



UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**PROPUESTA DE MEJORA EN LA PRODUCCIÓN DE PASTA DE
AJO EN UNA MYPE DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS,
MEDIANTE LA APLICACIÓN DE METODOLOGÍA LEAN SIX
SIGMA**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el título profesional de Ingeniero Industrial

AUTOR

Iwaki Cárdenas, Alan Rainier (0000-0001-9873-9396)

ASESOR

Cauvi Suazo, Gabriela (0000-0003-1829-8362)

Lima, 21 de setiembre de 2021

DEDICATORIA

A mi esposa e hijas, por ser mi centro y principal motivo de superación,

A mis padres, por su inmenso amor y siempre haber confiado en mí,

A mis hermanos y hermanas, por su ejemplo y mostrarme siempre el camino,

A mis suegros, por su invalorable apoyo y cariño.

RESUMEN

La presente investigación tiene por finalidad establecer una propuesta de mejora en el proceso productivo de pasta de ajo de una MYPE perteneciente al sector de industrias alimentarias, en razón de que su eficiencia muestra indicadores por debajo de la eficiencia media del sector.

La hipótesis central que se detalla en los capítulos siguientes, sostiene que la causa de esta brecha se da por la demora entre procesos y existencia de reprocesos, originados a su vez debido a que los procedimientos empleados en la producción, son bastante manuales y elementales, sin contar con soporte de algún medio tecnológico, así como la falta de estandarización en algunos procesos críticos.

En este contexto, la adecuación de un sistema de balance de línea y la implementación de un equipo de atmósfera controlada, en los procesos de limpieza y selección de materia prima y burbujeo respectivamente, prevé elevar el nivel de productividad de la empresa, pasando de un 10% a 27% de eficiencia. De la misma forma, la estandarización de procesos en la calibración de equipo en el sub proceso de envasado, disminuirá la existencia de reprocesos, disminuyendo la variabilidad y previendo elevar su capacidad de proceso de 0.21 a 0.42 aproximadamente.

Por el lado del aporte de la presente investigación, y ante el gran porcentaje de emprendimientos que fracasan durante sus primeros años de vida, se plantea que esta tesis sirva de guía para orientar los esfuerzos hacia la dirección correcta, que coadyuve a generar conocimiento técnico en pos del desarrollo tecnológico de la industria peruana.

Palabras clave: Eficiencia; capacidad de proceso; productividad; estandarización de proceso

ABSTRACT

The purpose of this research, is to establish a proposal for improvement in the garlic paste production process of a SME belonging to the food industries sector, because its efficiency shows indicators below the average efficiency of the sector.

The central hypothesis that is detailed in the following chapters, maintains that the cause of this gap is due to the delay between processes and the existence of reprocesses, originated in turn due to the fact that the procedures used in production are quite manual and elementary, without the support of some technological means, as well as the lack of standardization in some critical processes

In this context, the adaptation of a line balance system and the implementation of a controlled atmosphere equipment, in the processes of cleaning and selection of raw material and bubbling respectively, foresees to raise the level of productivity of the company, going from a 10% to 27% efficiency. In the same way, the standardization of processes in the calibration of equipment in the packaging sub-process will reduce the existence of reprocesses, reducing variability and anticipating increasing its process capacity from 0.21 to 0.42 approximately.

On the side of the contribution of this research, and given the large percentage of enterprises that fail during their first years of life, it is proposed that this thesis serves as a guide to orient efforts in the right direction, which helps to generate technical knowledge in aligned to the technological development of the Peruvian industry.

Keywords: Efficiency; process capacity; productivity; processes standardization

TABLA DE CONTENIDOS

1	CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO / ESTADO DEL ARTE	13
1.1	ANTECEDENTES	13
1.2	IMPORTANCIA	15
1.3	MOTIVACIÓN	16
1.4	OBJETIVO	16
1.4.1	<i>Objetivo General</i>	16
1.4.2	<i>Objetivos Específicos</i>	16
1.5	PROPUESTA	17
1.5.1	<i>Organización de la Tesis</i>	17
1.6	MARCO TEÓRICO	17
1.6.1	<i>Proceso</i>	18
1.6.2	<i>Producción</i>	18
1.6.3	<i>Productividad</i>	18
1.6.3.1	Medición de productividad	19
1.6.3.2	Eficiencia de procesos	20
1.6.4	<i>Eficiencia técnica</i>	22
1.6.5	<i>Metodología Lean</i>	23
1.6.6	<i>Metodología Six Sigma</i>	27
1.6.7	<i>Lean Six Sigma</i>	28
1.6.8	<i>Balance de Línea</i>	29
1.6.9	<i>Control estadístico de Procesos</i>	29
1.6.10	<i>Lección de un Punto</i>	29
1.6.11	<i>Otras herramientas Lean Six Sigma</i>	29
1.6.12	<i>Rentabilidad</i>	30
1.6.13	<i>MYPE</i>	31
1.6.14	<i>Micro Empresa:</i>	31
1.6.15	<i>Pequeña Empresa:</i>	31
1.6.16	<i>Desbalance de los niveles de producción:</i>	31
1.7	ESTADO DEL ARTE	32
1.7.1	<i>Metodología</i>	32
1.7.1.1	Fase 1 - Planificación:	32
1.7.1.2	Fase 2 - Desarrollo:	33
1.7.1.3	Fase 3 – Resultados:	34
1.7.1.3.1	Logros	35
1.7.1.3.2	Revisión de artículo 1	37
1.7.1.3.3	Revisión de artículo 2	38
1.7.1.3.4	Revisión de artículo 3	39
1.7.1.3.5	Revisión de artículo 4	40
1.7.1.3.6	Revisión de artículo 5	41
1.7.1.3.7	Revisión de artículo 6	42
1.8	MARCO NORMATIVO	43
2	CAPITULO II: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	45
2.1	ENTORNO / SECTOR	45
2.1.1	<i>Eficiencia del Sector</i>	47
2.1.2	<i>Entorno de Mercado</i>	48

2.2	DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	49
2.2.1	<i>La empresa</i>	49
2.2.1.1	Misión	50
2.2.1.2	Visión	50
2.2.1.3	Organización	50
2.2.2	<i>Producto</i>	52
2.3	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO	53
2.3.1	<i>Mapa de Procesos</i>	53
2.3.2	<i>Diagrama de Operaciones de Proceso</i>	54
2.3.3	<i>Descripción de sub procesos</i>	56
2.3.3.1	Limpieza y Selección	56
2.3.3.2	Desinfección	57
2.3.3.3	Molienda	57
2.3.3.4	Pasteurizado	58
2.3.3.5	Envasado	59
2.3.3.6	Burbujeado	60
2.3.3.7	Sellado	61
2.4	DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DE LA EMPRESA	62
2.4.1	<i>Análisis de Ventas</i>	62
2.4.2	<i>Análisis de Costos</i>	62
2.4.3	<i>Análisis de Rentabilidad</i>	64
2.5	IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DEL PROBLEMA	64
2.5.1	<i>Desbalance de los niveles de producción en los procesos productivos</i>	65
2.5.2	<i>Diagrama de Actividades Múltiples del proceso</i>	71
2.5.3	<i>Comparativo de Eficiencia de la empresa versus Eficiencia del sector</i>	76
2.5.4	<i>Conclusión preliminar del Análisis del Problema</i>	77
2.6	DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS DE CAUSAS:	77
2.6.1	<i>Etapa 1 – Lluvia de ideas:</i>	77
2.6.2	<i>Etapa 2 – Validación de Motivo</i>	78
2.6.2.1	Validación de Motivo 1: Demora entre procesos por acumulación de inventario	78
2.6.2.2	Validación de Motivo 2: Reprocesos	86
2.6.3	<i>Etapa 3 – Identificación de Causa Raíz:</i>	94
2.6.3.1	Evaluación de Causa Raíz para Motivo 1: Demora entre procesos por acumulación de inventario:	94
2.6.3.2	Evaluación de Causa Raíz para Motivo 2 : Reprocesos por Peso de Envases	95
2.7	ÁRBOL DE CAUSAS	96
3	CAPITULO III: PROPUESTA Y APORTE	97
3.1	ANTECEDENTES	97
3.2	VINCULACIÓN DE CAUSAS Y SELECCIÓN DE LA METODOLOGÍA	98
3.3	CASOS DE ÉXITO.	103
3.4	PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN DE CASOS DE ÉXITO	105
3.5	MOTIVACIÓN DEL DISEÑO DE SOLUCIÓN	108
3.6	ÁRBOL DE OBJETIVOS	109
3.7	PROPUESTA GENERAL DEL MODELO DE SOLUCIÓN	110
3.8	DESCRIPCIÓN CONCEPTUAL DE LA PROPUESTA	110
3.9	HERRAMIENTAS A UTILIZAR	112
3.10	DESARROLLO DEL MODELO	112
3.10.1	<i>Definición</i>	113
3.10.2	<i>Medición</i>	113
3.10.2.1	Demora entre proceso:	114

3.10.2.2	Reproceso por peso inapropiado de envases:	116
3.10.3	<i>Análisis</i>	118
3.10.3.1	Demora entre proceso:	118
3.10.3.2	Reprocesos por peso inapropiado de envases	133
3.10.4	<i>Implementación</i>	135
3.10.4.1	Demora entre proceso:	135
3.10.5	<i>Control</i>	137
3.10.6	<i>Indicadores que se utilizarán para la implementación del modelo</i>	140
3.11	GUÍA DE IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO	141
3.11.1	<i>Alcance de la guía</i>	141
3.11.2	<i>Descripción general de la guía</i>	141
3.11.3	<i>Analizar los niveles de ventas y costos, y la evolución de estas</i>	141
3.11.4	<i>Revisar reclamos de los clientes</i>	142
3.11.5	<i>Analizar la capacidad del proceso productivo en su conjunto</i>	142
3.11.6	<i>Identificación de problemas</i>	142
3.11.7	<i>Definición y establecimiento de la meta</i>	143
3.11.8	<i>Medición y Análisis de los procesos que influyen en la problemática</i>	143
3.11.9	<i>Implementación de las oportunidades de mejora</i>	144
3.11.10	<i>Control y seguimiento a las propuestas implementadas</i>	146
3.11.11	<i>Análisis de impactos</i>	149
3.11.12	<i>Análisis de Riesgos</i>	150
3.11.13	<i>Consideraciones para la implementación</i>	153
3.12	PRESUPUESTO	153
4	CAPITULO IV: VALIDACIÓN DEL MODELO	154
4.1	SIMULACIÓN	154
4.1.1	<i>Situación actual</i>	154
4.1.2	<i>Situación Propuesta</i>	158
4.2	EVALUACIÓN ECONÓMICA	162
5	CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	167
5.1	CONCLUSIONES	167
5.2	RECOMENDACIONES	169
6	BIBLIOGRAFÍA	170

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: La Industria Peruana	13
Figura 2: Empresas Manufactureras según Rama Industrial	14
Figura 3: Fórmula de capacidad potencial de proceso	20
Figura 4: Variación tolerada Vs Variación real	21
Figura 5: Fórmula de capacidad real de proceso	21
Figura 6: Grafica de eficiencia técnica	22
Figura 7: Fases de Metodología Six sigma (DMAIC)	28
Figura 8: Tributos internos – industria de alimentos 2019	46
Figura 9: Aporte Específico en la tributación – sector industria de alimentos, bebidas y tabaco 2010	46
Figura 10: Organigrama Funcional de la Empresa	51
Figura 11: Descripción del Producto	52
Figura 12: Distribución de las ventas	53
Figura 13: Mapa de Procesos	54
Figura 14: Diagrama DOP de Producción de Pasta de Ajo	55
Figura 15: Sub Proceso de Limpieza y Selección de Ajo	56
Figura 16: Sub Proceso de Molienda	58
Figura 17: Sub Proceso de Pasteurizado	59
Figura 18: Sub Proceso de Envasado	60
Figura 19: Sub Proceso de Burbujeado	61
Figura 20: Sub Proceso de Sellado	61
Figura 21: Evolución de las ventas	62
Figura 22: Evolución de Costos 2013 – 2019	63
Figura 23: Evaluación de la Rentabilidad 2013 - 2019	64
Figura 24: Factor de Valoración Westinghouse	67
Figura 25: Tiempos promedios de producción	70
Figura 26: Diagrama de Actividades Múltiples	72
Figura 27: Identificación de Ratios de Productividad	74
Figura 28: Ratio de Utilización	76
Figura 29: Comparativo de eficiencias	77
Figura 30: VSM producción de pasta de ajo	79
Figura 31: Ratios de productividad resumen	80
Figura 32: Secuencia de proceso de Limpieza y Selección	82
Figura 33: DAP burbujeo - Situación Actual	83
Figura 34: Presencia de burbujas, al interior de pasta de ajo, luego de envasado	84
Figura 35: Secuencia de Proceso de Burbujeado	85
Figura 36: Tipos de Reprocesos	87
Figura 37: Peso de envases debajo de rango de especificación	88
Figura 38: : Gráfica de Control X-R pesos de envases	89
Figura 39: Capacidad de proceso de pesos de envases	89
Figura 40: Proceso de calibración manual de dosificadora	92
Figura 41: Clasificación de envases por porcentajes	93
Figura 42: Evaluación de causa raíz 1	94

Figura 43: Evaluación de causa raíz 2	95
Figura 44: Árbol de problemas	96
Figura 45: Arbol de Objetivos	109
Figura 46: Propuesta general del modelo de solución	110
Figura 47: Modelo DMAIC	112
Figura 48: Determinación de objetivos y metas	113
Figura 49: DAP propuesto para sub proceso de Limpieza y Selección de Materia Prima	126
Figura 50: Envasadora de Atmósfera Modificada	129
Figura 51: Sellado al vacío de envases con pasta de ajo	130
Figura 52: Lección de Un Punto de máquina dosificadora	133
Figura 53: Formato de registro de pesos de máquina dosificadora	134
Figura 54: Nuevo módulo de trabajo de limpieza y selección de materia prima	135
Figura 55: Nuevo módulo de trabajo de burbujeo	136
Figura 56: Nuevo módulo de trabajo de envasado	136
Figura 57: Diagrama de Gantt con las propuestas de implementación	146
Figura 58: Parámetros de simulación 1	155
Figura 59: Modelo Arena de la situación actual	156
Figura 60: Inputs del modelo 1	157
Figura 61: Reporte de colas	158
Figura 62: Parámetros de simulación 2	159
Figura 63: Modelo de la situación propuesta	160
Figura 64: Inputs del modelo	161
Figura 65: Reporte de colas	162

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Empresas de alimentos y bebidas por tamaño reporte SNI 2018	14
Tabla 2: Rangos e índices de Cp.	21
Tabla 3: Las Siete Mudadas	24
Tabla 4: Criterios de Revisión de Estado del Arte	33
Tabla 5: Artículos Incluidos y Excluidos	34
Tabla 6: Extracción de Datos	34
Tabla 7: Clasificación de la información	34
Tabla 8: Listado de artículos revisados	36
Tabla 9: Revisión de Artículo 1	37
Tabla 10: Revisión de artículo 2	38
Tabla 11: Revisión de artículo 3	39
Tabla 12: Revisión de artículo 4	40
Tabla 13: Revisión de artículo 5	41
Tabla 14: Revisión de artículo 6	42
Tabla 15: Valor agregado bruto de la industria de Alimentos y Bebidas, 2019	45
Tabla 17: Eficiencia técnica sector industria	48
Tabla 16: Eficiencia técnica MYPES	48
Tabla 18: Empresas de condimentos y aderezos más comercializadas en el sur del Perú	49
Tabla 19: Evaluación de Costo por Unidad de Producción	63
Tabla 20: Tiempos preliminar muestreados en función a Sub Procesos (minutos)	65
Tabla 21: Números de muestras requeridas	66
Tabla 22: Sistema de Suplementos por Descanso OIT	68
Tabla 23: Tiempos Estándares de Sub Procesos (minutos)	69
Tabla 24: DAP Limpieza y selección de materia prima - Situación actual	81
Tabla 25: Pesos registrados en envasado:	88
Tabla 26: Interpretación cuadro de Capacidad de procesos	90
Tabla 27: DAP envasado Situación Actual	91
Tabla 28: Porcentaje por rango de envases	93
Tabla 29: Pérdida evaluado por unidad	93
Tabla 30: Escala de Saaty	99
Tabla 31: Ponderación de criterios	100
Tabla 32: Cálculo de la relación de consistencia	101
Tabla 33: Ponderación de metodologías por Criterio Fácil Implementación	102
Tabla 34: Ponderación de metodologías por Criterio Integral	102
Tabla 35: Ponderación de metodologías por Criterio Fuerte Componente Numérico	102
Tabla 36: Ponderación de metodologías por Criterio Fuerte Componente Numérico	103
Tabla 37: Priorización de metodologías	103
Tabla 38: “Implementación de LSS en una MYPE procesadora de alimentos	105
Tabla 39: Resumen de artículos “ Application of Six Sigma DMAIC methodology in plan yogurt production process	106

Tabla 40: DAP Limpieza y Selección de Materia Prima	114
Tabla 41: DAP Burbujeado	115
Tabla 42: DAP Seteo y funcionamiento de dosificadora	117
Tabla 43: Tabla Westinghouse	119
Tabla 44: Tabla toma de tiempos	120
Tabla 45: Balance de Línea	122
Tabla 46: Cuadro de tiempos luego de balance de línea	123
Tabla 47: Desarrollo de Balance de Línea ajustado	125
Tabla 48: : DAP - Nuevo método para Sub proceso de burbujado	132
Tabla 49: Indicador de cumplimiento de capacidad diaria promedio	138
Tabla 50: Indicador de control de producto no conforme	139
Tabla 51: Indicador de cumplimiento de capacidad diaria promedio	140
Tabla 52: Indicador de control de producto No Conforme y utilización	141
Tabla 53: Modelo de declaración de problema	143
Tabla 54: Plan para implementación de iniciativas por proceso	145
Tabla 55: Formato de indicador capacidad por proceso:	147
Tabla 56: Formato de Indicador tasa de no conformes y utilización de mano de obra	148
Tabla 57: Grupos de Interés	149
Tabla 58: Impactos con los stakeholders	150
Tabla 59: Cuadro AMEF actual para Análisis de Riesgo de proyecto	151
Tabla 60: Cuadro AMEF futuro para Análisis de Riesgo de proyecto	152
Tabla 61: Presupuesto de implementación	153
Tabla 62: Tiempo en cada proceso situación actual	154
Tabla 63: Recursos asignados	154
Tabla 64: Tiempo en cada proceso situación propuesta	158
Tabla 65: Recursos asignados	159
Tabla 66: Flujo de caja – Escenario Conservador	164
Tabla 67: Flujo de caja – Escenario Pesimista	165
Tabla 68: Flujo de caja – Escenario Optimista	166

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con estimaciones previstas para esta década (2018 – 2027), América Latina experimentará un importante crecimiento en la demanda de alimentos, lo que provocará, de forma implícita, un crecimiento directo la industria alimentaria de la región (Dun&Bradstreet, 2018). Actualmente, América Latina es la región con mayor producción de alimentos en el mundo, por lo que el reto no sólo será atender la demanda inmediata, sino hacerlo de forma sostenida y sustentable en el tiempo.

Por el lado del Perú, el rubro de industrias alimentarias es uno de los más importantes y dinámicos, dado que genera millones de puestos de trabajo, tanto directos como indirectos, y realiza un aporte significativo al Producto Bruto Interno nacional.

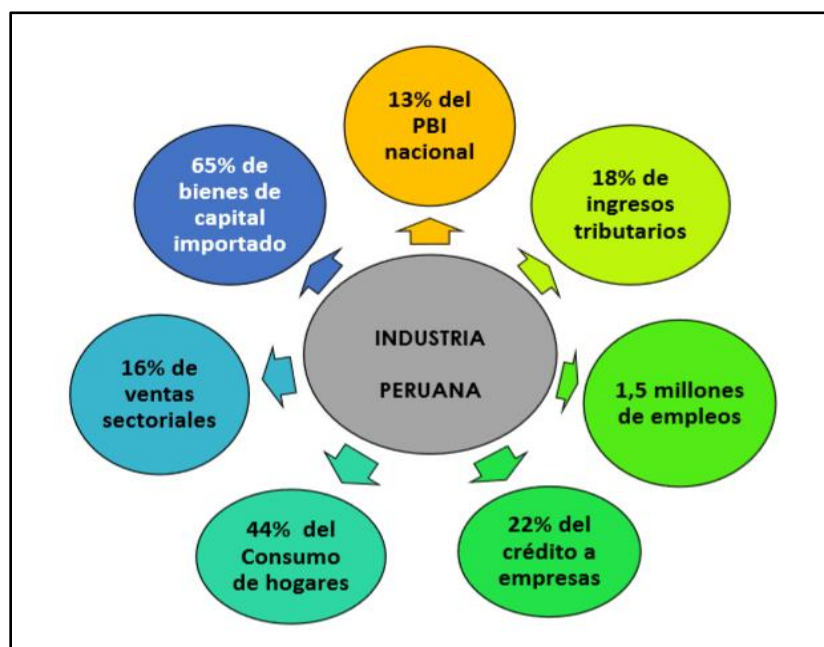
He ahí el reto importante de elevar el nivel de productividad y eficiencia en las empresas relacionadas con este rubro, dado que si se mejorara sustancialmente y elevará el nivel técnico de las empresas pertenecientes a este rubro, el impacto positivo en la economía nacional sería por demás importante y trascendente.

1 CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO / ESTADO DEL ARTE

1.1 Antecedentes

La industria peruana juega un papel gravitante en la economía nacional, dado que aporta cerca del 13% de Producto Bruto Interno nacional y genera alrededor de 1.5 millones de empleos, entre otros datos relevantes (Sociedad Nacional de Industrias, 2018), tal y como se aprecia en la figura N° 1 mostrada a continuación.

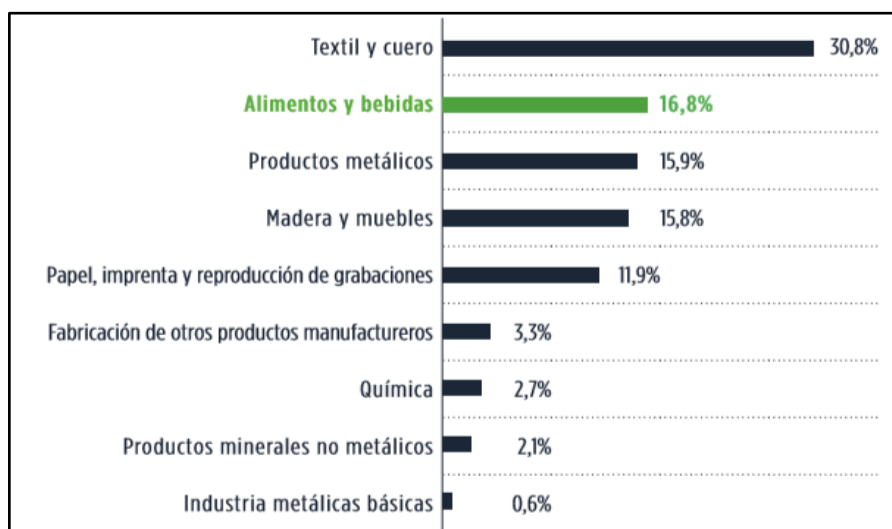
Figura 1: La Industria Peruana



Fuente: INEI, BCRP, SUNAT, SBS, PROINVERSIÓN

Dentro del universo de las industrias, las referidas a industrias alimentarias y de bebidas, constituyen alrededor del 16.8% del total del rubro (Sociedad Nacional de Industrias, 2018), tal y como se aprecia en la figura N° 2:

Figura 2: Empresas Manufactureras según Rama Industrial



Fuente: INEI 2018

De la misma forma, y según lo previsto en el mismo reporte, en lo que respecta a la clasificación de empresas de alimentos y bebidas, en función a tamaño, notamos que el 93% correspondió a microempresas, el 5.3% a pequeñas empresas, y el 1.8% restante, a medianas y grandes empresas (Sociedad Nacional de Industrias, 2018). La tabla N° 1, mostrada a continuación, detalla dicha estadística:

Tabla 1: Empresas de alimentos y bebidas por tamaño reporte SNI 2018

Tamaño	Número de Empresas	Participación(%)
TOTAL	29 179	100
Microempresas	27 104	92,9
Pequeñas empresas	1 541	5,3
Grandes y medianas empresas	530	1,8

Fuente: INEI

Por otro lado y entendiendo, por lo observado en la tabla N° 1, que el grueso del porcentaje de las empresas del rubro de industrias alimentarias, corresponden a microempresas (92.9%), es importante evaluar y comprender, cómo es su comportamiento durante sus primeros años, y cuántas logran afianzarse en el tiempo, sorteando los problemas que los conduzcan al fracaso.

En esa línea, Edgar Alva, en su estudio “La desaparición de las microempresas en el Perú. Una aproximación a los factores que predisponen a su mortalidad”, determina que durante el 2014, el promedio de desaparición de las empresas en el Perú, ascendió a 5.6%; sin embargo, de acuerdo con (Edgar, 2017) el promedio de desaparición de las microempresas, fue mayor, llegando al 13.3%.

Son muchos los factores que pueden influenciar en el fracaso de estas empresas, tales como competencia, informalidad, falta de un plan de negocio, pero podría resumirse a la falta de un manejo con criterio técnico, lo que generan índices de productividad bajos, que a la postre ocasionan la mortalidad de las empresas en este rubro.

De acuerdo con lo mostrado en el último párrafo, uno de los principales problemas de las MYPES es la predisposición a la mortalidad, el cual, por lo general puede darse a los 03 años de iniciado el emprendimiento. Y esto se debe básicamente a la falta de un criterio técnico para la gestión de las empresas; el cual, deberá enfocarse en medir parámetros como productividad, eficiencia y rentabilidad.

Por ello, el problema se centra en desarrollar herramientas de gestión de procesos para el área de producción, el cual deberá ser medido por parámetros de eficiencia, productividad y capacidad de los procesos.

1.2 Importancia

Dado que el rubro en el cual se ubica la empresa objeto de nuestro estudio, es la segunda en volumen de ventas, dentro de la rama industrial, de acuerdo con la figura 2, el cual fue elaborado de acuerdo a información proporcionada por la SNI. Así mismo, si consideramos los atributos aportados por este rubro, que se encuentra en constante crecimiento, se observa que el 92.9% de las empresas de este rubro, son MYPES, lo cual se encuentra en armonía con el caso a estudiar.

Por todo lo descrito anteriormente, se considera importante el desarrollo del presente caso; ya que, de acuerdo con la evidencia numérica mostrada, el rubro al cual pertenece el caso de estudio ofrece una importante oportunidad para desarrollar herramientas que contribuyan al incremento de la eficiencia, el cual permitirá mejorar los procesos operativos de la organización.

1.3 Motivación

La motivación de la presente tesis radica en lo siguiente: si logramos resolver, mediante una metodología accesible y de criterio técnico, los problemas que se presentan en los procesos productivos de una MYPE de industrias alimentarias objeto de estudio podrían replicarse a otras empresas similares, logrando disminuir el porcentaje de iniciativas fallidas, y revertir las cifras de mortalidad de micro y pequeñas empresas en el país.

1.4 Objetivo

Los objetivos del presente trabajo de investigación se dividen en: objetivo general y objetivos específicos, los cuales serán desarrollados a continuación:

1.4.1 Objetivo General

Desarrollar una propuesta de mejora de procesos productivos e implementación de estas, con el objetivo de incrementar la eficiencia de los procesos que intervienen en la etapa de producción de la organización.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Desarrollar una propuesta de mejora para el método de limpieza y selección de ajos; ya que esta es una de las actividades que toma mayor tiempo dentro del proceso.
- Desarrollar un método para mejorar el retiro de burbujas de aire al interior de los empaques de pasta de ajo; ya que, dichas burbujas originan que el producto reduzca considerablemente su tiempo de vida útil.

- Proponer un método para mejorar el proceso de calibración de la máquina dosificadora de ajo, y que a la vez permita mejorar el control del peso final del producto terminado.

1.5 Propuesta

La propuesta del presente trabajo de investigación es desarrollar herramientas bajo un enfoque metodológico, que permitan obtener el mayor beneficio de cada una de las oportunidades de mejora detectadas.

Además de ello, se mostrará la validación de la propuesta mediante la simulación correspondiente, y la evaluación económica respectiva.

1.5.1 Organización de la Tesis

La presente Tesis estará organizada de forma macro de acuerdo con los capítulos que se mostrarán durante el desarrollo del presente trabajo de investigación. En el capítulo 3, en el cual se desarrollarán propuestas que permitan mejorar el desempeño de las operaciones, se enfocará en realizar un mapeo detallado de los procesos productivos, y en el diseño de dichas propuestas para lograr la meta de mejora planteada; la cual será definida en el mismo capítulo 3 y para ello, se utilizará la metodología Six Sigma a través de la estructura conocida como DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Implementar y Controlar).

1.6 Marco Teórico

Durante el desarrollo de la presente tesis, se utilizarán una serie de conceptos, teorías, filosofías y planteamientos, que requerirán una explicación detallada y pormenorizada, las mismas que han de ser elaboradas en función a referencias científicas relacionados con la ingeniería industrial, extraídas de fuentes fidedignas. En esa línea, se desarrolla el presente marco teórico, el mismo que contiene toda la información necesaria para analizar el presente trabajo.

1.6.1 Proceso

Una parte fundamental, en donde radica aspectos principales de la presente tesis, se basan en la mejora de procesos, de ahí la importancia de entender este concepto con la mayor claridad posible. (Reijers, Mendling, La Rosa, & Dumas, 2020), propone la siguiente definición.

“los procesos son un conjunto de actividades relacionadas entre sí o que interactúan, transformando elementos de entrada en elementos de salida. En estas actividades pueden intervenir partes tanto internas como externas y también hay que tener en cuenta los clientes.” (ISO 9001:2015, 2018).

1.6.2 Producción

Se entiende como producción a toda actividad que aporta valor agregado, mediante la creación o de un bien o servicio. Según (Platas Garcia & Cervantes Valencia, 2021). la producción se define como:

“El término “producción”, tal como se emplea aquí, es la actividad de utilizar los procesos, máquinas y herramientas [sic] y de realizar las correspondientes operaciones mentales y manuales con el fin de obtener unos productos a partir de las materias y componentes básicos. La producción es una parte de la actividad, más amplia, de fabricación que incluye también la planificación de la producción. Lo que distingue a la producción de lo que no es producción (es decir, la planificación de la fabricación, el mantenimiento de la maquinaria, etc.) es que las operaciones de producción modifican directamente el carácter del producto, por ejemplo, su composición, su forma, etc. (Platas Garcia & Cervantes Valencia, 2021)

1.6.3 Productividad

La productividad es la relación que existe entre la producción obtenida y los recursos que se emplearon para obtenerla. Dado que la productividad, como tal, es un valor numérico, es igual al cociente que se obtiene al dividir los resultados logrados con los recursos empleados. Los resultados logrados, a los que hace mención este criterio, pueden ser medidos en unidades producidas, piezas vendidas, entre otros, a diferencia de los recursos empleados, que pueden ser horas hombre, capital, materiales, energía, entre otras (Gutiérrez Pulido, 2020).

Los elementos clave de la productividad, según lo definido por (Gutiérrez Pulido, 2020) son cinco, siendo estas: invenciones, innovaciones, inversiones, integraciones e información. Las invenciones se refieren a la creación de

tecnologías básicas, como resultado de ingeniería aplicada. Las innovaciones son las mejoras de cómo hacer mejorar las cosas, aplicado a tecnologías existentes y agregándoles valor. Con relación a las inversiones, se refiere a la adquisición de algún producto o servicio, con potencial de generar rentabilidad en un plazo determinado. Las integraciones se refieren al uso efectivo de recursos, mediante procesos efectivos, metodologías de trabajo, entre otros.

La información, por su parte, es el conocimiento y la disponibilidad de los datos, para la toma de decisiones adecuadas, siendo la educación y el acceso a la información, los principales ejemplos de esta herramienta clave de la productividad (Gutierrez Pulido, 2020)

1.6.3.1 Medición de productividad

En relación con la medición de la productividad, pueden clasificarse en dos tipos:

- **Productividad Total (PrTo):** Según (Gutierrez Pulido, 2020). Definida como el resultado de evaluar los ingresos totales entre el gasto total

$$\text{PrTo} = \text{Producción Neta} / \text{Costo total}$$

- **Productividad Parcial o de Factores:** Según (Gutierrez Pulido, 2020). Definida como la razón de la cantidad total producida, entre un solo tipo de insumo. Bajo este criterio, puede haber muchos tipos de productividad, pudiendo detallar algunos de estos:

– Productividad de Mano de Obra:

$$\text{PrMO} = \text{ITV} / \text{CMO}$$

– Productividad de Materiales:

$$\text{PrMa} = \text{ITV} / \text{Cma}$$

– Productividad de Maquinaria:

$$\text{PrMq} = \text{ITV} / \text{Cmq}$$

– Productividad de Energía Eléctrica:

$$\text{PrEE} = \text{ITV} / \text{CEE}$$

Donde:

ITV : Ingresos Totales por Ventas

CMO : Costo de Mano de Obra

Cma : Costo de Maquinaria

CEE : Costo por consumo de energía eléctrica

1.6.3.2 Eficiencia de procesos

Capacidad de un proceso, o también llamado habilidad de proceso, radica en conocer la amplitud de la variación natural de un determinado proceso, en relación a determinado requerimiento o característica de calidad solicitada, esto permitirá saber en qué medida se cumpla con tal requerimiento o especificación de calidad (Gutiérrez Pulido, 2020)

Índice Cp

De acuerdo con Gutiérrez Pulido, es el índice de la capacidad potencial de proceso (Cp), y se define de acuerdo a la siguiente fórmula:

Figura 3: Fórmula de capacidad potencial de proceso

$$Cp = \frac{ES - EI}{6 \sigma}$$

Fuente: Gutiérrez 2020

Donde σ representa la desviación estándar del proceso, y ES y EI corresponden a la Especificación Superior y Especificación Inferior, respectivamente, de la calidad prevista de un determinado parámetro. Dicho índice (Cp) compara el ancho de la especificación o variación tolerada, con la amplitud de la variación real

Figura 4: Variación tolerada Vs Variación real

$$C_p = \frac{\text{Variación tolerada}}{\text{Variación real}}$$

Fuente: Gutiérrez 2020

Interpretación de índice Cp: Para que un proceso pueda considerarse potencialmente capaz, debe cumplirse que la variación real, siempre sea menor que la variación tolerada; esto quiere decir, en términos de índice, que Cp debería ser mayor a 1, y toda que este índice sea menor a 1, se evidenciaría que no se viene cumpliendo con las especificaciones requeridas. El cuadro mostrado a continuación, detalla algunos rangos del índice Cp, en función a diferentes categorías de proceso.

Tabla 2: Rangos e índices de Cp.

Valor del índice C_p	Clase o categoría de proceso	Decisión (si el proceso está centrado)
$C_p \geq 2$	Clase mundial	Se tiene calidad Seis Sigma.
$C_p > 1.33$	1	Adecuado.
$1 < C_p \leq 1.33$	2	Parcialmente adecuado, requiere de un control estricto.
$0.67 < C_p \leq 1$	3	No adecuado para el trabajo. Un análisis del proceso es necesario. Requiere modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria.
$C_p \leq 0.67$	4	No adecuado para el trabajo. Requiere modificaciones muy serias.

Nota: Si el $C_{pk} < C_p$, entonces una vez que se centre el proceso se tendrá la clase de proceso que se indica.

Fuente: Gutiérrez

Índice Cpk

De acuerdo con Gutiérrez Pulido, es el índice de la capacidad real del proceso, que no es otra cosa que la versión corregida del índice Cp, y presenta la siguiente fórmula:

Figura 5: Fórmula de capacidad real de proceso

$$C_{pk} = \text{Mínimo} \left[\frac{\mu - EI}{3\sigma}, \frac{ES - \mu}{3\sigma} \right]$$

Fuente: Gutiérrez 2020

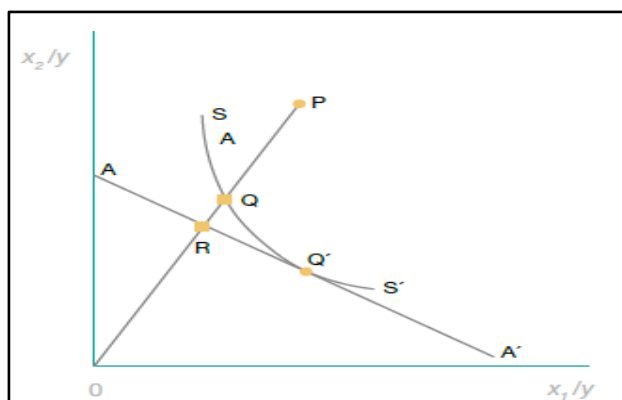
1.6.4 Eficiencia técnica

La eficiencia técnica es un concepto económico que refleja si los recursos empleados en un proceso están siendo explotados al máximo de su capacidad productiva, con lo que se puede verificar la existencia de capacidad ociosa o no utilizada. Dentro de las metodologías utilizadas para calcular este valor, se tiene entre otros, al Análisis de Fronteras Estocásticas y el Análisis Envolvente de Datos – DEA (Delgado, 2019)

Tjalling Koopmans en 1951, es el primero en definir un proceso productivo técnicamente eficiente. Por su parte, la medición de los índices y vectores en la producción, fue posible a partir del coeficiente de utilización de los recursos (Debreu, 1951) y el índice de eficiencia técnica (Farrell, 1957), pero quizás el trabajo de Koopmans y Beckmann (1957), se considera como pionero en los temas de eficiencia al establecer los problemas de asignación de factores productivos en diferentes actividades económicas de las empresas (Delgado, 2019)

La figura 6 muestra gráficamente este criterio, donde la eficiencia técnica (ET) es comúnmente medida por el ratio: $ET = OQ/OP$. El ratio con el cual se mide la eficiencia técnica de una firma i es igual a la unidad menos OQ/OP . Esto implica que este valor se encuentra entre cero y uno, y proporciona un indicador del grado de eficiencia técnica de una firma. Un valor igual a uno indica que la firma es totalmente eficiente técnicamente. Por ejemplo, el punto Q es técnicamente eficiente porque se encuentra en la isocuantas eficiente. (PRODUCE, 2017)

Figura 6: Grafica de eficiencia técnica



Fuente: PRODUCE- OEE

1.6.5 Metodología Lean

También conocido como “procesos esbeltos”, el mismo que consiste o está enfocado en el flujo de los procesos, reduciendo la cantidad de actividades que no generan valor, a los que se denominan “desperdicios” (Gutiérrez Pulido, 2020). Cualquier cosa que no provea valor a la empresa o al cliente, se considera desperdicio (Platas Garcia & Cervantes Valencia, 2021)

La misión principal de la metodología Lean, es contar con los siguientes aspectos, durante toda la cadena de suministro, a fin de ganar el mercado (Platas Garcia & Cervantes Valencia, 2021), siendo estos:

- Acortar al máximo, el *lead time* del proceso
- Nivel óptimo de inventario estratégico
- Mayor nivel práctico de servicio al cliente
- Incrementar, al máximo, la calidad, reduciendo el ratio de productos defectuosos
- Reducir al máximo los desperdicios

Para lograr un proceso esbelto, más que aplicar una sola técnica en particular, se requiere establecer los principios básicos que la orienten y se enfoquen en canalizar el flujo, removiendo los desperdicios, la lentitud, actividades innecesarias y atascos del proceso. (Gutiérrez Pulido, 2020)

En ese sentido y partiendo de los principios de propuestos por Womack y Jones, se establecen los principios de la metodología Lean (Gutiérrez Pulido, 2020), siendo estos:

- Especificar el valor para cada producto, desde el punto de vista del cliente (valor en los ojos del consumidor)
- Identificar el flujo del valor y eliminar el desperdicio
- Agregar valor en flujo continuo, a través de las diferentes etapas del proceso
- Organizar el proceso, para que este produzca, sólo cuando el cliente lo solicita
- Buscar la perfección

Con respecto a los desperdicios de los que se comenta en el presente capítulo y partiendo de que se entiende como tal, a todo aquello que no agrega valor a la empresa o al cliente, se reconocen ocho tipos de desperdicios, los mismos que son detallados a continuación (Platas Garcia & Cervantes Valencia, 2021)

- a. Sobreproducción: Esto quiere decir producir más de lo que se requiere o más pronto de lo que se necesita
- b. Esperas: Por información, materiales, personas o mantenimientos
- c. Transportes: Movimiento innecesario de personas o material
- d. Pobre proceso de diseño: Sobre procesos, pocos pasos, falta de estandarización e inspección
- e. Inventario: Cantidad innecesaria de materia prima, producto terminado, insumos
- f. Movimientos: Movimiento innecesario de personal o material, dentro de un proceso por un ineficiente diseño
- g. Retrabajo: Errores, merma, no conformidades, o todo aquello que genere volver a realizar la tarea
- h. Recursos subutilizados: Ideas no escuchadas, habilidades no utilizadas

A continuación, en la tabla 3, se resume los tipos desperdicios, relacionándolos con los síntomas y posibles causas para caso (Gutiérrez Pulido, 2020: 97)

Tabla 3: Las Siete Mudras

Tipo de desperdicio	Síntomas	Posible Causas
Sobreproducción	<ul style="list-style-type: none"> - Se producen muchas partes y/o se producen con mucha anticipación. - Las partes se acumulan incontroladamente en inventarios - Tiempo del ciclo extenso - Tiempos de entrega pobres 	<ul style="list-style-type: none"> - Mucho tiempo para adaptar el proceso para que produzca otro modelo o parte - Tamaño grande de lotes - Pobre programación de la producción o de las actividades - Desbalance en el flujo de materiales

Tipo de desperdicio	Síntomas	Posible Causas
Esperas	<ul style="list-style-type: none"> - Trabajadores en espera de materiales, información o de máquinas no disponibles - Operadores parados y viendo las máquinas producir - Grandes retrasos en la producción - Tiempos de ciclo extensos 	<ul style="list-style-type: none"> - Tamaño de lote grande - Mala calidad o malos tiempos de entrega de los proveedores - Deficiente programa de mantenimiento - Pobre programación
Transportes	<ul style="list-style-type: none"> - Mucho manejo y movimiento de partes - Daños excesivos por manejo - Largas distancias recorridas por las partes en proceso - Tiempos de ciclo extensos 	<ul style="list-style-type: none"> - Procesos secuenciales que están separados físicamente - Pobre distribución de planta - Inventarios altos - La misma pieza en diferentes lugares
Pobre Proceso de Diseño	<ul style="list-style-type: none"> - Ejecución de procesos no requeridos por el cliente - Autorizaciones y aprobaciones redundantes - Costos directos muy altos 	<ul style="list-style-type: none"> - Diseño del proceso y el producto - Especificaciones vagas de los clientes - Pruebas excesivas - Procedimientos o políticas inadecuados
Inventario	<ul style="list-style-type: none"> - Inventarios obsoletos - Problemas de flujo de efectivo - Tiempos de ciclo extensos - Incumplimiento en plazos de entrega - Muchos retrabajos cuando hay problemas de calidad 	<ul style="list-style-type: none"> - Sobreproducción - Pobres pronósticos o mala programación - Niveles altos para los inventarios mínimos - Políticas de compras - Proveedores no confiables - Tamaño grande de lotes
Movimientos	<ul style="list-style-type: none"> - Búsqueda de herramientas o partes - Excesivos desplazamientos de los operadores - Doble manejo de partes - Baja productividad 	<ul style="list-style-type: none"> - Pobre distribución de las celdas de trabajo, herramientas y materiales - Falta de controles visuales - Pobre diseño del proceso

Tipo de desperdicio	Síntomas	Posible Causas
Retrabajo	<ul style="list-style-type: none"> - Procesos dedicados al retrabajo - Altas tasas de defectos - Departamentos de calidad o inspección muy grandes 	<ul style="list-style-type: none"> - Mala calidad de materiales - Máquinas en malas condiciones - Procesos no capaces e inestables - Poca capacitación - Especificaciones vagas del cliente

Elaboración propia

Además de lo descrito respecto a las Mudras, en el presente proyecto de investigación utilizaremos los conceptos relacionados con Muri y Mura. De acuerdo con (Gutiérrez Pulido, 2020), Mura hace referencia a variaciones que ocasionan irregularidades en el flujo de trabajo, de materiales y de información; es por ello, que en el proyecto de investigación utilizamos como herramienta de análisis, el control estadístico de procesos para la identificación y determinación del efecto de las fuentes de variación de los procesos.

