



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**PLAN DE MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD PARA LA OPERACIÓN
DE ETIQUETADO EN UNA EMPRESA DE LICORES**

Javier Alejandro Hernandez Acevedo

Asesorado por la Inga. Martha Guisela Gaitán Garavito

Guatemala, mayo de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PLAN DE MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD PARA LA OPERACIÓN
DE ETIQUETADO EN UNA EMPRESA DE LICORES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

JAVIER ALEJANDRO HERNANDEZ ACEVEDO

ASESORADO POR LA INGA. MARTHA GUISELA GAITÁN GARAVITO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, MAYO DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Angel Roberto Sic García (a. i.)
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
EXAMINADORA	Inga. Nora Leonor García Tobar
EXAMINADOR	Ing. Alex Suntecún Castellanos
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

PLAN DE MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD PARA LA OPERACIÓN DE ETIQUETADO EN UNA EMPRESA DE LICORES

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 11 de febrero de 2015.



Javier Alejandro Hernandez Acevedo

Guatemala, 5 de febrero de 2016

Ingeniero
Juan José Peralta
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería, USAC.

Ingeniero Peralta:

Atentamente me dirijo a usted para someter a su consideración el Trabajo de Graduación del estudiante: **Javier Alejandro Hernández Acevedo**, previo a obtener el título de Ingeniero Industrial.

El trabajo en referencia se titula **Plan de mejoramiento de la calidad para la operación de etiquetado en una empresa de licores**, el cual he asesorado y revisado; considerando que llena satisfactoriamente los requisitos recomiendo su aprobación.

Agradeciendo su atención a la presente y sin otro particular me suscribo,


Martha Guisela Gaitán Garavito
Ingeniera Industrial

ASESOR

Martha Guisela Gaitán Garavito
INGENIERO INDUSTRIAL
Colegiado No. 2,210

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.REV.EMI.046.016

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PLAN DE MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD PARA LA OPERACIÓN DE ETIQUETADO EN UNA EMPRESA DE LICORES**, presentado por el estudiante universitario **Javier Alejandro Hernandez Acevedo**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Byron Gerardo Chocooj Barrientos
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Byron Gerardo Chocooj
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO 4,509

Guatemala, abril de 2016.

/mgp



REF.DIR.EMI.079.016

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **PLAN DE MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD PARA LA OPERACIÓN DE ETIQUETADO EN UNA EMPRESA DE LICORES**, presentado por el estudiante universitario **Javier Alejandro Hernandez Acevedo**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Juan José Peralta Dardón
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



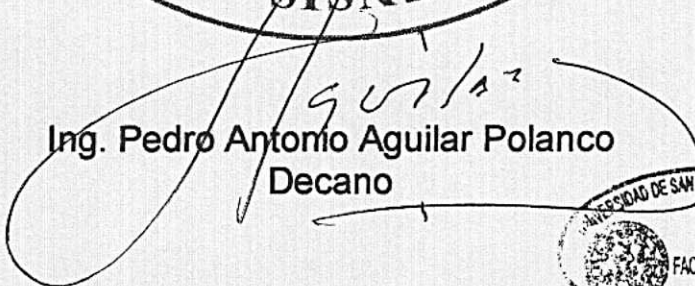
Guatemala, mayo de 2016.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **PLAN DE MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD PARA LA OPERACIÓN DE ETIQUETADO EN UNA EMPRESA DE LICORES**, presentado por el estudiante universitario **Javier Alejandro Hernandez Acevedo**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, mayo de 2016

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por su iluminación en la elaboración del presente trabajo y su amor inagotable.
- Mis padres** Giovanna Patricia Acevedo Vásquez y Víctor Genaro Hernández Álvarez, gracias por ser un ejemplo de vida para mí, por su amor y apoyo incondicional. Los amo profundamente.
- Mi hermano** Víctor Gerardo Hernández Acevedo, por ser mi mejor amigo, mi apoyo incondicional y mi ejemplo.
- Mis amigos** Amigos de universidad, gracias por tantos momentos compartidos y por acompañarme en la consecución de esta meta. A mis amigos de toda la vida, gracias por su sincera amistad y apoyo en todo momento.
- Mis abuelos** Rafael Hernández, Irma Vásquez y Victoria Álvarez (q. e. p. d.), por todo su amor.
- Mi familia** A mis tíos, primos y familia en general, gracias por todo su apoyo y cariño.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Mi alma máter, fuente inagotable de conocimientos y aprendizaje no solo para mi carrera profesional, sino también para mi vida.

Departamento de Física

Por darme la oportunidad de laborar durante dos años con ustedes, permitiéndome forjar competencias que me servirán para toda la vida.

Inga. Guisela Gaitán

Por su apoyo y paciencia para asesorarme en el presente trabajo de graduación.

**Ing. Erick Hernández e
Ing. Raúl Figueroa**

Por su apoyo durante la realización del presente trabajo de graduación.

**Mis compañeros de
trabajo**

Por el apoyo brindado en el proceso de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XXI
1. GENERALIDADES.....	1
1.1. La empresa.....	1
1.1.1. Reseña histórica	1
1.1.2. Ubicación	1
1.1.3. Valores	2
1.1.4. Misión	3
1.1.5. Visión.....	3
1.1.6. Organización.....	3
1.1.6.1. Organigrama.....	3
1.1.6.2. Puestos y funciones.....	7
1.2. Área de control de calidad	22
1.2.1. Antecedentes.....	23
1.2.2. Puestos y funciones.....	23
1.2.3. Clientes.....	26
1.2.3.1. Internos.....	26
1.2.3.2. Externos	27
1.3. Marco teórico.....	27
1.3.1. Calidad	27

1.3.2.	Herramientas estadísticas de calidad.....	28
1.3.3.	Gráficos de control	28
1.3.4.	Capacidad del proceso.....	31
1.3.5.	Muestreo	35
1.3.6.	Factores que se ven afectados por falta de calidad.....	36
1.3.6.1.	Competitividad.....	36
1.3.6.2.	Productividad y eficiencia del proceso .	36
1.3.6.3.	Costos	37
1.3.6.3.1.	Costos de calidad y no calidad.....	38
1.3.7.	Plan de mejoramiento de calidad	39
1.3.7.1.	Necesidad	39
1.3.7.2.	Estructura	40
1.3.7.3.	Seguimiento	40
2.	DIAGNÓSTICO SITUACIONAL	43
2.1.	Análisis previo de la operación de etiquetado	43
2.2.	Descripción del proceso	44
2.2.1.	Diagrama de flujo	44
2.2.2.	Diagrama de operaciones	47
2.2.3.	Diagrama de recorrido.....	49
2.2.4.	Diagrama PEPSU.....	50
2.2.5.	Diagrama hombre-máquina.....	51
2.3.	Métodos de control de calidad utilizados actualmente	53
2.3.1.	Inspección visual	53
2.3.2.	Herramientas estadísticas	53
2.4.	Análisis de peligros	53
2.5.	Descripción del producto.....	57

