento autónomo.....	80
5.4.3 Desarrollo de la propuesta del sistema de control.....	81
5.5 Análisis de la productividad.....	86
5.5.1 Productividad antes y después de la propuesta de implementación.....	87
5.5.2 Productividad de paleta x H-H antes y después.....	88

5.5.3 Productividad global antes y después.....	90
5.6 Resultados.....	94
5.7 Análisis de los resultados.....	96
5.7.1 Hipótesis específica 1.....	96
5.7.2 Hipótesis específica 2.....	98
5.7.3 Hipótesis específica 3.....	99
5.8 Simulación Promodel.....	101
CONCLUSIONES.....	110
RECOMENDACIONES.....	111
REFERENCIAS.....	112
ANEXOS.....	116

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Unidades reales vs unidades programadas 2021	2
Tabla 2	Definición conceptual de las variables independientes	24
Tabla 3	Definición conceptual de variables dependientes.....	26
Tabla 4	Operacionalización de variables independientes.....	28
Tabla 5	Operacionalización de variables dependientes	29
Tabla 6	Población vs Muestra programado (2021-2022)	32
Tabla 7	Proceso de elaboración de paletas	52
Tabla 8	Diagrama de actividades de proceso	55
Tabla 9	Cantidad total de reproceso mensual.....	57
Tabla 10	Tipos de causas de las unidades para reprocesar.....	58
Tabla 11	Costos y % de reproceso por mordida de paletas con respecto al total de unidades a reprocesar.....	59
Tabla 12	% de unidades de paletas de crema faltantes.....	62
Tabla 13	Comparativo de costos	63
Tabla 14	Tiempos de paradas en cada máquina	64
Tabla 15	Tiempo de la situación actual de planeados y no planeados	66
Tabla 16	situación actual del % KPI	67
Tabla 17	Unidades reproceso después de la aplicación.....	70
Tabla 18	Repuestos de máquina empaquetadora.....	72
Tabla 19	Propuesta de aplicación del mantenimiento autónomo	73
Tabla 20	Formato de hoja de asistencia de capacitación.....	74
Tabla 21	Formato de reporte de limpieza.....	75
Tabla 22	Hoja de control de daños de la maquinaria	76
Tabla 23	Formato de OEE de equipos.....	77
Tabla 24	Formato de check list.....	78
Tabla 25	Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo de la empaquetadora...	79
Tabla 26	Resultados de tiempos no planeados después de la propuesta de aplicación.....	80
Tabla 27	Resultados de la nueva OEE después de la aplicación de la propuesta de un mantenimiento autónomo.	81
Tabla 28	Unidades producidas después de la propuesta de aplicación	84

Tabla 29	Costos de la aplicación del caudalímetro	85
Tabla 30	Costos de la aplicación del manómetro	86
Tabla 31	Comparación de la productividad antes y después de la propuesta de aplicación.....	87
Tabla 32	Comparación de las paletas x H-H antes y después de la propuesta de aplicación.....	89
Tabla 33	Productividad global antes de la propuesta de aplicación	90
Tabla 34	Productividad global después de la propuesta de aplicación.....	91
Tabla 35	Gastos de la propuesta de aplicación.....	92
Tabla 36	Resultados económico antes y después de la aplicación	93
Tabla 37	Resultados pre test y pos test.....	95
Tabla 38	Prueba de normalidad de Shapiro Wilk pre test y post test	96
Tabla 39	Prueba de normalidad pre test % faltantes 1 y pos test %faltantes 2	97
Tabla 40	Resultados de la prueba T de Student.....	97
Tabla 41	Resultados estadísticos	98
Tabla 42	Prueba de normalidad pre test % OEE 1 y post test %OEE2.....	98
Tabla 43	Resultados de la prueba T de Student.....	99
Tabla 44	Resultados estadísticos	99
Tabla 45	Prueba de normalidad pre test % Reproceso 1 y post test % Reproceso 2.	100
Tabla 46	Resultados de pruebas estadísticas	100
Tabla 47	Resumen de contraste de hipótesis.....	101

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Unidades producidas vs unidades programadas	2
Figura 2: Diagrama de Ishikawa	4
Figura 3: Ubicación de la Empresa	6
Figura 4: Esquema metodología Lean Manufacturing	13
Figura 5: Cuadro de población vs muestra.....	33
Figura 6: Cuadro de muestra	33
Figura 7: Organigrama de la empresa.	38
Figura 8: Cuadro de cajas programadas por línea de producción en abril 2022	42
Figura 9: Número de cajas programadas en línea de paletas	42
Figura 10: Paleta de crema "Cream Fresa"	43
Figura 11: Paleta de crema "Cream Vainilla"	43
Figura 12: Paleta de crema "Cream Chocolate"	43
Figura 13: Paleta de crema "Cream Lúcumá"	44
Figura 14: Pasteurización	45
Figura 15: Maduración.....	45
Figura 16: Salida de crema de la productora.....	46
Figura 17: Rebanado en moldes.....	46
Figura 18: Colocado de palitos en tapas de moldes	47
Figura 19: Colocado tapas de moldes y congelado.....	47
Figura 20: Desmoldado de paletas	48
Figura 21: Alimentación de la cadena.....	48
Figura 22: Sellado y empaquetado.....	49
Figura 23: Embalaje	49
Figura 24: Distribución actual de área de producción de la empresa	54
Figura 25: Diagrama de Pareto –Reproceso anual	58
Figura 26: Balde de paleta de crema para reproceso.....	60
Figura 27: Tanques de pasteurizado.....	61
Figura 28: Regla de medición de litros de agua en tanques de pasteurizado.....	61
Figura 29: Pareto de tiempos de paradas por tipos de fallas	65
Figura 30: Diseño de la propuesta de implementación	68
Figura 31: Plano de vistas en AutoCAD.....	69

Figura 32:	Vista en 3D de la paleta semiautomática	69
Figura 33:	Cadena de arrastre de la máquina empaquetadora	70
Figura 34:	Ficha técnica de la empaquetadora	71
Figura 35:	Estructura de comité	74
Figura 36:	Caudalímetro digital para tanque de pasteurizado	82
Figura 37:	Manómetro sanitario	82
Figura 38:	Simulación Promodel del proceso de producción de paletas de crema ..	102
Figura 39:	Diseño de Lay Out	103
Figura 40:	Locaciones Promodel.....	104
Figura 41:	Entidades Promodel	104
Figura 42:	Tiempo de parada.....	104
Figura 43:	Variables Promodel.....	105
Figura 44:	Diseño de diagrama de flujo del proceso de producción de paletas de crema –BIZAGI.....	106
Figura 45:	Tiempos de espera con la herramienta StatFit	107
Figura 46:	Tiempo de maduración	107
Figura 47:	Resumen de modelo actual	108
Figura 48:	Resumen de modelo mejorado.....	108
Figura 49:	Distribución t de Student	109

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se realizó un estudio con el propósito de mejorar la productividad a través de la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en la línea de paletas de helado de crema en una empresa agroindustrial. Para esto el estudio se concentró en la eliminación de unidades faltantes, reducción de reprocesos y mejora del indicador OEE aplicando así un Sistema de control de insumos, Poka Yoke y la aplicación de mantenimiento autónomo.

Se encontró que las razones por las cuales había unidades faltantes se debían a la falta de control de llenado de agua en los tanques de pasteurizado y en la inyección de aire en las máquinas productoras, generando un Sistema de control de insumos, se pudo reducir el porcentaje de unidades faltantes de un 4.14% a un 1.50%. Respecto a los reprocesos pudimos hallar que son principalmente generados por error humano al momento de alimentar la cadena de la máquina empaquetadora y aplicando Poka Yoke con la implementación de un elemento denominado por nosotras como paletera semiautomática, se logró reducir de un 3.29% a un 1.94 % de reproceso.

Por último, para la mejora del OEE se propuso un mantenimiento autónomo a la máquina empaquetadora, la cual presenta numerosas paradas no planeadas en el mes, con esto incrementamos la OEE de un 55.52% a un 59.17%. Se debe considerar que la implementación de las propuestas necesita de personal capacitado, por lo que se recomienda brindar la información necesaria y apoyo al personal hasta que se adecuen a los nuevos cambios y logren obtener las mejoras deseadas.

Palabras Claves: Lean manufacturing, productividad, poka yoke, OEE, mantenimiento autónomo.

ABSTRACT

In the present research work, a study was carried out with the purpose of improving productivity through the application of Lean Manufacturing tools in the line of ice cream popsicles in an agro-industrial company. For this, the study focused on the elimination of missing units, reduction of rework and improvement of the OEE indicator, thus applying a Control System of supplies, Poka Yoke and the application of autonomous maintenance.

It was found that the reasons why there were missing units were due to the lack of control of water filling in the pasteurized tanks and in the injection of air in the production machines, generating an input control system, it was possible to reduce the percentage of missing units from 4.14% to 1.50%. Regarding the reprocesses, we were able to find that they are mainly generated by human error at the time of feeding the packaging machine chain and applying Poka Yoke with the implementation of an element called by us as a semi-automatic paletera, it was possible to reduce from 3.29% to 1.94 % rework.

Finally, to improve the OEE, autonomous maintenance was proposed for the packaging machine, which presents numerous unplanned stops in the month, with this we increased the OEE from 55.52% to 59.17%. It should be considered that the implementation of the proposals requires trained personnel, so it is recommended to provide the necessary information and support to the personnel until they adapt to the new changes and achieve the desired improvements.

Keywords: Lean manufacturing, productivity, poka yoke, OEE, autonomous maintenance.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación tiene como tema “Propuesta de Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la línea de paletas en una empresa agroindustrial.” Este trabajo se encuentra inmerso en las bases teóricas de la ingeniería industrial reconociendo la importancia de la optimización de la productividad mediante la aplicación de la metodología Lean Manufacturing en el sector industrial. Ari y León (2019) indican que el empleo de la metodología Lean Manufacturing de manera apropiada guía al éxito y da buenos resultados, pudiéndose emplear a empresas de diferentes sectores en contextos diferentes. Según Socconini (2019) la metodología Lean Manufacturing busca principalmente hallar oportunidades de mejora que se encuentran ocultas en toda empresa. Puesto que siempre habrá algo que mejorar, siempre habrá un desperdicio el cual tendrá que ser eliminado.

Está organizado por capítulos. El Primer capítulo llamado el Planteamiento del Problema contiene los problemas específicos, las delimitaciones del trabajo junto con su importancia, limitaciones y objetivos.

En el Segundo capítulo nos encontramos con el Marco Teórico donde se describe la base teórica de la metodología Lean Manufacturing junto con las herramientas a utilizar como la teoría de la herramienta Poka Yoke, el mantenimiento autónomo y un Sistema de control insumos mediante la implementación de dispositivos, esto junto con las investigaciones relacionadas con el tema y la definición de términos básicos necesarios para comprender el trabajo.

El Capítulo III llamado Hipótesis, contiene la hipótesis general y las hipótesis específicas que se plantearon a la hora de realizar el trabajo de investigación, asimismo la definición conceptual y de operacionalización de las variables dependientes e independientes.

El Capítulo IV denominado Metodología de la Investigación describe tanto el tipo y método de la investigación como el enfoque, diseño, técnicas, relación entre variables y procedimientos para la recolección y el procesamiento de datos, señalando la población y la muestra en un trabajo de enfoque cuantitativo, diseño experimental de tipo cuasi experimental con un diseño muestral no probabilístico.

En el capítulo V designado como Presentación y análisis de resultados tenemos al análisis de la situación actual en la empresa junto con su diagrama de estructura organizacional, los factores que intervienen en la productividad del proceso de producción de las paletas

de crema, así como también la descripción detallada de esta, la composición de las paletas de crema, la distribución actual del área de producción de la empresa junto con el diagrama de flujo del proceso de producción y el análisis de nuestras variables como lo son los reprocesos, las unidades faltantes y el indicador OEE influenciado por los tiempos de paradas planificados y no planificados.

Así mismo presenta la propuesta de mejora mediante la presencia de distintos escenarios culminando con el análisis de los resultados pasando posteriormente a ser simulado en el programa de simulación ProModel. Es así como se muestran los resultados finales y el análisis de estos. Por último, finalizamos con las conclusiones y recomendaciones, material de referencia y el anexo.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción y formulación del problema general y específicos

La venta de helados crece a doble dígito en esta campaña de verano. D'Onofrio, seguida de Artika, lidera un mercado que mueve US\$162,5 millones en ventas y donde el consumo promedio es de 1,8 litros de helados al año por persona. (Comercio, 2021).

UNIÓN DE PRODUCTOS AGROINDUSTRIALES SAC es una empresa dedicada a la fabricación de productos lácteos, para ser más específicos, se dedica a la fabricación de helados. Actualmente, esta empresa está conformada por seis líneas de producción: Línea Paletas, Línea Rollo, Línea Rottary, Línea Granel, Línea Túnel, Línea Túnel Especial.

De las cuales nos enfocaremos en una de las líneas con mayor producción al mes: La línea de paletas de crema.

Esta línea produce paletas de crema, paletas bañadas y paletas de frío. Sin embargo, las paletas de crema son las que más se producen en esta línea, las que más son programadas a lo largo del mes y en la que mayor incidencia de falta de unidades para cumplir lo programado se tiene. Es decir que actualmente su productividad es baja, ya que la cantidad de recursos que deben ser utilizados para producir una cantidad determinada de cajas, se emplean realmente para un número considerablemente menor de cajas. Esta situación nos lleva a su vez, no solo a tener una baja productividad sino a tener una baja eficiencia, debido a que en repetidas ocasiones no se cumple la cantidad programada de cajas por producción, sino una cantidad mucho menor. Según nos menciona el autor Medina Fernández de Soto (2010): “La productividad se puede definir como “la forma de utilización de los factores de producción en la generación de bienes y servicios para la sociedad”, la busca mejorar la eficiencia y la eficacia con que son utilizados los recursos.” (p.102)

Así mismo, comprendemos que el generar reproceso reiteradas veces no colabora al cumplimiento de número programado de cajas en el mes.

A continuación, grafica de unidades programadas con unidades producidas en el año 2021 periodo mayo a abril.

Tabla 1

Unidades reales vs unidades programadas 2021

MESES	UNIDADES PROGRAMADAS (PALETAS DE CREMA)	UNIDADES REALES (PALETAS DE CREMA)
May-21	422440	401472
Jun-21	422600	403638
Jul-21	432640	413603
Ago-21	341680	324512
Set-21	446940	430806
Oct-21	449400	435091
Nov-21	673500	650883
Dic-21	444920	426984
Ene-22	335376	322159
Feb-22	346240	330714
Mar-22	419842	399637
Abr-22	319600	308784
Total	5055178	4848283

Fuente: elaboración propia

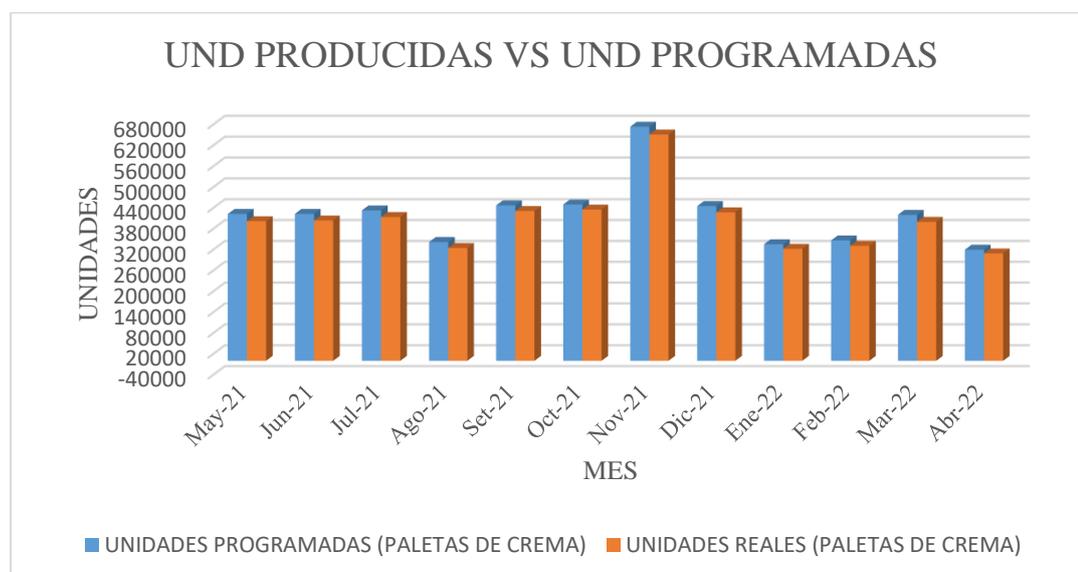


Figura 1: unidades producidas vs unidades programadas

Fuente: elaboración propia

En la Figura 1 se observa variación total de 206,895 unidades que no se cumplen con respecto a lo programado de mayo 2021 a abril del 2022.

Por ello el periodo analizado se pudo observar la productividad es baja y esto se ve afectado tanto la producción, los ingresos y los costos, con los datos anteriormente mostrados para determinar las causas de estos síntomas se realizaron las diferentes técnicas de análisis de los problemas, siendo el Diagrama de Ishikawa mostrado en la siguiente figura:

Análisis de los problemas

Las causas de los problemas más comunes se reflejan en el gráfico Ishikawa que se puede ver en la figura 1.

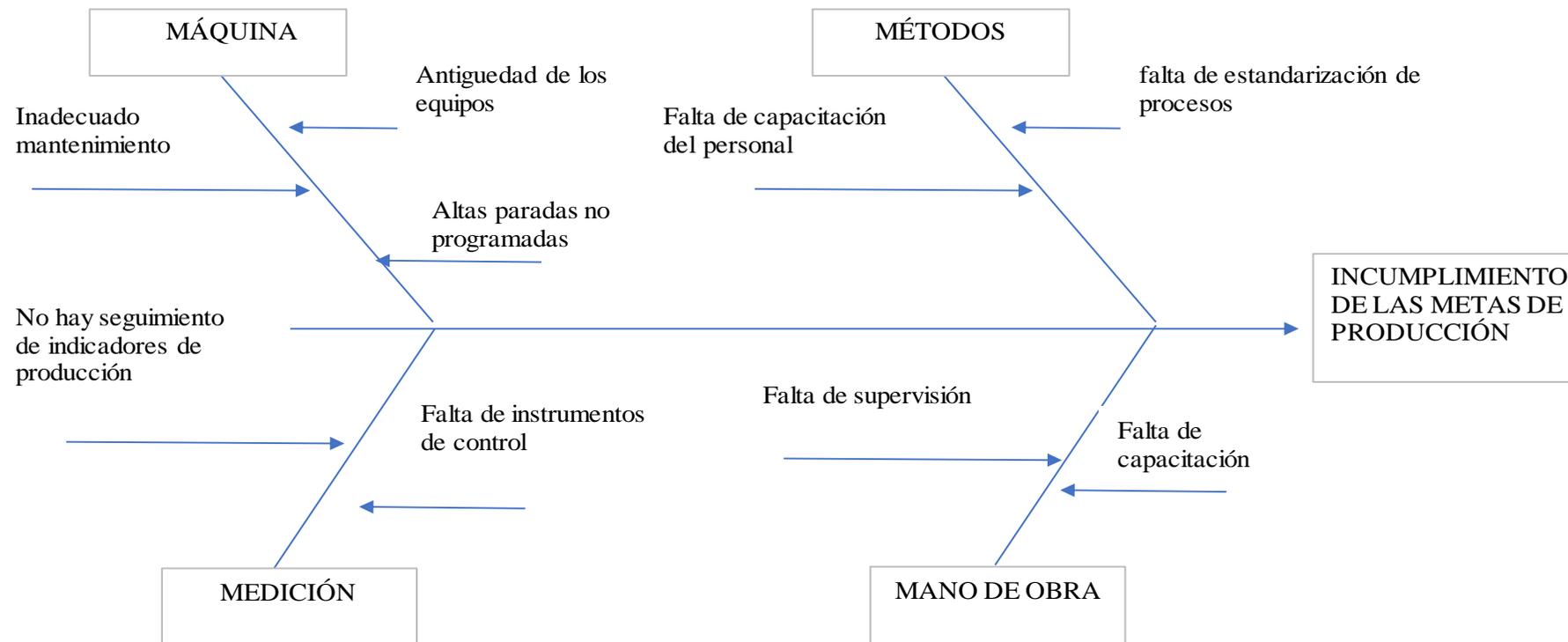


Figura 2: Diagrama de Ishikawa

Fuente: Elaboración propia

Problema principal:

¿En qué medida la propuesta de aplicación de Lean Manufacturing va mejorar la Productividad en la línea de paletas de crema en una empresa agroindustrial?

Problemas Secundarios:

- a) ¿Cómo disminuir el número de unidades faltantes en la elaboración de paletas de crema mediante la implementación de un sistema de control de insumos en una empresa agroindustrial?
- b) ¿Cómo incrementar el indicador OEE en la línea de paletas de crema mediante un mantenimiento autónomo en una empresa agroindustrial?
- c) ¿Cómo reducir el reproceso de paletas de crema mediante la implementación de Poka Yoke en una empresa agroindustrial?

1.2. Objetivo general y específico

Objetivo general:

Propuesta de aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la línea de paletas de crema en una empresa agroindustrial

Objetivos específicos:

- a) Mediante la aplicación de un sistema de control de insumos se disminuirá el número de unidades faltantes en la elaboración de paletas de crema en una empresa agroindustrial.
- b) Mediante la aplicación de un mantenimiento autónomo se incrementará el indicador OEE en una empresa agroindustrial.
- c) Mediante la aplicación de Poka Yoke reducirá el reproceso de paletas de crema en una empresa agroindustrial.

1.3. Delimitaciones de la investigación: temporal, espacial y temática.

- a) Temporal: La investigación utiliza información y datos registrados desde mayo del 2021 hasta abril del 2022. De manera que el presente trabajo es una propuesta, los datos utilizados en el Post test son resultado de la creación de escenarios con los datos del pre test, siendo el post test una proyección hacia el mes de mayo 2022 al mes de abril 2023.

- b) Espacial: para esta tesis se utilizó datos tomando como muestra las paletas de crema en el periodo de mayo 2021 hasta abril 2022. Esta es una empresa dedicada a la fabricación de productos lácteos, para ser más específicos, se dedica a la fabricación de helados. Esta fue instaurada hace 17 años, específicamente el 02 de noviembre de 2005 está comprendida dentro de la provincia constitucional del Callao, Urb. Grimanesa Callao, Lima Perú como se aprecia a continuación en la figura.



Figura 3: Ubicación de la Empresa

Elaboración: Propia

- c) Temática: La investigación está centralizada en el estudio del proceso de producción de la línea de paletas de crema y la mejora de la productividad a través de las herramientas de Lean Manufacturing pudiendo hacer mención al método Poka Yoke, el mantenimiento autónomo y la implementación de un Sistema de control en el proceso.

1.4 Justificación e importancia

- a) Justificación teórica:

Bajo este criterio, la investigación se basó en la búsqueda de reducir despilfarros y puntos de mejora de los procesos dentro del área de producción de la empresa UPASAC, UNIÓN DE PRODUCTOS AGROINDUSTRIALES SAC, con el fin de mejorar la productividad utilizando las herramientas de la metodología Lean Manufacturing: Poka Yoke, sistemas de control y mantenimiento autónomo.

- b) Justificación práctica:

Este proyecto se realizó con el propósito de mejorar la productividad en la línea de paletas de crema utilizando la metodología Lean manufacturing para

optimizar los tiempos, aminorar costos y disminuir los desperdicios de los recursos.

c) Justificación social:

La importancia social de esta investigación está en la propuesta de mejora de un proceso industrial, en este caso el de la producción de paletas de crema, mediante el uso de herramientas de la metodología Lean Manufacturing. Con la implementación de un mantenimiento autónomo se obtiene una reducción de los tiempos de paradas no programadas, esto no sólo beneficia a la productividad de la empresa sino también a los operarios, debido a que los trabajadores realizarán las tareas sin retrasos. Con la propuesta de implementación del Poka Yoke se consigue prevenir los errores del personal de trabajo y por último con el sistema de control de insumos la reducción de las unidades faltantes. De esta manera el personal de trabajo realizará las operaciones de manera correcta, cumpliendo con sus actividades, sintiéndose satisfechos con su trabajo y disminuyendo su fatiga.

d) Importancia:

El presente proyecto puede servir como ejemplo para otras empresas del sector industrial que buscan mejorar la productividad de sus procesos utilizando la metodología Lean Manufacturing con el propósito de reducir los despilfarros de los recursos, optimizar los tiempos y reducir costos.

Esta investigación busca mejorar la productividad de la línea de paletas de crema en una empresa agroindustrial, analizando el proceso de producción e identificando errores con el fin de que posteriormente el número de unidades programadas por producción se puedan completar y llegar al objetivo requerido, evitando la falta de unidades de paletas de crema e incumplimiento de programación. De manera que, al reducir los faltantes logremos utilizar los recursos necesarios para las unidades programadas, evitando que se consuman los recursos para una cantidad menor a la que realmente está destinada.

A consecuencia de la investigación, la productividad de la línea de paletas de crema aumentará, se reducirá el proceso generado por los errores cometidos durante el proceso de producción y disminuirán las unidades faltantes de paleta.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio de investigación

Investigaciones nacionales

Herrera (2020) en su tesis titulada “Propuesta de un sistema de indicadores de eficiencia general de equipos (OEE) para mejorar la productividad en el área de tejeduría de una empresa textil ‘de la facultad de Ingeniería industrial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, cuyo objetivo principal fue proponer un sistema de efectividad general del equipo (OEE) para mejorar la productividad en una empresa textil. Mediante la evaluación de rendimiento diario para mejorar la cantidad de tejido, la evaluación diaria de disponibilidad para mejorar la utilización del tiempo de trabajo dedicado a la producción de telas y a evaluaciones diarias del indicador de calidad todos los días para reducir la cantidad de metros de tela utilizados en la producción de telas. El tafetán 105 se utilizó como producto de referencia para este estudio por ser más representativo en cuanto a la cantidad de metros de tela producidos en la empresa; uno de los telares que fabrican la tela, se identifica, como una muestra probabilística. Los datos fueron recolectados durante dos meses (marzo y abril) utilizando formatos desarrollados para procesar datos sobre motivos de parada. Utilizando el principio de Pareto, se identificaron aquellas causas de inconsistencia, las cuales primero deben ser analizadas para determinar las causas. La propuesta de esta tesis se confirma al comparar los resultados obtenidos en ambos meses de estudio, donde se establece que el valor OEE es el resultado de alternativas propuestas e implementadas en el proceso de tejido; además, al optimizar el período de producción, el costo de producción también aumentó. Así, se concluye que la provisión de análisis de indicadores OEE permite aumentar la productividad; Además, la evaluación de la disponibilidad, los indicadores y la calidad permitieron aumentar la cantidad de horas de producción, aumentar la cantidad de metros producidos y reducir la cantidad de telas usadas.

García y Santos (2020) en su tesis titulada propuesta de implementación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la fabricación de discos de aluminio en una empresa laminadora de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Ricardo Palma , el objetivo El objetivo de este estudio fue

incrementar la productividad de una empresa de laminación en el proceso de fabricación de discos de aluminio a través de pruebas experimentales de y el uso de herramientas de la metodología Lean Manufacturing: Poka Yoke, SMED y estandarización. El tipo de investigación fue aplicado a nivel explicativo con un diseño cuasi experimental y un enfoque cuantitativo. Para analizar el problema utilizaron datos del área de producción del período de enero a julio de 2018, como órdenes de trabajo, órdenes de pedido, etc. Se identificó uso ineficiente de recursos, falta de control en la ejecución de procesos principales: laminación, cocción y selección. Los resultados de las pruebas fueron los siguientes: Utilizando el dispositivo Poka Yoke se redujo en un promedio del 25% el uso de insumos en el proceso de laminado, con la estandarización en el proceso de disco se redujo en un 5,73% el uso del horno de calcinación, y, finalmente, el uso de la herramienta SMED redujo el rendimiento del proceso de disco en un 16 %. Por lo tanto, se concluyó que, con procesos diferentes del taller, utilizando su metodología de producción de baja productividad, en este caso, es posible incrementar 9.4%.