Por otro lado, el concepto de Muri se hace presente a través del balance de línea debido a que; gracias a dicha herramienta, será posible determinar la carga de trabajo más eficiente tanto para las personas como para los procesos.

La metodología Lean es la antítesis del enfoque de producción en masa, donde la ventaja competitiva se da por los costos derivados de la economía a gran escala (grandes lotes de producción), originándose ineficiencias significativas en sus procesos. Por su parte, la metodología Lean, se enfoca en brindar un valor superior al cliente, a través de la optimización integral del proceso, tanto al interior de la organización, como arriba y debajo de su cadena de suministro. Así también, la metodología Lean tiene varias ventajas directas inherentes, que mejoran la capacidad de la empresa para competir con éxito, siendo más efectivo y eficientes en sus operaciones (Hakimi, Mojib Zahraee, & Mohd Rohani, 2018)

Así también, Manoj Dora, Manessh Kumar y Xavier Gellynck, afirman lo siguiente:

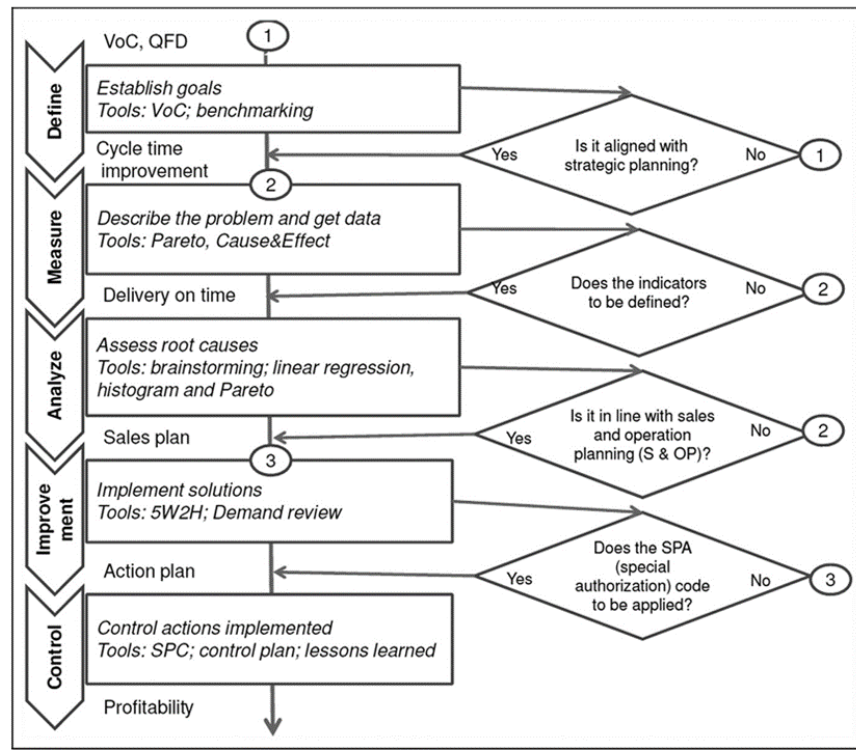
“La manufactura esbelta es un concepto complejo, multidimensional y se relaciona con sistemas complejos (por ejemplo, la totalidad de las operaciones). Para obtener una visión en profundidad y un análisis válido de la situación real en el piso de trabajo, este estudio adoptó una investigación de estudios de casos múltiples. Se considera que el método de estudio de casos es la metodología más adecuada con respecto a la naturaleza exploratoria del estudio, que combina datos tanto cualitativos como cuantitativos (Panizzolo 1998; Voss, Tsiriktsis y Frohlich 2002). Los múltiples casos brindan una comprensión más profunda de los procesos, que nos da la oportunidad de probar las hipótesis, y "una buena imagen de la causalidad local" (Miles y Huberman, 1994). El método permite estudiar el problema y el contexto para deducir tanto la causa como el efecto (Leonard-Barton 1990). Este proceso ayudó a estudiar el fenómeno en su entorno natural y se centró en los eventos contemporáneos (Dora m. G., 2016)

1.6.6 Metodología Six Sigma

De acuerdo con (Sánchez Rebull, Ferrer Rullan, Hernández Lara, & Niñerola, 2020), Six Sigma es una filosofía que persigue la excelencia, ofreciendo productos o servicios confiables. No existe una definición estándar al respecto; sin embargo, está claro que tiene bien definidas dos perspectivas. Desde un punto de vista empresarial, Six Sigma es una poderosa metodología que mejora la eficiencia de los procesos comerciales y de manera significativa reduce los defectos del producto, permitiendo lograr la satisfacción del cliente. Esta metodología, a la que también se conoce como DMAIC (de sus siglas en inglés define, measure, analize, improve and control), y prevé las siguientes etapas o fases:

- a. Definición del proyecto
- b. Medición de la información suministrada por el proceso
- c. Análisis de la información, donde se aplican herramientas estadísticas
- d. Mejora del proceso, en donde se proponen las soluciones de los problemas identificados
- e. Control, el cual incluye los métodos estadísticos de seguimiento a las variables del proceso

Figura 7: Fases de Metodología Six sigma (DMAIC)



Fuente: Murilo Riyuzo y Bento da Silva 2017

La metodología Six Sigma, como un enfoque bien establecido, busca identificar y eliminar defectos y fallas en los procesos, al centrarse en resolver aspectos críticos. El principio de Six Sigma es minimizar la tasa de defectos hasta 3.4 en un millón de oportunidades y controlar las variaciones en cada proceso (Socconini, 2021)

1.6.7 Lean Six Sigma

De acuerdo con (Stankalla, Koval., & Chrom, 2018), en su estudio titulado “A review of critical success factors for the successful implementation of Lean Six Sigma and Six Sigma in manufacturing small and medium sized enterprises”, nos brinda una explicación acerca de esta teoría, la cual surge de la unión de Lean Manufacturing y Six Sigma. Como se sabe, Six Sigma es una herramienta que se enfoca en un profundo análisis estadístico de los procesos; dicha herramienta con el tiempo evolucionó y dejó de enfocarse únicamente en los procesos productivos para migrar a los sectores de servicios, financieros y públicos. Es a partir del año 2003 cuando se empieza a utilizar el término Lean Six Sigma, el cual se estableció como parte de la evolución de la metodología Six Sigma, la cual surge con la combinación de Lean Management.

Esta combinación permite la fusión de herramientas y principios para superar las debilidades y resaltar las ventajas de ambos programas. Lean se enfoca en eliminar todo tipo de desperdicio del proceso, el cual repercute directamente en la búsqueda de la eficiencia. Mientras que Six Sigma se enfoca en el control estadístico del proceso y eliminar las variaciones existentes, el cual se relaciona con la eficacia. Es por ello que “Lean Six Sigma” se utiliza para describir la integración de ambos enfoques.

1.6.8 Balance de Línea

De acuerdo con (Peña Orozco, Neira García, & Ruiz Grisales, 2016), el balance de líneas es un factor crítico para la productividad de una empresa. Tiene como objetivo hallar una distribución de la capacidad adecuada, que asegure un flujo continuo y uniforme de los productos, a través de los diferentes procesos, encontrando las formas para igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones de producción, para maximizar aprovechamiento posible de la mano de obra, del equipo, y los materiales en algunos casos, de ese modo reducir o eliminar el tiempo ocioso.

1.6.9 Control estadístico de Procesos

De acuerdo con (Pérez Llontop , 2020), el control estadístico de procesos es una herramienta que se utiliza para mejorar la productividad del procesos y también la calidad del producto o servicio resultante del proceso a través de la reducción de la variabilidad del proceso y de mantenerlo estable y bajo control. Además, es una herramienta de supervisión eficaz que en medida que las variables del proceso se puedan establecer mediante indicadores estadísticos observadas de forma independiente.

1.6.10 Lección de un Punto.

La lección de un punto (LUP) también conocida como One Point Lesson (OPL), es una herramienta que se utiliza para comunicación y entrenamiento en un nuevo método de trabajo. Dicha aplicación lo demuestra (Pérez Llontop , 2020), en donde aplican la herramienta en la etapa de estandarización de las actividades de mantenimiento y limpieza de las máquinas.

1.6.11 Otras herramientas Lean Six Sigma.

De acuerdo a lo descrito por (Pérez Llontop , 2020), otras herramientas que se pueden utilizar en la metodología Lean Six Sigma son las siguientes:

- Value Stream Mapping
- SIPOC
- Mapa de Procesos
- Voice of Client.
- Plan de recolección de datos
- Capacidad de Procesos
- Análisis de mudas
- Diagrama de causa – efecto
- Los 5 porqués
- Histogramas
- Gráficas de análisis de correlación
- ANOVA
- Prueba de Hipótesis
- Gestión Visual
- Kanban
- 5S
- Poka Yoke
- Estándar de operaciones
- Procedimientos
- Dashboards
- Scorecards
- Costos de mala calidad
- Diseño de experimentos

1.6.12 Rentabilidad

Es un indicador económico que consiste en evaluar la capacidad de rendimiento de los activos, para generar beneficios brutos. En términos más sencillos, podemos entenderlo como la cantidad de dinero actualizado que recibirá un proyecto por cada unidad invertida. Esta se determina dividiendo los ingresos brutos

actualizados entre los costos totales del proyecto actualizado (Vásquez, Cetina, & Matus Gardea, 2018)

1.6.13 MYPE

La palabra MYPE es el acrónimo de Micro y Pequeña Empresa, y es considerada como la unidad económica constituida por una persona natural o jurídica, bajo cualquier forma de organización o gestión empresarial que esté contemplada en la legislación vigente, y que tiene como objeto desarrollar actividades de extracción, transformación, producción, comercialización de bienes o prestación de servicios. (SUNAT, 2019).

Para que una empresa sea considerada MYPE, debe cumplir con los siguientes requisitos (SUNAT, 2019).

1.6.14 Micro Empresa:

- Contar entre 1 y 10 trabajadores
- Tener ventas anuales no mayores a 150 UIT (el valor actual de la UIT, en Perú, asciende a S./4,300.00)

1.6.15 Pequeña Empresa:

- Tener ventas anuales superiores a 150 UIT, hasta un monto máximo de 1700 UIT (el valor actual de la UIT, en Perú, asciende a S./4,300.00)

1.6.16 Desbalance de los niveles de producción:

En ese sentido y con la finalidad de calcular este valor, emplearemos los alcances de Lee Krajewski, el mismo que sostiene que “las mediciones de capacidad basadas en la producción son más útiles cuando se aplican a procesos individuales dentro de la empresa, o cuando la empresa provee una cantidad relativamente pequeña de servicios y productos estandarizados”(Krajewski, Ritzman y Malhotra 2008: 255).

En esa misma línea, el autor propone un indicador que se utiliza para medir la capacidad de los procesos, al que señala como “Utilización”, describiéndolo como “La utilización es el grado hasta el cual se usa actualmente el equipo, el espacio o la mano de obra y se mide como la razón de la tasa promedio de producción a la

capacidad máxima (expresada en porcentaje)” (Krajewski, Ritzman y Malhotra 2008: 255).

1.7 Estado del Arte

Como parte del proceso de investigación de las fuentes y referencias relacionadas al tema proyecto de esta tesis, se elaboró una revisión sistematizada de la información encontrada, con la finalidad de hallar las herramientas que contribuyan a la resolución del problema en que se centra el presente trabajo.

En ese sentido, se detallan las etapas seguidas para dicha labor:

1.7.1 Metodología

Se utilizó una metodología consistente en gestionar la búsqueda de la información, para lo que transcurrió por tres fases; la primera, ligada a la .planificación de la revisión a realizar, la segunda orientada al desarrollo del proceso de revisión de la información, y como tercera y última, la obtención de los resultados.

1.7.1.1 Fase 1 - Planificación:

- Preguntas de Investigación:

Se plantearon las siguientes preguntas:

- a. ¿Qué herramientas utilizaron las MYPES productoras de alimentos, para mejorar su productividad?
- b. Cuáles son los modelos que existen y se adaptan mejora a las MYPES?
- c. Cuáles son los indicadores utilizados para medir la productividad de una empresa?

- Bancos de Journal

Con respecto a las búsquedas efectuadas, estas se realizaron en Bases de Datos indexadas, las mismas que figuran a continuación:

- ❖ Web of Sciences
- ❖ Scopus
- ❖ Emerald Insight
- ❖ Elsevier
- ❖ Access Engineering

- **Palabras claves (cadena de búsqueda)**

Se emplearon las siguientes palabras clave en la búsqueda

- ❖ Design of experiments (DOE)
- ❖ DMAIC (define-measure-analyze-improve-control)
- ❖ Lean principles
- ❖ Food SMEs
- ❖ SME (Small- and medium-sized enterprises)
- ❖ Six sigma,
- ❖ Lean Six Sigma
- ❖ Lean Manufacturing

- **Periodo de Prueba**

Se buscaron artículos correspondientes al periodo 2016 – 2021

1.7.1.2 Fase 2 - Desarrollo:

- **Criterios de selección:**

Los criterios utilizados para el desarrollo de la revisión de la información obtenida en primera instancia, fueron:

Tabla 4: Criterios de Revisión de Estado del Arte

Criterio de Elección	Parámetro
Rango de fechas	De 2016 en adelante
Tipo de Base de Datos	Indexada
Factor de Impacto	Q1 y Q2

Elaboración propia

- **Selección de los estudios y la evaluación de la calidad:**

El número de artículos incluidos y excluidos se muestra en la siguiente Tabla

Tabla 5: Artículos Incluidos y Excluidos

Etapa	Artículos incluidos	Artículos excluidos
Aplicación De Búsqueda En Base De Datos	5,104	0
Retirar Artículos Antes Del 2016	2,017	3,087
Aplicar Inclusión / Exclusión	50	1967
Lectura (Abstract / Introducción)	25	25
Aplicar Criterios De Selección	5	20

Elaboración propia

Tabla 6: Extracción de Datos

Proceso	Valor	Información
Lineamientos	Qué directrices fueron adoptadas	Tener factor de impacto y cuartil entre Q1 Y Q2
Estrategia De búsqueda	Qué estrategia de búsqueda se sigue y cómo se seleccionaron los estudios	Búsqueda de Casos de aplicación y/o Literatura sobre: Lean Manufacturing, Six Sigma, Lean Six Sigma
Tipo De Búsqueda	Manual	Casos de Éxito y/o literatura sobre la Aplicación de Lean Manufacturing, Six Sigma, Lean Six Sigma en SME y/o empresas de alimentos
Esquema De Clasificación	Cómo fueron clasificados los artículos	Aplicación de Lean Six Sigma en empresas de alimentos, Aplicación de Lean Six Sigma en SME de alimentos.
Tipo De Visualización	Qué tipo de visualización se usaron	Visualización de Resultados por Gráficos

Elaboración propia

- **Clasificación:**

Se clasifico la información encontrada según la siguiente tabla

Tabla 7: Clasificación de la información

Artículos Obtenidos	Nº
Aplicación de Lean Six Sigma en empresas de alimentos	3
Aplicación de Lean Six Sigma en SME de alimentos.	2

1.7.1.3 Fase 3 – Resultados:

1.7.1.3.1 Logros

Como parte de los logros de la revisión de los artículos listados, y en líneas generales, podemos concluir lo siguiente:

- Se pudo obtener información fidedigna, de fuentes confiables y de carácter científico, respecto a la utilización de la metodología Lean y Six Sigma, como parte de diagnóstico y de planteamiento de solución para empresas y procesos similares a los que se estudiará en la presente tesis.
- Se pudo tener acceso a información tangible respecto a las mejoras planteadas, así como su impacto en las organizaciones donde se implementaron

A continuación, en la siguiente tabla se muestran información acerca de los artículos revisados para elaborar el estado del arte del presente proyecto de investigación.

Tabla 8: Listado de artículos revisados

CATEGORÍA	TÍTULO	AUTOR	FECHA	QUARTIL	CONSIDERA DO COMO:
Industrial and Manufacturing Engineering	Application of Six-Sigma DMAIC methodology in plan yogurt production process	<ul style="list-style-type: none"> •Saeid Hakimi •Seyed Mojob Zahraee •Jafri Mohd Rohani 	2018	Q2	Solución
Business Management and Accounting	Assessing Lean Adoption in Food SMEs. Evidence from Greece	<ul style="list-style-type: none"> • Evangelos Psomas • Jiju Antony • Nancy Bouranta 	2017	Q2	Solución
Industrial and Manufacturing Engineering	Halal six sigma framework for defects reduction	<ul style="list-style-type: none"> • Iwan Vanany • Kim Hua Tan • Nurhadi Siswanto • Niniet Indah Arvitrida and Firman Mega 	2019	Q2	Solución
Industrial and Manufacturing Engineering	Lean Six Sigma and Environmental Sustainability: The case of a Norwegian Dairy Producer	<ul style="list-style-type: none"> • Daryl Powell • Sissel Lundeby • Lukas Chabada • Heidi Dreyer 	2017	Q2	Solución
Business Management and Accounting	Lean Six Sigma for small- and medium-sized manufacturing enterprises: a	<ul style="list-style-type: none"> • Paul Alexander • Jiju Antony • Bryan Rodgers 	2018	Q2	Solución

CATEGORÍA	TÍTULO	AUTOR	FECHA	QUARTIL	CONSIDERADO COMO:
	systematic review				
Quality and Reliability Engineering International	Lean Six Sigma Implementation in a Food Processing SME: A Case Study	Manoj Dora Xavier Gellynck	2015	Q2	Solución

Fuente: Elaboración propia

1.7.1.3.2 Revisión de artículo 1

Tabla 9: Revisión de Artículo 1

Título de Artículo	Application of Six-Sigma DMAIC methodology in plain yogurt production process
Contexto	Para (Hakimi, Mojib Zahraee y Mohd Rohani;2018), Six Sigma es un sistema que a través de herramientas y métodos estadísticos, permite la mejora de procesos y el desarrollo de nuevos productos mediante el uso y análisis de información.
Contenido	<p>El presente estudio implementa el sistema Six Sigma a través de la metodología DMAIC, con el propósito de mejorar la calidad de la producción de yogurt natural en una empresa iraní de fabricación de productos lácteos a través de las siguientes etapas:</p> <p>Definir: Se mapeo el proceso de producción del yogurt identificando el factor crítico de calidad (CTQ = critical-to-quality), que según la valoración del cliente (VOC = voice of customer), se trata de la Tasa de Acidez</p> <p>Medir: El PH es el parámetro a evaluar la acidez del yogurt, además de 5 variables de control que influyen en los valores de PH</p> <p>Analizar: Se empleó el diseño de experimentos para identificar los factores significativos que influyen en los valores de pH de Yogurt.</p> <p>Mejorar: La receta óptima de las variables clave del proceso se determinó empleando el método de la función de deseabilidad.</p>

Título de Artículo	Application of Six-Sigma DMAIC methodology in plain yogurt production process
	Controlar: Se estandarizaron los procesos integrándolos al sistema de gestión de calidad.
Resultado	Como resultado del estudio se determinó que los factores significativos para el PH son el tiempo de incubación y el porcentaje de grasa, cuyos niveles óptimos son 12 horas y 1.5 % respectivamente. La implementación de las mejoras en los procesos permitió obtener valores de PH aceptables dentro del rango acorde a las preferencias del cliente de 4.2 – 4.4 El estudio demostró las ventajas del analizar sistemáticamente un problema operativo, por lo que se sugiere emplear la misma metodología para abordar problemas complicados en otros procesos, donde las causas en particular no están claras (propiedades reológicas del yogurt) y/o mejorar la velocidad de producción

Fuente: Elaboración propia

1.7.1.3.3 Revisión de artículo 2

Tabla 10: Revisión de artículo 2

Numero de Artículo	Assessing Lean Adoption in Food SMEs. Evidence from Greece
Contexto	Según (Psomas, Antony & Bouranta; 2018), el macro y micro entorno griego, justifica la implementación de los principios de Lean Manufacturing por parte de las pequeñas y medianas empresas de alimentos.

Numero de Artículo	Assessing Lean Adoption in Food SMEs. Evidence from Greece
Contenido	<p>Sobrellevar una crisis económica requiere de una agresiva reducción de costos operativos y el Lean Manufacturing lo permite a través de la reducción de desperdicios y la eliminación de actividades que no generen valor. No solo la reducción de la demanda interna y el incremento de la competencia, sino también la posibilidad de exportar y ganar clientes foráneos, motivaron la transición de sus sistemas de gestión tradicionales al Lean Manufacturing. Cabe resaltar que las pymes alimentarias investigadas, poseían una amplia experiencia en la implementación de la gestión de la calidad y la gestión de la seguridad alimentaria. El hecho de que las PYME de la muestra hayan estado implementando QMS y SGSA durante más de diez años, puede haberlos motivado a adoptar sistemas de gestión más avanzados.</p>
Resultado	<p>Los puntos fuertes en la implementación de los principios del Lean Manufacturing en las pequeñas y medianas empresas de la muestra, son la creación de flujos de procesos dentro de la cadena de valor uniendo de forma balanceada las distintas estaciones y/o células productivas, además de la implementación de TPM (Mantenimiento productivo total). Por otro lado, los puntos débiles que aún no se implementan de forma satisfactoria son la identificación de desperdicios y el Just in time.</p>

Fuente: Elaboración propia

1.7.1.3.4 Revisión de artículo 3

Tabla 11: Revisión de artículo 3

Numero de Artículo	Halal six sigma framework for defects reduction
Contexto	<p>De acuerdo con (Vanany, Hua Tan, Siswanto & Arvitrida;2019), el alimento Halal no contiene ingredientes o sustancias provenientes de animales prohibidos en el Corán, además de ellos los animales deben ser sacrificados de acuerdo a las leyes del islam, por todo ello, el procesamiento y las operaciones de alimentos halal deben considerar los aspectos religiosos, de seguridad y de calidad.</p>

Contenido	En el presente estudio se implementó el Sistema Six Sigma para la reducción de defectos alimentarios Halal, en la carne de pollo. Se empleó las 5 fases de la metodología DMAIC, con lo cual se consiguió reducir los errores y pérdidas por defectos sobre todo en las etapas de sacrificio, aturdimiento y procesamiento de carne.
Resultado	El logro de este proyecto fue detectar y reducir los defectos a los largos del proceso, así como los costos y/o pérdidas relacionadas a tales defectos, a la vez que se elevó el nivel de SS. Los incentivos y bonificaciones para los operadores pertenecientes a los puntos críticos (HCP = halal critical points) demostraron ser medidas eficaces para la reducción de defectos. Queda sustentado que las gerencias de las empresas pertenecientes a este sector deberían adoptar el marco de HSS (halal six sigma) para reducir las pérdidas por errores a lo largo del proceso y a la vez esto les permite obtener una base de gestión operativa que facilita la renovación de la Certificación Halal por parte de auditores externos

Fuente: Elaboración propia

1.7.1.3.5 Revisión de artículo 4

Tabla 12: Revisión de artículo 4

Numero de Artículo	Lean Six Sigma and Environmental Sustainability: The case of a Norwegian Dairy Producer
Contexto	Según (Powell, Lundeby, Chabada & Dreyer;2017), en una empresa láctea, la producción se lleva a cabo principalmente en tuberías, tanques de almacenamiento y máquinas, lo cual disminuye drásticamente la visibilidad del producto a lo largo del proceso, esto plantea un desafío en cuanto reducir el desperdicio.

Numero de Artículo	Lean Six Sigma and Environmental Sustainability: The case of a Norwegian Dairy Producer
Contenido	<p>El presente trabajo responde las siguientes preguntas:</p> <p>1) ¿Cómo puede Lean Six Sigma ser aplicado con éxito en la industria de procesamiento de alimentos?</p> <p>2) ¿Cómo se puede aplicar Lean Six Sigma empleados para contribuir a la creación de una mayor sostenibilidad ambiental en las cadenas de suministro de alimentos?</p> <p>Para responder estas preguntas se elaboró el mapeo del proceso identificando los tipos de desperdicio y los puntos críticos donde estos se generan. Luego se aplicó la metodología DMAIC, estas herramientas permitieron reducir los desperdicios de leche, esto demostró que Lean Six Sigma puede ser aplicado con éxito en la industria de procesamiento de alimentos a la vez de contribuir a la sostenibilidad ambiental de la misma, este es el principal aporte del presente estudio, además de la validación empírica del enfoque VSM-DMAIC para la implementación del Lean Six Sigma en este tipo de industria</p>
Resultado	<p>Se detallan una serie medidas que podrían ser relevantes para cualquier empresa del sector de alimentos, como la importancia de los indicadores de gestión (KPI) y el control estadístico del proceso (SPC) para eliminar el desperdicio de materias primas y energía con el fin de contribuir a cadenas de suministro más sostenibles desde el punto de vista medioambiental.</p>

Fuente: Elaboración propia

1.7.1.3.6 Revisión de artículo 5

Tabla 13: Revisión de artículo 5

Numero de Artículo	Lean Six Sigma for small- and medium-sized manufacturing enterprises: a systematic review
Contexto	<p>Según (Alexander, Antony & Rodgers; 2018), en la actualidad, las empresas están bajo una presión cada vez mayor respecto a maximizar utilidades y generar valor para sus accionistas. Con este propósito, se han implementado iniciativas de mejora continua como Lean Six Sigma las cuales han dado buenos resultados.</p>

Numero de Artículo	Lean Six Sigma for small- and medium-sized manufacturing enterprises: a systematic review
Contenido	Las pequeñas y medianas empresas son esenciales para la economía de cualquier país, merecen ser estudiadas a detalle con el propósito de obtener información sobre la implementación de Lean Six Sigma en ellas, reconociendo los problemas particulares que puedan tener, las Pymes contribuyen en un 60 por ciento en la generación de empleo en el Reino Unido, por lo tanto comprender, estudiar a detalle y optimizar la implementación de principios del Lean Six Sigma generan beneficios tanto a las a las pymes como a la economía en su conjunto
Resultado	Las principales motivaciones de las Pymes son aumentar la calidad, reducir costos, optimizar el uso de recursos y aumentar las ganancias, ello crea un ambiente idóneo para la implementación de Lean Sig Sigma, sin embargo, existe un vacío en la investigación sobre este punto. Es necesario el desarrollo de una serie de herramientas específicas para el entorno donde operan las pequeñas y medianas empresas considerando sus limitaciones respecto a recursos e infraestructura. Es fundamental definir una hoja de ruta para la implementación del Lean Sig Sigma en este tipo de organizaciones, además de desarrollar líderes con las cualidades necesarias para este tipo de labor en particular. Ambos aspectos requieren de un mayor estudio e investigación

Fuente: Elaboración propia

1.7.1.3.7 Revisión de artículo 6

Tabla 14: Revisión de artículo 6

Numero de Artículo	Lean Six Sigma Implementation in a Food Processing SME: A Case Study
Contexto	Según (Manoj Dora y Xavier Gellynck), deducir los costos operativos y a la vez mejorar la calidad del producto son aspectos esenciales para las empresas manufactureras europeas con el propósito de competir con las economías de bajo costo provenientes del sudeste asiático quality improvement es un enfoque sistémico para mejorar la organización mediante cambios en los procesos y en las personas.

Numero de Artículo	Lean Six Sigma Implementation in a Food Processing SME: A Case Study
Contenido	Se fusionan las metodologías de Lean Manufacturing y Six Sigma, ambas metodologías tienen por objetivo identificar los procesos más críticos para generar ahorros en una empresa. Lean Six Sigma integra estos dos enfoques en un método híbrido eficaz, que combina las herramientas de eliminación de variabilidad de Six Sigma con las prácticas de eliminación de residuos de la fabricación ajustada
Resultado	El estudio demostró la factibilidad de mejoras a través de las implicaciones prácticas del modelo LSM, puntualmente para resolver el problema de sobrellenado y defectos en una confitería de tamaño mediano

Fuente: Elaboración propia

1.8 Marco normativo

El presente proyecto de investigación se encuentra regulado por decretos supremos, decretos legislativos, resoluciones ministeriales, las cuales las listaremos a continuación:

- D.L. 1062 “Ley de Inocuidad Alimentaria” – el cual fue publicado el año 2014, y hace referencia a los parámetros técnicos acerca de los máximos niveles de azúcar, sodio y grasas saturadas “que deben contener los alimentos y bebidas no alcohólicas procesados, así como la reducción gradual de grasas trans hasta su eliminación”.
- D.S. 007 – 98 “Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas”. “Dicho decreto supremo hace referencia a las normas generales de higiene así como las condiciones y requisitos sanitarios a que deberán sujetarse la producción, transporte, fabricación, almacenamiento, fraccionamiento, elaboración y expendio de alimentos y bebidas de consumo humano con la finalidad de garantizar su inocuidad”.
- R.M. 591 – 2008 “Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y

bebidas de consumo humano”. Dicha norma fue publicada el 27 de agosto del 2008 por la Dirección General de Salud.

- R.M. 449 – 2006 “Norma Sanitaria para la Aplicación del Sistema HACCP en la fabricación de alimentos y bebidas”. El objetivo de esta norma es contribuir en la atención oportuna y adecuada se “insta que al momento de solicitar su Habilitación Sanitaria y la Validación Técnica Oficial del Plan HACCP, se efectúe en el tiempo oportuno y con la documentación debidamente sustentada en las normas vigentes”.
- Ley de Promoción de Alimentación Saludable para Niños, Niñas y Adolescentes 30021. El cual tiene como objetivo la “promoción y protección efectiva del derecho a la salud pública al crecimiento y desarrollo adecuado de las personas, a través de las acciones de educación, el fortalecimiento y fomento de la actividad física, la implementación de kioscos y comedores saludables, en las instituciones de educación básica regular”.
- D.S. 017-2017 SA “Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de la Ley N° 30021, Ley de Promoción de la Alimentación Saludable. El Decreto Supremo en mención aprueba el Reglamento de la Ley de promoción de la alimentación saludable para niños, niñas y adolescentes, cuyo objetivo es aprobar el Reglamento que establece las disposiciones y acciones que deben implementarse para la aplicación y cumplimiento de la Ley de promoción de la alimentación saludable para niños, niñas y adolescentes.
- D.S. 012-2018 SA “Aprueban Manual de Advertencias Publicitarias en el marco de lo establecido” (Octógonos). Este decreto supremo determina la utilización de octógonos que alerten a los consumidores acerca de los niveles de grasas, azúcares, sodio y otros elementos que no contribuyen a una alimentación saludable.

2 CAPITULO II: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

El presente capítulo, está enfocado en desarrollar el diagnóstico de la situación actual de la empresa; mostrando para ello todos los elementos que componen su entorno y características del sector, y mostrando con estadísticas y gráficos, la situación actual de la empresa y las posibles oportunidades de mejora.

2.1 Entorno / Sector

El rubro de industrias alimentarias es uno de los más dinámicos e importantes de la economía nacional, dado que genera alrededor de 342,000 puestos de trabajo, cifra que representa alrededor del 2.1% de la Población Económicamente Activa y aporta cerca del 2.6% al Producto Bruto Interno según (Diario El Peruano, 2019). En lo relacionado a la estructura productiva, el valor agregado bruto de las industrias alimentarias en el 2019, alcanzó los S. /21,569 millones de soles, que equivalió al 21.8% de participación en todo el sector de acuerdo con (Sociedad Nacional de Industrias, 2019), tal y como muestra la Tabla N° 15:

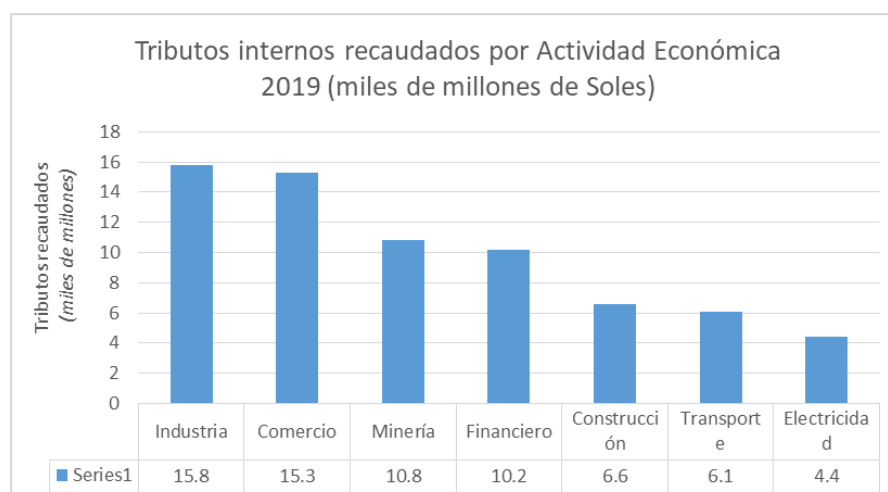
Tabla 15: Valor agregado bruto de la industria de Alimentos y Bebidas, 2019

ACTIVIDAD	Millones (S./)	Participación (%)
TOTAL Industria	99,121	100
Industria Alimentos y Bebidas	26,936	27.2
Productos Alimenticios	21,569	21.8
Molinería, fideos, panadería y otros	5,837	5.9
Procesamiento y conservación de carnes	3,331	3.4
Elaboración de otros productos alimenticios	2,474	2.5
Elaboración de harina y aceite de pescado	2,254	2.3
Procesamiento y conservación de frutas y vegetales	1,736	1.8
Elaboración y preservación de pescado	1,707	1.7
Elaboración de aceites y grasas de origen vegetal y animal	1,278	1.3
Fabricación de productos lácteos	1,246	1.3
Elaboración de alimentos preparados para animales	911	0.9
Elaboración y refinación de azúcar	795	0.8
Bebidas y Productos de Tabaco	5,367	5.4

Fuente: INEI / Elaboración propia

Con respecto al aporte en tributos, en el 2019, el sector industria alcanzó un valor de S./15.800 millones de soles, como se muestra en la figura N° 8:

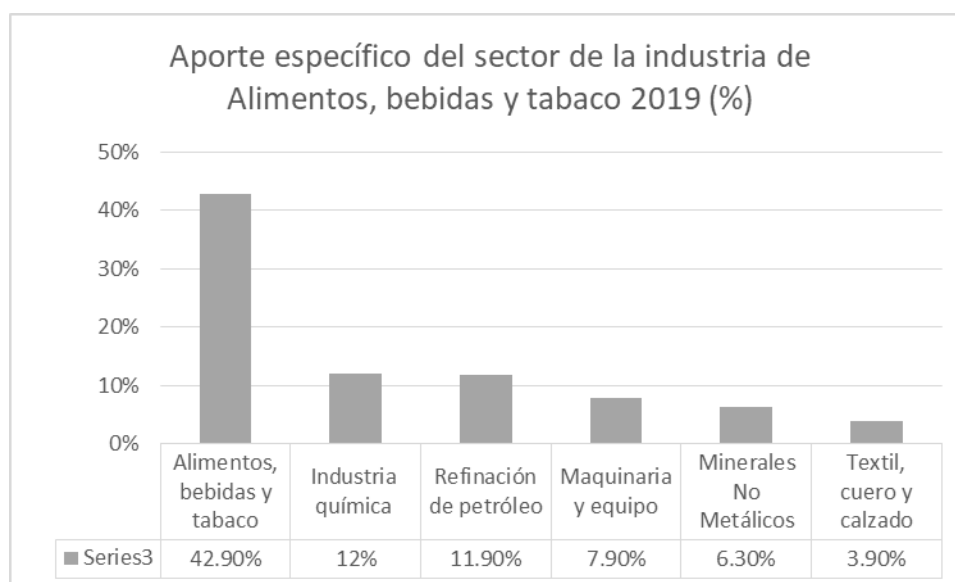
Figura 8: Tributos internos – industria de alimentos 2019



Fuente: INEI / Elaboración propia

En lo que respecta, puntualmente, al aporte de las actividades de alimentos y bebidas, la estadística muestra que el 42.9% del total de sector industria en general, fue aportado por dichas actividades, tal y como se evidencia en la figura N° 9

Figura 9: Aporte Específico en la tributación – sector industria de alimentos, bebidas y tabaco 2010



Fuente: INEI / Elaboración propia

Profundizando el análisis en lo concerniente a las sub divisiones del rubro alimentos, puntualmente en los del tipo empacados que tienen destino de exportación a Estados

Unidos, nuestro segundo principal socio comercial, un reporte de inteligencia de mercado de la Oficina Comercial de Los Ángeles (MINCETUR, 2018) mostró que, específicamente en la categoría de salsas y condimentos, en el año 2017, se exportó alrededor de \$7.8 millones hacia este destino comercial, siendo el décimo sexto proveedor en este sector en particular.

De la misma forma, dicho estudio considera que tomando en cuenta la tendencia del consumidor estadounidense, por alternativas de productos más frescos, saludables y nutritivos, sería muy relevante tomar acciones a fin de lograr un mayor posicionamiento en este sector.

2.1.1 Eficiencia del Sector

Para el análisis de la eficiencia del sector, utilizaremos el criterio de eficiencia técnica, mismo que se definió en el marco teórico de la presente tesis.

Para este fin, se utilizará información de dos estudios relacionados; el primero publicado en el Boletín “Estudio de la Situación Actual de las Empresas Peruanas” (PRODUCE, 2017), donde se muestran diferentes ratios y estadísticas relacionadas a todos los sectores productivos del país, entre ellos, en sector de industria alimentaria. De la misma forma, se utilizó información respecto de un segundo estudio “Internet y Eficiencia Técnica en la MYPE Peruana” (OSIPTEL 2015), donde muestra la eficiencia del sector de producción alimentario en el sector de Micro y Pequeña Empresa”

Seguidamente, en la tabla 17, se analizará la eficiencia técnica del sector de industrias alimentarias en general, y en la tabla 16, la eficiencia técnica del sector de industrias alimentarias en MYPE.

Tabla 17: Eficiencia técnica sector industria

Sector de industria	Eficiencia promedio (%)
Minerales no metálicos	65%
Manufacturas diversas	61%
Maquinarias y equipos, servicios	52%
Alimentos y bebidas	47%
Textil, cuero y calzado	46%
Maderas y muebles	44%
Petróleo	43%
Químicos, caucho y plásticos	41%
Papel e impresiones	40%
Metales comunes y productos metálicos	17%

Fuente: PRODUCE – OEE, 2017

Tabla 16: Eficiencia técnica MYPES

Grupo de Análisis	Promedio
Elaboración de productos alimenticios	56%
Fabricación de prendas de vestir	38%
Fabricación de productos de cuero y productos conexos	56%
Productos de madera y fabricación de productos de madera y corcho, excepto muebles, fabricación de artículos de paja y de materiales trenzables	60%
Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo	39%
Fabricación de muebles	49%
Fabricación de joyas, bisutería y artículos conexos	73%

**Fuente: Encuesta de Micro y Pequeña Empresa 2015
Elaboración: GPRC-OSIPTEL**

De lo analizado respecto de la información mostrada, la eficiencia técnica que se muestra en la tabla 17, referente al sector industria en general, es del 47%, considerado todos los tipos de empresa (gran, mediana y pequeña empresa). Por otro lado, la eficiencia técnica mostrada en la tabla 16, prevé únicamente a la del sector de elaboración de productos alimenticios del sector MYPE, la misma que asciende a 56%.

En vista de ello y luego del análisis, para la presente tesis se tomará como referencia el segundo estudio “Internet y Eficiencia Técnica en la MYPE Peruana”, elaborado por OSIPTEL, en función a la encuesta de micro y pequeña empresa del 2015, en vista de que evalúa información específica de micro y pequeña empresa, mismo sector del que forma parte la empresa objeto de este estudio.