2.6.	Identificación de las causas del problema	58
2.7.	¿Cuáles son los defectos encontrados?	61
2.7.1.	Identificación de las variables a controlar en el proceso y en el producto	61
2.7.1.1.	Atributos medibles	62
2.7.1.1.1.	Clases de defectos	62
2.7.1.2.	Variables medibles	62
2.7.1.2.1.	Nivel de corrimiento en horizontal.....	63
2.7.1.2.2.	Nivel de corrimiento en vertical	64
2.7.1.3.	Combinación de defectos que incurren en producto defectuoso	64
2.8.	Análisis estadístico de datos	66
2.8.1.	Estratificación	70
2.8.1.1.	Por base	70
2.8.1.2.	Por lote	73
2.8.1.3.	Por día	76
2.8.1.4.	Análisis de Pareto.....	77
2.8.2.	Distribución de frecuencias.....	79
2.8.2.1.	Análisis del ajuste	79
2.8.2.2.	Análisis de la variabilidad	80
2.8.2.3.	Análisis gráfico de la distribución de la variable	83
2.8.3.	Cartas de control	89
2.8.3.1.	Cartas de control de medias.....	89
2.8.3.2.	Cartas de control de rangos móviles y de individuales	91
2.9.	Interpretación de estadísticos analizados.....	98

2.10.	Análisis final del problema.....	106
3.	PROPUESTA PARA CREAR EL PLAN DE MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD	109
3.1.	Resumen ejecutivo.....	109
3.2.	Objetivos del plan.....	110
3.3.	Alcance	111
3.4.	Metas y estrategias	111
3.5.	Líneas principales de acción	113
3.6.	Departamentos involucrados.....	114
3.6.1.	Calidad	114
3.6.2.	Finanzas.....	114
3.6.3.	Producción	115
3.6.4.	Mantenimiento.....	115
3.6.5.	Mejora y cambio	115
3.7.	Establecimiento de responsabilidades	115
3.8.	Recursos.....	119
3.8.1.	Humanos.....	119
3.8.2.	Materiales.....	121
3.8.3.	Económicos.....	122
3.8.4.	Legales.....	123
3.8.5.	Tecnológicos	123
3.9.	Asignación de recursos	124
3.10.	Documentación técnica.....	125
3.10.1.	Manuales.....	125
3.10.1.1.	De ajuste de maquinaria.....	125
3.10.1.2.	De procedimientos de revisión	125
3.10.1.3.	De procedimientos de actuación	126
3.10.2.	Formularios	126
3.10.2.1.	De extracción de datos.....	126

	3.10.2.2.	De documentación de cambios.....	128
	3.10.2.3.	De evaluación de procedimientos de revisión	130
	3.10.2.4.	De evaluación de procedimientos de actuación	131
3.11.		Actividades para la implementación del plan de mejora	132
3.12.		Cronograma de actividades.....	133
4.		IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....	137
4.1.		Plan de acción	137
	4.1.1.	Control de la materia prima.....	138
		4.1.1.1. Inspección de las botellas.....	139
		4.1.1.2. Inspección de las etiquetas.....	139
	4.1.2.	Mano de obra.....	140
		4.1.2.1. Rediseño de puestos de trabajo	141
		4.1.2.2. Perfil de puestos	141
		4.1.2.3. Supervisiones	142
		4.1.2.4. Capacitaciones	143
	4.1.3.	Maquinaria	144
		4.1.3.1. Compra de partes	144
		4.1.3.2. Reajustes de etiquetadora	144
	4.1.4.	Medio ambiente	145
		4.1.4.1. Humedad	145
		4.1.4.2. Polvo.....	146
	4.1.5.	Métodos.....	146
		4.1.5.1. Procedimientos de trabajo	146
		4.1.5.2. Operaciones	147
		4.1.5.3. Control de calidad.....	147
	4.1.6.	Medición	147

	4.1.6.1.	Herramientas de medición.....	147
	4.1.6.2.	Calibración	148
5.	SEGUIMIENTO.....		149
5.1.	Seguimiento al plan.....		149
	5.1.1.	Análisis estadístico.....	150
	5.1.2.	Programa para documentar los datos	151
	5.1.3.	Interpretación de los estadísticos utilizados	152
	5.1.4.	Indicadores.....	152
5.2.	Verificación.....		153
	5.2.1.	Análisis general de la información obtenida	153
	5.2.2.	Resultados esperados contra resultados obtenidos.....	154
	5.2.3.	Capacidad del proceso.....	154
	5.2.3.1.	Verificación actual de la operación.....	155
	5.2.3.2.	Análisis estadístico de la información.....	156
	5.2.3.3.	Cálculo de los índices del proceso	157
	5.2.3.4.	Capacidad del proceso contra especificaciones requeridas.	157
5.3.	Divulgación.....		157
5.4.	Revisión y toma de decisiones		158
5.5.	Readecuaciones al plan		158
	CONCLUSIONES.....		159
	RECOMENDACIONES		161
	BIBLIOGRAFÍA.....		163
	APÉNDICES.....		165

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama: parte 1	4
2.	Organigrama: parte 2	5
3.	Organigrama: parte 3	6
4.	Diagrama de flujo de operaciones del proceso hoja 1.....	45
5.	Diagrama de flujo de operaciones del proceso hoja 2.....	46
6.	Diagrama de operaciones del proceso.....	48
7.	Diagrama de recorrido.....	49
8.	Estructura del etiquetado del producto final	57
9.	Diagrama de Ishikawa para identificar las posibles causas	58
10.	Histograma general de etiqueta	69
11.	Histograma general de contraetiqueta	69
12.	Histograma de etiqueta lote 201	75
13.	Histograma de contraetiqueta lote 201.....	75
14.	Diagrama de Pareto de bases.....	77
15.	Frecuencia de no conformes en orden.....	78
16.	Diagrama de puntos para base 10	84
17.	Diagrama de dispersión base 10.....	85
18.	Diagrama de puntos para base 8	85
19.	Diagrama de dispersión base 8.....	86
20.	Diagrama de puntos para base 1	86
21.	Diagrama de dispersión base 1.....	87
22.	Gráficos de control de medias de etiqueta	90
23.	Gráficos de control de medias de contraetiqueta	90

24.	Carta de rangos móviles de etiqueta para base 10.....	91
25.	Carta de individuales de etiqueta para base 10.....	92
26.	Carta de rangos móviles de contraetiqueta para base 10.....	92
27.	Carta de individuales de contraetiqueta para base 10.....	93
28.	Carta de rangos móviles de etiqueta para base 1.....	94
29.	Carta de individuales de etiqueta para base 1.....	94
30.	Carta de rangos móviles de contraetiqueta para base 1.....	95
31.	Carta de individuales de contraetiqueta para base 1.....	95
32.	Carta de rangos móviles de etiqueta para base 8.....	96
33.	Carta de individuales de etiqueta para base 8.....	97
34.	Carta de rangos móviles de contraetiqueta para base 8.....	97
35.	Carta de individuales de contraetiqueta para base 8.....	98
36.	Relación entre el plan de mejora de la calidad y el ciclo de mejora continua.....	110
37.	Formulario de extracción de datos.....	127
38.	Formulario de documentación de cambios.....	129
39.	Formulario de evaluación, procedimientos de revisión.....	130
40.	Formulario de evaluación, procedimientos de actuación.....	131
41.	Diagrama de flujo de actividades, fase de implementación.....	132
42.	Diagrama de flujo de actividades, fase de seguimiento.....	133
43.	Diagrama de Gantt de la fase de implementación del plan de mejora de la calidad.....	134
44.	Diagrama de Gantt de la fase de seguimiento del plan de mejora de la calidad.....	135
45.	Identificación de acciones fase de implementación.....	138
46.	Representación gráfica de variables numéricas a considerar.....	140
47.	Identificación de acciones fase de seguimiento.....	150