Duran (2018) en la tesis titulada “Propuesta de mejora para disminuir los tiempos de paradas no programadas de los buses en una empresa de transporte público a través de la metodología RCM y un mantenimiento autónomo” de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicada, el objetivo de este proyecto de mejora es reducir el tiempo de paradas no planificado debido a fallas mecánicas mediante la aplicación del mantenimiento autónomo del. Para lograr estas mejoras, se realizaron análisis de criticidad de buses, se realizaron Análisis de Modos y Efectos de Falla (AMEF) y se implementó las 5". Se obtuvo como conclusiones que el total de las paradas inesperadas de 67% se debieron a las fallas mecánicas en el bus. Por otro lado, el impacto económico está representado principalmente por el costo de oportunidad de 886,306 soles. La evaluación económica del proyecto permitió determinar una TIR del 85% y un VAN de obtenido de s/. 3 086 que representa la diferencia entre el beneficio de la corriente futura descontada y la inversión realizada, la cual esta es positiva.

Cruz y Cueva (2020) en su tesis titulada “Propuesta de implementación de las herramientas Lean Manufacturing en el concesionario San Antonio” de la

Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad de Piura. Tuvo como objetivo reducir el alto tiempo de atención durante el mantenimiento en un concesionario San Antonio Motors - Hyundai utilizando la metodología Lean Manufacturing. Primero, se examinaron y analizaron los datos relevantes para la metodología de manufactura esbelta, se describen sus principios y herramientas. Luego se recopiló información relacionada con la empresa para desarrollar un diagnóstico del estado actual de la empresa a través de un mapa de valor (VSM). A continuación, el problema ocurre dentro del concesionario San Antonio Motors - Hyundai. Además, se definen los objetivos, hipótesis y procedimientos para lograr el objetivo de la investigación. Se identifican sugerencias de mejora utilizando herramientas metodológicas. Para el estudio, la metodología se dividió en 5 partes: Diagnóstico de la situación actual, determinación del desempeño del proceso de servicio, determinación de indicadores de desempeño, desarrollo de un plan de acción para la implementación de mejoras y evaluación de la implementación de estas mejoras. Resultados: La implementación adecuada de la metodología de manufactura esbelta resultó en una reducción del tiempo de procesamiento. Esto se redujo a 76 minutos. Conclusiones: Se logró una reducción del tiempo de servicio. Además, se verificó que la realización de actividades “bien a la primera” ayuda a evitar la repetición y, por lo tanto, permite realizar otras actividades.

Heredia (2017) en su tesis titulada “Propuesta de un Sistema de Control Interno para mejorar los procesos de producción de alimentos balanceados en la empresa KIME E.I.R.L. periodo 2016” de la Universidad Católica Santo Toribio De Mogrovejo, se basó en un sistema de control interno en su estructura comprende todas las normas y procedimientos adoptados por la dirección de la empresa para asegurar el orden y la gestión eficaz de las estrategias y metas establecidas. Se observó que la Empresa KIME E.I.R.L. tiene limitaciones en sus procesos de producción de alimentos balanceados que afectan los resultados debido a que no cuenta con un adecuado sistema de control interno. El proceso de producción de alimentos no sigue pasos lógicos y no tiene un diagrama de flujo de proceso establecido que permita identificar actividades y puntos críticos. Esto crea riesgos y afecta negativamente sus ingresos. El estudio se realizó mediante un diseño descriptivo aplicado. De acuerdo con el diseño, el medio de recolección

de datos fue una entrevista dirigida a los gerentes; cuestionario entregado a los trabajadores para determinar el proceso de producción; y la observación directa para determinar las actividades específicas de quienes laboran en la empresa. Los resultados obtenidos permitieron determinar el estado de la empresa, lo que indica la ausencia de un sistema de control interno. Se realizaron diagnósticos de procesos, se identificaron riesgos y deficiencias y se propuso un sistema de control interno para mejorar los procesos de producción de alimentos balanceados de la empresa. Se encontraron productos de clase A y se formularon planes y requisitos de producción que podrían aumentar la producción entre un 9,67 % y un 100 % de la demanda esperada. Luego se analizó la rentabilidad de estos planes y mejoras y se obtuvo un beneficio de 5.04 soles. Este proyecto muestra la importancia de una adecuada planificación de la producción, ya que a menudo se desperdicia la capacidad disponible debido a esto.

Investigaciones Internacionales

Álvarez (2022) en su tesis titulada “Propuesta de aplicación de la filosofía Lean Manufacturing en la bodega de químicos de la empresa aguas del Ecuador, ADE, CIA. LTDA” de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad del Azuay se desarrolla el diagnóstico de la empresa ADE; la cual se encarga de la elaboración y venta de productos químicos para la potabilización del agua. En primer lugar, se realizó un análisis detallado de la situación principal del departamento de la empresa, y se observó que los principales problemas de la 8son el desorden y la falta de limpieza, luego se describió e identificó tres desperdicios de la, a saber: i) exceso de existencias., ii) transporte de materiales y herramientas y iii) movimientos innecesarios del trabajador. El principal objetivo de esta investigación es reducir los desperdicios detectados, para ello se analizaron diversas herramientas lean, cuáles de ellas son las más adecuadas, se realizaron pruebas piloto con su aplicación, se evaluaron mejoras y finalmente sugerencias para mejorar la empresa fueron tenidas en cuenta. Se concluyó que las herramientas adecuadas para el nivel actual de la empresa y sus necesidades son: 5S, Andon y Kanban, que conducen a mejoras en tiempo y calidad a través de la implementación de pruebas piloto, lo cual ha sido probado cuando se usa VSM en actividades es de 102,51 minutos. En la evaluación se encontró una mejora de 44% a 79% en la herramienta 5S. Podemos apreciar en las evidencias las mejoras

en el área, donde se demuestra, de manera sencilla, el impacto positivo de usar la filosofía de Lean Manufacturing.

Colorado y Quintero (2020) en el trabajo titulado: Implementación de los Pilares de Mantenimiento Autónomo (paso 0) y Mantenimiento Planeado (paso 1) de Mantenimiento Productivo Total (TPM) en el área de prensas y planta 1 de la empresa C.I. Colauto S.A.S de la Universidad de Antioquía en Colombia, nos dice que en el proyecto que implementó el Sistema de Mantenimiento Productivo se concentró principalmente en el desarrollo de un Mantenimiento Autónomo y un Mantenimiento Planeado. Los resultados muestran que, a partir del avance de la implementación, el porcentaje de cumplimiento del Mantenimiento Planeado aumentó de un 74% a un 100% en tres meses, lo que en definitiva evidencia el avance en la implementación del Mantenimiento Planeado, pasó de una calificación Aceptable a Satisfactoria.

Hernández., Gómez, Ibarra, Vargas, Salgado y Máynez (2018) en el trabajo titulado “Implementación de poka-yoke en herramental para disminución de ppms en estación de ensamble” en la Universidad Autónoma de la Ciudad de Juárez en México. Este proyecto, desarrollado en una empresa local, es una mejora en la industria automotriz a través de la implementación de un sistema anti-defecto llamado Poka-Yoke con el fin de reducir los defectos por millón o partes por millón [PPMS], que resultan del montaje incorrecto de este tipo. El problema surgió porque los dos modelos usaban ejes similares, que podrían confundirse fácilmente, y produjeron 224,000 PPMS en enero. El objetivo de este trabajo fue reducir los PPM generados en al menos un 50% implementando un poka yoke que evita este error. Se implementó el propio yugo puro, que difería en el largo de la pieza y su geometría. Se realizó un estudio de repetibilidad y reproducibilidad [RandR] para validar el yugo puro. Después de la implementación, PPMS se redujo en un 87,97%. Conclusión: Poka-Yokes es una herramienta eficaz para la mejora continua y la reducción de errores.

2.2 Bases teóricas vinculadas a la variable o variables de estudio

2.2.1 Lean Manufacturing

a) Origen de la filosofía Lean Manufacturing

Según Socconini (2019) Como inventor y figura clave en la historia del Lean Manufacturing se considera a James Watt como el iniciador de la

industrialización moderna con la creación de la máquina de vapor considerando, así como la primera etapa de la Revolución Industrial y Eli Whitney al presentar una máquina con partes intercambiables que instruyó lo que ahora se conoce como estandarización porque puede crear lo que se llama producción en masa.

Según Rojas y Gisbert (2017) La manufactura esbelta proviene del sistema de manufactura Justo a Tiempo (JIT), desarrollado por Toyota en la década de 1950. A lo largo de los años, esta filosofía ha evolucionado hasta convertirse en un modelo de sistemas de mejora de la productividad asociados a la excelencia industrial.

b) ¿En qué consiste Lean Manufacturing?

Se puede definir como un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación del desperdicio o excesos, entendiendo como excesos toda aquella actividad que no agrega valor en un proceso, pero sí costo y trabajo. Esta eliminación sistemática se lleva a cabo mediante trabajo con equipos de personas bien organizadas y capacitadas. Debemos entender que Lean Manufacturing es una tarea incansable e interrumpida para crear empresas más efectivas, innovadoras y eficientes. (Socconini, 2019, p. 20).

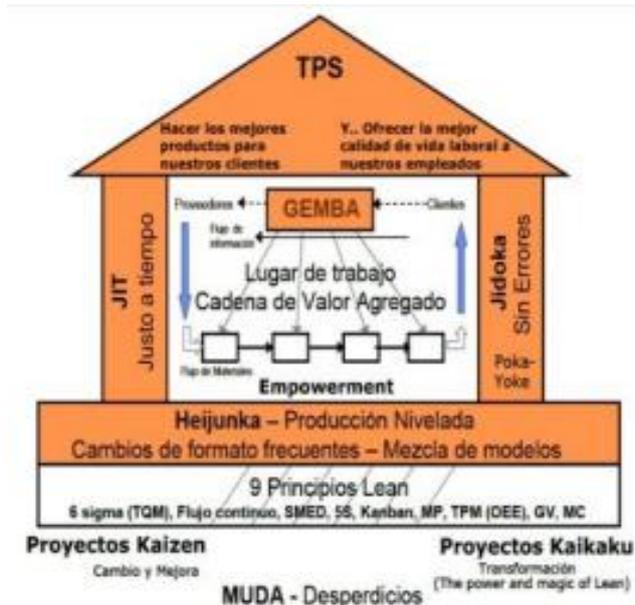


Figura 4: Esquema metodología Lean Manufacturing.

Fuente: EOI (2017)

c) ¿Por qué implementar Lean Manufacturing?

Al implementar herramientas de Lean Manufacturing, las empresas han logrado cambios productivos en sus plantas:

- Reducción en los costos de producción
- Reducción en los costos de compras
- Disminución de los inventarios
- Disminución en el área ocupada por la planta
- Aumento de la calidad de sus productos
- Disminución del lead time
- Aumento de la eficiencia y de la productividad
- Mermar la rotación del personal
- Incrementar los índices de motivación del personal
- Aumentar la utilidad del negocio.

Miramontes (2018) La aplicación de la metodología Lean es necesaria para mejorar la empresa o industria de acuerdo a las condiciones y cambios introducidos con el avance de la globalización, por lo que la aplicación de una serie de herramientas ayuda a resolver problemas y crear hábitos internos que influirán en la cultura y liderazgo de la organización.

d) Beneficios de Lean Manufacturing

Según Hernández y Vizán (2013). La aplicación de la filosofía Lean Manufacturing a nivel mundial ha demostrado ser una de las formas más efectivas de mejorar la eficiencia y la productividad empresarial. Los fabricantes de clase mundial se esfuerzan constantemente por reducir los costos de producción, mejorar la calidad del producto y satisfacer plenamente las necesidades de los clientes. Solo puede suceder cuando todos en la empresa están enfocados en la mejora continua, la búsqueda de la perfección y haciendo su trabajo de manera más inteligente.

e) ¿Qué es un desperdicio?

El desperdicio es cualquier actividad que consume recursos, pero no agrega valor al cliente final. De hecho, las actividades que crean valor real para los clientes son solo una pequeña parte de todo el proceso de trabajo.

López (2019) Cuando se originó el Sistema de Producción Toyota, Taiichi Ohno descubrió que había desperdicios que afectaban directamente el

proceso y que eran muy comunes, por lo que los dividió en siete grupos o conocidos hoy como los Siete Desperdicios del Lean Manufacturing.

Los 7 desperdicios:

Según Quijada (2019) sobreproducción es producir más de lo que se necesita o producir algo antes de que se necesite. La idea errónea de que es mejor producir en masa para reducir los costos de producción y mantenerlos en stock hasta que la demanda del mercado se vuelve común. El mal comportamiento es un desperdicio obvio porque estamos usando mano de obra y recursos financieros en bruto.

Tiempo de espera es el desperdicio por tiempo de espera es el tiempo perdido como resultado de una secuencia de trabajo o un proceso ineficiente. Deben ser las máquinas quienes esperen a las personas y no al revés”.

(Quijada, 2019, p.19)

El Transporte es según Quijada (2019) mover piezas de un proceso a otro, o de un proceso al almacén, o viceversa. Los desperdicios del transporte resultan del movimiento o manejo innecesario de materiales.

El exceso de procesos según Quijada (2019) ocurre cuando hay operaciones repetitivas en el proceso de producción que no son necesarias.

Generalmente ocurre cuando no hay comunicación entre el operador y el supervisor.

Inventario según Quijada (2019) es la acumulación de exceso de producción, productos defectuosos, equipos o maquinaria sin usar creará un impacto negativo en la empresa ya que sufre pérdidas por tener stock de inventarios y también conduce a la baja utilización de las instalaciones.

Movimientos según Quijada (2019) es trasladarse innecesariamente de un lugar a otro es una de las principales razones para perder el tiempo sin realizar una actividad necesaria o agregar valor al proceso.

Defectos según Quijada (2019) son las piezas mal fabricadas o piezas fabricadas que necesitarán reparación. Esto significa una gran pérdida de productividad porque requiere un trabajo extra, por lo que los procesos de producción deben diseñarse adecuadamente para obtener el producto final con la calidad requerida.

2.2.2 Sistema de control de insumos

El control interno en cualquier organización, reviste mucha importancia, tanto en la conducción de la organización, como en el control e información de la operaciones, puesto que permite el manejo adecuado de los bienes, funciones e información de una empresa determinada, con el fin de generar una indicación confiable de su situación y sus operaciones en el mercado; ayuda a que los recursos (humanos, materiales y financieros) disponibles, sean utilizados en forma eficiente, bajo criterios técnicos que permitan asegurar su integridad, su custodia y registro oportuno, en los sistemas respectivos (Mendoza y Ponce, 2012, p.12)

2.2.3. Poka Yoke

Como muchos saben, Poka Yoke es una herramienta perteneciente a la metodología Lean Manufacturing. Con dicha herramienta se busca llegar a mejorar la calidad, considerando no solo al proceso, sino que también y de manera especial a la mejora de la calidad del producto.

Con la aplicación de Poka Yoke en las empresas y en sus sistemas productivos, los resultados llegan a ser en la práctica mucho más eficientes, esto debido a que el aplicar las herramientas de este concepto, nos conlleva a tener un mayor grado de estandarización en la compañía. (Salcedo & Acevedo,2020)

Poka-yoke, es un concepto, más que un sistema o dispositivo. Un dispositivo Poka yoke es un mecanismo que ayuda a prevenir los errores antes de que sucedan, o los hace que sean muy obvios para que el trabajador se dé cuenta y lo corrija a tiempo. Un sistema Poka-yoke implica dos acciones: el cien por ciento de inspección con retroalimentación y acción inmediata cuando los defectos o errores ocurren. (Díaz, Oviedo, Sánchez y Ibáñez, 2019, p. 107)

Esta herramienta nos percata de la gran relación de causa y efecto que tienen los errores con los defectos, interpretando a uno como la causa del otro. Es decir que, para evitar los efectos, o, mejor dicho, los defectos; pues se tienen que realizar algunos procedimientos incluyendo el uso de dispositivos Poka Yoke, los cuales ayuden a evitar las causas de estos previniendo el origen de dichos errores.

La mayoría de los defectos tienen un culpable: el hombre, pero no está solo. Trabaja con otros operarios, con máquinas y herramientas, y es ahí donde sí se

pueden reducir el número de fallas, se pueden evitar errores, y se puede lograr “cero defectos”. (López, Sánchez y García, 2017, p. 2)

Los componentes o dispositivos Poka Yoke, como se había mencionado anteriormente, nos ayudará a prevenir errores, estos dispositivos fueron creados hace muchos años por un ingeniero japonés llamado Shigeo Shingo en la década de los 90, él fue uno de los pioneros de Lean Manufacturing.

Entre sus aportaciones a la manufactura, destaca la creación de los dispositivos poka yoke, que eliminan defectos al eliminar errores. Estos mecanismos eran antes conocidos como baka- yoke (a prueba de tontos), pero Shingo afirmaba que este término ofendía a las personas y, además había que reconocer que todas las personas, incluso las más inteligentes, cometen errores; por ello cambió el nombre por el término Poka Yoke, que significa <<a prueba de errores>>. (Socconini, 2019, p. 19)

En conclusión, estos dispositivos Poka Yoke son utilizados para aumentar la calidad de un producto, teniendo como objetivo el conseguir cero defectos, así se hayan ocurrido algunos traspiés en el proceso, esto quiere decir que los dispositivos Poka Yoke buscan un producto sin desperfectos; previniendo las irregularidades del producto en un 100%. (Rajadell & Sánchez, 2010)

a) Diferencia entre los términos: Error y defecto

Para lograr entender mejor a los distintos autores que han escrito acerca de Poka Yoke, debemos saber a qué se refieren cuando mencionan que dicha metodología nos ayudará a “prevenir errores” y a obtener “cero defectos”. Es entonces cuando nos damos cuenta de la importancia al diferenciar estos tan mencionados términos en las diferentes investigaciones.

Según Rodríguez (2009) los defectos no son más que las derivaciones o consecuencias de los errores que se cometen, mientras los errores son los causantes de estos malos resultados. Es decir, tienen una relación de causa-efecto. Por esto es vital atacar la causa de estos errores para así evitar y eliminar que se produzcan los tan indeseados defectos.

El error es un suceso a través el cual, causado por la ausencia o pobreza de conocimiento, insuficiencia o contratiempo, puede ocasionar más de un defecto.

A continuación, presentamos algunos tipos de errores que son causados por un factor muy importante a lo largo del proceso productivo, errores causados por el factor humano.

- El olvido de un trabajador en cuanto a una indicación dada por sus superiores.
- El mal entendimiento de alguna instrucción, aviso o advertencia para la realización de las operaciones a desarrollar.
- Inexperto, cuando el trabajador es nuevo en el campo y no tiene la destreza suficientemente desarrollada.
- Descuido, cuando el operario no está concentrado en su trabajo.
- Falta de estándares, Debido a la carencia de documentación en cuanto al desarrollo de los procedimientos que se deben realizar.
- Sorpresas, por falta de estudios y análisis que deberían llevar a cabo para tener el conocimiento de los posibles entornos o circunstancias en las cuales se puede llegar a encontrar el proceso.

Un claro ejemplo en la empresa de la cual se está realizando el estudio, podría ser cuando el operario encargado de desmoldar las paletas de crema, no sabe a qué temperatura debería estar el agua del depósito donde se desmolda. Si el operario desmolda las paletas con el agua a una temperatura muy alta, es decir, si el agua está muy caliente, las paletas de crema se derretirán, se perderá peso y se deformarán, por lo que, al ser un producto defectuoso, deberá volver a procesarse, así que irá de frente como reproceso.

2.2.4 Eficiencia general de los equipos (OEE)

Es una herramienta que combina múltiples aspectos de la producción y puntos de referencia para proporcionar información sobre el proceso. Es una herramienta integral de evaluación comparativa que sirve para evaluar los diferentes subcomponentes del proceso de producción (por ejemplo, disponibilidad, rendimiento y calidad) – y se utiliza para medir las mejoras reales en 5S, Manufactura Lean, TPM, Kaizen y Seis Sigma (Casilimas y Poveda, 2012, p.28).

El indicador OEE también denominado como eficiencia general de los equipos, es un indicador sumamente valioso debido a que este, se logra obtener

analizando tres indicadores importantes para conocer cuál es el estado actual de nuestro proceso productivo, evaluando no solo las unidades producidas y las conformes, sino que también abarca lo que son las paradas de máquina y su capacidad productiva.

Se dice que engloba todos los parámetros fundamentales, porque del análisis de las tres razones que forman el OEE, es posible saber si lo que falta hasta el 100% se ha perdido por disponibilidad (la maquinaria estuvo cierto tiempo parada), eficiencia (la maquinaria estuvo funcionando a menos de su capacidad total) o calidad (se han producido unidades defectuosas) (Casilimas y Poveda, 2012, p.28).

A continuación, haremos mención a los tres indicadores o razones porcentuales que están ligados con la eficiencia general de los equipos (OEE):

a) Disponibilidad

Este es un indicador el cual resulta de dividir el tiempo productivo con el tiempo disponible. Es decir que solo se toma en cuenta el tiempo en el que realmente ha trabajado la máquina, el tiempo en el que ha estado produciendo descartando las paradas considerándolas pérdidas de tiempo ya sea por averías o esperas.

b) Averías

Son consideradas como la primera pérdida.

Un repentino e inesperado fallo o avería genera una pérdida en el tiempo de producción. La causa de esta disfunción puede ser técnica u organizativa (por ejemplo; error al operar la máquina, mantenimiento pobre del equipo). El OEE considera este tipo de pérdida a partir del momento en el cual la avería aparece (Casilimas y Poveda, 2012, p.31).

c) Esperas

El tiempo de producción se reduce también cuando la máquina está en espera. La máquina puede quedarse en estado de espera por varios motivos, por ejemplo; debido a un cambio, por mantenimiento, o por un paro para ir a merendar o almorzar. En el caso de un cambio, la máquina normalmente tiene que apagarse durante algún tiempo, cambiar herramientas, útiles u otras partes (Casilimas y Poveda, 2012, p.31).

d) Eficiencia o Rendimiento

Este indicador resulta de dividir la producción total real entre la producción teórica del tiempo operativo, es decir que será resultado de dividir las unidades totales producidas entre las unidades que realmente debieron salir en el mismo periodo de tiempo.

Aquí lo que tiene una gran participación es la velocidad de la máquina. Si hay pérdidas de velocidad, esto generará una disminución en cuanto al rendimiento.

Tenemos dos tipos de pérdidas de velocidad, las cuales son:

e) Micro paradas

Según Casilimas y Poveda (2012) las micro paradas son interrupciones cortas menores a 5 minutos, por lo que muchas veces no se consideran como una pérdida de tiempo. Sin embargo, aunque son paradas muy cortas, estas sí afectan también a la eficiencia general de los equipos.

f) Velocidad reducida

“La velocidad reducida es la diferencia entre la velocidad fijada en la actualidad y la velocidad teórica o de diseño.” (Casilimas y Poveda, 2012, p.32).

g) Calidad

Este indicador de calidad resulta de la división entre el número de unidades conformes o buenas entre las unidades totales producidas.

Cuando la máquina no produce unidades conformes o buenas hay una disminución de la calidad.

h) Desechos (Scrap)

Los desechos son las unidades que no cumplen con los estándares de calidad y que no pueden ser reparados para convertirse en unidades buenas, simplemente se desechan. Esto puede ocurrir por ejemplo al inicio del proceso, justo durante el arranque de la máquina, debido a que en ese momento la producción no es estable y las primeras unidades salen con fallas y no cumplen con los estándares de calidad establecidos por la empresa.

i) Retrabajo

Las unidades retrabajadas son productos que no cumplieron con los estándares de calidad a la primera, esto quiere decir que tienen que volver a pasar por el proceso productivo y convertirse recién en unidades conformes

A primera vista, los productos retrabajados no parecen ser muy malos, incluso para el operario pueden parecer buenos. Sin embargo, el producto no cumple las especificaciones de calidad a la primera y supone por tanto un tipo de pérdida de calidad (al igual que ocurría con el scrap). Las unidades producidas pueden ser Conformes, buenas, o No Conformes, malas o rechazos. A veces, las unidades No Conformes pueden ser reprocesadas y pasar a ser unidades Conformes. La OEE sólo considera Buenas las que se salen conformes la primera vez, no las reprocesadas. (Casilimas y Poveda, 2012, p.32).

2.2.5 TPM

El Mantenimiento Productivo Total es una filosofía de mantenimiento que optimiza el rendimiento del equipo, reduce las averías y fomenta el mantenimiento autónomo por parte del operador y todo el equipo de operadores y técnicos.

Permite aumentar la eficiencia de los equipos con la participación activa de operadores e incluye personal de mantenimiento y operación, supervisores, supervisores, etc. Se basa en la búsqueda constante de mejora de los procesos y medios de producción, con la participación activa de todos los involucrados en la producción.

TPM se utiliza para lograr un alto nivel de productividad, este nivel de productividad se mide en por el indicador de efectividad global del equipo (OEE).

2.2.6 Mantenimiento autónomo

Según Socconini (2008) Este tipo de mantenimiento es la base del TPM, en el que el operador de producción participa en el aprendizaje, reconocimiento y mantenimiento de los equipos.

a) Objetivos de plan de mantenimiento

- Facilitar la participación y aumentar la motivación de los empleados.

- Establecer normas para prevenir el deterioro y mantenimiento de los equipos.
- Mejora regular del conocimiento del operador

2.3 Definición de términos básicos

Eficiencia:

Para Sánchez (2020), es el logro de los objetivos de la empresa mediante la obtención de beneficios económicos, pero al menor costo de los recursos, es decir, producir a través de la mejora de las materias primas y materiales disponibles.

Maduración:

Conservación de la mezcla para obtener mejores resultados de integración de los componentes.

Overrun:

Es la adición de aire a la mezcla de helado. Todos los helados se elaboran a máquina, ya sea de forma continua o intermitente, durante la congelación se bombea aire a la masa del helado, lo que aumenta el volumen del helado, haciéndolo más suave y homogéneo. Peso más ligero y mayor rendimiento.

Pasteurizado:

Según la RAE (2021), es elevar la temperatura de los alimentos líquidos por debajo del punto de ebullición durante un período breve y luego enfriarlos rápidamente para matar los microorganismos sin cambiar la composición y la calidad del líquido.

Proceso:

Para Gómez y Brito (2020) un proceso es una serie de actividades interrelacionadas que tienen como objetivo resultados dirigidos a clientes internos o externos, donde el valor agregado de los insumos contribuye a satisfacer la demanda expresado por el cliente. Un proceso es una serie de actividades que crean valor para los clientes.

Productividad:

Según Gómez y Brito (2020), es la relación que existe entre dos factores de producción que evalúan el desempeño de un proceso mediante el consumo de los recursos para obtener un producto o servicio.

Rebanar:

Cortar o dividir algo de una parte a otra. (RAE, 2021)

CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis

3.1.1 Hipótesis general

Si se aplica Lean Manufacturing mejorará la productividad en la línea de paletas en una empresa agroindustrial.

3.1.2. Hipótesis específicas

- a) Mediante la aplicación de un sistema de control se disminuirá el número de unidades faltantes en la elaboración de paletas de crema en una empresa agroindustrial.
- b) Mediante la aplicación de un mantenimiento autónomo se incrementará el indicador OEE en una empresa agroindustrial.
- c) Mediante la aplicación de Poka Yoke reducirá el reproceso de paletas de crema en una empresa agroindustrial.

3.2 Variables

3.2.1 Definición conceptual de las variables independientes

Tabla 2

Definición conceptual de las variables independientes

PROBLEMA	TIPO	VARIABLES INDEPENDIENTES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	TÉCNICAS
¿En qué medida la propuesta de aplicación de Lean Manufacturing va mejorar la Productividad en la línea de paletas en una empresa agroindustrial?	VARIABLE INDEPENDIENTE	Lean Manufacturing	Según Socconini (2019), se Puede definir como un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminaciones de desperdicios o redundancia, incluidas todas las actividades redundantes que no agregan valor al proceso, pero aumentan los costos y la mano de obra adicional.	Se consiguió la información tomando de la base de datos de la empresa, está se recolecta a diario a través diferentes formatos encargados por diferentes responsables, donde se consolidó esta información limpiando la base de datos y ordenando de acuerdo a los problemas planteados que se observaron en el área de producción de paletas de crema, esto se hizo a través del Excel. se observó cada proceso :
¿Cómo disminuir el número de unidades faltantes en la elaboración de paletas de crema mediante la aplicación de un sistema de control de insumos en una empresa agroindustrial?	VARIABLE INDEPENDIENTE	Sistema de control	Son conjunto de dispositivos que ayudan a reducir las fallas puede ser de tipo eléctrico, neumático o mecánico.	Para el proceso de pasteurización se va implementar dispositivos de control para evitar unidades faltantes proponemos la implementación de un caudalimetro digital en los tanques de pasteurizado y un manómetro en la máquina productora para helado.