2.1.2 Entorno de Mercado

En lo que respecta al entorno del mercado, en la zona sur del país, actualmente, se cuenta con algunas empresas que ofrecen diversas alternativas de condimentos y aderezos en pasta, los mismos que se muestran en la tabla 18:

Tabla 18: Empresas de condimentos y aderezos más comercializadas en el sur del Perú

Marca	Productos		
Alimentos Piki S.A.C.	<p data-bbox="571 353 769 412"><i>Pasta de ajo</i></p> 	<p data-bbox="842 353 1024 412"><i>Ají molido</i></p> 	<p data-bbox="1139 353 1362 412"><i>Aderezo criollo</i></p> 
Productos Sibarita	<p data-bbox="571 766 769 824"><i>Pasta de ajo</i></p> 	<p data-bbox="842 766 1024 824"><i>Ají panca</i></p> 	<p data-bbox="1123 766 1362 824"><i>Salsa de culantro</i></p> 
Productos Freskos del Valle	 <p data-bbox="1034 1227 1225 1285"><i>Pasta de ajo</i></p>		

Fuente: Catálogo virtual Plaza Vea / Catálogo virtual Sibarita / Franco Supermercado
Elaboración propia

2.2 Descripción de la Empresa

2.2.1 La empresa

La empresa objeto de estudio es una empresa del rubro de industrias alimentarias, la misma que inició sus actividades en el año 2013, ofreciendo una alternativa novedosa

de pasta de ajo, producto de gran versatilidad y demanda, especialmente para mejorar la sazón de los diferentes platos y comidas de nuestra variada gastronomía.

La empresa nació como un emprendimiento familiar, y dadas sus características de organización y volumen de ventas netas, está considerada como una MYPE, más específicamente, una Microempresa, dado que no excede los 10 trabajadores y su facturación no supera las 150 UIT, como concepto de ventas anuales.

En lo que respecta a su ubicación, se encuentra en la ciudad del Cusco, lugar donde se posicionó de forma rápida, principalmente por la calidad de sus productos y sabor natural de su composición, característica principal de los productos ofrecidos por la empresa.

En lo concerniente a su misión y visión, define los siguientes:

2.2.1.1 Misión

Brindar, a sus clientes, productos alimenticios de calidad garantizada, distinguiéndose del mercado actual por brindar productos naturales y de clase mundial

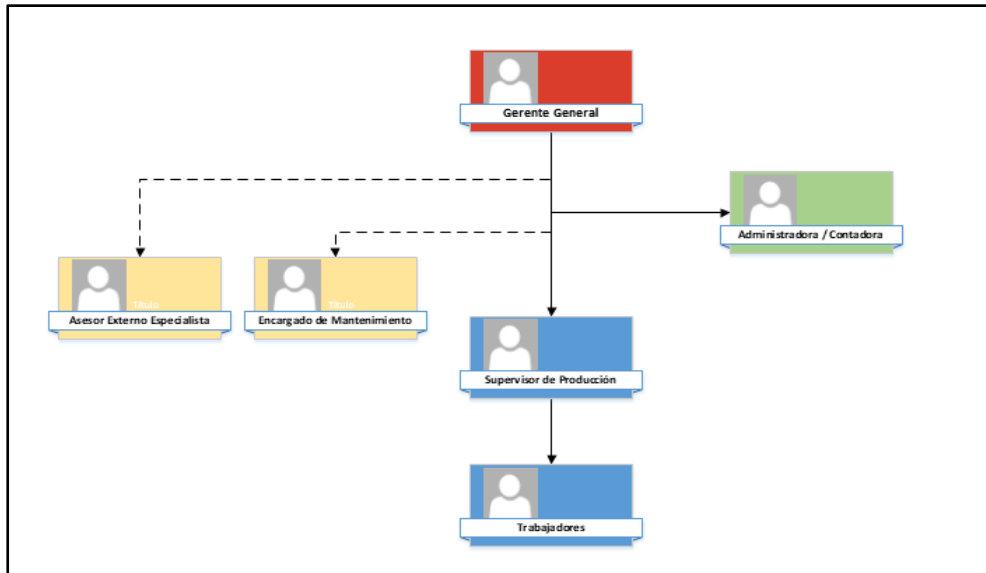
2.2.1.2 Visión

Ser líder del mercado de condimentos, en primera instancia, en la región sur del país, para luego liderar el mercado nacional

2.2.1.3 Organización

En relación a su organización, la empresa tiene una estructura muy pequeña, dada su condición de micro empresa, sin embargo, los puestos y responsabilidades se encuentran claramente definidos. A continuación, se presenta la estructura organizacional de la empresa:

Figura 10: Organigrama Funcional de la Empresa



Elaboración propia

En cuanto a las funciones, el Gerente General es quien representa a la empresa, establece los objetivos, metas y sus lineamientos principales, dirige la estrategia de ventas, de producción, y establece el contacto con los clientes. Por el lado del administrador es quien dirige la gestión de los recursos económicos, financieros, contables y de presupuesto de la empresa. El Supervisor de Producción es el responsable de coordinar y dirigir la producción diaria, en coordinación directa con la gerencia general. Así mismo, es responsable del control de calidad y salubridad de los productos elaborados, así como la supervisión de los trabajadores con los que cuenta la empresa.

Del mismo modo y en calidad de trabajadores externos a la empresa, se cuenta con un asesor técnico especializado en temas de calidad, regulación sanitaria e inocuidad alimentaria, entre otros aspectos técnicos relacionados. De la misma forma, se cuenta con un técnico de mantenimiento, para situaciones de reparación y mantenimiento de los equipos utilizados en la producción. Cabe señalar que dichas personas no se encuentran de forma permanente en la empresa, apersonándose cuando requieran ser convocadas por la dirección de la empresa.

Por el lado de los trabajadores de la empresa, se cuenta con cinco operarios, quienes realizan las actividades de producción y son el soporte de la empresa, en

relación a la mano de obra operativa. Tienen establecido un horario de trabajo de lunes a viernes, de 8.00 hrs. a 18.00 hrs, teniendo una tolerancia de 10 minutos para el ingreso. Así también, se prevé 01 hora para almuerzo.

2.2.2 Producto

La empresa produce pasta de ajo molido, único producto que ofrece al mercado, el mismo que ha mantenido desde el inicio de su actividad, y presentándolo en formato doy pack transparente, de capacidad 225 gramos, que permite apreciar el producto, tal y como se aprecia en la figura N° 11. Cabe señalar que el precio de venta del producto es de S. /5.50.

Figura 11: Descripción del Producto



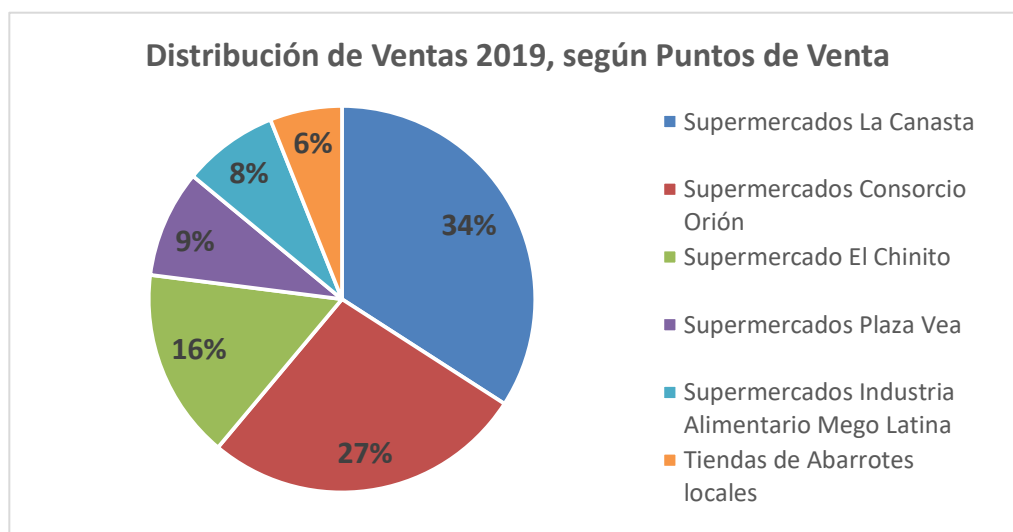
Fuente: Elaboración Propia

Entre los principales clientes con los que cuenta la empresa, se tiene:

- Supermercados La Canasta, en sus tres locales en la ciudad del Cusco
- Supermercados Consorcio Orión, en sus cuatro locales en la ciudad del Cusco
- Supermercados Plaza Veá, local Cusco
- Supermercado El Chinito
- Supermercados Industria Alimentario Mego Latina, en la ciudad de Puno
- Tiendas de abarrotes locales

Durante el año 2019, el volumen de ventas, en función al establecimiento, es el que se muestra en la figura 12.

Figura 12: Distribución de las ventas



Fuente: Elaboración Propia

2.3 Descripción del Proceso Productivo

El proceso productivo de la empresa se caracteriza por no ser realizado en un línea de producción convencional, si no en base a lotes de producción, que generalmente son de 55 kg. De esta manera, un lote entrante que ingresa a proceso, va a transcurriendo por la diferentes estaciones de trabajo, que vendrían a ser los sub procesos, hasta completar su procesamiento y almacenarse como producto terminado.

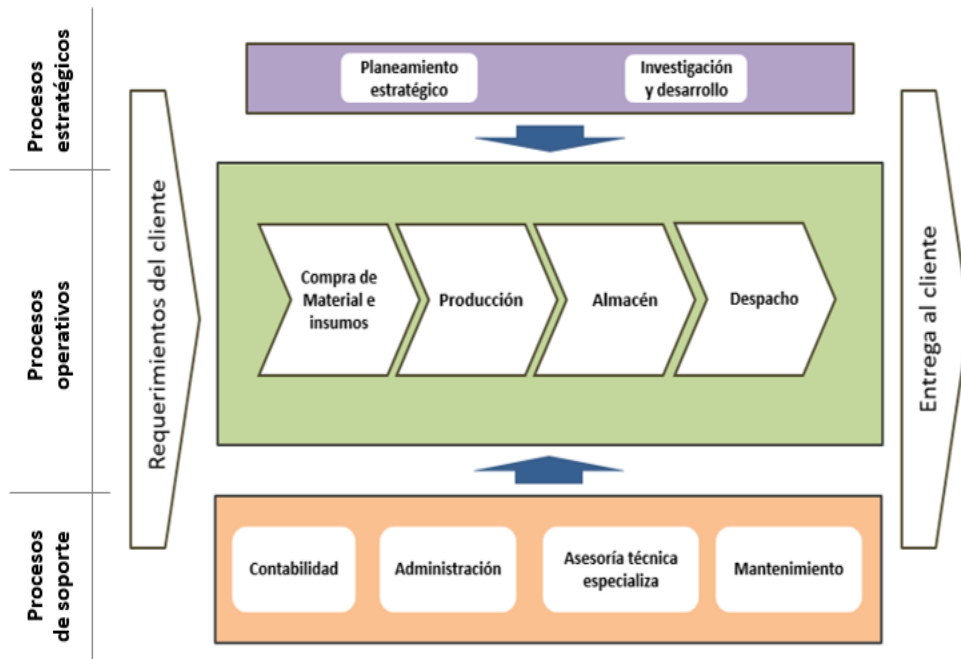
Para comprender con mayor detalle el proceso general, en primera instancia, se mostrará un Mapa de Procesos, con los procesos estratégicos, operativos y de soporte; seguidamente un Diagrama de Operaciones de Proceso DOP, con el detalle del proceso de producción.

2.3.1 Mapa de Procesos

Esta herramienta nos permite mostrar la interacción de los diferentes procesos que se encuentran dentro de la organización. Dichos procesos han sido agrupados en las siguientes categorías: estratégicos, operacionales y de soporte, siendo los procesos operacionales sobre los cuales se desarrollarán las propuestas de mejora.

Esta herramienta nos permite ver, de forma gráfica, a la organización como un grupo de entidades que interactúan para lograr un objetivo en común

Figura 13: Mapa de Procesos



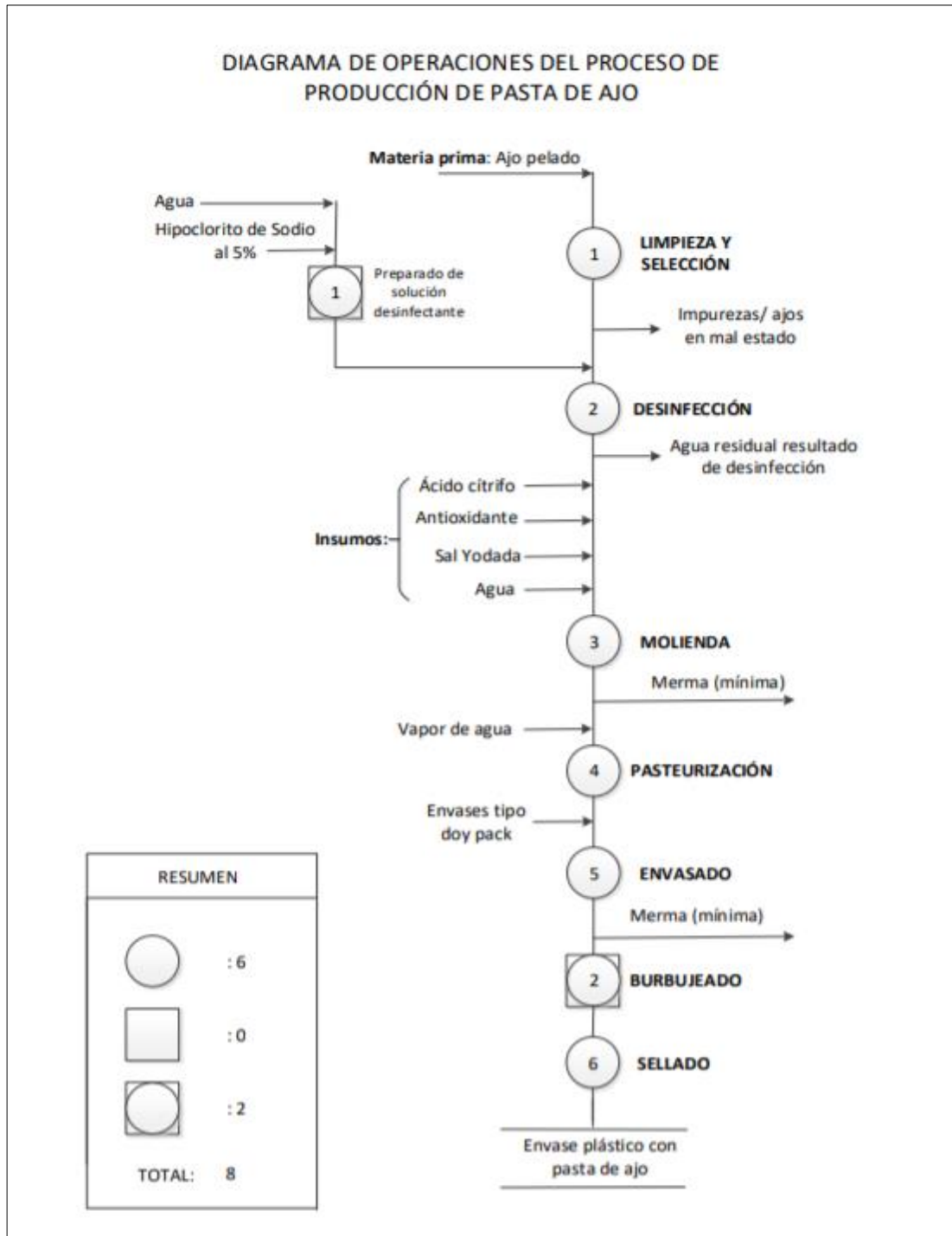
Fuente: Elaboración Propia

2.3.2 Diagrama de Operaciones de Proceso

El Diagrama de Operaciones de Proceso – DOP, se utiliza para describir de forma detallada, las actividades involucradas en uno o varios procesos operacionales.

La figura 14 muestra las actividades involucradas para el proceso de fabricación de pasta de ajo. Al final se muestra un cuadro resumen con la cantidad de actividades que están involucrados en el proceso

Figura 14: Diagrama DOP de Producción de Pasta de Ajo



Fuente: Elaboración Propia

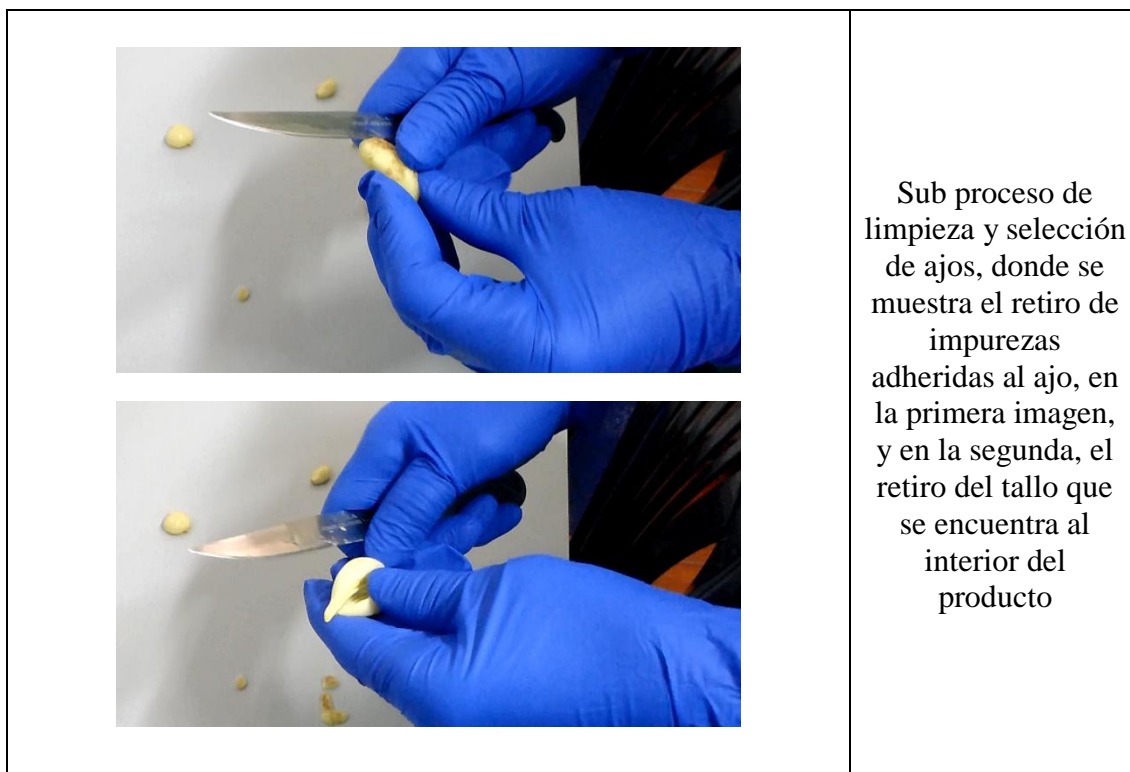
2.3.3 Descripción de sub procesos

En el ítem 2.3.2. se muestra el Diagrama de Operaciones del Proceso DOP, donde figuran los sub procesos que forman parte del proceso de elaboración de pasta de ajo pasteurizado; en el presente apartado, se detallará y mostrará cada uno de estos sub procesos.

2.3.3.1 Limpieza y Selección

Comprende las actividades destinadas a retirar las impurezas más significativas y de mayor tamaño que se encuentran adheridas en los ajos, que se adquieren ya pelados desde un distribuidor mayorista, o los productos que se encuentran en mal estado. De la misma forma, la actividad involucra el retiro de las partes malogradas, aplastadas, y del tallo del ajo, que se encuentran al medio del producto. Este sub proceso es realizado de forma manual, y trabajado por unidad, es decir, diente de ajo por diente de ajo.

Figura 15: Sub Proceso de Limpieza y Selección de Ajo



	<p>La primera imagen muestra el entregable del sub proceso, donde se aprecia los ajos completamente limpios, listos para pasar al siguiente sub proceso. Por el lado de la segunda imagen, esta muestra la merma y desperdicios resultantes de este sub proceso</p>
---	---

Elaboración propia

2.3.3.2 Desinfección

Este sub proceso consiste en el remojo de los ajos provenientes del sub proceso de limpieza y selección, utilizando para ello, agua e hipoclorito de sodio al 5%. El remojo se realiza durante un promedio de 90 minutos y 100 minutos, para luego, una vez enjuagado en agua potable, pasar al siguiente sub proceso.

2.3.3.3 Molienda

Este sub proceso consiste en el licuado de los ajos desinfectados provenientes de la estación anterior, mediante la utilización de licuadoras industriales. La actividad es llevada a cabo por dos trabajadores, uno encargado de asegurar la licuadora y el segundo, ingresa los ajos al vaso de la licuadora.

Figura 16: Sub Proceso de Molienda



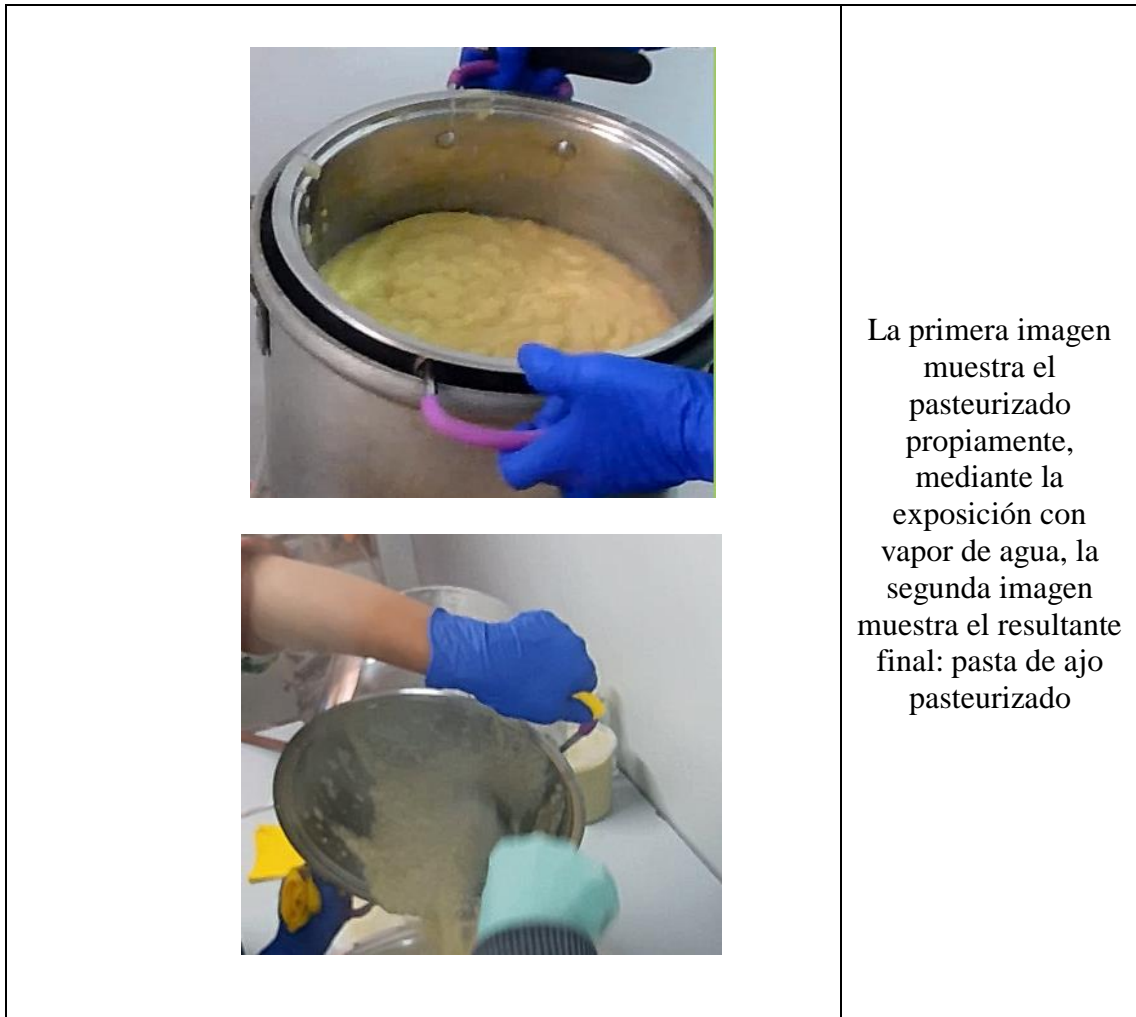
La primera imagen muestra la molienda o molido de los ajos, haciendo uso de una licuadora industrial, la segunda muestra la colocación de los dientes de ajo al interior del vaso de la licuadora. El resultado de este sub proceso es pasta de ajo, pero aun sin pasteurizar

Elaboración propia

2.3.3.4 Pasteurizado

Este sub proceso es realizado mediante la exposición de producto a vapor de agua durante un lapso de tiempo aproximado de 120 minutos, y alcanzando una temperatura del producto de 60° centígrados.

Figura 17: Sub Proceso de Pasteurizado



Elaboración propia

2.3.3.5 Envasado

El envasado del producto se realiza mediante una dosificadora, la misma que cuenta con una tolva de 10 kg de capacidad, un sistema neumático de compresión, por medio de un pistón interno y un dosificador

Figura 18: Sub Proceso de Envasado



La primera muestra la dosificadora, donde se aprecia la tolva y el sistema neumático, la segunda imagen muestra los controles del equipo y el dosificador

Elaboración propia

2.3.3.6 Burbujeado

Este sub proceso tiene esta denominación, en razón de que al finalizar el envasado, la pasta inyectada en los envases, posee siempre burbujas de aire que es necesario retirar, por un tema de calidad de producto, por lo que se requiere golpear el envase contra una superficie plana y dura, durante un par de minutos

Figura 19: Sub Proceso de Burbujeado



Elaboración propia

2.3.3.7 Sellado

Sub proceso por el cual, una vez envasado el producto y culminado el retiro de las burbujas que contiene la pasta de ajo, el envase es cerrado mediante una selladora eléctrica

Figura 20: Sub Proceso de Sellado



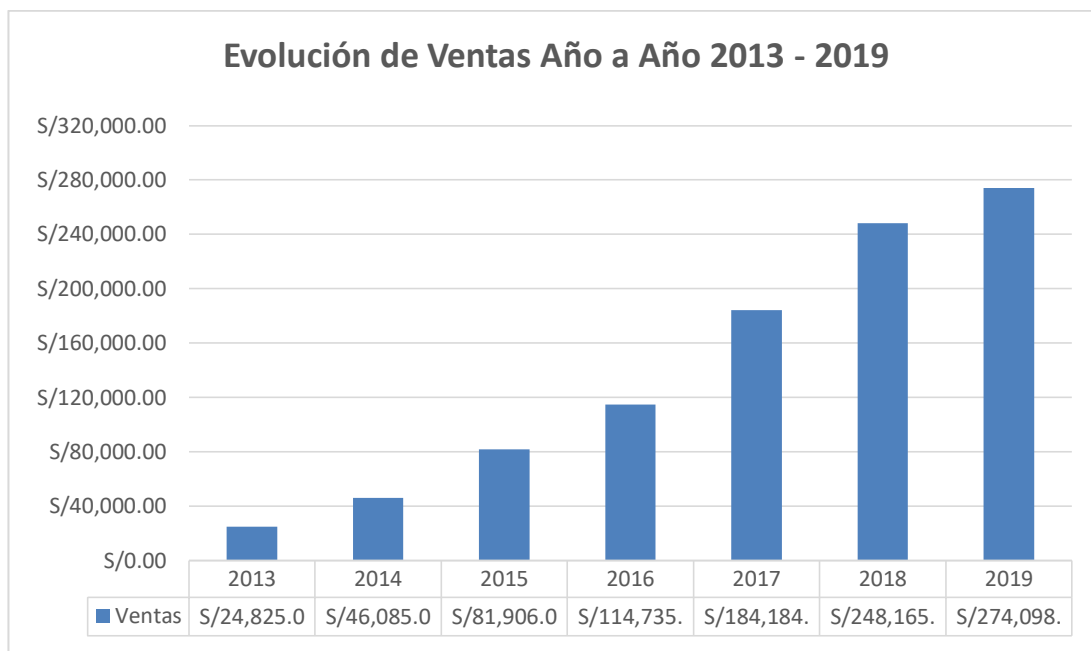
Elaboración propia

2.4 Diagnóstico Situacional de la Empresa

2.4.1 Análisis de Ventas

El volumen de ventas de la empresa, desde su apertura, se ha ido incrementando de forma sostenida, llegando a superar los S./100,000 hacia el año de 2016 y llegando a S./274,098 el año 2019, tal y como se aprecia en la figura N° 21

Figura 21: Evolución de las ventas

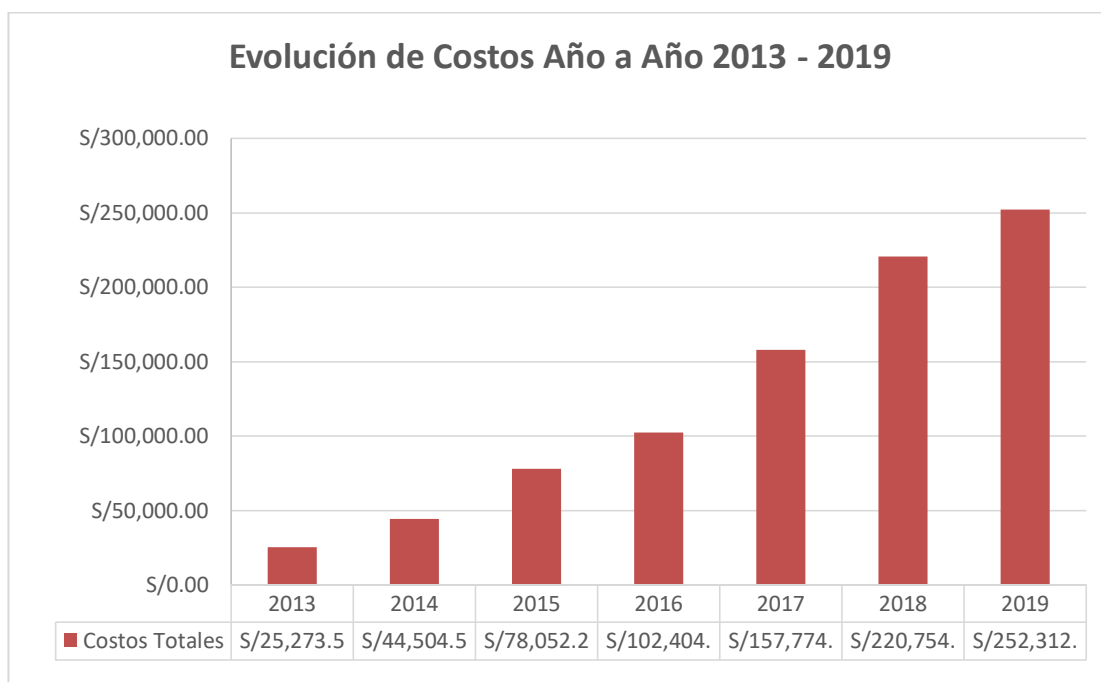


Fuente: Elaboración Propia

2.4.2 Análisis de Costos

Por el lado de los costos de producción, y asumiendo, para este caso, tanto los costos fijos como costos variables, tenemos también que su comportamiento se incrementa de forma sostenida, y de forma proporcional al de las ventas, tal y como se aprecia en la figura 22

Figura 22: Evolución de Costos 2013 – 2019



Fuente: Elaboración Propia

Por el lado de los costos, durante el 2019, y para entender cómo se encuentra estructurado el costo de cada unidad producida, analizaremos tanto los costos fijos como costos variables, datos que se encuentran previstos en la tabla 19 mostrada a continuación:

Tabla 19: Evaluación de Costo por Unidad de Producción

Costos Fijos		Costos Variables	
Mano de Obra	S/1.650	Materia prima	S/1.12
Mant. Local	S/0.150	Insumos	S/0.44
Administración	S/0.400	Etiqueta + envase	S/0.74
Total:	S/2.20	Transporte	S/0.18
		Energía	S/0.33
		Agua	S/0.04
		Total:	S/2.85

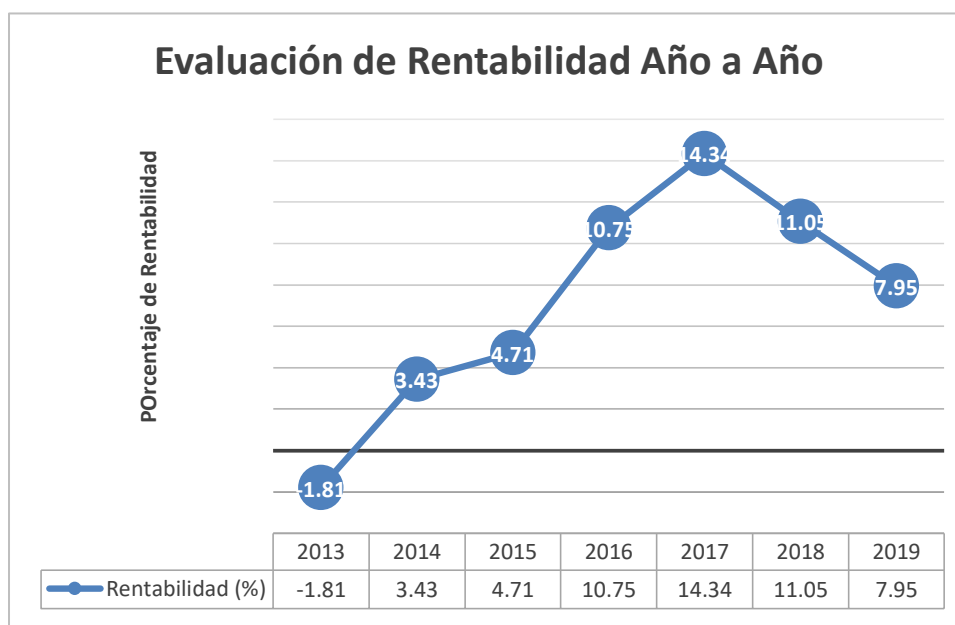
Elaboración propia

De lo mostrado en la tabla 19, podemos establecer que el costo por cada unidad producida, evaluado el 2019, asciende a S./5.05. Por el lado del precio de venta y tal como se detalló en la descripción del producto, ítem 2.2.2, el precio de venta prevista para cada unidad es de S./5.50, por lo que la utilidad unitaria asciende a S./0.45.

2.4.3 Análisis de Rentabilidad

Pese a que el volumen de ventas se viene incrementado año a año de forma importante, teniendo un promedio de crecimiento de cerca del 18% entre en 2017 y 2019, y analizándolo con la evolución de los costos de producción año a año, evidenciamos que la rentabilidad de la empresa viene decreciendo de forma gradual, tal y como se aprecia en la figura 23

Figura 23: Evaluación de la Rentabilidad 2013 - 2019



Fuente: Elaboración Propia

2.5 Identificación y Análisis del Problema

El principal problema identificado en los procesos de la empresa es su nivel de eficiencia, con respecto al rubro de industrias alimentarias, en el ámbito de las MYPES, tal y como se evidencia en los resultados presentados en el ítem 2.5.3 “Conclusión preliminar del análisis del problema”

2.5.1 Desbalance de los niveles de producción en los procesos productivos

La producción de la empresa se realiza en función a la demanda de sus clientes, por lo que no se tiene definido cuál es el nivel de producción de forma total y por cada subproceso. Para dicho cálculo, se utilizará el criterio propuesto por Lee Krajewski y detallado en el ítem 1.5.11, donde se analizará cada subproceso, evaluando su capacidad de producción y hallando su ratio de productividad.

Tal y como se presentó en la Fig 21 “DOP”, los sub procesos productivos son los siguientes:

- Limpieza y selección de materia prima
- Desinfección
- Molienda
- Pasteurizado
- Envasado
- Burbujeado
- Sellado

Para poder establecer un parámetro comparativo fidedigno, se analizó los tiempos medidos para cada sub proceso de forma aleatoria, llegándose a realizar preliminarmente 10 mediciones por cada sub proceso, teniéndose:

Tabla 20: Tiempos preliminar muestreados en función a Sub Procesos (minutos)

Muestras	Limpieza y selección de M.P.	Desinfección	Molienda	Pasteurizado	Envasado	Burbujeado	Sellado
1	988.5	90	102.5	193	152.8	385.6	48.5
2	984.2	90	98.7	194	151	382.6	49.8
3	1015.2	90	102.5	192.8	153	383.2	48.7
4	995	90	101.2	194.2	154.8	384.5	47
5	1015.5	90	103	190.7	153.8	389	48.5
6	976	90	105	192.8	152.6	388.5	47.8
7	1048.5	90	104.5	190.8	150.2	383.5	48.6
8	997	90	106.8	191	150.6	384	48.6
9	1014.7	90	103.2	193.8	152	387	49.8
10	1005.5	90	97.8	191.3	150	384.5	49.5

Fuente: Elaboración Propia

A fin de hallar si el número de muestras realizadas (N) es la suficiente, se realizará un análisis mediante la metodología estadística, haciendo uso de la siguiente ecuación:

$$N = \left[\frac{K \cdot \sigma}{e \cdot \bar{X}} \right]^2 + 1$$

Donde:

- K: Coeficiente de riesgo
- σ: desviación
- X: Media aritmética de valores listados
- e: Error expresado en forma decimal

Tabla 21: Números de muestras requeridas

Sub proceso mapeado	Resultante de ecuación	Número de muestras requeridas (N)
Limpieza y selección de M.P.	1.96	2
Desinfección	1	1
Molienda	2.61	3
Pasteurizado	1.11	2
Envasado	1.25	2
Burbujeado	1.07	2
Sellado	1.72	2

Fuente: Elaboración Propia

En función a lo mostrado en la tabla anterior, se consideran suficientes las cantidades de muestras de tiempo obtenidos, por lo que se continuará con los cálculos para hallar el tiempo estándar del proceso.

Seguidamente y con la finalidad de determinar el tiempo estándar de cada sub proceso, se realizará un estudio de tiempo. Considerar que el lote de producción evaluado corresponde a 55 kg.

Para tal efecto, en primera instancia, se evaluará los criterios de valoración según tabla Westinghouse mostrada en Figura 24, considerando un operador de rendimiento promedio, en función al sub proceso.

Así también, se considerará en esta evaluación a trabajador varón (todos los trabajadores son varones), trabajando de pie, realizando un levantamiento de peso muy ligero, en condiciones de producción convencionales, y se valorará según sistema de suplementos por descanso de la OIT (Tabla 22)

Figura 24: Factor de Valoración Westinghouse

Factor de Valoración - Sistema Westinghouse					
Destreza o Habilidad			Esfuerzo o empeño		
0.15	A.1	Extrema	0.13	A.1	Excesivo
0.13	A.2	Extrema	0.12	A.2	Excesivo
0.11	B.1	Excelente	0.1	B.1	Excelente
0.08	B.2	Excelente	0.08	B.2	Excelente
0.06	C.1	Buena	0.05	C.1	Bueno
0.03	C.2	Buena	0.02	C.2	Bueno
0	D	Regular	0	D	Regular
-0.05	E.1	Aceptable	-0.4	E.1	Aceptable
-0.1	E.2	Aceptable	-0.8	E.2	Aceptable
-0.16	F.1	Deficiente	-0.12	F.1	Deficiente
-0.22	F.2	Deficiente	-0.17	F.2	Deficiente
Condiciones			Consistencia		
0.06	A	Ideales	0.04	A	Perfecta
0.04	B	Excelentes	0.03	B	Excelente
0.02	C	Buenas	0.01	C	Buena
0	D	Regulares	0	D	Regular
-0.03	E	Aceptables	-0.02	E	Aceptable
-0.07	F	Deficientes	-0.04	F	Deficiente

Fuente: Tabla Westinghouse - Elaboración Propia

Tabla 22: Sistema de Suplementos por Descanso OIT

Suplementos constantes	Hombre	Mujer	Suplementos variables	Hombre	Mujer		
Necesidades Personales	5	7	e) Condiciones atmosféricas				
Básico por fatiga	4	4	Índice de enfrentamiento, termómetro de KATA				
Suplementos variables	Hombre	Mujer					
a) Trabajo de pie			16	0			
Trabajo se realiza sentado(a)			0	0	14	0	
Trabajo se realiza de pie	2	4	12	0			
b) Postura normal			10	0			
Ligeramente incómoda			0	1	8	10	
Incómoda (Inclinación del cuerpo)	2	3	6	21			
Muy Incómoda (Cuerpo estirado)	7	7	5	31			
			4	45			
c) Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)			3	64			
			2	100			
f) Tensión visual							
Peso levantado por kilogramo			Trabajos de cierta precisión			0	0
2.5	0	1	Trabajos de precisión o fatigosos			2	2
5	1	2	Trabajos de gran precisión			5	5
7.5	2	3	g) Ruido				
10	3	4	Sonido continuo			0	0
12.5	4	6	Sonidos intermitentes y fuertes			2	2
15	5	8	Sonidos intermitentes y muy fuertes			5	5
17.5	7	10	Sonidos estridentes			7	7
20	9	13	h) Tensión mental				
22.5	11	16	Proceso algo complejo			1	1
25	13	20 (máx)	Proceso complejo o atención dividida			4	4
30	17	-	Proceso muy complejo			8	8
33.5	22	-	i) Monotonía mental				
d) Iluminación			Trabajo monótono			0	0
			Trabajo bastante monótono			1	1
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Trabajo muy aburrido			4	4
Bastante por debajo	2	2	j) Monotonía física				
Absolutamente insuficiente	5	5	Trabajo algo aburrido			0	0
			Trabajo aburrido			2	2
			Trabajo muy aburrido			5	5

Fuente: OIT / Elaboración propia

Las fórmulas de concernientes a Estudio de Tiempos utilizadas para realización de estudio de tiempos son:

- Tiempo Observado (T.O.) = Suma total / número de muestras
- Tiempo Normal (T.N.) = Tiempo Observado (T.O.) * (Factor Valoración en %)
- Tiempo Estándar (T.E.) = Tiempo Normal (T.N.) * (1 + Factor de Suplementos)

Una vez desarrollado las siguientes ecuaciones, se obtienen como resultado los tiempos estándares por cada sub proceso.