TABLAS

I.	Puestos y funciones de la organización	7
II.	Área de control de calidad.....	24
III.	Valores de Cp y su interpretación.	34
IV.	Clasificación de los costos de calidad	38
V.	Diagrama PEPSU del proceso de envasado.....	50
VI.	Diagrama hombre máquina de la operación de etiquetado.....	52
VII.	Análisis de puntos críticos.....	54
VIII.	Codificación de la combinación de defectos que incurren en el producto defectuoso.....	65
IX.	Cantidad total de productos defectuosos y conformes.....	66
X.	Estadísticos generales del corrimiento de la operación	67
XI.	Etiquetas y contraetiquetas que cumplen especificaciones	67
XII.	Total de productos conformes de acuerdo a las especificaciones	68
XIII.	Defectos por base, de la 1 a la 11.....	71
XIV.	Defectos por base, de la 12 a la 22.....	72
XV.	Defectos en lote 201	74
XVI.	Estadísticos generales del lote 201.....	76
XVII.	Medias por base.....	79
XVIII.	Desviaciones estándar de cada una de las bases	81
XIX.	Límites naturales de la operación de etiquetado.....	82
XX.	Comparación entre los límites naturales 3 sigma y la tolerancia de las especificaciones	83
XXI.	Análisis de coeficientes de correlación entre etiqueta y contraetiqueta en cada base	88
XXII.	Análisis individual de las bases de la etiquetadora	100
XXIII.	Responsabilidades asignadas a los empleados.....	116
XXIV.	Requerimientos mínimos, coordinador de IT.....	120

XXV. Requerimientos mínimos, asistente de IT 121

XXVI. Requerimientos mínimos, asistente de operaciones en
etiquetadora 121

XXVII. Material necesario para la implementación del plan 122

XXVIII. Costos a incurrir para la implementación del plan 122

XXIX. Asignación de recursos (por área) 124

XXX. Distribución de responsabilidades en reuniones semanales 143

XXXI. Índices de capacidad actuales del proceso 155

XXXII. Intervalos de confianza para los índices de capacidad 156

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
σ	Desviación estándar
C _{pi}	Índice de capacidad para la especificación inferior
C _{ps}	Índice de capacidad para la especificación superior
C _p	Índice de capacidad potencial del proceso
C _{pk}	Índice de capacidad real del proceso
K	Índice de centrado del proceso
C _{pm}	Índice de Taguchi
μ	Media aritmética
%	Porcentaje
Q	Quetzal, moneda guatemalteca

GLOSARIO

Calidad	Capacidad del producto o servicio de satisfacer las necesidades del cliente.
Causas especiales de variación	Aspectos que influyen en la calidad saliente del producto y que no pertenecen de forma directa al proceso u operación. Son factores que se deben eliminar para obtener la máxima calidad de salida de un proceso u operación.
Causas naturales de variación	Son inherentes al proceso u operación. Puede ser reducido su efecto, mas no eliminado, ya que forman parte integral de este.
Cartas de control	Herramientas que permiten delimitar si un proceso u operación se encuentra bajo control estadístico por medio del análisis de las unidades muestrales. Se pueden utilizar para analizar la variable u atributo medido a través del tiempo. Cuentan con una especificación superior y una inferior y cualquier punto fuera de estos indica una causa especial de variación que debe ser eliminada.
CE	Contraetiquetado en ciertas tablas.

Ciclo PHVA	Herramienta esencial para el manejo de la mejora continua de un proceso. Sus siglas se refieren a los pasos que se deben seguir para garantizar la mejora continua en la unidad de análisis; estas significan planear, hacer, verificar y actuar.
Control de calidad	Es un proceso administrativo que consiste en las siguientes etapas: evaluar el desempeño actual del proceso, comparar el desempeño actual con las metas de calidad (real frente a estándar) y actuar sobre la diferencia.
Control estadístico del proceso	Se refiere al conjunto de herramientas, acciones y actuaciones que permite conocer más el proceso por medio de la representación estadística del comportamiento de las variables salientes del proceso y tiene como objetivo reducir la variabilidad del mismo o por lo menos mantenerlo dentro de unos límites.
Curva normal	Gráfico que describe una distribución de probabilidad de variable continua que se identifica con el mismo nombre y que se repite con más frecuencia en la naturaleza.
Diagramas del proceso	Ilustran la manera en que se lleva a cabo el proceso productivo, permitiendo identificar las operaciones, inspecciones, transportes, entre otros; que forman parte de él.

ET	Etiquetado en ciertas tablas.
Histograma	Gráfica de distribución de frecuencias que muestra el comportamiento general de un conjunto de datos.
IT	Departamento de Tecnologías de la Información o informática.
Muestra	Subconjunto de la población que ayuda a identificar el comportamiento general de esta.
Operación	Unidad de análisis más pequeña, parte que conforma un proceso y también otorga entregables de acuerdo con los materiales de entrada.
Plan de mejoramiento de calidad	Documento con actuaciones sugeridas para el mejoramiento de la calidad de salida en un proceso o una operación. Esto incluye tanto el control y eliminación de causas especiales de variación, el análisis de las causas inherentes de variación, como el control, análisis y seguimiento del proceso productivo estudiado. Está basado en el análisis previo que se da de la situación y provee una guía para llevar a cabo un conjunto de acciones necesarias para la mejora continua de la calidad, basado en planear, hacer, verificar y actuar.
<i>Premium</i>	Producto considerado de alta gama.

Proceso	Secuencia de actividades que tienen como fin la conversión de materias primas o entradas en un producto final o salida.
Proceso estable	Es un proceso que está bajo control estadístico. Esto significa que las causas especiales de variación han sido eliminadas.
6M	VARIABLES DEL PROCESO: materiales, mano de obra, métodos de trabajo, mediciones, medio ambiente y maquinaria.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación define la estructura de un plan de mejoramiento para la variable de corrimiento horizontal del etiquetado en un producto en particular, perteneciente a la industria de los licores.

Se parte de un análisis primario de la información actual con la que se cuenta, identificando las causas principales de variación del proceso que afectan la calidad del etiquetado. El análisis es de tipo estadístico y se basa en la observación de la ejecución general del proceso de producción, por lo que integra tanto elementos cualitativos como cuantitativos del entorno general de la operación.

Luego de determinar dichas causas especiales de variación, se realiza un plan de mejoramiento de la calidad, que busca su eliminación, así como la disminución de las causas naturales de variación del proceso, mediante la implementación del análisis estadístico de diversas variables del proceso que afectan la variable del corrimiento horizontal de etiquetado.

El plan además busca sentar las bases para el posterior análisis de otras variables de producto, señalando el procedimiento seguido: se inicia con el análisis estadístico de las variables del proceso que afectan la calidad de la variable de salida que se buscará estudiar, analizando la información para identificar las causas especiales de variación, definiendo las acciones para eliminar cada una de ellas y los procedimientos de control de las causas naturales de variación que afectan de forma inherente al proceso de producción.

OBJETIVOS

General

Elaborar un plan de mejoramiento de la calidad en la operación de etiquetado en una empresa de licores.

