



FACULTAD DE POSGRADO

MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE SNACKS MEDIANTE EL USO
DE HERRAMIENTAS DE GESTIÓN DE CALIDAD TOTAL (TQM)
MONITOREADO A TRAVÉS DE INDICADORES DE CALIDAD,
CASO DE ESTUDIO, EMPRESA DE ALIMENTOS.

Autora

Rocío Fernanda Naranjo Cisneros

Año
2018



FACULTAD DE POSGRADO

MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE SNACKS MEDIANTE EL USO
DE HERRAMIENTAS DE GESTIÓN DE CALIDAD TOTAL (TQM)
MONITOREADO A TRAVÉS DE INDICADORES DE CALIDAD, CASO DE
ESTUDIO, EMPRESA DE ALIMENTOS.

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Magister en Dirección de Operaciones y
Seguridad Industrial

Profesor Guía

Ph.D Claudio Casella

Autora

Rocío Fernanda Naranjo Cisneros

Año

2018

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

"Declaro haber dirigido el trabajo, **Mejora del proceso productivo de snacks mediante el uso de herramientas de Gestión de Calidad Total (TQM) monitoreado a través de indicadores de calidad, caso de estudio, empresa de alimentos**, a través de reuniones periódicas con el estudiante **Rocío Fernanda Naranjo Cisneros**, en el semestre **2018-1**, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".

Claudio Casella

Doctor en Química Pura

C.I. 1755141239

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

"Declaro haber revisado este trabajo, **Mejora del proceso productivo de snacks mediante el uso de herramientas de Gestión de Calidad Total (TQM) monitoreado a través de indicadores de calidad, caso de estudio, empresa de alimentos, de Rocío Fernanda Naranjo Cisneros, en el semestre 2018-1, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación**".

Mauricio Hernán Rojas Dávalos

Magister en Ingeniería Industrial

C.I. 1708880495

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

Rocío Fernanda Naranjo Cisneros

C.I. 1003331558

AGRADECIMIENTOS

A Dios por concederme cada día la oportunidad de luchar por mis sueños. A mi esposo quien con amor me alienta a superar los obstáculos, y está a mi lado para fortalecerme en cada momento de mi vida.

Un especial agradecimiento a mi Tutor por su dedicación y guía en el desarrollo del proyecto de titulación.

DEDICATORIA

Con todo mi amor a mi esposo Juan Carlos, por su apoyo incondicional y por motivarme cada día a alcanzar este sueño.

A mis padres, Fernando y Rocío quienes con su ejemplo nos han demostrado que con esfuerzo y dedicación todo se puede lograr. A mi hermana Lily, por su cariño y compañía en los buenos y malos momentos.

RESUMEN

Título del Proyecto: Mejora del proceso productivo de snacks mediante el uso de herramientas de gestión de calidad total (TQM), monitoreado a través de indicadores de calidad. Caso de estudio, empresa de alimentos.

Contexto del estudio: el presente proyecto plantea la mejora de la calidad en el proceso de fabricación de snacks, mediante la implementación de herramientas de calidad total. Para esto se evalúa la situación actual y se determina la mejora a través de los resultados de los indicadores de capacidad del proceso, nivel aceptable de calidad del producto y costos.

El desarrollo del proyecto se realiza identificando y analizando las causas que generan la variabilidad en los procesos y la no calidad del producto utilizando herramientas de la Gestión de Calidad Total como Ishikawa, Despliegue de la Función de la Calidad (QFD) y Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMEF). Finalmente se implementan los planes de mejora y se estandarizan los procesos y los mecanismos de control para asegurar la sostenibilidad de los resultados.

Resultados obtenidos: como resultados de esta implementación se evidencia una mejora en los indicadores claves de Gestión de la Calidad asociados a: capacidad de los procesos, nivel de calidad del productos y costos de no calidad. El resultado en los índices de capacidad real y potencial a corto y largo plazo, tienen valores mayores a 1, lo que representa procesos estables y adecuados. Respecto a la calidad del producto en sus características de atributos, las cartas de control de rangos variables evidencian que los puntos se encuentran dentro de los límites de control, confirmando la efectividad de las acciones implementadas como resultado del análisis de las causas asignables a las variaciones. Estos resultados han impactado de manera positiva en la disminución de los costos de no calidad, generando un 32% de reducción del desperdicio de producto por tonelada fabricada.

Palabras claves: Gestión de Calidad, Calidad Total, Capacidad de proceso, nivel aceptable de calidad, costos de no calidad.

ABSTRACT

Project title: Improvement of the production process of snacks through the use of total quality (TQM) management tools, monitored through indicators of quality. Case study, food company.

Context of the study: this project is the improvement of the quality in the manufacturing process of snacks, through the implementation of total quality tools. This evaluates the current situation and will determine improvement through the results of the indicators of the process ability, acceptable level of quality of the product and cost.

The development of the project was carried out by identifying and analyzing the causes that generate the variability in processes and not the product quality, applying the Ishikawa Total quality, QFD and FMEA management tools. Finally, the improvement plans are implemented, and processes and control mechanisms are standardized to ensure the sustainability of the results obtained.

Results obtained: as this implementation results are evidence of an improvement in the key indicators of quality management associated a: ability of processes, quality of the products and costs of non-quality. The result in actual and potential capacity in the short and long-term rates, have values greater than 1, which is stable and appropriate processes. Regarding the quality of the product characteristics of attributes, variable ranges control charts demonstrate that the points are within the bounds of control, confirming the effectiveness of the actions implemented as a result of the analysis of assignable causes to variations. These results have impacted positively on the reduction in the cost of non-quality, generating a 32% reduction in product wastage per ton manufactured. Key words: quality management, Total quality, throughput, acceptable quality level,

Key words: Quality management, Total quality, throughput, acceptable level of quality, cost of non-quality.

ÍNDICE

1.	Capítulo I. Introducción.....	1
1.1	Antecedente	1
1.2	Planteamiento del problema.....	2
1.3	Justificación.....	4
1.4	Alcance	4
1.5	Objetivos	6
1.5.1	Objetivo General.....	6
1.5.2	Objetivos Específicos	6
1.6	Planteamiento de la hipótesis.....	7
1.7	Marco metodológico de la investigación	7
2.	Capítulo II. Marco Conceptual	8
2.1	Evolución de la calidad.....	8
2.1.1	Etapas de la inspección	9
2.1.2	Etapas de Aseguramiento de Calidad	9
2.1.3	Etapas de la administración de la Calidad Total	9
2.1.3.1	Administración de los procesos.....	10
2.2	Herramientas de la Gestión de Calidad Total	12
2.2.1	Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMEF).....	12
2.2.1.1	Procedimiento para aplicación de AMEF.....	13
2.2.2	Despliegue funcional de la Calidad (QFD)	18
2.2.2.1	Matriz de relaciones: Casa de la Calidad	19
2.3	Control estadístico de Procesos	21
2.3.1	Capacidad de procesos.....	22

2.3.1.1	Índices de capacidad de procesos	23
2.3.2	Nivel aceptable de Calidad.....	26
2.4	Metodología DMAIC	27
2.4.1	Definir.....	27
2.4.2	Medir.....	28
2.4.3	Analizar.....	29
2.4.4	Mejorar.....	29
2.4.5	Controlar.....	30
3.	Capítulo III. Situación actual.....	31
3.1	Análisis técnico de la situación actual.....	31
3.1.1	Descripción del proceso	32
3.1.1.1	Caracterización del proceso de recepción y almacenamiento... 33	
3.1.1.2	Caracterización del proceso de fraccionamiento.....	34
3.1.1.3	Caracterización del proceso de calentamiento	35
3.1.1.4	Caracterización del proceso de recubrimiento	36
3.1.1.5	Caracterización del proceso de enfriamiento	37
3.1.1.6	Caracterización del proceso de envasado.....	38
3.1.1.7	Caracterización del proceso de empaque	39
3.1.2	Descripción del producto	40
3.1.2.1	Requisitos del producto	40
3.2	DMAIC: Diagnóstico de la situación actual	42
3.2.1	DEFINIR: causas que generan la variabilidad de los procesos y defectos en el producto.	42
3.2.2	MEDIR: Capacidad de los procesos.....	45
3.2.3	MEDIR: Calidad de producto	49

4.	Capitulo IV. Mejora del Proceso	51
4.1	DMAIC: Análisis, mejora y control del proceso	51
4.1.1	ANALIZAR: causas asociadas al problema.....	52
4.1.1.1	Análisis del problema: Ishikawa	53
4.1.1.2	Análisis del modo y efecto de fallas (AMEF)	57
4.1.1.3	Despliegue funcional de la Calidad (QFD)	59
4.1.2	Implementar los planes de acción para la mejora	62
4.1.3	MEJORAR: Capacidad de los procesos.....	65
4.1.4	MEJORAR: Calidad de producto.....	71
4.1.5	CONTROLAR: Procesos para sostener la mejora alcanzada.	73
4.1.5.1	Estandarización de los procesos.....	74
4.1.5.2	Capacitación del personal	74
4.1.5.3	Mecanismos de control y retroalimentación	75
4.2	Análisis financiero después de las mejoras	76
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	79
5.1	Conclusiones.....	79
5.2	Recomendaciones.....	80
	REFERENCIAS.....	82
	ANEXOS	84

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1.	Pareto defectos de atributos	2
Figura 2.	Pareto variabilidad de proceso	3
Figura 3.	Diagrama del proceso de elaboración de snacks, referencia 1	5
Figura 4.	Etapas de evolución de la Calidad.....	8
Figura 5.	Ciclo Deming	11
Figura 6.	Esquema de implementación de AMEF.....	13
Figura 7.	La casa de la Calidad	19
Figura 8.	Representación Capacidad potencial del proceso.....	26
Figura 9.	Etapas fase definir	27
Figura 10.	Etapas fase medir.....	28
Figura 11.	Etapas fase analizar	29
Figura 12.	Etapas fase mejorar.....	30
Figura 13.	Etapas fase controlar.....	31
Figura 14.	Diagrama del proceso de elaboración de snacks	33
Figura 15.	Caracterización Recepción y almacenamiento de materiales	34
Figura 16.	Caracterización Fraccionamiento	35
Figura 17.	Caracterización Calentamiento.....	36
Figura 18.	Caracterización Recubrimiento.....	37
Figura 19.	Caracterización Enfriamiento.....	38
Figura 20.	Caracterización Envasado.....	39
Figura 21.	Caracterización Empaque	40
Figura 22.	Pareto variabilidad de proceso	44
Figura 23.	Pareto defectos de atributos	44
Figura 24.	Especificaciones de producto	45

Figura 25.	Índice de capacidad. Sólidos solubles utilizando Minitab 17	46
Figura 26.	Índice de capacidad. Humedad utilizando Minitab 17	48
Figura 27.	Pareto defectos de atributos	49
Figura 28.	Grafica P atributos, utilizando Minitab17	50
Figura 29.	Grafica X-R, utilizando Minitab17	50
Figura 30.	Ishikawa para análisis de variabilidad de sólidos solubles	54
Figura 31.	Ishikawa para análisis de la variabilidad de humedad	54
Figura 32.	Ishikawa para análisis de defectos en producto	55
Figura 33.	Representacion Matriz QFD	61
Figura 34.	Índice de capacidad. Sólidos solubles utilizando Minitab 17	67
Figura 35.	Carta de control. Sólidos solubles utilizando Minitab17	67
Figura 36.	Índice de capacidad. Humedad utilizando Minitab17	69
Figura 37.	Carta de control. Humedad utilizando Minitab17	70
Figura 38.	Grafica P atributos, utilizando Minitab17	71
Figura 39.	Grafica X-R, utilizando Minitab17	72
Figura 40.	Elementos para el control de los procesos	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Pareto causales costos de no calidad	3
Tabla 2. Proceso productivo referencia 1.....	5
Tabla 3. Criterios para evaluación de severidad	15
Tabla 4. Criterios para evaluación de ocurrencia	16
Tabla 5. Criterios para evaluación de detección.....	17
Tabla 6. Índices de capacidad de proceso	22
Tabla 7. Requisitos bromatológicos.	41
Tabla 8. Requisitos fisicoquímicos Fichas Técnicas	41
Tabla 9. Atributos de producto Fichas Técnicas.....	41
Tabla 10. Metas para índices capacidad de proceso	42
Tabla 11. Metas para Calidad de producto atributos.....	43
Tabla 12. Caracterización del proceso. Sólidos solubles	45
Tabla 13. Índices de capacidad. Variable 1. Sólidos solubles	46
Tabla 14. Caracterización del proceso. Variable 2. Humedad.....	47
Tabla 15. Índices de capacidad. Variable 2. Humedad	47
Tabla 16. Causas principales para variación del proceso	55
Tabla 17. Causas principales para defectos en producto.....	56
Tabla 18. Análisis AMEF. Variabilidad de proceso	57
Tabla 19. Análisis AMEF. Defectos de producto	58
Tabla 20. Tabla de valoración correlaciones	59
Tabla 21. Tabla de representación para interacciones.....	60
Tabla 22. Rangos para definir importancia.....	60
Tabla 23. Acciones de mejora	63

Tabla 24. Resultado de las acciones de mejora N.P.R	64
Tabla 25. Caracterización del proceso. Variable 1. Sólidos solubles	66
Tabla 26. Índices de capacidad. Variable 1. Sólidos solubles	66
Tabla 27. Caracterización del proceso. Variable 2. Humedad.....	68
Tabla 28. Índices de capacidad. Variable 2. Humedad	69
Tabla 29. Metas para Calidad de producto atributos.....	73
Tabla 30. Meta de desperdicio de materiales.....	77
Tabla 31. Resultados de desperdicio	77

1. Capítulo I. Introducción

1.1 Antecedente

El presente trabajo enmarca su fundamento en la mejora continua resultante de la implantación de herramientas de Calidad Total en los procesos productivos de manufactura, enfocadas en garantizar el cumplimiento de los requisitos de calidad exigidos por el consumidor.

En este marco la Gestión de la Calidad Total incorpora consideraciones orientadas directamente al cliente, al mercado y a mejorar el desempeño de los procesos (Gutiérrez, 1999, p.11), permitiendo incrementar el nivel de calidad del producto desde el origen, disminuir los costos asociados a la no calidad, mejorar la productividad con la fabricación de productos que cumplen el nivel de calidad requerido, y generar una cultura de calidad con el fin último y primordial de la satisfacción del cliente. (Cuatrecasas, A. L. 2012).

Bajo este concepto y contemplando que el nivel de calidad de los productos no solo representan un diferencial en la base de la competitividad en el mercado, sino un requisito mínimo para cumplir con la promesa de satisfacción de las expectativas de los consumidores, se debe considerar que producir de manera eficiente no es suficiente, “la producción debe asegurar que los productos o servicios cumplan con los requerimientos del consumidor y esto exige calidad, apalancados en la minimización de los costos y máxima eficiencia, a fin de mejorar la competitividad” (Cuatrecasas, 2000).

En el desarrollo del proyecto además se incorpora la filosofía de la Administración de la Calidad Total y con estos, elementos importantes, enfocados en fortalecer la participación del personal, mejorar los procesos y la satisfacción del cliente de manera que permite a la compañía alcanzar altos niveles de desempeño y productividad.

1.2 Planteamiento del problema

El proceso productivo de la línea de snacks no alcanza los objetivos para las métricas de Gestión de la Calidad de: nivel de calidad del producto, capacidad de los procesos y costos asociados a la calidad.

Estas variables impactan en los indicadores de productividad que están relacionados directamente con la filosofía de administración de una Manufactura esbelta, que exige mantener altos estándares de calidad para los procesos y producto.

A continuación, se muestran los resultados detallados que evidencian la problemática:

- **Nivel de calidad de producto:** defectos en el empaque primario del producto terminado, que impactan en los resultados del nivel aceptable de calidad, obteniendo actualmente valores menores a 99,55%, definido como la meta.

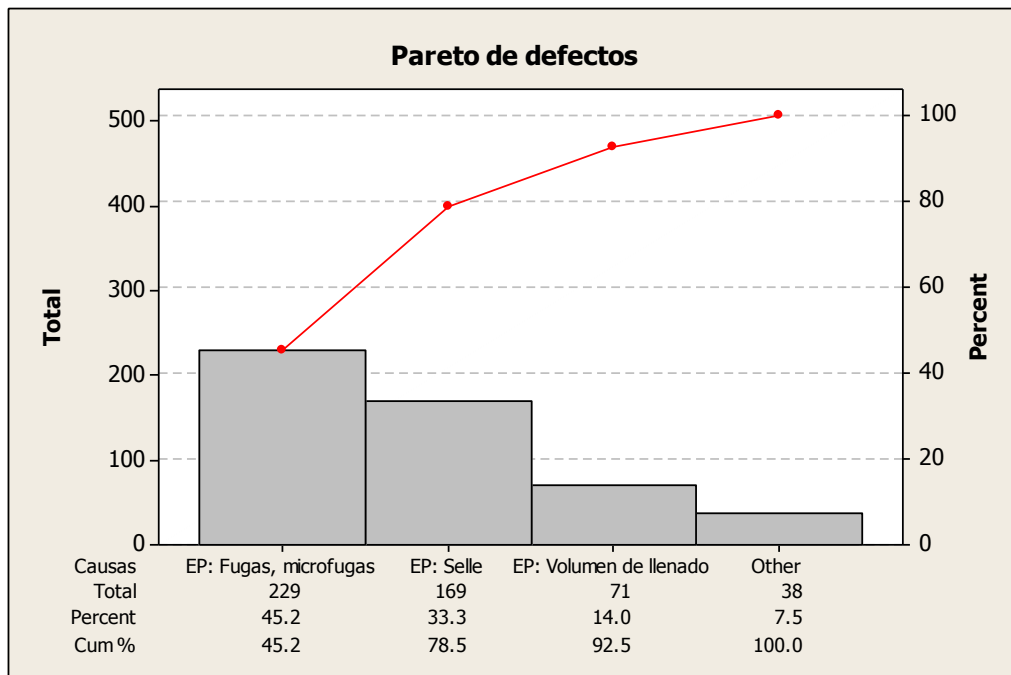


Figura 1. Pareto defectos de atributos

- **Variabilidad de proceso**, se evidencia variabilidad para las características fisicoquímicas de calidad del producto en proceso en sólidos solubles y humedad, con resultados en los índices de capacidad y desempeño real y potencial menores a 1.

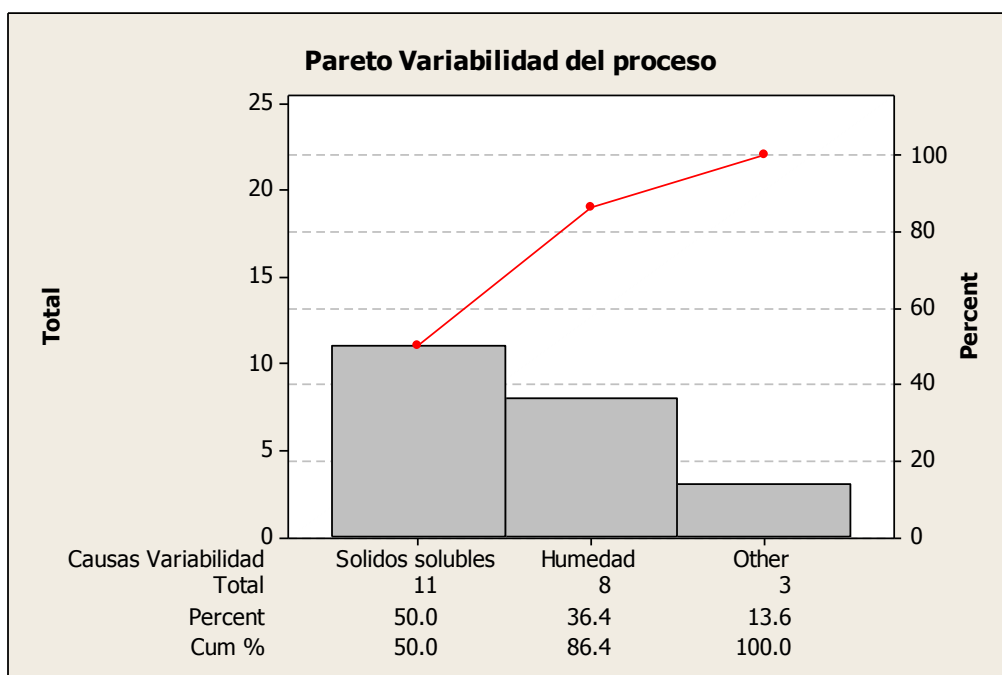


Figura 2. Pareto variabilidad de proceso

- **Costos asociados a la no calidad**, como resultado de la variabilidad del proceso y la no calidad del producto se mantiene un porcentaje de desperdicio y reprocesos fuera de la meta definida, que genera pérdidas de valor para la compañía.

Tabla 1.

Pareto causales costos de no calidad

Causas del desperdicio y reproceso del producto	% Contribución
Variabilidad de proceso: Arranque de línea	26.01%
Defectos de atributos: Fugas y micro fugas	25.64%
Variabilidad de proceso: Operación no estándar	22.61%

Variabilidad de proceso: Preparación pre mezclas	7.37%
Variabilidad de proceso: Final de línea	6.24%
Pruebas y ensayos	4.76%
Mermas por diseño y capacidad de línea	4.00%
Otros	3.38%

1.3 Justificación

La productividad es la base de la competitividad en la industria manufacturera, por tanto, la optimización de procesos operacionales que permitan alcanzar los niveles de producción, calidad y costos, constituyen uno de los principales objetivos de la Gestión de la Calidad Total.

Por esto se plantea la implementación de herramientas asociadas a la filosofía de la Gestión de la Calidad Total y sus herramientas que desde un enfoque preventivo y predictivo permitan actuar oportunamente ante las variaciones y minimizar los impactos de la no calidad en proceso y producto.

Este proyecto mejorara los indicadores asociados a la Gestión de la Calidad en el proceso y producto asegurando la minimización de la variabilidad en los procesos, incrementando el nivel de calidad de producto y reduciendo los costos asociados a la no calidad. En este proceso además se incorporan variables y herramientas de mejoramiento continuo, herramientas asociadas al diseño de procesos y producto, y elementos importantes relacionados con la Administración de la Calidad Total en los procesos productivos.

1.4 Alcance

El presente trabajo tiene alcance a la línea de fabricación de snacks en las etapas detalladas a continuación:

Tabla 2.

Proceso productivo referencia 1.