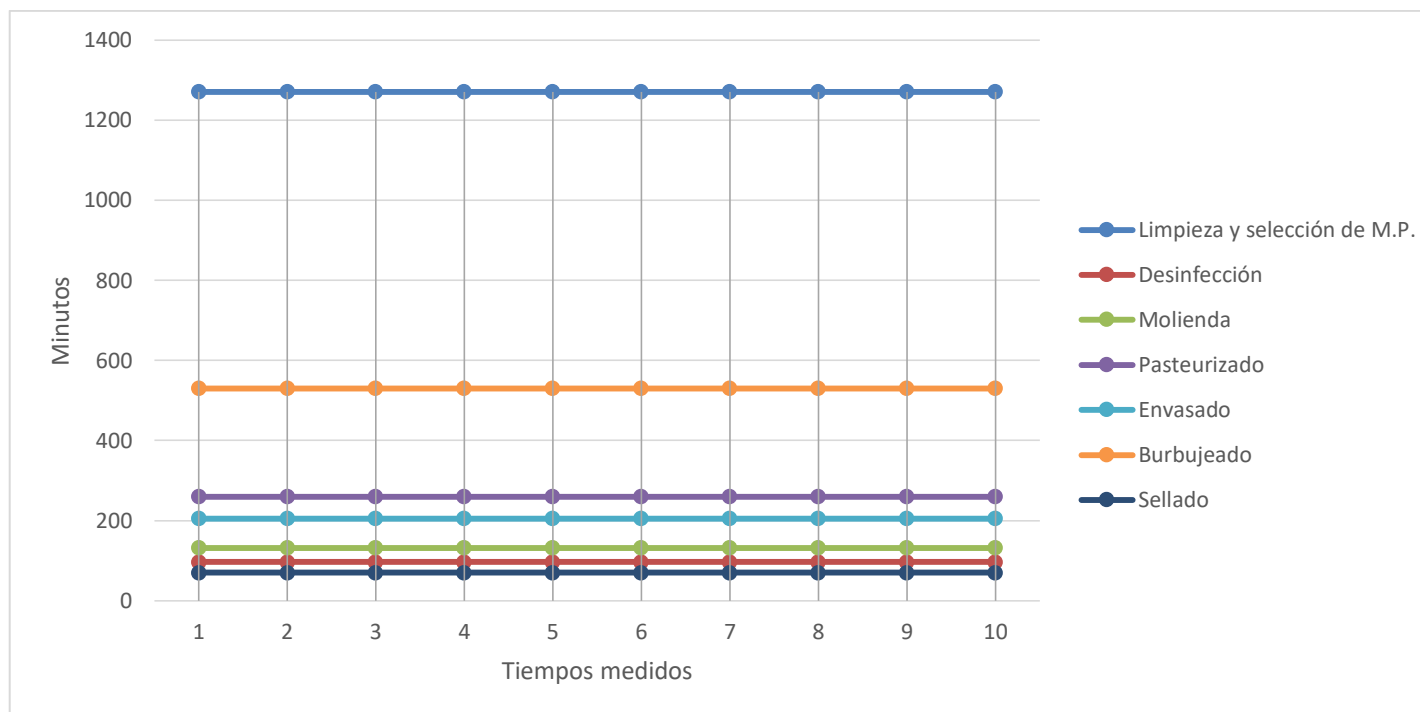
Tabla 23: Tiempos Estándares de Sub Procesos (minutos)

	Limpieza y selección de M.P.	Desinfección	Molienda	Pasteurizado	Envasado	Burbujeado	Sellado
Tiempo Observado (T.O.)	1004.01	81.98	102.52	192.44	152.08	385.24	48.68
Factor Valoración (F.V.)	1.14	1.19	1.16	1.22	1.22	1.24	1.26
Tiempo Normal (T.N.)	1144.58	97.56	118.92	234.77	185.53	477.69	61.34
Suplementos	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11
Tiempo Estándar (T.E.)	1270.48	108.29	132.00	260.60	205.94	530.24	68.09

Fuente: Elaboración Propia

Luego de este análisis, obtenemos el promedio de los tiempos de cada sub proceso, los mismos que se utilizarán en adelante, con la finalidad de hallar diferentes ratios de producción. A continuación, en la fig. 25 se muestra gráficamente tal análisis.

Figura 25: Tiempos promedios de producción



Fuente: Elaboración Propia

Seguidamente, se analizará cada sub proceso en función al tamaño del lote entrante, porcentaje de merma en cada caso, y su tiempo promedio de producción, obteniéndose dos ratios de productividad, siendo el primero kg/min y un segundo ratio, con el que se realizarán la mayor parte de cálculos y evaluaciones de la presente tesis, que es unidades/hora

2.5.2 Diagrama de Actividades Múltiples del proceso

Una vez obtenido los tiempos estándares de cada sub proceso, y luego de haber revisado el flujo del proceso productivo, en función a lo señalado en el ítem 2.3.2 – Diagrama de Operaciones del Proceso, se detallará mediante un Diagrama de Actividades Múltiples, cómo es la organización de las actividades de producción en dicho proceso.

Algunos alcances previos:

- Como se detalló en el ítem 2.2.1, la empresa cuenta con 05 operarios, quienes laboran entre 8.00 hrs y 18.00 hrs, siendo de estas 8.83 horas efectivas de trabajo.
- El tiempo de producción de un lote de pasta de ajo, toma una total de 2 turnos de trabajo, vale decir, 02 días.
- La organización de la empresa ha establecido que los procesos se partan en 02, una primera parte, realizado por un primer equipo de operarios quienes avanzan los primeros sub procesos (limpieza-selección y molienda), y otro segundo equipo quienes continúan la tarea del turno anterior, y realizan los demás procesos (pasteurizado, envasado, burbujeo y sellado).
- Las actividades que se encuentran de color celeste, son actividades de preparación o de conclusión, por lo que no generan valor ni forman parte del proceso productivo; por este motivo no se encuentran incluidos en los tiempos de producción del proceso general
- Las actividades que se encuentran en naranja, son los tiempos muertos promedio entre proceso y proceso
- El proceso de desinfección, sombreado de color rojo, se colocó fuera del DAM, debido a que este no requiere realización de actividad por parte del personal, durante el tiempo que toma (remojo de material en solución desinfectante). Por esta razón, este sub proceso no será incluido en los siguientes análisis del presente estudio.

A continuación, el DAM del proceso:

Figura 26: Diagrama de Actividades Múltiples

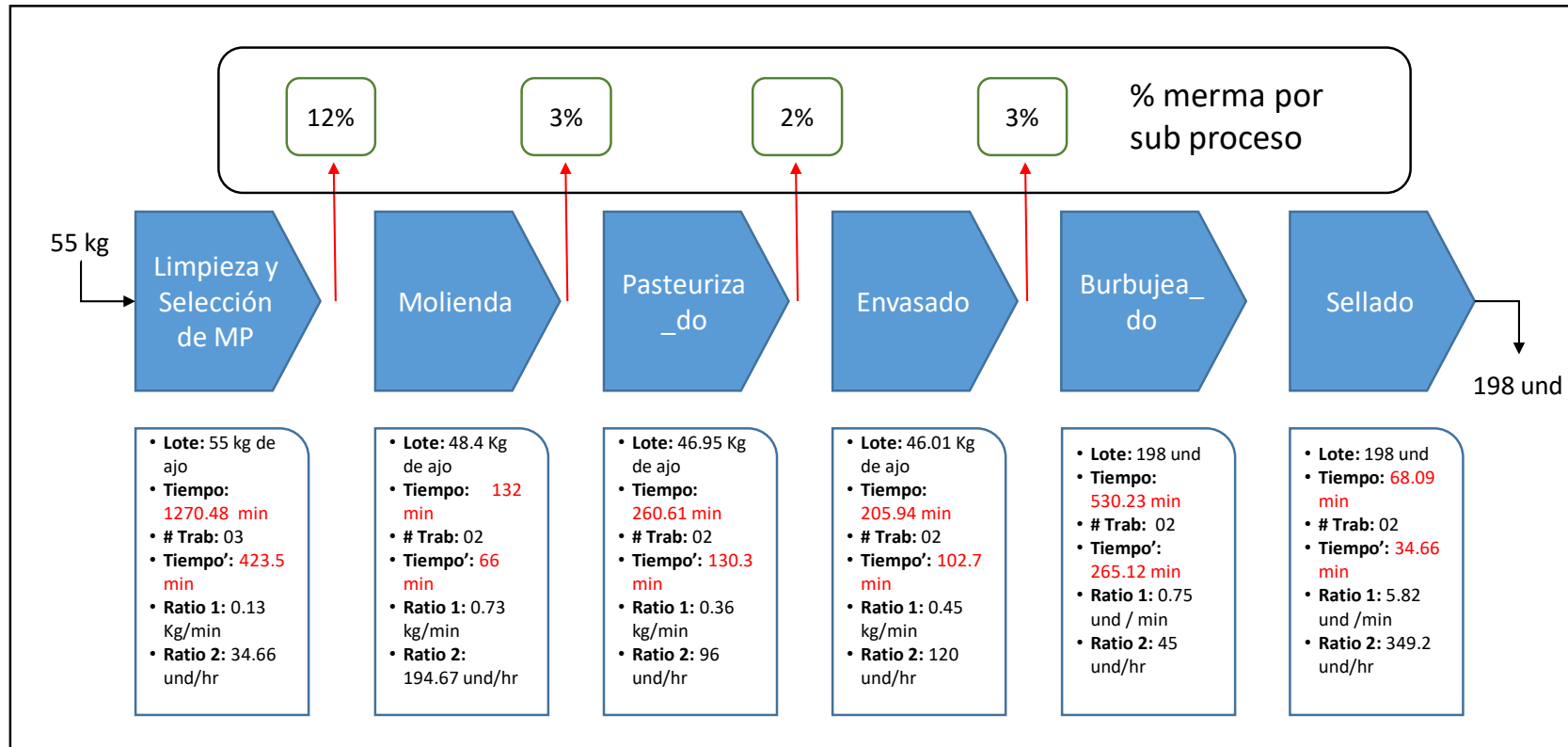
Tiempo (hrs)	Oper1	Oper2	Oper3	Oper4	Oper5
1	Limpieza y selección	Limpieza y selección	Limpieza y selección	Limpieza y desinf de equipos y utensilios	Limpieza y desinf de equipos y utensilios
				Pasteurizado	Pasteurizado
2	Limpieza y selección	Limpieza y selección	Limpieza y selección	Pasteurizado	Pasteurizado
3	Limpieza y selección	Limpieza y selección	Limpieza y selección	Pasteurizado	Pasteurizado
				Envasado	Envasado
4	Limpieza y selección	Limpieza y selección	Limpieza y selección	Envasado	Envasado
5	Limpieza y selección	Limpieza y selección	Limpieza y selección	Envasado	Envasado
				Burbujeo	Burbujeo
6	Limpieza y selección	Limpieza y selección	Limpieza y selección	Burbujeo	Burbujeo
7	Limpieza y selección	Limpieza y selección	Limpieza y selección	Burbujeo	Burbujeo

Tiempo (hrs)	Oper1	Oper2	Oper3	Oper4	Oper5
8					
	Molienda	Molienda	Burbujeo	Burbujeo	Burbujeo
50 min	Molienda	Molienda	Burbujeo		
	Almacenamiento producto desinfecta.	Almacenamiento producto desinfecta.		Sellado	Sellado
	Limpieza y desinf de equipos y utensilios	Limpieza y desinf de equipos y utensilios		Almacenamiento PT	Almacenamiento PT

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, en la figura 27, y previo a la elaboración del Value Stream Map del proceso, se detalla una representación del flujo de sub procesos, incluyendo los lotes de producción en cada estación de trabajo, incluyendo la merma generada, así como la equivalencia de productividad de cada sub proceso, en función a cantidad de unidades (producto terminado) generadas por hora (und/hora)

Figura 27: Identificación de Ratios de Productividad



Fuente: Elaboración Propia

En dicha gráfica se muestra la capacidad de cada uno de los procesos involucrados en la fabricación de pasta de ajo; la característica principal de los indicadores mostrados es que fue posible uniformizar sus capacidades con la cantidad de producto terminado producido en cada proceso; y es gracias a ello que es posible determinar las capacidades de cada proceso e identificar el cuello de botella.

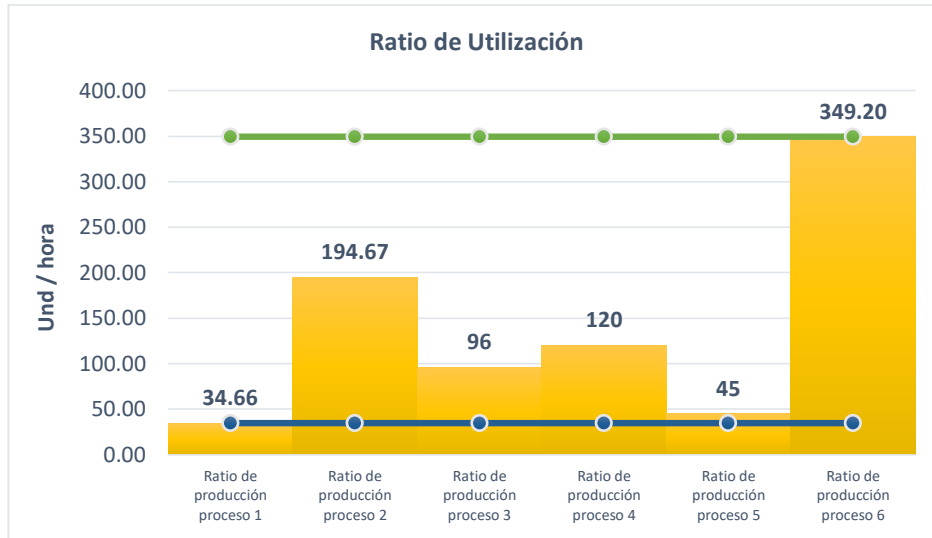
Del análisis realizado, luego de observar la figura 27, podemos verificar que el proceso con menor ratio de productividad, y que supedita a toda la línea de producción es el de limpieza y selección, con un ratio de 34.66 und/hora. Dado que el tiempo de trabajo óptimo, por jornada laboral, calculado para la empresa es de 8.83 horas, la capacidad actual de producción asciende a 306.04 unidades por jornada laboral (34.66 und. x 8.83 horas).

A fin de hallar la capacidad máxima de producción del proceso, en términos de los ratios de productividad y en función al criterio propuesto por Krajewski, analizaremos el sub proceso de limpieza y selección, de menor ratio, con el de productividad máxima, que en este caso vendría a ser del sub proceso de sellado, que asciende a 349.20 und/hora

- Ratio utilización = (Ratio productividad más baja / Ratio productividad más alta) x 100%
- Ratio utilización = 34.66 und/hora / 349.20 und/hora
- Ratio utilización = 0.0992
- Redondeando = 10%

A continuación, en la figura 28, se muestra gráficamente dicha evaluación:

Figura 28: Ratio de Utilización



Fuente: Elaboración Propia

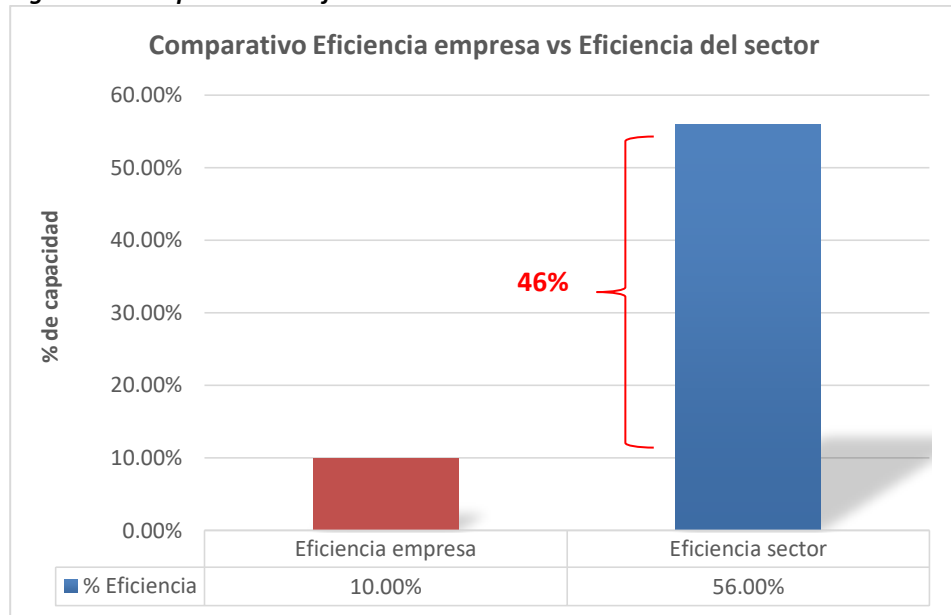
Luego de analizar el cálculo y gráfica anterior, y bajo el enfoque planteado, podemos inferir que la eficiencia de la empresa respecto al aprovechamiento de sus recursos disponibles es del **10%**

2.5.3 Comparativo de Eficiencia de la empresa versus Eficiencia del sector

De lo verificado en el ítem anterior, y habiendo establecido que la eficiencia actual de la empresa es del **10%**, analizaremos dicho valor con los datos presentados al inicio del Capítulo II, en lo referente al Análisis del Entorno, ítem 2.1.1., donde se establece que la eficiencia del sector de industrias alimentarias para MYPES, asciende a **56%**.

A continuación, mostraremos gráficamente dicho análisis:

Figura 29: Comparativo de eficiencias



Fuente: Elaboración Propia

2.5.4 Conclusión preliminar del Análisis del Problema

De lo observado en la figura 29 – Comparativo de Eficiencias, y luego de analizar los cálculos efectuados, concluimos que la eficiencia de la empresa tiene una brecha de **46%**, en relación con la eficiencia del sector.

2.6 Diagnóstico y Análisis de Causas:

A fin de conocer cuáles son los motivos que originan la baja eficiencia del proceso de producción de la empresa, se realizará un análisis pormenorizado de dichas causas, considerando 03 etapas:

- Etapa 1: Lluvia de ideas
- Etapa 2: Validación de motivo utilizando herramientas de ingeniería industrial
- Etapa 3: Identificación de causa raíz del problema

2.6.1 Etapa 1 – Lluvia de ideas:

Se realizó esta técnica, con la participación del personal entendido en los procesos que se llevan a cabo en la empresa, así como la problemática identificada. Las personas que tomaron parte de este ejercicio fueron: Gerente General de empresa,

Supervisor de Producción, 02 operarios y asesor externo del proyecto. Quien estuvo a cargo de dirigir la reunión fue el Gerente General, contando con el soporte del asesor externo, para el éxito del ejercicio, y la adecuada aplicabilidad de esta técnica. Finalizada la reunión, y tras tomar en cuenta todas las ideas propuestas planteadas, se consideraron las siguientes:

- a. Motivo 1: Demora entre procesos por acumulación de inventario
- b. Motivo 2: Reprocesos

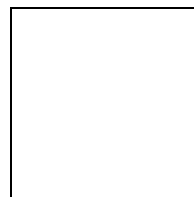
2.6.2 Etapa 2 – Validación de Motivo

Se utilizará, para cada caso, herramientas estadísticas o de ingeniería industrial, con la finalidad de validar cuantitativamente cada propuesta.

2.6.2.1 Validación de Motivo 1: Demora entre procesos por acumulación de inventario

- a. **Análisis de evaluación:** Para este análisis y de forma preliminar, con la finalidad de observar con detalle el flujo del proceso general e identificar en qué sub procesos se vienen generando más inventarios y por consiguiente, mayor tiempo de procesamiento, utilizaremos un Value Stream Map, donde se visualizará, con facilidad, dichos aspectos:

Figura 30: VSM producción de pasta de ajo



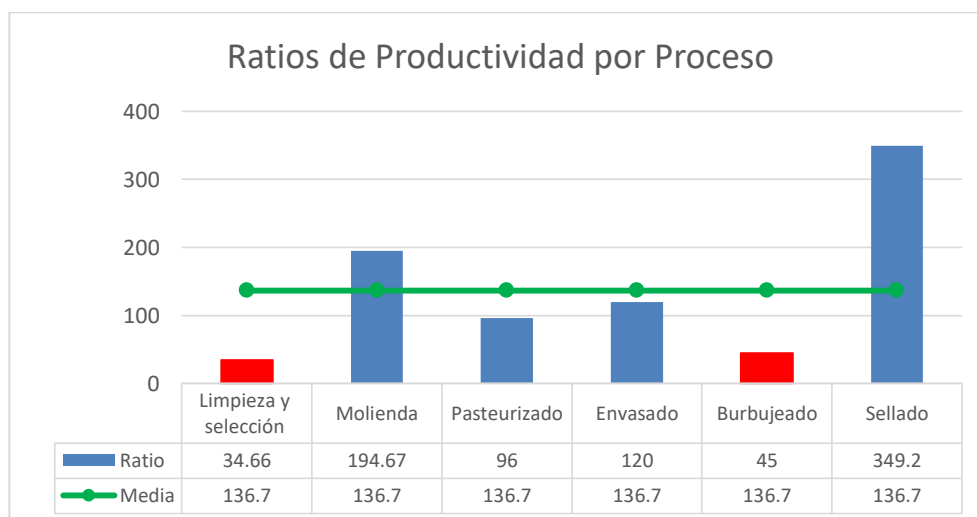
Fuente: Elaboración Propia

De lo observado en VSM anterior, obtenemos la siguiente información:

- El tiempo efectivo de producción de un lote de producción es de 1022 minutos
- Se tienen 55 minutos de tiempos no productivos entre procesos, los mismos que se utilizan para movilización y cambio de equipamiento, aseo de manos del personal, acomodo de material, entre otros.
- En adición, se tienen 80 minutos utilizados en actividades de preparación o de conclusión, principalmente relacionados a limpieza de la zona de trabajo, por lo al no generar valor ni forman parte del proceso productivo en si, no se encuentran incluidos en los tiempo de producción del proceso general
- Esta sumatoria de tiempos es igual a 1157 minutos, lo que equivale a dos jornadas de trabajo, tal y como se indicó en el ítem 2.5.2, verificando en el Diagrama de Actividades Múltiples del proceso.
- Bajo este enfoque, el Takt Time del proceso es igual:
 - $198 \text{ und} / 8.83 \text{ hrs} = \mathbf{22.42 \text{ und/hr}}$
- Como se pudo identificar con mayor claridad en el VSM desarrollado, los cuellos de botella se encuentran en los sub procesos de limpieza – selección y burbujeado, al tener ciclos de 423.5 min y 265.12 minutos respectivamente.

A continuación, en la figura 31 y con la finalidad de evidenciar con más claridad dicha diferencia, se mostrará un cuadro de barras conteniendo los datos obtenidos.

Figura 31: Ratios de productividad resumen













Fuente: Elaboración Propia

De lo observado en la tabla 23 y la figura 36, notamos que la media de todos los subprocesos productivos tiene un ratio de 136.7 und/hora, a diferencia de los sub procesos de limpieza-selección de ajos y burbujeado, que cuentan con 34.66 y 45 und/hora, respectivamente, lo que significa que estos sub procesos se encuentran, aproximadamente, en un 75% por debajo del promedio normal de la producción de la empresa, lo cual demuestra la existencia de 02 sub procesos cuellos de botella, lo que origina el desbalance del proceso productivo.

A fin de conocer con más detalle, tanto el sub proceso de limpieza-selección de ajos y burbujeo, ambos con un tiempo por debajo del promedio de la producción en general, se realizará un DAP para cada caso, mostrando en la tabla 24, para el caso de limpieza y selección de ajos, y en figura 33, para el caso de burbujeo, respectivamente.

Tabla 24: DAP Limpieza y selección de materia prima - Situación actual

Cursograma analítico				Operario	Material	Equipo			
Diagrama Num. 1	Hoja Num. de	Resumen							
Objeto:		Actividad	Actual	Propuesta	Economía				
Medir los tiempos presentes en los subprocesos de Limpieza y Selección de Materia Prima		Operación 	5						
		Transporte 	0						
Actividad:		Demora 	0						
		Almacenamiento 	1						
Limpieza y Selección de Materia Prima - consiste en limpiar y preparar los ajos para el proceso de molienda		Inspección 	1						
		Distancia (m)							
Metodo :	Actual / Propuesto	Tiempo (hora-hombre)							
Lugar:	Planta ubicada en la ciudad del Cusco	Costos:							
Operario (s) :	Fecha Num.	Mano de obra							
		Materiales							
Compuesto por:	Fecha:	Totales							
Aprobado por:	Fecha:	Símbolo							
Descripción	Cantidad	Distancia	Tiempo (min)						Observaciones
Preparación para la limpieza	1		0.01	1					0.1 seg.
Coger cuchillo e inciar pelado	1		0.05	2					3 seg.
Pelar extremos	1		0.04	3					2.5 seg.
Pelar contorno	1		0.07	4					4.3 seg.
Sacar raíz	1		0.11	5					6.5 seg.
Revisión del ajo limpio	1		0.04		1				2.6 seg.
Colocar ajo limpio en recipiente	1		0.02					1	1 seg.
Total			0.34	5	1	0	0	1	20 seg.

Elaboración propia

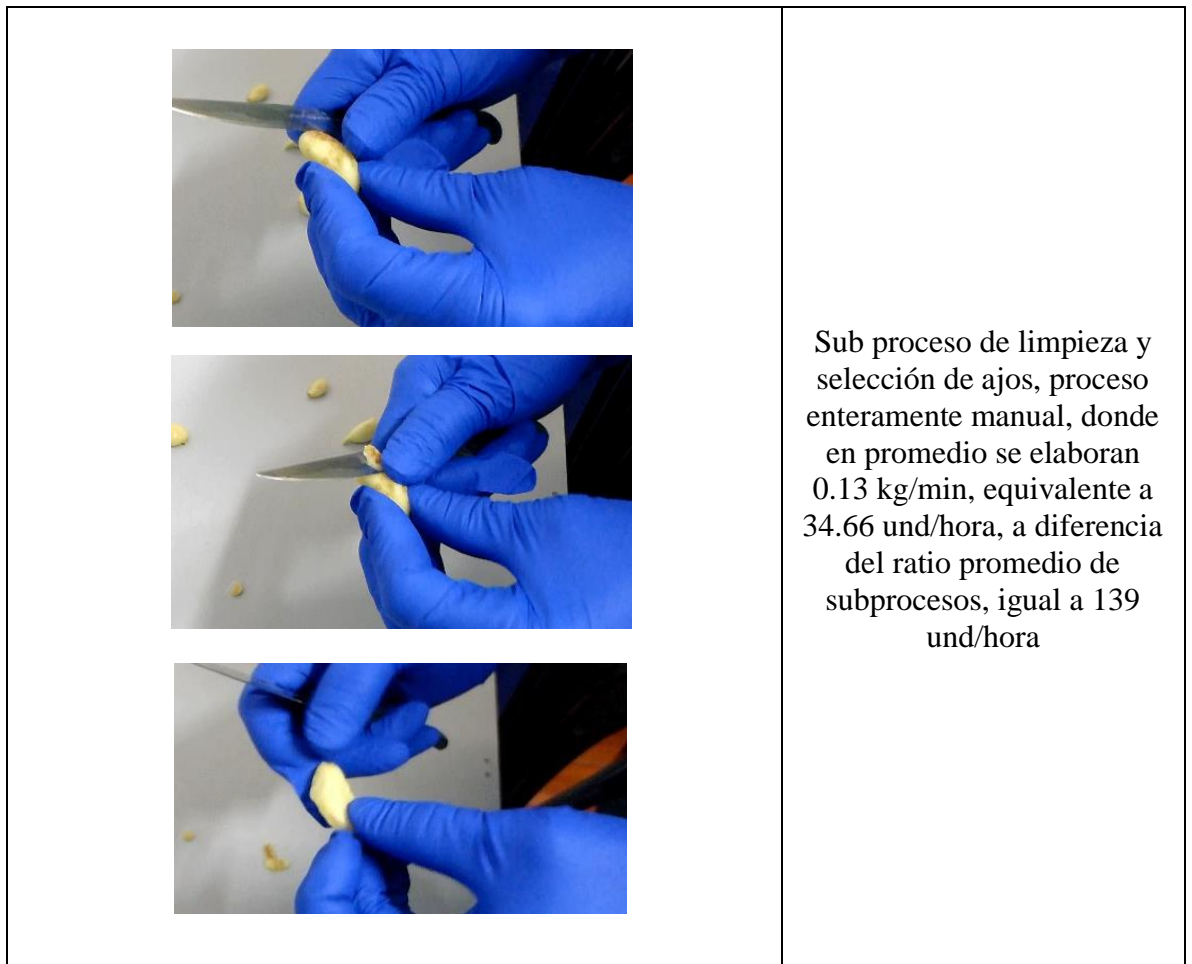
El tiempo de ciclo observado refiere a la limpieza y selección de 01 diente de ajo, el mismo que en promedio toma 20 segundos. Así mismo, este sub proceso contiene 05 operaciones, 01 almacenamiento y 01 inspección, siendo las actividades críticas o las que toman mayor tiempo, las siguientes:

- Pelar extremo
- Pelar contorno
- Sacar raíz
- Revisión del ajo limpio.

En total, estas 04 actividades suman 0.26 minutos por diente de ajo trabajado, lo que representa el 75% del tiempo de ciclo.

A continuación, en la figura 32, se muestra la secuencia y la forma cómo se realiza este sub proceso y las actividades identificadas críticas que abarcan la mayor parte del tiempo registrado:

Figura 32: Secuencia de proceso de Limpieza y Selección



Elaboración propia

En esa misma línea, la tabla 33 mostrada a continuación, prevé el DAP del subproceso de burbujeado

Figura 33: DAP burbujeo - Situación Actual

Cursograma analítico				Operario	Material	Equipo			
Diagrama Num. 1	Hoja Num. de		Resumen						
Objeto:			Actividad	Actual	Propuesta	Economía			
Medir los tiempos presentes en los subprocesos de burbujeo			Operación ○	3					
			Transporte ⇨	1					
Actividad:			Demora D	0					
Burbujeado - consiste en retirar las burbujas presentes en el sachet de pasta de ajo para evitar la oxidación del ajo			Almacenamiento ▽	1					
			Inspección □	2					
Metodo : Actual / Propuesto			Distancia (m)						
Lugar: Planta ubicada en la ciudad del Cusco			Tiempo (hora-hombre)						
Operario (s) : Ficha Num.			Costos:						
Compuesto por: 02 operarios Fecha:			Mano de obra						
Aprobado por: Fecha:			Materiales						
			Totales						
			Símbolo						
Descripcion	Cantidad	Distancia	Tiempo (min)	○	□	⇨	D	▽	Observaciones
Coger sachet y acomodar bolsa	1		0.23	1					
Golpear para quitar las burbujas (1ra vez)	1		0.67	2					
Primera revisión de burbujas	1		0.57		1				
Golpear para quitar las (2da vez)	1		0.33	3					
Segunda revisión de burbujas			0.57		2				
Hacia mesa de sellado			0.13			1			
Almacenar para siguiente sellado								1	
Total			2.50	3	2	1	0	1	

Elaboración propia

El proceso de burbujeo cuenta con 03 operaciones, 01 traslado, 01 almacenamiento y 02 inspecciones, siendo las actividades críticas o las que toman mayor tiempo, las siguientes:

- Golpear para quitar burbujas
- Primera inspección
- Segunda inspección

En total, estas 03 actividades suman 1.81 minutos, lo que representa el 72% del tiempo de ciclo.

A continuación, se muestra la importancia y trascendencia de realizar esta actividad (burbujeado), dado que la principal variable crítica de calidad de este

proceso, es el retiro de las burbujas que logran permanecer al interior de los envases, tal y como se aprecia en la figura 34

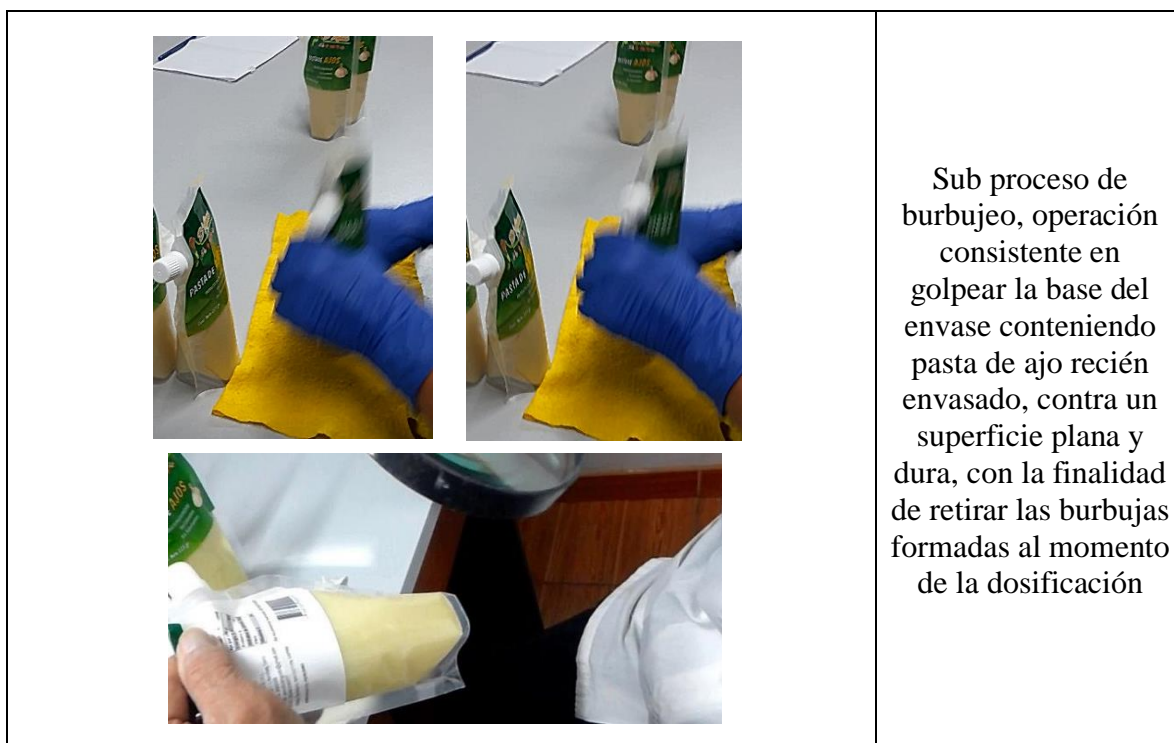
Figura 34: Presencia de burbujas, al interior de pasta de ajo, luego de envasado



Elaboración propia

A continuación, en la figura 35, se muestra la secuencia y la forma cómo se realiza este sub proceso (burbujeado), para el consiguiente retiro de burbujas de la pasta

Figura 35: Secuencia de Proceso de Burbujeado



Elaboración propia

Habiendo revisado cada uno de estos sub procesos, sus detalles, principales actividades y tiempos que involucra cada operación, consideramos que una meta alcanzable a considerar en el siguiente capítulo, sería la de nivelar la producción de estos 02 sub procesos críticos, hasta llegar al ratio de 96 und/hora, que corresponde al ratio del proceso pasteurizado, logrando con ello incrementar la eficiencia del proceso hacia un 27.5%.

b. Impacto Económico:

Según el análisis realizado en el ítem 2.5.1, la eficiencia de la empresa asciende a 10%, teniendo un ratio de productividad de 34.66 und / hora. Así también, la capacidad máxima alcanzable, perteneciente al sub proceso con mayor ratio de productividad es de 349.2 und/hora y, por su parte, la capacidad promedio de los sub procesos asciende a 139 und/hora. A fin de encontrar el impacto económico relacionado al monto que la empresa deja de percibir por la brecha de eficiencia registrada, tomaremos como parámetro al tercer sub proceso con el menor ratio de producción, que es el de pasteurizado, que registra 96

und/hora, que bajo un enfoque ideal, podría producirse. Bajo este criterio, la pérdida por hora de proceso sería de: $(96 \text{ und} - 34.66 \text{ und}) = 62 \text{ unidades}$

A su vez, y por lo analizado en el ítem 2.4.2 del presente estudio, el precio de venta de cada unidad es de S./5.50; sin embargo, el costo de producción analizado para el presente año es igual a S./5.05, por lo que la utilidad unitaria es de S./0.45. Bajo ese criterio, se analizará cuánto se estaría dejando de percibir en un año

- Hora : 62 und -> $(62 \text{ und} \times \text{S./}0.45 = \text{S./}27.9)$
- Día : 547 und -> $(547 \text{ und} \times \text{S./}0.45 = \text{S./}246.15)$
- Mes : 12,034 und -> $(12,034 \text{ und} \times \text{S./}0.45 = \text{S./}5,415.3)$
- Año : 144,408 und -> $(144,408 \text{ und} \times \text{S./}0.45 = \text{S./} 64,983.6)$

Bajo este enfoque y análisis preliminar, se podría considerar que se está desperdiciando un margen de ganancia de hasta **S. / 64,983.6**, analizado desde un punto de vista ideal, donde el incremento de la producción lograda, termine en venta efectiva, lo cual representa el impacto de esta problemática.

2.6.2.2 Validación de Motivo 2: Reprocesos

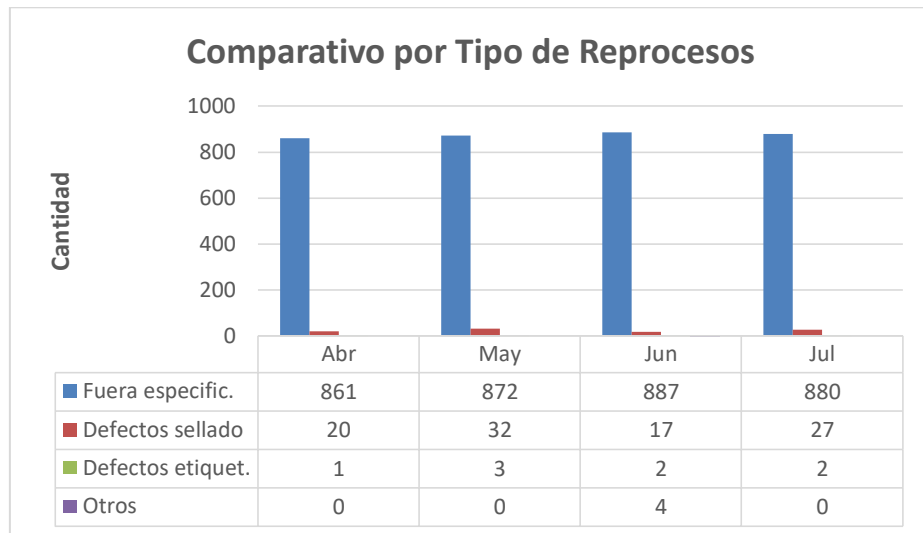
a. Análisis de evaluación:

Otra causa que impacta en la eficiencia de la empresa es el volumen de reprocesos que se generan. Los tipos de reprocesos que se registran son los siguientes:

- Reprocesos por peso inapropiado de envase fuera de rango
- Reprocesos por defectos en sellado
- Reprocesos por equivocación de etiquetado
- Otros

Para cada uno de los tipos de reproceso mostrados, se realizó una evaluación durante un cuatrimestre, arrojando los siguientes resultados:

Figura 36: Tipos de Reprocesos



Elaboración propia

Como se puede apreciar y de forma muy evidente, el tipo de reproceso que se presenta con mayor frecuencia es el de peso de envases fuera de especificación establecida, al tener este un 97% del total, frente al 3% de otras causas de reproceso registrada. En tal sentido, se demuestra que el peso inapropiado de envases es la principal causa de reprocesos en la empresa.

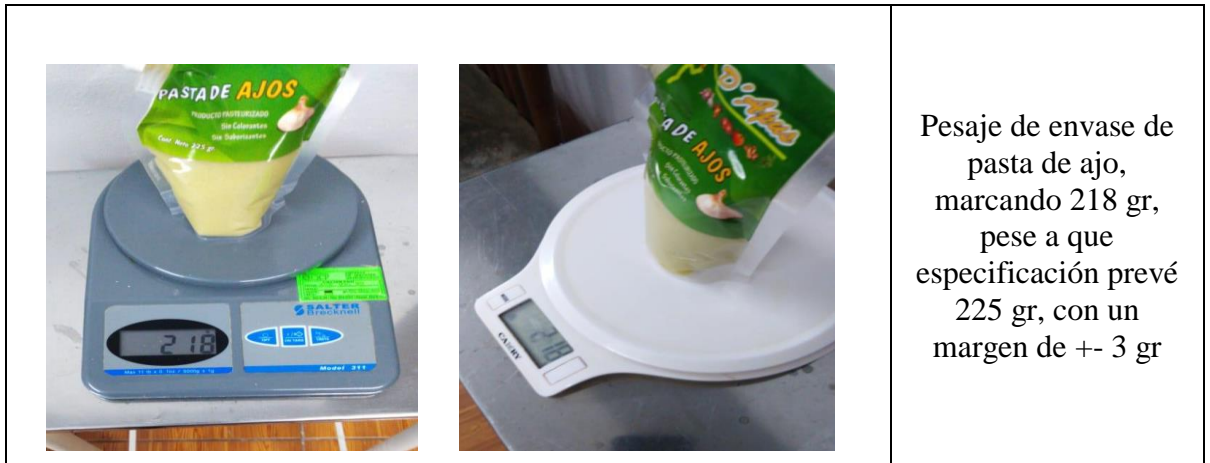
Luego de identificado el tipo de reproceso con mayor prevalencia, y analizando con mayor detalle sus implicancias negativas en la empresa, se determinan los recursos que son despilfarrados por esta causa:

- Consumo de envases
- Consumo de energía
- Consumo de agua

El peso fijado para los envases es de 225 gramos. El estándar establecido por la empresa y comunicado como política de calidad a sus clientes, prevé que el rango de pesos de los productos se encuentre entre 222 gr y 228 gr.

En caso al momento de la recepción de la mercadería, los envases presenten un peso menor al establecido, el cliente podría rechazar todo el lote entregado.