<p>¿Cómo incrementar el indicador OEE en la línea de paletas de crema mediante una aplicación de un mantenimiento autónomo en una empresa agroindustrial?</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p>	<p>Mantenimiento o autónomo</p>	<p>Según Socconini (2008) Este tipo de mantenimiento es la base del TPM, en el que el operador de producción participa en el aprendizaje, reconocimiento y mantenimiento de los equipos.</p>	<p>Para el proceso de empaquetado se analizó por qué hay tiempos en donde se tiene que parar la producción a través de los tiempos que se obtuvieron de los documentos oficiales de la empresa por lo cual se va proponer un mantenimiento autónomo.</p>
<p>¿Cómo reducir el reproceso de paletas de crema mediante la aplicación de Poka Yoke en una empresa agroindustrial?</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p>	<p>Poka Yoke</p>	<p>Poka Yoke en las empresas y en sus sistemas productivos, los resultados llegan a ser en la práctica mucho más eficientes, esto debido a que el aplicar las herramientas de este concepto, nos conlleva a tener un mayor grado de estandarización en la compañía. (Salcedo & Acevedo,2020)</p>	<p>Para el proceso de empaquetado analizamos las causas de las unidades a reprocesar ,esta información obtenida de los documentos oficiales de la empresa, donde se observó cual eran las causas recurrentes llegando a conclusión que es debido a los errores del operarios al momento de alimentar con las paletas de crema a la cadena de la empacadora , por lo cual vamos a proponer la creación de una herramienta “Paletera semiautomática colocada al inicio de la cadena de arrastre de la empaquetadora , diseñado a través de AutoCAD.</p>

Fuente: Elaboración propia

3.2.2 Definición conceptual de las variables dependientes

Tabla 3

Definición conceptual de variables dependientes

PROBLEMA	TIPO	VARIABLES DEPENDIENTES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL
¿En qué medida la propuesta de aplicación de Lean Manufacturing va mejorar la Productividad en la línea de paletas en una empresa agroindustrial?	VARIABLE DEPENDIENTE	Productividad	Según Gómez y Brito (2020), es la relación que existe entre dos factores de producción que evalúan el desempeño de un proceso mediante el consumo de los recursos para obtener un producto o servicio.	Se consiguió la información tomando de la base de datos de la empresa esta se recolecta la información diaria a través diferentes formatos encargados por diferentes responsables, donde se consolidó esta información limpiando la base de datos y ordenando de acuerdo a los problemas planteados en el área de producción de paletas de crema esto se hizo a través del Excel. se observó cada proceso :
¿Cómo disminuir el número de unidades faltantes en la elaboración de paletas de crema mediante la aplicación de un sistema de control de insumos en una empresa agroindustrial?	VARIABLE DEPENDIENTE	Unidades faltantes	Unidades que no le logran producir de acuerdo a lo programado en el área de producción.	Para el proceso de pasteurización se va implementar dispositivos de control para evitar unidades faltantes proponemos la implementación de un caudalímetro digital en los tanques de pasteurizado y un manómetro en la máquina productora para helado.

<p>¿Cómo incrementar el indicador OEE en la línea de paletas de crema mediante una aplicación de un mantenimiento autónomo en una empresa agroindustrial?</p>	<p>VARIABLE DEPENDIENTE</p>	<p>OEE</p>	<p>Es una herramienta que combina múltiples aspectos de la producción y puntos de referencia para proporcionar información sobre el proceso. Es una herramienta integral de evaluación comparativa que sirve para evaluar los diferentes subcomponentes del proceso de producción (por ejemplo, disponibilidad, rendimiento y calidad) – y se utiliza para medir las mejoras reales en 5S, Manufactura Lean, TPM, Kaizen y Seis Sigma (Casilimas y Poveda , 2012, p.28).</p>	<p>Para el proceso de empaquetado se analizó porque hay tiempos en donde se tiene que parar la producción a través de los tiempos que se obtuvieron de los documentos oficiales de la empresa por lo cual se va proponer un mantenimiento autónomo</p>
<p>¿Cómo reducir el reproceso de paletas de crema mediante la aplicación de Poka Yoke en una empresa agroindustrial?</p>	<p>VARIABLE DEPENDIENTE</p>	<p>Reproceso</p>	<p>Según Quijada (2019) Ocurre cuando hay operaciones repetitivas en el proceso de producción que no son necesarias</p>	<p>Para el proceso de empaquetado analizamos las causas de las unidades a reprocesar ,esta información obtenida de los documentos oficiales de la empresa, donde se observó cual eran las causas recurrentes llegando a conclusión que es debido a los errores del operarios al momento de alimentar con las paletas de crema a la cadena de la empacadora , por lo cual vamos a proponer la creación de una herramienta “Paletera semiautomática colocada al inicio de la cadena de arrastre de la empaquetadora , diseñado a través de AutoCAD.</p>

Fuente: Elaboración propia

3.2.3 Operacionalización de las Variables Independientes

Tabla 4

Operacionalización de variables independientes

PROBLEMA	TIPO	VARIABLES INDEPENDIENTES	DIMENSIONES	INDICADOR
¿En qué medida la propuesta de aplicación de Lean Manufacturing va a mejorar la Productividad en la línea de paletas en una empresa agroindustrial?	VARIABLE INDEPENDIENTE	Lean Manufacturing	Sistema de control, mantenimiento autónomo ,poka yoke	
¿Cómo disminuir el número de unidades faltantes en la elaboración de paletas de crema mediante la aplicación de un sistema de control de insumos en una empresa agroindustrial?	VARIABLE INDEPENDIENTE	Sistema de control	Identificación de las actividades que afectan al cumplimiento de lo programado ,dispositivo ,Caudalímetro digital ,Manómetro digital	
¿Cómo incrementar el indicador OEE en la línea de paletas de crema mediante una aplicación de un mantenimiento autónomo en una empresa agroindustrial?	VARIABLE INDEPENDIENTE	Mantenimiento autónomo	Identificación de las paradas en la máquina empaquetadora, evaluación de OEE.	
¿Cómo reducir el reproceso de paletas de crema mediante la aplicación de Poka Yoke en una empresa agroindustrial?	VARIABLE INDEPENDIENTE	Poka Yoke	Identificación del reproceso, dispositivo Poka Yoke.	

Fuente: Elaboración propia

3.2.4 Operacionalización de variables dependientes

Tabla 5

Operacionalización de variables dependientes

PROBLEMA	TIPO	VARIABLES DEPENDIENTES	DIMENSIÓN	INDICADOR
¿En qué medida la propuesta de aplicación de Lean Manufacturing va a mejorar la Productividad en la línea de paletas en una empresa agroindustrial?	VARIABLE DEPENDIENTE	Productividad		sí
¿Cómo disminuir el número de unidades faltantes en la elaboración de paletas de crema mediante la aplicación de un sistema de control de insumos en una empresa agroindustrial?	VARIABLE DEPENDIENTE	Unidades faltantes	Unidades faltantes con respecto a lo programado.	% = Unidades faltantes / unidades programadas
¿Cómo incrementar el indicador OEE en la línea de paletas de crema mediante una aplicación de un mantenimiento autónomo en una empresa agroindustrial?	VARIABLE DEPENDIENTE	OEE	Tiempo de paradas en la máquina empaquetadora	%= %DISPONIBILIDAD X % CALIDAD X % EFICIENCIA
¿Cómo reducir el reproceso de paletas de crema mediante la aplicación de Poka Yoke en una empresa agroindustrial?	VARIABLE DEPENDIENTE	Reproceso	unidades a reprocesar en la máquina empaquetadora	% = Unidades reproceso/ Unidades producidas

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Tipo y nivel

Tipo:

El siguiente trabajo congrega los requisitos de una investigación de tipo aplicada, gracias a que los descubrimientos y avances de la metodología y herramientas utilizadas en el estudio, como lo son: La Metodología Lean Manufacturing, Poka Yoke, mantenimiento autónomo y el sistema de control buscan solucionar los problemas de productividad de una línea de paletas de crema en una empresa agroindustrial.

Según Murillo (2008) nos indica que el tipo de trabajo conocido como exploración u investigación aplicada se identifica por aplicar cogniciones adquiridas y al mismo tiempo conseguir más de estas habiéndolas efectuado en base a la exploración.

El tipo de enfoque que se utiliza es un enfoque cuantitativo ya que para comprobar las hipótesis expuestas se hizo uso de datos numéricos brindados por la empresa. “Enfoque cuantitativo Utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías.” (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.4)

Nivel:

Este trabajo fue de nivel de investigación explicativo ya que se explica el comportamiento de una variable en función de otra, siendo estudio de causa y efecto, teniendo como variables independientes a la Metodología Lean Manufacturing, Poka Yoke, y el sistema de control y como variables dependientes a las unidades faltantes, reprocesos y el indicador OEE.

Arias (2012) indica que una investigación explicativa se basa en la correlación causa y efecto, es así como este tipo de investigaciones examina el porqué de los hechos.

4.2 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es experimental tipo cuasi-experimental debido a que se quiere reafirmar que la manipulación de nuestras variables independientes (Lean Manufacturing, Poka Yoke, sistemas de control) genera un cambio en

nuestras variables dependientes (unidades faltantes, reproceso y el indicador OEE) los resultados se darán a través de indicadores de gestión y la comprobación de la hipótesis.

Donde:

- M: Muestra
- OX: Observación de variable independiente (Herramientas Lean Manufacturing)
- OY: Observación de variable dependiente (Productividad)
- r: Relación de las variables de estudio

Según Fernández, Vallejo, Livacic y Tuero (2014) un trabajo u investigación designado cuasi-experimental sostiene como fin principal colocar a exploración una hipótesis causal manejando por lo menos una de las variables independientes en el que por reflexiones logísticas o éticas no se establecen los elementos de averiguación aleatoriamente a los grupos.

El periodo pre test en este trabajo de investigación incluye el mes de mayo 2021 hasta el mes de abril 2022. Habiendo mencionado que la presente investigación es una propuesta de aplicación de Lean Manufacturing para la mejora de la productividad en la línea de paletas de una empresa agroindustrial, se determinó que el periodo post test sería representado en escenarios de mejora abarcando los siguientes 12 meses, es decir, abarcando desde el mes de mayo 2022 hasta el mes de abril 2023.

4.3 Población y muestra

Población:

En el presente trabajo, la población de estudio abarcó la producción de paletas bañadas, las cuales son cubiertas de chocolate; las paletas de frío, las cuales son paletas de hielo y las paletas de crema de helado, las cuales no tienen cobertura de chocolate ni son de hielo, por lo mismo su nombre: paletas de crema, de las cuales estas últimas se realizó el estudio y se tomó como muestra. El periodo pre test se tomó desde el mes de mayo 2021 hasta el mes de abril 2022 como se observa en la tabla 1. El periodo pos test abarcó las proyecciones de mejora desde el mes de mayo 2022 hasta el mes de abril 2023.

Tabla 6

Población vs Muestra programado (2021-2022)

MESES	CREMA, BAÑADO Y FRÍO (UNIDADES) POBLACIÓN	BAÑADO (UNIDS)	FRÍO (UNIDS)	CREMA (UNIDS)	% PALETAS DE CREMA
May-21	585096	63296	99360	422440	72
Jun-21	565165	60177	82388	422600	75
Jul-21	575063	65883	76540	432640	75
Ago-21	593575	141355	110540	341680	58
Set-21	527960	20520	60500	446940	85
Oct-21	870875	321075	100400	449400	52
Nov-21	1022543	258453	90590	673500	66
Dic-21	625600	63240	117440	444920	71
Ene-22	582871	83815	163680	335376	58
Feb-22	509085	63485	99360	346240	68
Mar-22	719817	116455	183520	419842	58
Abr-22	471620	71540	80480	319600	68
TOTAL	7649270	1329294	1264798	5055178	67

Fuente: Elaboración Propia

Muestra:

La muestra es de tipo no probabilístico, esto porque se realizará un muestreo por conveniencia, tomando como muestra las paletas de crema en el periodo de mayo 2021 hasta abril 2022. Es decir, el periodo pre test abarcó desde el mes de mayo 2021 hasta abril 2022, tomando como periodo post test la proyección de mejora mediante la creación de escenarios favorables de este, desde el mes de mayo 2022 hasta abril 2023. Estas paletas de crema son las que más se producen en cada mes a comparación de la producción de las paletas bañadas (paletas con cobertura de chocolate) y las paletas de frío (paletas de hielo) como se observa en la figura 14 y 15.

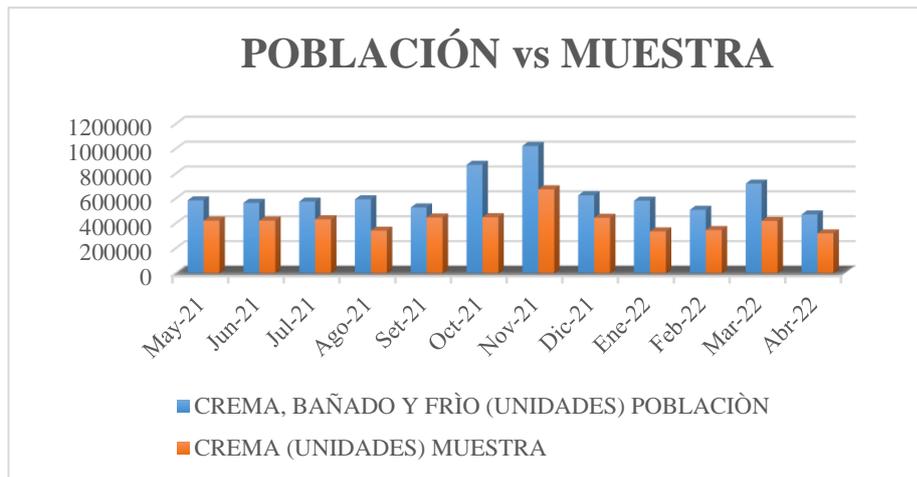


Figura 5: Cuadro de población vs muestra

Fuente: elaboración propia

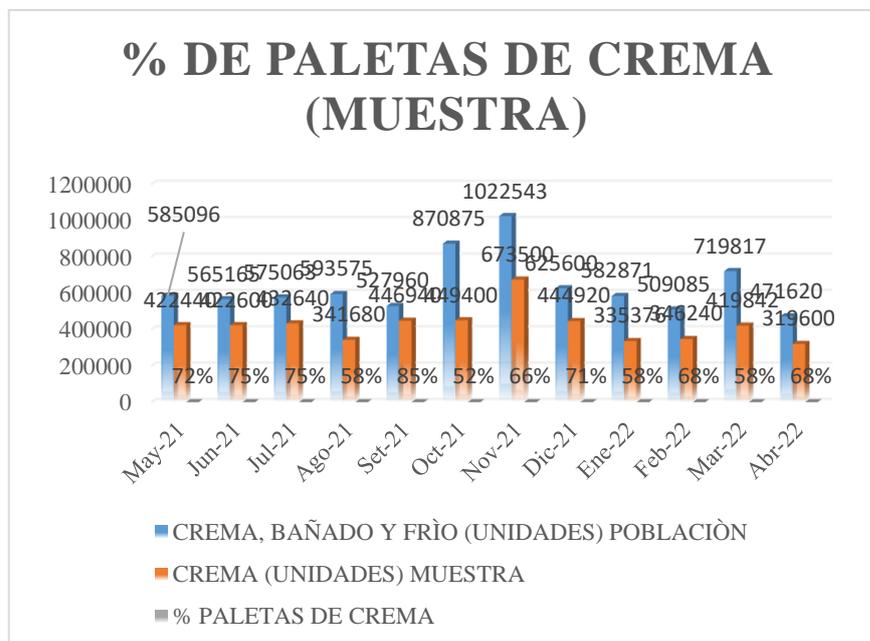


Figura 6: Cuadro de muestra

Fuente: elaboración propia

4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.4.1 Tipos de técnicas e instrumentos

La técnica de recolección de datos que se utilizó es el análisis documental de reportes oficiales de la empresa y entrevista a un colaborador del área de mantenimiento de la empresa por sus conocimientos y experiencia adquirida en el campo y a su vez se obtuvo datos de las fichas de registro de datos de la empresa donde se está realizando el estudio. El instrumento

utilizado se encuentra en el Anexo 6 donde colocamos la Guía de Entrevista sobre: “Entrevista de apreciación del proceso de fabricación de paletas de crema por parte de colaborador en área de mantenimiento”

El objetivo de esta entrevista es recolectar información acerca del proceso de producción en la línea de paletas de crema. Se pregunta acerca del tipo de mantenimiento que se maneja en la línea y las posibles causas de las paradas de máquina según la experiencia del colaborador en la empresa y sus conocimientos adquiridos en el campo. Esto para tener mayor comprensión y visión en cuanto al problema y buscar la solución a las constantes paradas y aumentar el indicador OEE de la empresa. También preguntamos acerca de las posibles causas de la existencia de las unidades faltantes, así como del reproceso. Todo esto con el objetivo de mejorar la productividad en la empresa agroindustrial teniendo no solo los registros originales de la empresa sino también contando con el punto de vista del colaborador.

En el Anexo 5 se pueden observar los registros oficiales de la empresa mientras que en el Anexo 6 se observa el instrumento de guía de entrevista utilizado.

4.4.2 Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos

Como se menciona el levantamiento de información es de primera fuente y no hubo ninguna modificación de los datos, son de fuente original. La empresa nos proporcionó todos los reportes de paradas, del indicador OEE, reportes del área de mantenimiento, proyectos de mejora y producción.

El instrumento que se tomó fue el de la guía de entrevista debido a que nosotras quisimos tener conocimiento del punto de vista de un colaborador de la empresa acerca de la situación actual en el proceso de producción de paletas de crema. La toma de datos mencionados pasó por una revisión y evaluación de parte de los expertos de la Escuela de Ingeniería Industrial para su validación. Personalmente nos comunicamos para que nuestro instrumento fuera revisado y evaluado por expertos para su validación. Es así como estos nos apoyaron con sus observaciones y sugerencias para mejorar. La Carta de Presentación mencionada anteriormente junto con las Ficha de evaluación del instrumento utilizado y los documentos enviados

dentro de la carta se encuentran en las fichas de capturas de datos y/o reportes se encuentran en el Anexo 01, Anexo 02, Anexo 06 y Anexo 07.

4.4.3 Procedimientos para la recolección de datos

Para nuestra recolección de datos, el procedimiento que se cumplió fue el siguiente:

o Como se indicó anteriormente, una de las integrantes del grupo que realizó la tesis trabaja en la empresa caso de estudio y por esta razón se facilitó el acceso a los datos y el ingreso de la otra integrante del grupo a la empresa.

o Se solicitaron los reportes originales de la empresa al área de Mejora de Proyectos mediante un permiso firmado por la Jefa de Aseguramiento de Calidad la cual quedó encargada del área de Proyectos el tiempo que el jefe de Área estaba de viaje de trabajo fuera del país. Así obtuvimos los datos de unidades programadas y producidas por mes, las unidades faltantes, unidades de reproceso, los tiempos de parada y los indicadores de calidad, disponibilidad y eficiencia junto con la OEE mensual de la línea de paletas de crema desde el mes de mayo 2021 al mes de abril 2022.

o Para la toma de datos las dos integrantes del grupo asistimos a la empresa para así realizar una toma de tiempos en el proceso productivo determinando un tiempo de ciclo de 171.95 segundos por molde de 22 paletas, esto mediante la observación en planta.

o Habiendo realizado la toma de los tiempos se procedió a realizar las mediciones de los espacios donde los operarios se desplazan para cumplir con el proceso productivo, esto mediante una guincha. Se obtuvo un total de 66.52 metros de recorrido. A su vez se observaron detalladamente los procesos, así como los factores que afectan directamente en la productividad.

Lo primero es importante especificar, debido a que con estos datos nosotras elaboramos el Diagrama de Flujo de Proceso de Producción.

o Se realizó una entrevista a un colaborador de la empresa perteneciente al área de mantenimiento.

Luego de la recolección de datos se pasó a ingresar la información a una hoja de cálculo para poder manipular y procesar los datos numéricos obtenidos.

o Posteriormente, los resultados de cada uno de los instrumentos se van a registrar en un consolidado para su posterior evaluación.

o Para validación de lo anterior mencionado, podemos observar los Anexos indicados en el punto 4.4.2 (Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos).

4.5 Técnicas para el procesamiento y análisis de la información

Obtenidos los datos a través de los registros de datos la observación de campo no experimental también de la observación en campo y entrevista, se procederá a realizar la tabulación de estos. Posterior a ello, se efectuará una limpieza de datos para luego procesarlos habiendo seleccionado el programa a utilizar. Establecido el programa, se tendrá un reconocimiento de datos del cual podremos valorar su fiabilidad y efectividad o validez. Analizados los resultados junto con las hipótesis dadas, estos se representarán mediante cuadros y figuras para así proporcionar una explicación e interpretación metodológica.

Las plataformas que se utilizaron para tabular los datos fueron:

- Microsoft Excel 2016 Esta hoja de cálculo nos permitió juntar y ordenar los datos tomados de tal forma que luego se pudo realizar su análisis estadístico.
- IBM SPSS Statics (Versión 27) nos permitió tener los resultados estadísticos de las muestras que se tomaron. Así se lograría el poder validar o rechazar las hipótesis que fueron planteadas inicialmente.
- Programa de simulación PROMODEL, nos permitió hacer la simulación de la propuesta de implementación con los nuevos datos obtenidos.

CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

5.1 Diagnóstico y situación actual

5.1.1 Antecedentes de la empresa

La empresa UPASAC, UNIÓN DE PRODUCTOS AGROINDUSTRIALES SAC. Fue instaurada el 2 de noviembre de 2005, iniciando sus actividades el 2 de diciembre de ese mismo año. Se empezó con la Línea de Paletas y la Línea de Granel, elaborando crema de helado para cubetas de 5 litros y paletas simples. Con el pasar de los años se fueron implementando las líneas de Túnel, Rollo, Rottary y Túnel Especial, pasando de solo elaborar paletas de helado y cubetas de 5 litros, a elaborar productos más sofisticados, con maquinaria especializada con las formas y procesos que se requerían para producirlas. Sin embargo, a lo largo de los años, se ha ido produciendo sin control alguno. Se programaba una cantidad de bases específica, es decir, se destinaba una cantidad de materia prima e insumos para realizar el producto, pero no sabían cuánto era lo que tenía que salir, muchas veces salía un número de cajas muy diferente a lo que salía otro día, sin tener conciencia de cuánto tenía que rendir en realidad, y cómo repercutía esta situación en sus ingresos.

En el año 2020 surge el área de Proyectos de Mejora, el cual establece el porcentaje de overrun, los pesos de las paletas y rendimiento de cajas por base. Logrando así estar al tanto si es que faltaban cajas o no en cada producción, permitiendo tener conocimiento de la eficiencia y productividad en las diferentes líneas. Teniendo este conocimiento, podemos ver cómo optimizar el proceso y aumentar la productividad y eficiencia, aplicando las herramientas de la metodología Lean Manufacturing.

Siendo especializada en la elaboración de distintos tipos de helados, sus principales clientes son de la región Selva, región donde el clima es caluroso todo el año. Cuenta con clientes en departamentos como Loreto, Amazonas, Madre de Dios, Ucayali, San Martín, La Libertad, Lambayeque, Tumbes, Cajamarca, Piura, Ica, Huánuco, Ancash, Lima (Cencosud), Cusco, Cerro de Pasco y Puno.

5.1.2 Generalidades

Diagrama de estructura organizacional

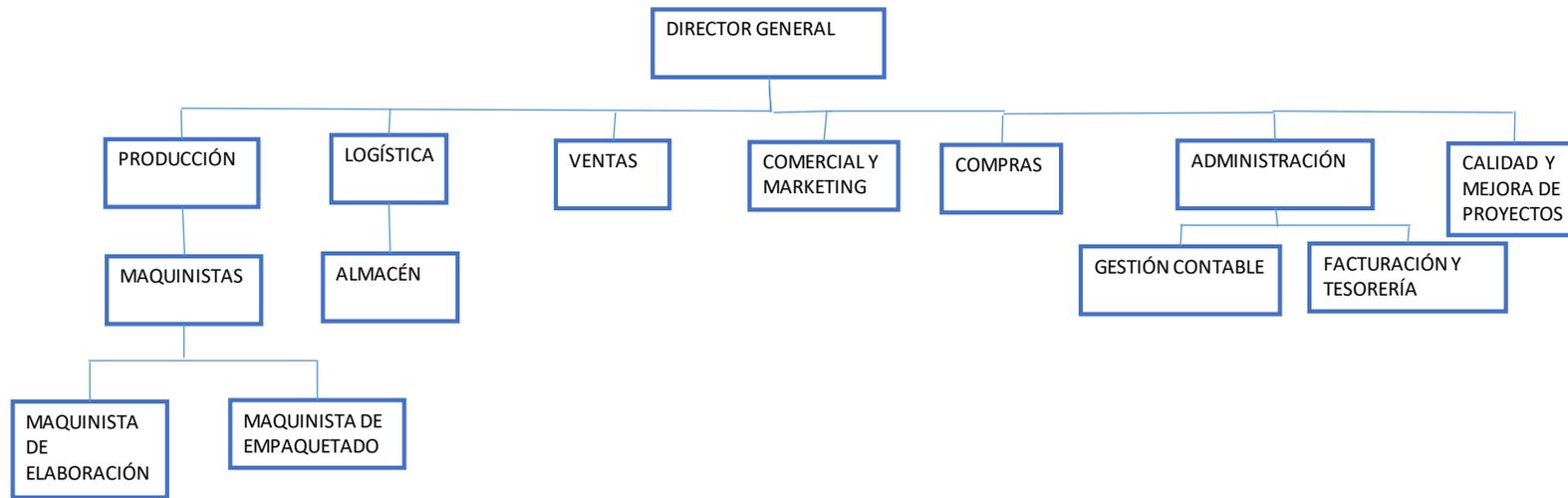


Figura 7: Organigrama de la empresa

Fuente: Elaboración propia

a) Líneas de Producción en la empresa

Actualmente, esta empresa está conformada por seis líneas de producción:

- Línea Rollo:

En esta línea de producción nos encontramos con paletas que necesitan de una inyección de relleno para su elaboración, relleno de salsa de mermelada de fresa, salsa de menta, vainilla o manjar.

- ✓ Hulahula de menta
- ✓ Hulahula de fresa
- ✓ Chocomio
- ✓ Chemaní

- Línea Rottary

En la línea Rottary se realizan productos en cono o vaso con agregados como maní, salsa de chocolate, manjar o mermelada de fresa

Tenemos los siguientes

- ✓ Byebye
- ✓ Caramba Chocochip
- ✓ Caramba Lucumachip
- ✓ Sorbetti Vainilla
- ✓ Sorbetti Lúcumá

- Línea Granel

En la línea granel todos los helados se presentan en cubetas de 5 litros y potes de 1 litro, es la línea con más variedad de sabores.

- ✓ Fresa
- ✓ Vainilla
- ✓ Maracuyá
- ✓ Chocolate
- ✓ Mentachip
- ✓ Lucumachip
- ✓ Mango

- ✓ Guanábana
- ✓ Café
- ✓ Chocochip
- ✓ Trisabor
- ✓ Unicornio
- ✓ Fantasia
- ✓ Coco
- ✓ Cocochip
- ✓ Algarrobina
- ✓ Ron con pasas

- Línea Túnel

En esta línea de producción encontramos productos los cuales pasan por un túnel frigorífico antes de pasar a las cámaras, esto debido a que son tan delicados que necesitan agarrar consistencia en el túnel para recién ser encajados.

- ✓ Wafer
- ✓ Minisandwich Vainilla
- ✓ Minisandwich Lúcumas

- Línea Túnel Especial

En esta línea encontramos paletas con formas de corazón, flor y ovaladas, las cuales necesitan pasar por el túnel para que luego puedan ser empaquetadas y embaladas, de otra forma estas se destruirían por su falta de consistencia.

- ✓ Kuky
- ✓ Romance
- ✓ Morello

- Línea Paletas:

Dentro de esta línea podemos encontrar a las paletas bañadas, paletas de frío y las paletas de crema.

En cuanto a las paletas bañadas, las cuales se caracterizan por tener una cobertura de chocolate, tenemos las siguientes:

- ✓ Jojolete Vainilla
- ✓ Jojolete Lúcuma
- ✓ Embrujo

Si nos referimos a las paletas de frío, estas se caracterizan por ser netamente de hielo. Tenemos las siguientes:

- ✓ Frío Chicha
- ✓ Frío Piña
- ✓ Frío Limón
- ✓ Ice Fresa
- ✓ Sunset Maracuyá
- ✓ Sunset Fresa

También tenemos a las paletas de crema, estas paletas se caracterizan por estar elaboradas a base de leche y manteca, por lo tanto, se diferencian de las paletas de frío y bañadas porque no son de hielo y tampoco tienen cobertura de chocolate.