Proceso	Etapas
Recepción y almacenamiento de materiales	1. Recepción de materia prima y material de empaque, Almacenamiento de materia prima y material de empaque
Proceso productivo primario	2. Fraccionamiento 3. Calentamiento 4. Recubrimiento 5. Enfriamiento
Proceso productivo secundario	6. Envasado 7. Empaque

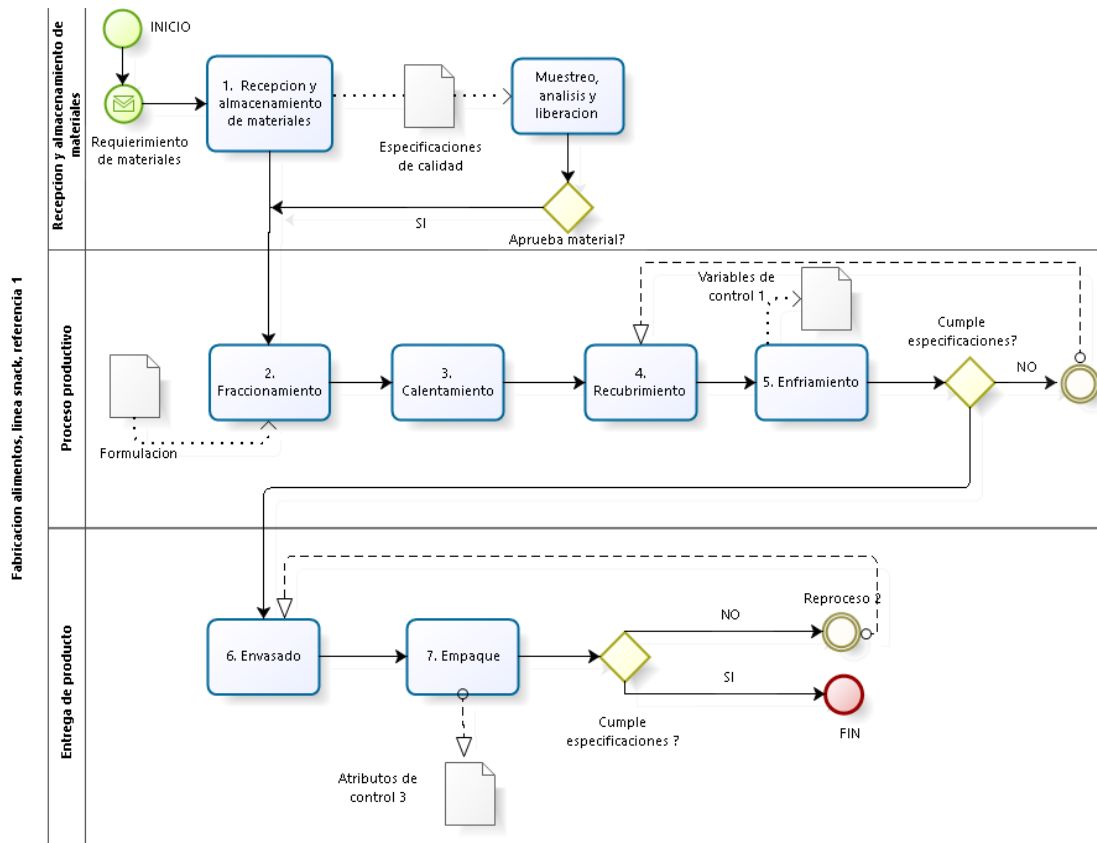


Figura 3. Diagrama del proceso de elaboración de snacks, referencia 1

En el desarrollo del proyecto se realizará el diagnóstico de la situación actual, la identificación y análisis de las causas que generan la variabilidad en los

procesos y la no calidad del producto y se implementará acciones para la mejora del proceso productivo, que permita alcanzar los objetivos de los indicadores de gestión de calidad:

- índices de capacidad del proceso (variables)
- calidad del producto terminado (atributos)
- costos asociados a la no calidad.

Las herramientas de Calidad Total que se utilizará para la fase de diagnóstico, mejora, y seguimiento incluyen el Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMEF), Despliegue de la Función de la Calidad (QFD), y control estadístico de procesos.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Mejorar el proceso productivo de snacks mediante el uso de herramientas de gestión de calidad total (TQM), monitoreado a través de indicadores de calidad. Caso de estudio, empresa de alimentos.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar los procesos actuales aplicando herramientas y metodologías de Calidad Total que permita evaluar el cumplimiento de los requerimientos del consumidor; Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMEF), Despliegue de la Función de la Calidad (QFD).

- Implementar el control estadístico de calidad e identificar las causales que generan variabilidad en el proceso y no calidad de producto.
- Mejorar los resultados de los indicadores de calidad de producto y capacidad de proceso.

1.6 Planteamiento de la hipótesis

Mediante la aplicación de herramientas de Calidad Total mejorará los indicadores claves de Gestión de la Calidad: variabilidad de procesos, no calidad de producto, costos de no calidad de la línea de producción de snacks, que impactan en los resultados de productividad de planta.

1.7 Marco metodológico de la investigación

El desarrollo del trabajo de titulación tiene un enfoque cuantitativo, basado en el estudio exploratorio que involucra el análisis del proceso, estableciendo causas, efectos, e interrelaciones, mediante la aplicación de herramientas de Calidad Total.

Además, se contempla la revisión documental y de fuentes bibliográficas y la recopilación de datos asociados a las variables de estudio en la línea de producción objeto de este proyecto.

2. Capítulo II. Marco Conceptual

2.1 Evolución de la calidad

La necesidad por hacer las cosas de mejor manera, en menor tiempo y a un costo menor generan la evolución de la calidad y su gestión provocando un avance en los conceptos, métodos y alcance de aplicación de la Gestión de la Calidad (Gutierrez, 2009).

Bajo un enfoque cronológico se puede resumir la evolución de la calidad, iniciando desde la revolución industrial con la etapa de la inspección hasta los conceptos actuales asociados a la gestión de la calidad y la filosofía de la Calidad Total y la Excelencia Empresarial.

A continuación, el detalle de cada una de las etapas que contempla la evolución de la calidad y su gestión.

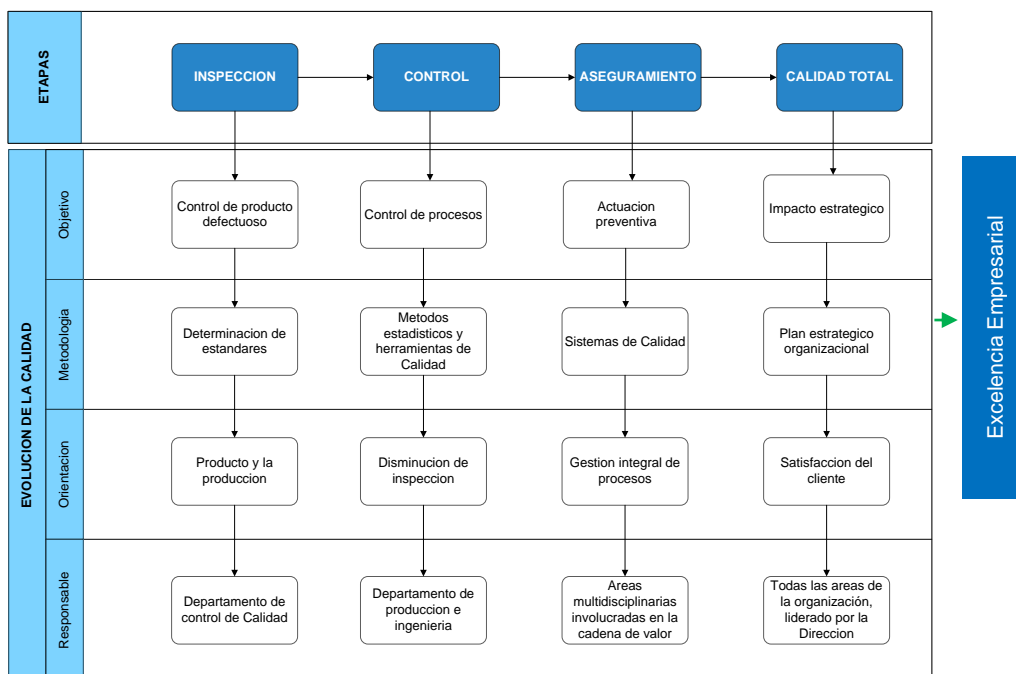


Figura 4. Etapas de evolución de la Calidad

Adaptado de: Domingo y Arraz, 1997

En este marco se debe precisar que la calidad está ligada a la humanidad desde tiempos remotos, y ha evolucionado hasta llegar a la excelencia empresarial con un enfoque integral de gestión con alcance a todas las áreas funcionales de la empresa para lograr excelencia en los resultados organizacionales, para sus clientes, su personal y la sociedad.

2.1.1 Etapa de la inspección

En esta etapa la calidad estaba reducida a la inspección del producto ya obtenido, en el que el control tiene lugar cuando ya se ha efectuado el proceso, resultando una calidad de bajo nivel y alto costo.

2.1.2 Etapa de Aseguramiento de Calidad

En esta etapa la perspectiva de calidad involucra de forma directa a las áreas de diseño, ingeniería y planeación para concebir con un esfuerzo integral, estándares de calidad superiores en los procesos y producto, apareciendo nuevas herramientas y conceptos fundamentales, entre estos: concepto de costos de calidad, el control estadístico y los principios científicos del ciclo PHVA: Planear, Hacer, Verificar y Actuar, que permitió aprender a realizar mejoras (Gutierrez, 2009).

2.1.3 Etapa de la administración de la Calidad Total

En esta etapa se introduce la calidad desde la etapa del diseño del producto o el proceso, se toma conciencia de la relevancia estratégica de la calidad, su mejoramiento y enfoque en la satisfacción del cliente (Cuatrecasas, 2000). La

administración de la calidad total incluye herramientas que ponen énfasis en el diseño, y metodologías como el análisis de modo y el efecto de fallas (AMEF), el diseño de experimentos, entre otros.

2.1.3.1 Administración de los procesos

Incorporando la visión de la administración de los procesos, la filosofía de la Calidad Total está asociada en alcanzar altos niveles de desempeño y calidad en los procesos productivos y servicios; considerando tres principios; relacionados con la satisfacción del cliente, el mejoramiento continuo y la participación de los empleados (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008)

(Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008) detallan los principios asociados a la administración de los procesos, basados en los siguientes criterios:

2.1.3.1.1 Satisfacción del cliente

Enmarca el cumplimiento de las expectativas o exigencias del cliente interno o externo, respecto a la calidad en la fabricación de un producto o las actividades relacionadas a un servicio recibido, que es comparado con la conformidad de una especificación o el valor que percibe el cliente en la medida en el que el producto o servicio es útil para el propósito que fue diseñado.

2.1.3.1.2 Mejoramiento continuo

Filosofía que busca la mejor forma de hacer las cosas fortaleciendo el empoderamiento del personal de manera que se logre identificar los cambios

que requieren los procesos y no tener una acción reactiva ante las problemáticas. Esta filosofía incorpora conceptos de Kaizen.

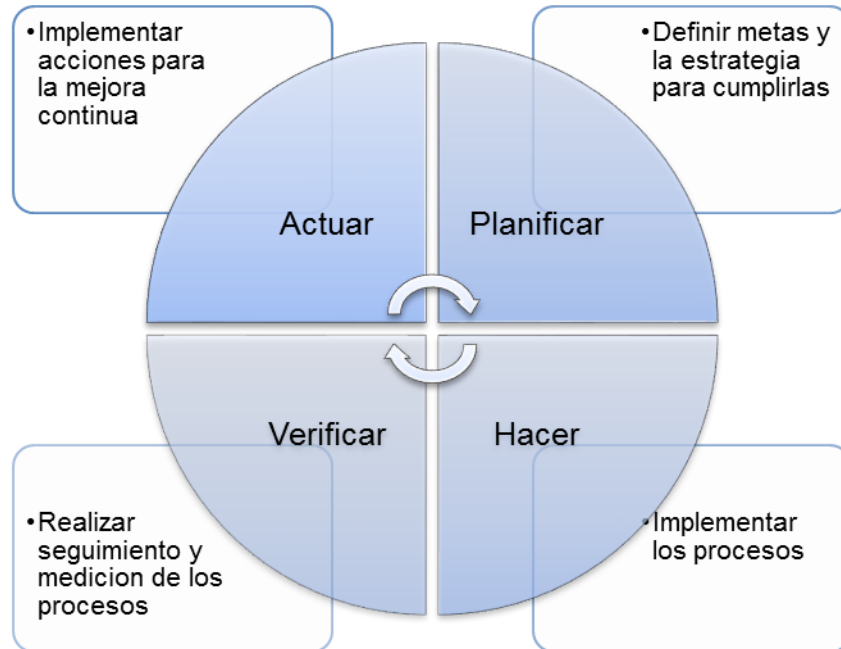


Figura 5. Ciclo Deming
Adaptado de: Pérez, M. (2013).

2.1.3.1.3 Participación del empleado

Fomenta en las organizaciones la generación de una cultura basada en procesos y el trabajo en equipo, se debe considerar la implementación de programas que permitan la participación de los empleados. La toma de conciencia sobre la importancia de la calidad involucra la filosofía del mejoramiento continuo, la detección desde el origen de las fallas del proceso y defectos del producto, un enfoque en objetivos comunes sobre los individuales, la implementación de los círculos de calidad, entre otros; todos estos son elementos importantes que la Administración de la Calidad Total incorpora en su filosofía.

2.2 Herramientas de la Gestión de Calidad Total

La Gestión de la Calidad Total, incorpora herramientas para la organización, evaluación, control y mejora, entre ellas: Despliegue Funcional de Calidad (**QFD**), Análisis Modal de Fallos y Efectos (**AMEF**) y el Diseño Estadístico de Experimentos (**DEE**) sustentado en los conceptos de control estadístico.

2.2.1 Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMEF)

Es una metodología de análisis preventivo en el cual se identifican, caracteriza y evalúa el riesgo potencial de las fallas en el proceso de manufactura o producto, para evaluar de manera oportuna las causas, y evitar su ocurrencia minimizando el riesgo asociado a las mismas.

Basado en esta definición se debe considerar criterios importantes en la aplicación de esta metodología:

- Análisis de la probabilidad de la ocurrencia de una falla en el proceso.
- Detección y efecto de las causas que provocan las fallas, jerarquizadas en las que generan mayor impacto.
- Definición de acciones para eliminar o minimizar los riesgos asociados a las fallas.

Esta metodología analítica es utilizada en el diseño previo de procesos que asegura que los problemas potenciales han sido considerados en la etapa de diseño del proceso y producto, así como una herramienta de mejora, aplicable cuando un proceso está en funcionamiento por su característica preventiva.

2.2.1.1 Procedimiento para aplicación de AMEF

Se presenta a continuación la esquemización del proceso de ejecución del AMEF, y la definición los componentes que contiene el análisis de riesgos relacionadas con las fallas potenciales.

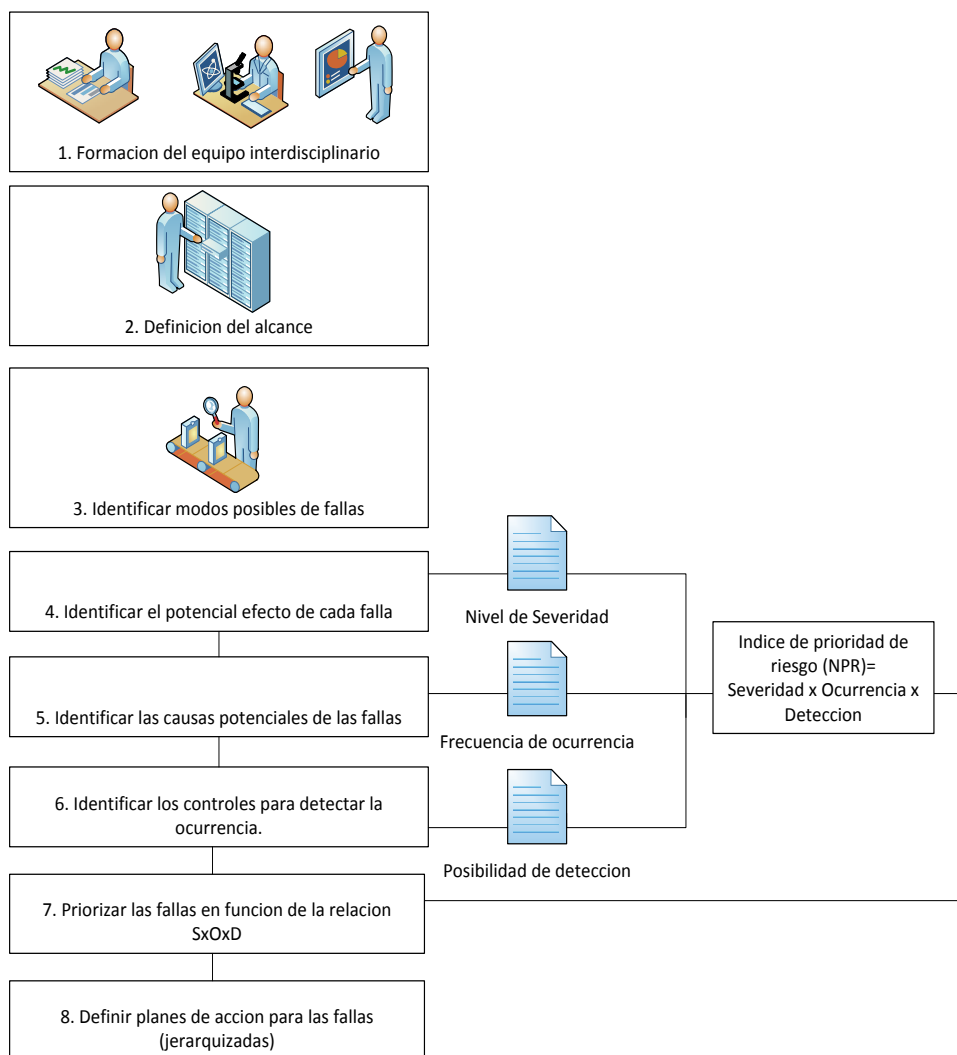


Figura 6. Esquema de implementación de AMEF

Adaptado de: (GUTIERREZ & DE LA VARA, 2013)

2.2.1.1.1 Modo potencial de las fallas

Es la forma en la que el proceso o sus componentes pueden fallar en función de su desempeño o cumplimiento de un requisito o especificación. En esta etapa de análisis se debe considerar las posibles fallas aplicando la metodología, que puede presentar el proceso sin tener en cuenta la probabilidad de ocurrencia o su frecuencia.

2.2.1.1.2 Efectos potenciales de las fallas

Es la consecuencia negativa que puede ser evidenciada cuando falla un proceso. En esta etapa se debe identificar cada uno de los efectos para cada uno de los modos de fallas; estos pueden tener una o más causas. En el diligenciamiento de la matriz AMEF, cada causa específica y se detalla de manera individual.

2.2.1.1.3 Causas potenciales del modo de fallas

Identifica la manera en la que puede ocurrir la falla. En el análisis de causas puede emplearse herramientas para el análisis de causa raíz aplicable a los modos de falla; como el diagrama de Ishikawa.

2.2.1.1.4 Índice de prioridad de riesgos

Además, la metodología de realización del AMEF, considera el Índice de prioridad de riesgo (NPR) calculado mediante:

$$NPR = \text{Severidad} \times \text{Ocurrencia} \times \text{Detección} \quad (\text{Ecuación 1.})$$

- **Severidad.** -

El objetivo es valorar la severidad de cada uno de los efectos potenciales de fallas. Este indicador representa la gravedad de la falla para el proceso de fabricación del producto y el impacto en el cliente final, evaluada en una escala de 1 al 10. Para referencia en la calificación de la severidad se puede considerar la siguiente escala:

Tabla 3.

Criterios para evaluación de severidad

Efecto	Severidad del efecto sobre el proceso	Severidad del efecto sobre el producto	Indicador
Peligroso	Puede causar daño al operador, sin previo aviso.	Involucra incumplimientos normativos que afectan la salud del consumidor/inocuidad	9-10
Muy alto	El 100 % de producto no conforme puede requerir un dado de baja o reproceso en un área posterior a la que genero el defecto; este reproceso puede tomar más de 60 minutos.	Involucran incumplimientos en características de calidad del producto, que reduce el desempeño del producto para el que fue diseñado.	8
Alto	Se presenta producto no conforme que puede requerir un dado de baja (% menor al 100%), o reproceso fuera de la etapa que origino el defecto (este reproceso se ejecuta en un tiempo menor a 30-60 minutos)	Involucran incumplimientos en características de calidad del producto que no afecta el desempeño del producto para el que fue diseñado.	7
Moderado	Se presenta producto no conforme que puede requerir un dado de baja (% menor al 100%), o reproceso fuera de la etapa que origino el defecto (este reproceso se ejecuta en un tiempo menor a 30 minutos)	Pérdida de función secundaria que reduce el nivel de desempeño asociadas a las funciones de confort o comodidad.	6
Bajo	El 100% de producto no conforme que requiere ser clasificado o reprocesado pero este proceso se detecta en la fuente y puede ser corregido en esta misma etapa.	Pérdida de función secundaria asociada a las funciones de confort o comodidad que no los hace inoperables.	5
Muy bajo	Se presenta producto no conforme que debe ser	El defecto es evidenciado por la mayoría de los clientes	4

	clasificado, y un porcentaje menor al 100% deberá ser reprocesado, sin generación de desperdicio.	mayor al 75%	
Menor	Se presenta producto no conforme que requiere reproceso; es detectado en una etapa posterior (menor al 100%) no se genera desperdicio.	El defecto es evidenciable por el 50% de los clientes	3
Mínimo	Se presenta producto no conforme que requiere reproceso; es detectado en el origen (menor al 100%) no se genera desperdicio.	El defecto lo detecta el 25% de los consumidores exigentes.	2
Ninguno	Sin efecto para el proceso.	Sin efectos apreciables para el consumidor.	1

Adaptado de: (GUTIÉRREZ & DE LA VARA, 2013)

- **Ocurrencia**

Se debe estimar la posibilidad de que ocurra una causa potencial de un fallo; esta estimación se evalúa en un rango de 1 al 10, y puede estar soportada por datos estadísticos que permitan hacer esta estimación de manera objetiva.

Tabla 4.

Criterios para evaluación de ocurrencia

Indicador	Criterio		Criterio estadístico	
			Índice de fallas	Cpk
1	Remota	Fallas improbables	<0,01 por 1000 piezas	>1,76
2	Baja	Pocas fallas	0,1 por 1000 piezas	>1,30
3			0,5 por 1000 piezas	>1,20
4	Moderada	Fallas ocasionales	1 por 1000 piezas	>1,10
5			2 por 1000 piezas	>1,00
6			5 por 1000 piezas	>0,94
7	Alta	Fallas frecuentes	10 por 1000 piezas	>0,86
8			20 por 1000 piezas	>0,78
9	Muy alta	Fallas persistentes	50 por 1000 piezas	>0,55
10			>100 por 1000 piezas	<0,55

Adaptado de: (GUTIÉRREZ & DE LA VARA, 2013)

- **Detección**

Se valora la posibilidad de detectar con los controles definidos e implementados las posibles fallas potenciales y sus causas. En la valoración de la posibilidad de detección se debe considerar la escala de 1 al 10 de manera inversa, es decir se asigna: un valor más alto a la menor posibilidad de detección de una falla o su causa, un valor menor a una posibilidad mayor de detección de una falla o su causa.

Tabla 5.

Crterios para evaluación de detección

Calificación	Criterio	Inspección		
		A prueba de error	Automatizada	Manual o visual
1	Controles seguros, es improbable realizar productos no conformes	x		
2	Controles casi seguros, el producto ha tenido inspección automática, no puede pasar el producto no conforme.	x	x	
3	Controles con oportunidad de detectar las fallas, detección inmediata en el proceso que la genera o en el siguiente proceso, el producto no conforme no pasa.	x	x	
4	Controles con oportunidad de detectar las fallas, detección en el siguiente proceso, el producto no conforme no pasa.	x	x	
5	Controles que pueden detectar la falla, el tipo de detección es pasa o no pasa (100% de producto) y se detecta después del proceso que la genera.		x	
6	Controles que pueden detectar la falla, en menos del 100% de producto soportada por datos estadísticos.		x	x

7	Controles con poca oportunidad de detectar la falla, aplica doble inspección visual.			x
8	Controles con poca oportunidad de detectar la falla, aplica una inspección visual.			x
9	Control que probablemente no detecte la falla, verificación aleatoria.			x
10	No detección de la falla, no hay control			

Adaptado de: (GUTIÉRREZ & DE LA VARA, 2013)

2.2.2 Despliegue funcional de la Calidad (QFD)

Es una herramienta que traduce la voz o los requerimientos del cliente/consumidor en variables de diseño del producto, que pueden ser desplegadas a las diferentes áreas de la organización que forman parte de la cadena de valor (Mercadeo, Investigación y Desarrollo, Manufactura, Compras).

La implementación de la herramienta QFD presenta beneficios como los siguientes:

- Permite desde el diseño definir e implementar los requerimientos del cliente traducidos en los requerimientos de manufactura del producto.
- Minimiza los requerimientos de cambios una vez implementados los procesos.
- Permite reducir los costos asociados a los arranques y estabilización de las líneas de producción.
- Se convierte en una herramienta dinámica que mantiene vigente las expectativas de satisfacción del cliente bajo sus criterios de percepción del producto recibido.

2.2.2.1 Matriz de relaciones: Casa de la Calidad

El Despliegue Funcional de la Calidad (**QFD**) aborda el concepto de la calidad desde el punto de vista de la perspectiva de la Calidad Total (**TQM**), en la que todas las funciones en la compañía tienen una contribución en el proceso.

La casa de la calidad es una matriz que permite representar y relacionar los datos de los requerimientos del cliente, requisitos técnicos, procesos de control y los procesos de manufactura. El desarrollo correcto de esta matriz posibilita un enfoque estratégico, comercial, evolución de los mercados, y desempeño de los procesos.