Específicos

1. Describir el estado actual del proceso y la operación.
2. Identificar aspectos clave del proceso en cuanto a la productividad y los costos asociados con la calidad.
3. Identificar los tipos de defectos que se pueden tener en la etiqueta del producto.
4. Analizar estadísticamente el estado actual de la operación para identificar las causas principales que provocan los defectos en el etiquetado.
5. Establecer las acciones necesarias para mejorar la operación por medio de un plan de mejoramiento de la calidad.
6. Proveer los parámetros de verificación de resultados obtenidos luego de que la organización decida realizar su implementación.

7. Definir las bases para la implementación de un plan global de mejoramiento de la calidad de los productos en la organización.

INTRODUCCIÓN

La ingeniería industrial trata sobre la correcta administración de toda clase de recursos en una organización con el fin de producir ganancias y optimizar costos, al hacerlo todo de una mejor manera.

Dentro de los muchos campos que abarca, se encuentra uno muy importante, el cual es el control de la calidad que actualmente ha adquirido especial relevancia al proveer a la organización de información acerca de la conformidad con los requisitos del cliente y la eficiencia de los procesos de producción, para la toma de las decisiones más acertadas.

El trabajo “Plan de mejoramiento de la calidad en la operación de etiquetado en una empresa de licores” busca sentar las bases para obtener la mejora continua de la calidad en la organización, partiendo del análisis de la operación de etiquetado para la elaboración de un producto en particular. Básicamente se busca realizar un análisis primario de toda la información con la que se cuenta actualmente y elaborar un plan detallado que permita mejorar la operación y mantenerla bajo control.

Se logra la propuesta siguiendo métodos de análisis estadístico del proceso para identificar las que pudieran ser las principales causas de variación en la operación y a partir de ello dejar un plan de mejora, basado en la metodología PHVA de mejora continua, que pueda servir para la organización. El plan incluirá una serie de aspectos a considerar para obtener la capacidad del proceso una vez que el proceso esté bajo control estadístico.

Con este proyecto se ejemplifica a la administración de la empresa que mediante el control estadístico del mismo se puede obtener información para establecer prácticas de gestión para mejorar la calidad.

1. GENERALIDADES

1.1. La empresa

La empresa con la que se trabajó se dedica a la producción de licores y otras bebidas espirituosas. Actualmente, sus productos cuentan con un posicionamiento muy bueno tanto en el mercado nacional como internacional.

1.1.1. Reseña histórica

La organización fue fundada a comienzos del siglo XXI, por lo cual es una empresa particularmente nueva. Fue formada por un grupo de amigos que identificaron el potencial de producir licores de alta calidad y lucharon por un sueño en común: dar a conocer las bebidas espirituosas fabricadas en la región central de Guatemala a todo el público nacional e internacional. Con el tiempo, muchos de estos productos comenzaron a ser exportados debido a su alta calidad, y cuentan con una gran aceptación en su respectivo segmento.

1.1.2. Ubicación

La empresa está ubicada en el departamento de Guatemala. Desde una perspectiva de reducción de costos, se puede decir que esta ubicación favorece en gran medida la logística de transporte hacia los demás departamentos de Guatemala y hacia el extranjero.

1.1.3. Valores

Los valores organizacionales son de suma importancia para una empresa ya que de acuerdo con ellos se establecen los principios sobre los cuales deben trabajar los colaboradores para llevar a cabo la visión, misión, objetivos y metas de la organización.

Los valores organizacionales son:

- “La responsabilidad: tener el compromiso con sus clientes de proveer productos de calidad para la ocasión que necesiten.
- La excelencia: llevar a cabo todas las actividades de la mejor manera, con el fin de satisfacer tanto a los clientes internos como externos.
- La integridad: se hacen las cosas de manera correcta dentro del contexto legal en el que nos desenvolvemos como organización.
- La confianza: valor fundamental para fomentar el trabajo en equipo, indispensable para cumplir los objetivos y metas de la organización como un todo.
- El liderazgo: valor necesario no únicamente en los jefes de cada área, cada empleado debe poseerlo y actuar de forma proactiva, promoviendo entre sus compañeros el compromiso de realizar las actividades de la mejor manera posible.”¹

¹ DÍAZ, José. *Plan estratégico organizacional*. p. 2.

1.1.4. Misión

“Otorgar a nuestros clientes bebidas alcohólicas de calidad mediante una política de participación entre colaboradores, integridad, excelencia, responsabilidad social y mejora continua.”²

1.1.5. Visión

“Ser la empresa líder en ventas a nivel latinoamericano en el mercado de los licores.”³

1.1.6. Organización

La empresa está constituida por una organización del tipo vertical, basándose en las relaciones jefe–subordinado dentro de un mismo departamento. Los departamentos están establecidos de forma funcional, como la palabra lo dice, en función de las actividades que se desempeñan dentro de la organización.

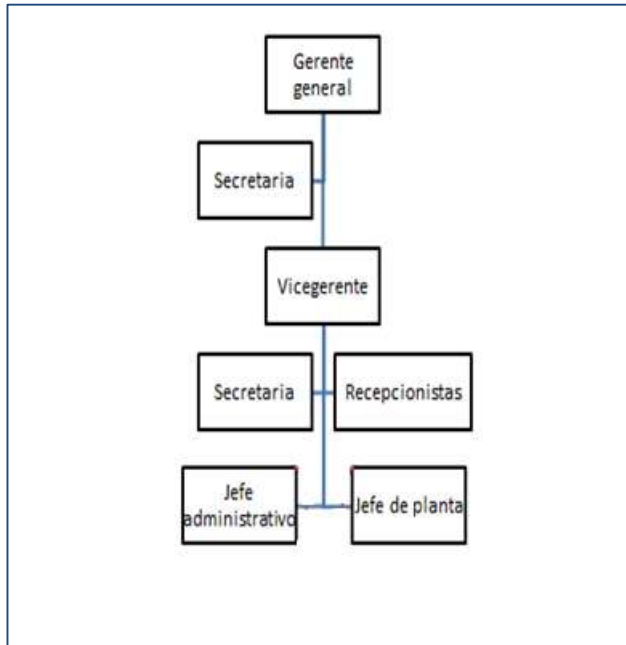
1.1.6.1. Organigrama

La estructura organizacional de la empresa está definida en varios organigramas, distribuidos de la siguiente manera.

² DÍAZ, José. *Plan estratégico organizacional*. p. 3.