Tenemos a las siguientes:

- ✓ Cream Fresa
- ✓ Cream Vainilla
- ✓ Cream Chocolate
- ✓ Cream Lúcuma

En la presente investigación nos enfocaremos en la línea de Paletas de crema. Las paletas de crema son el tipo de producto que más se produce en la empresa y las cuales se fabrican casi diariamente a comparación de otros productos que son elaborados una, dos o tres veces al mes. A continuación, mostraremos un gráfico en el cual podremos observar la diferencia en cuanto la cantidad de cajas producidas de las distintas líneas de producción se realizaron en el último mes.

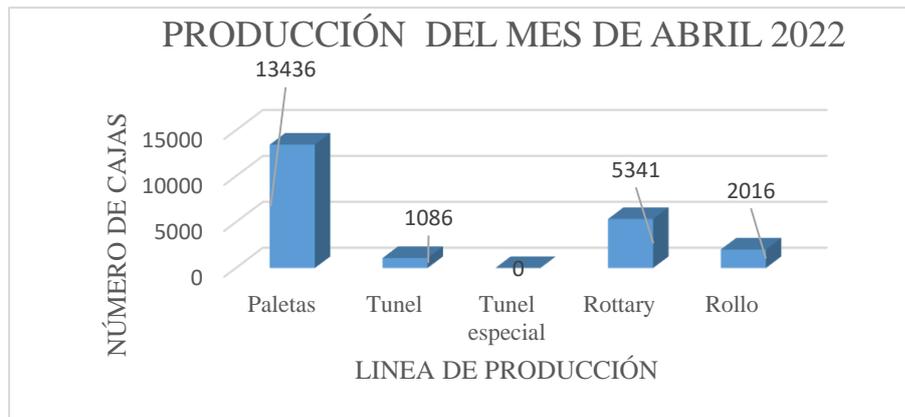


Figura 8: Cuadro de cajas programadas por línea de producción en abril 2022

Fuente: elaboración propia

Es así como podemos darnos en la figura 8 la línea con mayor producción de cajas en el mes es la línea de paletas.

Ahora, en la línea de paletas, como ya se había mencionado anteriormente, podemos encontrar a las paletas bañadas, paletas de frío y las paletas de crema. Entre estas paletas, la que tiene mayor producción no sólo en cuanto a volumen de cajas sino en cuanto a mayor cantidad de días al mes en las que se programan, son las paletas de crema. A continuación, observamos la diferencia de cajas producidas que hay entre ellas en el último mes.

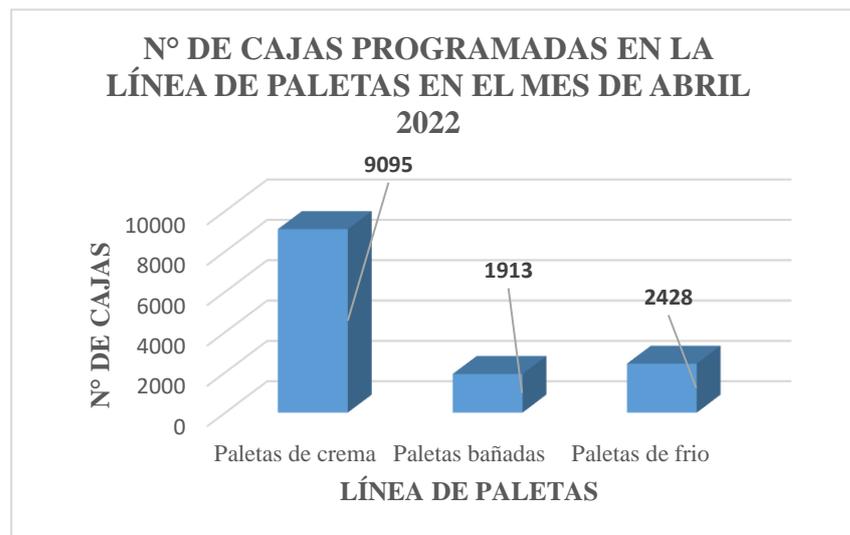


Figura 9: Número de cajas programadas en línea de paletas

Fuente: Elaboración propia

Vemos que la mayor cantidad de cajas producidas son de paletas de crema.

Ahora, el problema en sí radica en que no se cumplen las cajas programadas por día, ocasionando una baja productividad, eficiencia y pérdida de dinero por los altos costos que esto ocasiona.

Ahora podemos observar la presentación de las paletas de crema:



Figura 10: Paleta de crema "Cream Fresa"

Fuente: Empresa UPASAC



Figura 11: Paleta de crema "Cream Vainilla"

Fuente: Empresa UPASAC



Figura 12: Paleta de crema "Cream Chocolate"

Fuente: Empresa UPASAC



Figura 13: Paleta de crema "Cream Lucuma"

Fuente: Empresa UPASAC

b) Proceso de producción en línea de paletas de crema

Para la ejecución del proceso de producción de paletas de crema, la jefa de producción determina la programación del día, primero verificando un Kardex de Materia prima, viendo los recursos disponibles en almacén y también revisando el Kardex de Esencias y el Kardex de Envases y embalajes. De acuerdo a la cantidad de recursos que se tiene en los almacenes y a las órdenes de compra, la jefa de producción emite una orden de producción la cual es recibida por personal de almacén, los cuales se encargan de pesar los kilogramos requeridos de cada insumo para la elaboración de las paletas de crema. Una vez realizadas las pesadas, se entrega la materia prima al cocinero, el cual preparará la crema de helado. El cocinero es el responsable de verter en los tanques la cantidad correcta de agua según la cantidad de materia prima dada. Una vez homogeneizada y pasteurizada la mezcla, esta debe madurar, ya con la maduración de la crema es mucho más fácil el batido en las productoras, por lo que se puede lograr el inyectado de aire de manera más sencilla y lograr el overrun deseado.



Figura 14: Pasteurización

Fuente: Área de Proyectos de Mejora de la Empresa UPASAC



Figura 15: Maduración

Fuente: Área de Proyectos de Mejora de la Empresa UPASAC

Esta crema lista para rebanar, se coloca en moldes con volumen de 63 mm cada una. Sin embargo, la persona encargada de esta operación no llena los moldes por completo, esto para no generar rebaba, ya que, a la hora de colocar el palito de helado, la crema se eleva y aumenta el volumen de la paleta.



Figura 16: Salida de crema de la productora.

Fuente: Área de Proyectos de Mejora de la Empresa UPASAC



Figura 17: Rebanado en moldes

Fuente: Área de Proyectos de Mejora de la Empresa UPASAC

Después del rebanado, los moldes se llevan a las chupeteras de congelado y se colocan las tapas de los moldes donde van los palitos. Estos palitos fueron previamente colocados de forma manual en las tapas.



Figura 18: Colocado de palitos en tapas de moldes

Fuente: Área de Proyectos de Mejora de la Empresa UPASAC



Figura 19: Colocado tapas de moldes y congelado

Fuente: Área de Proyectos de Mejora de la Empresa UPASAC

Congeladas las paletas, se retiran los moldes y se pasa a desmoldar en un depósito de agua temperada. Con una temperatura máxima de 30°C.



Figura 20: Desmoldado de paletas

Fuente: Área de Proyectos de Mejora de la Empresa UPASAC

Luego las paletas son llevadas al área de empaquetado, esto mediante la alimentación de la faja transportadora, donde dos personas colocan los helados en la faja transportadora para ser empaquetados y encajados.



Figura 21: Alimentación de la cadena

Fuente: Área de Proyectos de Mejora de la Empresa UPASAC

Las paletas son empaquetadas con bobinas las cuales cuentan con sus octágonos correspondientes de: Alto en azúcar y Alto en grasas saturadas. Así

mismo se coloca la fecha de vencimiento y el lote según el día en que se haya producido.



Figura 22: Sellado y empaquetado

Fuente: Área de Proyectos de Mejora de la Empresa UPASAC

En cada caja entran 40 paletas, estas cajas son llevadas de 20 en 20 en una carretilla por el camarista a las cámaras frigoríficas. Como este es un proceso continuo, el camarista espera que se acumulen 20 cajas en la carretilla mientras arma más cajas, así sucesivamente hasta terminar con la producción.



Figura 23: Embalaje

Fuente: Área de Proyectos de Mejora de la Empresa UPASAC

c) Factores que intervienen en la productividad

- Porcentaje de Overrun:

Un factor muy importante es el porcentaje de overrun, esto debido a que la inyección de aire a la crema aumentará el volumen de esta y por lo tanto tendremos un mayor rendimiento. Si no se inyecta el porcentaje de aire acordado: (30%-35%), el número de cajas programadas no se cumplirá.

- Maduración de la crema:

La maduración de la crema es vital para cuando el maquinista quiera inyectar aire en la productora. Si no se deja madurar, difícilmente se podrá incorporar aire a la crema.

- Llenado de agua en tanque de pasteurizado:

Si se añade la materia prima previamente pesada en almacén a los tanques de pasteurizados, más el cocinero no agrega la cantidad correcta de agua, el rendimiento se verá afectado y no saldrá lo esperado. De cada 100 kilogramos de mezcla, 65 kilogramos son de agua, no puede ser una cantidad menor a esta.

- Temperatura de desmoldado:

En la empresa se estableció la temperatura de 30°C para el agua de la desmolda dora, este es un depósito con agua donde se desmoldan las paletas. Sin embargo, si la temperatura pasa de los 30°, las paletas corren el riesgo de derretirse, deformándose o perdiendo peso, siendo destinadas para reproceso.

- Rebanado:

La persona encargada de rebanado debe añadir la crema a los moldes de 63mm. Si se echa menos crema de lo debido, no alcanzará al volumen deseado, por lo que las paletas irán a reproceso por no cumplir sus especificaciones técnicas.

- Temperatura de las chupeteras:

Es importante que las chupeteras se mantengan a una temperatura de -20°C a -24°C, de lo contrario no solo se originarán paradas por tiempo de congelado, sino que las paletas saldrán de la chupetera muy suaves,

corriendo el riesgo que se derritan rápidamente y pierdan peso hasta llegar a ser empaquetadas, generando reproceso.

- **Concentración de alcohol en las chupeteras:**

Para un correcto congelado de paletas, es elemental una buena concentración de alcohol en las chupeteras. Esto debido a que, si tiene una concentración baja de alcohol, el congelado será muy lento e ineficaz. Para un buen congelado, la concentración de alcohol ideal es de 70%.

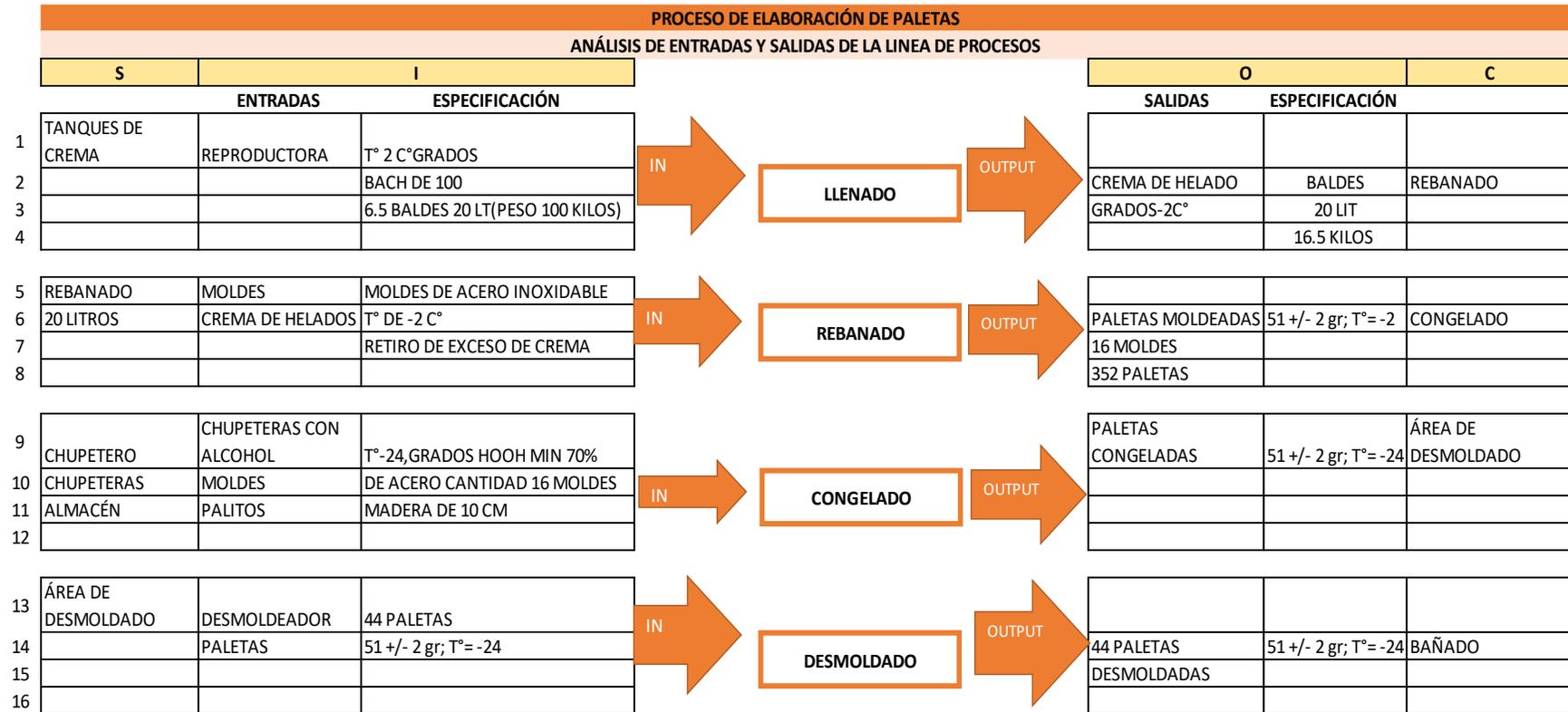
- **Colocado de palitos en las tapas de moldes:**

Si los palitos no son correctamente colocados en la tapa, cuando se coloquen las tapas sobre los moldes para el congelado en chupeteras, unas paletas saldrán con los palitos más largos, es decir, la paleta de crema más el palito tendrán medidas diferentes. Por lo que ocasionará mordida de palitos en la empaquetadora, generando reprocesos.

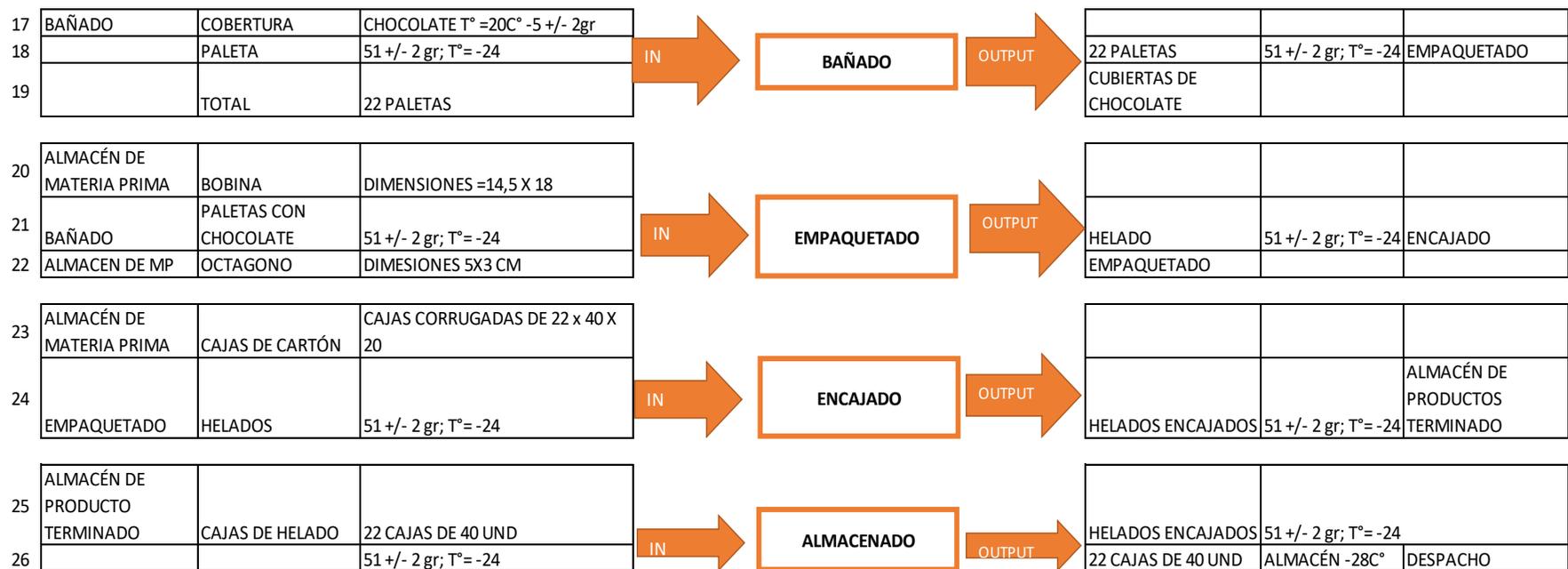
d) Proceso de elaboración de paletas

Tabla 7

Proceso de elaboración de paletas



Continúa siguiente hoja



Fuente: Elaboración propia

5.1.3 Distribución actual de área de producción de la empresa

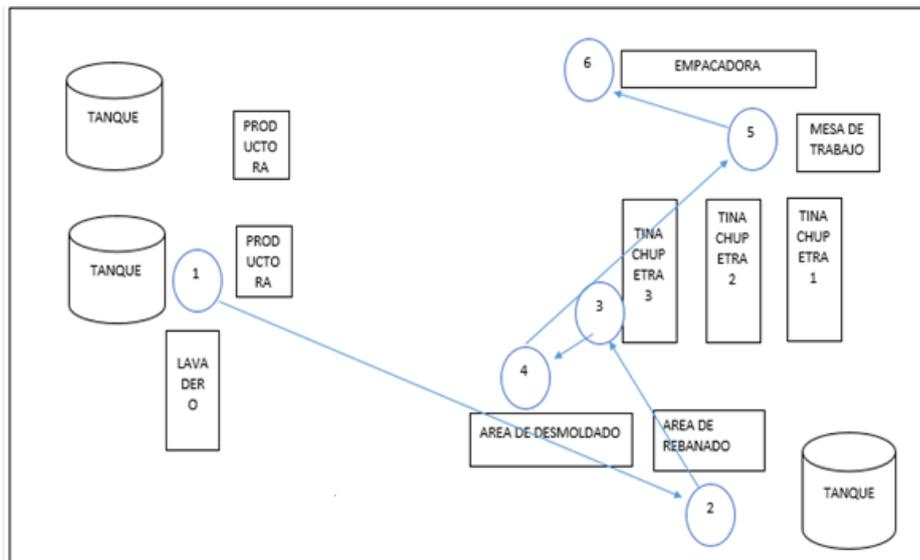


Figura 24: Distribución actual de área de producción de la empresa

Fuente: Elaboración propia

5.1.4 Diagrama de flujo de proceso de producción.

Basado en el autor George Kanawaty del libro Introducción al estudio del trabajo, se realizó el modelo de Diagrama de Flujo de proceso de producción.

Tabla 8

Diagrama de actividades de proceso

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE PROCESO								
Diagrama Num 01 hoja:1 de 1 Actividad:Proceso de elaboración de paletas de crema Metodo: Actual Fecha: 25-07-2022 Realizado por: Shessira Alanoca/Valeria Flores		Resumen						
		Actividad		Actual				
		Operación	●			9		
		Transporte	→			8		
		Espera	◐			4		
		Inpección	■			0		
		Almacenamiento	▲			0		
Nº	ACTIVIDAD	T (s)	MTPD	●	→	◐	■	▲
1	Llenado de balde de helado	15.63						
2	Llenado de helado en balde a rebanado	0.73	3.89					
3	Espera en paleta de baldes	11.25						
4	Abastecimiento de baldes con helado	0.68	2.3					
5	Abastecimiento de moldes	3.87	3.76					
6	Moldeado y rebanado	10.11						
7	Abastecimiento a tinas chupeteras	1.79	2.5					
8	Colocación de palos en la tapa de moldes	22.58						
9	Traslado de tapas a los moldes	3.00	3.62					
10	Colocación de tapa con los palitos en el molde	6.00						
11	Congelado	8.33						
12	Salida de moldes de tina chupetera	6.00						
13	Traslado de molde	1.57	5.32					
14	Desmoldado	3.40						
15	Traslado de paletas a la empaquetadora	3.75	5.73					
16	Retirado de tapas	3.30						
17	Espera de colocación de paleta en cadena	11.00						
18	Colocación de las paletas en cadena	11.00						
19	Empaque de paletas	13.20						
20	Encajado de paletas	16.50						
21	Traslado a almacenes	1.60	39.4					
total		155.28	2.59					
		7.06	66.52	9	8	4		

Fuente: elaboración propia

El tiempo de ciclo por bandeja es de 171.95 segundos, en cada bandeja existen 22 unidades de paletas entonces el tiempo por paleta es 7.82 segundos.

Sumatoria de tiempos:

$$\sum ti = t1 + t2 + t3 + t4$$

$$\sum ti = 7.82 \text{ seg} / \text{paletas} = 7.82 \text{ seg/paleta} - 0.130 \text{ min/paleta}$$

Se empleará 7.82 segundos por cada paleta que se procesa.

Producción mensual:

Se toma el promedio mensual de horas trabajadas en un turno

$$P = T b C = 4.8 \text{ h dia} * 60 \text{ min h} / 0.130 \text{ min/paleta} = 2215.38 \text{ paletas /día}$$

Se procesa 2215.38 paletas de crema por día

Mano de Obra: MO = P

Nº de operarios. = 2215.38 paletas /día / 11 Operarios = 201.4 paletas x día/operario

Se procesa 201.4 paletas. Día/operario

5.2 Análisis de los problemas en el proceso de producción de paletas de crema

5.2.1 Reprocesos

Como ya hemos visto, el Sistema Poka Yoke es un sistema anti error, y en este caso lo aplicaremos para evitar los errores de los operarios al momento de alimentar con las paletas de crema a la cadena de la empacadora. Estos errores son por el mal posicionamiento de la paleta en la cadena lo que ocasiona que se genere reproceso por mordida de paletas.

El procedimiento del operario para alimentar la cadena es manual, lo que conlleva a tener fatiga por realizar movimientos repetitivos durante largas horas, lo que trae consigo a los errores humanos y como consecuencia de esto no solo genera paradas de máquina sino también la aparición de una considerable cantidad de reproceso. Este dispositivo que aplicaremos lo llamaremos paletera semiautomática.

A continuación, mostraremos la cantidad de reproceso total que se genera mensualmente.

Tabla 9

Cantidad total de reproceso mensual

Meses	Unidades producidas	Unidades para reprocesar	%de reproceso	Costo de reproceso S/
may-21	401472	13031	3.2	2,220.48
jun-21	403638	13282	3.3	2,396.07
jul-21	413603	13349	3.2	2,623.08
ago-21	324512	10366	3.2	2,275.25
sep-21	430806	14025	3.3	2,670.36
oct-21	435091	14533	3.3	2,791.81
nov-21	650883	20516	3.2	4,097.11
dic-21	426984	14091	3.3	2,733.60
ene-22	322159	11152	3.5	2,123.67
feb-22	330714	11878	3.6	2,333.66
mar-22	399637	13118	3.3	2,627.50
abr-22	308784	10019	3.2	2,087.04
Total	4848283	159359.627	3.3	30,979.63

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 9 se observa que el promedio de % de reprocesos según la población es 3.3% y con un total de 159359 unidades a reprocesar con un costo total de s/30979.63.

Ahora veremos la clasificación de reproceso según sus causas.

Tabla 10

Tipos de causas de las unidades para reprocesar

Meses	Unidades para reprocesar	Mordida de paleta y palito	Paleta deforme	Paleta pequeña por mal rebanado	Bajo peso
may-21	13031	10164	1955	730	182
jun-21	13282	10652	1833	571	226
jul-21	13349	10185	2203	814	147
ago-21	10366	8013	1513	746	93
sep-21	14025	11374	1935	561	154
oct-21	14533	11481	2369	552	131
nov-21	20516	15839	3529	841	308
dic-21	14091	10681	2114	888	409
ene-22	11152	8966	1795	167	223
feb-22	11878	9776	1722	166	214
mar-22	13118	10022	2191	564	341
abr-22	10019	8326	1393	110	190
Total	159360	125479	24551	6711	2618

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 10 se observa los tipos de causas de unidades a reprocesar del total de 159360. Ahora se va identificar mediante el diagrama de Pareto cual es la mayor causa de las unidades a reprocesar.

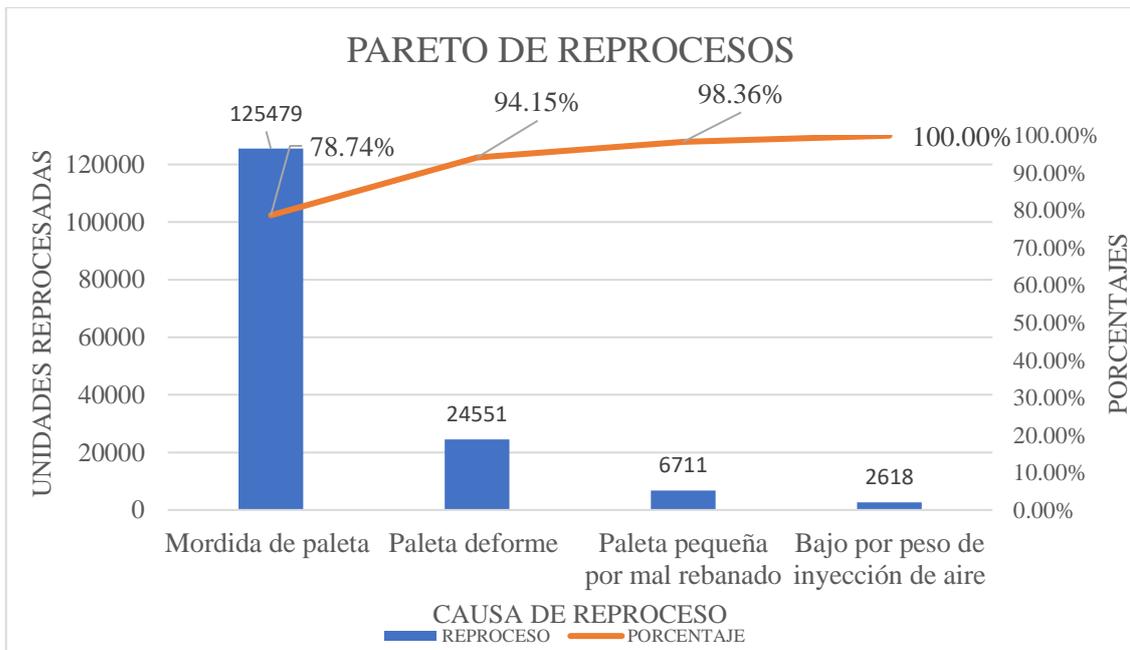


Figura 25: Diagrama de Pareto –Reproceso anual

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en el Diagrama de Pareto Figura 25, un 78.74% de los reprocesos son causados por mordida de paleta y el 21.26% de estos son causados por deformación de paleta, mal rebanado y por bajo peso. Es así que nos enfocaremos en la causa que mayor incidencia tiene: Mordida de paletas.

Tabla 11

Costos y % de reproceso por mordida de paletas con respecto al total de unidades a reprocesar.

Meses	Unidades para reprocesar	Mordida de paleta ANTES	% de reproceso por mordida de paleta	Costo de reproceso por mordida de paletas S/
may-21	13031	10164	78.00	1,731.98
jun-21	13282	10652	80.20	1,921.65
jul-21	13349	10185	76.30	2,001.41
ago-21	10366	8013	77.30	1,758.77
sep-21	14025	11374	81.10	2,165.66
oct-21	14533	11481	79.00	2,205.53
nov-21	20516	15839	77.20	3,162.97
dic-21	14091	10681	75.80	2,072.07
ene-22	11152	8966	80.40	1,707.43
feb-22	11878	9776	82.30	1,920.61
mar-22	13118	10022	76.40	2,007.41
abr-22	10019	8326	83.10	1,734.33
Total	159360	125479	78.74	24,389.80

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 11 se observa que el costo total con respecto a las unidades a reprocesar (125479) debido a la mordida de paleta es S/ 24389.80 y representa 78.74 % con respecto al total de unidades a reprocesar.



Figura 26: Balde de paleta de crema para reproceso

Fuente: Área de Proyectos de Mejora de la Empresa UPASAC

5.2.2 Unidades faltantes.

Durante las visitas dentro del proceso de elaboración de paletas de crema se identificó que:

La elaboración de una paleta de crema de helado empieza con la preparación de la crema mediante la mezcla de la materia prima en los tanques de pasteurizado. Como se mencionó anteriormente, la mezcla está hecha básicamente.