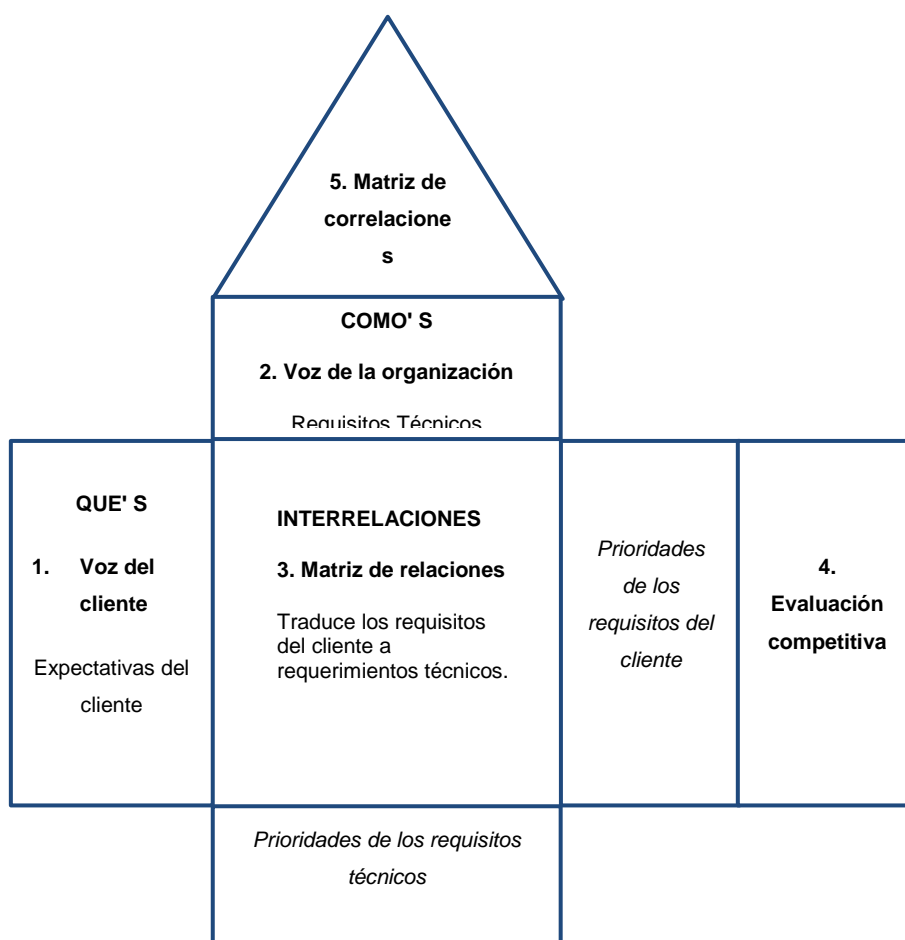


Figura 7. La casa de la Calidad

Adaptado de (EVANS & LINDSAY, 2012)

En la construcción de la casa de la calidad (EVANS & LINDSAY, 2012) se debe considerar las siguientes etapas:

1. Identificación de los requisitos o requerimientos del cliente
2. Identificación de los requisitos técnicos
3. Relación entre los requisitos del cliente y los requisitos o especificaciones técnicas
4. Evaluación de los productos de los competidores
5. Definición de requisitos técnicos que se deben desplegar en los procesos de manufactura y entrega.

2.2.2.1.1 Captación de la voz del cliente (QUÉ'S)

Esta fase es crítica para el desarrollo correcto de las fases posteriores en el análisis **QFD**, el objetivo es entender y recopilar la información necesaria de las expectativas, necesidades y posibles requerimientos del cliente. En esta etapa se debe:

- Recolectar y seleccionar la información disponible
- Analizar la información
- Clasificar los resultados en función de las características básicas, mejorables y la calidad de sobre satisfacción (clasificación propuesta por Noritaki Kano)
- Encuestas de valoración del cliente
- Comparación con las propuestas del mercado

2.2.2.1.2 Características técnicas del producto (CÓMO' S)

En esta etapa se define las características técnicas del producto que nos permitan medir la satisfacción y cumplimiento de las expectativas del cliente y los requisitos del mercado.

2.2.2.1.3 Matriz de interrelaciones

En una escala de 0 a 5 se califica la influencia de cada requisito del cliente sobre las características técnicas o de diseño del producto; siendo 5 la calificación de una muy fuerte relación, 3 una relación fuerte, 1 representa una relación débil y 0 ninguna relación.

2.2.2.1.4 Evaluación de los competidores

Se realiza una evaluación comparativa de los requerimientos del cliente respecto a los principales competidores del mercado.

2.3 Control estadístico de Procesos

El control estadístico de procesos es una metodología que permite identificar las fuentes de variabilidad, actuar de manera oportuna con un criterio preventivo y predictivo implementando acciones correctivas en el momento apropiado, exponer con datos y hechos de manera objetiva el impacto de las acciones de mejora y evaluar el desempeño de un proceso (variables o atributos).

Según (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008), la aplicación de técnicas estadísticas para determinar la conformidad de un resultado de un proceso, comparada con la expectativa del cliente, se define como Control estadístico de procesos (SPC).

En la aplicación de los métodos de control estadístico y evaluación de resultados se debe considerar conceptos asociados a las variaciones asociadas a las **causas comunes**: inevitables con el proceso actual, aleatorias, no identificables y **causas asignables**: factores que pueden ser identificados y eliminados.

2.3.1 Capacidad de procesos

Denominada como la capacidad del proceso para ajustarse a una especificación definida en el diseño del producto o un servicio (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008). En esta definición se debe considerar los siguientes conceptos:

- **Valor nominal**: especificación de diseño, definida como el objetivo.
- **Tolerancia**: margen aceptable por encima o por debajo de la especificación de diseño o valor nominal.

Los índices de capacidad en función de su posición y alcance se pueden clasificar de la siguiente manera:

Tabla 6.

Índices de capacidad de proceso

Índice de capacidad	Potencial	Real	LS	LI
Corto plazo	Cp	Cpk	CpU	CpL
Largo plazo	Pp	Ppk	PpU	PpL

Donde:

- **Cp**: Índice de capacidad potencial del proceso
- **Cpk**: Índice de capacidad real del proceso
- **CpU**: Índice de capacidad potencial del proceso en su límite de especificación superior
- **CpL**: Índice de capacidad potencial del proceso en su límite de especificación inferior
- **Pp**: Índice de desempeño potencial del proceso
- **Ppk**: Índice de desempeño real del proceso
- **PpU**: Índice de desempeño potencial del proceso en su límite de especificación superior
- **PpL**: Índice de desempeño potencial del proceso en su límite de especificación inferior

2.3.1.1 Índices de capacidad de procesos

La capacidad de un proceso determina la extensión de la variación natural del proceso para una variable de calidad dada. La variable de salida debe cumplir con ciertas metas y/o especificaciones de manera que sea posible considerar que el proceso es estable. (Gutiérrez, 2009).

Estos índices permiten comparar los procesos actuales y definir la necesidad de mejoras, bajo la interpretación de resultados. Para procesos con doble especificación consideraremos que, la capacidad de un proceso puede ser evaluada considerando la perspectiva de corto plazo o largo plazo; bajo esos conceptos los índices son:

2.3.1.1.1 Capacidad de largo plazo

Se calcula con una base de datos representativa, tomada durante un periodo largo para que los factores externos como: operadores, cambios de turno, lotes de materia prima, cambios en condiciones de operación, influyan en el proceso.

- **Desviación estándar de largo plazo. -**

En esta estimación la desviación estándar considerada para el cálculo de los índices de desempeño potencial del proceso se calcula mediante la desviación estándar de todos los datos.

$$\sigma_{\tau} = S \quad \text{(Ecuación 2)}$$

- **Índices de desempeño del proceso. -**

Process performance: los índices asociados al desempeño del proceso a largo plazo son:

Índice de desempeño potencial del proceso P_p

$$P_p = \frac{ES - EI}{6\sigma_{\tau}} \quad \text{(Ecuación 3)}$$

Índice de desempeño real del proceso P_{pk}

$$P_{pk} = \text{minimo} \left[\frac{\mu - EI}{3\sigma_{\tau}}, \frac{ES - \mu}{3\sigma_{\tau}} \right] \quad \text{(Ecuación 4)}$$

Donde:

- ES: Especificación superior para la característica de calidad
- EI: Especificación inferior para la característica de calidad
- μ : Media del proceso

En el cálculo de los índices de desempeño del proceso se considera la desviación estándar de largo plazo.

2.3.1.1.2 Capacidad de corto plazo

Se calcula a partir de varios datos recopilados en un periodo corto de tiempo, en el que las condiciones externas no influyen; la capacidad de corto plazo permite evaluar lo mejor que se puede esperar de un proceso; es decir el potencial del proceso. (GUTIERREZ, 2014)

- **Desviación estándar de corto plazo. -**

En esta estimación la desviación estándar considera la variación dentro del rango de los sub grupos.

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d^2} \quad \text{(Ecuación 5)}$$

Donde:

- \bar{R} : promedio de los rangos de los sub grupos
- d^2 : constante; depende del tamaño de los subgrupos

- **Índices de capacidad potencial del proceso. –**

En la interpretación de este índice se considera que el proceso es potencialmente capaz de cumplir las especificaciones cuando la variación real es menor que la variación tolerada. La aplicación correcta de esta métrica se fundamenta en el cumplimiento de los siguientes criterios:

- Curva de distribución normal
- Proceso estable
- Desviación estándar conocida

El índice de capacidad real del proceso C_{pk} , se diferencia principalmente del índice potencial del proceso C_p , ya que esta toma en cuenta la media del proceso y el centrado de las especificaciones.

Índice de capacidad potencial del proceso C_p

$$C_p = \frac{ES - EI}{6\sigma} \quad (\text{Ecuación 6})$$

Índice de capacidad real del proceso C_{pk}

$$C_{pk} = \text{minimo} \left[\frac{\mu - EI}{3\sigma}, \frac{ES - \mu}{3\sigma} \right] \quad (\text{Ecuación 7})$$

En el cálculo de los índices potenciales del proceso se considera la desviación estándar de corto plazo.

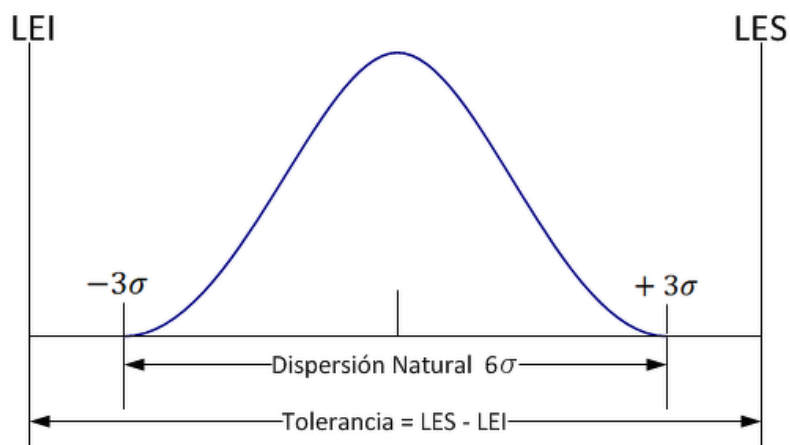


Figura 8. Representación Capacidad potencial del proceso
Adaptado por: (Ingenieriaindustria, s.f.)

2.3.2 Nivel aceptable de Calidad

Para determinar la conformidad o no conformidad de la muestra analizada respecto a un requisito, se puede considerar el nivel aceptable de calidad de un producto; definido como el límite de aceptación de la calidad, medido en porcentaje de ítems no conformes, o en no conformidades por cien ítems, bajo definición de la NTE INEN-ISO 2859-1:2009 "Procedimiento de muestreo para inspección por atributos"

2.4 Metodología DMAIC

Básicamente la metodología DMAIC es utilizada para desarrollar proyectos six sigma para la optimización de procesos (Pérez, 2013). Las fases de esta metodología son las siguientes:

2.4.1 Definir

En esta fase se identifica los requerimientos importantes para el cliente, y se define el alcance del proyecto. Los resultados esperados de esta fase son los siguientes:

- Proceso o producto que será mejorado
- Definición del proyecto
- Plan del proyecto

De manera referencial se pueden considerar las siguientes herramientas para desarrollar esta etapa:

- Charter
- SIPOC
- Diagrama de flujo
- Graficas Pareto
- Voz del cliente CTQ s



Figura 9. Etapas fase definir

2.4.2 Medir

En esta fase se cuantifica el desempeño actual del proceso y se realiza la estimación de la meta para la mejora, claramente se debe determinar qué medir y validar la efectividad y confiabilidad del sistema de medición. Los resultados esperados de esta fase son los siguientes:

- Datos base para evaluar el desempeño del proceso actual (Cpk, DPMO, nivel sigma)
- Meta estimada de la mejora
- Sistema de medición validado

Las herramientas que se pueden utilizar en esta etapa son las siguientes:

- Capacidad del proceso
- Diagramas Pareto
- Cartas de control
- Mapas de proceso

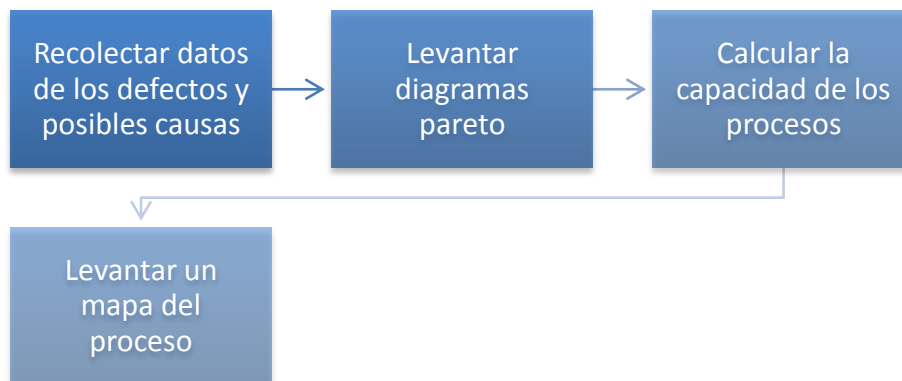


Figura 10. Etapas fase medir

2.4.3 Analizar

El objetivo principal de esta etapa es identificar las causas de la variación del proceso y de los defectos del producto, basado en datos estadísticos que relacionen las causas asignables. Los resultados esperados de esta fase son:

- Causas asignables a la variación / defectos
- Definición de metas después de la mejora

Las herramientas que se pueden aplicar en esta etapa son las siguientes:

- Diagrama causa efecto
- Análisis de modo y efecto de la falla (AMEF)
- Comprobación de hipótesis
- Exploración del diseño de experimentos (DOE)

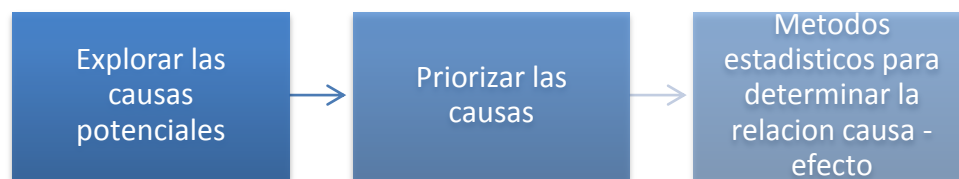


Figura 11. Etapas fase analizar

2.4.4 Mejorar

En esta etapa se determina las soluciones y formas de contrarrestar las causas; las herramientas estadísticas deben permitir comprobar la efectividad de las soluciones. Los resultados esperados de esta fase son:

- Soluciones para contrarrestar las causas
- Datos que verifican el impacto de las soluciones y su valoración.
- Mapa de proceso actualizado

Las principales herramientas aplicadas en esta fase son:

- Comprobación de hipótesis
- A prueba de errores, tolerancias estadísticas



Figura 12. Etapas fase mejorar

2.4.5 Controlar

La fase de controlar garantiza la implementación de mecanismos de control apropiados para mantener las mejoras obtenidas a lo largo del tiempo. Los principales resultados de esta fase son:

- Causas verificadas atribuibles a las variaciones / defectos
- Estandarización de procesos

Las principales herramientas para desarrollar en la fase de control son:

- Cartas de control
- Procedimientos, instructivos de operación y de puestos de trabajo.
- Capacidad de procesos

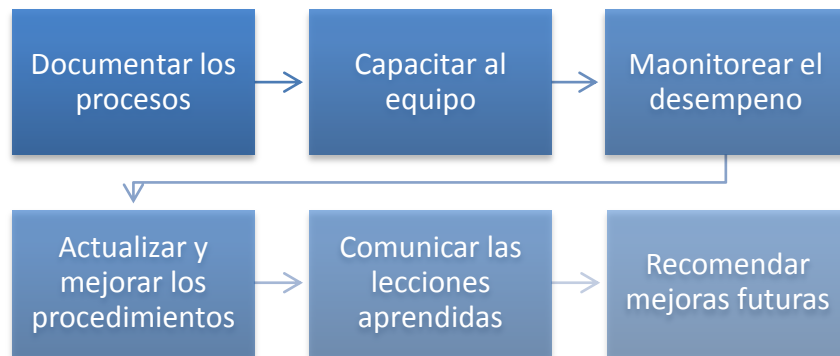


Figura 13. Etapas fase controlar

3. Capítulo III. Situación actual

3.1 Análisis técnico de la situación actual

El desarrollo del proyecto contempla el análisis de la línea base, enfocado en la valoración de los resultados de las métricas de gestión de la calidad; relacionadas con:

- la calidad del producto terminado (atributos)
- índices de capacidad del proceso (variables)
- la disminución de los costos asociados a la no calidad.

En esta etapa del proyecto se diagnosticará la situación actual del proceso, bajo la metodología DMAIC, desarrollando las siguientes etapas:

1. Definir:

Las causas que generan la variabilidad de los procesos y defectos en el producto.

2. Medir:

La capacidad de los procesos y la calidad del producto antes de la mejora.

En el siguiente capítulo se dará continuidad al análisis de causas, e implementación de las mejoras desarrollando las siguientes etapas de la metodología:

3. Analizar:

Las causas asociadas al problema identificado bajo metodologías y herramientas de la Gestión de Calidad Total: Ishikawa, QFD, AMEF.

4. Implementación de mejoras.

En esta etapa se medirá la capacidad de los procesos y la calidad del producto después de la implementación de la mejora.

5. Control:

Implementar los mecanismos de control, para sostener la mejora alcanzada.

Previo al análisis de la problemática y la definición de las causas, se revisará las particularidades del proceso y producto en cada etapa de fabricación.

3.1.1 Descripción del proceso

El proceso se describe mediante la caracterización de las etapas de fabricación, y la diagramación de cada proceso. A continuación, el detalle:

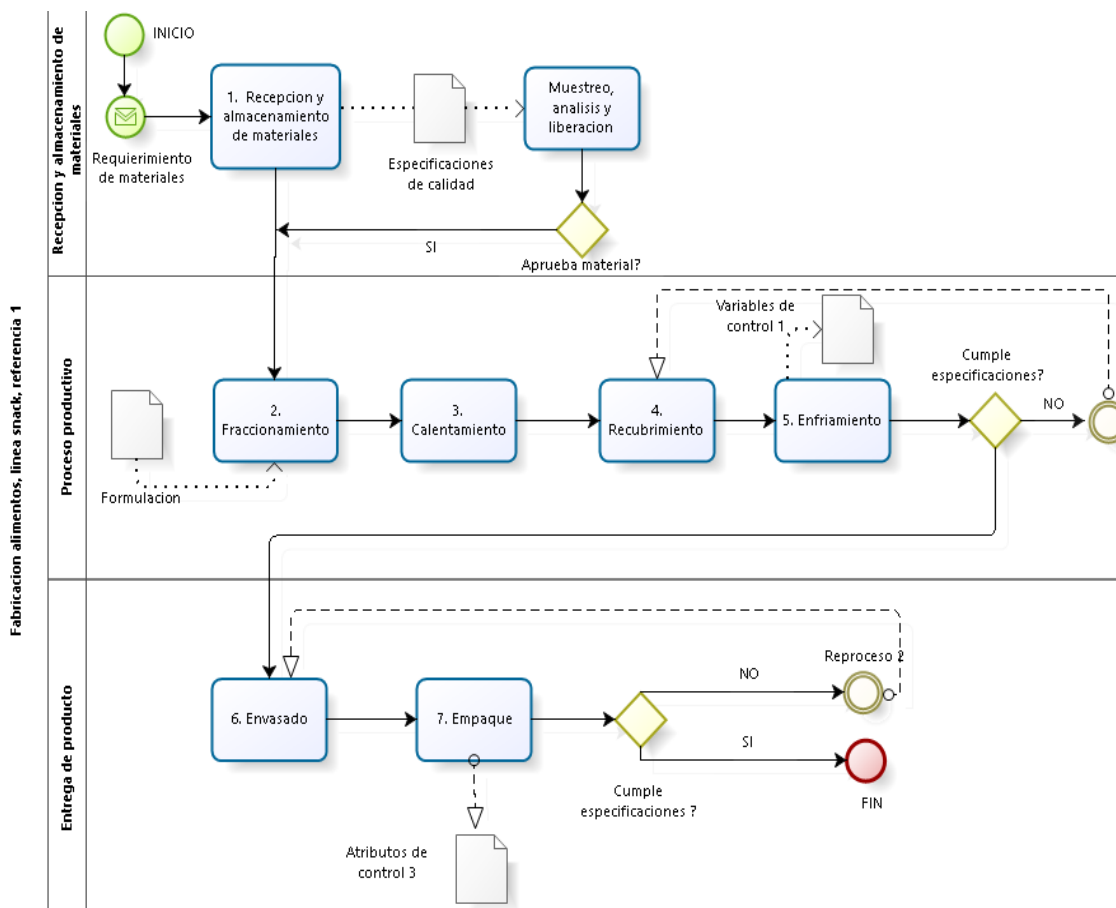


Figura 14. Diagrama del proceso de elaboración de snacks

3.1.1.1 Caracterización del proceso de recepción y almacenamiento

El proceso de recepción de materiales inicia con la inspección y validación del cumplimiento de buenas prácticas de transporte previo al descargue y almacenamiento en las bodegas. En esta etapa se realiza el muestreo, análisis y liberación de los materiales, bajo criterios de cumplimiento de las especificaciones técnicas definidas.

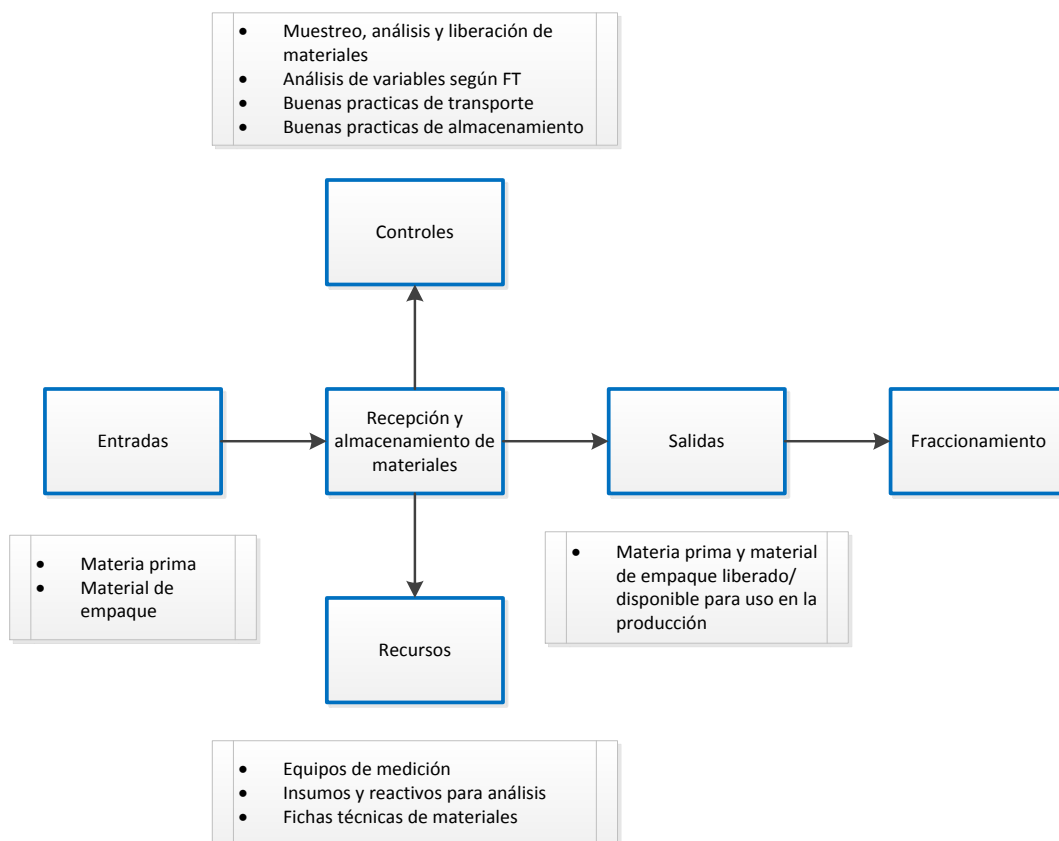


Figura 15. Caracterización Recepción y almacenamiento de materiales

3.1.1.2 Caracterización del proceso de fraccionamiento

La etapa de fraccionamiento contempla el pesaje de materias primas de acuerdo con la formulación definida para cada referencia. Se debe asegurar confiabilidad en el proceso de pesaje, garantizando las condiciones adecuadas de calibración de los equipos de medición.