Figura 37: Peso de envases debajo de rango de especificación



Pesaje de envase de pasta de ajo, marcando 218 gr, pese a que especificación prevé 225 gr, con un margen de +- 3 gr

Elaboración propia

Ante este problema, se estableció un plan de verificación de pesos, para toda la producción de un mes, la misma que ascendió a 4112 unidades. Para este fin, realizamos una gráfica de control, para evaluar la capacidad del proceso, contando como datos de entrada, a la producción del periodo mencionado, tal y como se aprecia en la tabla 25

Tabla 25: Pesos registrados en envasado:

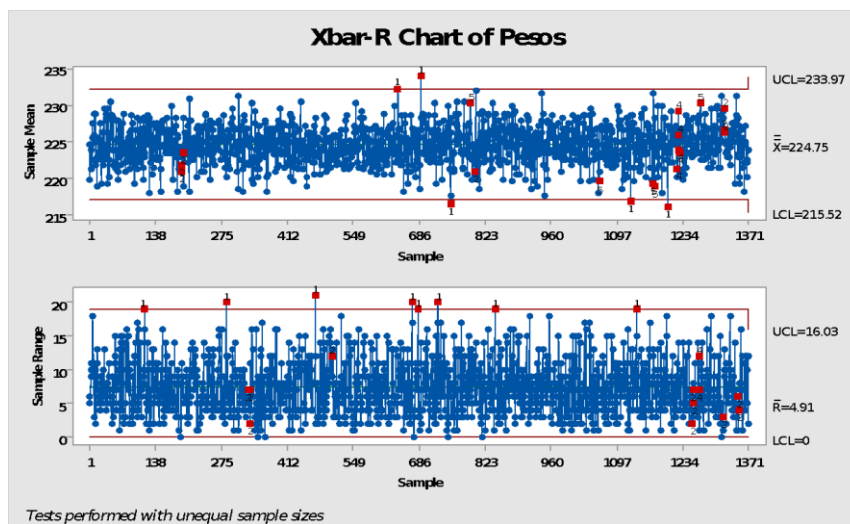
Peso registrado (gramos)	Cantidad de envases
211	4
212	11
213	19
214	26
215	47
216	75
217	88
218	110
219	125
220	178
221	197
222	222
223	341
224	389
225	481
226	396
227	308
228	298
229	278
230	218
231	100
232	65
233	45
234	30
235	25
236	19

237	13
238	3
239	1

Fuente: Elaboración Propia

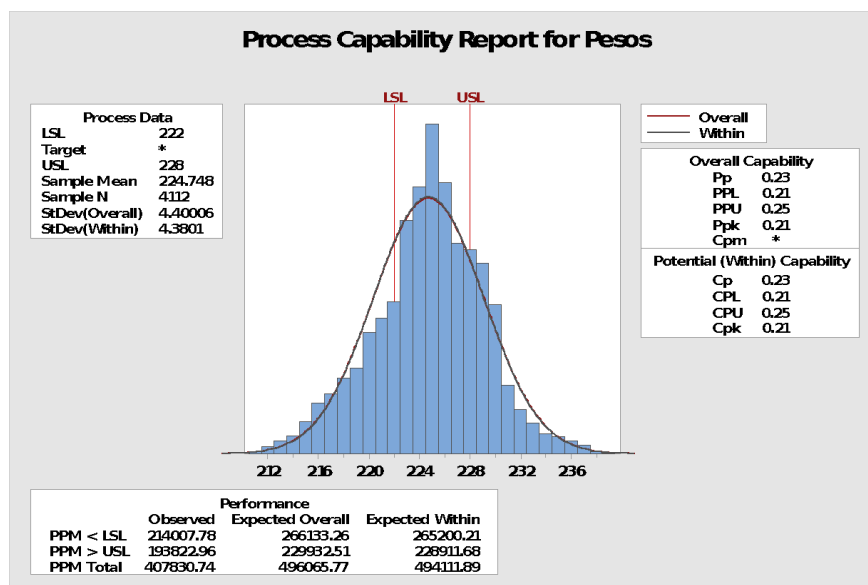
De lo observado en la tabla 25, podemos notar de manera rápida, la gran variabilidad de los pesos de los envases producidos, por lo que, como siguiente paso, se realizará una gráfica de control, para identificar los puntos que se encuentran fuera de control (fig 38), así como el análisis de capacidad del proceso (fig 39)

Figura 38: : Gráfica de Control X-R pesos de envases



Fuente: Elaboración Propia

Figura 39: Capacidad de proceso de pesos de envases



Fuente: Elaboración Propia

Dado que el Cpk obtenido es igual a 0.21; y este valor, a su vez, es menor o igual a 0.67, se clasificará al proceso como categoría o clase IV, evidenciándose la falta de control del mismo, requiriendo la implementación de mejoras inmediatas.

Tabla 26: Interpretación cuadro de Capacidad de procesos

DEFECTOS POR MILLÓN	ACTUAL	
MENOR AL LEI	214,007.78	21.40%
MAYOR AL LES	193,822.96	19.38%
TOTAL	407,830.74	40.78%
DEFECTOS POR MILLÓN	LARGO PLAZO	
MENOR AL LEI	266,133.62	26.61%
MAYOR AL LES	229,932.51	22.99%
TOTAL	496,066.13	49.61%
DEFECTOS POR MILLÓN	CORTO PLAZO	
MENOR AL LEI	266,057.62	26.61%
MAYOR AL LES	229,849.72	22.98%
TOTAL	495,907.34	49.59%

Fuente: Elaboración Propia

A continuación y con la finalidad de evaluar con más detalle este sub proceso, se elaborará un DAP, conteniendo las actividades principales de dicho subproceso:

Tabla 27: DAP envasado Situación Actual

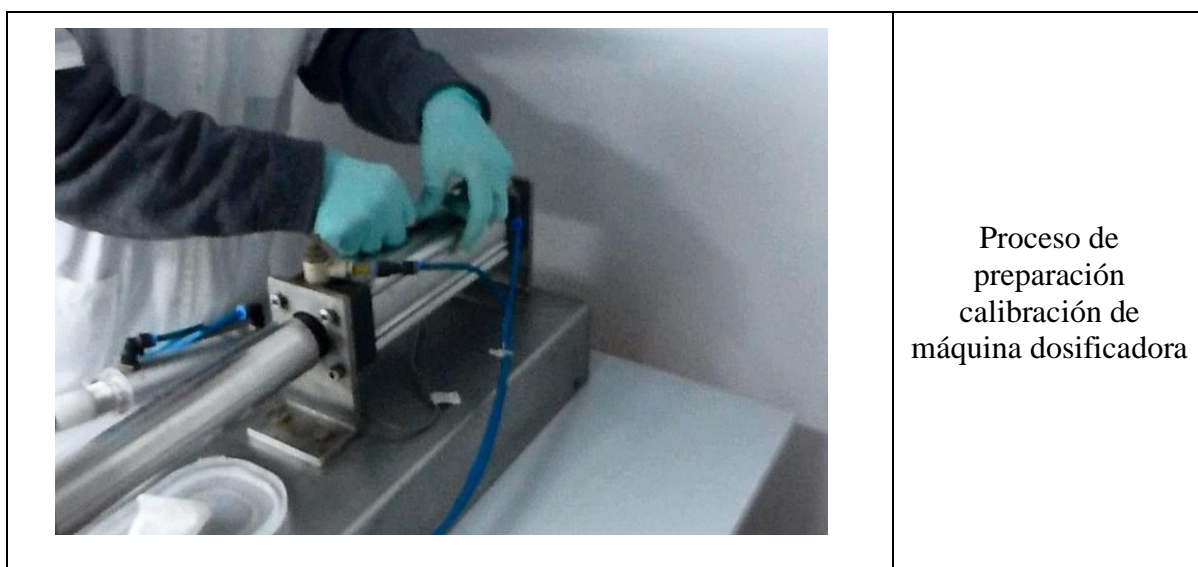
Cursograma analítico				Operario			Material		Equipo		
Diagrama Num. 1	Hoja Num. de			Resumen							
Objeto:				Actividad	Actual	Propuesta	Economía				
Detallar las actividades y mostrar los tiempos presentes en la actividad de seteo				Operación	○	10					
Actividad:				Transporte	⇒	1					
Seteo de dosificadora				Demora	D	0					
				Almacenamiento	▽	0					
				Inspección	□	3					
				Distancia (m)							
Metodo : <u>Actual</u> / Propuesto				Tiempo (hora-hombre)							
Lugar: Planta ubicada en la ciudad del Cusco				Costos:							
Operario (s) : Ficha Num.				Mano de obra							
				Materiales							
Compuesto por: Fecha:				Totales							
Aprobado por: Fecha:				Símbolo							
Descripcion	Cantidad	Distancia	Tiempo (min)	○	□	⇒	D	▽	Observaciones		
Preparar agua para limpieza	1		0.25	1							
Coger balde con agua y verter en dosificadora	1		0.17	2							
Preparar máquina para limpieza	1		0.17	3					Proceso manual		
Iniciar limpieza de dosificadora	1		1.75	4							
Calibrar pistones y perillas	1		1.00	5					Actividad Manual		
Coger y trasladar contenedor con ajo molido a dosificadora	1		0.33			1					
Verter ajo molido a dosificadora	1		0.92	6							
Trabajador se acomoda y acciona botones para dosificado	1		0.42	7							
Realizar prueba de funcionamiento	1		0.50	8					La prueba se realiza para ver la consistencia del ajo molido al caer al recipiente, y también para verificar si el dosificador vierte el peso adecuado		
Verificar prueba	1		0.17		1						
Iniciar llenado de Sachets	1		0.25	9					Se configura la máquina para proceso manual, dado que se quiere ganar mayor fluidez en el proceso		
Hacia balanza	1		0.08		2				Balanza se encuentra en otra zona a distancia muy corta del dosificador		
Verificar peso de sachet	1		0.08	10							
Hacia zona de sachets vacios	1		0.17		3						
Total			6.25	10	3	1	0	0			

Elaboración propia

Como se observa en el DAP, el proceso en mención cuenta con 10 operaciones, 01 transporte y 03 inspecciones, de las cuales 09 actividades (08 operaciones y 01 inspección) son las relacionadas con la preparación de la máquina; estas actividades son fundamentales y deben hacerse con el cuidado necesario ya que el éxito de la preparación de la máquina influye fuertemente en el envasado.

El tiempo total de las actividades de preparación de la máquina de envasado, el mismo que se aprecia en la fig. 39, es de 5.68 minutos, el cual representa a un 91% del tiempo total de ciclo de todo el proceso de envasado; por ello es muy importante desarrollar procedimientos y estándares para que este tiempo de preparación se reduzca y además no tenga errores, ya que ello originaría retrasos en la producción y pesos en los envases fuera del estándar de la organización.

Figura 40: Proceso de calibración manual de dosificadora

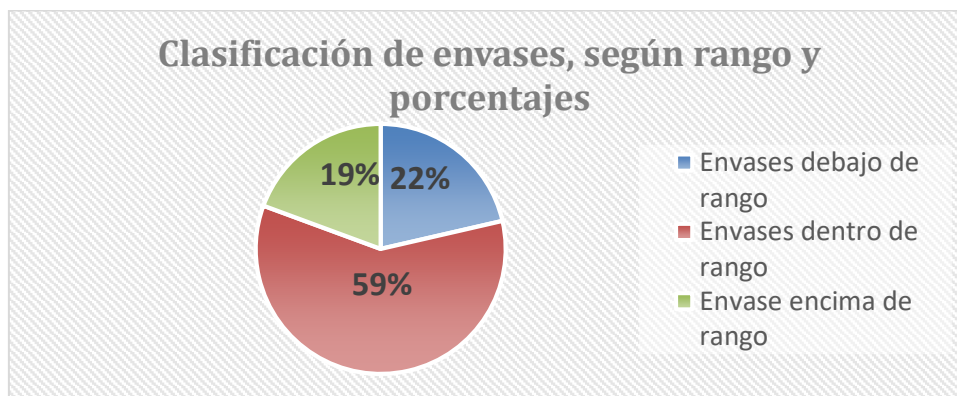


Elaboración propia

b. Impacto Económico:

Como se puede evidenció en las figuras 38 y 39, existe una gran variabilidad en los pesos de los envases producidos, los mismos que a continuación serán medidos de acuerdo al impacto económico que generan.

Figura 41: Clasificación de envases por porcentajes



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 28: Porcentaje por rango de envases

Criterio	Cantidad	%
Envases debajo de rango	880	21.40%
Envases dentro de rango	2435	59.22%
Envase encima de rango	797	19.38%

Fuente: Elaboración Propia

Como se definió al principio de esta evaluación, los desperdicios identificados son: consumo innecesario de envases, de energía y agua, para el caso de los envases que se encuentran debajo del rango y requiere ser reprocesados.

Tabla 29: Pérdida evaluado por unidad

Concepto	Costo
Etiqueta y envase:	S/0.74
Energía (por unidad producida):	S/0.33
Agua (por unidad producida):	S/0.04
Total:	S/1.11

Fuente: Elaboración Propia

Dado que la cantidad de unidades debajo del rango es de 880, calcularemos el costo total de pérdida por estos conceptos:

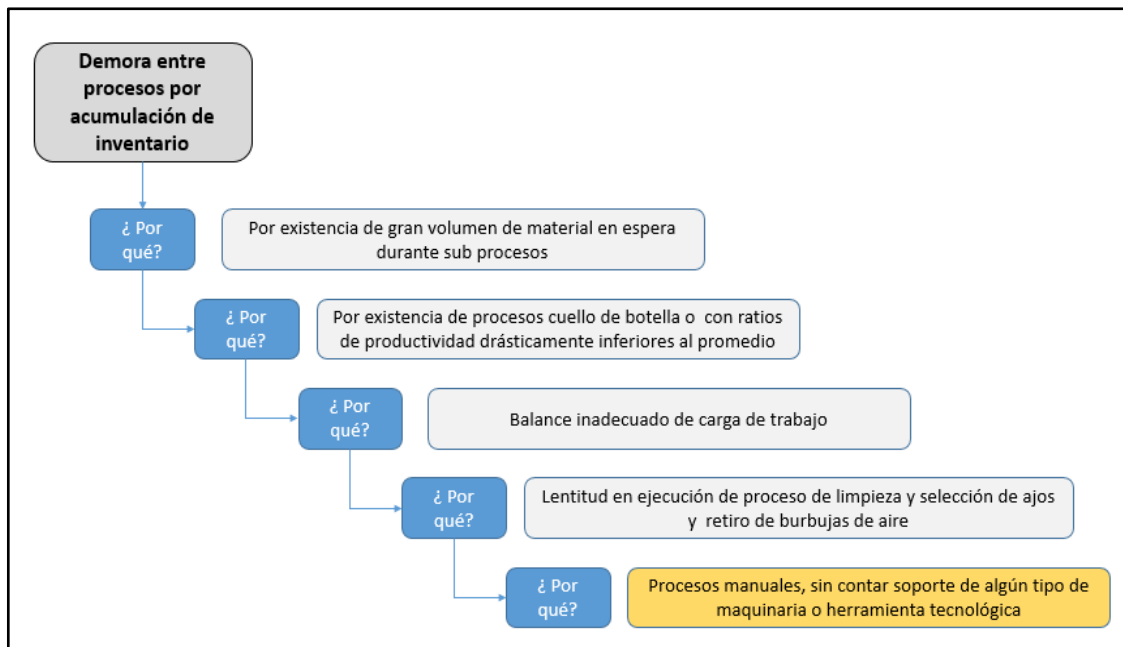
880 und x S./1.11 = S./976.80 (costo mensual) | **S./11,721.60 (costo anual)**

2.6.3 Etapa 3 – Identificación de Causa Raíz:

En esta etapa y con la finalidad de hallar la causa raíz de cada uno de los problemas identificados, se utilizará la metodología de los 5 por qué, las mismas que se despliegan y detallan a continuación, en la

2.6.3.1 Evaluación de Causa Raíz para Motivo 1: Demora entre procesos por acumulación de inventario:

Figura 42: Evaluación de causa raíz 1

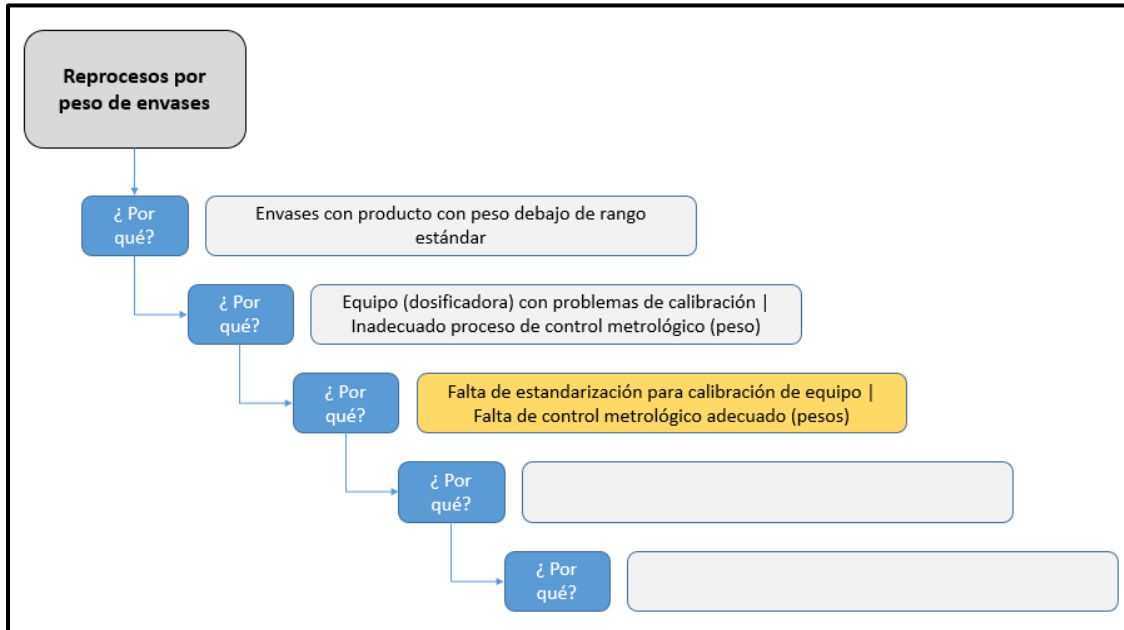


Fuente: Elaboración Propia

De lo observado en la evaluación de causa raíz del motivo “Demora entre procesos por acumulación de inventario” y mostrado gráficamente, concluimos que esto se da por la existencia de gran volumen de material en espera durante este sub proceso, debido a la existencia de un cuello de botella, con ratios de productividad drásticamente inferiores al promedio. Estos sub procesos cuello de botella se forman, por el balance inadecuado de la carga de trabajo, puntualmente, en los sub procesos de limpieza y selección de ajos y burbujeado, debido a que dichos sub procesos se realizan de forma enteramente manual, sin contar con soporte de algún tipo de maquinaria o herramienta tecnológica.

2.6.3.2 Evaluación de Causa Raíz para Motivo 2 : Reprocesos por Peso de Envases

Figura 43: Evaluación de causa raíz 2



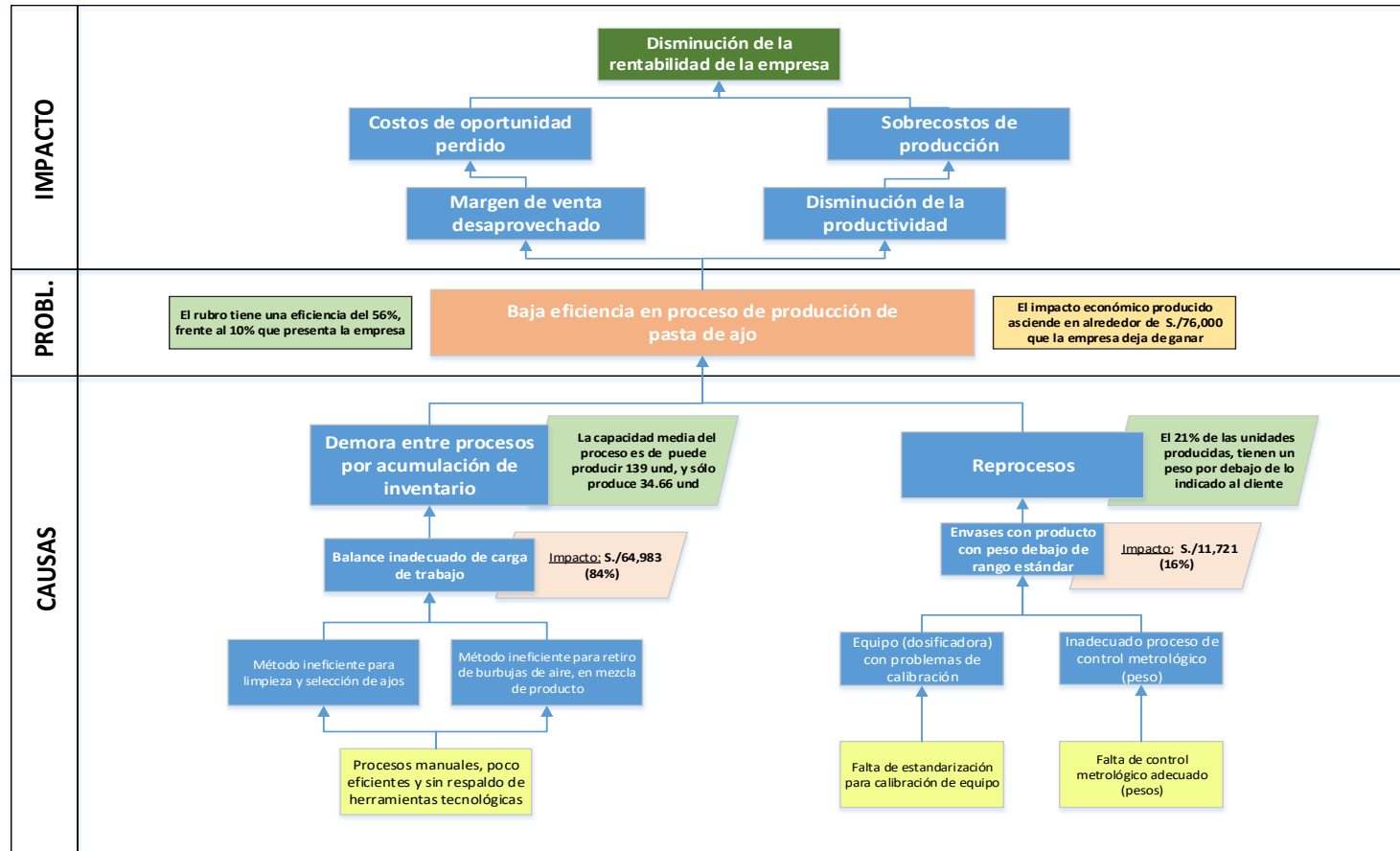
Fuente: Elaboración Propia

De lo observado en la evaluación de causa raíz del motivo “Reprocesos por peso de envases” y mostrado gráficamente, concluimos que esto se da por la existencia de envases conteniendo producto con peso inferior al rango estándar del proceso, y esto debido a que el equipo (dosificadora) tiene problemas en su fase de calibración, además de que el equipo no cuenta con una balanza incorporada, por lo que existe una falta de estandarización para la calibración de este equipo, y la falta de un sistema adecuado de control metrológico o incorporación de balanza en el proceso.

2.7 Árbol de causas

Como resumen del análisis desarrollado en el presente capítulo, se muestra el presente árbol de problemas, el cual nos permite mostrar de forma resumida la problemática general, específica y el impacto económico que representan para la organización

Figura 44: Árbol de problemas



Fuente: Elaboración Propia

3 CAPITULO III: PROPUESTA Y APORTE

3.1 Antecedentes

En el capítulo II, se realizó un análisis de las principales causas de la baja eficiencia de los procesos productivos de la empresa; para ello, se elaboró un estudio mediante el análisis de cuello de botella en cada uno de los procesos y además, se realizó un estudio de la capacidad de procesos para el envasado desde un punto de vista estadístico).

Este análisis determinó que se utiliza sólo el 10 % de la capacidad real de la organización, y esto debido a que se cuenta con 02 subprocesos con desbalance en su capacidad de producción, estos son: el proceso de limpieza y selección de materia prima y burbujeado y, los cuales tienen ratios de producción de 34.66 unidades por hora y de 45 unidades por hora. Para utilizar como referencia la meta de balance de producción de los 02 subprocesos antes mencionados, tomaremos al pasteurizado, con una ratio de producción de 96 unidades por hora, como la meta a alcanzar.

Como se puede observar en lo descrito en el párrafo anterior, los procesos de selección de materia prima y burbujeo son los que no permiten aprovechar de mejor forma la capacidad instalada de la organización para la producción.

El objetivo de tener definido y medido la capacidad de producción de la empresa, de forma detallada por cada subproceso, ayuda a conocer donde priorizar las oportunidades de mejora, y esta priorización es importante en vista que las oportunidades de mejora involucran el uso de recursos tanto económicos como de personas, por ello la importancia de tener mapeado la forma cómo cada proceso contribuye a determinar la capacidad global.

Por otro lado, al conocer la capacidad teórica y capacidad real del proceso, permite saber hasta qué porcentaje de incremento de la demanda es posible afrontar sin requerir en inversiones o implementaciones. Y además, en caso que el incremento de la demanda sea mayor a la capacidad nivelada, el conocer la capacidad del proceso hace posible saber en qué procesos invertir esfuerzos y recursos para incrementar de forma eficiente y planificada.

Por lo descrito anteriormente, para el desarrollo del presente caso de estudio, es necesario utilizar metodologías que nos ayuden a incrementar la capacidad de producción. Entre estas filosofías se encuentra el Control estadístico de Procesos y Lean Six Sigma, mediante la metodología conocida como DMAIC.

El sustento del uso de la metodología y el despliegue de estos será explicado en los subcapítulos posteriores.

3.2 Vinculación de causas y selección de la metodología

En la figura 44 se muestra el árbol final de problemas. Como se puede observar, los problemas a enfocar estarán orientados a: balance de la capacidad de producción y defectuosos en el procesos de envasado.

Para la elección de la metodología a utilizar, recurriremos a la metodología denominada Proceso Analítico Jerárquico. Según (Marquez-Benavides & Baltierra-Trejo, 2017), el Procesos Analítico Jerárquico se define como: “El PAJ provee un marco de referencia para estructurar un problema de decisión, para representar y cuantificar sus elementos, relacionar esos elementos a los objetivos generales y para evaluar alternativas de solución.”

Para realizar dicho análisis y al igual que en validación de motivos del capítulo II, se contó con la participación del Gerente General y el Supervisor de Producción de la

empresa, a fin de contar con su aporte durante el desarrollo de esta metodología. En primer lugar, se establecerán los criterios a utilizarse para evaluar las alternativas.

Estos criterios son:

- Criterio 1 - Fácil implementación.
- Criterio 2 - Integral (abarca todos los procesos productivos).
- Criterio 3 – Fuerte componente numérico
- Criterio 4 - Sostenible en el tiempo.

Las metodologías a considerar para la solución de estos problemas son las siguientes:

- Metodología 1 – Lean Six Sigma
- Metodología 2 – Teoría de Restricciones
- Metodología 3 – Control estadístico de procesos

Para la evaluación de los criterios, se utilizará la escala de Saaty como se muestra:

Tabla 30: Escala de Saaty

ESCALA NUMÉRICA	ESCALA VERBAL	EXPLICACIÓN
1	Igual impacto	Los dos elementos contribuyen igualmente a la propiedad o criterio
3	Moderadamente más importante un elemento que el otro	El juicio y la experiencia previa favorecen a un elemento frente al otro
5	Fuertemente más importante un elemento que el otro	El juicio y la experiencia previa favorecen fuertemente a un elemento frente al otro.
7	Mucho más fuerte la importancia de un elemento que la del otro	Un elemento domina fuertemente. Su dominación está probada en práctica
9	Importancia extrema de un elemento frente a otro	Un elemento domina al otro con el mayor orden de magnitud posible

Según Márquez-Benavidez y Baltierra Trejo (2017)

Se realizará una ponderación de criterios, para ello, se muestra la siguiente tabla, en la cual se realiza la ponderación de cada criterio tomando como referencia la escala de Saaty.

Tabla 31: Ponderación de criterios

	Fácil implementación	Integral (abarca todos los procesos productivos)	Fuerte componente numérico	Sostenible en el tiempo	Matriz Normalizada				Ponderación
Fácil implementación	1.00	1.00	0.11	0.33	0.071	0.167	0.068	0.045	0.088
Integral (abarca todos los procesos productivos)	1.00	1.00	0.33	1.00	0.071	0.167	0.203	0.136	0.144
Fuerte componente numérico	9.00	3.00	1.00	5.00	0.643	0.500	0.608	0.682	0.609
Sostenible en el tiempo	3.00	1.00	0.20	1.00	0.214	0.167	0.122	0.136	0.160
	14.00	6.00	1.64	7.33					

Fuente: Elaboración propia

Culminada la ponderación, debemos determinar si la priorización fue la adecuada. Para ello, utilizaremos el indicador denominado relación de consistencias, el cual, debe darnos un valor menor a 0.1, y con ello podremos asegurar que nuestro proceso de priorización ha sido el adecuado. En la siguiente tabla se puede apreciar el cálculo de dicho indicador:

Tabla 32: Cálculo de la relación de consistencia

A X P			
0.351	Índice de consistencia (IC)	$(n_{\text{máx}}-n)/(n-1)$	0.086
0.592	Consistencia Aleatorio	$1.98*(n-2)/n$	0.99
2.628	Relación de Consistencia	Índice de Consistencia / Consistencia Aleatoria	0.087
0.688			
4.259			

Fuente: Elaboración propia

En razón de que la Relación de Consistencia obtenida es igual a 0.087, valor menor que 0.1, se comprueba que la priorización realizada fue la adecuada, a partir de esta información, comenzaremos a ponderar cada una de las metodologías, utilizando para ello cada uno de los criterios para evaluar todas las metodologías; es decir, las 03 metodologías serán ponderadas con cada uno de los cuatro criterios. Dicho análisis se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 33: Ponderación de metodologías por Criterio Fácil Implementación

CRITERIO - FÁCIL IMPLEMENTACIÓN	LEAN SIX SIGMA	TOC	CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS	MATRIZ NORMALIZADA			PONDERACIÓN
LEAN SIX SIGMA	1	3	9	0.694	0.714	0.6	0.670
TOC	0.33	1	5	0.229	0.238	0.333	0.267
CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS	0.11	0.2	1	0.076	0.048	0.067	0.064
	1.44	4.2	15				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34: Ponderación de metodologías por Criterio Integral

CRITERIO - INTEGRAL	LEAN SIX SIGMA	TOC	CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS	MATRIZ NORMALIZADA			PONDERACIÓN
LEAN SIX SIGMA	1	9	9	0.820	0.888	0.529	0.746
TOC	0.11	1	7	0.090	0.099	0.412	0.200
CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS	0.11	0.14	1	0.090	0.014	0.059	0.054
	1.22	10.14	17				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35: Ponderación de metodologías por Criterio Fuerte Componente Numérico

CRITERIO - FUERTE COMPONENTE NUMÉRICO	LEAN SIX SIGMA	TOC	CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS	MATRIZ NORMALIZADA			PONDERACIÓN
LEAN SIX SIGMA	1	7	0.33	0.242	0.538	0.216	0.332
TOC	0.14	1	0.2	0.034	0.077	0.131	0.080
CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS	3	5	1	0.725	0.385	0.654	0.588
	4.14	13	1.53				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36: Ponderación de metodologías por Criterio Fuerte Componente Numérico

CRITERIO - SOSTENIBLE EN EL TIEMPO	LEAN SIX SIGMA	TOC	CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS	MATRIZ NORMALIZADA			PONDERACIÓN
LEAN SIX SIGMA	1	9	9	0.820	0.474	0.890	0.728
TOC	0.11	1	0.11	0.090	0.053	0.011	0.051
CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS	0.11	9	1	0.090	0.474	0.099	0.221
	1.22	19	10.11				

Fuente: Elaboración propia

Luego de culminada la ponderación mencionada, se realiza una evaluación cruzada entre las metodologías y la calificación de cada criterio, tal como se muestra en la tabla 37.

Tabla 37: Priorización de metodologías

CRITERIO/METODOLOGÍA	CRITERIO - FÁCIL IMPLEMENTACIÓN	CRITERIO - INTEGRAL	CRITERIO - FUERTE COMPONENTE NUMÉRICO	CRITERIO - SOSTENIBLE EN EL TIEMPO	PRIORIZACIÓN
LEAN SIX SIGMA	0.670	0.746	0.332	0.728	0.484
TOC	0.267	0.200	0.080	0.051	0.109
CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS	0.064	0.054	0.588	0.221	0.406
PONDERACIÓN	0.088	0.144	0.609	0.160	

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 37, se puede desprender que las metodologías que debemos utilizar para el desarrollo de las soluciones son: Lean Six Sigma y Control estadístico de procesos, por la valoración obtenida en cada caso.

3.3 Casos de éxito.

Para dar un mayor respaldo a la elección de la herramienta seleccionada, mostraremos casos de éxito de implementación de la herramienta Lean Six Sigma.

- El primer caso de estudio, el cual tiene como título Lean Six Sigma Implementation in a Food Processing SME: A Case Study, los autores (Dora & Gellynck, 2015) empiezan explicando la unión de dos metodologías conocidas como Lean Manufacturing y Six Sigma, teniendo ambas por objetivo identificar los procesos más críticos para generar ahorros en una empresa. Lean Six Sigma integra estos dos enfoques en un método híbrido eficaz, que combina las herramientas de eliminación de variabilidad de Six Sigma con las prácticas de eliminación de residuos de la fabricación ajustada. En la presente investigación, el objetivo principal es la reducción de sobrellenado de jengibre mediante la metodología Lean Six Sigma, gracias a ello logró una reducción significativa de dinero al reducir el sobrellenado del producto final (pan de jengibre).
- El segundo caso de éxito se refiere a una empresa fabricante de yogurt. En este estudio, los autores (Hakimi, Mojib Zahraee, & Mohd Rohani, 2018) plantean el objetivo de mejorar la calidad en el proceso de fabricación de yogurt natural; para ello, definieron los factores que afectan la acidez del yogurt y la determinación del nivel óptimo de dichos factores. En esa línea, se utilizó la metodología DMAIC, logrando determinar que el tiempo de incubación y el porcentaje de grasa, fueron factores relevantes en los valores de PH del yogurt. Con ello, lograron definir que el tiempo óptimo de incubación es de 12 horas y el porcentaje de grasa es 1.5%.

3.4 Planteamiento de solución de casos de éxito

La propuesta de solución será diseñada bajo el enfoque de dos metodologías, las mismas que son: Control estadístico de procesos y Lean Six Sigma; para ello, en el capítulo 1 se mencionaron los siguientes estudios:

- a. (Dora, Kumar, & Gellynck, 2015) en su estudio “Implementación de Lean Six Sigma en una MYPE procesadora de alimentos”. A continuación un breve resume de dicho estudio.

Tabla 38: “Implementación de LSS en una MYPE procesadora de alimentos

Tipo de empresa	Problemática identificada	Consecuencia generada	Propuesta de solución	Herramientas utilizadas
MYPE de industrias alimentarias elaboradora de panes de gengibre	Se identificaron dos problemas principales: a) Sobrellenado b) Reprocesos	Reducción de productividad durante 2 años consecutivos (5.76 MM kg a 5.61 MM kg)	Metodología Lean Six Sigma	<p>Metodología Six Sigma – DMAIC:</p> <p>Definir</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Definición de problema ● Tormenta de ideas ● Value Stream Map <p>Medir</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Balance de materia prima ● Análisis de desempeño de proceso <p>Analizar</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Identificación de variables críticas de calidad ● Diagrama Causa-Efecto ● Histogramas <p>Mejora</p> <ul style="list-style-type: none"> ● DOE ● Diagrama de Pareto ● AMFE <p>Control</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Estandarización de controles
Plan de acción implementado			Resultados obtenidos	

<p>Luego de haber identificado las causas que originaron el problema y la mejor alternativa de control, se definió el plan de acción que incluyó los siguientes puntos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Sistema FIFO para almacenamiento ● Medición de cantidad de masa apropiada ● Control de T° de ambiente ● Estandarización de proceso de mezcla 	<p><u>Antes de proyecto:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Producción promedio mensual: 450,000 kg ● Promedio sobrellenado: 10% (45,000 kg) ● Costo de producción: 1kg =1.25€ ● Pérdidas por sobrellenado: 56,250 € por mes 	<p><u>Luego de proyecto:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Producción promedio mensual: 450,000 kg ● Promedio sobrellenado: 5% (22,500 kg) ● Costo de producción: 1kg =1.25€ ● Pérdidas por sobrellenado: 28,125 € por mes
---	--	---

b. Hakimi, S., Mojib Zahrae, S., & Mohd Rohani, J. (2018). Application of Six Sigma DMAIC methodology in plain yogurt production process. International Journal of Lean Six Sigma, 562-578. A continuación un breve resumen de dicho estudio:

Tabla 39: Resumen de artículos “ Application of Six Sigma DMAIC methodology in plan yogurt production process

Tipo de empresa	Problemática identificada	Consecuencia generada	Propuesta de solución	Herramientas utilizadas
<p>MYPE de industrias alimentarias elaboradora de Yogurt</p>	<p>Mejora de la calidad en el proceso de producción de yogur natural alcanzando la tasa óptima de acidez.</p>	<p>La tasa de acidez afecta directamente el sabor del yogurt, siendo esto un criterio característico para que los consumidores juzguen la calidad del mismo.</p>	<p>Metodología Lean Six Sigma</p>	<p>Metodología Six Sigma – DMAIC:</p>
				<p><u>Definir</u></p>
				<ul style="list-style-type: none"> ● Definición del problema, Tormenta de Ideas y VSM
				<p><u>Medir</u></p>
				<ul style="list-style-type: none"> ● Balance de materia prima ● Análisis de desempeño de proceso
				<p><u>Analizar</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Identificación de variables críticas de calidad

				<ul style="list-style-type: none"> • Diagrama Causa-Efecto
				<ul style="list-style-type: none"> • Histogramas
				<u>Mejora</u>
				<ul style="list-style-type: none"> • DOE
				<ul style="list-style-type: none"> • Diagrama de Pareto
				<ul style="list-style-type: none"> • AMFE
				<u>Control</u>
				<ul style="list-style-type: none"> • Estandarización de controles
Plan de acción implementado			Resultados obtenidos	
<p>Definir: Se mapeo el proceso de producción del yogurt identificando el factor crítico de calidad (CTQ = critical-to-quality) QUE según la valoración del cliente (VOC = voice of customer) se trata de la Tasa de Acidez</p> <p>Medir: El PH es el parámetro a evaluar la acidez del yogurt además de 5 variables de control que influyen en los valores de PH</p> <p>Analizar: Se empleó el diseño de experimentos para identificar los factores significativos que influyen en los valores de pH de Yogurt.</p> <p>Mejorar: La receta óptima de las variables clave del proceso se determinó empleando el método de la función de deseabilidad.</p> <p>Controlar: Se estandarizaron los procesos integrándolos al sistema de gestión de calidad.</p>			<p>Como resultado del estudio se determinó que los factores significativos para el PH son el tiempo de incubación y el porcentaje de grasa, cuyos niveles óptimos son 12 horas y 1.5 % respectivamente. La implementación de las mejoras en los procesos permitió obtener valores de PH aceptables dentro del rango acorde a las preferencias del cliente de 4.2 – 4.4</p> <p>El estudio demostró las ventajas del analizar sistemáticamente un problema operativo, se sugiere a la empresa emplear la misma metodología para abordar problemas complicados en otros procesos, donde las causas en particular no están claras (propiedades reológicas del yogurt) y/o mejorar la velocidad de producción.</p>	

De acuerdo a los estudios antes mostrados, se puede notar que la implementación de la metodología Lean Six Sigma ha contribuido a la reducción de defectos, a mejorar el tiempo de ciclo, a eliminar defectuosos y hacia una cultura organizacional que adopta estos principios en toda la organización.

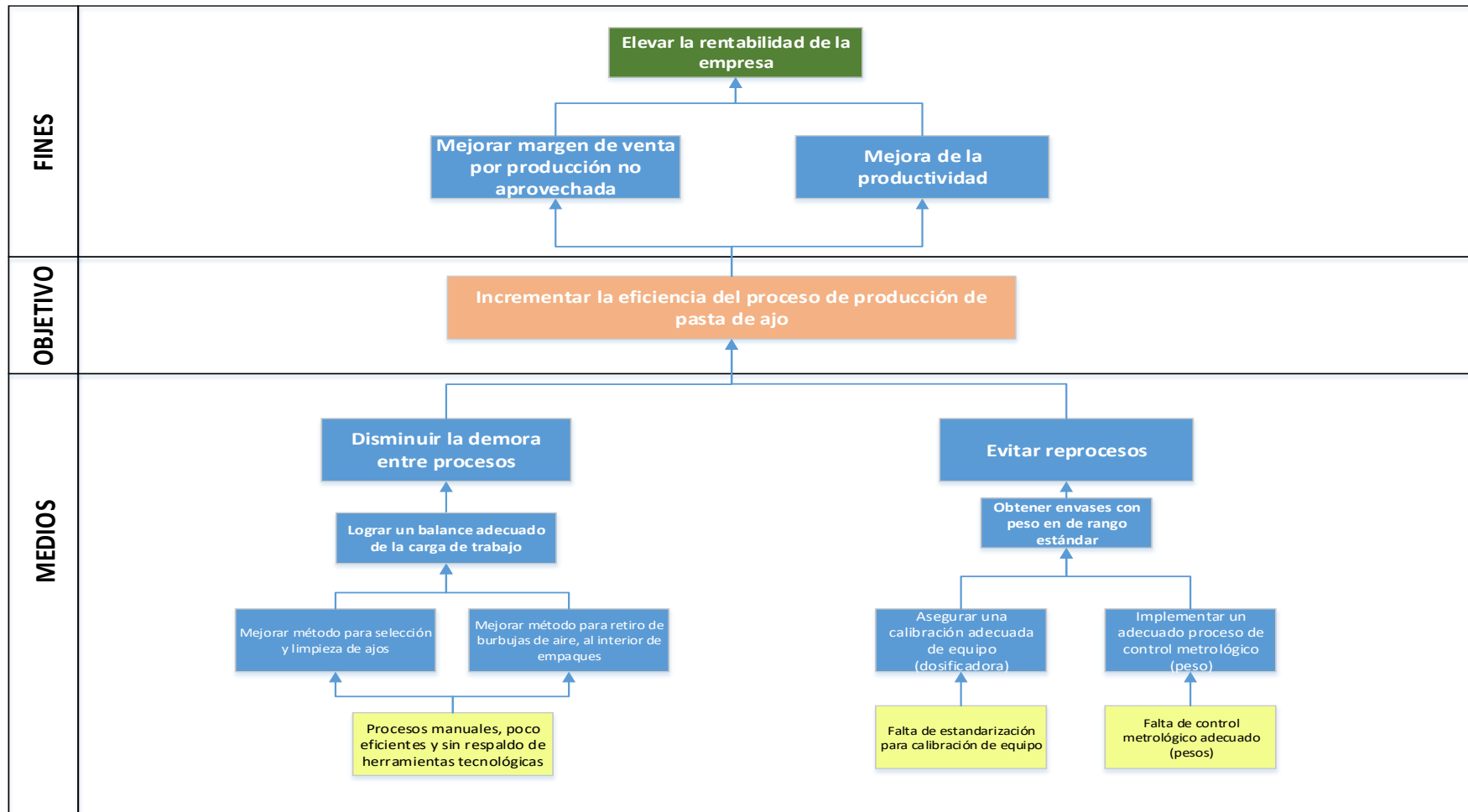
3.5 Motivación del diseño de solución

Una de las principales motivaciones para tomar como diseño de la solución es que ofrece una metodología que permite mapear y eliminar desperdicios dentro de los procesos internos de la organización, nos permite además reducir la variabilidad en los procesos, utilizar una metodología comprobada de análisis de procesos con un fuerte sustento matemático, y como punto importante, nos permite iniciar el análisis a partir de la voz del cliente; dicho cliente puede ser interno y externo.