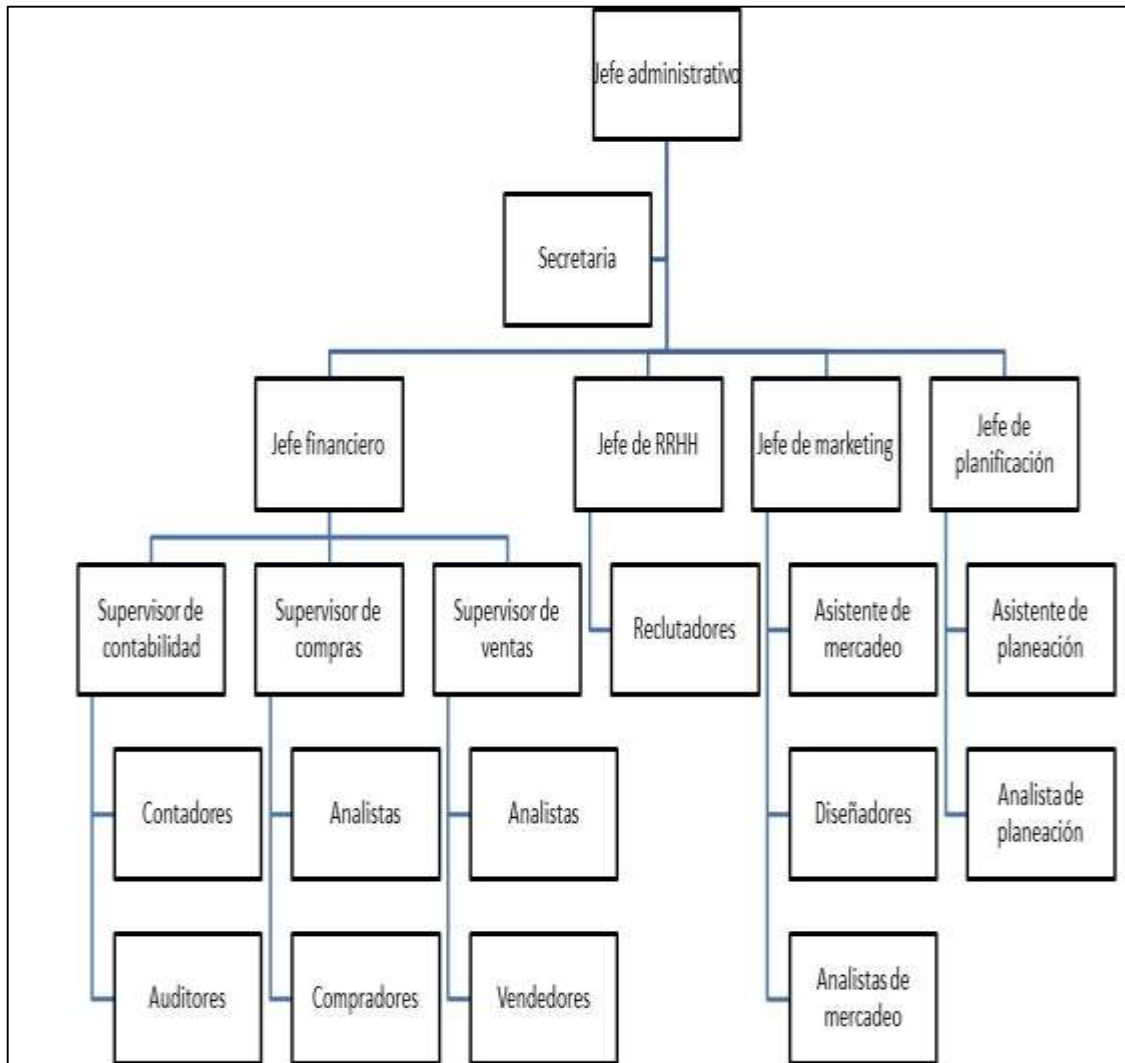
³ *Ibíd.*

Figura 1. **Organigrama: parte 1**



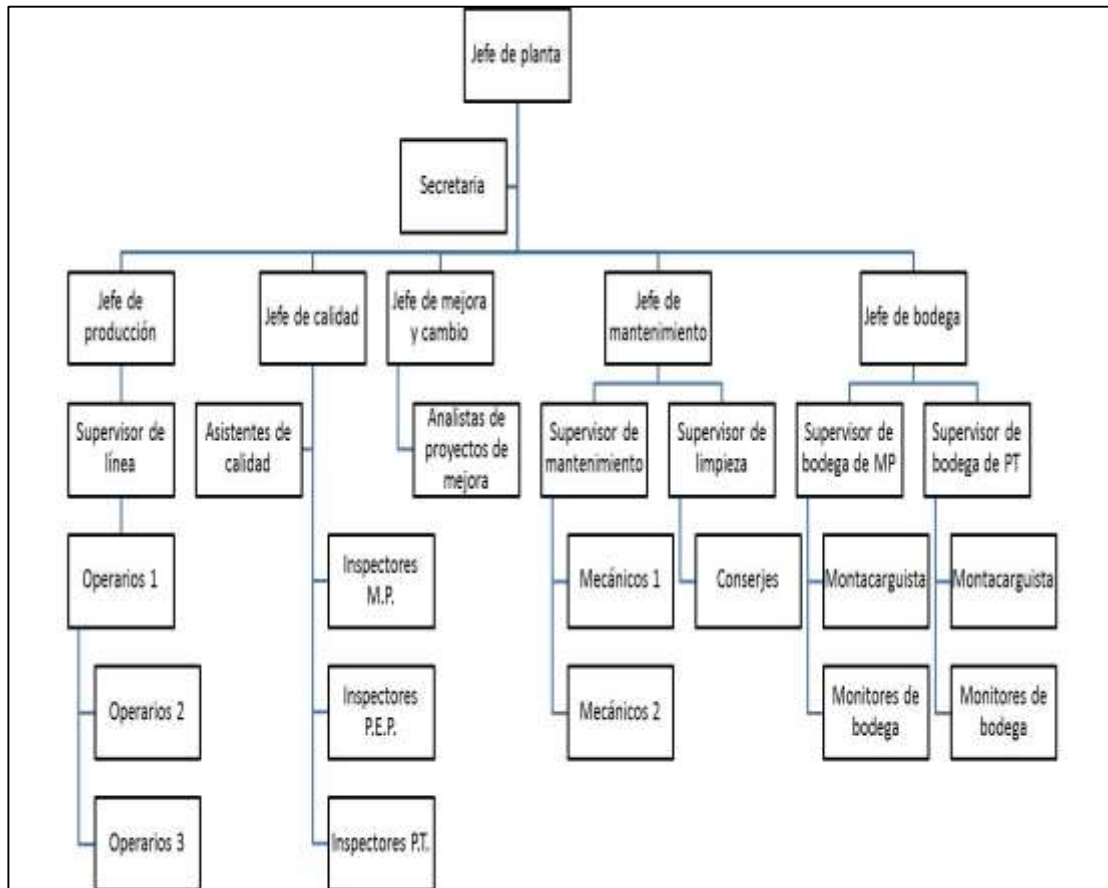
Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Visio.

Figura 2. Organigrama: parte 2



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Visio.

Figura 3. Organigrama: parte 3



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Visio.

1.1.6.2. Puestos y funciones

Los puestos descritos en el organigrama y las funciones relativas a ellos, conforme el manual de la empresa, son descritos en la siguiente tabla.

Tabla I. **Puestos y funciones de la organización**

RESUMEN GENERAL DE PUESTOS Y FUNCIONES		
PUESTOS	NÚM. DE PUESTOS	FUNCIONES
Gerente general	1	<ul style="list-style-type: none">- Máxima autoridad de la organización.- Representación de la empresa en todos los ámbitos.- Convocar a reuniones para delimitar metas, estrategias, resultados, entre otros.- Toma de decisiones en asuntos de carácter financiero.
Secretaria de gerente general	1	<ul style="list-style-type: none">- Asistir al gerente en los asuntos que a él conciernen.- Llevar en orden las actividades del gerente.- Controlar la documentación pertinente al gerente.

Continuación de la tabla I.

Subgerente general	1	<ul style="list-style-type: none">- Supervisar la correcta ejecución de los planes.- Sustituir al gerente en sus funciones en caso de ausencia.- Trabajar conjuntamente con el gerente en la toma de decisiones de la empresa.
Secretaria de subgerente general	1	<ul style="list-style-type: none">- Asistir al Subgerente en los asuntos que a él conciernen.- Llevar en orden las actividades del vicegerente.- Controlar la documentación del vicegerente.
Recepcionista	3	<ul style="list-style-type: none">- Asistir a los clientes, proveedores o cualquier persona que se presente a la institución.- Ser el enlace entre las personas que llegan y el personal de la institución.- Controlar el sistema de entradas y salidas de la institución.