Además, asegurar la ejecución de los mecanismos de control correspondientes a los programas de prerrequisitos aplicables en esta de etapa de fabricación.

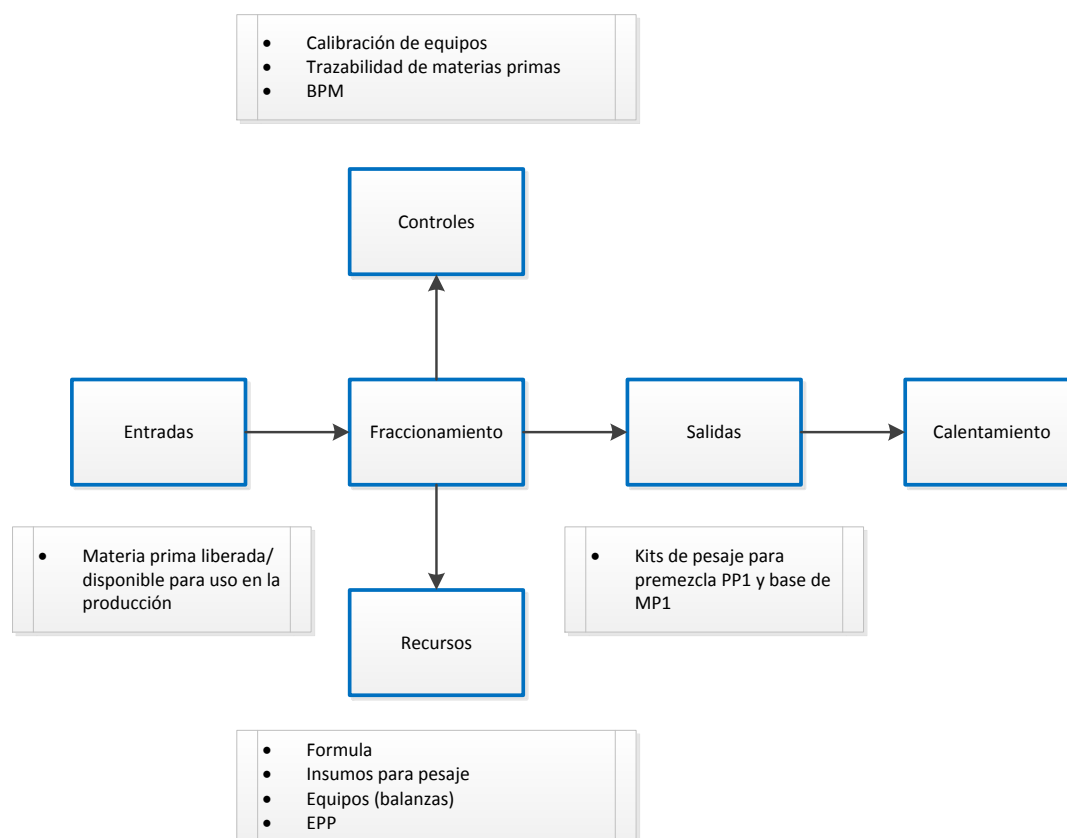


Figura 16. Caracterización Fraccionamiento

3.1.1.3 Caracterización del proceso de calentamiento

La preparación de la *premezcla PP1* se realiza en esta etapa de fabricación, mediante la adición de materias primas específicas; este producto en proceso es sometido a calentamiento bajo condiciones operacionales definidas. La *premezcla PP1*, es analizada bajo criterios definidos en Fichas Técnicas a nivel de variables fisicoquímicas y sensoriales.

- **Variable de control de producto 1:** Sólidos solubles: °Brix

Se debe garantizar la ejecución de los mecanismos de control correspondientes a los programas de prerrequisitos aplicables en esta de etapa de fabricación.

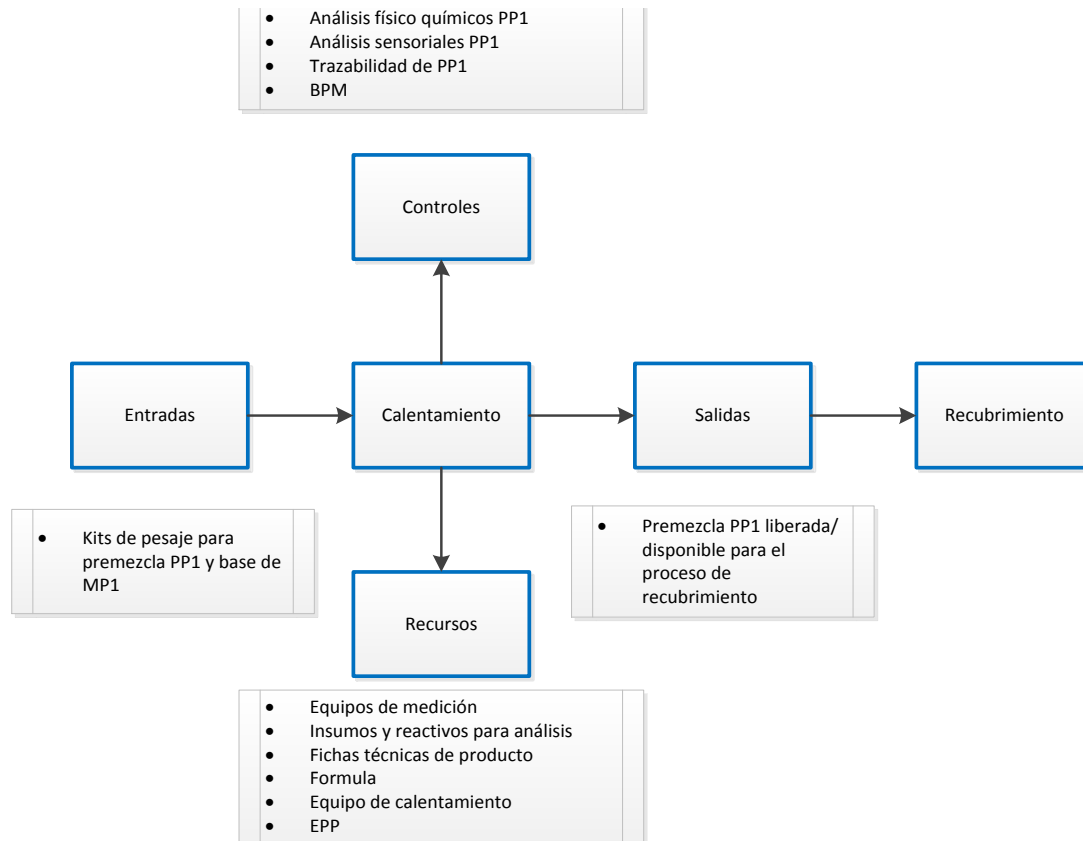


Figura 17. Caracterización Calentamiento

3.1.1.4 Caracterización del proceso de recubrimiento

La *materia prima base MP1* es recubierta con la *premezcla PP1*, en un proceso continuo, controlado bajo condiciones operacionales específicas, en esta etapa se define el perfil sensorial del producto final.

Se debe garantizar la ejecución de los mecanismos de control correspondientes a los programas de prerequisites aplicables en esta de etapa de fabricación.

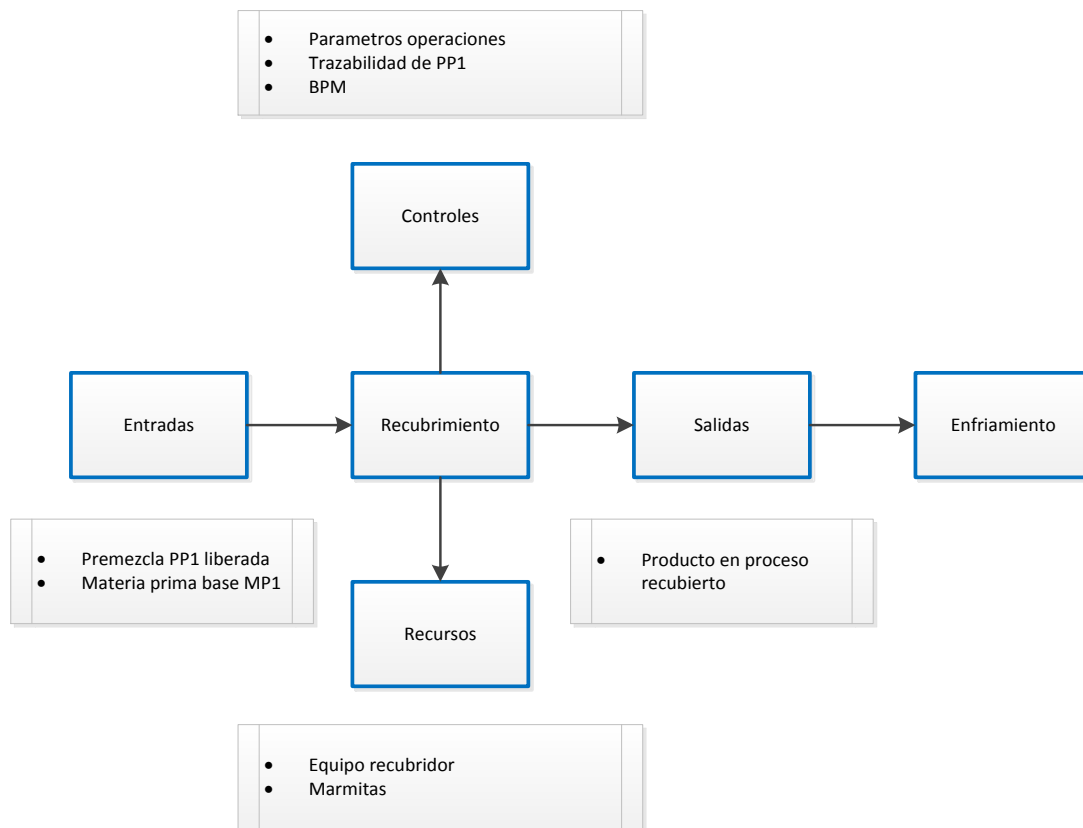


Figura 18. Caracterización Recubrimiento

3.1.1.5 Caracterización del proceso de enfriamiento

El producto recubierto pasa a un equipo enfriador, durante un tiempo y flujo definido. El producto en proceso recubierto *PP2*, es analizada bajo criterios definidos en Fichas Técnicas a nivel de variables fisicoquímicas y sensoriales.

- **Variable de control de producto 2:** Humedad
- **Variable de control de producto 3:** Sensoriales (perfil sensorial: olor, sabor, color)

Se debe garantizar la ejecución de los mecanismos de control correspondientes a los programas de prerrequisitos aplicables en esta etapa de fabricación.

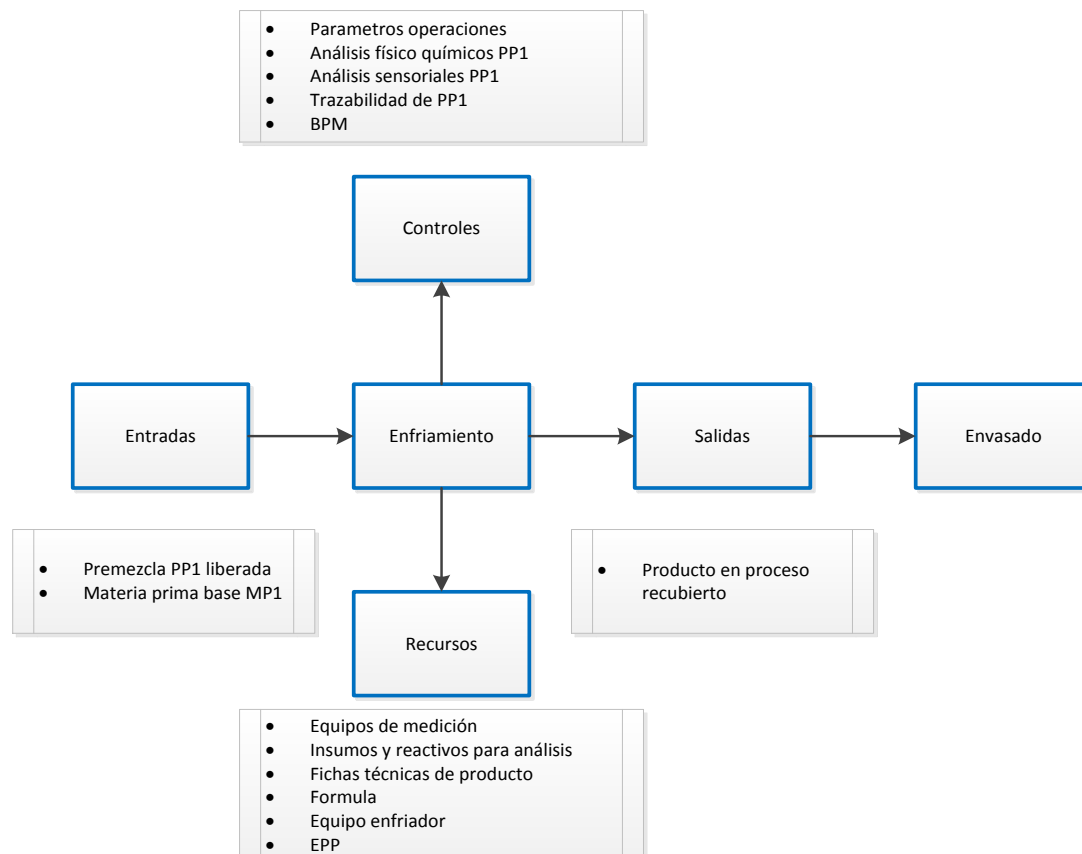


Figura 19. Caracterización Enfriamiento

3.1.1.6 Caracterización del proceso de envasado

En la etapa de envasado se coloca el producto en un empaque primario, para mantener las condiciones de conservación. El llenado de producto se realiza bajo criterios normativos, y el control de calidad de atributos asociados al empaque primario, de acuerdo con los niveles de calidad aceptables definidos para defectos críticos y mayores en fichas técnicas del producto.

- **Atributos de control de producto 1:** Selle
- **Atributos de control de producto 2:** Fugas, micro fugas
- **Atributo de control de producto 3:** Trazabilidad
- **Atributo de control de producto 4:** Volumen de llenado

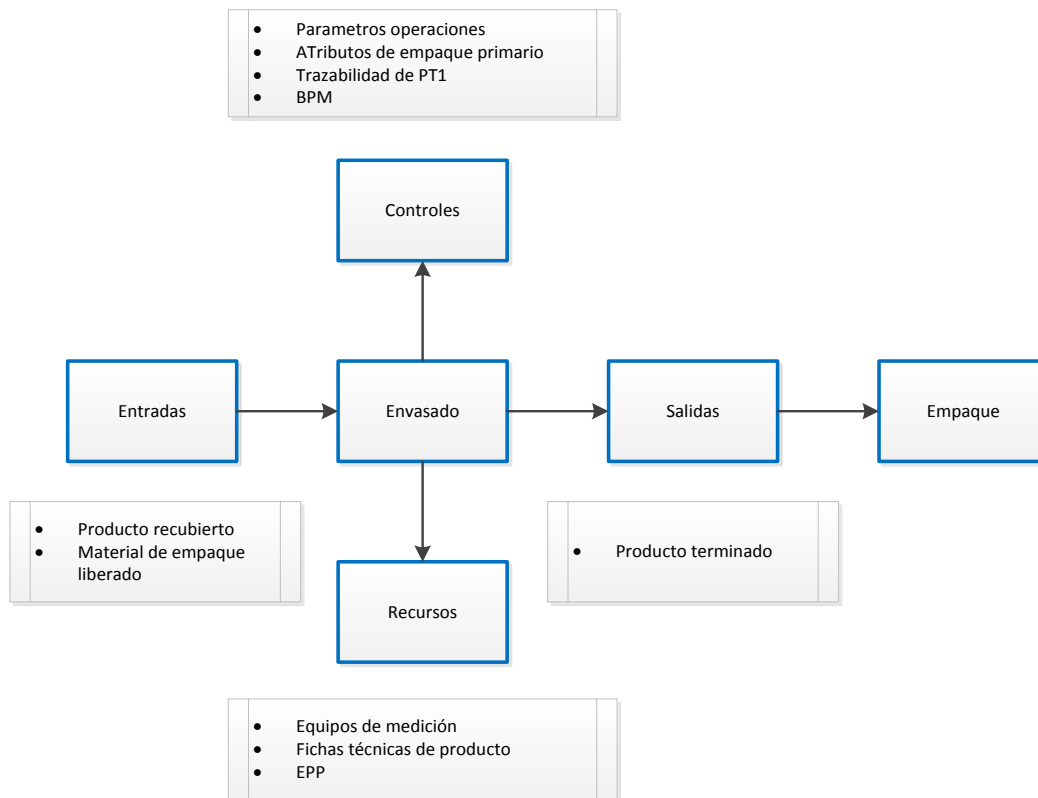


Figura 20. Caracterización Envasado

3.1.1.7 Caracterización del proceso de empaque

El producto envasado en un empaque primario pasa a la etapa de empaque secundario; en la que se disponen las unidades de acuerdo con la presentación requerida, dentro de corrugados. En esta etapa se realiza el control de calidad de atributos asociados al empaque secundario, de acuerdo con los niveles de calidad aceptables definidos para defectos críticos y mayores en fichas técnicas del producto.

- **Atributos de control de producto 5:** Faltantes y sobrantes
- **Atributos de control de producto 6:** Trazabilidad

Se debe garantizar la ejecución de los mecanismos de control correspondientes a los programas de prerequisites aplicables en esta de etapa de fabricación.

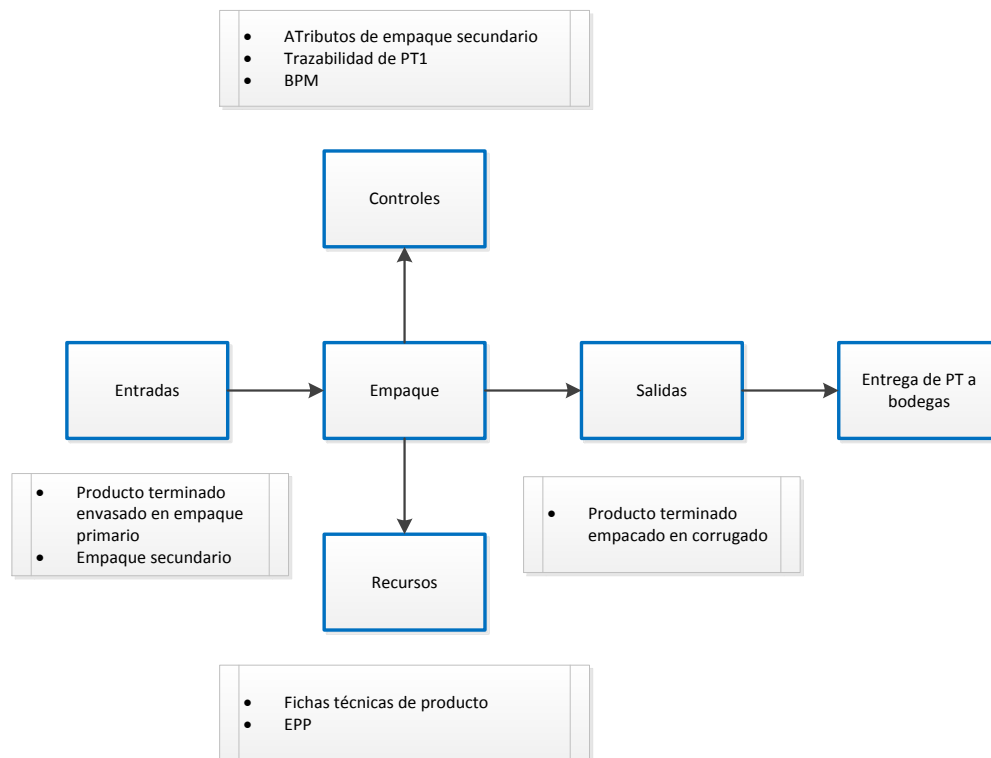


Figura 21. Caracterización Empaque

3.1.2 Descripción del producto

3.1.2.1 Requisitos del producto

En referencia al Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 060 el producto debe cumplir con los requisitos bromatológicos y microbiológicos descritos a continuación:

Tabla 7.

Requisitos bromatológicos.

Tomado de: Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 060

Requisitos	Máximo	Método de ensayo
Humedad, %	5	NTE INEN 518
Grasa, %	40	NTE INEN 523
Índice de peróxidos meq O ₂ /kg (en la grasa extraída)	10	NTE INEN 277
Colorantes	Permitidos en NTE INEN 2074	

Además, para garantizar el perfil sensorial requerido en el producto se debe garantizar las especificaciones internas, definidas en fichas técnicas:

Tabla 8.

Requisitos fisicoquímicos definidos en Fichas Técnicas

Requisitos	Especificación	Método de ensayo
Humedad, %	0.1 – 0.475	Norma interna
Sólidos solubles, %	18.5 – 19.75	Norma interna
Perfil sensorial: olor, sabor, color	Color: de acuerdo pantón Olor: de acuerdo con el patrón Sabor: de acuerdo con el patrón	

Tabla 9.

Atributos de producto definidos en Fichas Técnicas

Requisitos, PT en empaque primario	Especificación, NAC
Selle	>99.35%
Fugas, micro fugas	>99.35%
Trazabilidad	>99.35%
Volumen de llenado	>99.35%

Requisitos, PT en empaque secundario	Especificación, NAC
Faltantes, sobrantes	>99.00%
Trazabilidad	>99.00%

3.2 DMAIC: Diagnóstico de la situación actual

3.2.1 DEFINIR: causas que generan la variabilidad de los procesos y defectos en el producto.

Los resultados del monitoreo de control de calidad realizados al producto y proceso productivo durante el último semestre del 2016, evidencia un no cumplimiento en las metas definidas para los indicadores de capacidad de proceso y nivel aceptable de calidad del producto terminado. Indicadores asociados al desempeño de los procesos productivos que permiten mantener una mínima variabilidad y reducir los defectos detectados en el producto terminado.

Tabla 10.

Metas para índices de capacidad de proceso

Resultados Esperado	Indicadores	Meta
Cumplimiento de especificaciones definidas en proceso y en producto	Índices de Capacidad de corto plazo	>1
	Capacidad Potencial del proceso (C_p)	> 1
	Capacidad real del proceso (C_{pk})	> 1
	Índices de Capacidad de largo plazo	>1

	Índice de desempeño potencial del proceso (P_p)	> 1
	Índice de desempeño real del proceso (P_{pk})	> 1

Tabla 11.

Metas para Calidad de producto atributos

Resultados Esperado	Indicadores	Meta
Cumplimiento de especificaciones en producto	Nivel aceptable de Calidad	Min 99.55%
	Nivel sigma	4.1
	DPMO	4.660

Se analiza el impacto de los resultados de los indicadores de gestión asociados a la capacidad potencial y real de los procesos y la calidad de los atributos del producto, evidenciando variaciones en la liberación del producto en proceso respecto a las especificaciones de humedad y sólidos solubles, y los defectos del empaque primario como variables Pareto asociadas a la problemática planteada.