La propuesta metodológica para el presente caso de estudio, es el uso de la metodología DMAIC, el cual será explicado con mayor detalle en los siguientes ítems.

3.6 Árbol de objetivos

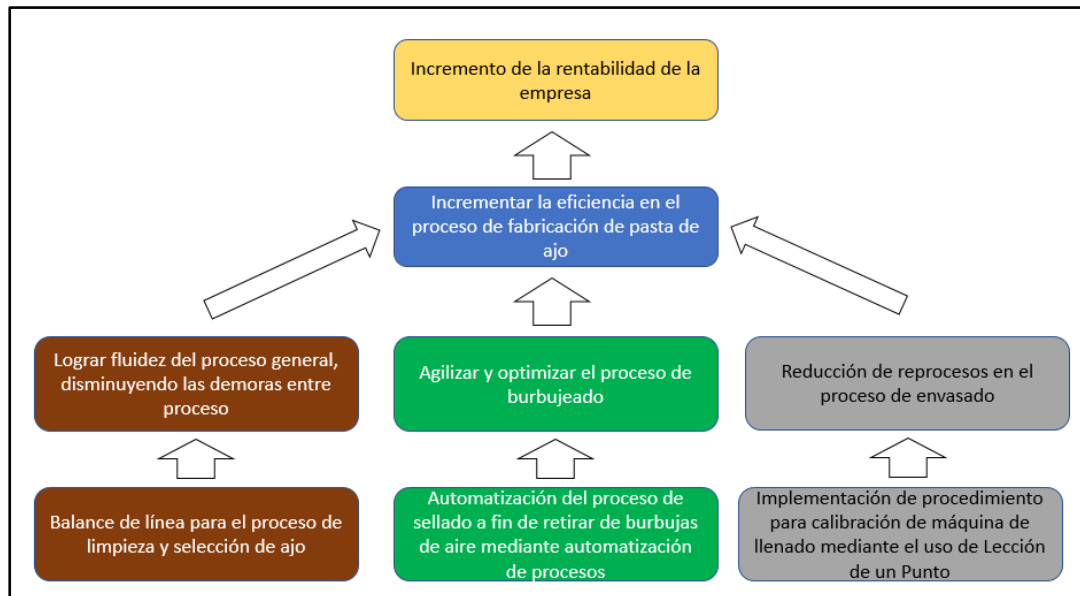
Figura 45: Arbol de Objetivos



3.7 Propuesta general del modelo de solución

Mediante el siguiente gráfico, se buscará describir la propuesta general del modelo de solución, el mismo que se llevará a cabo específicamente para el desarrollo del presente proyecto de investigación.

Figura 46: Propuesta general del modelo de solución



Fuente: Elaboración propia

El presente modelo, busca vincular tanto la problemática y el impacto que esta conlleva en la utilidad junto con los procesos a mejorar y las herramientas que utilizaremos para ello.

3.8 Descripción conceptual de la propuesta

La filosofía para utilizar será Lean Six Sigma, el cual utiliza la metodología DMAIC para el análisis y la implementación de las propuestas de mejora.

A continuación, se describirá los elementos que componen la metodología DMAIC.

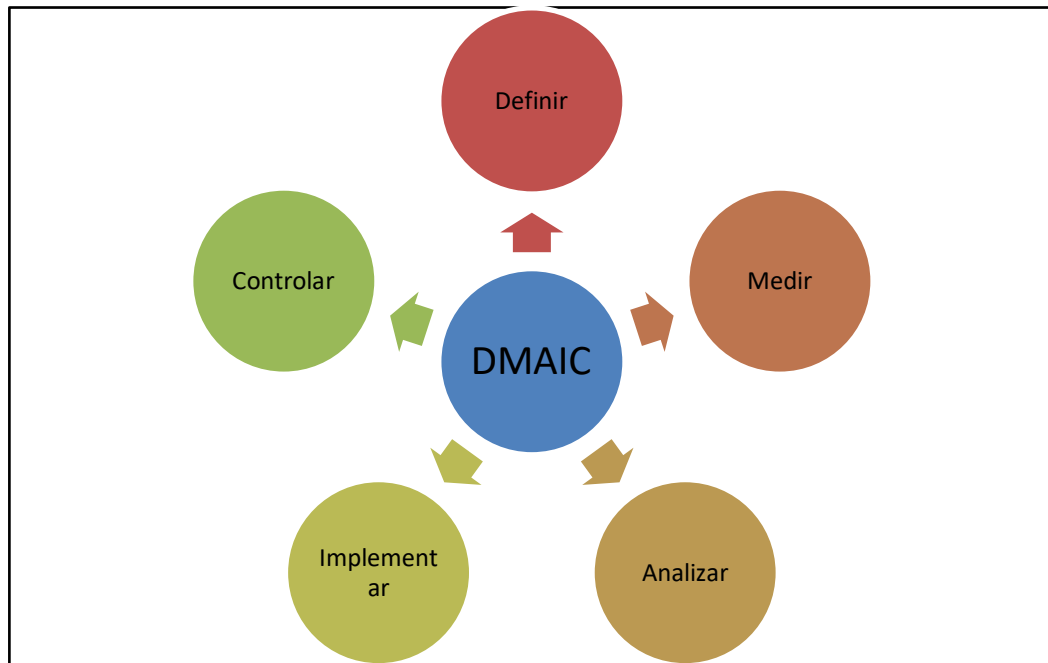
- **Definir (D):** Consiste en definir el problema que fue detectado en primer lugar mediante un incumplimiento de un requisito del cliente. Para ello se revisa el requerimiento, se analiza y en base a ese análisis se define el problema a

solucionar. Además del problema, se define el equipo de trabajo que participará en el proyecto de implementación, así como los objetivos y la meta a lograr.

- **Medir (M):** La etapa de medición consiste en la obtención de los datos, ya que a partir de ellos se realizará el mapeo de los procesos, una vez realizado el mapeo se realizarán mediciones claves de las actividades de los procesos, y finalmente se validarán los datos obtenidos.
- **Analizar (A):** Se realiza una investigación más detallada de los datos, se determinan cuellos de botella en los procesos y se analiza con mucho detalle las entradas y las salidas de los procesos.
- **Implementar (I):** Hace referencia a la implementación de las mejoras planteadas, las cuales están orientadas a resolver el problema de variabilidad que afecta al cliente. Estas mejoras deben estar enfocadas en la reducción de mudas y el incremento de la calidad del producto.
- **Controlar (C):** En esta última fase, se realiza el seguimiento y control de las propuestas implementadas, se establecen indicadores, metas, estándares y se realizan auditorías para verificar la efectividad de la implementación y los ajustes necesarios al modelo.

A continuación, se muestra de forma gráfica el modelo DMAIC

Figura 47: Modelo DMAIC



Fuente: Elaboración propia

3.9 Herramientas a utilizar

Para el adecuado despliegue de la metodología DMAIC se utilizarán las siguientes herramientas en cada una de las etapas:

- Definir: Control estadístico de Procesos, Value Stream Mapping, Mapa de procesos, SIPOC.
- Medir: Diagrama de análisis de Procesos (DAP), diagramas de flujo.
- Analizar: balance de línea, Lección de un punto, tiempos y movimientos
- Implementar: Lección de un punto, Trabajo estandarizado.
- Control: Gestión de Indicadores.

3.10 Desarrollo del modelo

En esta etapa procederemos a desarrollar cada una de las fases de la metodología DMAIC.

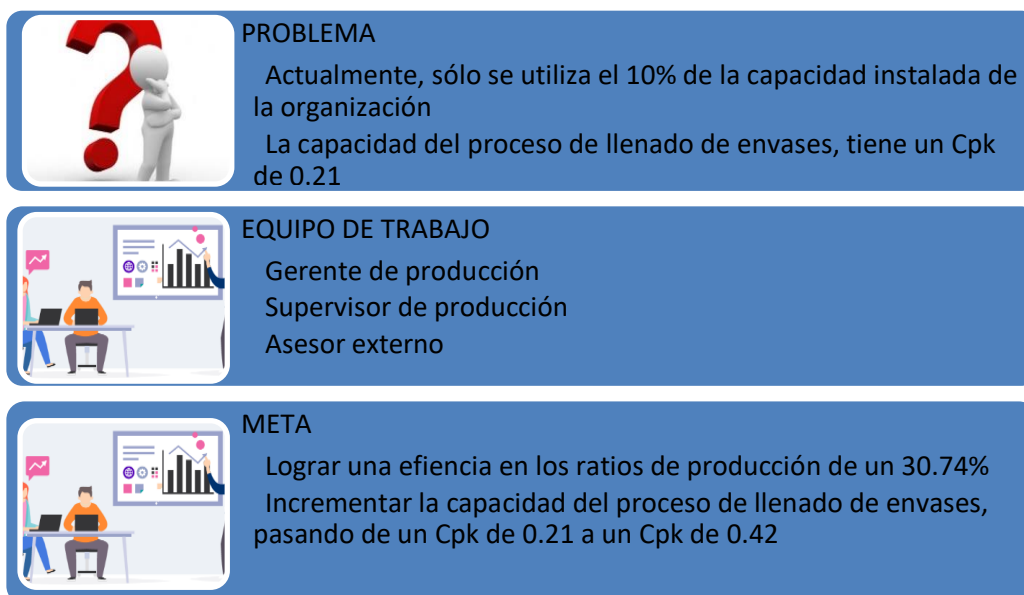
3.10.1 Definición

De acuerdo con el análisis desarrollado en el capítulo 2 y asociado al árbol de problemas presentado, la meta para el presente proyecto deberá desplegarse en 03 ramas:

- La primera será referente al desbalance de los niveles de producción en cada subproceso, la cual se encuentra en un 10%, siendo la meta de la organización incrementar el porcentaje de utilización hasta un 27.5%
- La segunda es referente a la cantidad de envases que no cuentan con el peso requerido por los clientes, siendo la meta 225 gramos, y los rangos de pesos tolerables es 222 gramos y 228 gramos. Dado el análisis de capacidad de proceso realizado, se plantea como meta incrementar el Cpk de 0.21 hasta un valor de 0.42

Gráficamente se mostrará a continuación:

Figura 48: Determinación de objetivos y metas



Fuente: Elaboración propia

3.10.2 Medición

En esta etapa, se realizarán las mediciones de cada uno de los procesos involucrados en los problemas mencionados; por ello, dividiremos esta fase en las siguientes:

3.10.2.1 Demora entre proceso:

Se mostrarán los DAP de los procesos de limpieza y selección de materia prima y burbujeadado, con el objetivo de conocer el detalle de sus subprocesos y los tiempos involucrados en los mismos.

- A. Por el lado del **proceso de limpieza y selección**, como se verificó en la tabla 12, toma 20 segundos en promedio realizar la limpieza y selección de 01 diente de ajo, detallándose las actividades que involucran mayor inversión de tiempo.
- A continuación, se evalúa el DAP considerando un lote realizado en 01 hora de tiempo.

Tabla 40: DAP Limpieza y Selección de Materia Prima

Cursograma analítico				Operario	Material	Equipo			
Diagrama Num. 1	Hoja Num. de			Resumen					
Objeto:	Actividad			Actual	Propuesta	Economía			
Medir los tiempos presentes en los subprocesos de Limpieza y Selección de Materia Prima	Operación ○			5					
Actividad:	Transporte ⇨			0					
Limpieza y Selección de Materia Prima - consiste en limpiar y preparar los ajos para el proceso de molienda	Demora D			0					
	Almacenamiento ▽			1					
	Inspección □			1					
	Distancia (m)								
Metodo : Actual / Propuesto	Tiempo (hora-hombre)								
Lugar: Planta ubicada en la ciudad del Cusco	Costos:								
Operario (s) : Ficha Num.	Mano de obra								
	Materiales								
Compuesto por: Fecha:	Totales								
Aprobado por: Fecha:	Símbolo								
Descripcion	Cantidad	Distancia	Tiempo (min)	○	□	⇨	D	▽	Observaciones
Preparación para la limpieza	1		0.15	1					
Coger cuchillo e inciar pelado	36		9.00	2					
Pelar extremos	36		7.20	3					
Pelar contorno	36		12.96	4					
Sacar raíz	36		19.44	5					
Revisión del ajo limpio	36		7.92		1				
Colocar ajo limpio en recipiente	36		2.88					1	
Total			59.55	5	1	0	0	1	

Elaboración propia

Los tiempos calculados son para un lote de 36 unidades de producción, desarrollados en 01 hora, siendo la cantidad de producto procesado igual a 8.1 Kg. Como se observa en el DAP, los procesos de pelar extremos, pelar contornos, sacar la raíz y revisar los ajos limpios toman 47.52 minutos, lo que representa el 75% del total del tiempo de ciclo.

Por lo mostrado en el DAP anterior, se infiere que necesitamos enfocarnos en las 04 actividades descritas para reducir el tiempo de ciclo, y en consecuencia, incrementar la capacidad de este proceso.

La meta planteada es incrementar la capacidad de producción hacia un 27.5% de utilización de toda la capacidad de producción, debiendo lograr que el proceso de limpieza y selección de materia prima sea capaz de producir, por lo menos 96 unidades/hora; para ello, el tiempo de ciclo debe reducirse de 1.8 minutos por unidad a 0.63 minutos/unidad.

B. Por el lado del proceso de burbujado, se tiene el siguiente DAP:

Tabla 41: DAP Burbujado

Cursograma analítico				Operario	Material	Equipo			
Diagrama Num. 1	Hoja Num. de	Resumen							
Objeto:	Actividad	Actual	Propuesta	Economía					
Medir los tiempos presentes en los subprocesos de burbujado	Operación ○	3							
	Transporte ⇨	1							
Actividad: Burbujado - consiste en retirar las burbujas presentes en el sachet de pasta de ajo para evitar la oxidación del ajo	Demora D	0							
	Almacenamiento ▽	1							
Metodo : Actual / Propuesto	Inspección □	2							
	Distancia (m)								
Lugar: Planta ubicada en la ciudad del Cusco	Tiempo (hora-hombre)								
Operario (s) : Ficha Num.	Costos:								
	Mano de obra								
Compuesto por: 02 operarios Fecha:	Materiales								
	Totales								
Aprobado por: Fecha:	Simbolo								
Descripcion	Cantidad	Distancia	Tiempo (min)	○	□	⇨	D	▽	Observaciones
Coger sachet y acomodar bolsa	1		0.23	1					
Golpear para quitar las burbujas (1ra vez)	1		0.67	2					
Primera revisión de burbujas	1		0.57		1				
Golpear para quitar las (2da vez)	1		0.33	3					
Segunda revisión de burbujas			0.57		2				
Hacia mesa de sellado			0.13			1			
Almacenar para siguiente sellado								1	
Total			2.50	3	2	1	0	1	

Elaboración propia

Los tiempos calculados son para una unidad de producción. Como se puede observar en el DAP adjunto, el proceso de burbujeo consta de 06 actividades, de las cuales, los golpes para quitar las burbujas y las revisiones que se realizan después de cada golpeteo, son las actividades que consumen mayor tiempo; haciendo un total de 2.14 minutos / unidad, el cual representa el 86% del tiempo total de ciclo.

Cabe recordar que nuestra meta es lograr un 27.5% de eficiencia en los ratios de producción de los subprocesos productivos; para ello, el proceso de burbujeado debe ser capaz de llegar al ratio de producción de 96 unidades / hora. En ese sentido, el tiempo de ciclo deberá ser igual a 0.63 minutos / unidad.

3.10.2.2 Reproceso por peso inapropiado de envases:

Se mostrará el DAP del proceso completo de llenado de envases, el cual va desde el seteo de la máquina hasta el llenado de las unidades. El objetivo de realizar el mapeo del proceso es determinar que subprocesos son netamente manuales, especialmente en la calibración de equipos, ya que esta parte es la que repercute en el peso de pasta de ajo que es vertido en cada bolsa.

Dado que actualmente el proceso de llenado tiene una capacidad de proceso de 0.21, lo cual origina pérdidas estimadas en S./ 11,600 soles aproximadamente.

Nos hemos planteado como meta, incrementar el Cpk del proceso a 0.42, ya que con ello lograremos reducir de forma drástica las pérdidas económicas anuales por este motivo; y a la vez, mejorar la imagen de confiabilidad ante los clientes.

Tabla 42: DAP Seteo y funcionamiento de dosificadora

Cursograma analítico				Operario		Material	Equipo		
Diagrama Num. 1	Hoja Num. de			Resumen					
Objeto:				Actividad	Actual	Propuesta	Economía		
Detallar las actividades y mostrar los tiempos presentes en la actividad de seteo				Operación	○	10			
Actividad:				Transporte	⇒	1			
Seteo de dosificadora				Demora	D	0			
				Almacenamiento	▽	0			
				Inspección	□	3			
				Distancia (m)					
Metodo : Actual / Propuesto				Tiempo (hora-hombre)					
Lugar: Planta ubicada en la ciudad del Cusco				Costos:					
Operario (s) :		Fecha:		Mano de obra					
Aprobado por:		Fecha:		Materiales					
				Totales					
				Símbolo					
Descripcion	Cantidad	Distancia	Tiempo (min)	○	□	⇒	D	▽	Observaciones
Preparar agua para limpieza	1		0.25	1					
Coger balde con agua y verter en dosificadora	1		0.17	2					
Preparar máquina para limpieza	1		0.17	3					Proceso manual
Iniciar limpieza de dosificadora	1		1.75	4					
Calibrar pistones y perillas	1		1.00	5					Actividad Manual
Coger y trasladar contenedor con ajo molido a dosificadora	1		0.33			1			
Verter ajo molido a dosificadora	1		0.92	6					
Trabajador se acomoda y acciona botones para dosificado	1		0.42	7					
Realizar prueba de funcionamiento	1		0.50	8					La prueba se realiza para ver la consistencia del ajo molido al caer al recipiente, y también para verificar si el dosificador vierte el peso adecuado
Verificar prueba	1		0.17		1				
Iniciar llenado de Sachets	1		0.25	9					Se configura la máquina para proceso manual, dado que se quiere ganar mayor fluidez en el proceso
Hacia balanza	1		0.08		2				Balanza se encuentra en otra zona a distancia muy corta del dosificador
Verificar peso de sachet	1		0.08	10					
Hacia zona de sachets vacios	1		0.17		3				
Total			6.25	10	3	1	0	0	

Elaboración propia

3.10.3 Análisis

Para esta etapa, se desarrollará un análisis detallado de los cuellos de botella de cada proceso descrito en la etapa de medición, las alternativas de solución y la posterior elección de esta.

3.10.3.1 Demora entre proceso:

En este ámbito, se tiene 02 procesos críticos, los cuales son: limpieza y selección de materia prima y burbujeo. Para cada uno de ellos, se procederá a plantear y decidir alternativas de solución.

A. Proceso de limpieza y selección de materia prima: Se cuentan con los siguientes datos:

- Tiempo de Ciclo = 59.55 minutos para 36 unidades
- Coger cuchillo, pelar extremos, contornos, sacar raíz y revisar ajo = 47.52 minutos para 36 unidades
- Número de operarios = 03

Para este caso, cada operario realiza el pelado de ajo, es decir, cada uno realiza la actividad desde coger el cuchillo hasta dejar el ajo en el recipiente.

Dentro de las alternativas que se pueden escoger, se tiene las siguientes:

Opción A.1: Adquisición de una máquina peladora de ajos

Para esta alternativa, se consultó con especialistas de diseño y fabricación de máquinas, y dado que las características del producto son muy particulares, máquinas para este tipo de trabajos no se encuentra en el mercado, y realizar el diseño y la fabricación de una máquina “a medida”, tendría un costo aproximado de \$15,000 dólares. Por tal motivo, esta opción se considera poco viable.

Opción A.2: Realizar un balance de línea

Para realizar el balance de línea, primero se realizará el estudio de tiempos de las actividades que conforman este sub proceso. Para este fin, se utilizará la tabla Westinghouse mostrada a continuación:

Tabla 43: Tabla Westinghouse

Cuando el tiempo por pieza o ciclos es:	Número mínimo de ciclos a estudiar		
	Actividad más de 10,000 por año	1,000 a 10,000	Menos de 1,000
1.000 horas	5	3	2
0.800 horas	6	3	2
0.500 horas	8	4	3
0.300 horas	10	5	4
0.200 horas	12	6	5
0.120 horas	15	8	6
0.080 horas	20	10	8
0.050 horas	25	12	10
0.035 horas	30	15	12
0.020 horas	40	20	15
0.012 horas	50	25	20
0.008 horas	60	30	25
0.005 horas	80	40	30
0.003 horas	100	50	40
0.002 horas	120	60	50
Menos de 0.002 horas	140	80	60

Fuente: Roberto García Criollo, Medición de trabajo (Pag 32)

Elaboración propia

Dado que el tiempo de ciclo a evaluar, en su conjunta, dura 0.34 minutos y la cantidad de repeticiones de esta actividad en el año excede las 10,000 veces, se realizará un muestreo de 100 veces, teniéndose los siguientes resultados:

Tabla 44: Tabla toma de tiempos

Muestras	Preparación para la limpieza	Coger cuchillo e iniciar pelado	Pelar extremos	Pelar contorno	Sacar raíz	Revisión de ajo limpio	Colocar ajo limpio en recipiente
Tpo._1	0.01	0.05	0.05	0.09	0.13	0.04	0.02
Tpo._2	0.02	0.06	0.04	0.07	0.11	0.07	0.02
Tpo._3	0.01	0.06	0.05	0.08	0.11	0.06	0.03
Tpo._4	0.02	0.05	0.05	0.08	0.10	0.04	0.04
Tpo._5	0.01	0.06	0.07	0.09	0.12	0.04	0.02
Tpo._6	0.01	0.05	0.05	0.06	0.09	0.07	0.03
Tpo._7	0.02	0.05	0.04	0.07	0.13	0.05	0.02
Tpo._8	0.01	0.07	0.06	0.08	0.10	0.04	0.04
Tpo._9	0.02	0.05	0.05	0.07	0.11	0.06	0.02
Tpo._10	0.01	0.04	0.05	0.07	0.13	0.05	0.02
Tpo._11	0.01	0.03	0.05	0.09	0.11	0.06	0.02
Tpo._12	0.02	0.05	0.04	0.08	0.12	0.04	0.03
Tpo._13	0.03	0.04	0.03	0.06	0.10	0.07	0.04
Tpo._14	0.02	0.06	0.05	0.08	0.12	0.05	0.02
Tpo._15	0.01	0.05	0.04	0.07	0.11	0.06	0.03
Tpo._16	0.01	0.04	0.05	0.08	0.12	0.04	0.04
Tpo._17	0.02	0.04	0.04	0.07	0.13	0.07	0.04
Tpo._18	0.02	0.05	0.05	0.06	0.10	0.05	0.02
Tpo._19	0.01	0.06	0.04	0.08	0.13	0.06	0.03
Tpo._20	0.02	0.05	0.06	0.08	0.12	0.07	0.04
Tpo._21	0.02	0.04	0.05	0.07	0.11	0.05	0.02
Tpo._22	0.01	0.03	0.04	0.08	0.12	0.06	0.03
Tpo._23	0.03	0.04	0.05	0.06	0.10	0.05	0.03
Tpo._24	0.02	0.06	0.06	0.08	0.12	0.04	0.04
Tpo._25	0.03	0.04	0.07	0.08	0.13	0.05	0.02
Tpo._26	0.01	0.05	0.06	0.08	0.11	0.05	0.03
Tpo._27	0.02	0.06	0.04	0.07	0.13	0.06	0.04
Tpo._28	0.01	0.06	0.06	0.09	0.12	0.05	0.02
Tpo._29	0.01	0.05	0.04	0.06	0.10	0.05	0.02
Tpo._30	0.03	0.06	0.05	0.07	0.13	0.04	0.04
Tpo._31	0.02	0.05	0.05	0.07	0.11	0.04	0.04
Tpo._32	0.01	0.05	0.06	0.07	0.10	0.05	0.03
Tpo._33	0.03	0.06	0.06	0.08	0.12	0.05	0.04
Tpo._34	0.02	0.03	0.04	0.08	0.13	0.07	0.03
Tpo._35	0.03	0.05	0.07	0.07	0.10	0.05	0.02
Tpo._36	0.01	0.06	0.05	0.06	0.12	0.06	0.03
Tpo._37	0.02	0.04	0.05	0.08	0.13	0.05	0.03
Tpo._38	0.02	0.05	0.07	0.07	0.13	0.07	0.03
Tpo._39	0.01	0.04	0.04	0.07	0.10	0.06	0.04
Tpo._40	0.02	0.06	0.05	0.06	0.11	0.05	0.03
Tpo._41	0.02	0.04	0.07	0.09	0.10	0.05	0.03
Tpo._42	0.03	0.05	0.06	0.08	0.12	0.05	0.04
Tpo._43	0.02	0.06	0.06	0.08	0.10	0.04	0.02
Tpo._44	0.01	0.05	0.04	0.08	0.10	0.06	0.02
Tpo._45	0.02	0.06	0.06	0.06	0.13	0.04	0.04
Tpo._46	0.01	0.04	0.07	0.07	0.12	0.04	0.04
Tpo._47	0.02	0.03	0.04	0.07	0.13	0.06	0.03
Tpo._48	0.02	0.06	0.06	0.07	0.12	0.05	0.04
Tpo._49	0.02	0.04	0.06	0.06	0.11	0.06	0.04
Tpo._50	0.01	0.05	0.05	0.08	0.11	0.06	0.03
Tpo._51	0.02	0.05	0.07	0.08	0.10	0.06	0.04
Tpo._52	0.03	0.06	0.06	0.08	0.13	0.05	0.04
Tpo._53	0.02	0.04	0.07	0.07	0.12	0.06	0.04

Muestras	Preparación para la limpieza	Coger cuchillo e iniciar pelado	Pelar extremos	Pelar contorno	Sacar raíz	Revisión de ajo limpio	Colocar ajo limpio en recipiente
Tpo. 54	0.02	0.05	0.05	0.09	0.11	0.05	0.03
Tpo. 55	0.01	0.05	0.06	0.08	0.11	0.04	0.03
Tpo. 56	0.02	0.04	0.04	0.06	0.11	0.05	0.04
Tpo. 57	0.02	0.06	0.04	0.07	0.12	0.07	0.03
Tpo. 58	0.01	0.03	0.05	0.09	0.13	0.06	0.03
Tpo. 59	0.02	0.04	0.05	0.08	0.12	0.04	0.04
Tpo. 60	0.02	0.06	0.06	0.08	0.14	0.06	0.02
Tpo. 61	0.03	0.05	0.04	0.07	0.11	0.05	0.04
Tpo. 62	0.02	0.05	0.06	0.07	0.11	0.04	0.04
Tpo. 63	0.01	0.06	0.04	0.07	0.12	0.05	0.03
Tpo. 64	0.01	0.06	0.04	0.07	0.12	0.05	0.03
Tpo. 65	0.02	0.04	0.05	0.08	0.10	0.05	0.04
Tpo. 66	0.02	0.05	0.07	0.06	0.11	0.05	0.02
Tpo. 67	0.02	0.06	0.04	0.07	0.13	0.06	0.04
Tpo. 68	0.01	0.03	0.05	0.06	0.12	0.04	0.03
Tpo. 69	0.03	0.05	0.06	0.07	0.12	0.06	0.04
Tpo. 70	0.02	0.04	0.04	0.09	0.14	0.06	0.04
Tpo. 71	0.03	0.05	0.05	0.07	0.12	0.04	0.03
Tpo. 72	0.02	0.04	0.05	0.06	0.13	0.05	0.04
Tpo. 73	0.02	0.06	0.06	0.07	0.11	0.04	0.03
Tpo. 74	0.03	0.06	0.06	0.06	0.10	0.07	0.04
Tpo. 75	0.02	0.06	0.07	0.07	0.12	0.06	0.03
Tpo. 76	0.01	0.04	0.06	0.08	0.11	0.05	0.03
Tpo. 77	0.02	0.05	0.04	0.07	0.11	0.05	0.03
Tpo. 78	0.02	0.05	0.05	0.06	0.10	0.06	0.04
Tpo. 79	0.01	0.06	0.04	0.06	0.10	0.06	0.02
Tpo. 80	0.02	0.06	0.05	0.07	0.12	0.05	0.03
Tpo. 81	0.01	0.05	0.05	0.07	0.12	0.06	0.04
Tpo. 82	0.02	0.05	0.04	0.08	0.10	0.04	0.03
Tpo. 83	0.02	0.06	0.06	0.07	0.10	0.06	0.04
Tpo. 84	0.02	0.03	0.04	0.06	0.11	0.05	0.03
Tpo. 85	0.04	0.06	0.04	0.06	0.12	0.06	0.04
Tpo. 86	0.02	0.05	0.06	0.08	0.11	0.04	0.04
Tpo. 87	0.01	0.06	0.06	0.06	0.10	0.05	0.04
Tpo. 88	0.02	0.05	0.07	0.08	0.12	0.07	0.04
Tpo. 89	0.02	0.03	0.06	0.08	0.10	0.04	0.03
Tpo. 90	0.03	0.04	0.05	0.07	0.13	0.05	0.03
Tpo. 91	0.02	0.05	0.05	0.07	0.10	0.04	0.04
Tpo. 92	0.03	0.06	0.05	0.06	0.10	0.07	0.02
Tpo. 93	0.02	0.04	0.04	0.07	0.12	0.07	0.03
Tpo. 94	0.02	0.05	0.05	0.08	0.11	0.04	0.03
Tpo. 95	0.01	0.06	0.06	0.06	0.12	0.06	0.04
Tpo. 96	0.02	0.04	0.04	0.07	0.12	0.06	0.03
Tpo. 97	0.03	0.06	0.06	0.07	0.10	0.05	0.04
Tpo. 98	0.01	0.05	0.07	0.06	0.13	0.04	0.02
Tpo. 99	0.02	0.03	0.06	0.07	0.12	0.07	0.03
Tpo. 100	0.02	0.06	0.05	0.08	0.10	0.06	0.03
Prom:	0.02	0.05	0.05	0.07	0.11	0.05	0.03

Elaboración propia

Los tiempos promedio resultantes para cada actividad son:

- Preparación para la limpieza: 0.02 min
- Coger cuchillo e iniciar pelado: 0.05 min
- Pelar extremos: 0.05 min
- Pelar contorno: 0.07 min
- Sacar raíz: 0.11 min
- Revisión de ajo limpio: 0.05 min
- Colocar ajo limpio en recipiente: 0.03 min

En función a los siguientes resultados, se realizará el balance de línea mostrado a continuación:

Tabla 45: Balance de Línea

Tiempo de Ciclo Requerido (C)	Tiempo de producción por día	529.8	0.144
	Producción diaria requerida	3667	
Número teórico de estaciones de trabajo (C)	Suma de los tiempos de las tareas (T)	0.38	2.630
	Tiempo de Ciclo Requerido (C)	0.144	
Eficiencia	Suma de los tiempos de las tareas (T)	0.38	37.6%
	Número Real de estaciones de Trabajo (Nr) * Tiempo de Ciclo Requerido (C)	1.011	

Elaboración propia

De acuerdo con los cálculos de la tabla anterior; para el subproceso de limpieza y selección de materia prima serían necesarios 03 estaciones de trabajo.

Dado la proximidad y la secuencia de estas, las 03 estaciones serían:

- Preparación para la limpieza, coger cuchillo y pelar extremos
- Pelar contorno y abrir la mitad y sacar raíz
- Revisar ajo limpio y colocarlo en recipiente

Bajo estos criterios, se elaborará un nuevo estudio de tiempos, considerando únicamente las 03 actividades arriba detalladas, como parte del sub proceso, siendo estos:

Tabla 46: Cuadro de tiempos luego de balance de línea

Muestras	Preparación para la limpieza, coger cuchillo y pelar extremos	Pelar contorno y sacar raíz	Revisión de ajo limpio y colocación en recipiente
Tpo_1	0.06	0.04	0.04
Tpo_2	0.04	0.06	0.04
Tpo_3	0.05	0.05	0.05
Tpo_4	0.06	0.05	0.03
Tpo_5	0.04	0.04	0.05
Tpo_6	0.05	0.06	0.04
Tpo_7	0.04	0.05	0.04
Tpo_8	0.04	0.06	0.03
Tpo_9	0.05	0.05	0.05
Tpo_10	0.05	0.06	0.05
Tpo_11	0.07	0.08	0.05
Tpo_12	0.04	0.06	0.04
Tpo_13	0.05	0.05	0.04
Tpo_14	0.07	0.05	0.05
Tpo_15	0.05	0.05	0.04
Tpo_16	0.04	0.06	0.04
Tpo_17	0.05	0.04	0.05
Tpo_18	0.06	0.06	0.04
Tpo_19	0.05	0.04	0.03
Tpo_20	0.05	0.06	0.05
Tpo_21	0.05	0.08	0.03
Tpo_22	0.05	0.08	0.04
Tpo_23	0.05	0.04	0.04
Tpo_24	0.05	0.06	0.04
Tpo_25	0.05	0.05	0.04
Tpo_26	0.07	0.08	0.05
Tpo_27	0.07	0.06	0.04
Tpo_28	0.05	0.04	0.04
Tpo_29	0.04	0.04	0.04
Tpo_30	0.04	0.06	0.04
Tpo_31	0.05	0.05	0.04
Tpo_32	0.05	0.05	0.04
Tpo_33	0.07	0.05	0.03
Tpo_34	0.07	0.06	0.06
Tpo_35	0.05	0.06	0.05
Tpo_36	0.04	0.05	0.05
Tpo_37	0.07	0.05	0.06
Tpo_38	0.04	0.05	0.03
Tpo_39	0.05	0.06	0.04
Tpo_40	0.05	0.05	0.04
Tpo_41	0.05	0.04	0.04
Tpo_42	0.06	0.06	0.04
Tpo_43	0.05	0.04	0.04
Tpo_44	0.04	0.04	0.04
Tpo_45	0.07	0.06	0.04
Tpo_46	0.05	0.07	0.04

Muestras	Preparación para la limpieza, coger cuchillo y pelar extremos	Pelar contorno y sacar raíz	Revisión de ajo limpio y colocación en recipiente
Tpo_47	0.04	0.05	0.04
Tpo_48	0.04	0.06	0.06
Tpo_49	0.05	0.04	0.06
Tpo_50	0.05	0.05	0.05
Tpo_51	0.07	0.04	0.04
Tpo_52	0.04	0.08	0.05
Tpo_53	0.05	0.06	0.05
Tpo_54	0.06	0.05	0.04
Tpo_55	0.04	0.04	0.05
Tpo_56	0.07	0.04	0.05
Tpo_57	0.05	0.06	0.05
Tpo_58	0.04	0.04	0.05
Tpo_59	0.06	0.06	0.05
Tpo_60	0.05	0.05	0.06
Tpo_61	0.06	0.05	0.04
Tpo_62	0.04	0.06	0.05
Tpo_63	0.06	0.07	0.06
Tpo_64	0.05	0.06	0.04
Tpo_65	0.04	0.04	0.06
Tpo_66	0.05	0.06	0.05
Tpo_67	0.05	0.04	0.06
Tpo_68	0.05	0.07	0.04
Tpo_69	0.05	0.06	0.05
Tpo_70	0.07	0.05	0.05
Tpo_71	0.04	0.06	0.04
Tpo_72	0.06	0.05	0.06
Tpo_73	0.06	0.05	0.06
Tpo_74	0.05	0.07	0.06
Tpo_75	0.06	0.07	0.05
Tpo_76	0.04	0.06	0.05
Tpo_77	0.04	0.05	0.04
Tpo_78	0.07	0.04	0.05
Tpo_79	0.05	0.04	0.04
Tpo_80	0.05	0.05	0.05
Tpo_81	0.05	0.06	0.04
Tpo_82	0.05	0.06	0.04
Tpo_83	0.04	0.05	0.04
Tpo_84	0.06	0.06	0.04
Tpo_85	0.04	0.07	0.03
Tpo_86	0.05	0.07	0.05
Tpo_87	0.06	0.06	0.04
Tpo_88	0.06	0.06	0.04
Tpo_89	0.05	0.07	0.04
Tpo_90	0.07	0.07	0.05
Tpo_91	0.06	0.06	0.04
Tpo_92	0.06	0.05	0.05
Tpo_93	0.05	0.07	0.03
Tpo_94	0.05	0.06	0.04
Tpo_95	0.06	0.05	0.05
Tpo_96	0.06	0.07	0.05
Tpo_97	0.05	0.06	0.04
Tpo_98	0.06	0.06	0.05
Tpo_99	0.06	0.07	0.04
Tpo_100	0.06	0.07	0.05

Muestras	Preparación para la limpieza, coger cuchillo y pelar extremos	Pelar contorno y sacar raíz	Revisión de ajo limpio y colocación en recipiente
Prom:	0.05	0.06	0.04

Elaboración propia

Luego de realizar el estudio de tiempos, los tiempos resultantes obtenidos del estudio de tiempo para cada actividad son:

- a. Preparación para la limpieza, coger cuchillo y pelar extremos: 0.05 min
- b. Pelar contorno, abrir la mitad y sacar raíz: 0.06 min
- c. Revisar ajo limpio y colocarlo en recipiente: 0.04 min

Con los nuevos tiempos obtenidos para cada actividad, luego de realizar el balance de línea, se procederá a elaborar una tabla con el desarrollo del balance de línea en mención:

Tabla 47: Desarrollo de Balance de Línea ajustado

Actividad	Estación	Ajo #1	Ajo #2	Ajo#3	Ajo #4	Ajo #5	Ajo#6	Ajo #7	Ajo #8	Ajo#9	...
Preparación para la limpieza, coger cuchillo y pelar extremos	Est. 1	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	...
Pelar contorno, abrir la mitad y sacar raíz	Est. 2	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Revisar ajo limpio y colocarlo en recipiente	Est. 3	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Tiempo total:		0.15	0.19	0.23	0.27	0.31	0.35	0.39

Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla anterior, a partir de la segunda unidad se suma al primer tiempo de 0.15 minutos el tiempo de la última actividad, el cual es 0.04 minutos, con lo cual las demás unidades salen en el minuto 0.19, 0.23, 0.27, y así sucesivamente

En vista de que el lote de producción de 55 kg cuenta en promedio con 3666 unidades de ajo, el tiempo total de la actividad estará representado por: $0.15 \text{ min} + 0.04 \text{ min} * (3665) = 146.75 \text{ min}$.

Bajo este criterio, el ratio de producción que se obtendría sería igual a:

- Lote de ajo : 55 kg
- Tiempo : 146.75 min
- Ratio 1 : 0.3748 kg/min
- Ratio 2 : 99.94 und/hr

El nuevo DAP de este sub proceso sería el siguiente:

Figura 49: DAP propuesto para sub proceso de Limpieza y Selección de Materia Prima

Cursograma analítico				Operario	Material	Equipo			
Diagrama Num. 1	Hoja Num. de	Resumen							
Objeto:		Actividad	Actual	Propuesta	Economía				
Medir los tiempos presentes en los subprocesos de Limpieza y Selección de Materia Prima		Operación ○	2						
		Transporte ⇨	0						
Actividad:		Demora D	0						
		Almacenamiento ∇	0						
Limpieza y Selección de Materia Prima - consiste en limpiar y preparar los ajos para el proceso de molienda		Inspección □	1						
		Distancia (m)							
Metodo : Actual / Propuesto		Tiempo (hora-hombre)							
Lugar: Planta ubicada en la ciudad del Cusco		Costos:							
Operario (s) : Ficha Num.		Mano de obra							
		Materiales							
Compuesto por:	Fecha:	Totales							
Aprobado por:	Fecha:	Símbolo							
Descripción	Cantidad	Distancia	Tiempo (min)	○	□	⇨	D	∇	Observaciones
Preparación para la limpieza, coger cuchillo y pelar extremos	1		0.05	1					3 seg
Pelar contorno y sacar raíz	1		0.06	2					3.6 seg.
Revisión de ajo limpio y colocación en recipiente	1		0.04		1				2.4 seg
Total			0.15	2	1	0	0	0	9 seg

Elaboración propia

B. Proceso de Burbujeo: Se cuentan con los siguientes datos:

- Tiempo de Ciclo = 2.50 minutos
- Tiempo de golpeo + inspección (02 veces) = 2.14 minutos
- Otras actividades = 0.36 minutos
- Número de operarios = 2

De los cuales, es 01 operario el que realiza el golpeteo y la inspección, el segundo operario prepara la bolsa para el golpeteo, y luego de la segunda inspección, lo traslada hacia la zona de sellado.

Teniendo como foco que la meta a lograr es que el proceso sea capaz de producir 96 unidades por hora, se plantean las siguientes opciones:

Opción B.1: Incremento de mano de obra

Dado que se necesita tener como tiempo de ciclo 0.63 minutos por unidad, eso significa que el tiempo de los 02 golpeos e inspecciones por unidades debe ser de debe ser igual a 0.27 minutos. ($0.63 - 0.36 = 0.27$ minutos). Para lograr ello, la cantidad de personas a asignar al puesto de trabajo deberá ser:

$2.14 / 0.27 = 7.92$ personas, el cual, redondeando, sale que se debe contar con 08 personas como mínimo. De implementarse esta solución, la planilla estaría encareciéndose en:

- Número de trabajadores adicionales = 06
- Costo por trabajador: S./ 1,045.00
- Costo total mensual: S/. 6,270.00
- Costo total anual: S./75,240

Opción B.2: Envasado con Atmósfera Modificada

La técnica de conservación de alimentos en función a una atmósfera modificada, es una forma muy eficiente de preservar alimentos, en razón de que se logra envasarlos, disminuyendo considerablemente el volumen de aire al interior del empaque, generando lo que se conoce como “vacío”, y en función al tipo de tecnología a la que se acceda, se puede inyectar una serie de gases, tales como: nitrógeno, dióxido de carbono o incluso argón, reduciendo el crecimiento microbiano y retrasando el deterioro enzimático (Marcela Ospina Meneses, 2008)

El equipo de atmósfera controlada con generador de vacío es una alternativa muy utilizada para el empaque de alimentos, por lo que para los fines del presente estudio, sería una alternativa viable, dado que con la generación de vacío, retiraría el aire del interior de la mezcla, eliminando también de esta manera la generación de burbujas de aire.