Continuación de la tabla I.

ÁREA DE ADMINISTRACIÓN		
Jefe administrativo	1	<ul style="list-style-type: none"> - Coordinar y velar por las actividades administrativas de la organización. - Convocar a reuniones periódicas con su equipo de trabajo para revisar cumplimiento de metas, cambios que se deban hacer, entre otros. - Velar y coordinar cumplimiento de actividades en el área de administración.
Secretaria de jefe administrativo	1	<ul style="list-style-type: none"> - Asistir al jefe administrativo en las funciones que a él conciernen. - Asistir a los jefes del área de administración de la empresa. - Llevar el control de las actividades dentro del área de administración. - Notificar a los empleados administrativos actividades, recordatorios, y toda actividad que sea de interés público.
Jefe financiero	1	<ul style="list-style-type: none"> - Controlar y dirigir las acciones financieras de la organización. - Verificar periódicamente que se estén cumpliendo las acciones financieras acordadas. - Comunicarse constantemente con sus subordinados para estar al tanto de las actividades

Continuación de la tabla I.

Supervisor de contabilidad	1	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisar a los contadores. - Suministra la información contable a los jefes para guiar la toma de decisiones. - Velar por una correcta práctica contable en la organización. - Analizar la información contable.
Contador	6	<ul style="list-style-type: none"> - Trabajar los libros contables con base a la documentación emitida y recibida por la empresa. - Actualizar constantemente los datos de orden contable. - Elaborar cheques para los trabajadores. - Velar por que la documentación contable emitida por la empresa cumpla con las formalidades dictadas por la ley.
Auditor	3	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluar la concordancia de la información contable emitida con la documentación existente. - Velar por el ejercicio de un manejo de recursos financieros transparente. - Informar casos de una mala ejecución de la actividad financiera para tomar las medidas pertinentes.

Continuación de la tabla I.

Supervisor de compras	1	<ul style="list-style-type: none"> - Velar por el correcto cumplimiento de las actividades relativas a las compras de la institución. - Trabajar estrechamente con el Departamento de Planificación para comprar materia prima de acuerdo con lo que se debe producir. - Encargarse de los asuntos que los compradores no puedan manejar la requerir un nivel más alto de experiencia y autoridad.
Analista de compras	3	<ul style="list-style-type: none"> - Investigar acerca de nuevos proveedores que puedan brindar mejor o igual calidad de producto a precios más accesibles. - Comunicar a los compradores la cantidad de material, materia prima, entre otros, que se necesita, la cual fue acordada con el departamento de planificación. - Velar por el correcto manejo de fondos en la compra con los proveedores.
Comprador	6	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar los trámites correspondientes para la adquisición de materias primas, materiales de oficina, mobiliario, etc. - Establecer contacto constante con los proveedores. - Velar por que las fechas de entrega de materiales se cumplan.

Continuación de la tabla I.

Supervisor de ventas	1	<ul style="list-style-type: none"> - Coordinar las actividades de ventas que tiene la institución. - Liderar al equipo de ventas para cumplir con las metas de ventas establecidas. - Supervisar la relación de los vendedores con los clientes. - Comunicar a los demás miembros de la institución el cumplimiento o no de las metas.
Analista de ventas	6	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar proyecciones de las ventas en corto, mediano y largo plazo. - Trabajar conjuntamente con el Departamento de Mercadeo para plantear una estrategia de ventas efectiva. - Velar por el correcto cumplimiento de la estrategia de ventas. - Plantear estrategias de acercamiento hacia nuevos clientes.
Vendedor	8	<ul style="list-style-type: none"> - Manejar correctamente su relación con la cartera de clientes asignada. - Comunicar al Departamento de Planeación lo que será necesario en función de las ventas.

Continuación de la tabla I.

Jefe de RRHH	1	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisar los procesos de reclutamiento y selección de personal de la organización. - Verificar continuamente si hay necesidad de crear nuevas plazas en la empresa. - En caso de creación de nuevas plazas, elaborar el perfil de puesto en función de la necesidad detectada. - Supervisar los programas de capacitación.
Reclutador	6	<ul style="list-style-type: none"> - Encargados del proceso de reclutamiento y selección de los nuevos trabajadores. - Repartir los pagos al personal. - Dar capacitación constante a los empleados, según lo requerido.
Jefe de <i>marketing</i>	1	<ul style="list-style-type: none"> - Crear campañas con su equipo de trabajo en función de atraer nuevo clientes y conservar los existentes. - Supervisar al equipo de mercadólogos a su cargo velando por una correcta ejecución de las estrategias planteadas. - Supervisar a los diseñadores para que las campañas de publicidad cumplan con los requisitos.

Continuación de la tabla I.

Asistente de mercadeo	1	<ul style="list-style-type: none"> - Gestionar las relaciones públicas del jefe de <i>marketing</i> y su equipo de trabajo. - Asistir al jefe de <i>marketing</i> en sus actividades. - Llevar control de las actividades a desarrollarse dentro del departamento de <i>marketing</i>.
Diseñador	6	<ul style="list-style-type: none"> - Diseñar campañas de publicidad de acuerdo con los objetivos planteados por el equipo de trabajo. - Dar a conocer su trabajo periódicamente al equipo de trabajo.
Analista de mercadeo	4	<ul style="list-style-type: none"> - Investigar la posibilidad de invertir en nuevos mercado mediante estudios de mercado. - Analizar la aceptación de la publicidad generada por los diseñadores y gestionar su ubicación en los diferentes medios. - Trabajar conjuntamente con ventas para realizar la proyección de ventas futuras en función de la estrategia de mercado. - Atraer nuevos clientes mediante el correcto uso de las redes sociales, publicidad, relaciones personales, entre otros.

Continuación de la tabla I.

Jefe de planificación	1	<ul style="list-style-type: none"> - Comunicar efectivamente a los departamentos de ventas, compras, marketing y producción, lo que se requiere producir, vender, comprar, periódicamente. - Supervisar la correcta planeación de recursos necesarios para la organización, - Analizar oportunidades de disminución de costos juntamente con el área de compras.
Asistente de planeación	1	<ul style="list-style-type: none"> - Coordinar las actividades en las que el jefe de planificación y el equipo de trabajo se involucrarán. - Asistir al jefe de planificación en todos sus trámites pertinentes. - Organizar la documentación emitida por los analistas y el jefe.
Analista de planeación	3	<ul style="list-style-type: none"> - Planificar los recursos necesarios para ejercer la actividad productiva de la empresa. - Comunicar al jefe de planeación los resultados de las estimaciones correspondientes.

Continuación de la tabla I.

ÁREA DE PRODUCCIÓN		
Jefe de planta	1	<ul style="list-style-type: none"> - Dirigir al equipo de trabajo de producción para llevar a cabo las metas organizacionales. - Coordinar reuniones con los jefes de departamento para actualizar la información que se tiene respecto de la operación en planta. - Ejercer su autoridad contra cualquier mala práctica que se encontrase en la planta.
Secretaria	1	<ul style="list-style-type: none"> - Coordinar y comunicar a los miembros de área de producción las actividades en las que se deben involucrar. - Manejar y ordenar la documentación de la planta de producción. - Asistir al jefe de planta en las funciones que a él conciernen.
Jefe de producción	1	<ul style="list-style-type: none"> - Velar por una correcta ejecución del proceso productivo en las líneas de producción de la empresa. - Reportar el funcionamiento del proceso productivo. - Velar por que la producción cumpla con las cantidades requeridas por la organización.