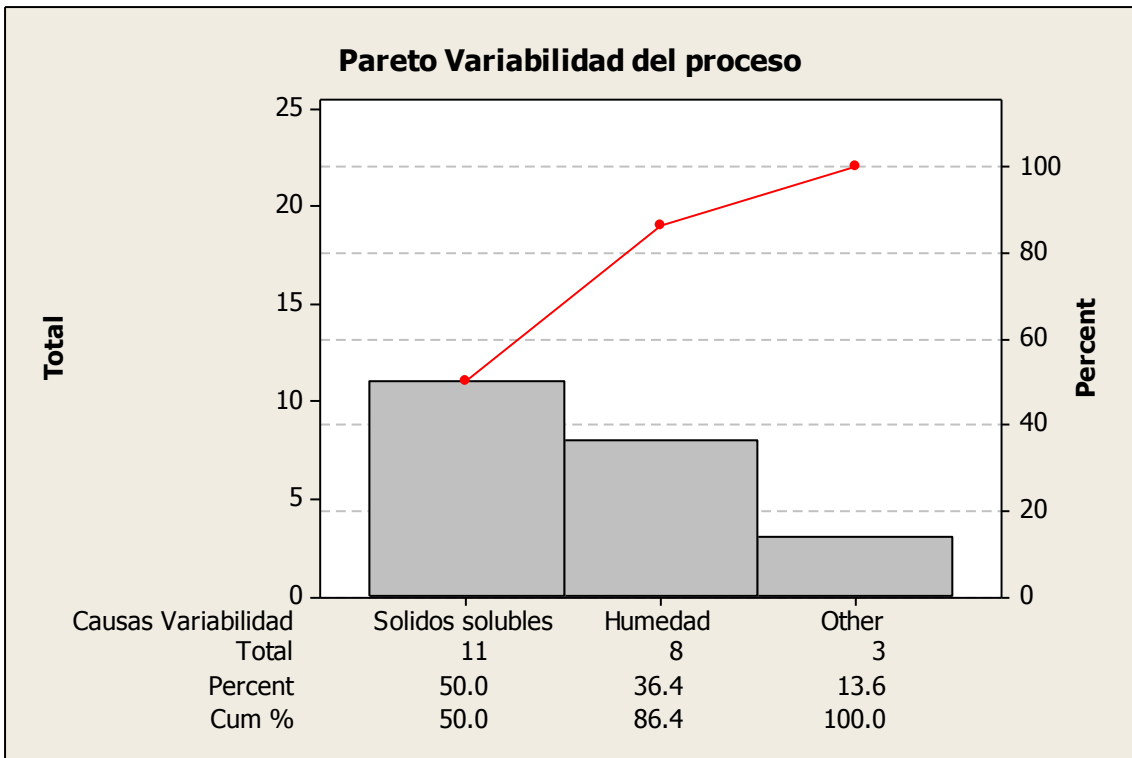


Figura 22. Pareto variabilidad de proceso

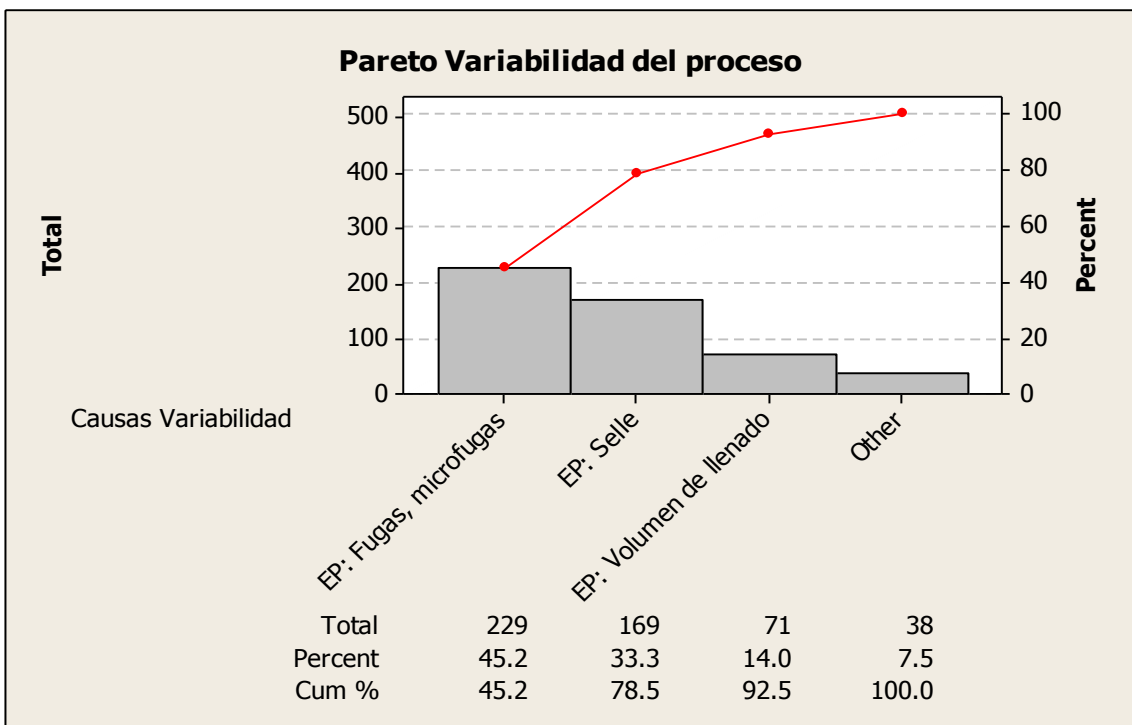


Figura 23. Pareto defectos de atributos

Bajo esta consideración y con el objetivo de mantener un proceso adecuado y bajo control, se requiere diagnosticar el proceso actual y definir los factores críticos que impactan el resultado de esta métrica; es decir conocer la variabilidad del proceso en función a las especificadores o características dadas. Las variables que se analizarán son las siguientes:

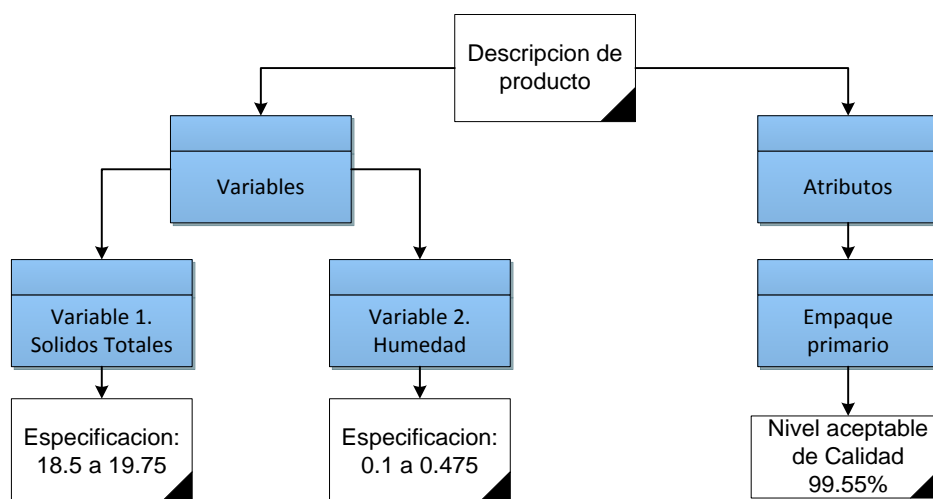


Figura 24. Especificaciones de producto

3.2.2 MEDIR: Capacidad de los procesos

Se realizó el muestreo por subgrupos, seleccionando lotes de producto en proceso para el monitoreo de las variables descritas anteriormente. El tamaño de la muestra corresponde a N, 40 observaciones; se debe considerar que la toma de muestras se realiza bajo el esquema de producción planificada de la referencia en estudio. Bajo estas consideraciones se calcula los índices de capacidad.

Tabla 12.

Caracterización del proceso. Variable 1. Sólidos solubles

Caracterización del proceso	Resultado
N Total	40
Tamaño del subgrupo	4
Media	19.403
Desviación estándar (corto plazo)	0.2698
Desviación estándar (largo plazo)	0.2771

Tabla 13.

Índices de capacidad. Variable 1. Sólidos solubles

Resultados Esperado	Indicadores	Resultado
Cumplimiento de especificaciones definidas en proceso y en producto	Índices de Capacidad de corto plazo	<1
	Capacidad Potencial del proceso (C_p)	0.75
	Capacidad real del proceso (C_{pk})	0.42
	Índices de Capacidad de largo plazo	<1
	Índice de desempeño potencial del proceso (P_p)	0.77
	Índice de desempeño real del proceso (P_{pk})	0.43

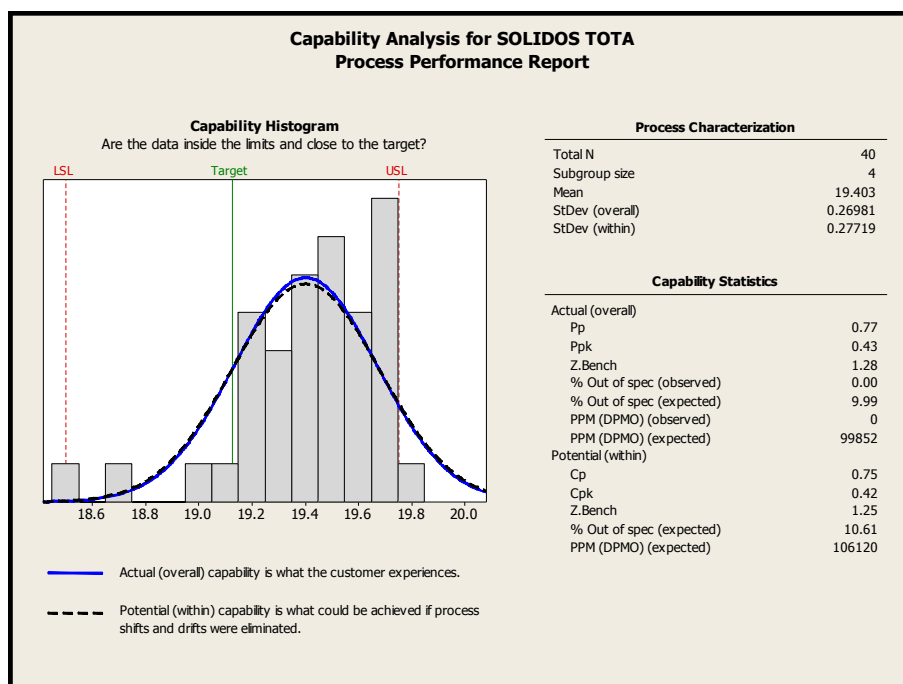


Figura 25. Índice de capacidad. Sólidos solubles utilizando Minitab 17

Interpretación de resultados

La capacidad potencial y real (largo plazo); es decir lo que experimenta el cliente, definida por los índices de desempeño potencial y real evidencian un

proceso no adecuado $P_p= 0.77$ y $P_{pk}=0.43$, que requiere modificaciones. En datos numéricos se tiene un 9.99% de productos fuera de especificaciones.

De igual manera la capacidad potencial y real (corto plazo) $C_p= 0.75$ y $C_{pk}=0.42$; considerada como aquella que se puede alcanzar si se eliminan los desplazamientos y desvíos del proceso evidencia un desempeño no adecuado, que requiere modificaciones. Numéricamente representa un 10.61% de productos fuera de especificaciones.

Tabla 14.

Caracterización del proceso. Variable 2. Humedad

Caracterización del proceso	Resultado
N Total	40
Tamaño del subgrupo	4
Media	0.1979
Desviación estándar (corto plazo)	0.055
Desviación estándar (largo plazo)	0.056

Tabla 15.

Índices de capacidad. Variable 2. Humedad

Resultados Esperado	Indicadores	Resultado
Cumplimiento de especificaciones definidas en proceso y en producto	Índices de Capacidad de corto plazo	<1
	Capacidad Potencial del proceso (C_p)	1.10
	Capacidad real del proceso (C_{pk})	0.57
	Índices de Capacidad de largo plazo	<1
	Índice de desempeño potencial del proceso (P_p)	1.12
	Índice de desempeño real del proceso (P_{pk})	0.59

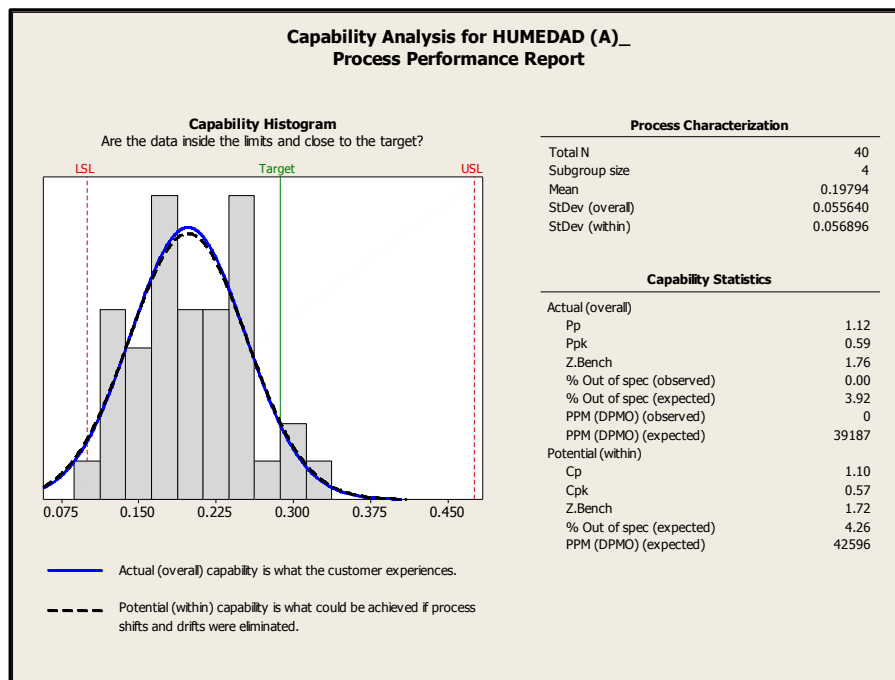


Figura 26. Índice de capacidad. Humedad utilizando Minitab 17

Interpretación de resultados

La capacidad real (largo plazo); es decir lo que experimenta el cliente, definida por los índices de desempeño potencial y real evidencian un proceso no adecuado $Ppk=0.59$, que requiere modificaciones. En datos numéricos tenemos un 3.92% de productos fuera de especificaciones; lo que representa 39,187.00 partes por millón fuera de especificaciones.

De igual manera la capacidad real (corto plazo) $Cpk=0.57$; considerada como aquella que se puede alcanzar si se eliminan los desplazamientos y desvíos del proceso evidencia un desempeño no adecuado, que requiere modificaciones. Numéricamente representa un 4.26% de productos fuera de especificaciones, y 42,596.00 partes por millón fuera de especificaciones.

Respecto a los índices de capacidad potencial de corto y largo plazo, los resultados de Cp y Pp tienen valores mayores a 1; evidenciando procesos adecuados.

3.2.3 MEDIR: Calidad de producto

De acuerdo con los datos obtenidos en el diagrama Pareto, se evidencia que los defectos asociados al empaque primario (selle, fugas, micro fugas y volumen de llenado), representan el mayor impacto en la calidad del producto terminado y mayor nivel de incidencia en las unidades de muestreadas.

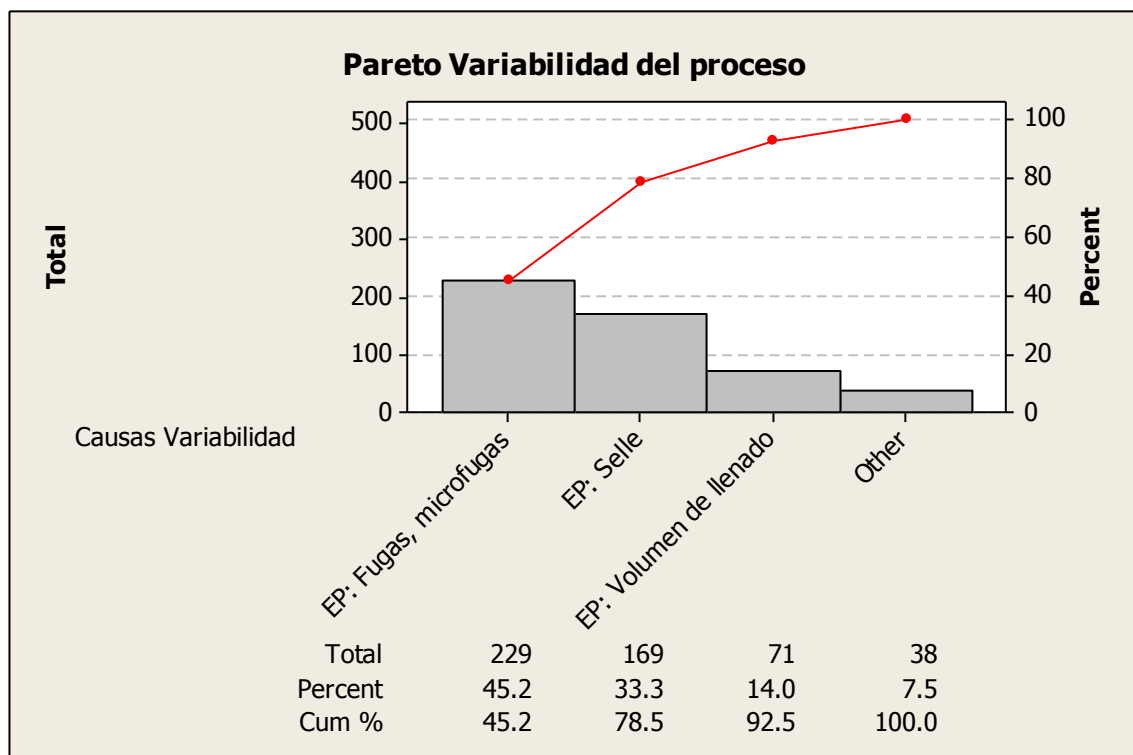


Figura 27. Pareto defectos de atributos

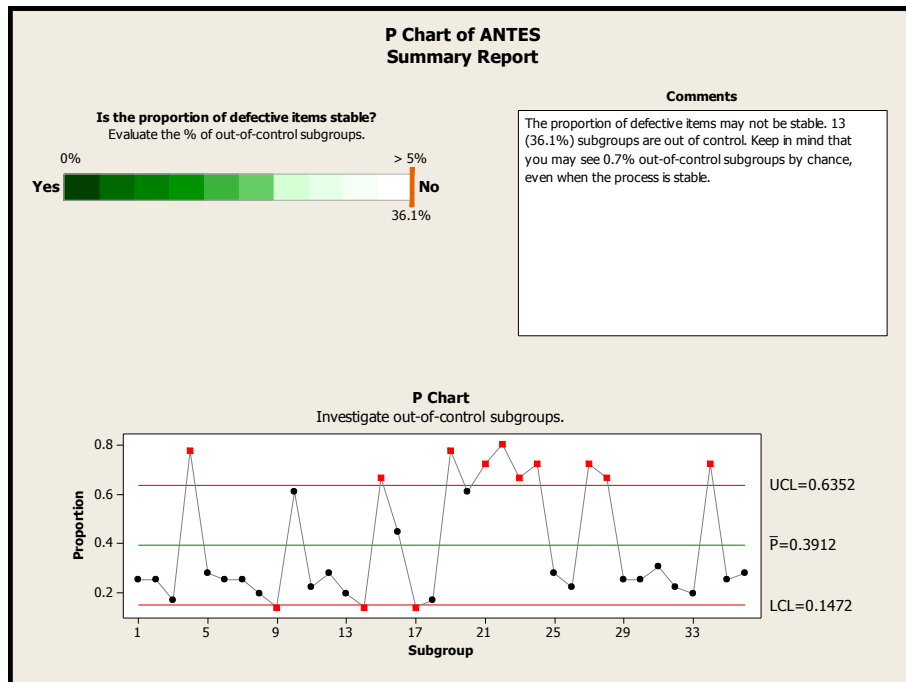


Figura 28. Grafica P atributos, utilizando Minitab17

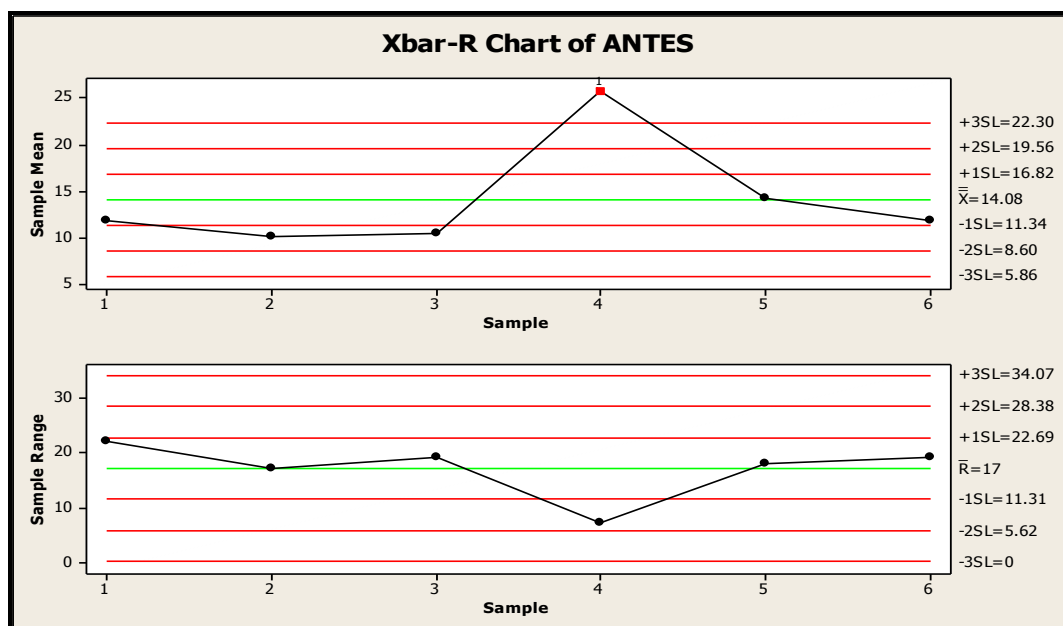


Figura 29. Grafica X-R, utilizando Minitab17

Interpretación de resultados

La grafica de control de atributos **p** evidencia más de 13 puntos fuera de los límites de control, por lo que es necesario, investigar las causas asignables (material, máquina, mano de obra, medio ambiente, medición, método) a las variaciones y tomar acciones previo a la recopilación de datos para un nuevo análisis del comportamiento de la gráfica de atributos, con más de un punto con 3 desviaciones estándar fuera de la línea central. La prueba falla en el sub grupo 4.

En estos resultados, la proporción promedio de productos defectuosos es 0.00635 resultante del cociente entre el número de productos defectuosos del lote y el número total de productos fabricados por lote de producción.

4. Capitulo IV. Mejora del Proceso

4.1 DMAIC: Análisis, mejora y control del proceso

Dando continuidad a la metodología DMAIC, en este capítulo se desarrollará:

- el análisis de las causas que generan las variaciones
- la definición de las mejoras
- la implementación de las acciones de control

Para esto se incorpora herramientas de Calidad Total, que permiten realizar diagnósticos acertados de las problemáticas, definir planes de acción efectivos y mecanismos de control adecuados a la operación.

4.1.1 ANALIZAR: causas asociadas al problema

Para el análisis de las causas asociadas al problema identificado se aplica las metodologías y herramientas de la Gestión de Calidad Total:

- **Ishikawa (Diagrama de espina de pescado)**

Este diagrama representa gráficamente las relaciones causa-efecto de las variables críticas del proceso. Para definir el esquema de Ishikawa se incorporan las variables de:

- Mano de obra
- Maquinaria
- Método
- Medio ambiente
- Materia prima
- Medición

- **AMEF (Análisis del modo y efecto de fallas)**

Descrita como una metodología de análisis preventivo con la cual se identifica, caracteriza y evalúa el riesgo potencial de las fallas en el proceso de manufactura o producto, para estimar de manera oportuna las causas, y evitar su ocurrencia.