Existe gran variedad de equipos generadores de atmósfera controlada, en función a especificación, precio, entre otros. La alternativa existente en el medio consta de un equipo pequeño, versátil, asequible a las posibilidades de la empresa, contando con las siguientes especificaciones técnicas:

- **Tipo:** SV4D de doble sellado
- **Fabricación:** Acero inoxidable
- **Capacidad:** 6 kg
- **Fuerza de sellado:** 0.6 Kw / 8 m³/h
- **Franja de sellado:** 2 (400 x 100 mm)
- **Voltaje:** 220 v / 60 Hz
- **Potencia:** 750 w
- **Medidas externas:** 49 x 54 x 57 cm
- **Peso:** 67 kg

Figura 50: Envasadora de Atmósfera Modificada



Elaboración propia

Entre los beneficios que se tendría con el uso de este equipo, se tiene los siguientes:

- Puede empaquetar varias unidades en simultáneo
- Elimina el sub proceso de sellado, dado que este equipo realizaría las funciones que se realizan en el burbujeo y sellado, sexto y séptimo sub proceso

Retomando el punto de partida, respecto de la mejora y el ratio requerido de 0.23 minutos que se requiere alcanzar, como mínimo, se procederá a realizar la evaluación considerando la prueba realizada al equipo, logrando empaquetar hasta 06 envases en simultáneo, con el consiguiente sellado en vacío, sin existencia de burbuja alguna al interior del empaque.

Figura 51: Sellado al vacío de envases con pasta de ajo

		<p>Colocación de envases en plataforma de vacío. Se aprecia el precinto de sellado</p>
		<p>Proceso de sellado, en el momento de generación de vacío y aspiración de aire, al interior de envases</p>
		<p>Resultado del sellado al vacío, envases conteniendo pasta de ajo sin presencia de burbujas</p>

Elaboración propia

Tiempos involucrados:

- Seteo de máquina: 0.75 min
- Colocación de unidades y acomodado de empaque: 0.45 min
- Inicio de proceso de vacío y sellado: 0.50 min
- Inspeccionar bolsas: 1 min
- Colocar las bolsas listas para almacenado: 0.55 min

Tiempo total igual a 3.25 minutos por 06 unidades. Si calculamos estos 3.25 minutos en 01 hora, obtenemos lo siguiente:

$60/3.25 = 18.46$ lotes (01 lote = 06 unidades s), lo cual nos brinda como resultado que se puede producir 110 unidades por hora, con ello, estamos logrando incrementar el cuello de botella de 45 unidades por hora a 110 unidades por hora, con lo cual se logra tener un tiempo unitario por unidad de 0.55 minutos por unidad.

Por el lado del costo de la máquina, su previo de venta en el mercado es de S. / 15,000 (incluidos impuestos y gastos de instalación y capacitación).

En resumen, podemos concluir lo siguiente:

Método manual:

- Capacidad requerida : 96 bolsas / hora
- Capacidad obtenida : 96 bolsas / hora
- Costo total mensual : S/. 6,270
- Tiempo unitario : 0.57 minutos / unidad
- % defectuosos : 5%











Máquina de empackado al vacío:

- Capacidad requerida : 96 unidades / hora
- Capacidad obtenida : 104.33 unidades / hora
- Costo único : S/. 15,000
- Tiempo unitario : 0.54 minutos / unidad
- % defectuosos : 0.5%

Luego de la comparación desarrollada, queda claro que la opción de envasado con atmósfera controlada es la mejor opción a considerar, desde el punto de vista operativo y económico

A continuación, de muestra del DAP del proceso mejorado:

Tabla 48: : DAP - Nuevo método para Sub proceso de burbujado

Cursograma analítico			Operario	Material	Equipo				
Diagrama Num. 1	Hoja Num. de	Resumen							
Objeto:		Actividad	Actual	Propuesta	Economía				
Medir los tiempos presentes en los subprocesos de burbujado		Operación 	3						
		Transporte 	0						
Actividad:		Demora 	0						
Burbujado - consiste en retirar las burbujas presentes en el sachet de pasta de ajo para evitar la oxidación del ajo		Almacenamiento 	0						
		Inspección 	1						
Metodo : Actual / Propuesto		Distancia (m)							
Lugar: Planta ubicada en la ciudad del Cusco		Tiempo (hora-hombre)							
Operario (s) :	Ficha Num.	Costos:							
		Mano de obra							
		Materiales							
Compuesto por: 02 operarios	Fecha:	Totales							
Aprobado por:	Fecha:								
		Símbolo							
Descripción	Cantidad	Distancia	Tiempo (min)						Observaciones
Setear máquina	1		0.75	1					
Coger sachet y acomodar bolsa	6		0.45	2					
Iniciar proceso de vacío y sellado	6		0.50	3					Máquina automática
Inspeccionar bolsas	6		1.00		1				
Colocarlas listas para almacenado	1		0.55	4					
Total			3.25	4	1	0	0	0	Se producen 06 unidades

Elaboración propia

3.10.3.2 Reprocesos por peso inapropiado de envases

Para este proceso, dado que nuestro objetivo es lograr reducir la cantidad de productos defectuosos, el análisis de las propuestas de mejora consistirá en implementar instructivos, procedimientos y nuevos métodos de trabajo.

Para ello, se implementará la Lección de un Punto, esta herramienta permitirá realizar una adecuada calibración del equipo dosificador, y lo más importante, podrá ser realizado por cualquier persona que maneje la máquina dosificadora.

Figura 52: Lección de Un Punto de máquina dosificadora

LECCIÓN DE UN SOLO PUNTO (LUP)	
TÍTULO: CALIBRACIÓN DE MÁQUINA DOSIFICADORA	
PRODUCCIÓN	<input type="checkbox"/> 5S <input type="checkbox"/> ORGANIZACIÓN <input type="checkbox"/> CAPACITACIÓN <input type="checkbox"/> MEDIO AMBIENTE <input type="checkbox"/> REDUCCIÓN DE COSTOS <input checked="" type="checkbox"/> CALIDAD <input checked="" type="checkbox"/> MANTENIMIENTO <input type="checkbox"/> SEGURIDAD <input type="checkbox"/> PRODUCTIVIDAD <input type="checkbox"/> SALUD OCUPACIONAL
ENVASADO DE PASTA DE AJO	
<u>LINEAMIENTO PARA CALIBRADO DE MÁQUINA DOSIFICADORA</u>	
<p>Manera Correcta:</p> <p>✓ 1- Mover el pistón hacia la posición indicada en la flecha</p>  <p>✓ 2- Colocar la parte blanca de la perilla en la posición indicada en la flecha</p> 	<p>Manera Incorrecta:</p> <p>✗ 1- El pistón no debe estar sin colocarlo al peso adecuado</p>  <p>✗ 2- Si el botón no está en la posición correcta, no iniciar el trabajo</p> 
Fecha: Elaborado por: Supervisor de Producción Firma:	Fecha: Validado por: Gerente General Firma:

Fuente: Elaboración propia

Además, se implementará un formato de control de calibración de la máquina dosificadora, en la cual se registrará los pesos de las calibraciones realizadas.

La regla para iniciar el proceso es realizar el pesaje de 05 unidades preliminares; si dichas unidades se encuentran dentro del rango mínimo y máximo, se inicia con el proceso; en caso contrario, se realiza nuevamente la prueba.

Figura 53: Formato de registro de pesos de máquina dosificadora

FORMATO DE PRUEBA DE CALIBRACIÓN				
FECHA: _____		RESPONSABLE: _____		
SE DEBERÁ REALIZAR 05 PRUEBAS ANTES DE INICIAR EL PROCESO DE EMPACADO, EN CASO QUE UNA DE LAS MUESTRAS NO SE ENCUENTRE DENTRO DE LOS RANGOS, DEBERÁ REVISARSE LA CALIBRACIÓN DE LA MÁQUINA Y HACER LAS 05 PRUEBAS NUEVAMENTE				
NUMERO DE PRUEBA	PESO REGISTRADO	PESO MINIMO	PESO MÁXIMO	¿PRUEBA DENTRO DEL RANGO?
PRUEBA 1		222	228	
PRUEBA 2		222	228	
PRUEBA 3		222	228	
PRUEBA 4		222	228	
PRUEBA 5		222	228	
PRUEBA 6		222	228	
PRUEBA 7		222	228	
PRUEBA 8		222	228	
PRUEBA 9		222	228	
PRUEBA 10		222	228	
PRUEBA 11		222	228	
PRUEBA 12		222	228	
PRUEBA 13		222	228	
PRUEBA 14		222	228	
PRUEBA 15		222	228	
_____ FIRMA DEL RESPONSABLE / DNI				PÁGINA _____

Fuente: Elaboración propia

Además de estos controles, se implementará un nuevo diseño de puesto de trabajo, el cual se mostrará en la etapa de implementación.

3.10.4 Implementación

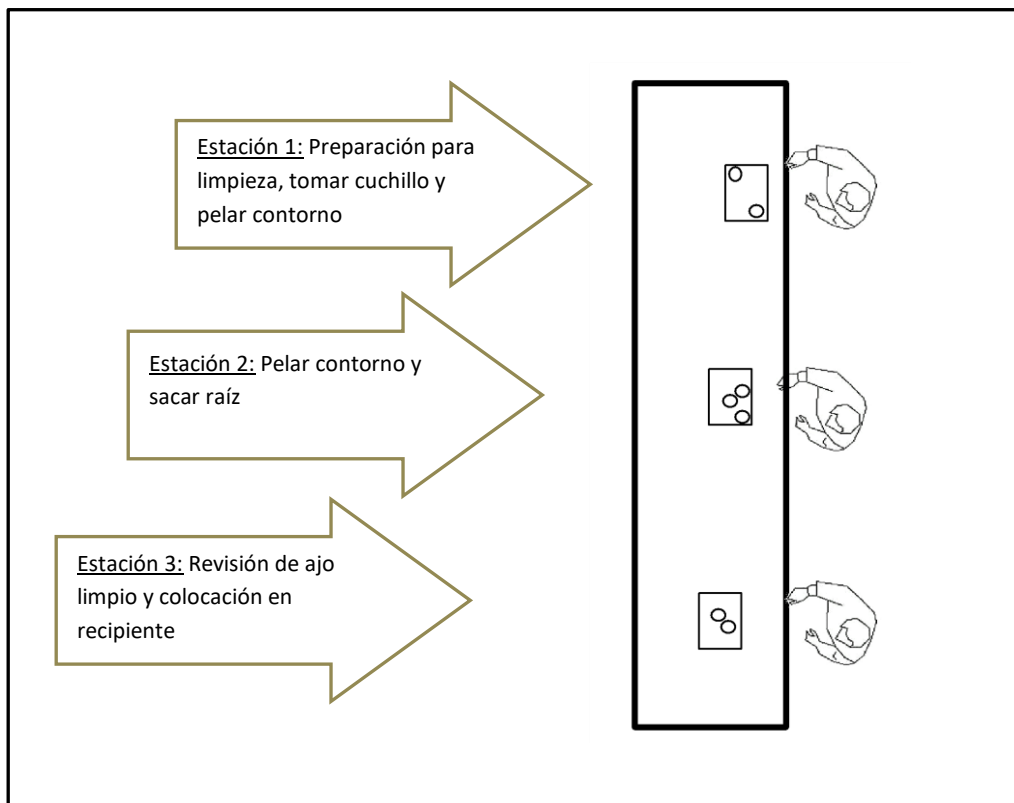
En esta etapa, se mostrarán las implementaciones que se realizarán para cada problema detectado; así mostraremos, por ejemplo:

3.10.4.1 Demora entre proceso:

Para este problema se implementará nuevas estaciones de trabajo para los siguientes procesos:

- a) **Proceso de limpieza y selección de materia prima:** Se implementará una línea balanceada con 03 operarios que realizarán diferentes actividades cuidadosamente especificadas.

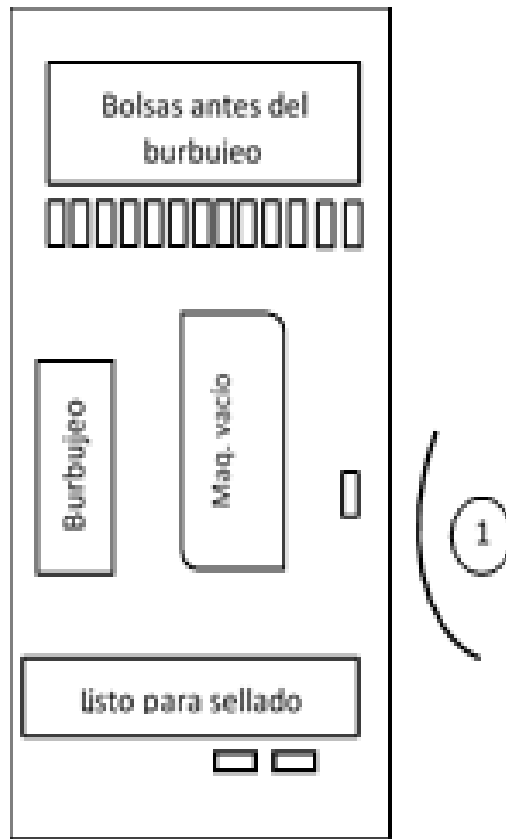
Figura 54: Nuevo módulo de trabajo de limpieza y selección de materia prima



Fuente: Elaboración propia

- b) **Proceso de Burbujeo:** Se implementará la máquina de vacío y de sellado automático, y solo será necesario una persona.

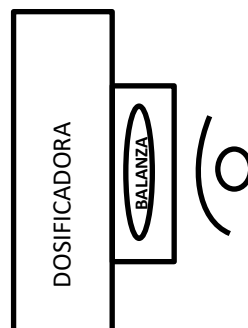
Figura 55: Nuevo módulo de trabajo de burbujeo



Fuente: Elaboración propia

- c) **Proceso de Envasado:** Para este proceso, específicamente para lo concerniente al llenado de pasta en los envases, además de las implementaciones que se pueden mostrar en las figuras 54 y 55, se implementará esta nueva disposición de puesto de trabajo.

Figura 56: Nuevo módulo de trabajo de envasado



Fuente: Elaboración propia

El principal cambio en la estación es la colocación de una balanza, como parte de la misma máquina, de forma que el llenado y el pesado se realicen de forma simultánea,

ahorrando el tiempo de traslado y de pesado de cada bolsa, el cual antes de hacía por separado.

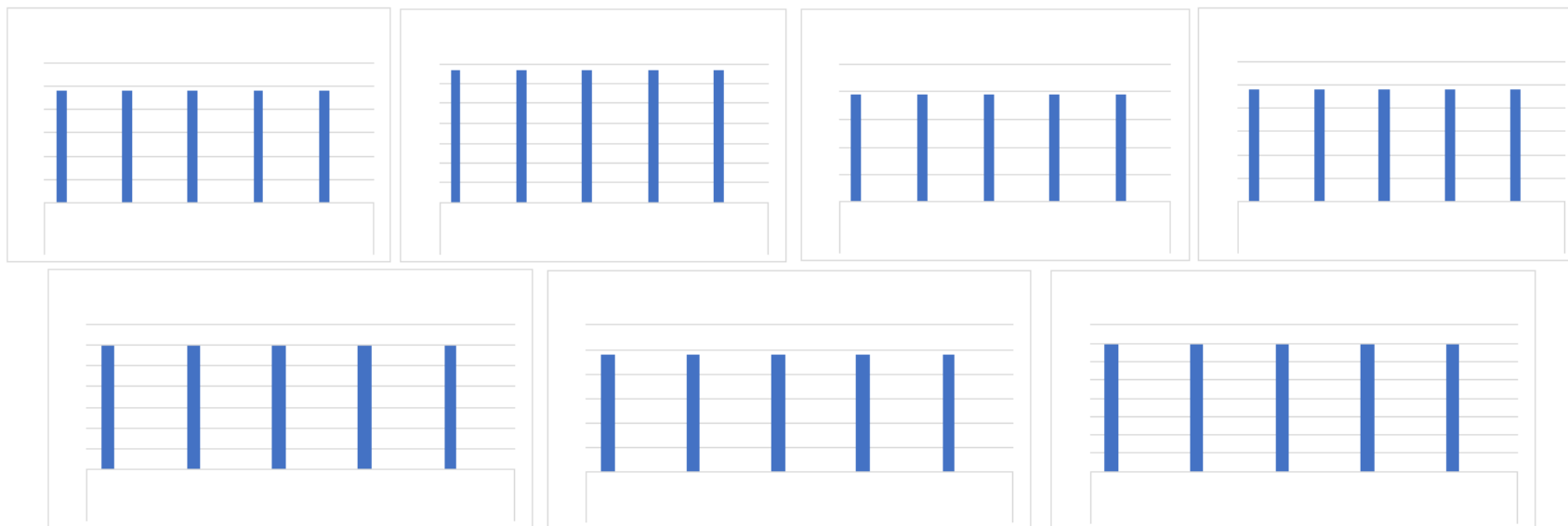
3.10.5 Control

Para la etapa de control, se implementarán los siguientes indicadores:

- **Indicador de cumplimiento de capacidad diaria promedio:** Con este indicador se busca medir el nivel de cumplimiento de la utilización de la capacidad planificada versus la capacidad real, en el Tabla 49 se puede mostrar el formato de indicador a implementar
- **Indicador de control de producto No Conforme:** Con este indicador, se desea medir el nivel de reducción de producto no conforme de unidades de pasta de ajo; además, permite hacer seguimiento a los indicadores de capacidad de proceso, estos indicadores se pueden observar en el tabla 50

Tabla 49: Indicador de cumplimiento de capacidad diaria promedio

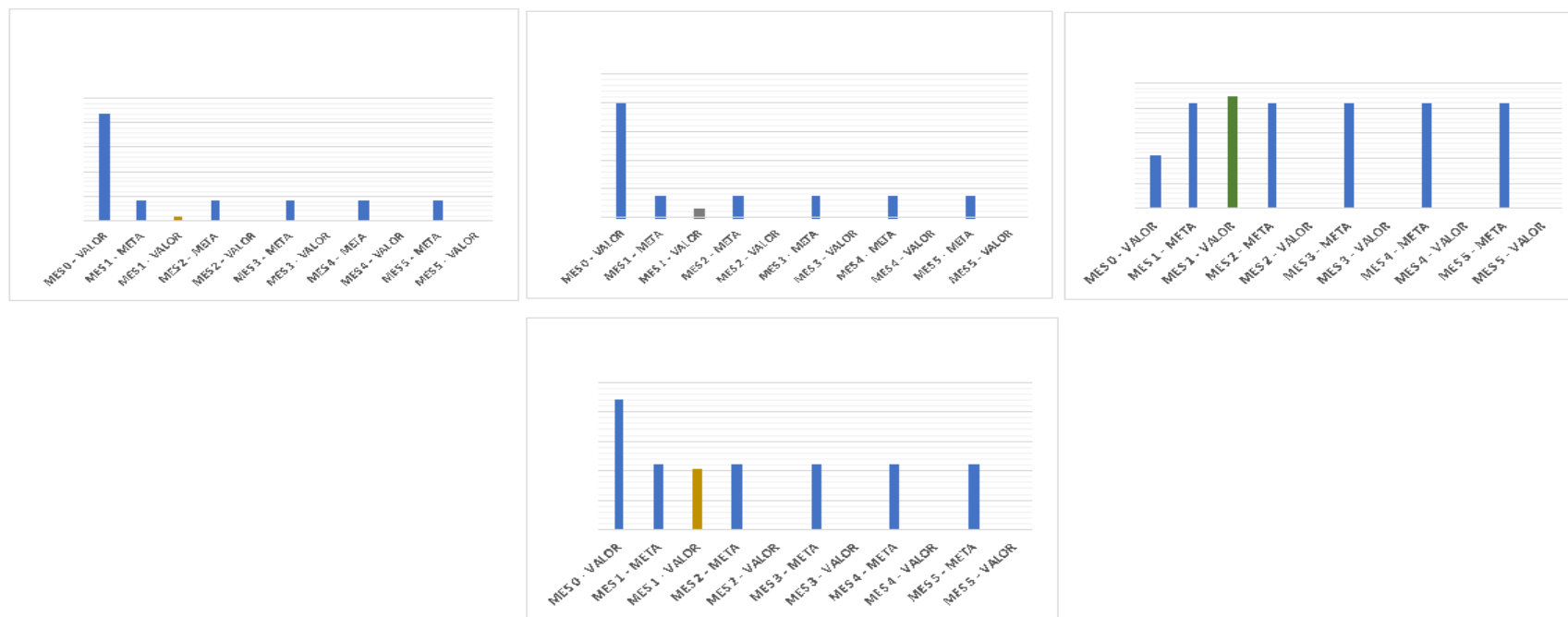
INDICADORES DE CUMPLIMIENTO - RATIO HORARIO PROMEDIO



NUM. PROCESOS	PROCESOS	RATIO HORARIO PROMEDIO POR DÍA - SEMANA 1									
		DIA 1 - META	DIA 1 - VALOR	DIA 2 - META	DIA 2 - VALOR	DIA 3 - META	DIA 3 - VALOR	DIA 4 - META	DIA 4 - VALOR	DIA 5 - META	DIA 5 - VALOR
PROCESO 1	Limp. Y Selec. De M.P	96		96		96		96		96	
PROCESO 2	Desinfección	133.33		133.33		133.33		133.33		133.33	
PROCESO 3	Molienda	194.67		194.67		194.67		194.67		194.67	
PROCESO 4	Pasteurizado	96		96		96		96		96	
PROCESO 5	Envasado	120		120		120		120		120	
PROCESO 6	Burbujeado	96		96		96		96		96	
PROCESO 7	Empacado	349.2		349.2		349.2		349.2		349.2	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 50: Indicador de control de producto no conforme



PROCESO A MEDIR	RATIO HORARIO PROMEDIO POR DÍA - SEMANA 1										
	MES 0 - VALOR	MES 1 - META	MES 1 - VALOR	MES 2 - META	MES 2 - VALOR	MES 3 - META	MES 3 - VALOR	MES 4 - META	MES 4 - VALOR	MES 5 - META	MES 5 - VALOR
SACHETS DEBAJO DEL LÍMITE SUPERIOR	880	176	32	176		176		176		176	
SACHETS ENCIMA DEL LIMITE SUPERIOR	797	159.4	71	159.4		159.4		159.4		159.4	
DESV. ESTÁNDAR	4.41	2.205	2.06	2.205		2.205		2.205		2.205	
Cpk	0,21	0,42	0,45	0,42		0,42		0,42		0,42	

Fuente: Elaboración propia

3.10.6 Indicadores que se utilizarán para la implementación del modelo

En la tabla 51, se listan los indicadores a utilizar, así como una breve definición de cada uno de ellos y el valor meta para cada uno. Dichos valores han sido establecidos tomando como referencia la capacidad actual de producción; y considerando que el proceso cuello de botella debe mejorar como mínimo hasta la capacidad que tiene el proceso de pasteurizado (el cual es el tercer proceso menos eficiente)

Tabla 51: Indicador de cumplimiento de capacidad diaria promedio

INDICADOR	DEFINICIÓN	VALOR META
Ratio de capacidad horaria - Limp. y selección de M.P.	Mide la capacidad de producción del proceso de limpieza de M.P	96 unidades / hora
Ratio de capacidad horaria - Molienda	Mide la capacidad de producción del proceso de molienda de la M.P	194.67 unidades / hora
Ratio de capacidad horaria - Pasteurizado	Mide la capacidad de producción del proceso de pasteurizado de la M.P	96 unidades / hora
Ratio de capacidad horaria - Envasado	Mide la capacidad de producción del proceso de envasado de pasta de ajo	120 unidades / hora
Ratio de capacidad horaria - Burbujeo	Mide la capacidad de producción del proceso de burbujeo	96 unidades / hora
Ratio de capacidad horaria - Sellado	Mide la capacidad de producción del proceso de empacado de pasta de ajo	349.2 unidades / hora

Fuente: Elaboración propia

Tabla 52: Indicador de control de producto No Conforme y utilización

INDICADOR	DEFINICIÓN	VALOR META
UNIDADES DEBAJO DEL LIMITE INFERIOR	Cantidad de unidades por debajo del límite inferior de peso	176
UNIDADES ENCIMA DEL LIMITE SUPERIOR	Cantidad de unidades por encima del límite superior de peso	159
DESV. ESTÁNDAR	Variación del peso de las unidades	2.205
CPk	Capacidad del proceso de envasado	0.42

Fuente: Elaboración propia

3.11 Guía de implementación del modelo

3.11.1 Alcance de la guía

La guía de implementación tiene como alcance, por una parte desde la etapa de descripción de la empresa, hasta la etapa de control de las propuestas de mejoras implementadas, pasando por la búsqueda de ratios del sector, descripción de los procesos de la empresa, determinación de los problemas, determinación de las herramientas de mejora y la implementación de estas. Por tal motivo, la presente guía sirve como un modelo a seguir para empresas del rubro de alimentos; en especial para aquellos que están en el negocio de preparación de sazónadores y/o complementos para la preparación de alimentos.

3.11.2 Descripción general de la guía

La guía de implementación está comprendida por los siguientes puntos:

3.11.3 Analizar los niveles de ventas y costos, y la evolución de estas

Como primer paso, siempre es importante iniciar con el análisis de las ventas, dicho análisis debe comprender: estacionalidad, comparaciones entre periodos del mismo año, análisis de tendencias y de regresión.

Para los costos se debe analizar la estructura de costos tomando como referencia el estado de resultados, ya que es de este documento que se obtendrá información de los costos de ventas, ya que es en este ítem en el cual están incluidos los costos de producción. Y es a partir de esta información que se realiza el desglose de los costos involucrados en los procesos productivos

3.11.4 Revisar reclamos de los clientes

Un aspecto importante es la revisión de reclamos realizados por los clientes en cuanto a incumplimiento de sus requisitos de calidad. Para nuestro ejemplo, el principal reclamo provenía del peso de las unidades; ya que, el peso estaba por debajo y por encima de los pesos límites exigidos por el cliente.

3.11.5 Analizar la capacidad del proceso productivo en su conjunto

Para ello, se debe realizar un análisis de cuellos de botella en cada uno de los procesos, para ello, se debe analizar la capacidad de cada uno de estos procesos y convertirlo al equivalente de producto terminado. Para nuestro caso, el equivalente de producto terminado es las unidades de 25 gramos. Convirtiendo la capacidad de producción de cada proceso nos permite tener además de uniformidad de medidas, una mejor comprensión del proceso en su conjunto.

3.11.6 Identificación de problemas

Luego de realizado el análisis de las ventas y los costos, reclamos de clientes, capacidad de los procesos y utilización de las horas disponibles para producción. Se puede empezar a identificar los problemas que se presentan en la organización.

Para ello, es importante agrupar los problemas de acuerdo con el impacto que ocasionan en los procesos productivos, siempre teniendo presente que los principales problemas de operaciones se pueden presentar en diferentes aristas. Para nuestro caso, los principales problemas se concentraban en 03 aristas: capacidad de proceso, utilización de horas productivas y defectos en los pesos de los empaques. Siendo la arista relacionada con la capacidad de problemas el más crítico, y esto se logró determinar haciendo un benchmarking con información del sector.

Para nuestro caso en particular; a simple vista, si bien el tema de producto defectuoso no se asocia directamente con la capacidad de producción, será necesario analizar si la proporción de productos defectuosos le quita capacidad al proceso, al punto de convertirse en un potencial cuello de botella.

Los problemas que se logren desprender después del análisis respectivo deberán mostrarse en un árbol de problemas.

3.11.7 Definición y establecimiento de la meta

A partir del árbol de problemas, se debe establecer la meta que se desea lograr al darle solución a los problemas que se evidencian en el árbol correspondiente.

Para declarar de forma clara y concisa la meta, se recomienda utilizar la siguiente estructura:

Tabla 53: Modelo de declaración de problema

Problema	Declarar el problema de forma numérica, ya que es importante tener dimensionado el problema a solucionar
Equipo de Trabajo	Describir el equipo de trabajo que será responsable del análisis de los problemas, del diseño, la implementación y el seguimiento a las propuestas de mejora
Meta	Establecer numéricamente la meta que se desea alcanzar. Dicha meta deberá plasmarse para cada problema.

Fuente: Elaboración propia

3.11.8 Medición y Análisis de los procesos que influyen en la problemática

Para esta etapa, es necesario realizar un mapeo detallado de cada uno de los procesos y subprocesos involucrados en los problemas identificados, en esta etapa se pueden utilizar los siguientes tipos de diagramas:

- Flujogramas.
- VSM (Value Stream Mapping)
- DOP (Diagrama de operación de procesos)
- DAP (Diagrama de análisis de procesos)
- DAM (Diagrama de actividades múltiples)

Y todas aquellas herramientas que permitan desglosar la información y mostrar datos de forma detallada.

Para la etapa de análisis, con los datos obtenidos en la etapa anterior, se deberá analizar los cuellos de botella y las capacidades a nivel de subproceso e incluso de actividad, para determinar cuáles son las actividades susceptibles de mejora y la forma como se debe diseñar y proponer la oportunidad de mejora correspondiente.

Para el diseño de la oportunidad de mejora, será necesario mostrar cuál sería la nueva situación del proceso a mejorar.

3.11.9 Implementación de las oportunidades de mejora

En esta etapa se debe establecer un plan de implementación de las propuestas, este plan debe incluir la medición del proceso, el registro de estos y mostrar la evolución de la mejora. A través del siguiente diagrama de Gantt se mostrarán las iniciativas a implementar como propuestas de mejora:

Tabla 54: Plan para implementación de iniciativas por proceso

NOMBRE DE ACTIVIDAD	DURACIÓN EN DIAS
PROCESO DE LIMPIEZA Y SELECCIÓN - BALANCE DE LÍNEA	30
Realización de los cálculos necesarios	05
Determinación de la cantidad de estaciones de trabajo necesarias	05
Rediseño del nuevo puesto de trabajo de limpieza y selección	10
Implementación del nuevo puesto de trabajo con la cantidad de estaciones determinadas en el balance de línea	10
PROCESO DE BURBUJEJO - ENVASADO POR ATMÓSFERA CONTROLADA	20
Evaluación de alternativa 1 - incremento de mano de obra	05
Evaluación de alternativa 2 - Adquirir una máquina de burbujeo	05
Implementación de alternativa seleccionada - adquirir la máquina de atmósfera controlada	10
REPROCESO POR PESO INAPROPIADO DE ENVASE - LECCIÓN DE UN PUNTO	28
Diseñar la estructura del procedimiento denominado Lección de un Punto (LUP)	10
Implementación y capacitación del procedimiento denominado Lección de un Punto	10

Fuente: Elaboración propia

Figura 57: Diagrama de Gantt con las propuestas de implementación




Fuente: Elaboración propia

3.11.10 Control y seguimiento a las propuestas implementadas

Con los reportes implementados en la etapa anterior, se analiza el cumplimiento de la meta planteada al inicio del proceso de solución de problemas.

De encontrarse desviaciones en el cumplimiento de la meta, será necesario tomar las medidas correspondientes y plasmarlo en un plan de acciones a realizar.

Tabla 56: Formato de Indicador tasa de no conformes y utilización de mano de obra



PROCESO A MEDIR	RATIO HORARIO PROMEDIO POR DÍA - SEMANA 1											
	MES 0 - VALOR	MES 1 - META	MES 1 - VALOR	MES 2 - META	MES 2 - VALOR	MES 3 - META	MES 3 - VALOR	MES 4 - META	MES 4 - VALOR	MES 5 - META	MES 5 - VALOR	
SACHETS DEBAJO DEL LÍMITE SUPERIOR												
SACHETS ENOJMA DEL LÍMITE SUPERIOR												
DESV. ESTÁNDAR												
CPk												

Fuente: Elaboración propia

3.11.11 Análisis de impactos

El presente proyecto, presenta impactos con los diferentes Stakeholders y otras instituciones; dicho impacto se muestra a continuación:

Tabla 57: Grupos de Interés

GRUPOS DE INTERÉS	RELACIÓN CON EL PROYECTO
ACCIONISTAS	Su principal interés es tener certeza que el proyecto cuente con la viabilidad técnica y económica del proyecto de mejora; dado que, de acuerdo a esta certeza, los accionistas tomarán la decisión de respaldar la ejecución e implementación del mismo. Es necesario precisar que al ser el principal interés de los accionistas incrementar la rentabilidad de la organización, todo proyecto que involucre mejora de procesos y con un positivo impacto económico será respaldado por los accionistas
CLIENTES	El principal beneficio de los clientes será el de poder contar con la pasta de ajo de forma oportuna y sin grumos; el cual resta tiempo de vida útil al producto.
PROVEEDORES	El interés que tienen los proveedores es contar con las solicitudes de compra de forma oportuna, para poder abastecer de la materia prima con la calidad solicitada por el cliente y de forma oportuna.
TRABAJADORES	Para los trabajadores, el principal beneficio será que tendrán la certeza de entregar un producto de calidad y de laborar en un flujo de producción más controlado y más estable
GOBIERNO	Tiene una relación denominada complementaria positiva, ya que el objetivo del Estado es aumentar la renta que recauda el Estado.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 58: Impactos con los stakeholders

IMPACTOS	RELACIÓN CON EL PROYECTO
Impacto Político – Legal	El proyecto de mejora no guarda ningún tipo de impacto en lo político y legal, dado que la propuesta tiene relación con los procesos internos de la organización.
Impacto Socio - Cultural	El proyecto de mejora tiene un impacto social, en el cual, un cambio en los procedimientos de trabajo traerá consigo adaptarse a un nuevo entorno organizacional en la elaboración de la pasta de ajo
Impacto Tecnológico.	El proyecto de mejora puede ser repotenciado gracias a herramientas tecnológicas, las cuales podrán automatizar los procedimientos relacionados con Lean Six Sigma
Impacto en la ciudadanía	El proyecto de mejora no tiene impacto en la ciudadanía, dado que la propuesta tiene relación con los procesos internos de la organización.

Fuente: Elaboración Propia

Como se observan en las tablas 57 y 58; los impactos que el proyecto afectan a 04 de los 05 stakeholders, y en cuanto a los 04 impactos definidos en la tabla 58; son el cultural y tecnológico los que afectan de forma positiva al proyecto.

3.11.12 Análisis de Riesgos

Para determinar la exposición al riesgo del presente proyecto se desarrollará un Análisis Modal de Fallos y Errores (AMFE), tanto para la fase de pre implementación como post implementación, la misma que analizará básicamente los siguientes criterios:

- Riesgos administrativos
- Riesgos técnicos
- Riesgos operativo

Tabla 59: Cuadro AMEF actual para Análisis de Riesgo de proyecto

INSTRUMENTO DE ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA (AMEF)

¿Qué hace en la realidad el participante clave en el Proceso?	¿Qué fallo(s) puede tener?	Consecuencia del fallo	Impacto del Efecto	¿Por qué puede presentarse el fallo? (ORIGEN)	¿Que tan frecuente puede ocurrir el modo de fallo?	¿Existen alguna manera que detecte la causa con el propósito de que no se presente ese modo de fallo?	Si existe, ¿que tan bueno es?	Ponderaciones multiplicadas de la severidad, ocurrencia y detectabilidad
---	----------------------------	------------------------	--------------------	---	--	---	-------------------------------	--

COMPONENTES	MODO DE FALLO	EFECTO DEL FALLO	SEVERIDAD	-	CAUSA DEL FALLO	OCURRENCIA	CONTROL	DETECTABILIDAD	NUMERO PRIORITARIO DE RIESGO (NPR)		
1	Riesgos administrativos	1.1	Inversión de equipos y tecnología nueva	Disminución de liquidez	6	1.1.1	Mala planificación de ventas	3	Manejo financiero	3	36
						1.1.2	Desmejora de calidad de producto	2	BMP, estándares de producción	3	24
2	Riesgos operativos	1.2	Adecuaciones hechas en el proceso impacta proceso productivo	Disminución de volumen de producción	6	1.2.1	Inadecuada modificación de proceso	4	Plan de intervención /adaptación de proceso	3	72
		1.3	Adecuación de puestos de trabajo	Disminución de volumen de producción	6	1.3.1	Falta de adaptación a cambios organizaciones	4	Manejo de personal	3	72
		1.4	Desabastecimiento de materia prima	falta de insumos para preparación de producto	8	1.4.1	Problemas externos (sequías, inundaciones)	3	Plan de diversificación de proveedores	3	72
		1.5	Crisis económica	Disminución de capacidad adquisitiva	6	1.5.1	Coyuntura política, social	5	-	3	90

Tabla 60: Cuadro AMEF futuro para Análisis de Riesgo de proyecto

INSTRUMENTO DE ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA (AMEF)

¿Qué hace en la realidad el participante clave en el Proceso?	¿Qué fallo(s) puede tener?	Consecuencia del fallo	Impacto del Efecto	¿Por qué puede presentarse el fallo? (ORIGEN)	¿Que tan frecuente puede ocurrir el modo de fallo?	¿Existen alguna manera que detecte la causa con el propósito de que no se presente ese modo de fallo?	Si existe, ¿que tan bueno es?	Ponderaciones multiplicadas de la severidad, ocurrencia y detectabilidad
---	----------------------------	------------------------	--------------------	---	--	---	-------------------------------	--

COMPONENTES	MODO DE FALLO	EFECTO DEL FALLO	SEVERIDAD	-	CAUSA DEL FALLO	OCURRENCIA	CONTROL	DETECTABILIDAD	NUMERO PRIORITARIO DE RIESGO (NPR)	
1	Riesgos técnicos	1.1	Equipos adquiridos no se ajustan a requerimiento de proceso de burbujeado	8	1.1.1	Mala calidad de equipos	3	Comprobar especificaciones técnicas de equipos	3	72
					1.1.2	No se ajusta al requerimiento del proceso	3	Comparar con proceso previo compra	3	72
2	Riesgos administrativos	1.2	Proyecto no tenga retorno de inversión esperado	8	1.2.1	Mala planificación de ventas	3	Seguimiento gestión de ventas	3	72
					1.2.2	Desmejora de calidad de producto	1	BMP, estándares de producción	3	24
3	Riesgos operativos	1.3	Incremento de competencia que impacte en nivel de ventas	6	1.3.1	Inadecuado plan de marketing	5	Revisión anual de plan de marketing	3	90
		1.4	Desabastecimiento de materia prima	8	1.4.1	Problemas externos (sequías, inundaciones)	3	Plan de diversificación de proveedores	3	72
		1.5	Crisis económica	6	1.5.1	Coyuntura política, social	5	-	3	90

Fuente: Elaboración Propia

3.11.13 Consideraciones para la implementación

Las consideraciones para la implementación las podemos dividir en 02 tipos:

- **Estratégicos:** Dentro de este tipo de consideraciones, se encuentra el apoyo de la alta dirección mediante un compromiso en la implementación de las propuestas de solución, el cual se debe manifestar tanto en respaldo al momento de la implementación y a la asignación de recursos financieros para llevarlo a cabo.
- **Operativos:** Para este tipo de consideración, debemos tener en cuenta el nivel de preparación técnica del personal a cargo para llevar a cabo la implementación de las propuestas, para el registro y seguimiento de los indicadores asociados a los procesos a mejorar.

3.12 Presupuesto

A continuación, se muestra el presupuesto detallado para cada problema, el cual ha sido separado por partidas con su respectiva cantidad monetaria a invertir

Tabla 61: Presupuesto de implementación

PARTIDAS	CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN		PRODUCTO NO CONFORME Y EFICIENCIA	TOTAL GENERAL
	BURBUJEO	LIMPIEZA DE M.P	PESO DE SACHET	
MAQUINARIAS	S/ 15,000.00	S/ -	S/ -	S/ 15,000.00
CAPACITACIONES	S/ 12,000.00	S/ 12,000.00	S/ 12,000.00	S/ 36,000.00
FORMATERÍA	S/ 6,250.00	S/ 5,000.00	S/ 7,500.00	S/ 18,750.00
ASESORES	S/ 7,500.00	S/ 7,500.00	S/ 7,500.00	S/ 22,500.00
CONTRATACIÓN DE PERSONAL	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
MOBILIARIO	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00	S/ 2,100.00	S/ 5,100.00
TOTAL DE INVERSIONES	S/ 42,250.00	S/ 26,000.00	S/ 29,100.00	S/ 97,350.00

Fuente: Elaboración Propia

4 CAPITULO IV: VALIDACIÓN DEL MODELO

4.1 Simulación

En esta etapa, lo que se pretende lograr es la validez de las propuestas descritas en el capítulo 3, a fin de conseguir el objetivo planteado en el presente trabajo de investigación.