Un factor muy importante en cuanto al cumplimiento de cajas es el llenado de agua en los tanques de pasteurizado.

Al añadir la materia prima previamente pesada en almacén a los tanques de pasteurizados junto con una cantidad incorrecta de agua, el rendimiento se verá afectado y no saldrá lo esperado. Como se menciona anteriormente de cada 100 kilogramos de mezcla, 65 kilogramos son de agua, definitivamente no puede ser una cantidad menor a esta porque afectaría a la fórmula del helado, el sabor, la consistencia de la crema y adicionado a eso, ocasionaría un bajo porcentaje de cumplimiento de las unidades programadas. Esto sería ocasionado por la falta de conocimiento respecto a los litros de agua echados, estos no se pueden

medir de una manera eficaz y exacta, simplemente de forma manual con una regla elaborada por personal de almacén.



Figura 27: Tanques de pasteurizado

Fuente: Área de Proyectos de Mejora de la Empresa UPASAC



Figura 28: Regla de medición de litros de agua en tanques de pasteurizado.

Fuente: Área de Proyectos de Mejora de la Empresa UPASAC

Ahora otro problema relacionado a las unidades faltantes es el overrun, la inyección de aire en la crema es un factor muy importante, debido a que el aire hace que el helado tenga una consistencia cremosa y además que el volumen de la crema aumente y rinda las unidades establecidas por base programada. La máquina productora se encarga de batir e inyectar aire a la crema, sin

embargo, la falta de control en esta máquina ha ocasionado muchas veces el incumplimiento de la programación por una gran cantidad de unidades faltantes.

A continuación, veremos la eficiencia de la línea de paletas de crema por mes respecto al último año en la empresa. Mostrando la cantidad de unidades programadas y las unidades reales que se elaboraron desde el mes mayo 2021 a abril 2022.

Tabla 12
% de unidades de paletas de crema faltantes

MESES	UNIDADES PRODUCIDAS ANTES	UNIDADES FALTANTES ANTES	% DE FALTANTES RESPECTO A PROGRAMADO ANTES	% DE PRODUCIDAS RESPECTO A PROGRAMADO ANTES
may-21	401472	20968	4.96	95.04
jun-21	403638	18962	4.49	95.51
jul-21	413603	19037	4.40	95.60
ago-21	324512	17168	5.02	94.98
sep-21	430806	16134	3.61	96.39
oct-21	435091	14309	3.18	96.82
nov-21	650883	22617	3.36	96.64
dic-21	426984	17936	4.03	95.97
ene-22	322159	13217	3.94	96.06
feb-22	330714	15526	4.48	95.52
mar-22	399637	20205	4.81	95.19
abr-22	308784	10816	3.38	96.62
Total	4848283	206895	-	-

Fuente: elaboración propia -Empresa UPASAC

En la tabla 12 observamos las unidades producidas realmente y las unidades faltantes cuya suma de las dos nos da las unidades programadas. Observamos también que las unidades faltantes representan entre 3.18% a 4.96% de las unidades programadas por mes, siendo esto una cantidad considerablemente grande.

Tabla 13

Comparativo de costos

MESES	COSTO UND. TOTAL, UNIDADES PRODUCIDAS PROGRAM ADAS S/	COSTO PRODUCIDO REAL S/	UNIDADES PROGRAM ADAS (PALETAS DE CREMA)	UNIDADES REALES (PALETAS DE CREMA)	UNIDA DES FALTA NTES	COSTO DE UNIDAD ES FALTAN TES S/
May-21	71,983.78	68,410.83	422440	401472	20968	3572.95
Jun-21	76,237.04	72,816.30	422600	403638	18962	3420.75
Jul-21	85,013.76	81,272.99	432640	413603	19037	3740.77
Ago-21	74,998.76	71,230.38	341680	324512	17168	3768.38
Set-21	85,097.38	82,025.46	446940	430806	16134	3071.91
Oct-21	86,329.74	83,580.98	449400	435091	14309	2748.76
Nov-21	134,497.95	129,981.34	673500	650883	22617	4516.62
Dic-21	86,314.48	82,834.90	444920	426984	17936	3479.58
Ene-22	63,868.35	61,351.33	335376	322159	13217	2517.02
Feb-22	68,024.42	64,974.09	346240	330714	15526	3050.33
Mar-22	84,094.43	80,047.30	419842	399637	20205	4047.14
Abr-22	66,572.68	64,319.71	319600	308784	10816	2252.97
TOTAL	983,032.76	942,845.59	5055178	4848283	206895	40187.18

Fuente: elaboración propia

En la tabla 13 observamos los costos actuales de las unidades producidas y programadas, donde podemos calcular que la cantidad faltante anual es 206895 unidades y en costos s/ 40187.10 soles.

Por ello se va solucionar este problema con el que se convive día a día en la empresa mediante un sistema de control, proponemos la implementación de un caudalímetro digital en los tanques de pasteurizado y un manómetro en la máquina productora para helado.

5.2.3 Tiempo por fallas de máquinas no planificado y planificado

Actualmente la empresa cuenta con altos tiempos de paradas no planeados o no programados por fallas de máquinas debido a que ellos manejan un cronograma de mantenimiento preventivo muy rutinario donde no cumplen con lo programación de actividades, afectando así a la

producción, los tiempos mayores de las paradas es más recurrente en la empaquetadora. Para poder medir la eficiencia de esta máquina será a través del indicador OEE que es el producto de disponibilidad x rendimiento x calidad por ello se propone implementar un mantenimiento autónomo para disminuir el tiempo de paradas y así obtener el % actual del OEE antes y después de la implementación.

A continuación, se muestra tabla de los tiempos de paradas en cada máquina

Tabla 14

Tiempos de paradas en cada máquina

MÁQUINA	CAUSA / DEFECTO / PROBLEMA	TIEMPO PROMEDIO MENSUAL (MIN)	F%	A	% A
EMPAQUETADORA	MORDAZA DESCENTRADA /NO CORTA	520	37.41	520	37.41
EMPAQUETADORA	FALLA TEMPATURA EN EL SELLADO	320	23.02	840	60.43
EMPAQUETADORA	FRENO MECÁNICO	180	12.95	1020	73.38
CHUPETERA	FALLA DE SENSOR DE TEMPERATURA	110	7.91	1130	81.29
CHUPETERA	FALLA DEL VENTILADOR DE CONDENSADOR	80	5.76	1210	87.05
EMPAQUETADORA	BOBINA DESCENTRADA	70	5.04	1280	92.09
EMPAQUETADORA	FALLA EN LA FAJA TRANSPORTADORA (CADENA)	40	2.88	1320	94.96
EMPAQUETADORA	FALLA DE LA BANDA DE SALIDA	38	2.73	1358	97.70
EMPAQUETADORA	SE DESCUADRO EL PASO	32	2.30	1390	100.00
TOTAL		1390	100		

Fuente: Elaboración propia

Se observa en la tabla 14 que el mayor tiempo por paradas debido a una falla de máquina es en la empaquetadora con un total de 1100 min.

Se va realizar un Pareto para demostrar cuál de las causas de las fallas es el que te genera mayores tiempos.

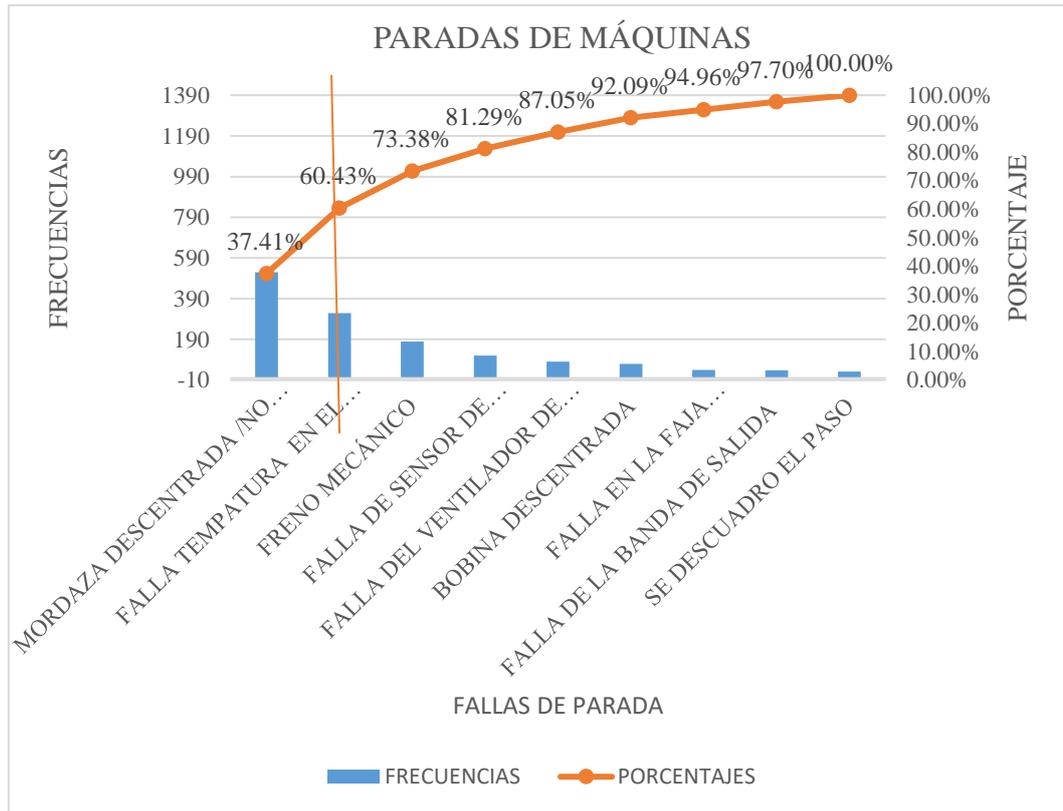


Figura 29: Pareto de tiempos de paradas por tipos de fallas

Fuente: elaboración propia

Como se observa en el diagrama de Pareto el 37.41% de las paradas de las máquinas se originan por las fallas de las mordazas descentradas es decir las mordazas no cortan y el 23.02 % por la falla temporal en el sellado, el 12.95% por el freno mecánico.

Por lo tanto, como los mayores tiempos de paradas se dan en la empaquetadora por ello consiguió los datos históricos de nuestra población de mayo 2021 a abril 2022, esto con el objetivo de incrementar el rendimiento de la máquina empaquetadora a través de la OEE, disminuyendo la disponibilidad con un plan de mantenimiento autónomo.

Tabla 15

Tiempo de la situación actual de planeados y no planeados

MES	HORAS / TURNO	HORAS TOTALES	MINUTOS TOTALES	TOTAL, PLANEADOS MIN	TOTAL, NO PLANEADOS MIN
mayo	4.6	124.2	7452	1600	1750
junio	4.8	152.6	9158	1493	930
julio	4.5	109.4	6561	1080	852
agosto	4.3	82.4	4945	852	191.5
setiembre	4.5	109.4	6565	1275	803
octubre	4.6	105.3	6318	1074	468
noviembre	4.9	169.9	10194	1885	832
diciembre	4.6	111.6	6694	976	971
enero	5.0	105.9	6356	1239	1090
febrero	5.3	111.0	6660	1244	1198
marzo	4.6	128.5	7710	1635	1099
abril	5.5	104.9	6296	1539	715
PROMEDIO	5	119	7170	1345	961
TOTAL	62	1414.7	84910	15892	10900

Fuente: Elaboración propia

Se observa en la tabla 15, que el total de tiempos planeados es 15892 min y el total no planeado 10900.

Ahora con esos tiempos planeados y no planeados vamos a calculamos el indicador % OEE actual en la línea de paletas específicamente en la máquina de empacado debido a las reiteradas paradas no planeadas que suceden en pleno desarrollo del proceso productivo y que se observan en la tabla 16.

Tabla 16

Situación actual del % KPI

MESES	TIEMPO REAL TRABAJADO	TIEMPO DE CAPACIDAD PRODUCTIVA	VELOCIDAD REAL TRABAJADA	KPI D %	KPI E %	KPI C %	KPI OEE %
Mayo	4102	5852	98	70.10	78.30	98.16	53.87
Junio	6735	7665	60	87.87	47.94	98.44	41.47
Julio	4629	5481	89	84.46	71.48	98.55	59.50
Agosto	3902	4093	83	95.32	66.54	97.67	61.95
Setiembre	4487	5290	96	84.82	76.81	98.57	64.22
Octubre	4776	5244	91	91.08	72.87	98.19	65.17
Noviembre	7477	8309	87	89.99	69.64	98.45	61.69
Diciembre	4747	5718	90	83.02	71.96	98.16	58.64
Enero	4027	5117	80	78.70	64.00	97.92	49.32
Febrero	4218	5416	78	77.88	62.72	98.10	47.92
Marzo	4976	6075	80	81.91	64.25	97.93	51.54
abril	4042	4757	76	84.97	61.12	98.09	50.94
Promedio	4864	5825	84	84	67	98	55

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 16 se observa que el OEE actual promedio según la población es de 55%.

Ahora sabiendo teniendo el conocimiento del indicador %OEE aplicaremos un mantenimiento autónomo para reducir las paradas no planeadas y para su complemento de esté un plan preventivo logrando así obtener un mayor %OEE.

5.3 Presentación de resultados

Se va diseñar paso a paso todo lo que se desarrollará en la empresa con la finalidad disminuir los desperdicios encontrados, se propone aplicar las siguientes herramientas del Lean Manufacturing.

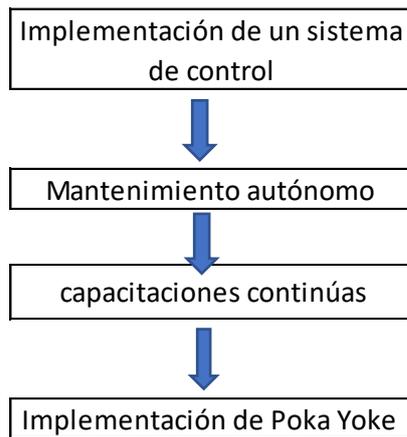


Figura 30: Diseño de la propuesta de implementación

Fuente: Elaboración propia

Para realizar esta implementación de las herramientas de Lean Manufacturing es necesario un compromiso por parte de la gerencia y toda la parte operativa de la empresa. Estas herramientas permiten mejorar las condiciones de trabajo, reducir costos, tiempos, reprocesos, cumplir con lo planificado, mejorar la calidad de la producción y mejorar la seguridad en el trabajo.

5.4 Desarrollo del diseño de la propuesta de mejora

5.4.1 Desarrollo de la propuesta de aplicación Poka Yoke

Para disminuir los reprocesos en la línea de paletas de crema se utiliza la herramienta Poka Yoke, esto con el fin de atacar directamente a la causa principal de generar los reprocesos, la cual es Mordida de paletas por mala alimentación de la cadena de la máquina empacadora.

Entonces a continuación se presenta nuestra propuesta de cómo prevenir este error de alimentación instalando una herramienta denominada por nosotras como “Paletera semiautomática”. Al instalar nuestra paletera semiautomática al inicio de la cadena de arrastre de la empaquetadora, las paletas se colocarán correctamente en conjunto con la única forma en que se permite colocar con este dispositivo. Las paletas irán alineadas sin dar oportunidad a cometer error.

Diseño de la paleta semiautomática

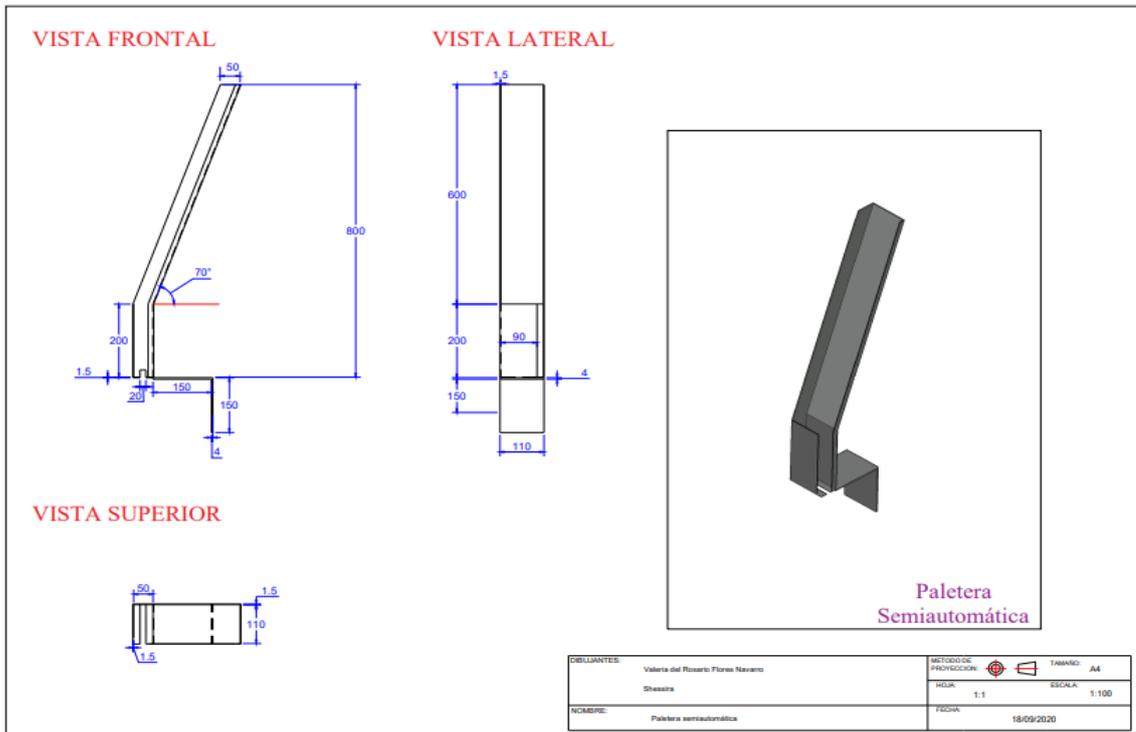


Figura 31: Plano de vistas en AutoCAD

Fuente: Elaboración propia (Autocad)

Vista en 3D paleta semiautomática.



Figura 32: Vista en 3D de la paleta semiautomática

Fuente: Elaboración propia (Autocad)

Máquina empaquetadora



Figura 33: Cadena de arrastre de la máquina empaquetadora

Fuente: Elaboración propia

Con esta implementación se espera reducir considerablemente los reprocesos en la línea de paletas de crema. Obteniendo mejoras que aumentan gradualmente según el personal se familiariza con el uso de la paleta semiautomática hasta lograr el completo control y manejo de este para llegar a obtener 0 reprocesos por esta causa debida al error humano.

Tabla 17

Unidades reproceso después de la implementación

Meses	Mordida paleta DESPUÈS	Costo de reproceso por mordida de paletas S/	% de reducción de reproceso por mordida de paleta	Nuevas unidades para reprocesar	Unidades producidas	Nuevo % de reproceso según unidades producidas
may-21	8131	1,385.58	80.0	10998	401472	2.74
jun-21	8522	1,537.32	80.0	11152	403638	2.76
jul-21	7130	1,400.99	70.0	10293	413603	2.49
ago-21	5609	1,231.14	70.0	7962	324512	2.45
sep-21	6825	1,299.40	60.0	9475	430806	2.20
oct-21	6889	1,323.32	60.0	9941	435091	2.28
nov-21	7919	1,581.48	50.0	12597	650883	1.94
dic-21	4272	828.83	40.0	7682	426984	1.80
ene-22	3586	682.97	40.0	5772	322159	1.79
feb-22	2933	576.18	30.0	5035	330714	1.52
mar-22	0	-	0.0	3096	399637	0.77
abr-22	0	-	0.0	1693	308784	0.55
Promedio	61816	11847	-	95696	4848283	1.94

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 17 se observa los resultados después de la propuesta de implementación de paleta semiautomática obteniendo 1.94 % de promedio de unidades producidas a reprocesar.

5.4.2 Desarrollo de la propuesta de Mantenimiento autónomo.

Una vez que se ha identificado la situación actual de la se llegó a la conclusión de que se necesita realizar mantenimiento autónomo.

Como lo mencionado anteriormente la máquina que produce mayor tiempo en paradas es la empaquetadora.

Máquina	Empacadora technogel	
Marca	Technogel	
Capacidad	125 P/min	
Volts	220 vac 3ph	
Potencia	1.5 kw	
Características de Máquina		
<p>Esta máquina empaquetadora esta diseñada para producciones variable de hasta 125 p/min, puede cumplir su trabajo con una variedad de formatos, diferentes dimensiones de bobinas para responder a las necesidades del mercado, ya que funcionan con bobinas de film de material plastico termosellables como el polipropileno o soldable como el polietileno.</p>		
R e g i s t r a d o		

Figura 34: Ficha técnica de la empaquetadora

Fuente: empresa UPASAC

Tabla 18

Repuestos de máquina empaquetadora

Repuestos de máquina empaquetadora			
Ubicación	Nombre y código de repuesto	Cantidad	Descripción
Sellado transversa 1	Rodamiento 6207 2RS1	6	Extremos de cada mordaza de corte
	Reten de nitrilo 40-72-10	6	Extremos de cada mordaza de corte
	Chumaceras de pared UCF 207	2	Parte interna, área de engranajes y cadenas
	Rodamiento		Parte interna, ubicado en el engranaje inferior
	Resistencias tipo cartucho 150 w 80 ohm diámetro 6 mm	4	Mordazas de corte
	Sensor termocupla tipo " J" diámetro 4 mm	1	Mordaza de corte
Banda de salida	Chumaceras de pared SBLF 204	2	Banda de salida parte, área de engranajes y cadenas
	Rodamientos	6	Rodillo o pilnes de banda de salida

Fuente: empresa UPASAC

Propuesta de implementación del mantenimiento autónomo.

Tabla 19

Propuesta de implementación del mantenimiento autónomo

ETAPAS	ACTIVIDAD
INTRODUCCIÓN	Actividades de información sobre TPM
	Desarrollo de objetivos de política
	Establecimiento de un comité
	Preparación de actividades de planificación
DESARROLLO	capacitación sobre manuales y llenado de formatos
	Seguimiento de instrucciones de limpieza profunda
	Realizar instrucciones de engrase instrucciones de uso adecuado del equipo
	seguimiento de formatos con atención al número OEE
REVISIÓN Y MEJORA	Comparar el cumplimiento de las normas utilizando una lista de verificación
	Realizar el procedimiento para identificar los defectos

Fuente: Elaboración propia

ETAPA 1: Introducción

En esta etapa se realizarán charlas informativas para los operadores de la máquina empaquetadora, los temas de capacitación son: Teoría TPM, Indicadores, ¿Por qué utilizar mantenimiento autónomo?, Por qué es importante la participación activa de los operadores, beneficios después de completar tareas.

Tabla 20

Formato de hoja de asistencia de capacitación

LOGO	HOJA DE ASITENCIA DE CAPACITACIÓN				CODIGO
					VERSIÓN
TEMA:					
FECHA:		N° HORAS:			
NOMBRE DEL CAPACITADOR:					
FIRMA					
	APELLIDOS Y NOMBRES	N° DNI	AREA	FIRMA	OBSERVACIONES
1					
2					
3					
4					
5					
CARGO	NOMBRE			FIRMA	
ELABORADO POR:					
REVISADO POR:					
APROVABADO POR:					

Fuente: elaboración propia

Después de la capacitación, se debe realizar una evaluación regular de su nivel de conocimiento sobre el tema cubierto.

ETAPA 2: Establecimiento de un comité

La formación del comité es importante porque permite que la alta dirección se involucre en los operadores para unificar la organización.

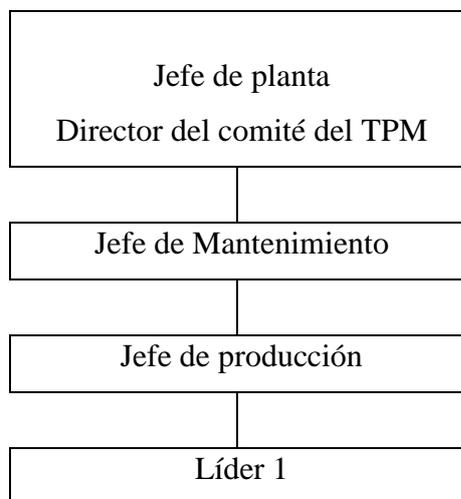


Figura 35: Estructura de comité

Fuente: Elaboración propia

La figura 35 muestra una estructura para desarrollar la propuesta de mejora. Asimismo, las tareas que tiene el comité para implementar el proyecto son las siguientes:

- El gerente de operaciones es la persona que lidera el comité y fomenta la participación activa de los empleados y proporciona los recursos necesarios para su implementación.
- Jefe de mantenimiento: es quien organiza, supervisa y planifica.
- Jefe de producción: es la persona que se encarga de la implementación
- Líder: es la persona con mayor experiencia en la máquina empaquetadora quien supervise las actividades.

ETAPA 3: Desarrollo

En esta etapa se realizarán capacitaciones de acuerdo a las instrucciones dadas para esta propuesta práctica, sobre llenado y anomalías detectadas durante la limpieza, para que los operadores de la máquina eviten errores del llenado de formatos.

- Hoja de limpieza

Tabla 21

Formato de reporte de limpieza

LOGO	REPORTE DE LIMPIEZA			CÓDIGO
				VERSIÓN
DATOS PERSONALES				
AREA DE TRABAJO		FECHA		
MÁQUINA		LÍNEA		
FIRMA				
N°	COMPONENTE	ANOMALÍA DETECTADA		
1				
2				
3				
4				
5				
CARGO:		NOMBRE		FIRMA
ELABORADO POR:				
REVISADO POR:				
APROVABADO POR:				

Fuente: elaboración propia

- Hoja de controles de fallo

Mediante la elaboración de las hojas de control de fallos lo que se pretende lograr es el recopilar información de utilidad para generar un

historial de daños de la máquina, a fin de poder planificar un mantenimiento autónomo de acuerdo a las necesidades de la maquinaria que posee la empresa.

Tabla 22

Hoja de control de daños de la maquinaria

HOJA DE CONTROL DE DAÑOS DE LA MAQUINARIA							
MÁQUINA			PROCEDENCIA			MODELO	
MARCA			AÑO DE FABRICACIÓN				
			HORA				
FECHA	GRUPO	PARTE REVISADA	INICIO	FIN	TRABAJO REALIZADO	OBSERVACIONES	RESPONSABLE

Fuente: elaboración propia

ETAPA 4: seguimiento de formatos de OEE de equipo

En esta etapa, se crean indicadores, cuyo propósito es medir los resultados después de la finalización del mantenimiento autónomo. Por lo tanto, se utiliza OEE (Overall Efficiency Equipment), que combina tres parámetros: disponibilidad, calidad y eficiencia, como se mencionó en la etapa 1, donde se realizan cursos de capacitación para operadores de máquinas en el siguiente formato:

Tabla 23

Formato de OEE de equipos

ACTIVIDAD GLOBAL DE LOS EQUIPOS (OEE)					CODIGO
					VERSION
FECHA		ÁREA		EQUIPO	
TURNO		LÍNEA		MAQUINISTA	
T.INICIO	T.FINAL	CANTIDAD PROGRAMADA	CANTIDAD PRODUCIDA	REPROCESO	MERMA
TIEMPO DE PARA DE MAQUINA PROGRAMADA			TIEMPO PARA DE MAQUINA NO PROGRAMADA		
T.INICIO	T.FINAL	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	T.INICIO	T.FINAL	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD
HALLAZGO DE ANOMALIAS					
ASPECTO		LIMPIEZA PROFUNDA			
% DISPONIBILIDAD		% CALIDAD		%RENDIMIENTO	
CARGO:		NOMBRE			FIRMA
ELABORADO POR:					
REVISADO POR:					
APROVABADO POR:					

Fuente: elaboración propia

ETAPA 5: Revisión y mejoras

En esta etapa es el seguimiento de la implementación del seguimiento, verifica que los empleados cumplan con las reglas establecidas, a través de auditorías que se pueden realizar dos veces al mes, con el fin de reducir las paradas de la máquina empaquetadora y promover una política organizacional que involucra a los operadores en la mejora continua y mantenimiento de los equipos.