- **QFD (Despliegue de la Función de la Calidad)**

Herramienta que traduce la voz o los requerimientos del cliente/consumidor en variables de diseño del producto, que pueden ser desplegadas a las diferentes áreas de la organización/los participantes de la cadena de valor; convirtiéndose en una herramienta dinámica que mantiene vigente las expectativas de satisfacción del cliente bajo sus criterios de percepción del producto recibido.

4.1.1.1 Análisis del problema: Ishikawa

Basado en los resultados de la evaluación de la situación actual del proceso, representada anteriormente en las gráficas Pareto en las que se representa y prioriza las problemáticas asociadas a la variabilidad del proceso y los defectos de atributos del producto terminado.

Específicamente se desarrollará el análisis de los problemas bajo la consideración de los siguientes criterios:

- **Variabilidad del proceso**

A través de la métrica de capacidad de proceso potencial y real que presenta actualmente resultados menores a 1; en las características de calidad de:

- Sólidos solubles
- Humedad

- **Defectos atributos de producto terminado**

Asociado a defectos del empaque primario Pareto en los atributos de:

- Selle
- Fugas, micro fugas
- Volumen de llenado.

A continuación, se describe el análisis de causa-efecto de las variables mencionadas anteriormente aplicando el diagrama de Ishikawa.

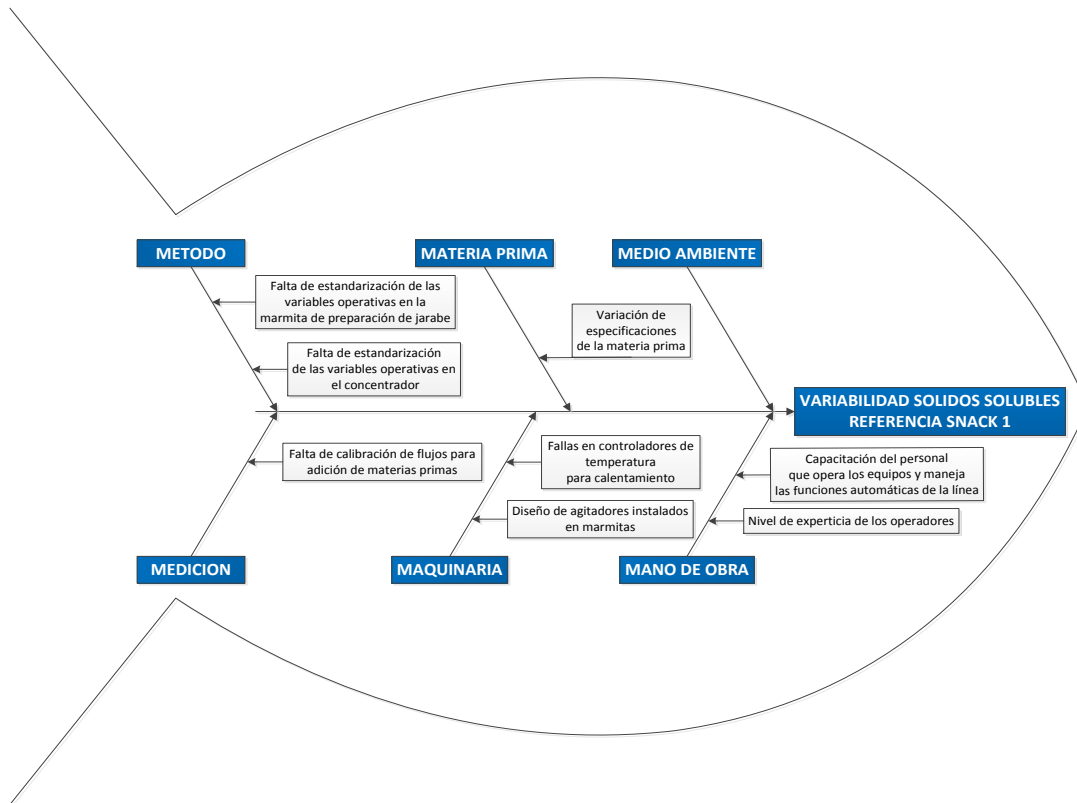


Figura 30. Ishikawa para análisis de variabilidad de sólidos solubles

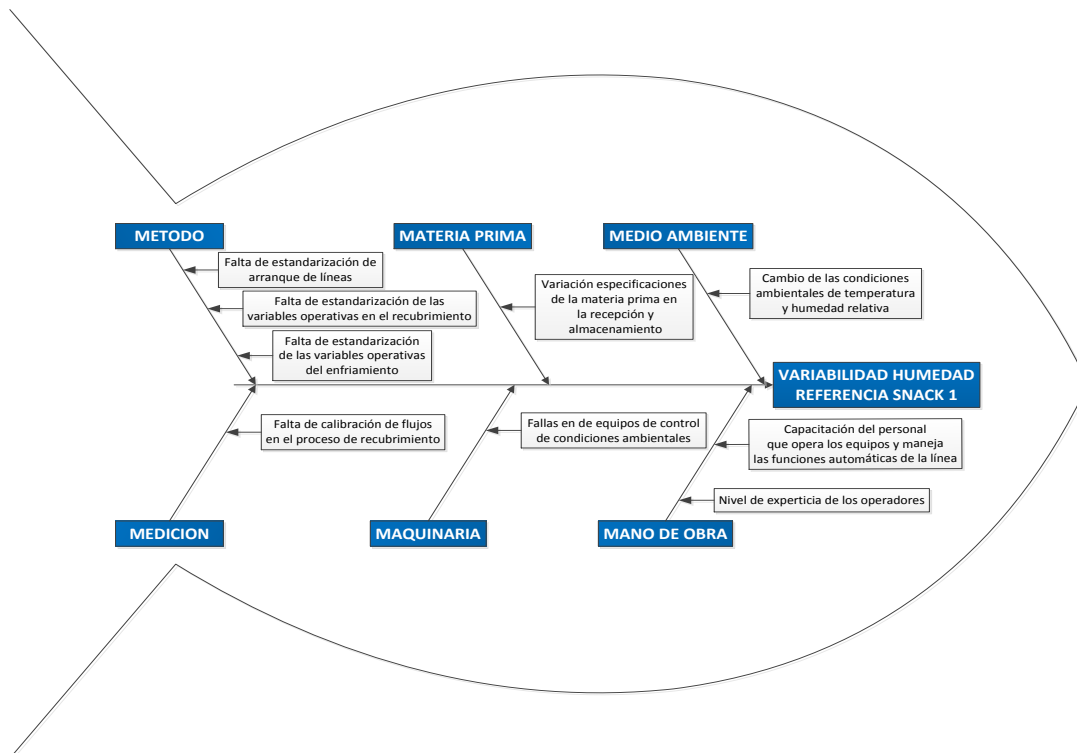


Figura 31. Ishikawa para análisis de la variabilidad de humedad

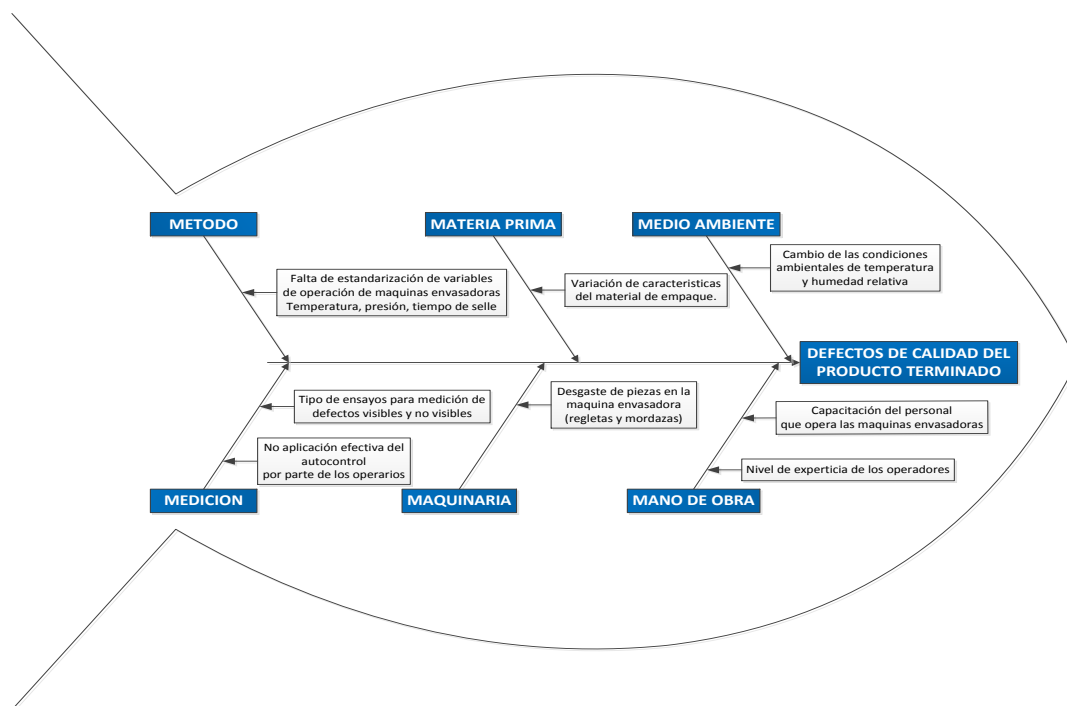


Figura 32. Ishikawa para análisis de defectos en producto

Interpretación de resultados:

Análisis de causa para la variabilidad de sólidos solubles y humedad en el producto en proceso.

El análisis de causa - efecto para los problemas identificados de **variabilidad del proceso** en las características de calidad de humedad y sólidos solubles se asocian a las causas principales detalladas a continuación:

Tabla 16.

Causas principales para variación del proceso

M	Causa principal	Variable	Proceso
Método	Falta de estandarización de las condiciones operacionales para el arranque efectivo de la línea de producción.	Sólidos solubles	Calentamiento
		Humedad	Descarga

Medición	Variación en flujos de alimentación de las materias primas en cada etapa del proceso productivo.	Humedad	Descargado
Máquina	Fallas en controladores de condiciones operacionales y diseño de equipos críticos.	Sólidos solubles	Calentamiento
		Humedad	Descarga

Interpretación de resultados:

Análisis de causa para defectos en producto terminado.

El análisis de causa – efecto realizado para la problemática de **defectos de calidad de atributos** del producto terminado, evidencia que las causas asociadas a la problemática son las siguientes:

Tabla 17.

Causas principales para defectos en producto

M	Causa	Variable	Proceso
Máquina	Fallas en el funcionamiento de las envasadoras.	Atributos PT	Envasado
Método	Falta de estandarización de instructivos de operación de máquinas.		
Materia Prima	Variaciones en las especificaciones del material de empaque primario.		

4.1.1.2 Análisis del modo y efecto de fallas (AMEF)

Complementando el análisis causa - efecto se desarrolla la herramienta AMEF, bajo actividades sistemáticas que permitan identificar y evaluar las fallas potenciales y sus efectos en el sistema, tomar acciones con un enfoque preventivo que reduzcan o eliminen la probabilidad de las fallas que puedan ser evidentes para el cliente o detectadas en los procesos de la cadena productiva y estandarizar los hallazgos.

Tabla 18.

Análisis AMEF. Variabilidad de proceso

							Controles Actuales					
No.	Descripción del Proceso	Función Requerida	Requisitos	Modo de Falla Potencial	Efecto Potencial de la Falla	Severidad	Causas de Falla/	Ocurrencia	Control Preventivo	Control de Detección	Detección	N.P.R
1	Calentamiento	1. Preparación de la premezcla PP1, mediante la adición de materias primas específicas.	Cumplimiento de criterios definidos en Fichas Técnicas a nivel de variables fisicoquímicas y sensoriales.	Incumplimiento de variables fisicoquímica de sólidos solubles y sensoriales.	- Cambio de perfil sensorial del producto.	7 MUY ALTA	Falta de estandarización de las condiciones operacionales y prácticas para el arranque efectivo de la línea de producción. Fallas en controladores de condiciones operacionales y diseño de equipos críticos. Variaciones en las especificaciones del material de empaque primario.	6 MODERADA: Fallas ocasionales	Estandarización de fórmulas de producción. Auditorías de procesos productivos	Control físico químico y sensorial de la premezcla	6 INSPECCIÓN MANUAL O VISUAL, Y MEDICIÓN AUTOMATIZADA	252

Tabla 19.

Análisis AMEF. Defectos de producto

No.	Descripción del Proceso	Función Requerida	Requisitos	Modo de Falla Potencial	Efecto Potencial de la Falla	Severidad	Controles Actuales				N.P.R			
							Causas de Falla/	Ocurrencia	Control Preventivo	Control de Detección		Detección		
1	Envase	1. Llenado de producto en un empaque primario, para mantener las condiciones necesarias de conservación. 2. Mantener el producto durante su vida útil cumpliendo los criterios normativos y de diseño.	Empaque sellado correctamente.	Detección de fugas y micro fugas	- Afectación del perfil sensorial del producto - Cambio en las curvas de estabilidad del producto - Disminución del colchón de aire	6 ALTA	Fallas en el funcionamiento de las envasadoras.	7	ALTA: Fallas frecuentes	Mantenimiento autónomo y preventivo	Prueba de fugas y micro fugas	6	INSPECCIÓN MANUAL O VISUAL, Y MEDICIÓN AUTOMATIZADA	252
			Cumplimiento de la especificación de peso y volumen de llenado	Peso neto por debajo / encima de la especificación	- Incumplimiento de especificación normativa. - Cambio de acomodo en empaque secundario.	6 ALTA	Falta de estandarización de instructivos de operación de máquinas.	5	MODERADA: Fallas ocasionales	Ninguno	Control de pesos de producto y volumen de llenado	INSPECCIÓN MANUAL O VISUAL, Y MEDICIÓN AUTOMATIZADA	6	

Interpretación de resultados: AMEF

Para enfocar las acciones de mejora, se jerarquiza los problemas bajo las consideraciones del grado de ocurrencia de las fallas, la severidad en el producto y proceso y el nivel de detección de las mismas. Bajo este concepto se ha identificado procesos críticos en el calentamiento, explotado y envasado con un N.P.R alto, para los cuales se deben definir e implementar planes de acción que permita atacar a cada modo de falla identificado.

4.1.1.3 Despliegue funcional de la Calidad (QFD)

Se introduce la voz del cliente en los procesos productivos, a través de la herramienta de Despliegue funcional de la Calidad, transformando las expectativas del cliente en variables de diseño y variables técnicas del proceso.

La metodología se aplica definiendo las variables de diseño y calidad críticas para el producto “**qué**”, jerarquizando las mismas por prioridad en función a los requisitos del cliente. Se identifica en esta matriz, los procesos principales que representan el “**cómo**” se garantizan los requerimientos del cliente a través de las etapas de fabricación. En la matriz se considera también a los competidores; compañías que ofrecen en el mercado productos con similares características que el producto en estudio.

Los resultados de la correlación de los “qué” y “cómo” con el mayor valor; determinan los requerimientos del proceso en los que se enfocaran los esfuerzos de la mejora para alcanzar la satisfacción de los clientes.

Referencias para calificación de la matriz:

- **Priorización Qué**

Para las variables de diseño y de calidad de producto se asigna un valor en la escala de 1 a 5; siendo 5 el más relevante para el cliente.

- **Correlación**

Tabla 20.





Tabla de valoración correlaciones

Correlación	Valoración	Representación
Fuerte	9	●
Media	3	○
Débil	1	△
Nula	0	

- **Interacción**

Tabla 21.

Tabla de representación para interacciones

Interacción	Representación
Fuertemente positiva	
Positiva	
Negativa	
Fuertemente negativa	

- **Importancia**

Tabla 22.

Rangos para definir importancia

	Rango para interpretación				
Absoluto	0-81	82-163	163-244	244-325	325-405
Relativo	1	2	3	4	5

A continuación, se desarrolla la matriz:

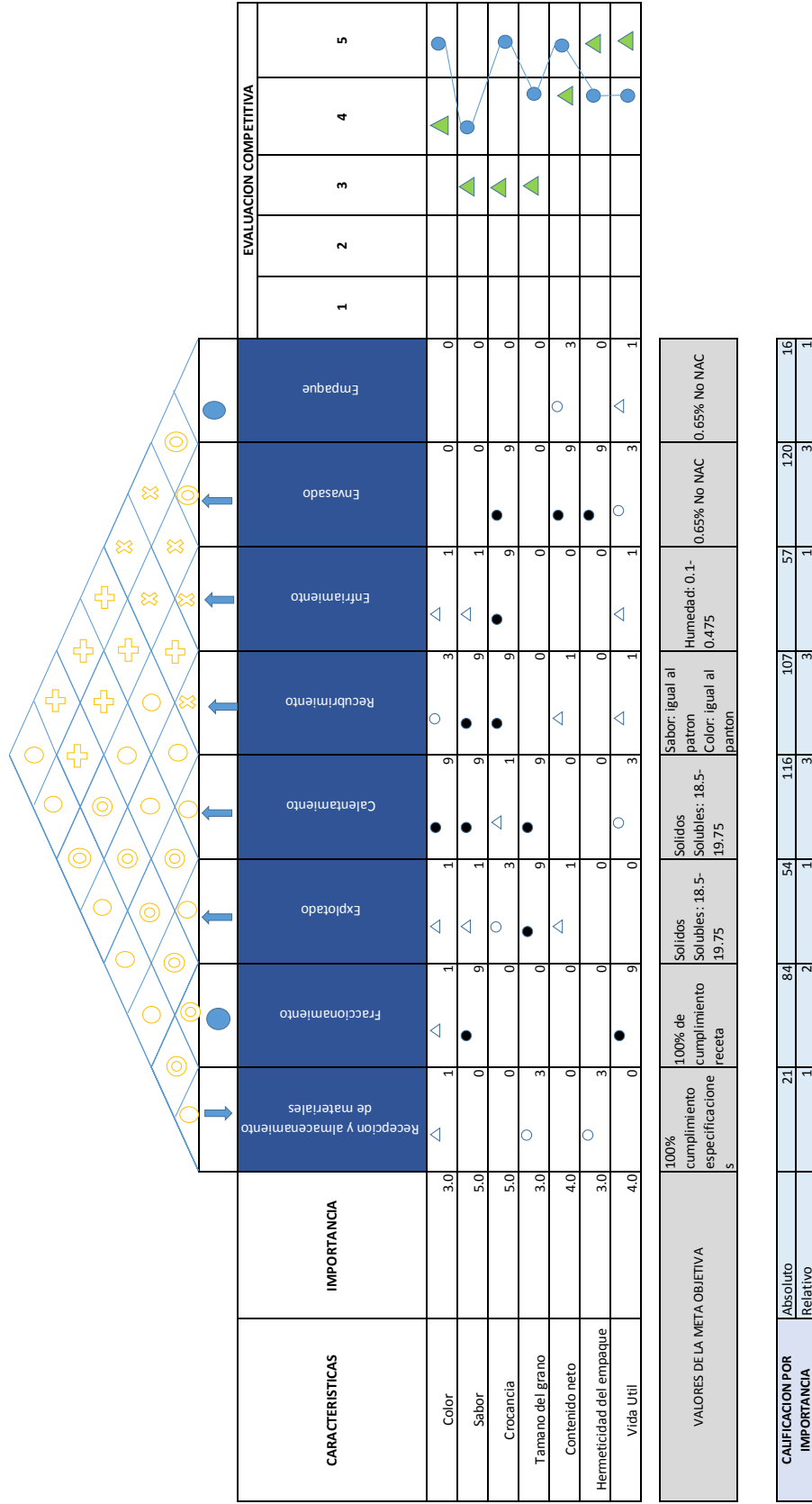


Figura 33. Representación Matriz QFD

Interpretación de resultados: QFD

1. Las características relevantes para el cliente asociadas al perfil sensorial se convierten en una ventaja competitiva frente al principal competidor.
2. Los procesos técnicos que generan mayor contribución en el cumplimiento de los requisitos del cliente son el proceso de calentamiento, recubrimiento y envasado; en los que se garantiza el cumplimiento de las especificaciones sensoriales y atributos del producto, que se priorizan en las expectativas del cliente.
3. Existe una oportunidad marcada en las características de vida útil del producto, esta característica tiene alta importancia para el cliente y la evaluación competitiva de la compañía frente a la competencia es menor.
4. En función a los resultados de la calificación por importancia (valor absoluto) se identifica que los procesos a mejorar están enfocados en el envasado (120), calentamiento (116) y recubrimiento (107).

4.1.2 Implementar los planes de acción para la mejora

Los planes de acción definidos para la mejora de la variabilidad del proceso y la reducción de defectos en el producto se enfocan en eliminar o minimizar el impacto de las causas de las fallas potenciales identificadas y valoradas con el número de prioridad de riesgo y las causas Pareto identificadas en el análisis de causa – efecto, que se enfocan en los procesos que generan mayor contribución para alcanzar el cumplimiento de los requisitos del cliente, las mismas se resumen a continuación.

Tabla 23.

Acciones de mejora

M	Planes de acción	Estatus
Método	Definición y validación de condiciones operacionales por equipo.	100%
	Definición de formulaciones para diferentes tamaños de Bach.	100%
	Estandarización de los instructivos de operación de máquinas foco condiciones de temperatura, presión y tiempo de selle	100%
Medición	Instalación de controladores para flujos de entrada y salida en la línea	100%
Máquina	Rediseño del equipo de calentamiento.	100%
	Cambio de piezas críticas de la envasadora (regletas, mordazas), inclusión de actividades en el MTTO autónomo y preventivo	100%
	Revisión y ajuste en programadores de control automático para el llenado.	100%
Materia Prima	Re definición de las especificaciones de calidad del empaque primario, ajuste en fichas técnicas y criterios de liberación.	50%
Mano de obra	Capacitación al personal operativo, entrenamiento de cargos críticos de la línea.	100%

Las acciones han sido implementadas con el objetivo de eliminar o reducir la ocurrencia de la causa del modo de falla, e incrementar la posibilidad de detección de las fallas en el origen. Respecto a la severidad, a pesar de las modificaciones y mejoras: por la naturaleza y características del producto las fallas representan tanto para el producto como para el proceso el mismo nivel de severidad; por tanto, el foco es eliminar la ocurrencia y efectivizar los mecanismos de control para detectar la falla.

Los resultados después de recalcular el número de prioridad de riesgo evidencian una reducción en el valor cuantitativo pasando de un valor mayor a 100 a valores entre 40 y 100; las acciones han permitido mejorar la detección de las fallas y disminuir su ocurrencia.

A continuación, el detalle de la evaluación de N.P.R después de la implementación de los planes de acción:

Tabla 24.

Resultado de las acciones de mejora N.P.R

No.	Descripción del Proceso	Efecto Potencial de la Falla	N.P.R	Acciones Recomendadas	Resultados de las acciones			
					Severidad	Ocurrencia	Detección	RPN
1	CALENTAMIENTO	- Afectación del perfil sensorial del producto - Cambio de perfil sensorial del producto.	252	1. Estandarización de condiciones operacionales en estándares de fabricación. 2. Validación de formulaciones para diferentes tamaños de Bach. 3. Rediseño de equipo de calentamiento. 4. Capacitación al personal operativo	7 MUY ALTO	2 BAJA: Pocas Fallas	6 INSPECCIÓN MANUAL O VISUAL, Y MEDICIÓN AUTOMATIZADA	84

2	ENVASE	- Afectación del perfil sensorial del producto - Cambio en las curvas de estabilidad del producto - Disminución del colchón de aire	252	1. Estandarización de los instructivos de operaciones de máquinas foco condiciones de temperatura, presión y tiempo para el sellado 2. Cambio de piezas críticas de la envasadora (regletas, mordazas), inclusión en el MTTO autónomo y preventivo 3. Re definición de las especificaciones de calidad del empaque primario, ajuste en fichas técnicas y criterios de liberación. 4. Capacitación al personal operativo	6	ALTA	2	BAJA: Pocas Fallas	6	INSPECCIÓN MANUAL O VISUAL, Y MEDICIÓN AUTOMATIZADA	72
		- Incumplimiento de especificación normativa. - Cambio de acomodo en empaque secundario.	180	1. Revisión y ajuste en programadores de control automático para el llenado. 2. Calibración de las balanzas de dosificación 3. Estandarización de los instructivos de operación de máquina.	6	ALTA	2	BAJA: Pocas Fallas	6	INSPECCIÓN MANUAL O VISUAL, Y MEDICIÓN AUTOMATIZADA	72

4.1.3 MEJORAR: Capacidad de los procesos

Después de la implementación de estas acciones se evalúa el comportamiento de las métricas asociadas a la Gestión de Calidad, levantando información del comportamiento de las variables de interés después de la mejora.