Para la validación, se ha utilizado el software de simulación ARENA; a continuación, en la tabla 39, se mostrará el modelo de la situación actual, así como los recursos asignados, los tiempos que se han considerado en el proceso y la salida del sistema (expresado en bolsas de pasta de ajo de 225 gramos)

4.1.1 Situación actual

Para la situación actual, se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

Tabla 62: Tiempo en cada proceso situación actual

Process - Basic Process											
	Name	Type	Action	Priority	Resources	Delay Type	Units	Allocation	Value	Std Dev	Report Statistics
1	Limpeza y seleccion	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows	Constant	Minutes	Value Added	7.03	8.878579091	✓
2	Desinfeccion	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows	Constant	Minutes	Value Added	90	0	✓
3	Molienda	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	2 rows	Normal	Minutes	Value Added	59.93	1.665582981	✓
4	Pasteurizacion	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows	Constant	Minutes	Value Added	120.76	2.661933821	✓
5	Burbujeado	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows	Constant	Minutes	Value Added	2.499785354	0.014693491	✓
6	Sellado	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	2 rows	Constant	Seconds	Value Added	24	2	✓

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se mostrarán los recursos asignados al modelo

Tabla 63: Recursos asignados

Resource - Basic Process									
	Name	Type	Capacity	Busy / Hour	Idle / Hour	Per Use	StateSet Name	Failures	Report Statistics
1	Operario 1	Fixed Capacity	2	0.0	0.0	0.0		0 rows	✓
2	Molino	Fixed Capacity	1	0.0	0.0	0.0		0 rows	✓
3	Marmita desinfeccion	Fixed Capacity	1	0.0	0.0	0.0		0 rows	✓
4	Operario 2	Fixed Capacity	2	0.0	0.0	0.0		0 rows	✓
5	Operario 3	Fixed Capacity	3	0.0	0.0	0.0		0 rows	✓
6	Operario 4	Fixed Capacity	4	0.0	0.0	0.0		0 rows	✓
7	Operario 5	Fixed Capacity	2	0.0	0.0	0.0		0 rows	✓
8	Operario 6	Fixed Capacity	2	0.0	0.0	0.0		0 rows	✓

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente, se mostrarán los parámetros que se están considerando para la simulación.

Figura 58: Parámetros de simulación 1

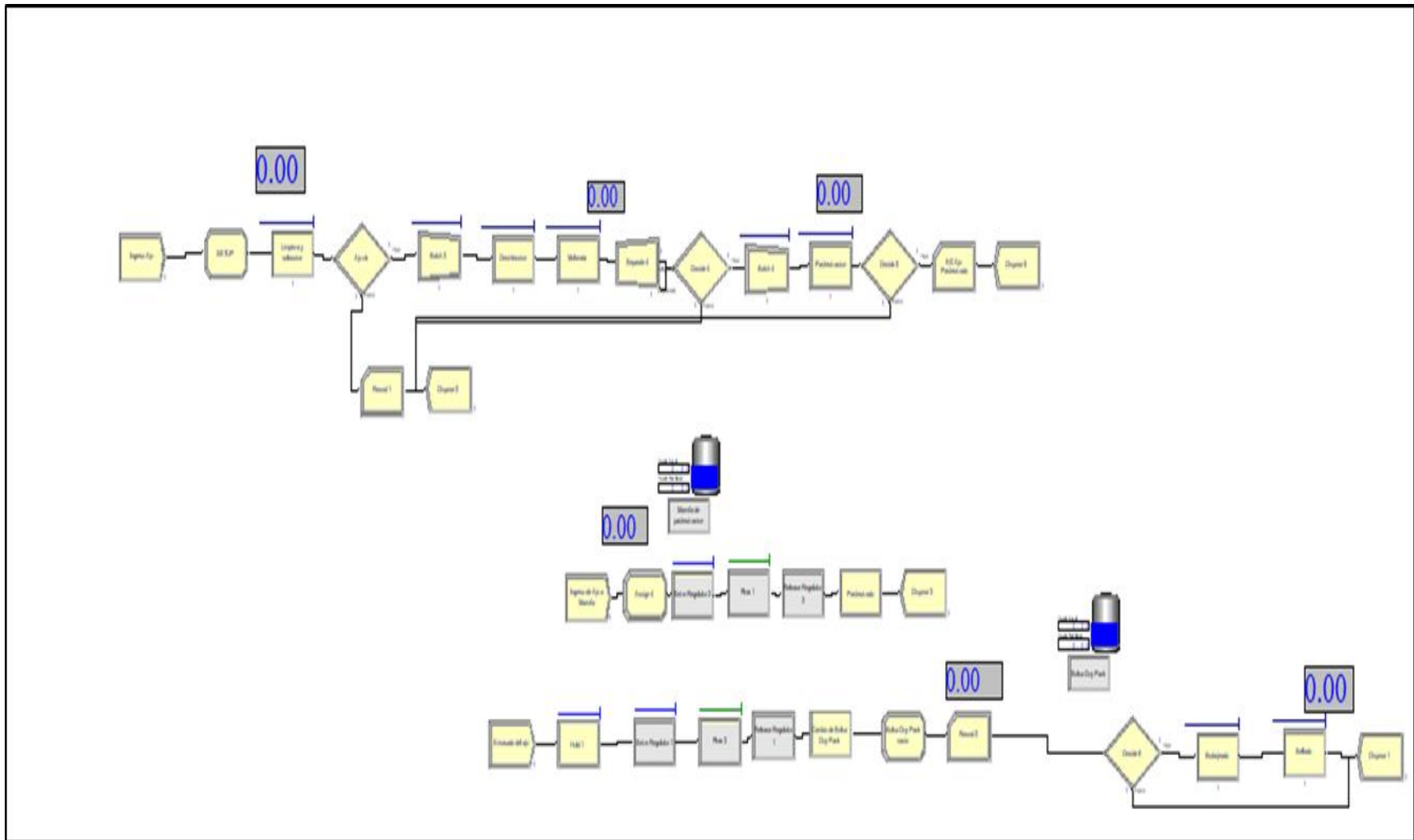
The screenshot shows the 'Run Setup' dialog box with the following settings:

- Number of Replications: 10
- Start Date and Time: sábado, 31 de agosto de 2019 9:50:10 p. m.
- Wam-up Period: 0.0
- Replication Length: 8.33
- Hours Per Day: 8.33
- Base Time Units: Hours
- Terminating Condition: (empty field)
- Initialize Between Replications: Statistics, System

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente, se mostrará el modelo en ARENA de la situación actual.

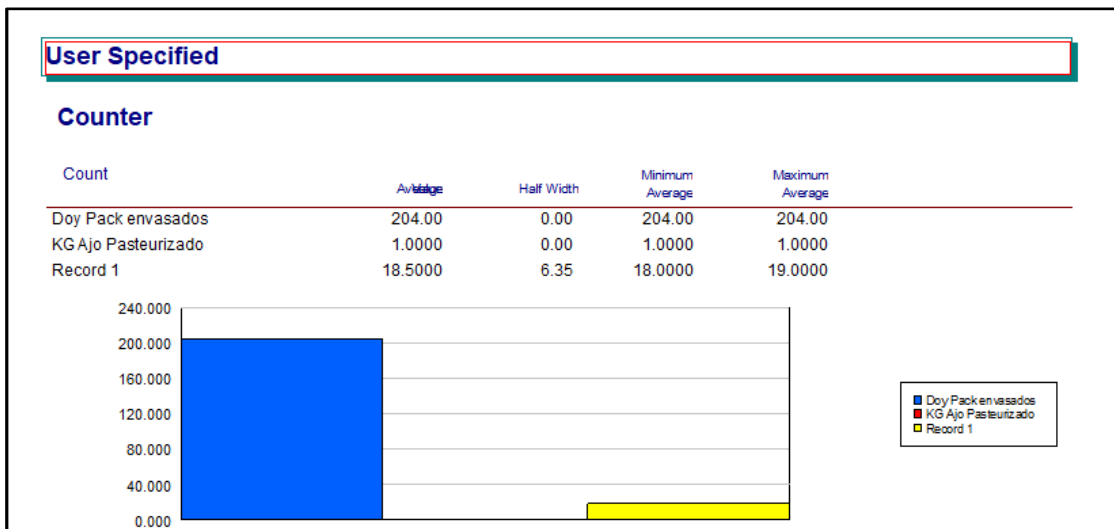
Figura 59: Modelo Arena de la situación actual



Fuente: Elaboración propia

El modelo, una vez realizada la simulación, brinda los siguientes resultados:

Figura 60: Inputs del modelo 1



Fuente: Elaboración propia

En este reporte, podemos observar la cantidad total de envases que salen del sistema, incluso permitiendo tener información acerca de la cantidad de envases que fueron reprocesados. Para la simulación se está considerando como longitud de la réplica un día que son 8.83 horas y se realizan 10 réplicas.

Con esto, podemos constatar la situación actual de la organización, y mediante el reporte de colas, nos podrá dar una señal hacia qué procesos debemos orientar los esfuerzos para diseñar oportunidades de mejora.

Figura 61:Reporte de colas

Time						
Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
	Batch 3.Queue	1.6146	0.72	1.5578	1.6714	0.00
Batch 4.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Burbujeado.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Desinfeccion.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hold 1.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Limpieza y seleccion.Queue	3.3053	0.00	3.3053	3.3053	0.00	6.3188
Molienda.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pasteurizacion.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Seize Regulator 1.Queue	0.9733	@HalfWidth (String)	0.00	0.9733	0.00	1.9479
Sellado.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Other						
Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
	Batch 3.Queue	21.4139	7.32	20.8379	21.9900	0.00
Batch 4.Queue	0.4477	2.07	0.2847	0.6106	0.00	47.0000
Burbujeado.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Desinfeccion.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hold 1.Queue	152.38	0.00	152.38	152.38	0.00	547.00
Limpieza y seleccion.Queue	185.21	0.00	185.21	185.21	0.00	357.00
Molienda.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pasteurizacion.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Seize Regulator 1.Queue	178.41	0.00	178.41	178.41	0.00	230.00
Seize Regulator 2.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sellado.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia

4.1.2 Situación Propuesta

Para la situación actual, se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

Tabla 64: Tiempo en cada proceso situación propuesta

Process - Basic Process											
	Name	Type	Action	Priority	Resources	Delay Type	Units	Allocation	Value	Std Dev	Report Statistics
1	Limpieza y seleccion	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows	Constant	Minutes	Value Added	2.53	8.878579091	✓
2	Desinfeccion	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows	Constant	Minutes	Value Added	90	0	✓
3	Molienda	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	2 rows	Normal	Minutes	Value Added	59.93	1.665582981	✓
4	Pasteurizacion	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows	Constant	Minutes	Value Added	120.76	2.661933821	✓
5	Burbujeo y Sellado	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows	Constant	Minutes	Value Added	0.52	0.014693491	✓

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se mostrarán los recursos asignados al modelo:

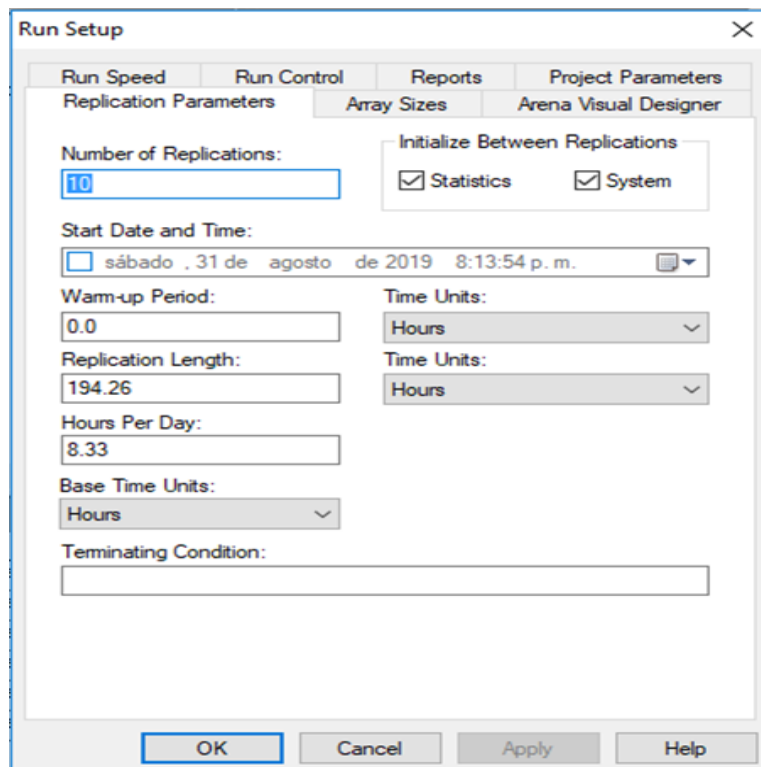
Tabla 65: Recursos asignados

Resource - Basic Process									
	Name	Type	Capacity	Busy / Hour	Idle / Hour	Per Use	StateSet Name	Failures	Report Statistics
1	Operario 1	Fixed Capacity	3	0.0	0.0	0.0		0 rows	✓
2	Molino	Fixed Capacity	1	0.0	0.0	0.0		0 rows	✓
3	Marmita desinfeccion	Fixed Capacity	1	0.0	0.0	0.0		0 rows	✓
4	Operario 2	Fixed Capacity	2	0.0	0.0	0.0		0 rows	✓
5	Operario 3	Fixed Capacity	3	0.0	0.0	0.0		0 rows	✓
6	Maquina Empacadora	Fixed Capacity	6	0.0	0.0	0.0		0 rows	✓
7	Operario 5	Fixed Capacity	2	0.0	0.0	0.0		0 rows	✓
8	Operario 6	Fixed Capacity	2	0.0	0.0	0.0		0 rows	✓

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente, se mostrarán los parámetros que se están considerando para la simulación:

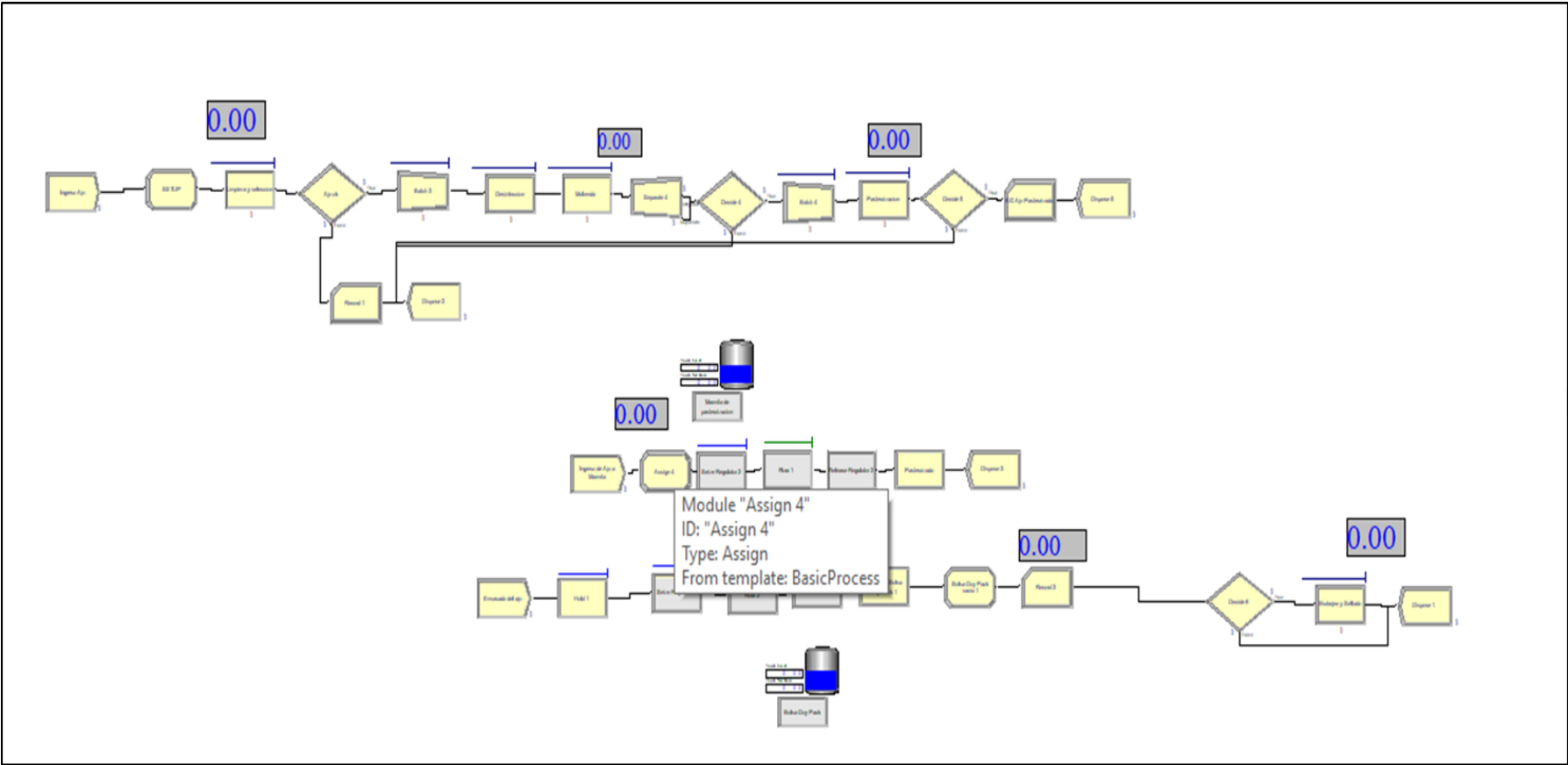
Figura 62: Parámetros de simulación 2



Fuente: Elaboración propia.

Del mismo modo, se mostrará el modelo en ARENA de la situación actual.

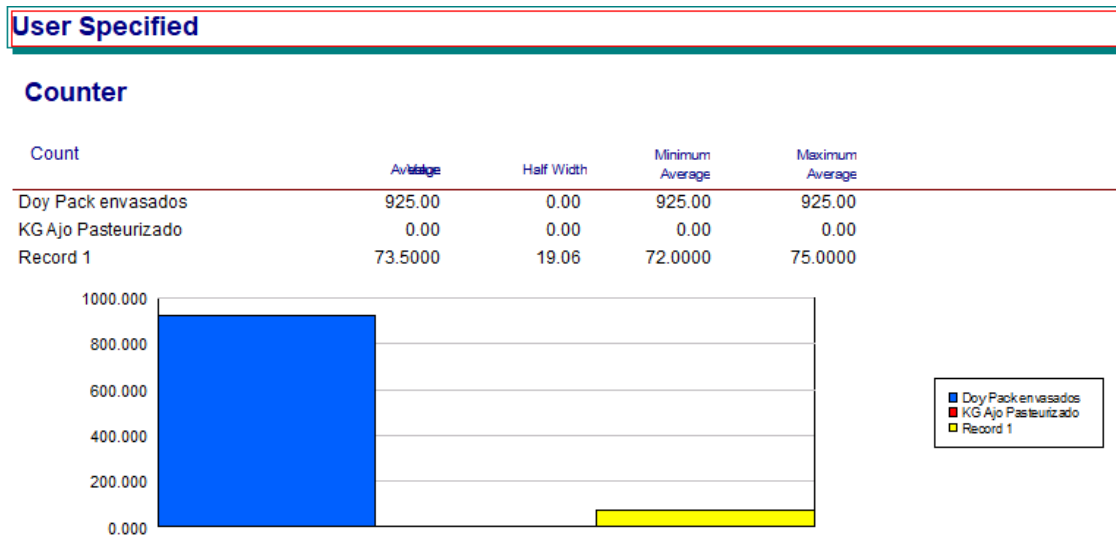
Figura 63: Modelo de la situación propuesta



Fuente: Elaboración propia

El modelo, una vez realizada la simulación, brinda los siguientes resultados:

Figura 64: Inputs del modelo



Fuente: Elaboración propia

En este reporte, podemos observar la cantidad total de envases que salen del sistema, incluso permitiendo tener información acerca de la cantidad de envases que fueron reprocesados. Para la simulación se está considerando como longitud de la réplica un día que son 8.83 horas y se realizan 10 réplicas.

Comparando con el reporte de la figura 60, se nota un considerable incremento de la cantidad de envases que salen del proceso. Preliminarmente se producían 224 envases por día, ahora bajo este nuevo enfoque se tendrían 925 envases por día, lo cual demuestra que las mejoras implementadas han logrado incrementar la salida de productos del proceso productivo.

Con el nuevo reporte de colas, podemos observar que hay mejorar respecto a la situación anterior, tal como se aprecia en la figura 65

Figura 65: Reporte de colas

Queue						
Time						
Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Batch 3.Queue	1.5967	0.09	1.5915	1.6059	0.00	3.2468
Burbujeo y Sellado.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Desinfeccion.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hold 1.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Limpieza y seleccion.Queue	3.1635	0.00	3.1635	3.1635	0.00	6.3068
Molienda.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Seize Regulator 1.Queue	3.7723	0.00	3.7723	3.7723	0.00	7.5415
Seize Regulator 2.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Other						
Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Batch 3.Queue	89.9525	0.66	89.9002	90.0047	0.00	200.00
Batch 4.Queue	62.3415	12.66	61.3451	63.3380	0.00	198.00
Burbujeo y Sellado.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Desinfeccion.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hold 1.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Limpieza y seleccion.Queue	637.83	0.00	637.83	637.83	0.00	1230.00
Molienda.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pasteurizacion.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Seize Regulator 1.Queue	4441.62	0.00	4441.62	4441.62	0.00	8684.00
Seize Regulator 2.Queue	83.8265	0.00	83.8265	83.8265	0.00	199.00

Model Filename: C:\Users\mmoe\Desktop\AKADEMICA\TESIS ALAN IWAKI\Tesis Alan\Situacion Propuesta Page 6 of 10

Fuente: Elaboración propuesta

De los modelos de simulación presentados, podemos concluir que mediante los modelos planteados, se logra mejorar de forma sustancial los desniveles en las capacidades de cada sub procesos productivo, con una inversión aceptable.

4.2 Evaluación Económica

Para esta etapa se seguirá los siguientes pasos:

- Determinación del COK
- Determinación de WACC
- Elaboración de flujo de caja del proyecto para un horizonte de 3 años (frecuencia mensual)
- Determinación del VAN, TIR y B/C para escenario conservador, pesimista y optimista

a. Determinación del COK

Mediante los siguientes datos:

- Rendimiento del mercado EEUU: 11.5%
- T Bond: 5.5%
- Inflación estimada para EEUU: 3%
- Riesgo país Perú: 1.95%
- Inflación promedio Perú: 3.19%

Aplicando fórmula para hallar CAPM:

Nominal:

$$K_e(\text{US}) = (0.055) + (0.75)(0.06)$$

$$K_e(\text{US}) = 0.10 \Rightarrow 10\%$$

Real:

$$R_i = (1 + R_i)(1 + f) - 1$$

$$0.1 = (1 + K_e)(1 + 0.03) - 1$$

$$0.1 = (1 + K_e)(1.03)$$

$$1.06 = 1 + K_e$$

$$K_e = 0.0679 \Rightarrow 6.79\%$$

Agregando riesgo país:

$$K_e(\text{Pe}) = R_e(\text{US}) + \text{RP}$$

$$K_e(\text{Pe}) = 0.0679 + 0.0195$$

$$K_e(\text{Pe}) = 0.0874$$

Agregando inflación:

$$K_e(\text{Pe}) = (1 + 0.0874)(1 + 0.0319) - 1$$

$$K_e(\text{Pe}) = (1.0874)(1.0319) - 1$$

$$K_e(\text{Pe}) = 0.122$$

$$K_e(\text{Pe}) = \mathbf{12.2\%}$$

b. Determinación de WACC

Mediante la fórmula

$$\text{WACC} = K_d(1-t) \left(\frac{D}{C+D}\right) + K_e\left(\frac{C}{C+D}\right)$$

$$\text{WACC} = (0.28)(1-0.3)(0.7) + (0.122)(0.3)$$

$$\text{WACC} = (0.1372) + (0.0366)$$

$$\text{WACC} = 0.1738 \Rightarrow \mathbf{17.38\%}$$

Tabla 66: Flujo de caja – Escenario Conservador

Flujo de Caja – Datos Escenario 1
--

Inversión inicial	S/97,350.00
Producción (und)	223787
Precio unitario	S/5.50
Costo unitario	S/5.05
Venta Anual	S/1,230,828.50
Costo Anual	S/1,130,124.35
Periodo en años	3
WACC	17.38%

Periodo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
Ingresos		S/1,230,828.50	S/1,230,828.50	S/1,230,828.50
Costos		S/1,130,124.35	S/1,130,124.35	S/1,130,124.35
Inversión	S/97,350.00			
F.E.O.	-S/97,350.00	S/100,704.15	S/100,704.15	S/100,704.15

VAN	S/123,801.50
TIR	88%
B/C	S/1.05

VNA ingresos: S/2,702,962.77
 VNA costos: S/2,481,811.27
 VNA costos + inversión: S/2,579,161.27

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 67: Flujo de caja – Escenario Pesimista

Flujo de Caja – Datos Escenario 2
--

Inversión inicial	S/97,350.00
Producción (und)	201408
Precio unitario	S/5.50
Costo unitario	S/5.05
Venta Anual	S/1,107,744.00
Costo Anual	S/1,017,110.40
Periodo en años	3
WACC	17.38%

Periodo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
Ingresos		S/1,107,744.00	S/1,107,744.00	S/1,107,744.00
Costos		S/1,017,110.40	S/1,017,110.40	S/1,017,110.40
Inversión	S/97,350.00			
F.E.O.	-S/97,350.00	S/90,633.60	S/90,633.60	S/90,633.60

VAN	S/101,686.05
TIR	76%
B/C	S/1.04

VNA ingresos	S/2,432,662.87
VNA costos	S/2,233,626.81
VNA costos + inversión	S/2,330,976.81

Tabla 68: Flujo de caja – Escenario Optimista

Flujo de Caja – Escenario 3

Inversión inicial	S/97,350.00
Producción (und)	246165
Precio unitario	S/5.50
Costo unitario	S/5.05
Venta Anual	S/1,353,907.50
Costo Anual	S/1,243,133.25
Periodo en años	3
WACC	17.38%

Periodo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
Ingresos		S/1,353,907.50	S/1,353,907.50	S/1,353,907.50
Costos		S/1,243,133.25	S/1,243,133.25	S/1,243,133.25
Inversión	S/97,350.00			
F.E.O.	-S/97,350.00	S/110,774.25	S/110,774.25	S/110,774.25

VAN	S/145,915.96
TIR	99%
B/C	S/1.05

VNA ingresos	S/2,973,250.59
VNA costos	S/2,729,984.63
VNA costos + inversión	S/2,827,334.63

5 CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Luego de realizar el presente proyecto de tesis, se concluye:

- Según los análisis financieros de la empresa, el año 2017 cerró con una rentabilidad de 14.3%, el 2018 con 11% y el 2019 con 7.95%. Según proyecciones, en caso no mejorar la eficiencia de los procesos de la empresa, hacia el año 2022 estaría comenzando tener rentabilidad negativa, con lo que muy posiblemente estaría destinada al fracaso.
- Se ha calculado que la empresa tiene una brecha en la eficiencia de sus procesos de 46%, dado que el sector muestra un valor de 56%, en comparación de la empresa que arroja resultados de 10%
- Se evidencian 02 procesos cuellos de botella que se encuentran aproximadamente 75% por debajo del promedio de producción de los demás sub procesos. Dichos procesos son: Limpieza y selección de materia primera y burbujeado de envases.
- El impacto de la empresa por demora entre proceso o procesos cuello de botella, se calcula en unos S./65,000; de la misma forma, por el lado de reprocesos, el impacto calculado asciende a S./11.000, sumados un total de S./76,000 que la empresa deja de ganar.
- Las propuestas de solución que ayudarían a resolver los problemas identificados en la empresa son: Control Estadísticos de Procesos y Lean Six Sigma. Dichas metodologías son las utilizadas en los estudios “Implementación de Lean Six Sigma en una MYPE procesadora de alimentos” y “Determinantes y barreras para la implementación de Lean en PYMES productoras de alimentos”, ambos de DORA; KUMAR & GELLYNCK, obteniendo resultados satisfactorios.
- Para el caso de la demora entre procesos, principalmente para el proceso de limpieza y selección de materia prima, se propone realizar un balance de línea, con lo que se alcanzaría un ratio de productividad mayor a 96 und/hr.
- Para el caso del sub proceso de burbujeo, se propone la implementación de un equipo de envasado con atmósfera modificada, con lo que ratio de productividad de este sub proceso pasaría de 45 und/hr a 110/und/hr, con lo que estaría incrementado su productividad en 140% aproximadamente
- Para el caso del sub proceso de limpieza y selección de materia prima, aplicando un balance de línea se pasó de tener un ratio de productividad de 34.66 und/hora

a 99.94 und/hora, con lo que estaría incrementando su productividad en alrededor de 200% aproximadamente.

- Para el caso del sub proceso de envasado, se ha aplicado la estandarización de procesos como herramienta para corregir los casos de variabilidad en el peso de los envases mediante la utilización de un formato de Lección de Un Punto, además de registros de control.
- Se ha realizado una simulación de sistemas mediante el software ARENA, ingresando los parámetros actuales y los que se proponen implementar, con lo que producción pasaría de producir 224 unidades por día, a 925 unidades por día, con lo que se demostraría la efectividad de la propuesta de mejora a implementar.
- Con respecto al análisis económico, la inversión total de las mejoras propuestas asciende a S./97,350.00. Se ha elaborado un flujo de caja para los siguientes tres años. Así mismo, y dado que la inversión vendrá en un 70% del sistema financiero mediante un préstamo, y el 30% restante en función a una inversión de la empresa, se considerado un WACC de 17.38%.
- A fin de evaluar el desempeño del proyecto, se realizará la evaluación para 03 años, considerando tres escenarios: conservador, optimista y pesimista.
- Evaluando el escenario conservador, se tiene un Valor Presente Neto (VAN) de S./123,801.50, una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 88% y un valor Beneficio/Costo de S./1.05, por lo que, en este escenario, el proyecto generaría valor.
- Evaluando el escenario pesimista, se tiene un Valor Presente Neto (VAN) de S./101,686.05, una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 76% y un valor Beneficio/Costo de S./1.04, por lo que, en este escenario, el proyecto también generaría valor.
- Evaluando el escenario optimista, se tiene un Valor Presente Neto (VAN) de S./145,915.96 una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 99% y un valor Beneficio/Costo de S./1.05, por lo que, en este escenario, el proyecto también generaría valor.

5.2 Recomendaciones

Las recomendaciones que emanan de las conclusiones respectivas son las siguientes:

- Implementar las mejoras establecidas en la presente tesis, con la finalidad de revertir los problemas detectados en los procesos y elevar el nivel de productividad de la empresa, con lo que se revertirá los problemas de disminución de la rentabilidad
- Apoyar este plan de mejoras en la producción, con un plan de marketing adecuado, que eleve los porcentajes de venta del producto.
- Implementar la metodologías Lean Six Sigma utilizadas en la presente tesis, como herramientas para la mejora continua de los procesos de la empresa.
- Continuar con el mapeo de los procesos productivos realizados, y mantenerlos actualizados, para contar con información detallada de los posibles “cuellos de botella” del proceso productivo y detectar constantemente oportunidades de mejora.
- Orientar el diagnóstico de los productos defectuosos hacia un análisis con un enfoque estadístico, el cual permitirá tomar decisiones sustentadas para las oportunidades de mejora
- Con los indicadores propuestos, realizar un seguimiento semanal de los mismos para detectar desviaciones oportunas del proceso y corregirlas de forma inmediata

6 BIBLIOGRAFÍA

- Adikorley, R., Rothenberg, L., & Guillory, A. (2017). Lean Six Sigma applications in the textile industry: a case study. *International Journal of Lean Six Sigma*, 210-224.
- Alexander, P., Antony, J., & Rodgers, B. (2019). Lean Six Sigma for small- and medium sized manufacturing enterprises: a systematic review. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 36(3), 378–397.
<https://doi.org/10.1108/ijqrm03-2018-0074>
- ANDINA agencia peruana de noticias. (12 de Octubre de 2014). <https://andina.pe>. Obtenido de <https://andina.pe>: <https://andina.pe/agencia/noticia-minsa-publicara-este-mes-reglamento-ley-alimentacion-saludable-527193.aspx>
- B., Z. K. (2005). *Manual de Ingeniería Industrial de Maynard*. Mexico: McGraw-Hill.
- Borges Lopes, R., Freitas, F., & Sousa, I. (2015). Application of Lean Manufacturing Tools in the Food and Beverage Industries. *Journal of Technology Management and Innovation*, 120-130.
- CRUELLES RUIZ, J. A. (2013). *Ingeniería Industrial, Métodos de Trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y a la mejora continua*. México: Alfaomega.
- DELGADO MUNEVAR, WILLIAM (2019) Eficiencia técnica de las empresas manufactureras en Colombia. *Revista de Ciencias Sociales y Económicas. Universidad de Zulia*, 74 -80
- DIARIO EL PERUANO. (13 de Marzo de 2019). <https://elperuano.pe>. Obtenido de <https://elperuano.pe>: <https://elperuano.pe/noticia-proyectan-que-industria-alimentaria-crecio-17-2018-75219.aspx>
- DIARIO OFICIAL EL PERUANO. (2017). <https://busquedas.elperuano.pe>. Obtenido de <https://busquedas.elperuano.pe>: <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-aprueba-el-reglamento-de-la-ley-n-30021-decreto-supremo-n-017-2017-sa-1534348-4/>
- Dora, M. G. (2016). Application of lean practices in small and medium-sized food enterprises. *British Food Journal*, 125-141.
- Dora, M., & Gellynck, X. (2015). Lean Six Sigma Implementation in a Food Processing SME: A Case Study. *Quality and Reliability Engineering International* , 1151–1159.
- DORA, M., KUMAR, M., & GELLYNCK, X. (2015). House of Lean for food processing SMEs. *Trends in Food Science & Technology*, 272-281.
- DORA, M., KUMAR, M., & GELLYNCK, X. (2017). Determinants and barriers to lean implementation in food-processing SMEs – a multiple case analysis. *Production Planning & Control*, 1-23

- DUN & BRADSTREET (2018) Economic Analysis N° 3 – Boletín de Alimentos y Bebidas Perú (Consulta: 10 de mayo de 2019) (<https://www.cialdnb.com/pt-br/perspectiva/pt-br-economic-analysis/food-and-beverages/peru/>)
- ECOLEX. (2017). <https://www.ecolex.org>. Obtenido de <https://www.ecolex.org/https://www.ecolex.org/details/legislation/decreto-supremo-no-017-2017-sa-reglamento-de-la-ley-no-30021-ley-de-promocion-de-la-alimentacion-saludable-para-ninos-ninas-y-adolescentes-lex-faoc171696>
- Edgar, A. (2017). La desaparición de las microempresas en el Perú. Una aproximación a los factores que predisponen a su mortalidad. Caso del Cercado de Lima. Economía y Desarrollo. *Economía y Desarrollo*, 76-90.
- FAO. (24 de setiembre de 1998). <http://www.fao.org/faolex/>. Obtenido de [http://www.fao.org/faolex/: http://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC014689/](http://www.fao.org/faolex/:http://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC014689/)
- Grudowski, P., Małgorzata, W., & Leseure, E. (2015). Lean Six Sigma in French and Polish small and medium-sized enterprises. The pilot research results. *Key Engineering Materials*, 1-6.
- GUTIERREZ, H. (2020). *Calidad y Productividad*. Mexico: Mc Graw Hill. 5ta edición.
- Hakimi, S., Moji Zahraee, S., & Mohd Rohani, J. (2018). Application of Six Sigma DMAIC methodology in plain yogurt production process. *International Journal of Lean Six Sigma*, 562-578.
- HERNÁNDEZ, E., CAMARGO, Z., & M., y. M. (2015). Impact of 5S on productivity, quality, organizational climate and industrial safety in Caucho Metal LTD. *NGENIARE - Revista Chilena de Ingeniería*, 107-117.
- HERRERA, R., & FONTALVO, T. (2012). *Seis Sigma: Métodos estadísticos y sus aplicaciones*. Mexico: Eumed.
- Hiregoudar, N., & Soragaon, B. (2011). On some aspects of developing an effective model for the implementation of Six Sigma concept in small and medium sized manufacturing enterprises in India. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 42-48.
- JURAN, J., & GRYNA, F. (2005). *Manual de Control de la Calidad*. Barcelona: Reverté.
- Kanawaty, G. (1996). *Introducción al estudio del trabajo*. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo.
- Kanawaty, G. (1996). *Introducción al estudio del trabajo*. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo.
- Krajewski Lee; Ritzman Larry y Malhotra Manoj (2008) Administración de Operaciones - Procesos y cadenas de valor. México: 8° ed. Pearson Educación
- Kumar, V., Mohan, G., & Mohanasundaram, K. (2019). Lean Tool Implementation in the Garment Industry. *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 19-33.
- Lande R. L., M., & Dinesh Seth, S. (2016). Critical success factors for Lean Six Sigma in SMEs (small and medium enterprises). *The TQM Journal*, 613-635.

- Llontop, P. S. F. (2020). Aplicación del Control Estadístico de Procesos para mejorar la calidad. Editorial Academica Espanola.
- Manoj, D., & Gellynck, X. (2015). Lean Six Sigma Implementation in a Food Processing SME: A Case Study. *Quality and Reliability Engineering International*, 1151-1159.
- Marcela Ospina Meneses, S. &. (2008). La atmósfera modificada: una alternativa para la conservación de los alimentos. *Revista Lasallista de Investigación*, 112–123.
- Marquez-Benavides, L., & Baltierra-Trejo, E. (2017). El proceso analítico jerárquico como metodología para seleccionar revistas científicas en el área biotecnológica. *e-Ciencias de la Información*, 21.
- Mejia, S., & Rau, J. (2019). Analysis of improvement for the implementation of Lean Manufacturing Tools in the clothing line of a textile company in Lima. *industry innovation and infrastructure for sustainable cities and communities*, 19.
- MINCETUR. (2016). <https://www.mincetur.gob.pe>. Obtenido de <https://www.mincetur.gob.pe>: https://www.mincetur.gob.pe/wp-content/uploads/documentos/comercio_exterior/eventos/taller181017/3_Oportunidades_Comerciales_enel_Sector_Alimentos_en_EstadosUnidos_PatriciaSuarez.pdf
- MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN (30 de junio de 2017). [https://www.gob.pe/busquedas?contenido\[\]=publicaciones&institucion\[\]=produce&sheet=1&sort_by=none&term=Estudio%20de%20la%20Situaci%C3%B3n%20actual](https://www.gob.pe/busquedas?contenido[]=publicaciones&institucion[]=produce&sheet=1&sort_by=none&term=Estudio%20de%20la%20Situaci%C3%B3n%20actual)
- MINISTERIO DE SALUD. (01 de enero de 2017). <http://www.digesa.minsa.gob.pe>. Obtenido de <http://www.digesa.minsa.gob.pe>: <http://www.digesa.minsa.gob.pe/orientacion/comunicado-haccp.asp>
- Monti Vieira, I., Pacagnella Junior, A., & Amaral Terra, L. (2018). DESAFIOS DO LEAN SEIS SIGMA NA INDUSTRIA DE BEBIDAS. *Iberoamerican Journal of Industrial Engineering*, 35-55.
- Murilo Riyuzo Vendrame Takao, Jason Woldt, & Iris Bento Da Silva. (2017, octubre). Six Sigma methodology advantages for small-and medium-sized enterprises: A case study in the plumbing industry in the United States. <https://doi.org/10.1177/1687814017733248>
- Oliver, J., Oliver, Z., & Chen, C. (2019). Applying lean six sigma to grading process improvement. *International Journal of Lean Six Sigma*, 992-1017.
- Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones. (25 de Mayo de 2015). <https://www.osiptel.gob.pe>. Obtenido de <https://www.osiptel.gob.pe>: <https://www.osiptel.gob.pe/articulo/dt-internet-y-eficiencia-tecnica-mype-peruana>
- Peña Orozco, Diego León; Neira García, Ángela María; Ruiz Grisales, Reynel Alberto Aplicación de técnicas de balanceo de línea para equilibrar las cargas de trabajo en el área de almacenaje de una bodega de almacenamiento Scientia Et Technica, vol. 21, núm. 3, septiembre, 2016, pp. 239-247 Universidad Tecnológica de Pereira Pereira, Colombia.

- Platas Garcia, J. A., & Cervantes Valencia, M. I. (2021). *Gestión Integral de la Calidad: Un Enfoque por Competencias*. Mexico DF: Patria.
- Powell, D., Lundeby, S., Chabada, L., & Dreyer, H. (2017). Lean Six Sigma and environmental sustainability: the case of a Norwegian dairy producer. *International Journal of Lean Six Sigma*, 8(1), 53–64. <https://doi.org/10.1108/ijlss-06-2015-0024>
- Psomas, E., Antony, J., & Bouranta, N. (2018). Assessing Lean adoption in food SMEs: Evidence from Greece. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 35(1), 64–81. <https://doi.org/10.1108/ijqrm-05-2016-0061>
- Qing Hu, R. M. (2015). Lean implementation within SMEs: a literature review. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 980-1012.
- Reijers, H., Mendling, J., La Rosa, M., & Dumas, M. (2020). *Fundamento de Gestión de Procesos de Negocio*. Mexico DF: Ediciones de la U.
- Sánchez Rebull, M. V., Ferrer Rullan, R., Hernández Lara, A. B., & Niñerola, A. (2020). Six Sigma for improving cash flow deficit: a case study in the food can manufacturing industry. *International Journal of Lean Six Sigma*, 23.
- Socconini, L. (2021). *Lean Six Sigma Black Belt. Manual de certificación*. Marge Books.
- SOCIEDAD NACIONAL DE INDUSTRIAS. (10 de Mayo de 2019). <http://www.sni.org.pe>. Obtenido de <http://www.sni.org.pe>: <http://www.sni.org.pe/industria-peruana-cifras/>
- Stankalla, R., Koval, O., & Chrom, F. (2018). A review of critical success factors for the successful implementation of Lean Six Sigma and Six Sigma in manufacturing small and medium sized enterprises. *QUALITY ENGINEERING*, 453 - 468.
- SUNAT. (2019). <http://www.sunat.gob.pe>. Obtenido de <http://www.sunat.gob.pe>: <http://www.sunat.gob.pe/orientacion/mypes/define-microPequenaEmpresa.html>
- Sunder M, V. (2018). A conceptual Lean Six Sigma framework for quality excellence in higher education institutions. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 867-874.
- Vanany, I., Hua Tan, K., Siswanto, N., Arvitrida, N. I., & Pahlawan, F. M. (2020). Halal six sigma framework for defects reduction. *Journal of Islamic Marketing*, 12(4), 776–793. <https://doi.org/10.1108/jima-11-2019-0232>
- VÁSQUEZ, A., CETINA, V., & SAN GERMÁN, D. (2018). <http://search.ebscohost.com>. Obtenido de <http://search.ebscohost.com>: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fap&AN=130702269&lang=es>
- Yasir A., S., & A. Saif, A.-W. (2015). Integration of multivariate statistical process control and engineering process control. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 259-268.