Continuación de la tabla I.

Supervisor de línea	2	<ul style="list-style-type: none"> - Velar por que los operarios cumplan con los manuales de procedimientos de acuerdo con sus puestos dentro de la línea de producción. - Comunicar cualquier anomalía dentro de la línea al jefe inmediato. - Analizar la posibilidad de hacer más eficiente el proceso mediante estudios de tiempos, ergonomía, entre otros, y adecuarlos constantemente a las nuevas necesidades de la organización.
Operario 1	14	<ul style="list-style-type: none"> - Operar la maquinaria en las líneas de producción. - Cumplir con los manuales de procedimientos establecidos por la organización de acuerdo con sus funciones específicas dentro de la línea de producción.
Operario 2	16	<ul style="list-style-type: none"> - Velar por un correcto funcionamiento de la maquinaria en la línea de producción. - Reprocesar o apartar producto catalogado como defectuoso.
Operario 3	16	<ul style="list-style-type: none"> - Ingresar los insumos y materia prima en las partes de la línea donde se requiera un ingreso manual de estos. - Empaquetar manualmente el producto terminado en las cajas y ordenarlas.

Continuación de la tabla I.

Jefe de calidad	1	Ver tabla II.
Asistente de calidad	2	
Inspector de materia prima	6	
Inspector de producto en proceso	3	
Inspector de producto terminado	3	
Jefe de mejora y cambio	1	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisar los procesos de la organización, tanto en la planta de producción como en el área administrativa para evaluar áreas de mejora que permitan un incremento en la productividad. - Velar por el cumplimiento de los manuales de calidad y procedimientos en planta, y revalidarlos periódicamente. - Supervisar a los analistas y trabajar conjuntamente con ellos. - Realizar propuestas de cambio y comunicarlas a los jefes de cada área.

Continuación de la tabla I.

Analista de proyectos de mejora	2	<ul style="list-style-type: none"> - Analizar y desarrollar los proyectos de mejora para un mejor funcionamiento de las áreas de la organización. - Velar por el cumplimiento de estos proyectos una vez aprobados. - Asistir al jefe de mejora para supervisar y revalidar los manuales existentes.
Jefe de mantenimiento	1	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisar la maquinaria e instalaciones de la planta de producción para garantizar un funcionamiento adecuado. - Coordinar las actividades que deberán realizar los mecánicos en la planta de producción. - Comunicar cualquier acción que requiera inversión a su jefe inmediato.
Supervisor de mantenimiento	1	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisar conjuntamente con los operarios y mecánicos el funcionamiento diario de la maquinaria. - Mantener y velar por el cumplimiento de los programas de revisión y mantenimiento de maquinaria, así como la preparación de las piezas de repuesto que se requerirán.

Continuación de la tabla I.

Mecánico 1	2	<ul style="list-style-type: none"> - Reparar cualquier maquinaria que requiera mantenimiento correctivo.
Mecánico 2	4	<ul style="list-style-type: none"> - Encargados de los programas de mantenimiento preventivo para mantener el correcto funcionamiento de la maquinaria.
Supervisor de limpieza	1	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisar a los conserjes para mantener un ambiente de limpieza en todas las instalaciones. - Velar por el cumplimiento de los planes de limpieza.
Conserje	6	<ul style="list-style-type: none"> - Se encargan de la limpieza de las instalaciones, cada uno en su área asignada.
Jefe de bodegas	1	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisar la entrada, salida y mantenimiento de inventarios en las bodegas de la empresa. - Mantener una buena comunicación con el Departamento de Planeación para que la capacidad de las bodegas no se vea saturada.

Continuación de la tabla I.

Supervisor de bodega de materia prima	1	<ul style="list-style-type: none"> - Velar por el correcto mantenimiento de inventario en la bodega de materia prima. - Supervisar al personal de bodega. - Supervisar las entradas y salidas de materia prima que se dan en la bodega.
Montacarguista MP	2	<ul style="list-style-type: none"> - Manejar el montacargas desde la bodega de materia prima a la planta de producción, transportando lo requerido. - Ingresar la materia requerida y colocarla en los estantes correspondientes.
Monitor de bodega MP	5	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar las condiciones ambientales de la bodega. - Velar por el correcto estado de la materia prima almacenada en la bodega. - Verificar que las cantidades existentes sean las que están documentadas.

Continuación de la tabla I.

Supervisor de bodega de producto terminado	1	<ul style="list-style-type: none"> - Velar por el correcto mantenimiento de inventario en la bodega de producto terminado. - Supervisar al personal de bodega. - Supervisar las entradas y salidas de producto que se dan en la bodega.
Montacarguista PT	2	<ul style="list-style-type: none"> - Manejar el montacargas desde la planta de producción hasta la bodega de producto terminado, transportando el producto. - Sacar el producto terminado requerido de los <i>racks</i> hacia los camiones que la distribuirán.
Monitor de bodega de producto terminado	6	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar las condiciones ambientales de la bodega. - Velar por el correcto estado del producto almacenado en la bodega. - Verificar que las cantidades existentes sean las que están documentadas.

Fuente: elaboración propia.

1.2. Área de control de calidad

El área de control de calidad es el departamento encargado de realizar los análisis tanto cualitativos como cuantitativos a la materia prima, producto en

proceso y producto terminado, con el fin de garantizar que los mismos se puedan manufacturar de acuerdo con las especificaciones requeridas.

1.2.1. Antecedentes

El control de la calidad se ha realizado desde el tiempo en que la organización se fundó, sin embargo, es evidente que con el tiempo ha cambiado la forma en que se controla la calidad dentro de la organización.

Anteriormente, el control de calidad era un aspecto más que todo visual, ya que muchas de las máquinas que se utilizaban dependían en gran medida de la habilidad del operario para operar la máquina. Tomando en cuenta que los avances en la tecnología han condicionado en gran medida la forma en la que se trabaja en las organizaciones, y que los procesos son cada vez más automatizados, se han condicionado también los análisis de las diferentes variables que anteriormente llevaban un procedimiento de análisis muy largo, ya que en la actualidad con ayuda de software especializado se pueden realizar en cuestión de pocos minutos. Por lo tanto, se ha permitido analizar mejor diferentes variables del producto.

Actualmente, el control de calidad evalúa aspectos tanto cualitativos como cuantitativos, con el objetivo de otorgar una máxima calidad de los productos y evitar; o por lo menos disminuir en gran medida, la frecuencia de aparición de aquellos resultados que puedan ser catalogados como defectos.

1.2.2. Puestos y funciones

El área de control de calidad tiene los siguientes puestos para cumplir con las actividades requeridas.

Tabla II. **Área de control de calidad**

PUESTOS Y FUNCIONES: ÁREA DE CONTROL DE CALIDAD		
PUESTO	NO. DE PUESTOS	FUNCIONES
Jefe de calidad	1	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisar a los inspectores y a los asistentes, velando por un correcto ejercicio de sus funciones. - Comunicar a los demás departamentos cómo se encuentran los proveedores en cuanto a la calidad de la materia prima y la empresa en la calidad de los productos en proceso y terminados, con el fin de fundamentar la toma de decisiones. - Negociar con los proveedores y con los clientes las especificaciones. - Velar por el correcto funcionamiento del sistema de gestión de la calidad.
Inspector de producto terminado	3	<ul style="list-style-type: none"> - Recabar datos del producto terminado para su posterior análisis. - Cumplir con los programas de inspección y elaborar reportes periódicos. - Encargado de realizar rechazos internos.