Para esto, se realizó el muestreo por subgrupos, seleccionando lotes de producto en proceso para el monitoreo de las variables. El tamaño de la muestra corresponde a N, 40 observaciones; se debe considerar que la toma de muestras se realiza bajo el esquema de producción planificada de la referencia en estudio. Bajo estas consideraciones se calcula los índices de capacidad.

Tabla 25.

Caracterización del proceso. Variable 1. Sólidos solubles

Caracterización del proceso	Resultado
N Total	40
Tamaño del subgrupo	1
Media	19.40
Desviación estándar (corto plazo)	0.12
Desviación estándar (largo plazo)	0.10

Tabla 26.

Índices de capacidad. Variable 1. Sólidos solubles

Resultados Esperado	Indicadores	Resultado
Cumplimiento de especificaciones definidas en proceso y en producto	Índices de Capacidad de corto plazo	>1
	Capacidad Potencial del proceso (C_p)	2.08
	Capacidad real del proceso (C_{pk})	1.25
	Índices de Capacidad de largo plazo	>1
	Índice de desempeño potencial del proceso (P_p)	1.80
	Índice de desempeño real del proceso (P_{pk})	1.08

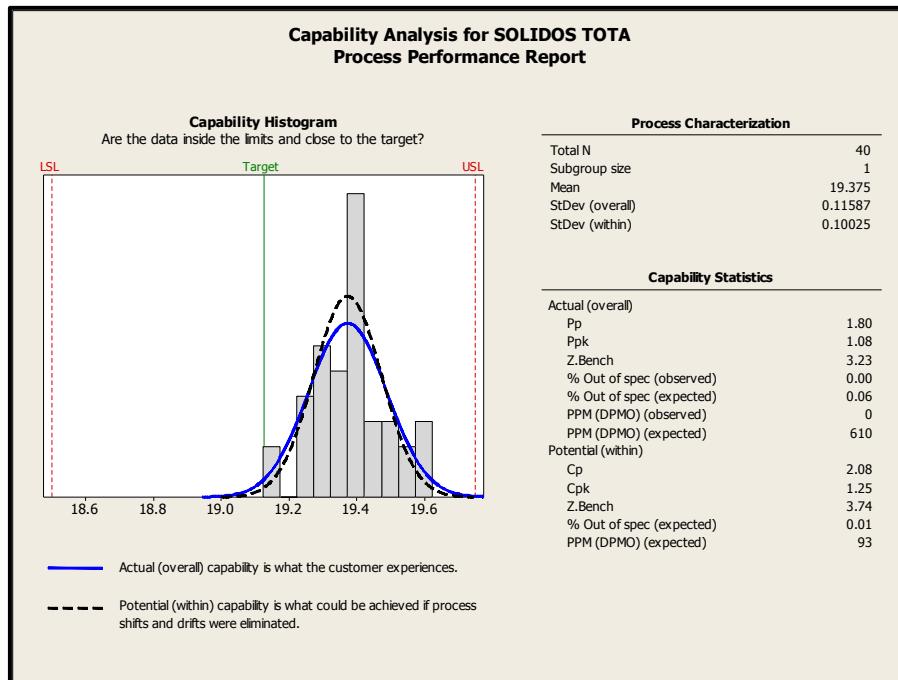


Figura 34. Índice de capacidad. Sólidos solubles utilizando Minitab 17

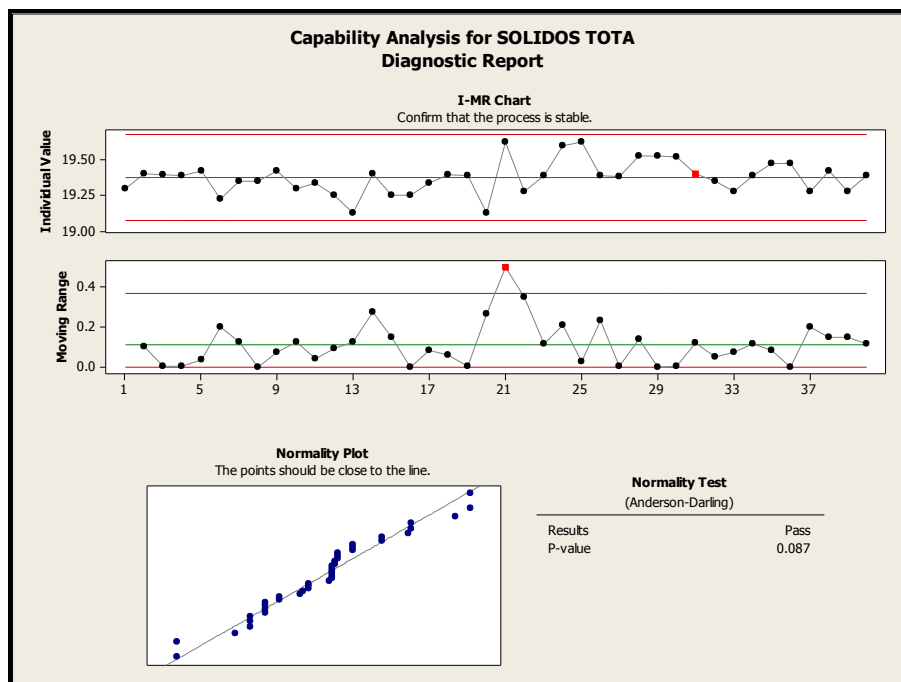


Figura 35. Carta de control. Sólidos solubles utilizando Minitab17

Interpretación de resultados

Se evidencia una mejora en la variabilidad del proceso en los índices de capacidad real y potencial. La capacidad real (largo plazo); es decir lo que experimenta el cliente, definida por los índices de desempeño potencial y real evidencian un proceso adecuado $Pp= 1.80$ y $Ppk=1.08$

De igual manera la capacidad potencial (corto plazo) $Cp= 2.08$ y $Cpk=1.25$; considerada como aquella que se puede alcanzar, eliminando los desplazamientos y causas especiales que generan la variación experimentan una mejora, con valores de Cp mayores a 1; evidenciando procesos adecuados.

A pesar de los resultados conformes de la capacidad de proceso; la gráfica I-MR; grafica de observaciones individuales y grafica de rangos móviles evidencian 1 punto fuera de control en la gráfica de rangos móviles evaluada en los límites de control establecidos en 3 desviaciones estándar por encima y debajo de la línea central y 1 punto con variación en los valores individuales de la muestra; estas variaciones no se asocian a errores en la prueba 1, que detecta puntos fuera de los límites de control.

Tabla 27.

Caracterización del proceso. Variable 2. Humedad

Caracterización del proceso	Resultado
N Total	40
Tamaño del subgrupo	4
Media	0.18
Desviación estándar (corto plazo)	0.03
Desviación estándar (largo plazo)	0.02

Tabla 28.

Índices de capacidad. Variable 2. Humedad

Resultados Esperado	Indicadores	Resultado
Cumplimiento de especificaciones definidas en proceso y en producto	Índices de Capacidad de corto plazo	>1
	Capacidad Potencial del proceso (C_p)	2.83
	Capacidad real del proceso (C_{pk})	1.20
	Índices de Capacidad de largo plazo	>1
	Índice de desempeño potencial del proceso (P_p)	1.79
	Índice de desempeño real del proceso (P_{pk})	0.76

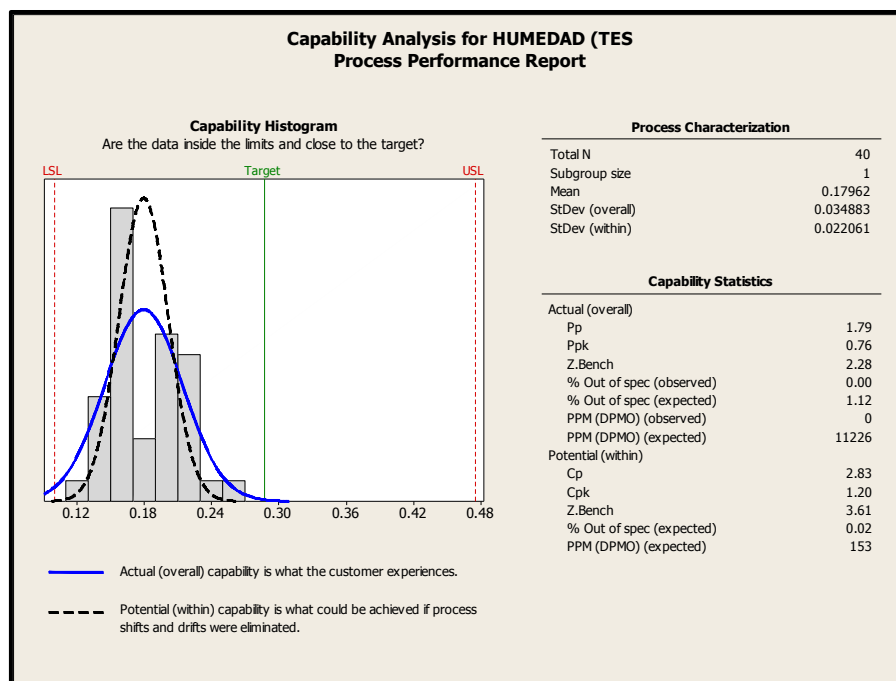


Figura 36. Índice de capacidad. Humedad utilizando Minitab17

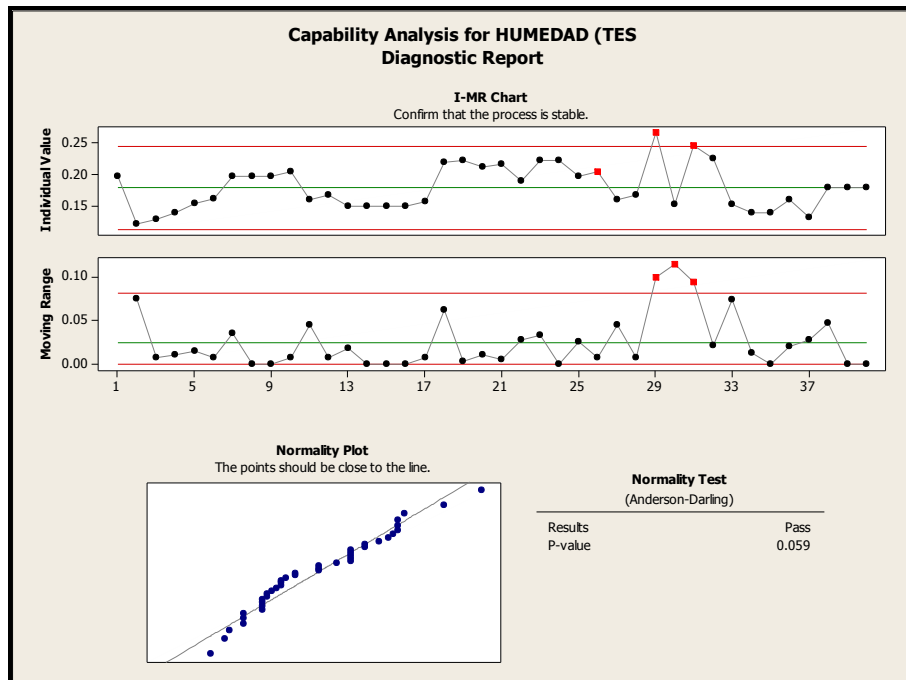


Figura 37. Carta de control. Humedad utilizando Minitab17

Interpretación de resultados

La capacidad potencial (corto plazo) $C_p = 2.83$ y $C_{pk} = 1.20$; considerada como aquella que se puede alcanzar, eliminando los desplazamientos y causas especiales que genera la variación, experimentan una mejora, con valores mayores a 1; evidenciando procesos adecuados.

Respecto a la capacidad real (largo plazo); es decir lo que experimenta el cliente, definida por los índices de desempeño potencial y real se obtienen resultados de $P_p = 1.79$ y $P_{pk} = 0.76$, en consideración a este último la variación del proceso realmente cubre el 76% de la banda de especificaciones.

A pesar de la mejora en la capacidad del proceso; la gráfica I-MR; grafica de observaciones individuales y grafica de rangos móviles evidencian 3 punto fuera de control en la gráfica de rangos móviles evaluada en los límites de control establecidos en 3 desviaciones estándar por encima y debajo de la línea central y 3 punto con variación en los valores individuales de la muestra;

estas variaciones no se asocian a errores en la prueba 1, que detecta puntos fuera de los límites de control. Todos los datos se encuentran dentro de las especificaciones.

4.1.4 MEJORAR: Calidad de producto

Como resultados de las acciones de mejora implementadas en la etapa de envasado, se evalúa el resultado en los indicadores de calidad de producto terminado, soportado en las gráficas de control para atributos asociados al empaque primario (selle, fugas, micro fugas y volumen de llenado), estas graficas se presentan a continuación:

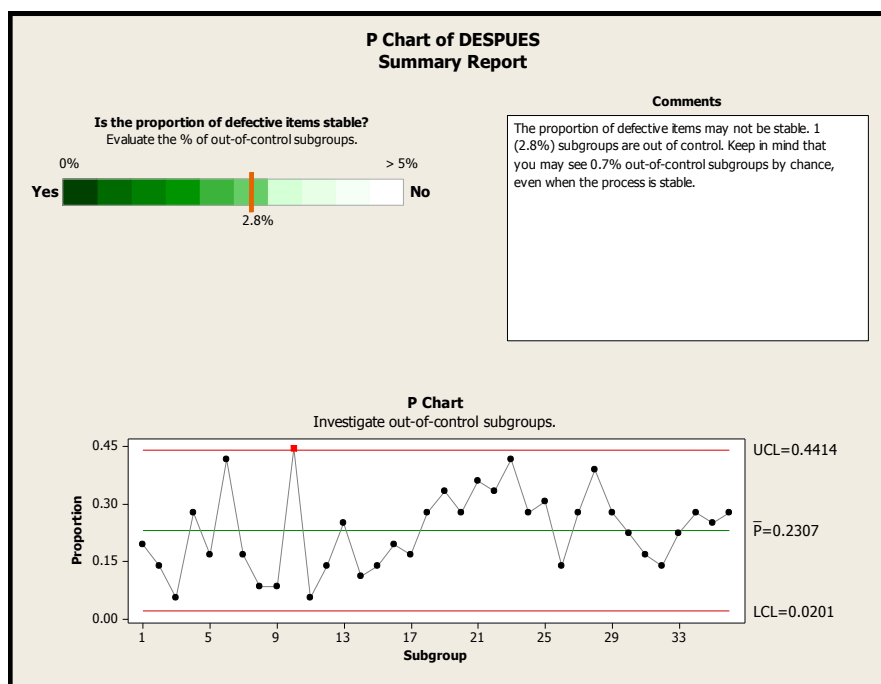


Figura 38. Grafica P atributos, utilizando Minitab17

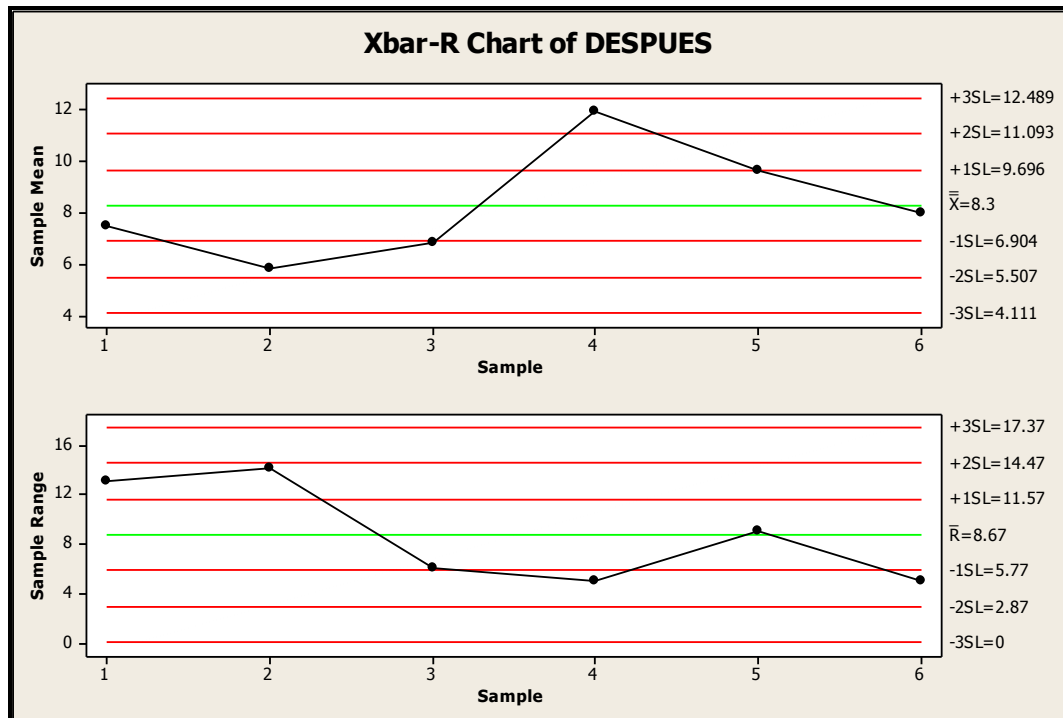


Figura 39. Grafica X-R, utilizando Minitab17

Interpretación de resultados

La representación de la carta de control de rangos variables, evidencia que los puntos se encuentran dentro de los límites de control, situados en 2 niveles sigma cercanos a la media.

La grafica de control de atributos **p** evidencia 0 puntos fuera de los límites de control, confirmando la efectividad de las acciones implementadas como resultado del análisis de las causas asignables (material, máquina, mano de obra, medio ambiente, medición, método) a las variaciones inicialmente identificadas.

En estos resultados, la proporción promedio de productos defectuosos es 0.00374 resultante del cociente entre el número de productos defectuosos del lote y el número total de productos fabricados por lote de producción.

De manera general se evidencia una mejora en los indicadores de nivel aceptable de calidad pasando de 99.37% a 99.55%, lo que representa un nivel sigma 4,1 después de la mejora. Estos resultados se detallan a continuación:

Tabla 29.

Metas para Calidad de producto atributos

Resultados Esperado	Indicadores	Antes	Después	Meta
Cumplimiento de especificaciones en producto	Nivel aceptable de Calidad	99.37%	99.63%	Min 99.55%
	Nivel sigma	4	4.2	4.1
	DPMO	6.210	3.460	4.660

4.1.5 CONTROLAR: Procesos para sostener la mejora alcanzada.

En la fase de control se ha priorizado las herramientas básicas que deben ser apropiadas y garantizadas por los ejecutores y dueños de los procesos operativos. Se ha incorporado en esta fase los siguientes elementos:

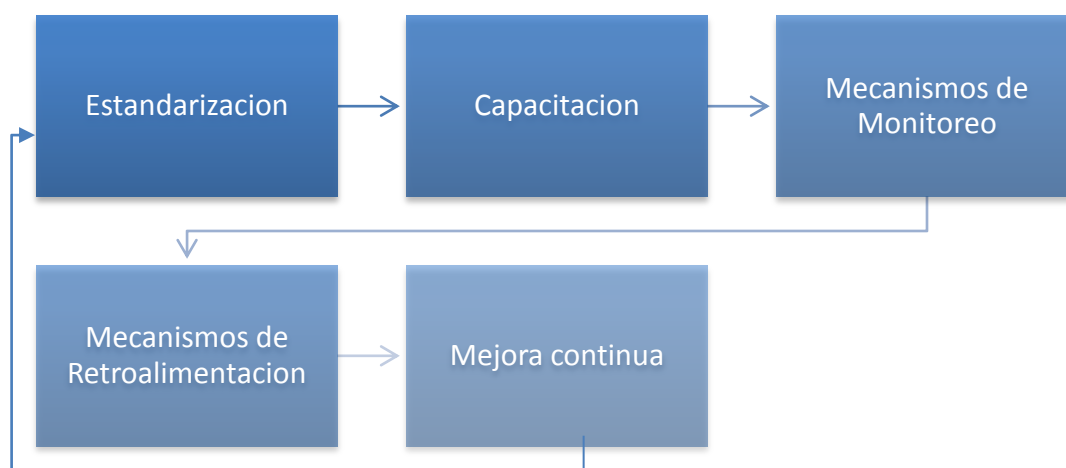


Figura 40. Elementos para el control de los procesos

4.1.5.1 Estandarización de los procesos

Una vez validados y realizados los cambios en el proceso productivo, alineado a los requerimientos de diseño y requisitos técnicos del producto; se estandariza las mejoras, enfocadas en:

1. Estándares de fabricación
 - a. Etapa de fraccionamiento: Fórmulas de producción para Bach de menor capacidad
 - b. Etapa de calentamiento: Condiciones operativas y variables críticas
 - c. Etapa de recubrimiento: Condiciones operativas ajustadas a la calibración de flujos y variables críticas
 - d. Etapa de enfriamiento: Condiciones operativas ajustadas a la calibración de flujos y variables críticas
 - e. Etapa de envasado: Condiciones de alistamiento y calibración de máquinas
2. Instructivos de operación de máquinas y equipos críticos
3. Programa prerequisite de Mantenimiento Preventivo
4. Programa de Capacitación y entrenamiento para operadores de maquinaria y equipos críticos: Matriz de habilidades

4.1.5.2 Capacitación del personal

En esta etapa se implementan acciones enfocadas tanto en la capacitación como en el adiestramiento para el personal de planta, basado en los siguientes objetivos:

- **Capacitación**

Garantizar que el personal adquiera información y/o conocimientos teóricos, que permitan realizar tareas o desempeñar una función.

- **Entrenamiento**

Preparación o adiestramiento con el propósito de desarrollar destrezas o habilidades que permitan realizar tareas o desempeñar una función, con mayor eficacia; y que requieren más de una capacitación. El entrenamiento implica una preparación técnica (teórica- práctica) para el desarrollo máximo del personal y se realiza de acuerdo al Programa de Capacitación y entrenamiento

Los temas incluidos en el proceso de capacitación y adiestramiento corresponden a:

1. Estándares de fabricación
2. Instructivos de operación de máquinas y equipos críticos
3. Programa prerequisite de Mantenimiento Preventivo

Los asistentes a la capacitación son evaluados con un criterio de aprobación del 70%. Para los procesos de adiestramiento se aplica la metodología de Desarrollo de Habilidades del personal base.

4.1.5.3 Mecanismos de control y retroalimentación

Los mecanismos de control y retroalimentación están basados principalmente en: las rutinas de inspección de calidad para producto en proceso y producto terminado, programa de autocontrol, programa de auditorías internas.

Se detalla a continuación los mecanismos de control y sus herramientas y la aplicabilidad en la etapa de fabricación /proceso que corresponde:

1. **Rutinas de inspección de calidad para producto:** enfocado en los planes de control de producto en proceso y producto terminado para la medición de variables de liberación físico químicas, sensoriales y

de atributos. Las herramientas de control para el monitoreo de las variables son: cartas de control para variables y atributos, análisis de capacidad de proceso, diagramas Pareto.

- 2. Programa de autocontrol:** enfocado en garantizar la detección y actuación oportuna frente a las variaciones detectadas durante la fabricación del producto. Este programa tiene como objetivo ejecutar los controles que puedan hacerse en la línea para detectar y corregir en la fuente los defectos de calidad de producto, que permitan el análisis de causa de manera oportuna, reducción de costos de no calidad y monitoreo de los controles por los dueños del proceso. El programa de autocontrol se aplica en los procesos de envasado de producto, bajo responsabilidad de los operadores de máquinas.
- 3. Programa de auditorías internas:** permite evaluar objetiva y sistemáticamente el cumplimiento de todos los procesos operativos en la línea de fabricación, contribuyendo a la mejora continua a través del cierre efectivo de los no cumplimientos. El programa de Auditorías internas incluye:
 - Auditorías de estándares de fabricación
 - Auditorías de programas prerrequisitos
 - Inspecciones del Programa de Autocontrol

4.2 Análisis financiero después de las mejoras

El análisis se enmarca en la métrica de costos de no calidad, asociados al desperdicio generado en el proceso en la situación inicial y los resultados después de la mejora. Por términos de confidencialidad de la información, los datos presentados a continuación son referenciales, sin embargo, los porcentajes que representan en los costos de desperdicio corresponden al proceso real.