Se establecen los siguientes check list para respaldar el control del cumplimiento e identificar áreas de mejora:

Tabla 24

Formato de check list

CHECK LIST DE MÁQUINA EMPAQUETADORA													CODIGO		
													VERSIÓN		
ÁREA													EQUIPO		
LÍNEA													RESPONSABLE		
SEMANA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC			
CADENA DE ARRASTRE															
CAMBIO DE RODAMIENTO EN RODILLO SELLADORES															
RECTIFICACIÓN DE MORDAZAS Y CAMBIO DE CUCHILLAS															
LIMPIEZA DE COLECTORES Y CAMBIO DE SENSOR TIPO J															
MORDAZAS DE CORTE Y SELLADO															
BANDA TRANSPORTADORA															
TAPAS PROTECTOR DE RODILLOS															
RODILLOJALADOR DE BOBINA FILM															
LEYENDA	OBSERVACIONES														
DEFICIENTE	1														
REGULAR	2														
BUENO	3														
EFICIENTE	4														
CARGO:								NOMBRE					FIRMA		
	ELABORADO POR:														
	REVISADO POR:														
	APROVABADO POR:														

Fuente: elaboración propia

Además, se propone implementar un plan de mantenimiento preventivo para la empaquetadora, se considera de acuerdo a los tipos de fallas recurrentes de las paradas de la máquina.

Tabla 25

Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo de la empaquetadora

PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO												
MAQUINA/EQUIPO	MES											
EMPAQUETADORA	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
MORDAZA DESCENTRADA /NO CORTA			x			x			x			x
FALLA TEMPATURA EN EL SELLADO				x				x				x
FRENO MECÁNICO			x			x			x			x
FALLA DE SENSOR DE TEMPERATURA						x						x
FALLA DEL VENTILADOR DE CONDENSADOR						x						x
BOBINA DESCENTRADA					x					x		
FALLA EN LA FAJA TRANSPORTADORA (CADENA)								x				
FALLA DE LA BANDA DE SALIDA												x
SEDESCUADRO EL PASO							x					
CARGO	NOMBRE							FIRMA				
	ELABORADO POR :											
	REVISADO POR:											
	APROBADO POR:											

Fuente: Elaboración propia

Con la propuesta de implementación de un mantenimiento autónomo que busca involucrar al operador en el mantenimiento del equipo a través de un alto nivel de capacitación y preparación profesional, y un plan de mantenimiento preventivo se considera reducir los tiempos de paradas de la empaquetadora progresivamente hasta alcanzar a cero, por ello se está planteando escenarios donde se va ver incrementando en % las mejoras.

Se obtiene lo siguiente:

Tabla 26

Resultados de tiempos no planeados después de la propuesta de aplicación.

MES	HORAS / TURNO	HORAS TOTALES	MINUTOS TOTALES	TOTAL PLANEADOS MIN	TOTAL NO PLANEADOS (MIN) ANTES	ESCE NARIOS %	TOTAL DE NO PLANEADO (MIN) DESPUÉS
mayo	4.6	124.2	7452	1600	1750	20	1400
junio	4.8	152.6	9158	1493	930	20	744
julio	4.5	109.4	6561	1080	852	30	596
agosto	4.3	82.4	4945	852	191.5	30	134.1
setiembre	4.5	109.4	6565	1275	803	40	482
octubre	4.6	105.3	6318	1074	468	40	281
noviembre	4.9	169.9	10194	1885	832	50	416
diciembre	4.6	111.6	6694	976	971	50	486
enero	5	105.9	6356	1239	1090	60	436
febrero	5.3	111	6660	1244	1198	60	958
marzo	4.6	128.5	7710	1635	1099	70	330
abril	5.5	104.9	6296	1539	715	70	215
mayo	5.1	138.3	8296	1590	1595	80	319
Promedio	5	119	7170	1345	961		523
TOTAL	62	1553	93206	17482	12495		7319

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 26 se observa que con la aplicación de un mantenimiento autónomo pasaría de 12495 min anual de paradas no planeadas a 7319 min.

5.4.2 Desarrollo de la propuesta de aplicación del mantenimiento autónomo

Luego de la propuesta de aplicación de un mantenimiento autónomo se tiene como resultados los nuevos tiempos de paradas originados por la máquina empaquetadora se visualiza en la tabla 24 estos tiempos nos ayudará a calcular la nueva OEE ya que es el producto de la disponibilidad x calidad x rendimiento, los cambios de mejora se van a evidenciar debido a que la disponibilidad ha disminuido es decir los tiempos de paradas por fallas. Con

los datos recolectados de nuestra población de mayo 2021 a abril 2021 vamos a obtener el nuevo OEE.

Tabla 27

Resultados de la nueva OEE después de la aplicación de la propuesta de un mantenimiento autónomo.

FECHA DE PRODUCCIÓN	Total no planeados después	Tiempo total trabajado después	Tiempo total antes	Tiempo capacidad productiva	KPI D %	KPI E %	KPI C %	NUEVA KPI OEE %
mayo	558	7312	7452	5712	90.2	62.32	98.16	55
junio	744	8972	9158	7479	90.1	47.94	98.44	43
julio	862	6191	6561	5111	83.1	77.87	98.55	64
agosto	172	4871	4945	4019	95.7	67.48	97.67	63
setiembre	524	6215	6565	4940	89.4	78.05	98.57	69
octubre	281	6131	6318	5057	94.4	72.87	98.19	68
noviembre	228	9967	10194	8082	97.2	66.30	98.45	63
diciembre	222	6472	6694	5496	96.0	64.77	98.16	61
enero	270	5950	6356	4711	94.3	58.03	97.92	54
febrero	221	6145	6660	4901	95.5	56.53	98.10	53
marzo	330	6941	7710	5306	93.8	64.25	97.93	5
abril	143	5724	6296	4185	96.6	61.12	98.09	58
mayo	158	7664	8296	6074	97.4	54.63	98.03	52
Promedio	4714	88557	93206	71075	93	64	98	59

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 27 se observa los resultados después de la implementación del mantenimiento autónomo y plan preventivo ya que como se obtuvo los tiempos de paradas no planeadas en la tabla 15 y tenemos la situación actual de OEE en la tabla 16, esto nos va permitir a calcular el nuevo OEE que representa un 59 %.

5.4.3 Desarrollo de la propuesta del sistema de control

Para poder evitar y prevenir que se cometan las fallas y errores causantes de los reprocesos mermas y faltantes mencionados anteriormente a lo largo del proceso productivo de las paletas de crema tenemos cuatro propuestas que serán de importancia vital para mejorar.

Empezamos con el problema del llenado de tanques con agua.

Para solucionar este problema con el que se convive día a día en la empresa proponemos la implementación de un medidor de agua en los tanques de pasteurizado, ya que de ahí radica el problema cuando se realiza la crema con los kilogramos completos de materia prima como, por ejemplo: la leche en polvo la manteca y las proteínas, pero con un volumen de agua menor al que realmente se debe colocar para la mezcla.



Figura 36: Caudalímetro digital para tanque de pasteurizado

Fuente: Página de empresa Valiometro tecnomab soluciones generales SAC

Ahora respecto a la máquina productora donde se le inyecta aire a la mezcla se recomienda colocar un manómetro el cual será de gran ayuda para poder controlar la inyección de aire y evitar que el peso de litro pase el límite inferior y superior, esto con el propósito que salga a la consistencia que se requiere y que la vez rinda lo programado.



Figura 37: Manómetro sanitario

Fuente: Página de Direct Indutry by VIRTUALEXPO GROUP

A continuación, presentamos los resultados esperados después de la implementación de nuestro Sistema de control de Insumos. Con la instalación del manómetro y los caudalímetros digitales en las máquinas productoras y los tanques de pasteurizado respectivamente.

En la entrevista que se realizó al ingeniero mecánico de la empresa, colaborador en el área de mantenimiento, se le elaboró la siguiente pregunta: Después de las propuestas de implementación mencionadas, ¿En cuánto porcentaje estima que se debería mejorar respecto a la existencia de unidades faltantes? A lo que respondió que después de la implementación no deberían de faltar unidades, puesto que con los dispositivos de control instalados no debería haber problema. Es entonces como en este escenario consideramos una mejora gradual en cuanto a la reducción de unidades faltantes, empezando con un 20% de mejora hasta un 100%, esto considerando que si se implementan los dispositivos propuestos al final no deberían faltar unidades. Siendo este un tema tocado no solo por nuestro asesor sino de un experto en el área como lo es el Ingeniero William Yovera de la empresa UPASAC.

Con los resultados de la implementación según el escenario propuesto, se obtuvieron las nuevas unidades faltantes y el nuevo número de unidades producidas señaladas en la Tabla 28

Tabla 28

Unidades producidas después de la propuesta de aplicación

MESES	UNIDAS DE PRODU CIDAS ANTES	UNIDAS DE FALTA NTES ANTES	COSTO DE UNIDADES FALTAN TES S/	%DE FALTANTE S RESPECTO A PROGRAMA DO ANTES	% DE PRODUCI DAS RESPECT O A PROGRA MADO ANTES	ESCENARI O DONDE REDUCE % DE FALTANT ES	UNIDA DES PRODU CIDAS DESPU ÉS	UNIDA DES FALTA NTES DESPU ÉS	COSTO DE UNIDA DES FALTA NTES S/	%DE FALTANTES RESPECTO A PROGRAMA DO DESPUÉS	% DE PRODUCID AS RESPECTO A PROGRAM ADO DESPUÉS
May-21	401472	20968	3572.95	4.96	95.04	20	405666	16774	2858.29	3.97	96.03
Jun-21	403638	18962	3420.74	4.49	95.51	30	409327	13273	2394.45	3.14	96.86
Jul-21	413603	19037	3740.77	4.4	95.6	40	421218	11422	2244.42	2.64	97.36
Ago-21	324512	17168	3768.38	5	94.98	50	333096	8584	1884.19	2.51	97.49
Set-21	430806	16134	3071.91	3.61	96.39	50	438873	8067	1535.96	1.8	98.2
Oct-21	435091	14309	2748.76	3.18	96.82	60	443676	5724	1099.58	1.27	98.73
Nov-21	650883	22617	4516.61	3.36	96.64	70	666715	6785	1354.96	1.01	98.99
Dic-21	426984	17936	3479.58	4.03	95.97	80	441333	3587	695.88	0.81	99.19
Ene-22	322159	13217	2517.02	3.94	96.06	90	334054	1322	251.76	0.39	99.61
Feb-22	330714	15526	3050.33	4.48	95.52	90	344687	1553	305.11	0.45	99.55
Mar-22	399637	20205	4047.06	4.81	95.19	100	419842	0	0.00	0	100
Abr-22	308784	10816	2252.97	3.38	96.62	100	319600	0	0.00	0	100
Total	4848283	206895	40187.10	-	-	-	4978087	77091	14624.6	-	-

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 28 observamos los resultados de las unidades faltantes después de la aplicación del sistema de control tanto del caudalímetro y manómetro.

Las "unidades producidas después" son resultado de sumar las unidades que ahora ya no son faltantes, sino que ahora sí son producida debido a la propuesta de implementación de nuestro Sistema de Control de Insumos. Es decir, la resta de las unidades faltantes antes menos las unidades faltas después, sería las unidades que ahora sí se producen.

Por lo tanto, el "porcentaje de faltantes después" se obtuvo de la división de las "unidades faltantes después" entre las "unidades producidas después".

A continuación, los costos de la implantación del sistema de control.

Tabla 29

Costos de la aplicación del caudalímetro

Mejora continua en área de pasteurizado	
Aplicación de caudalímetro digital en tanque de pasteurizado	
Caudalímetro digital	\$800
Caudalímetro digital	\$120 c/u
6 m de Tubería 1 "en acero inox calidad 304 sanitario	\$ 80
Accesorios; codos, T , uniones, empaquetaduras	\$ 50
Accesorios eléctricos	\$ 30
2 válvulas de 1" sanitarias de seguridad tipo mariposa	\$ 55 c/u

Fuente: Elaboración propia

Nota: Todas las uniones de tuberías inox son de conexión tipo clan, todas las uniones para soldar tienen un proceso de soldadura tig con cámara de argón.

Tabla 30

Costos de la aplicación del manómetro

Aplicación de manómetro en productora para helado continuo	
Manómetro sanitario tipo membrana escala de 0 a 8 bar	\$ 400
Accesorios: codos soldables, Reducción tipo campana de 1" a 2", conexión tipo clan	\$ 20

Fuente: Elaboración propia

Nota: lograremos un mejor control en la de helado, lograremos visualizar la presión existente en proceso de batido en la productora, esta presión debe ser 2 a 5 bar según la base de helado que está en proceso granel o paletas. cabe recordar que la base de helado debe de ingresar en productora a una temperatura estándar de 0 a 6 °c, monitoreando y visualizando todos los parámetros de máquina debemos llegar a los estándares que exige el área de control de calidad.

5.5 Análisis de la productividad

Con las aplicaciones de nuestras propuestas estimamos un aumento en la productividad de. A continuación, mostraremos el cambio y comparación de la productividad anterior con la actual.

5.5.1 Productividad antes y después de la propuesta de implementación

Aquí mostramos el cambio y comparación de la productividad anterior con la actual. Primero tenemos que anualmente se producían 54.27 paletas por sol invertido y con los cambios propuestos tenemos 55.72 paletas producidas por sol invertido.

Tabla 31

Comparación de la productividad antes y después de la propuesta de aplicación.

MESES	UNIDADES PRODUCIDAS ANTES	INVERSIÓN EN SOLES DE LO PROGRAMADO (S/)	PRODUCTIVIDAD ANTES	UNIDADES PRODUCIDAS DESPUÉS	INVERSIÓN EN SOLES PROGRAMADO (S/)	PRODUCTIVIDAD DESPUÉS
May-21	401472	71,983.7760	5.58	405666	71,983.7760	5.64
Jun-21	403638	76,237.0400	5.29	409327	76,237.0400	5.37
Jul-21	413603	85,013.7600	4.87	421218	85,013.7600	4.95
Ago-21	324512	74,998.7600	4.33	333096	74,998.7600	4.44
Set-21	430806	85,097.3760	5.06	438873	85,097.3760	5.16
Oct-21	435091	86,329.7400	5.04	443676	86,329.7400	5.14
Nov-21	650883	134,497.9500	4.84	666715	134,497.9500	4.96
Dic-21	426984	86,314.4800	4.95	441333	86,314.4800	5.11
Ene-22	322159	63,868.3514	5.04	334054	63,868.3514	5.23
Feb-22	330714	68,024.4177	4.86	344687	68,024.4177	5.07
Mar-22	399637	84,094.4327	4.75	419842	84,094.4327	4.99
Abr-22	308784	66,572.6800	4.64	319600	66,572.6800	4.80
TOTAL	4848283	89,343.2722	54.27	4978087	89,343.2722	55.72

Fuente: Elaboración propia

5.5.2 Productividad de paleta x H-H antes y después.

A continuación, veremos la productividad en unidades de paleta x hora hombre, habiendo un incremento en cuanto unidades producidas debido a la reducción de unidades faltantes respecto al tiempo que debería emplear considerando la reducción de las paradas no programadas por fallo de máquina.

Podemos observar que anualmente se producían 311 paletas por hora hombre y ahora con la implementación de los caudalímetros, los manómetros y el plan de mantenimiento preventivo y autónomo se realizan 327 paletas por hora hombre.

Tabla 32

Comparación de las paletas x H-H antes y después de la propuesta de aplicación.

MESES	UNIDADES PRODUCIDAS ANTES	TIEMPO TOTAL TRABAJADO ANTES	PRODUCTIVIDAD/ PALETA X H-H ANTES	UNIDADES PRODUCIDAS DESPUÉS	TIEMPO TOTAL trabajado después	PRODUCTIVIDAD/PA LETA X H-H DESPUÉS
May-21	401472	7452	294	405666	7389	299
Jun-21	403638	9158	240	409327	9099	245
Jul-21	413603	6561	344	421218	6305	364
Ago-21	324512	4945	358	333096	5000	363
Set-21	430806	6565	358	438873	6332	378
Oct-21	435091	6318	376	443676	6252	387
Nov-21	650883	10194	348	666715	10209	356
Dic-21	426984	6694	348	441333	6689	360
Ene-22	322159	6356	276	334054	6170	295
Feb-22	330714	6660	271	344687	6405	294
Mar-22	399637	7710	283	419842	7292	314
Abr-22	308784	6296	268	319600	5924	294
TOTAL	4848283	84909	311	4978087	83058	327

Fuente: Elaboración propia

5.5.3 Productividad global antes y después

Por último, observamos que anualmente ingresaba S/2.14 por cada sol invertido y ahora con la implementación de nuestra paleta automática y nuestros dispositivos del Sistema de Control de insumos estimamos un ingreso de S/2.23 por cada sol invertido.

Tabla 33

Productividad global antes de la propuesta de aplicación

MESES	UNIDADES CONFORMES PARA DESPACHO ANTES	VENTAS (S/)	COSTO (S/)	PRODUCTIVIDAD GLOBAL ANTES / INGRESO POR SOL INVERTIDO
May-21	387011	174,154.95	71,983.7760	2.42
Jun-21	389426	175,241.70	76,237.0400	2.30
Jul-21	399706	179,867.70	85,013.7600	2.12
Ago-21	312983	140,842.35	74,998.7600	1.88
Set-21	415857	187,135.65	85,097.3760	2.20
Oct-21	418430	188,293.34	86,329.7400	2.18
Nov-21	628469	282,811.19	134,497.9500	2.10
Dic-21	411228	185,052.47	86,314.4800	2.14
Ene-22	309746	139,385.75	63,868.3514	2.18
Feb-22	317826	143,021.58	68,024.4177	2.10
Mar-22	384783	173,152.49	84,094.4327	2.06
Abr-22	298055	134,124.57	66,572.6800	2.01
TOTAL	4673519	2,103,083.73	983,032.76	2.14

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34

Productividad global después de la propuesta de aplicación

MESES	UNIDADES CONFORMES DESPUÉS	VENTAS (S/)	COSTO (S/)	PRODUCTIVIDAD GLOBAL DESPUÉS /INGRESO X SOL INVERTIDO
May-21	393108	176,898.43	71,983.7760	2.46
Jun-21	397075	178,683.64	76,237.0400	2.34
Jul-21	410177	184,579.55	85,013.7600	2.17
Ago-21	323729	145,678.23	74,998.7600	1.94
Set-21	428279	192,725.54	85,097.3760	2.26
Oct-21	431369	194,116.22	86,329.7400	2.25
Nov-21	651868	293,340.57	134,497.9500	2.18
Dic-21	431671	194,251.87	86,314.4800	2.25
Ene-22	326761	147,042.54	63,868.3514	2.30
Feb-22	338387	152,274.04	68,024.4177	2.24
Mar-22	414766	186,644.89	84,094.4327	2.22
Abr-22	317113	142,700.64	66,572.6800	2.14
TOTAL	4864303	2,188,936.15	983,032.76	2.23

Fuente: Elaboración propia

GASTOS DE LA PROPUESTA DE APLICACIÓN

Tabla 35

Gastos de la propuesta de aplicación

ITEMS	CANTIDAD INICIAL	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	TOTAL INVERSIÓN S/
UTILES DE ESCRITORIO				
PAPEL BOND A4	2	MILLAR	20	40
PLUMONES	1	CAJA	12	12
LAPICEROS	1	CAJA	10	10
ARCHIVADORES	3	UNIDAD	6	18
TABLERO DE REGISTRO	3	UNIDAD	10	30
EQUIPOS DE IMPLEMENTACIÓN				
CAUDALIMETRO DIGITAL				
CAUDALIMETRO DIGITAL	6	UNIDAD		2720
6 M DE TUBERIA 1 "EN ACERO INOX CALIDAD				272
304 SANITARIO	6	METROS		
ACCESORIOS; CODOS, T , UNIONES,				170
EMPAQUETADURAS	2	UNIDAD		
ACCESORIOS				102
ELECTRICOS	3	UNIDAD		
2 VÁLVULAS DE 1" SANITARIAS DE				187
SEGURIDAD TIPO				
MARIPOSA	2	UNIDAD		
MANÓMETRO				
MANOMETRO SANITARIO				
TIPO MENBRANA	1	UNIDAD		1360
ESCALA DE 0 A 8 BAR				
ACCESORIOS :CODOS				
SOLDABLES REDUCCION				
TIPO CMAPANA DE 1" A	1			68
2" , CONEXIÓN TIPO				
CLAN		UNIDAD		
PALETERA SEMIAUTÓMATICA				
PLATINA DE 80 x 40 mm x 1/6" acero inox calidad 304	1	UNIDAD	140	140
SOLDADURA TIG	1	UNIDAD	120	120
DISCO DE CORTE	5	UNIDAD	8	40
PERNOS INOX M8 Y				
ACCESORIOS	4	UNIDAD	15	60
TOTAL DE INVERSIÓN				5349
SOLES				

OTROS GASTOS				
ITEM	CANTIDAD	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	TOTAL DE INVERSION S/
LUZ	12	MESES	200	2400
AGUA	12	MESES	150	1800
TOTAL OTROS GASTOS				4200
GASTOS DEL PERSONAL				
GASTOS DEL PERSONAL	CANTIDAD	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL S/
ESPECIALISTA EN INSTALCIÓN DE DISPOSITIVOS	2	SEMANA S	400	800
TOTAL GASTOS DE PERSONAL				800
GASTOS DE CAPACITACIÓN				
ITEM	CANTIDAD	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	PRECCIO TOTAL S/
CAPACITACIÓN AL PERSONAL DE TPM	1	MES	300	300
TOTAL GASTOS DE PERSONAL				300
TOTAL DE GASTOS				10649

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36

Resultados económicos antes y después de la aplicación.

	ANTES S/	DESPUÉS S/	DIFERENCIA S/
REPROCESO	30,979.63	11,847.20	19,132.42
FALTANTES	40,187.10	14,624.63	25,562.47
TOTAL	71,166.73	26,471.83	44,694.89

Fuente: Elaboración propia

Al implementar las propuestas dadas se estima que la suma de los costos por reproceso y faltantes bajan de S/ 71,166.73 a un costo de S/ 26,471.83 rescatando S/44,694.89.

5.6 Resultados

Con la implementación del Sistema de Control de Insumos propuesto se logró disminuir gradualmente el número de unidades faltantes. Esto quiere decir que poco a poco hubo una mejora en cuanto al cumplimiento de las unidades programadas en producción dejando de ser un problema la falta de control de llenado de agua en los tanques de pasteurizado y la inyección de aire en la crema de helado en las máquinas productoras. Mediante la implementación del Sistema de Control de Insumos se redujo el porcentaje de unidades faltantes de un 4.14% a un 1.50%.

Mediante la implementación de un mantenimiento autónomo se logrará incrementar el indicador OEE. Esto debido a que mediante un plan de mantenimiento las paradas de la máquina empaquetadora se reducirán y aumentará el indicador disponibilidad. Al aumentar este indicador repercutirá directamente en el indicador OEE. Se logró incrementar el indicador de un 55.52% a un 59.17%.

A través de la implementación de Poka Yoke mediante la paleta semiautomática, se logró prevenir el error humano de los operarios al colocar las paletas de crema en la cadena de arrastre de la empaquetadora, lo cual redujo el reproceso de paletas de crema por mordida llegando a reducir el porcentaje de reproceso total de un 3.29% a un 1.38%.

Tabla 37

Resultados pre test y pos test

Hipótesis Específica	variables independientes	Variables Dependiente	Indicador	Pre-test	Pos -test	Diferencia
Mediante la aplicación de un sistema de control se disminuirá el número de unidades faltantes en la elaboración paletas de crema en una empresa agroindustrial.	Sistema de Control	Número de faltantes de paletas de crema	% Faltantes	4.14%	1.50%	Disminuyó en 2.64%
Mediante la aplicación de un mantenimiento autónomo se incrementará el indicador OEE en una empresa agroindustrial.	Mantenimiento autónomo	OEE	%OEE	55.52%	59.17%	Disminuyó en 3.65 %
Mediante la aplicación de Poka Yoke reducirá el reproceso de paletas de crema en una empresa agroindustrial	Poka Yoke	Reproceso	% Reprocesos	3.29%	1.94%	Disminuyó en 1.35%

Fuente: Elaboración propia

5.7 Análisis de los resultados

Prueba de normalidad

De los resultados del SPSS se obtuvo los siguientes datos para la normalidad:

Tabla 38

Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para los indicadores pre test y post test.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
% OEE 1	.163	12	.200 [*]	.945	12	.562
% FALTANTES 1	.155	12	.200 [*]	.928	12	.362
% REPROCESO 1	.246	12	.043	.857	12	.045
% OEE 2	.119	12	.200 [*]	.948	12	.608
% FALTANTES 2	.152	12	.200 [*]	.926	12	.335
% REPROCESO 2	.167	12	.200 [*]	.908	12	.200

Fuente: Software SPSS

En base a los resultados de la prueba Shapiro Wilk ,se establece que si el nivel de significancia es mayor a 0.05 proviene de una distribución normal , en la tabla 38 se observa que los indicadores % OEE ,% Faltantes pre test y pos test los niveles de significancia son mayores a 0.05 por ello se utilizó la prueba de hipótesis T student , en el caso del indicador % Reproceso el nivel de significancia de pre test es 0.045 lo cual es menor a 0.05 por ello proviene de una distribución no normal y el tipo de prueba que se uso es no paramétrica Wilcoxon para muestras relacionadas

5.7.1 Hipótesis específica 1

H0: No existe una disminución del número de unidades faltantes en la elaboración de paletas de crema mediante la aplicación de un sistema de control en una empresa agroindustrial.

H1: Existe una disminución del número de unidades faltantes en la elaboración de paletas de crema mediante la aplicación de un sistema de control en una empresa agroindustrial.

Prueba de normalidad:

Tabla 39

Prueba de normalidad pre test % faltantes 1 y pos test %faltantes 2

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
% FALTANTES 1	.155	12	.200*	.928	12	.362
% FALTANTES 2	.152	12	.200*	.926	12	.335

Fuente: Software SPSS

Como se observa en la tabla 39 el resultado del nivel de significación para el pre test y pos test son mayores a 0.05 entonces a proviene de una distribución normal se va utilizar la prueba de T de Student para dos muestras relacionadas.

Prueba T de student

Tabla 40

Resultados de la prueba T de Student

Par 1	% FALTANTES 1 - % FALTANTES 2	Prueba de muestras emparejadas					Significación			
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	Diferencias emparejadas		t	gl	P de un factor	P de dos factores
					95% de intervalo de confianza de la diferencia					
				Inferior	Superior					
		2.64014%	1.16301%	0.33573%	1.90120%	3.37908%	7.864	11	<.001	<.001

Fuente: Software SPSS

En la tabla 40 se observan los resultados de la prueba T de Student del indicador %Faltantes para la decisión como T es positivo se va rechazar la H0 si es menor $\text{sig}/2 < 0.05$, se tiene un T negativo 7.864 se divide el nivel de significancia obtenido de $0.01 / 2$ este es igual a 0.0005 siendo menor a 0.05 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula H0.

Esto nos permite establecer que con la aplicación de un sistema de control se va disminuir en un 2.65 % del indicador faltantes como se observa en la siguiente tabla 40 los resultados del pre test y pos test.

Tabla 41

Resultados estadísticos

Prueba T

Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	% FALTANTES 1	4.1400%	12	0.65007%	0.18766%
	% FALTANTES 2	1.4999%	12	1.30799%	0.37758%

Fuente: Software SPSS

5.7.2 Hipótesis específica 2

H0: No existe un incremento del indicador OEE mediante la aplicación de un mantenimiento autónomo en una empresa agroindustrial.

H1: Existe un incremento del indicador OEE mediante la aplicación de un mantenimiento autónomo en una empresa agroindustrial.

Prueba de normalidad:

Tabla 42

Prueba de normalidad pre test % OEE 1 y post test % OEE2

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
% OEE 1	.163	12	.200*	.945	12	.562
% OEE 2	.119	12	.200*	.948	12	.608

Fuente: Software SPSS

Como se observa en la tabla 42 el resultado del nivel de significación para el pre test y pos test son mayores a 0.05 entonces a proviene de una distribución normal se va utilizar la prueba de T de Student para dos muestras relacionadas.

Prueba T de student

Tabla 43

Resultados de la prueba T de Student

	Prueba de muestras emparejadas						Significación		
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	P de un factor	P de dos factores
				Inferior	Superior				
% OEE 1 - % OEE 2	-3.64750%	2.26969%	0.65520%	-5.08959%	-2.20541%	-5.567	11	<.001	<.001

Fuente: Software SPSS

En la tabla 43 se observan los resultados de la prueba T de Student del indicador OEE para la decisión como T es negativo se va rechazar la H0 si es menor $\text{sig}/2 < 0.05$, se tiene un T negativo -5.567 se divide el nivel de significancia obtenido de $0.01 / 2$ este es igual a 0.0005 siendo menor a 0.05 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula H0.

Esto nos permite establecer que con la aplicación del mantenimiento autónomo se va incrementar en un 3.65 % del indicador OEE como se observa en la siguiente tabla 44 los resultados del pre test y pos test.

Tabla 44

Resultados estadísticos

Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	% OEE 1	55.5192%	12	7.42810%	2.14431%
	% OEE 2	59.1667%	12	7.23418%	2.08833%

Fuente: Software SPSS

5.7.3 Hipótesis específica 3

H0: No existe una reducción del % reproceso de paletas de crema mediante la aplicación de Poka Yoke crema en una empresa agroindustrial.

H1: Existe una reducción del % reproceso de paletas de crema mediante la aplicación de Poka Yoke crema en una empresa agroindustrial.

Prueba de normalidad:

Tabla 45

Prueba de normalidad pre test % Reproceso 1 y post test % Reproceso 2

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
% REPROCESO 1	.246	12	.043	.857	12	.045
% REPROCESO 2	.167	12	.200*	.908	12	.200

Fuente: Software SPSS

Como se observa en la tabla 45 el resultado del nivel de significación para el pre test es menor a 0.05 y pos test es mayor a 0.05. Por ser menor el pre test se considera de una distribución no normal y el tipo de prueba que se uso es no paramétrica Wilcoxon para muestras relacionadas.

Prueba Wilcoxon.

Tabla 46

Resultados de pruebas estadísticas

Estadísticos de prueba ^a	
	% REPROCESO 2 - % REPROCESO 1
Z	-3.059 ^b
Sig. asin. (bilateral)	.002

Fuente: Software SPSS

En la tabla 46 se observan los resultados de la prueba Wilcoxon del indicador Reprocesos, se va rechazar la H0 si sig < 0.05, se tiene como resultado el nivel de significancia 0.02 siendo menor a 0.05 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula H0.

Tabla 47

Resumen de contraste de hipótesis

Resumen de contrastes de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig. ^{a,b}	Decisión
1	La mediana de diferencias entre % REPROCESO 1 y % REPROCESO 2 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	.002	Rechace la hipótesis nula.

a. El nivel de significación es de .050.

b. Se muestra la significancia asintótica.

Fuente: Software SPSS

Esto nos permite establecer que con la aplicación del Poka Yoke se va reducir en un 1.35% el indicador reproceso.

5.8 Simulación Promodel

A continuación, presentamos el desarrollo de la simulación del proceso de producción de paletas de crema en una empresa agroindustrial en el programa de Simulación ProModel, la cual nos sirve para validar nuestros datos y evaluar nuestros indicadores en el pre test y post test.

Informe de la simulación

Proceso Actual

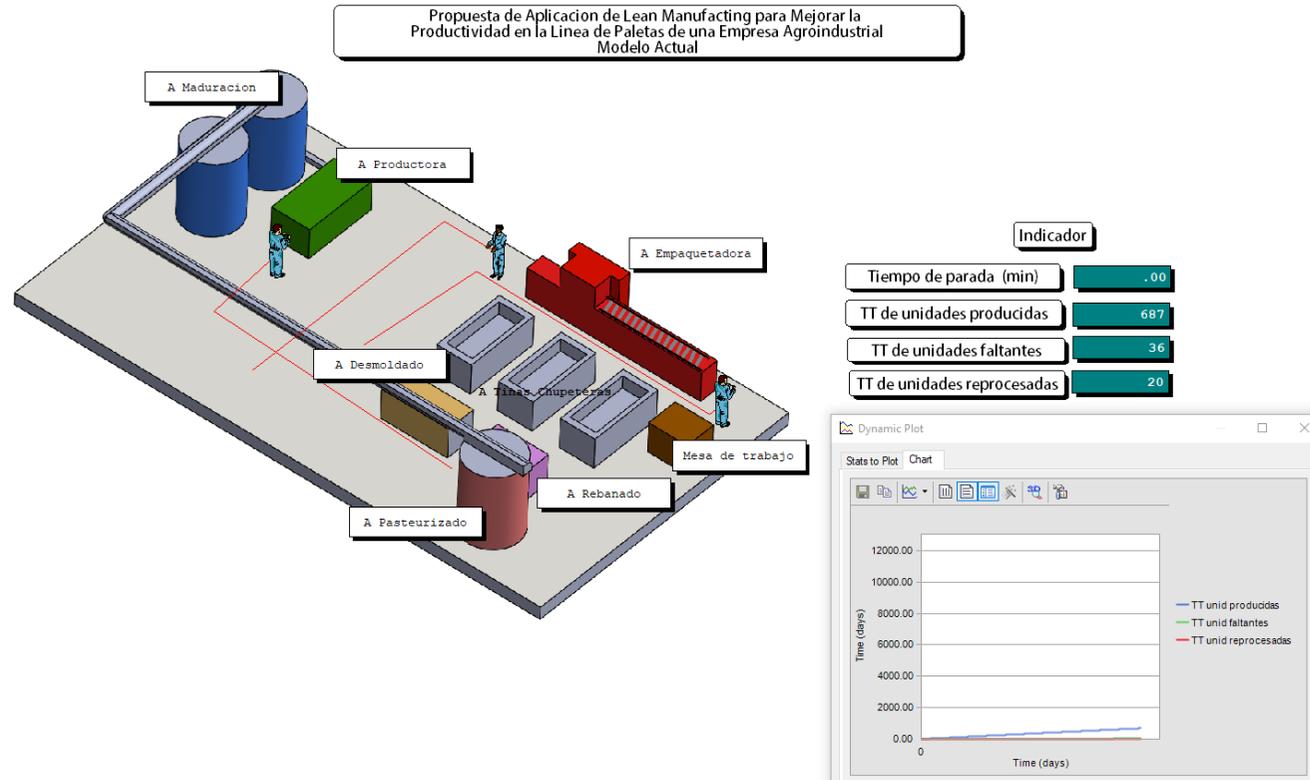


Figura 38: Simulación Promodel del proceso de producción de paletas de crema
Fuente: Elaboración propia (Promodel)

Elaboración del modelo de simulación

Diseño de Lay Out

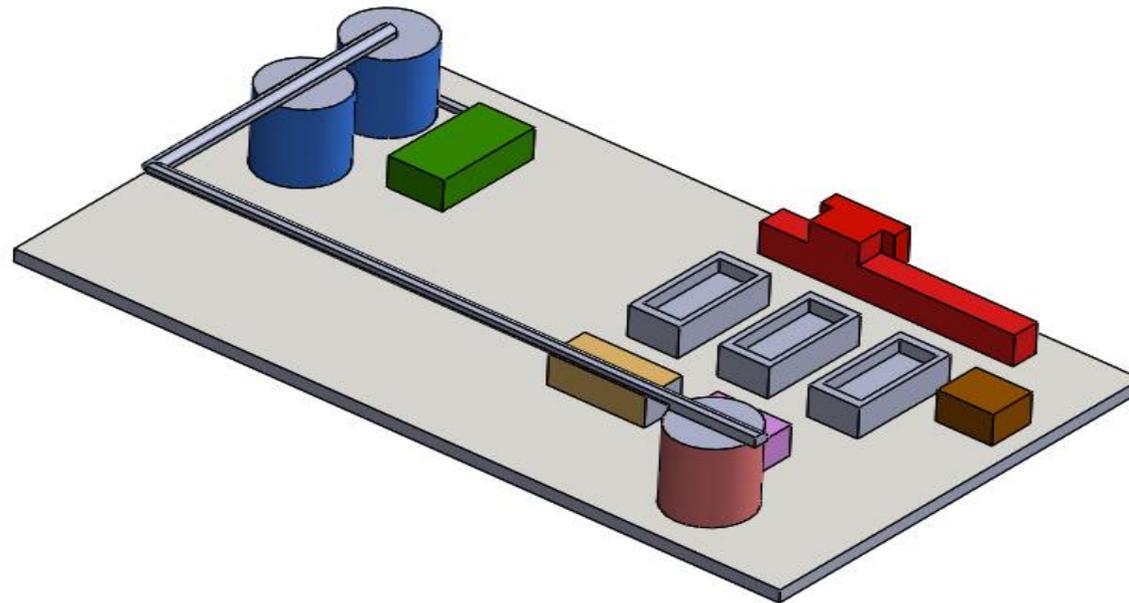
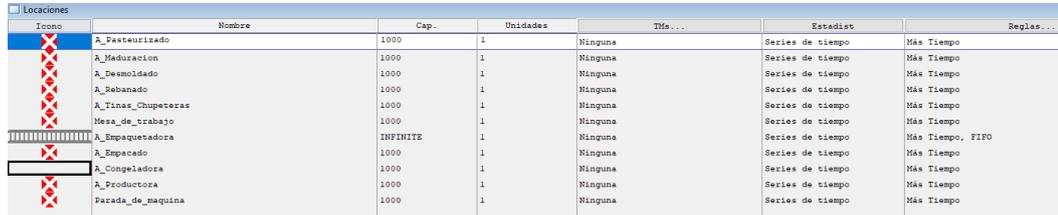


Figura 39: Diseño de Lay Out

Fuente: Elaboración propia (Promodel)

Locaciones:

Se define las locaciones, En donde las entidades realizarán una operación bajo una determinada distribución. A. Pasteurización, A. Maduración, A. Productora, A. Rebanado, A. Desmoldado, A. Tinas chupeteras, etc



Icono	Nombre	Cap.	Unidades	Dts...	Estadist	Reglas...
	A_Pasteurizado	1000	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo
	A_Maduracion	1000	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo
	A_Desmoldado	1000	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo
	A_Rebanado	1000	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo
	A_Tinas_Chupeteras	1000	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo
	Mesa_de_trabajo	1000	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo
	A_Empaquetadora	INFINITE	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	A_Empacado	1000	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo
	A_Congeladora	1000	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo
	A_Productora	1000	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo
	Parada_de_maquina	1000	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo

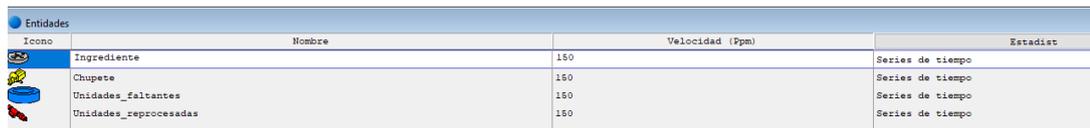
Figura 40: Locaciones Promodel

Fuente: Elaboración propia

Entidades:

Se define cuatro entidades:

- ✓ **Ingredientes**
- ✓ **Chupete**
- ✓ **Unidades faltantes**
- ✓ **Unidades reprocesadas**



Icono	Nombre	Velocidad (Ppm)	Estadist
	Ingrediente	150	Serie de tiempo
	Chupete	150	Serie de tiempo
	Unidades_faltantes	150	Serie de tiempo
	Unidades_reprocesadas	150	Serie de tiempo

Figura 41: Entidades Promodel

Fuente: Elaboración propia

Atributos:

Se determinamos dos atributos que nos permitirán registrar “el tiempo de ciclo” de los procesos, **A_Tiempo_de_parada** (Registra el tiempo de cada parada por mantenimiento).



ID	Tipo	Clasificación
t_tiempo_de_parada	Real	Ent

Figura 42: Tiempo de parada

Fuente: Elaboración propia

Variables:

Se definen cinco variables, tres de ellas contabilizarán las cantidades en forma entera (Integer) y uno de ellas “el tiempo de paradas por mantenimiento” en decimales (Real).



Icono	ID	Tipo	
S1	Tiempo_de_parada_mantenimiento	Real	0
S1	TI_de_p_unidades	Integer	0
S1	TI_de_p_unidades_faltantes	Integer	0
S1	TI_de_unidades_reprocesadas	Integer	0

Figura 43: Variables Promodel

Fuente: Elaboración propia

Proceso:

Primero se estructura en el ProModel la secuencia del proceso definido con la herramienta de diseño de flujo “Bizagi” y finalmente se analizan las distribuciones con la herramienta StatFit para “los tiempos de espera” en cada locación.

Diagrama de Flujo del descripción del proceso de producción de las paletas de crema.

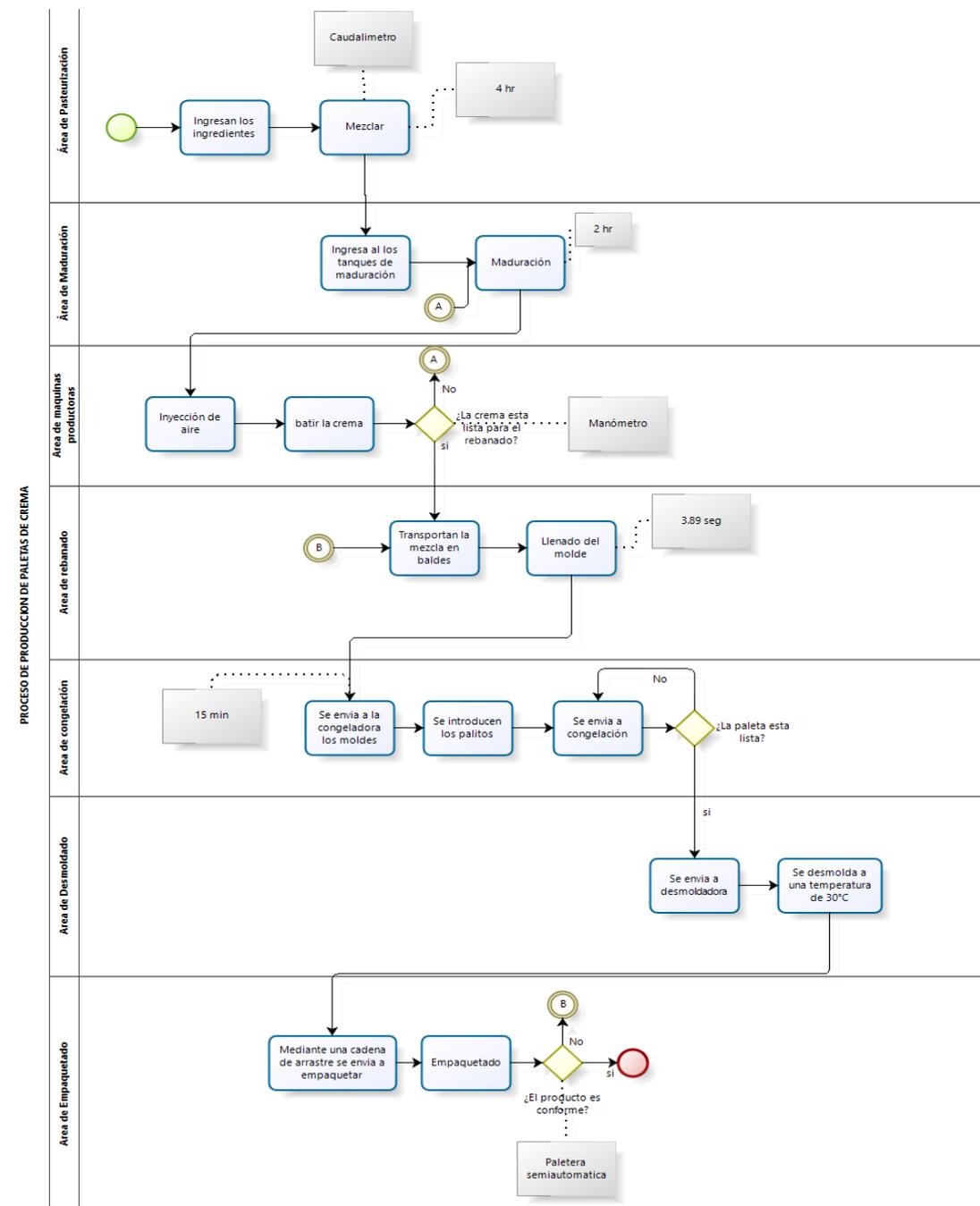


Figura 44: Diseño de diagrama de flujo del proceso de producción de paletas de crema –BIZAGI

Fuente: Elaboración propia (Bizagi)

Distribución

Tiempos de parada

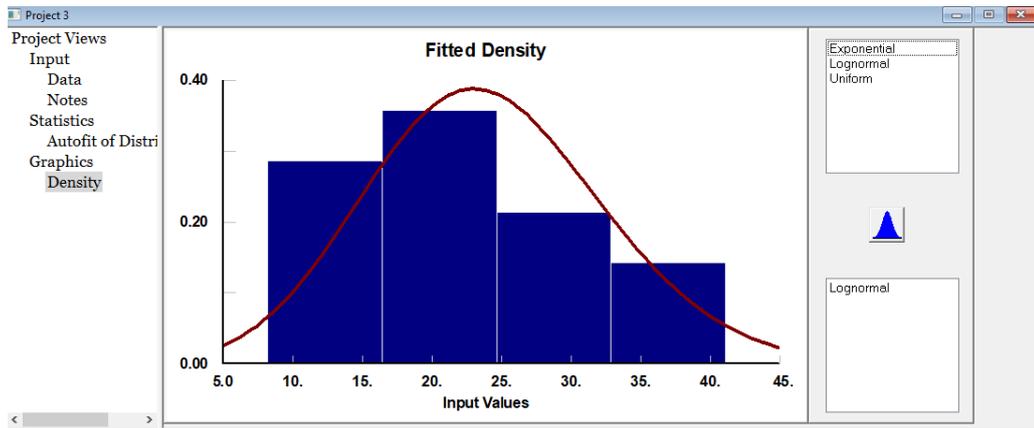


Figura 45: Tiempos de espera con la herramienta StatFit

Fuente: Elaboración propia

Wait de $-88.6+L(113, 8.53)$ min

Tiempo de Maduración

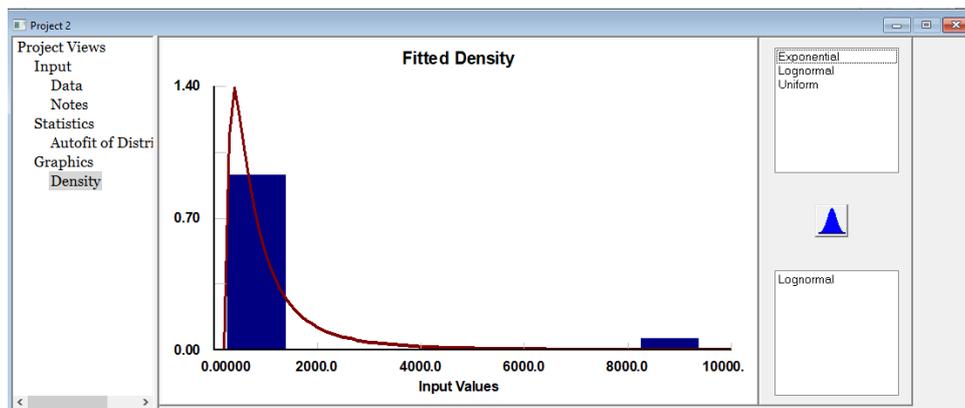


Figura 46: Tiempo de maduración

Fuente: Elaboración propia

Wait $191+L(911, 1.24e+003)$ sec

Resumen Modelo Actual

Cuadro de indicadores (Prom. Reps)			
Réplica	Nombre	Total Salidas	Tiempo En Sistema Promedio (Day)
Avg	Ingrediente	0.00	0.00
Avg	Chupete	390,877.25	0.00
Avg	Unidades faltantes	16,621.42	0.00
Avg	Unidades reprocesadas	13,766.33	0.00

Figura 47: Resumen de modelo actual
Fuente: Elaboración propia

De un total de 12 corridas, que representa el número de meses, se observa que la entidad “chupetes” cuenta con un total de 390877 unidades, 16621 unidades faltantes y 13766 unidades reprocesadas

Resumen Modelo Mejorado

Cuadro de indicadores (Prom. Reps)			
Réplica	Nombre	Total Salidas	Tiempo En Sistema Promedio (Day)
Avg	Ingrediente	0.00	0.00
Avg	Chupete	407,100.00	0.00
Avg	Unidades faltantes	6,297.17	0.00
Avg	Unidades reprocesadas	7,867.83	0.00

Figura 48: Resumen de modelo mejorado
Fuente: Elaboración propia

De un total de 12 corridas, que representa el número de meses, se observa que la entidad “chupetes” cuenta con un total de 407100 unidades, 6297 unidades faltantes y 7867 unidades reprocesadas.

Cálculo de n° de corridas se utiliza la siguiente fórmula

$$N = \left(\frac{t_{(n-1, 1-\frac{\alpha}{2})} S(n)}{e} \right)^2$$

Siendo:

n: N° de réplicas

e: Error

Para el cálculo, se toma una muestra:

n = 12

Nivel de confianza: 90%

E = 3

También se escoge una variable de decisión: PT rechazados promedio de la variable con mayor desviación estándar.

$$S(n) = 129.84$$

$$1 - \alpha = 0.9$$

$$\alpha = 0.1$$

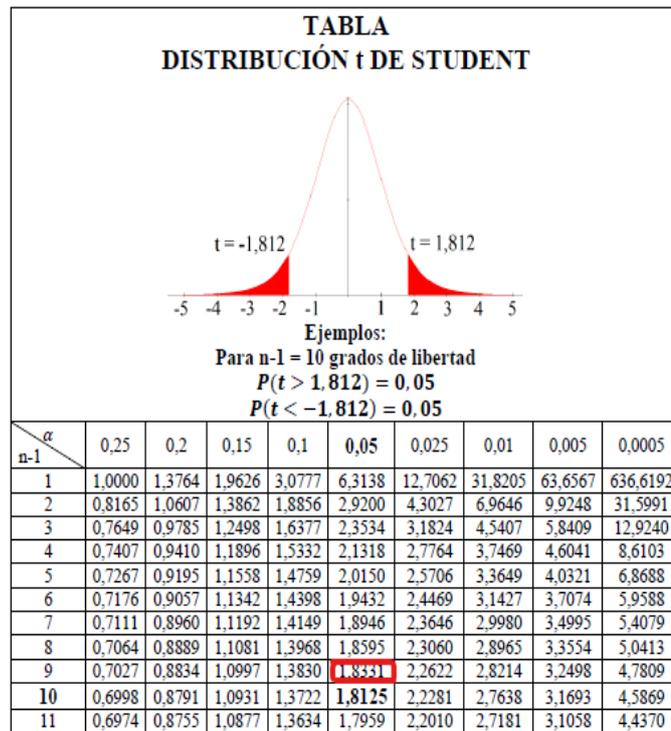


Figura 49: Distribución t de Student

Fuente: Elaboración propia

$$T(n - 1, 1 - \alpha/2) = T(10 - 1, 1 - 0.1/2)$$

T-Student, calculamos:

$$T(10 - 1, 1 - 0.1/2) = 1.833.$$

Entonces, se tiene el valor de **N= 6294 corridas**

Las réplicas sirven para estabilizar la variable que tenga mayor desviación estándar

CONCLUSIONES

1. Mediante la implementación del Sistema de Control de insumos en una empresa agroindustrial se estima la disminución de unidades faltantes en la elaboración de paletas de crema de un porcentaje anual de unidades faltantes de 4.14% a 1.50%.
2. Mediante la implementación de un mantenimiento autónomo, se estima el incremento del indicador OEE en la línea de paletas de crema de 55.52% a 59.17%. La reducción en cuanto a las paradas no programadas de la máquina empaquetadora a través de la implementación de un mantenimiento autónomo llega a incrementar el indicador OEE.
3. Al implementar la herramienta Poka Yoke se estima la reducción de reproceso de paletas de crema de un porcentaje del 3.30% a 1.94%. Para prevenir los errores de los operarios al momento de alimentar la cadena de arrastre de la máquina empaquetadora mediante la instalación de un dispositivo denominado Paletera Semiautomática, se logra obtener una reducción de los reprocesos.
4. Se calcula que mediante la implementación de la propuesta de mejora del presente trabajo de investigación aumenta la productividad global de S/ 2.14 a S/ 2.23. Esto quiere decir que anualmente ingresaban S/2.14 por cada sol invertido y ahora con la propuesta de mejora estimamos un ingreso de S/2.23 por cada sol invertido.
5. Se estima que al implementar las propuestas dadas la suma de los costos por reproceso y faltantes bajan de S/ 71,166.73 a un costo de S/ 26,471.83 rescatando S/44,694.89. Para la implementación de este proyecto de tesis es necesario una inversión de S/10,649, sin embargo, la reducción de costos es mucho mayor que la inversión por lo que definitivamente nos conviene.

RECOMENDACIONES

1. Se debe considerar que al momento de implementar el Sistema de Control de insumos para la disminución de las unidades faltantes en la línea de paletas de crema en la empresa agroindustrial UPASAC, es necesario el brindar información al personal de trabajo acerca de los usos, funciones y ventajas que tiene cada dispositivo a instalar, esto con el propósito de familiarizar a los trabajadores con lo nuevo y que con el tiempo se adecuen a los cambios y mejoras en el proceso.
2. Se recomienda brindar capacitaciones a los trabajadores encargados del mantenimiento autónomo de sus máquinas, así como también asignar responsables encargados de supervisar el cumplimiento de las nuevas actividades propuestas encaminando este proyecto y logrando el cambio deseado.
3. En el caso de la implementación de la paletera semiautomática para reducir los reprocesos de las paletas de crema se recomienda bajar la velocidad de la empaquetadora para que a medida que pase el tiempo y con la práctica el operario encargado de alimentar la cadena de arrastre se acostumbre a trabajar con este nuevo artefacto pudiendo agarrar el ritmo y mejorar sin que este se frustre al comienzo.
4. Para seguir con la mejora continua de la línea de paletas se recomienda capacitar a todo el personal acerca de la metodología Lean Manufacturing para concientizar acerca de la importancia de eliminar los desperdicios y aumentar la productividad.
5. La alta dirección debe involucrarse plenamente en la implementación de las propuestas de mejora y brindar confianza en el cumplimiento del programa. Tener en cuenta que al inicio todo cambio puede resultar difícil, pero al final resulta en algo mucho mejor.

REFERENCIAS

- Álvarez Ortiz, M. J. (2022). *Propuesta de aplicación de la filosofía Lean Manufacturing en la bodega de químicos de la empresa Aguas del Ecuador, ADE, Cia. Ltda* (Bachelor's thesis, Universidad del Azuay), Ecuador. Recuperado de: <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/11654/1/17183.pdf>
- Ari, E. M., & León, D. A. (2019). *Aplicación de la metodología Lean Manufacturing en el sector industrial: Una revisión de la literatura científica (Trabajo de investigación)*. Universidad Privada del Norte, Lima, Perú.
- Arias, F. G. (2012). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica*. 6ta. Edición Editorial Episteme
- Casilimas, C., Poveda, R. (2012) *Implementación del sistema de indicadores de productividad y mejoramiento OEE (overall effectiveness equipment) en la línea tubería en corpacero s.a..* [Tesis de grado para optar el título de Tecnólogo industrial, Universidad distrital Francisco José de Caldas] Bogotá, Colombia.
- Colorado, A., & Quintero, F. (2020). *Implementación de los Pilares de Mantenimiento Autónomo (paso 0) y Mantenimiento Planeado (paso 1) de Mantenimiento Productivo Total (TPM) en el área de prensas y planta 1 de la empresa c.i. colauto S.A.S* (Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de: pregrado en ingeniería mecánica). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia
- Cruz, J., & Cueva, F. (2020). *Propuesta de implementación de las herramientas Lean Manufacturing en el concesionario San Antonio* (Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial y de Sistemas). Universidad de Piura, Piura, Perú.
- De-Benito-Martín, J. J., Sanz-Angulo, P., y Galindo-Melero, J. (2015). *Aprendizaje del lean manufacturing mediante minecraft: Aplicación a la herramienta 5S/Lean manufacturing learning by minecraft: Application to the 5S tool*. Revista Ibérica De Sistemas e Tecnologías De Información, (16), 60-75. Recuperado por <http://dx.doi.org/10.17013/risti.16>
- Díaz Araya, D., Oviedo, S., Sánchez Zunino, G., y Ibáñez, F. S. (2019). *Hardware de código abierto para implementar Pokayoke y Andón en la industria de packaging alimenticio*. In I Simposio Argentino de Informática Industrial e Investigación Operativa (SIIIO 2019)-JAIIO 48, San Juan, Salta, Argentina.