Tabla 30.

Meta de desperdicio de materiales

Indicador	Meta (asociado a la no calidad de producto)
Desperdicio (%)	2.25%

Los impactos de los costos de no calidad asociados a reprocesos de producto corresponden por importancia a los generados por las siguientes materias primas y material de empaque: base de producto, pre mezcla 1, empaque primario. El análisis enmarca el impacto de los costos de no calidad en el CIF (Costos indirectos de fabricación fijos y variables) y MO (Mano de obra fija y variable).

Los datos presentados tienen como base calculo 1Tonelada Logística de producto fabricado:

Tabla 31.

Resultados de desperdicio

Indicador	Meta	Antes de la mejora		
Desperdicio (%)	2.25%	3.34%	3.44%	3.93%
CIF FIJO	\$22.42	\$33.23	\$34.23	\$39.16
CIF VARIABLE	\$1.95	\$2.88	\$2.97	\$3.40
MO	\$4.38	\$6.49	\$6.69	\$7.65
TOTAL	\$28.75	\$42.61	\$43.89	\$50.21
Indicador	Meta	Después de la mejora		
Desperdicio (%)	2.25%	2.60%	2.40%	2.25%
CIF FIJO	\$22.42	\$25.91	\$23.92	\$22.42
CIF VARIABLE	\$1.95	\$2.25	\$2.08	\$1.95
MO	\$4.38	\$5.06	\$4.67	\$4.38
TOTAL	\$28.75	\$33.22	\$30.67	\$28.75

	Meta	Antes	Después
Costo x Ton	\$1,277.73	\$1,277.73	\$1,277.73
Costo desperdicio x ton	\$28.75	\$45.57	\$30.88
Ton producidas x mes	13.6	13.6	13.6
Costo Desperdicio x total ton x mes	\$390.99	\$619.78	\$419.95
	Reducción		32%

Interpretación de resultados

Después de la mejora el indicador de costos de desperdicio por no calidad de producto en proceso y producto terminado tiene una reducción del 32%.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Se evidencia la mejora del proceso productivo en la línea de fabricación de snacks mediante el control de la variabilidad del proceso, el incremento de la calidad del producto y la reducción del desperdicio.

Se logra mantener procesos adecuados con el control de la variabilidad de la característica de calidad de sólidos solubles obteniendo resultados de los índices de desempeño potencial y real de $Pp= 1.80$ y $Ppk=1.08$ y capacidad potencial de $Cp= 2.08$ y $Cpk=1.25$. Para la variable de humedad, después de la mejora se obtienen resultados de $Cp= 2.83$ y $Cpk=1.20$ y resultados de índices de desempeño potencial y real de $Pp= 1.79$ y $Ppk=0.76$, en consideración a este último la variación del proceso realmente cubre el 76% de la banda de especificaciones.

La representación de la carta de control de rangos variables para las características de calidad de atributos del producto después de la mejora, evidencia que los puntos se encuentran dentro de los límites de control, esto confirma la efectividad de las acciones implementadas como resultado del análisis de las causas asignables (material, máquina, mano de obra, medio ambiente, medición, método) a las variaciones inicialmente identificadas. De manera general se evidencia una mejora en los indicadores de nivel aceptable de calidad 99.55%, lo que representa un nivel sigma 4,1 después de la mejora.

Se reduce los costos de no calidad que impactan el desperdicio de producto en proceso y producto terminado en un 32%.

Resultante del análisis de las causas asignables a las variaciones se identifican los procesos de calentamiento, recubrimiento y envasado como aquellos que impactan directamente en los resultados de la calidad del producto en las características relevantes para el cliente asociadas al perfil sensorial y calidad en los atributos del producto final.

Las metodologías y herramientas de Gestión de la Calidad aplicadas (Control estadístico, AMEF, QFD, Ishikawa, Estandarización de procesos), permiten analizar las causas que generan la variabilidad en los procesos y la no calidad del producto y definir planes de acción para la mejora con un enfoque preventivo de gestión enfocado en garantizar el cumplimiento de las expectativas del cliente.

5.2 Recomendaciones

Fortalecer a nivel profesional las metodologías de desarrollo de proyectos, estandarizando los procedimientos y mejores prácticas, involucrando en este proceso al personal operativo de planta.

Evaluar metodologías alternas para la investigación de las causas asignables a las variaciones en el proceso, dando alcance a las variables de diseño, variables técnicas de proceso y los requerimientos del cliente, para garantizar el fin último de la calidad que está asociado a la satisfacción de las expectativas de nuestros clientes.

Evaluar la factibilidad de desarrollar proyectos de mejora de productividad en las líneas de fabricación de categorías diferentes a snacks, implementando las metodologías y herramientas de mejoramiento continuo y de Gestión de Calidad Total.

Formar equipos con roles y responsabilidades definidas para la evaluación de proyectos de mejora en los procesos productivos de manufactura, incluir profesionales de áreas interdisciplinarias y personal operativo de planta.

Incorporar en el modelo de desarrollo de nuevos productos la gestión preventiva de riesgos para los procesos productivos y producto, considerando los requerimientos técnicos, de diseño y las necesidades de los clientes internos y externos.

REFERENCIAS

- Ángel, M. J. (2011). Gestión de procesos, Recuperado el 15 de junio de 2017 de <http://www.eumed.net>
- Cuatrecasas, A. L. (2000). Gestión de la calidad total. Sunny Isles Beach, US: Ediciones Díaz de Santos.
- Espinosa (2009). Calidad total. Córdoba, AR: El Cid Editor | apuntes.
- Evans, J., y Lindsay, W. (2012). Administración y Control de Calidad (Séptima ed.). (S. R. Gonzales, Ed.) México, México, México: CENGAGE Learning.
- Fontalvo, H. T. J. (2006). La gestión avanzada de la calidad: metodologías eficaces para el diseño, implementación y mejoramiento de un sistema de gestión de la calidad. Bogotá, CO: Corporación para la gestión del conocimiento ASD 2000.
- Fontalvo, T. (2010). El método: enfoque sistémico convergente de la calidad: E.S.C.C. Bogotá, CO: Corporación para la gestión del conocimiento ASD 2000.
- González, G. C. (2002). Calidad total. México, D.F., MX: McGraw-Hill Interamericana.
- Gutiérrez, H., y De la Vara, R. (2013). Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma México DF, México. Tercera Edición. Editorial McGraw-Hill.
- Gutiérrez, H., y De la Vara, R. (2012). Análisis y Diseño de Experimentos (Segunda edición ed.). (P. E. Vásquez, Ed.) México, D.F., México, México: McGraw-Hill.
- Gutiérrez, H. G. (2009). Control estadístico de calidad y seis sigmas. México: Interamericana editores S.A. DE C.V.

- Krajewski, Lee; Ritzman, Larry; Malhotra, Manoj. (2008). Administración de operaciones (Octava edición ed.) México.
- Lefcovich, M. L. (2009). Control y reducción de costos mediante el control estadístico de procesos. Córdoba, AR: El Cid Editor | apuntes.
- Merli, G. (2007). La calidad total como herramienta de negocio. Madrid, ES: Ediciones Díaz de Santos.
- Metodologías avanzadas para la planificación y mejora. (2013). Madrid, ES: Ediciones Díaz de Santos.
- Plasencia, S. J. A., Martínez, H. Y., & Saavedra, L. N. (2007). Gestión de procesos. Buenos Aires, AR: El Cid Editor - Ciencias Económicas y Administrativas.
- Prat, B. A., Tort-Martorell, L. X., & Grima, C. P. (1997). Métodos estadísticos: control y mejora de la calidad. Barcelona, ES: Universidad Politécnica de Catalunya.
- Singh, S. S. (2009). Control de calidad total: claves, metodologías y administración para el éxito. México, D.F., MX: McGraw-Hill Interamericana.
- Verdoy, J. P., Mateu, M. J., & Sagasta, P. S. (2006). Manual de control estadístico de calidad: teoría y aplicaciones. Castellón de la Plana, ES: Universidad Jaume I.
- Pérez, M. (2013). Six sigma: guía didáctica para Pymes. Ibagué. Colombia: Universidad de Ibagué

ANEXOS

ANEXO 01. Datos control de atributos Evaluación de la situación actual	PROYECTO DE TESIS
	Proceso Productivo Snack 01
	Julio-Diciembre 2016

Tabla 01. Consolidado control de atributos

	EP: Fugas, micro fugas	EP: Selle	EP: Volumen de llenado	ES: Trazabilidad	ES: Faltantes, sobrantes	EP: Trazabilidad
Total	229	169	71	30	7	1
DICIEMBRE	34	25	11	5	1	0
NOVIEMBRE	27	20	9	4	1	0
OCTUBRE	21	15	6	3	1	0
SEPTIEMBRE	85	63	26	11	3	0
AGOSTO	30	22	9	4	1	0
JULIO	32	24	10	4	1	0

Datos referenciales, base control de calidad líneas, 2016

Tabla 01. Análisis Pareto

Defectos de atributos	Unidades defectuosas	% PESO	% PESO ACUMULADO
EP: Fugas, micro fugas	229	45.17%	45.17%
EP: Selle	169	33.33%	78.50%
EP: Volumen de llenado	71	14.00%	92.50%
ES: Trazabilidad	30	5.92%	98.42%
ES: Faltantes, sobrantes	7	1.38%	99.80%
EP: Trazabilidad	1	0.20%	100.00%
	507	100%	

Datos referenciales, base control de calidad líneas, 2016

ANEXO 02. Datos control de atributos Evaluación de la situación después de la mejora	PROYECTO DE TESIS
	Proceso Productivo Snack 01
	Enero-Junio 2017

Tabla 01. Consolidado control de atributos

	EP: Fugas, micro fugas	EP: Selle	EP: Volumen de llenado	ES: Trazabilidad	ES: Faltantes, sobrantes	EP: Trazabilidad
TOTAL	128	89	46	28	7	1
JUNIO	19	13	7	4	1	0
MAYO	15	11	6	3	1	0
ABRIL	12	8	4	3	1	0
MARZO	47	33	17	10	3	0
FEBRERO	17	12	6	4	1	0
ENERO	18	12	6	4	1	0

Datos referenciales, base control de calidad líneas, 2017

Tabla 01. Análisis Pareto

Defectos de atributos	Unidades defectuosas	% PESO	% PESO ACUMULADO
EP: Fugas, micro fugas	128	42.81%	42.81%
EP: Selle	89	29.77%	72.58%
EP: Volumen de llenado	46	15.38%	87.96%
ES: Trazabilidad	28	9.36%	97.32%
ES: Faltantes, sobrantes	7	2.34%	99.67%
EP: Trazabilidad	1	0.33%	100.00%
	299	100%	

Datos referenciales, base control de calidad líneas, 2017

ANEXO 03. Datos control de variables Evaluación de la situación actual	PROYECTO DE TESIS
	Proceso Productivo Snack 01
	Julio-Diciembre 2016

Tabla 01. Control de variables

n	Sólidos Solubles	Humedad	n	Sólidos Solubles	Humedad
1	19.68	0.163	21	19.14	0.175
2	19.00	0.335	22	19.38	0.215
3	19.63	0.120	23	19.26	0.205
4	19.75	0.200	24	19.19	0.170
5	19.65	0.255	25	19.40	0.290
6	18.70	0.300	26	19.63	0.190
7	19.68	0.275	27	19.35	0.103
8	18.53	0.113	28	19.15	0.115
9	19.70	0.168	29	19.48	0.198
10	19.55	0.120	30	19.68	0.140
11	19.25	0.220	31	19.16	0.163
12	19.40	0.170	32	19.70	0.148
13	19.48	0.225	33	19.35	0.150
14	19.43	0.245	34	19.50	0.248
15	19.65	0.190	35	19.50	0.220
16	19.55	0.243	36	19.50	0.240
17	19.47	0.245	37	19.25	0.248
18	19.33	0.230	38	19.50	0.180
19	19.18	0.238	39	19.73	0.153
20	19.60	0.185	40	19.15	0.133

Datos referenciales, base control de calidad líneas, 2016

ANEXO 04. Datos control de variables Después de la mejora	PROYECTO DE TESIS
	Proceso Productivo Snack 01
	Enero - Junio 2017

Tabla 01. Control de variables

n	Sólidos Solubles	Humedad	n	Sólidos Solubles	Humedad
1	19.300	0.1975	21	19.625	0.2175
2	19.400	0.1225	22	19.275	0.1900
3	19.395	0.1300	23	19.390	0.2225
4	19.390	0.1400	24	19.600	0.2225
5	19.425	0.1550	25	19.625	0.1975
6	19.600	0.1625	26	19.390	0.2050
7	19.350	0.1975	27	19.385	0.1600
8	19.350	0.1975	28	19.525	0.1675
9	19.425	0.1975	29	19.525	0.1400
10	19.300	0.2050	30	19.520	0.1525
11	19.340	0.1600	31	19.400	0.1325
12	19.250	0.1675	32	19.350	0.1325
13	19.550	0.1500	33	19.275	0.1525
14	19.400	0.1500	34	19.390	0.1400
15	19.250	0.1500	35	19.475	0.1400
16	19.250	0.1500	36	19.475	0.1600
17	19.425	0.1575	37	19.275	0.1325
18	19.395	0.2200	38	19.425	0.1800
19	19.390	0.2225	39	19.275	0.1800
20	19.625	0.2125	40	19.390	0.1800

Datos referenciales, base control de calidad líneas, 2017

ANEXO 05. Guía para el desarrollo de proyectos	PROYECTO DE TESIS
	Proceso Productivo Snack 01
	Enero, 2017

Lista de verificación: Fase Definir		
Herramienta o metodología	Preguntas	Si/No
Matriz de selección de proyectos	1. El proyecto está alineado a los objetivos estratégicos del negocio o a las necesidades del cliente?	Si
Costos de no Calidad	2. Los costos de no calidad estimados fueron usados para determinar los beneficios potenciales?	Si
Plan de comunicación	3. Existe un plan de comunicaciones para informar el avance y los resultados del proyecto?	Si
Charter del Proyecto	4. Los roles y objetivos del equipo son claros y conocidos por la Gerencia?	Si
	5. El equipo ha revisado y aprobado el Project Charter?	Si
	6. Es adecuado el alcance del proyecto?	Si
Equipo		
Recursos	7. El equipo incluye áreas transversales y expertos en el proceso?	Si
	8. Los miembros del equipo están motivados y comprometidos con el proyecto?	Si
	9. Se realiza la reunión inicial?	Si
Siguiente fase		
Aprobado para continuar	10. El equipo cumplió adecuadamente los pasos anteriores?	Si
	11. Está definido el plan detallado para la fase medir?	Si
	12. Existe limitantes para alcanzar los objetivos planteados?	No
Lista de verificación: Fase Medir		
Herramienta o metodología	Preguntas	Si/No
Variables de salida	1. Las variables de salida están definidas?	Si
	2. Las métricas son apropiadas para el entendimiento del proceso?	Si
Métricas financieras	3. Se ha definido el indicador financiero que evaluara la efectividad del proyecto?	Si
	4. El proyecto incluye uno de estos objetivos: ¿eliminar costos, mejorar proceso, satisfacción del cliente?	Si
Voz del cliente	5. El equipo identifico las variables críticas internas y externas del proceso?	Si
	6. El criterio del cliente ha sido incluido en la descripción y alcance del proyecto?	Si

Planificación del proyecto	7. Los hitos del proyecto han sido definidos?	Si
	8. El cronograma del proyecto es aceptable?	Si
Equipo		
Recursos	7. El equipo incluye áreas transversales y expertos en el proceso?	Si
	8. Los miembros del equipo están motivados y comprometidos con el proyecto?	Si
	9. Se realiza la reunión inicial?	Si
Siguiente fase		
Aprobado para continuar	10. El equipo cumplió adecuadamente los pasos anteriores?	Si
	11. Está definido el plan detallado para la fase medir?	Si
	12. Existe limitantes para alcanzar los objetivos planteados?	No
	13. Se aprueba el avance del cronograma?	Si
Lista de verificación: Fase Analizar		
Herramienta o metodología	Preguntas	Si/No
Diagrama Pareto	1. ¿Si los datos son discretos, se utiliza diagramas de Pareto para profundizar las variables de salida?	Si
Regresiones	2. ¿Para los datos continuos de entrada y salida, se utiliza el análisis de relación?	Si
Diagrama causa efecto	3. La lluvia de ideas fue realizado con un equipo interdisciplinario?	Si
Matriz causa efecto	4. Los resultados del diagrama causa efecto fueron priorizados?	Si
Recolección de datos	5. El equipo ha revisado los procedimientos estandarizados de operación?	Si
	6. Los datos representan la realidad del proceso?	Si
	7. Los datos recolectados son satisfactorios para las partes interesadas?	Si
Costos de no calidad	8. ¿Ahora que se conoce la capacidad del proceso, se realizó el cálculo de los costos de no calidad?	Si
Equipo		
Recursos	7. El equipo incluye áreas transversales y expertos en el proceso?	Si
	8. Los miembros del equipo están motivados y comprometidos con el proyecto?	Si
	9. Se realiza la reunión inicial?	Si
Siguiente fase		
Aprobado para continuar	10. El equipo cumplió adecuadamente los pasos anteriores?	Si

	11. Está definido el plan detallado para la fase medir?	Si
	12. Existe limitantes para alcanzar los objetivos planteados?	No
	13. Se aprueba el avance del cronograma?	Si
Lista de verificación: Fase Mejorar		
Herramienta o metodología	Preguntas	Si/No
Recomendaciones de mejora	1. Las recomendaciones de mejora se dirigen a las variables de salida determinados en la fase de análisis?	Si
	2. Existe un plan de acción para la implementación con responsabilidades y tiempos especificados?	Si
Evaluación	3. Se realizó alguna mejora?	Si
	4. ¿Si se realizó, se verifico la estadística después de la mejora?	Si
	5. Ha documentado y comunicado las mejoras?	Si
	6. Ha resumido los beneficios y cuantificado los ahorros?	Si
Equipo		
Recursos	7. Los miembros del equipo están motivados y comprometidos con el proyecto?	Si
	8. El dueño del proceso apoya las recomendaciones realizadas?	Si
Siguiente fase		
Aprobado para continuar	10. El equipo cumplió adecuadamente los pasos anteriores?	Si
	11. Está definido el plan detallado para la fase controlar?	Si
	12. Existe limitantes para alcanzar los objetivos planteados?	No
	13. Se aprueba el avance del cronograma?	Si
Lista de verificación: Fase Mejorar		
Herramienta o metodología	Preguntas	Si/No
Mapa del proceso	1. Los cambios en el proceso fueron documentados?	Si
Control	2. Se definen e implementan los mecanismos de control?	Si
Plan de control	3. Se definen las cartas de control para las variables de entrada?	Si
	4. Se ha asignado un monitoreo para el control de procesos?	Si
	5. Se ha definido las acciones ante desviaciones?	Si
Evaluación	6. Se realizó alguna mejora?	Si
	7. ¿Si se realizó, se verifico la estadística después de la mejora?	Si

	8. Ha documentado y comunicado las mejoras?	Si
	9. Ha resumido los beneficios y cuantificado los ahorros?	Si

Fuente, Procedimiento de Proyectos de Mejora Continua, (Falconi, F) 2017

ANEXO 06. Project Charter	PROYECTO DE TESIS Proceso Productivo Snack 01 Enero, 2017
--	--

Nombre del Proyecto	Mejora del proceso productivo de snacks mediante el uso de herramientas de gestión de calidad total (TQM), monitoreado a través de indicadores de calidad. Caso de estudio, empresa de alimentos.	Situación actual																																
Descripción del problema	<p>El proceso productivo de la línea de snacks no alcanza los objetivos para las métricas de Gestión de la Calidad de: nivel de calidad del producto, capacidad de los proceso y costos asociados a la calidad.</p> <p>Estas variables impactan en los indicadores de productividad que están relacionados directamente con la filosofía de administración de una Manufactura esbelta, que exige mantener altos estándares de calidad para los procesos y producto.</p> <p>Nivel de calidad de producto: defectos en el empaque primario del producto terminado, que impactan en los resultados del nivel aceptable de calidad, obteniendo actualmente valores menores a 99,55%, definido como la meta.</p> <p>Variabilidad de proceso, se evidencia variabilidad para las características fisicoquímicas de calidad del producto en proceso en sólidos solubles y humedad, con resultados en los índices de capacidad y desempeño real y potencial menores a 1.</p> <p>Costos de no calidad: como resultado de la variabilidad del proceso y la no calidad del producto se mantiene un porcentaje de desperdicio y reprocesos fuera de la meta definida, que genera pérdidas de valor para la compañía</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;">Diagrama de Flujo del Proceso</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;">Pareto</p> <p style="text-align: center;">Variabilidad de proceso</p> <p style="text-align: center;">Pareto atributos de calidad de producto</p> </div> </div>																																
Objetivo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diagnosticar los procesos actuales aplicando herramientas y metodologías de Calidad Total que permita evaluar el cumplimiento de los requerimientos del consumidor; Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMEF), Despliegue de la Función de la Calidad (QFD). 2. Implementar el control estadístico de calidad e identificar las causales que generan variabilidad en el proceso y no calidad de producto. 3. Mejorar los resultados de los indicadores de calidad de producto y capacidad de proceso. 	Indicadores de Calidad																																
Alcance	<p>El presente trabajo tiene alcance a la línea de fabricación de snacks en las etapas detalladas a continuación:</p> <p>Tabla 2. Proceso productivo referencia 1.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Proceso</th> <th>Etapas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Recepción y almacenamiento de materiales</td> <td>1. Recepción de materia prima y material de empaque, Almacenamiento de materia prima y material de empaque</td> </tr> <tr> <td>Proceso productivo primario</td> <td>2. Fraccionamiento 3. Calentamiento 4. Recubrimiento 5. Endriamiento</td> </tr> <tr> <td>Proceso productivo secundario</td> <td>6. Envasado 7. Empaque</td> </tr> </tbody> </table>	Proceso	Etapas	Recepción y almacenamiento de materiales	1. Recepción de materia prima y material de empaque, Almacenamiento de materia prima y material de empaque	Proceso productivo primario	2. Fraccionamiento 3. Calentamiento 4. Recubrimiento 5. Endriamiento	Proceso productivo secundario	6. Envasado 7. Empaque	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;">Control Estadístico de Calidad</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;">Pareto atributos de calidad de producto</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th>Indicador</th> <th>Meta</th> <th colspan="2">Áreas de la mejora</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Desperdicio (%)</td> <td>2,25%</td> <td>3,34%</td> <td>3,44%</td> </tr> <tr> <td>CIF FIJO</td> <td>\$22,42</td> <td>\$33,23</td> <td>\$34,25</td> </tr> <tr> <td>CIF VARIABLE</td> <td>\$1,05</td> <td>\$2,88</td> <td>\$2,97</td> </tr> <tr> <td>MO</td> <td>\$4,26</td> <td>\$6,47</td> <td>\$7,85</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>\$27,73</td> <td>\$42,17</td> <td>\$43,17</td> </tr> </tbody> </table> </div> </div>	Indicador	Meta	Áreas de la mejora		Desperdicio (%)	2,25%	3,34%	3,44%	CIF FIJO	\$22,42	\$33,23	\$34,25	CIF VARIABLE	\$1,05	\$2,88	\$2,97	MO	\$4,26	\$6,47	\$7,85	TOTAL	\$27,73	\$42,17	\$43,17
Proceso	Etapas																																	
Recepción y almacenamiento de materiales	1. Recepción de materia prima y material de empaque, Almacenamiento de materia prima y material de empaque																																	
Proceso productivo primario	2. Fraccionamiento 3. Calentamiento 4. Recubrimiento 5. Endriamiento																																	
Proceso productivo secundario	6. Envasado 7. Empaque																																	
Indicador	Meta	Áreas de la mejora																																
Desperdicio (%)	2,25%	3,34%	3,44%																															
CIF FIJO	\$22,42	\$33,23	\$34,25																															
CIF VARIABLE	\$1,05	\$2,88	\$2,97																															
MO	\$4,26	\$6,47	\$7,85																															
TOTAL	\$27,73	\$42,17	\$43,17																															