- Durand Delgado, H. N. (2018). *Propuesta de mejora para disminuir los tiempos de paradas no programadas de los buses en una empresa de transporte público a través de la metodología RCM y un mantenimiento autónomo*. Tesis para optar el título de ingeniero industrial, Universidad de Ciencias Aplicadas]. Obtenido de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/624788/DURAN_D_DH.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Fernández, P., Vallejo, G., Livacic-Rojas, P., y Tuero, E. (2014). Validez Estructurada para una investigación cuasi-experimental de calidad. Se cumplen 50 años de la presentación en sociedad de los diseños cuasi-experimentales. *Anales de Psicología/Annals of Psychology*, 30(2), 756-771.
- García Miñano, B. S., & Santos Mancha, W. D. (2020). *Propuesta de implementación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la fabricación de discos de aluminio en una empresa laminadora*. [Tesis para optar el título de ingeniero industrial, Universidad Ricardo Palma].
- Gómez, I., y Aguilar, J. (2020). Administración de operaciones. UIDE/GUAYAQUIL/2020. Recuperado de:
<file:///C:/Users/lenovo/Downloads/ADMINISTRACION%20DE%20OPERACIONES.pdf>
- Hernández, J., y Vizán, A. (2013). *Lean manufacturing Conceptos, técnicas e implantación*. Madrid: Fundación EOI, 178, 978- 8415061403. Recuperado de:
[file:///C:/Users/lenovo/Downloads/EOI_LeanManufacturing_2013%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/lenovo/Downloads/EOI_LeanManufacturing_2013%20(2).pdf)
- Hernández Ochoa, T. A., Gómez Bull, K. G., Ibarra Mejía, G., Vargas Salgado, M. M., & Máñez Guaderrama, A. (2018). *Implementación de poka-yoke en herramental para disminución de ppms en estación de ensamble*. *Cultura Científica Y Tecnológica*, (64). Recuperado de:
<https://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/2483>
- Herrera, B. (2020). *Propuesta de un sistema de indicadores de eficiencia general de equipos (OEE) para mejorar la productividad en el área de tejeduría de una empresa textil*. Tesis para optar el título de Ingeniero Textil y Confecciones. Escuela Profesional de Ingeniería Textil y Confecciones, Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

- Hurtado Zeña, M. C. (2022) *Mejora y optimización de procesos mediante la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en la línea de envasado de jalea de una empresa de manufactura* [Tesis para optar el título de Magíster en ingeniería industrial con mención en Gestión de Operaciones, Pontificia Universidad Católica del Perú].Recuperado de :
- <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/21421>
- Lopera, E. H., & Mejía, D. A. (2010). Implementación de un control predictivo basado en modelo aplicado a un sistema de control de caudal de agua didáctico. *TecnoLógicas*.
- López Mortarotti, I. E., Sanchez-Varretti, F. O., y García, G. D. (2017). *Implementación del Método Antierrores: Poka Yoke. Grupo de Físico-Química de Sistemas Complejos (GFQSC) de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Rafael. Gral. J. J. de Urquiza 340M5602GCH, Argentina.*
- http://www.edutecne.utn.edu.ar/coini_2013/trabajos/coa12_tc.pdf
- Medina Fernández, J. (2010). Modelo integral de productividad, aspectos importantes para su implementación. *Revista Escuela de Administración de Negocios* No. 69, 110-119.
- Mendoza Heredia, N. L., (2017). Propuesta de un sistema de control interno para mejorar los procesos de producción de alimentos balanceados en la empresa KIME E.I.R.L. periodo 2016. Tesis para optar el título de contador público. Escuela de Contabilidad, Facultad de Ciencias empresariales, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú
- Miramontes, K. (2018). Lean Manufacturing paso a paso .Recuperado de: https://www.academia.edu/31456638/Lean_manufacturing_paso_a_paso_1_
- Murillo, W. (2008). La investigación científica. Consultado el 18 de abril de 2008 <http://www.monografias.com/trabajos15/invest-científica/investcientífica.shtm>
- Palomino Espinoza, M. A. (2012) *Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en las líneas de envasado de una planta envasadora lubricantes* [Tesis para optar el título de ingeniero industrial, Pontificia Universidad Católica del Perú].Recuperado de :
- <https://xdoc.mx/preview/pontificia-universidad-catolica-del-peru-5df6946608bf9>
- Quijada, J. A. B. (2019). *Lean manufacturing*. Editorial Elearning, SL.

- Rajadell, M., y Sánchez, J. L. (2010). *Lean manufacturing. La evidencia de una necesidad*. Ediciones: Díaz de Santos.
<https://books.google.com.co/books?id=IR2xgdsmdUoC&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false>
- Rodríguez, I. (2009). *Herramientas para la mejora de la calidad: Sistema Poka Yoke* [Diapositiva PowerPoint]. <https://es.slideshare.net/jcfdezmxcal/sistema-poka-yoke>
- Rosso, J., y Gariglio, A. (2016). *Guía de buenas prácticas de implementación 5S*. Premio Nacional 5S. Recuperado de:
<https://docplayer.es/81230966-Guia-de-buenas-practicas-de-implementacion.html>
- Rojas Jáuregui, A. P., y Gisbert Soler, V. (2017). *Lean manufacturing: herramienta para mejorar la productividad en las empresas*. 3C Empresa, Investigación y pensamiento crítico, 116-124. Recuperado de:
https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2018/01/art_14.pdf
- Salcedo Hernández, M.A. y Acevedo Lopez, O.A. (2020) *Diseño de herramientas poka yoke para la medición de niveles de silo* [Tesis para optar el título de ingeniero industrial, Universidad Antonio Nariño].
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, L. (2014). *Definiciones de los enfoques cuantitativo y cualitativo, sus similitudes y diferencias*. RH Sampieri, Metodología de la Investigación.
- Sánchez, J. (04 de marzo 2020). *Economipedia, 1*. (J. S. Galán, Editor, Economipedia, Productor, & Economipedia) Recuperado el 29 de Octubre de 2021, de Economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/eficacia.html>
- SOCCONINI, Luis. *Lean Manufacturing paso a paso*, 1era ed. Barcelona: Editorial Marge Books 2019. 309pp.
- Socconini, L. (2019). *Lean manufacturing. Paso a paso*. Marge books.
- Socconini, L. (2008). *Lean manufacturing paso a paso*. Marge Books.
- Sortino, R. A., (2001). Radicación y distribución de planta (layout) como gestión empresarial.
- Rey, J. F., Almendrales, D.P., Bustos, I.F., (2016). Incorporación de Plasma Bovino como emulsificante / estabilizante en un helado de crema. ProQuest Título del artículo. Recuperado: de https://media.proquest.com/media/pq/classic/doc/4032204751/fmt/pi/rep/NONE?_s=n7hvULTgSJp63WABJwcJ%2BG%2B7rVk%3D

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

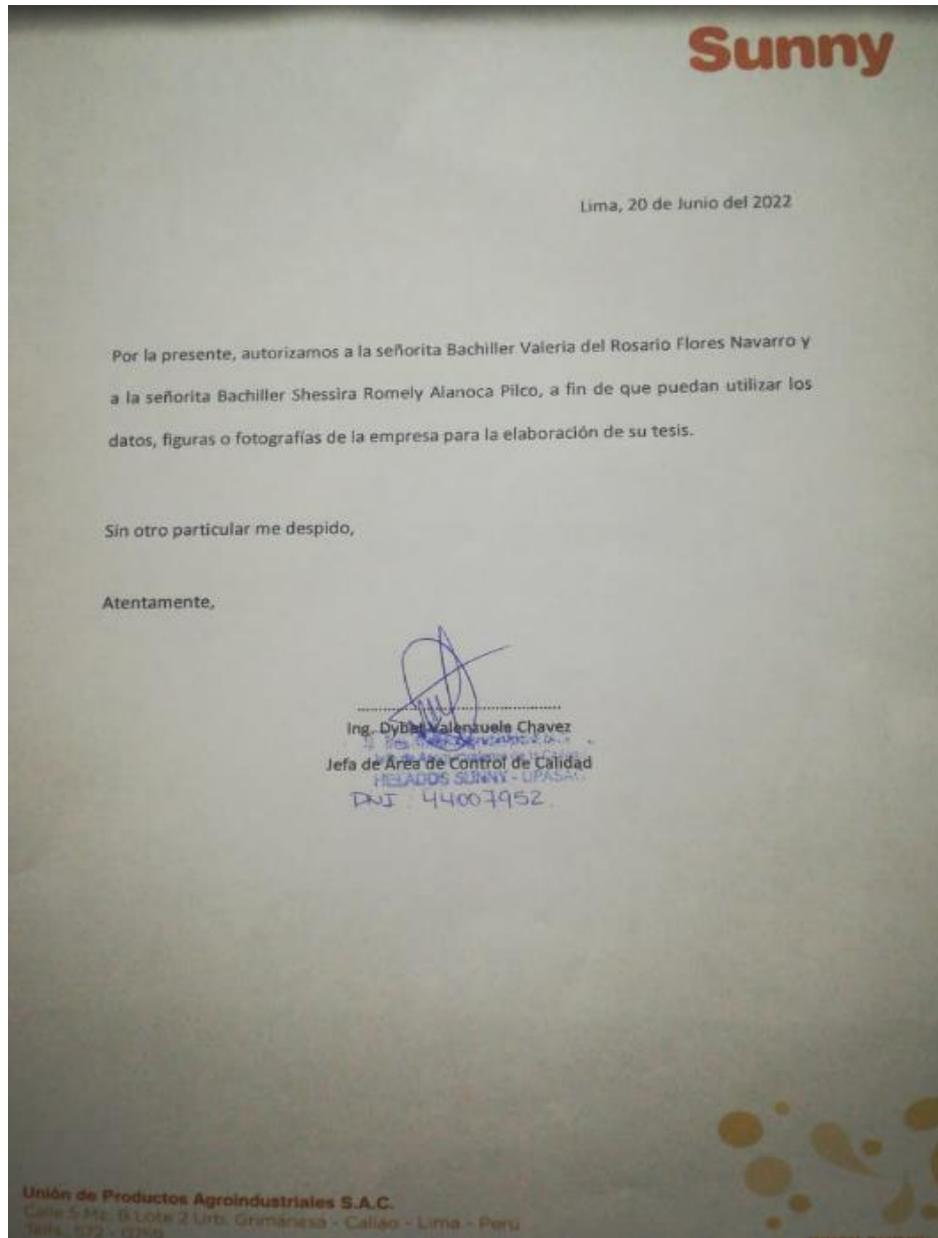
PROPUESTA DE APLICACIÓN DE LEAN MANUFACTURING PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE PALETAS DE UNA EMPRESA AGROINDUSTRIAL

Autores: Flores Navarro, Valeria del Rosario - Alanoca Pilco, Shessira Romely

PROBLEMAS General	OBJETIVOS General	HIPÓTESIS General	VARIABLE INDEPENDIENTE	INDICADOR VI	VARIABLE DEPENDIENTE	INDICADOR VD
¿En qué medida la propuesta de aplicación de Lean Manufacturing va mejorar la Productividad en la línea de paletas en una empresa agroindustrial?	Propuesta de aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la línea de paletas en una empresa agroindustrial	Si se aplica Lean Manufacturing mejorará la productividad en la línea de paletas en una empresa agroindustrial	Lean Manufacturing	SI/NO	Productividad	
Específicos	Específicos	Específicas				
¿Cómo disminuir el número de unidades faltantes en la elaboración de paletas de crema mediante la aplicación de un sistema de control de insumos en una empresa agroindustrial?	Determinar como la aplicación de un sistema de control va disminuir el número de unidades faltantes en la elaboración de paletas de crema en una empresa agroindustrial.	Mediante la aplicación de un sistema de control se disminuirá el número de unidades faltantes en la elaboración paletas de crema en una empresa agroindustrial.	Sistema de control	SI/NO	Número de unidades faltantes	% de unidades faltantes
¿Cómo incrementar el indicador OEE en la línea de paletas de crema mediante la aplicación de un mantenimiento autónomo en una empresa agroindustrial?	Determinar como la aplicación de un mantenimiento autónomo va incrementar el indicador OEE en una empresa agroindustrial.	Mediante la aplicación de un mantenimiento autónomo se incrementará el indicador OEE en una empresa agroindustrial.	Mantenimiento autónomo	SI/NO	OEE	% OEE

¿Cómo reducir el reproceso de paletas de crema mediante la aplicación de Poka Yoke en una empresa agroindustrial?	Determinar como la aplicación de Poka Yoke va reducir el reproceso de paletas de crema en una empresa agroindustrial.	Mediante la aplicación de Poka Yoke reducirá el reproceso de paletas de crema en una empresa agroindustrial	Poka Yoke	SI/ NO	Reproceso	% reproceso
---	---	---	-----------	-----------	-----------	-------------

ANEXO 2: PERMISO DE LA EMPRESA UPASAC



ANEXO 3: EVIDENCIA DE LOS FORMATOS QUE SE TOMAN DIARIAMENTE PARA COMPLETAR LA BASE DE DATOS OFICIALES DE LA EMPRESA.

Formato de paradas

MAQUINISTA: Kevin FECHA: 11-04-2022
 ENCARGADO DE REPROCESO Y MERMA: Richard Vázquez
CONTROL DE EMPAQUETADORA LINEA PALETAS

PRODUCTO	HORA INICIO DE PARADA	HORA FIN DE PARADA	MOTIVO DE PARADA	VELOCIDAD DE 15 RPM A MÁS	VELOCIDAD MENOR A 15 RPM	PESO DE REPROCESO Y MERMA (CREMA)
CREAM		7:44	Inicio → 44'			CASA X 40 unid. 612 Real: 644 + 3 unid
FRESA	8:49	9:15	Limpieza → 26'			REPROCESO(SE GUARDA):
	9:37	9:39	Cambio de bobina → 2'	11:31	RPM	2-236 kg.
	10:33	10:37	No Hay Tapas → 4'	10:37	RPM	MERMA(SE BOTA):
	11:09	11:12	No Hay Tapas → 8'	12:10	RPM	1-260 kg
	11:47	11:54	No Hay Tapas → 7'	12:61	RPM	
	12:16	12:20	No Hay Tapas → 4'	10:17	RPM	
	12:27	12:29	Cambio de bobina → 2'	12:86	RPM	
	12:42	12:48	Limpieza → 6'			
	12:48	1:33	Almuerzo → 45'			
		1:39	Reinicio → 6'	12:14	RPM	
	2:12	2:16	No Hay Tapas → 4'	10:22	RPM	
	2:22	2:25	No Hay Paletas → 3'	12:51	RPM	CASA X 20 unid. 332 Real: 349
		2:45	FIN			REPROCESO(SE GUARDA):
ALGARROBINA		3:08	Inicio			0 kg
	3:29	3:30	Salió la bobina → 1'	10:43	RPM	MERMA(SE BOTA):
	3:39	3:47	No Congela → 8'	11:05	RPM	5-108 kg.
	4:14	4:18	No Congela → 4'	11:02	RPM	
	4:32	4:34	No Hay Paletas → 2'	11:54	RPM	
	4:37	4:50	No Congela → 13'	11:53	RPM	
	4:51	4:53	Cambio de bobina → 2'	11:83	RPM	
		5:15	FIN			REPROCESO(SE GUARDA):
						MERMA(SE BOTA):

Samsung Camera
Tomada con mi Galaxy A22 5

ANEXO 4: FORMATOS DE PESO DE LITRO SEGÚN OVERRUN

FECHA: 10-03-2016

Director

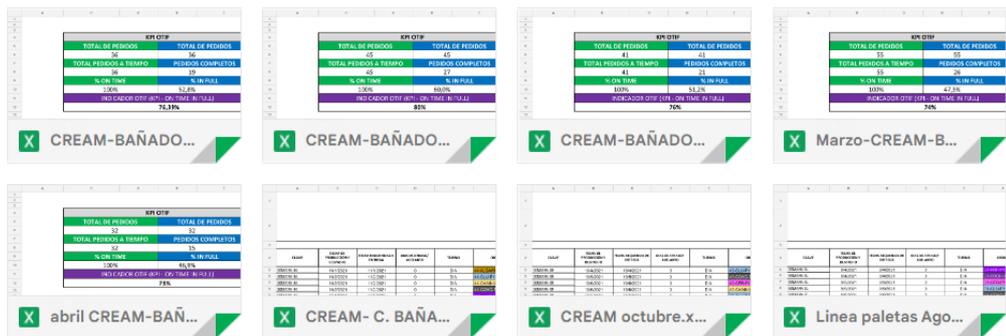
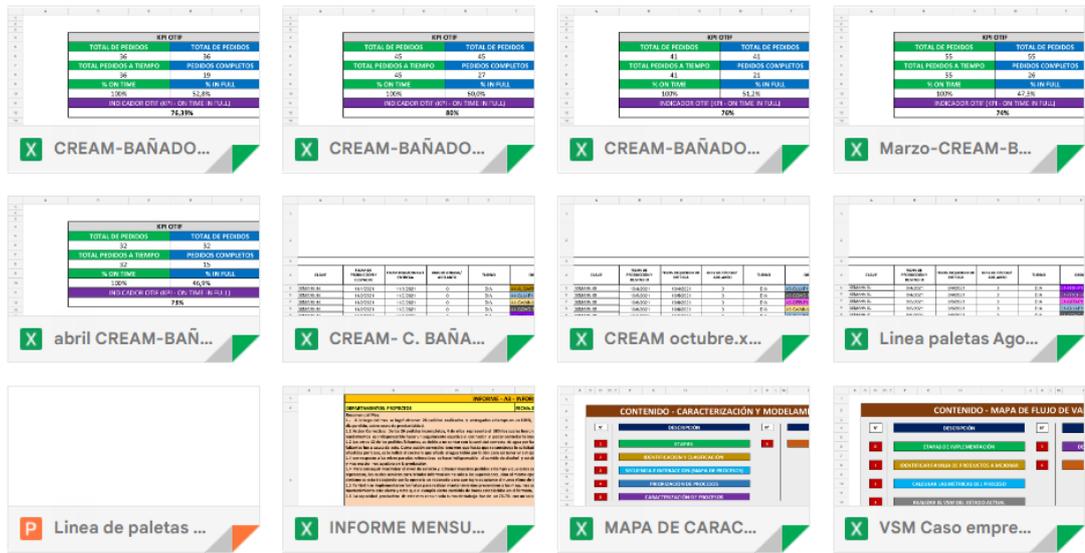
PESOS DE CREMA DE HELADO (780-790gr)

del Tangle C.F. = 1095 simple

PALETA	PESOS PALETA	HORA	Productora N° 2			Productora N°			Productora N° 3		
			Menor a 780	780 - 790	Mayor a 790	Menor a 780	780 - 790	Mayor a 790	Menor a 780	780 - 790	Mayor a 790
Crema Fresca	544	12:50			900						870
	550	01:00			812						819
	536	01:10			908					810	
	528	01:20								808	
	525	01:30								800	
	529	01:40									817
	510	01:50									822
	535	02:00									819
	51	02:10									885
	518	02:20									900
Crema Embrudo	526	02:30									910
	524	02:40									909
		02:50									888
		03:00									
	580	03:10		795						810	
	581	03:20		784						804	
	584	03:30		810						795	
	580	03:40	776							781	
	587	03:50	778						779		
	580	04:00	770						778		
Crema Embrudo	589	04:10	779							799	
	590	04:20		789							
	588	04:30		798							
	567	04:40		800							
		04:50		804							
		05:00		810							
		05:10									
		05:20									
		05:30									
		05:40									
	05:50										
	06:00										
	06:10										
	06:20										

ANEXO 5: DOCUMENTOS OFICIALES DE LA EMPRESA UPASAC.

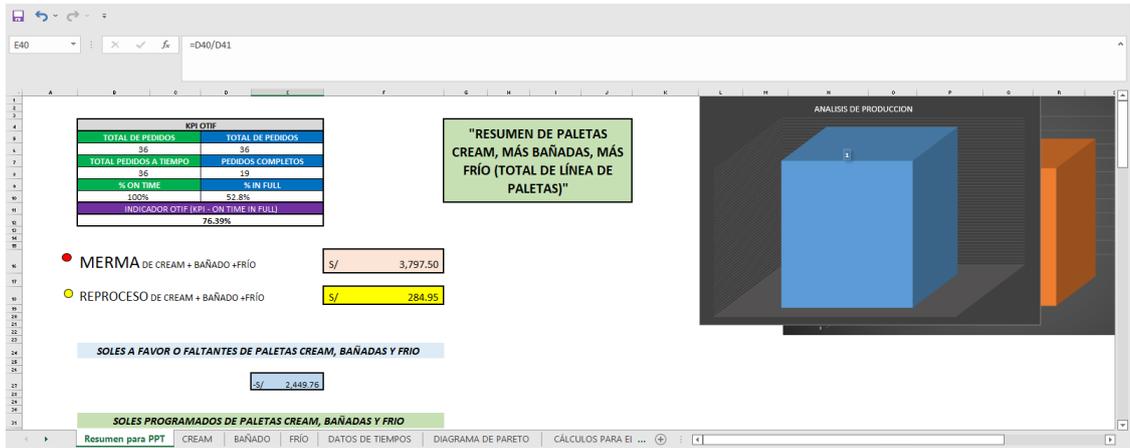
Se obtuvieron de la base de datos por mes.



INDICADORES DE PRODUCCIÓN KPI'S

INFORMACIÓN DE LA ORDEN														
FECHA REQUERIDA DE ENTREGA	DÍAS DE ATRASO/ADELANTO	TURNO	ORDEN	OPERADOR	COSTO DEL PRODUCTO	TOTAL UNIDADES PRODUCCIONAS	CAJAS	COSTO UNID TOTAL UNIDADES PRODUCCIONAS	UNIDADES PRODUCCIONAS	DIFERENCIA	CAJAS	CAJAS REALES	UNIDADES CONFORMES PARA DESPACHO	COSTO PRODUCCION
10/02/2022	0	DIA	5-CFRP1	Estefany	SI 0.1913	20400	510	3.501.948	20002	-398	17	503	20002	SI 3.844.95
10/02/2022	0	DIA	5-CLUP1	Estefany	SI 0.1647	14280	351	2.352.162	13427	-853	-21	336	13427	SI 2.211.66
20/02/2022	0	DIA	5-CAINLLA-F1	Estefany	SI 0.1894	12240	308	2.378.338	12822	-528	65	321	12822	SI 2.438.57
4/02/2022	0	DIA	5-ALBAFROBNA-F1	Estefany	SI 0.3002	6800	340	2.041.328	7213	-419	21	361	7213	SI 2.165.31
4/02/2022	0	DIA	5-CLUP2	Estefany	SI 0.1647	16320	408	2.688.195	13624	-263	-47	341	13624	SI 2.244.11
9/02/2022	0	DIA	5-CFRP2	Marcel	SI 0.1913	16320	408	3.121.558	15528	-382	-40	398	15528	SI 3.046.58
9/02/2022	0	DIA	5-CLUP3	Estefany	SI 0.1647	18360	458	3.024.208	18815	-445	-11	470	18815	SI 3.098.15
9/02/2022	0	DIA	5-COCP1	Estefany	SI 0.1736	25200	632	4.388.778	20181	-2019	-183	503	20181	SI 3.492.62
10/02/2022	0	DIA	5-CFRP3	Estefany	SI 0.1913	12240	308	2.341.163	12387	-853	14	310	12387	SI 2.371.20
10/02/2022	0	DIA	5-COCP2	Estefany	SI 0.1736	24480	612	4.248.892	25255	-778	89	631	25255	SI 4.384.44
13/02/2022	0	DIA	5-CAINLLA-F2	Estefany	SI 0.1894	16320	408	3.091.117	14905	-116	-35	373	14905	SI 2.823.11
16/02/2022	0	DIA	7-COCP3	Estefany	SI 0.1736	22440	561	3.895.735	22105	-335	18	553	22105	SI 3.842.78
16/02/2022	0	DIA	7-CFRP4	Estefany	SI 0.1913	22440	561	4.292.143	22711	-271	17	568	22711	SI 4.343.98
17/02/2022	0	DIA	7-CLUP4	Estefany	SI 0.1647	10200	255	1.680.195	10235	35	1	256	10235	SI 1.695.88
17/02/2022	0	DIA	7-FON Y PASAS-F1	Estefany	SI 0.2851	6800	340	1.802.794	6925	-125	15	346	6925	SI 1.835.93

DOCUMENTOS OFICIALES DE LA EMPRESA UPASAC



DOCUMENTOS OFICIALES DE LA EMPRESA UPASAC

ANEXO 6: “ENTREVISTA DE APRECIACIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PALETAS DE CREMA POR PARTE DE COLABORADOR EN ÁREA DE MANTENIMIENTO”

ENTREVISTA DE APRECIACIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PALETAS DE CREMA POR PARTE DE COLABORADOR EN ÁREA DE MANTENIMIENTO			
	ENTREVISTADO:		FECHA:
	CARGO:		REVISADO POR:
	PREGUNTAS:		
1	¿Ocurren paradas de máquina frecuentes en la línea de paletas de crema?		
Rpta:			
2	¿A qué cree usted que se deben estas paradas de máquina		
Rpta:			
3	¿Cuáles son las fallas más comunes de la máquina empaquetadora?		
Rpta:			
4	¿Cuál es el tipo de mantenimiento que se maneja en la línea de paletas de crema?		
Rpta:			
5	¿Cada cuánto tiempo se realiza el mantenimiento a la máquina empaquetadora?		
Rpta:			
6	Según su experiencia, ¿Cuáles serían las causas de las unidades faltantes en la línea de paletas de crema?		
Rpta:			
7	¿Cree usted que la implementación de un caudalímetro digital en los tanques de pasteurizado solucionaría la falta de control en el llenado de agua de los tanques?		
Rpta:			
8	¿Cree usted que la implementación de un manómetro digital en la máquina productora solucionaría la falta de control de inyección de aire en la crema de helado?		
Rpta:			
9	Después de las propuestas de implementación mencionadas, ¿En cuánto porcentaje estima que se debería mejorar respecto a la existencia de unidades faltantes?		
Rpta:			
10	¿Cree usted que el reproceso generado en la línea de paletas se podría reducir con la implementación de un sistema de alimentación semiautomática de paletas en la máquina empaquetadora?		
Rpta:			
11	Después de la propuesta de implementación mencionada, ¿En cuánto porcentaje estima que se debería mejorar respecto al reproceso?		

ANEXO 7: “VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO: ENTREVISTA DE APRECIACIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PALETAS DE CREMA POR PARTE DE COLABORADOR EN ÁREA DE MANTENIMIENTO”

Validación de Instrumento a través de juicios de expertos

CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor:

Presente

Asunto: Validación de instrumento a través de juicio de experto.

Me es grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y, asimismo, hacer de su conocimiento que, conocedores de su trayectoria académica y/o profesional, molestamos su atención al elegirlo como JUEZ EXPERTO para revisar los dos instrumentos de medición que pretendemos utilizar en la investigación:

PROPUESTA DE APLICACIÓN DE LEAN MANUFACTURING PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE PALETAS EN UNA EMPRESA AGROINDUSTRIAL

Los instrumentos de medición a validar son:

- “ENTREVISTA DE APRECIACIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PALETAS DE CREMA POR PARTE DE COLABORADOR EN ÁREA DE MANTENIMIENTO”

Objetivo: El objetivo de esta entrevista es recolectar información acerca del proceso de producción en la línea de paletas de crema. Se pregunta acerca del tipo de mantenimiento que se maneja en la línea y las posibles causas de las paradas de máquina según la experiencia del colaborador en la empresa y sus conocimientos adquiridos en el campo. Esto para tener mayor comprensión y visión en cuanto al problema y buscar la solución a las constantes paradas y aumentar el indicador OEE de la empresa. También preguntamos acerca de las posibles causas de la existencia de las unidades faltantes así como del reproceso. Todo esto con el objetivo de mejorar la productividad en la empresa agroindustrial UPASAC teniendo no solo los registros originales de la empresa sino también contando con el punto de vista del colaborador.

El expediente de validación que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación
- Instrumento 1 - “ENTREVISTA DE APRECIACIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PALETAS DE CREMA POR PARTE DE COLABORADOR EN ÁREA DE MANTENIMIENTO”
- Tabla de conceptualización de las variables
- Tabla Operacionalización de las variables
- Ficha de Evaluación de los Instrumentos de Medición

Expresándole mis más sinceros sentimientos de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.

Shessira Alanoca, Valeria Flores

Ficha de Evaluación de los Instrumentos de Medición EVALUACIÓN

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS Sobre los ítems del instrumento	Muy Malo		Regular	Buena	Muy Buena
		1	2	3	4	5
1. CLARIDAD	Están formulados con lenguaje apropiado que facilita su comprensión.					x
2. OBJETIVIDAD	Están expresados en conductas observables, medibles.				x	
3. CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría.				x	
4. COHERENCIA	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable.				x	
5. PERTINENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados.				x	
6. PERTINENCIA	Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el/los instrumentos.					x
SUMATORIA PARCIAL					16	10
SUMATORIA TOTAL		26				

RESULTADOS

- Valoración total cuantitativa: 26
- Opinión: Según lo Revisado se encuentra bien los parámetros utilizados para la aplicación del Instrumento de Medición, por lo cual se encuentra Favorable para seguir a continuación con el desarrollo de su Tesis.
Favorable (X) Con oportunidades de mejora () No Favorable ()
- Observaciones: Ninguna Observación

Juez: Mg. César Rivera Lynch