Continuación de la tabla II.

Asistente de calidad	2	<ul style="list-style-type: none"> - Analizar estadísticamente la calidad de la materia prima. - Analizar estadísticamente la calidad de los productos terminados. - Analizar la composición química de la materia utilizada en los productos. - Comunicar el estado de los aspectos evaluados. - Gestionar el sistema de gestión de la calidad.
Inspector de materia prima	6	<ul style="list-style-type: none"> - Recabar datos de la materia prima para su posterior análisis. - Cumplir con los programas de inspección y elaborar reportes periódicos.
Inspector de producto en proceso	3	<ul style="list-style-type: none"> - Recabar datos del producto en proceso para su posterior análisis. - Cumplir con los programas de inspección y elaborar reportes periódicos. - Realizar rechazos internos.

Fuente: elaboración propia.

1.2.3. Clientes

Los clientes son aquellas personas u organizaciones que se vean beneficiadas de alguna manera con los productos manufacturados en la empresa. En este caso, los clientes internos son los relacionados de manera directa con las actividades realizadas en el Departamento de Control de Calidad y que al mismo tiempo son parte de la organización, ya que necesitan de la información oportuna que el Departamento de Calidad les brinde para desempeñar eficiente y eficazmente su trabajo, mientras que por clientes externos se entienden a los distribuidores del producto, personas ajenas a la institución.

1.2.3.1. Internos

Los clientes internos del departamento de control de calidad, que reciben los informes del jefe, para la respectiva toma de decisiones son los siguientes:

- Departamento Financiero
- Área de bodega
- Departamento de Mejora y Cambio
- Departamento de Mantenimiento
- Departamento de Producción
- Departamento de Planificación

1.2.3.2. Externos

Los clientes externos, como ya se mencionó son aquellos encargados de la distribución del producto, ya sea a comerciantes o a consumidores. Las actividades realizadas en el área de control de calidad son clave para tener un nivel de cumplimiento aceptable con ellos, ya que son los primeros afectados en caso de que los productos no tengan la calidad acordada.

1.3. Marco teórico

El tema de la calidad es sumamente amplio, sin embargo, en el presente trabajo se dará enfoque principalmente a aquellos temas estrechamente relacionados con el control estadístico del proceso, los factores que lo justifican y la estructura que se considera idónea para realizar un plan de mejoramiento.

1.3.1. Calidad

La calidad, al ser un concepto que involucra multitud de variables, puede ser interpretada de diferentes maneras. Según Jurán⁴ “calidad es que un producto sea adecuado para su uso. Así, la calidad consiste en ausencia de deficiencias en aquellas características que satisfacen al cliente”.

Se puede observar que el término calidad está principalmente enfocado a que el producto entregado logre satisfacer o incluso superar las necesidades del cliente, para lo cual teóricamente las especificaciones deben estar en función de lo que el cliente necesita.

⁴ GUTIÉRREZ, Humberto. *Calidad total y productividad*. p. 19.

1.3.2. Herramientas estadísticas de calidad

Las herramientas estadísticas de la calidad son aquellas que permiten tanto la identificación de causas que afecten la calidad del producto como el análisis estadístico que se pueda efectuar a un conjunto de datos.

Según Montgomery las 7 herramientas básicas o “siete magníficas”⁵ son:

- La hoja de registro o lista de verificación
- Diagrama de Pareto
- Diagrama de Ishikawa (causa–efecto)
- Histograma
- Diagrama de dispersión
- Gráficas de control
- Diagrama de concentración de defectos

En el presente estudio se aplicaron algunas de ellas para obtener el análisis deseado de la información recabada.

1.3.3. Gráficos de control

Los gráficos (o cartas) de control son herramientas estadísticas de suma importancia en el control estadístico de cualquier operación. Sirven para identificar patrones de comportamiento a través del tiempo⁶ en una extracción sistemática de muestras y para determinar la estabilidad del proceso u operación analizada. Si algún punto se encuentra fuera de los límites se puede decir que el

⁵ MONTGOMERY, Douglas. *Control estadístico de la calidad*. p. 177.

⁶ GUTIÉRREZ, Humberto. *Calidad total y productividad*. p. 215.

proceso u operación no se encuentra bajo control estadístico⁷ y se debe encontrar la causa que produjo que tal punto se encontrara fuera de los límites.

De acuerdo con el objetivo de análisis que se tenga en el estudio se pueden identificar dos tipos de gráficos de control: por variables y por atributos.

Son de especial relevancia para este trabajo los siguientes gráficos de control por variables, esto debido a la naturaleza del corrimiento horizontal de etiquetado, al ser una variable de tipo continuo. Con su aplicación se verificó el comportamiento de cada base de la etiquetadora respecto de los estándares establecidos. También se verificó el comportamiento de cada muestra individual en relación con un valor medio nominal por base, esto debido a la necesidad de analizar las especificaciones de corrimiento respecto de su valor óptimo, en este caso el cero, que representaría una ausencia de corrimiento.

Gráfico de control de medias y rangos: permite delimitar los valores nominales, identificados como límites de control dentro de los cuales deberían encontrarse las medias de los subgrupos muestrales cuando un proceso se encuentra en control estadístico.

Con los datos de las inspecciones realizadas, correspondientes a m muestras de tamaño n los límites de los gráficos de control fueron calculados de la siguiente manera:

$$LCS = \bar{\bar{x}} + A_2\bar{R}$$

$$LCI = \bar{\bar{x}} - A_2\bar{R}$$

⁷ RUIZ FALCÓ, Arturo. *Control estadístico de procesos*. p. 32.

Donde

LCI = límite de control inferior

LCS = límite de control superior

\bar{x} = media de las medias de cada subgrupo

A_2 = factor para gráfico de control de medias, con $n = 24$

\bar{R} = media de rangos de cada subgrupo

Cuando no es posible extraer un tamaño de muestra muy grande o los subgrupos de datos no son efectivos⁸, se pueden hacer los gráficos de control tomando en cuenta las mediciones individuales de cada muestra.

Lo primero que se realiza es una carta de control de rangos móviles donde se analiza el valor absoluto de la diferencia de dos mediciones consecutivas para observar si se encuentra algún patrón repetitivo de cambio entre ellas.

Cada rango móvil se calcula de la siguiente manera:

$$R.M. = |Medición (n) - Medición (n - 1)|$$

Los límites de estas cartas se calculan de la siguiente manera, tomando en cuenta los factores para gráficas de control para $n = 2$ mediciones consecutivas:

$$LCS = \bar{R}D_4$$

$$\text{Línea central} = \bar{R}$$

$$LCI = \bar{R}D_3$$

⁸ KUME, Hitoshi. *Herramientas estadísticas para el mejoramiento de la calidad*. p.95.

Donde

LCI = límite de control inferior

LCS = límite de control superior

\bar{R} = media de los rangos móviles

D_4 = factor para gráfico de control de rangos, con $n = 2$

D_3 = factor para gráfico de control de rangos, con $n = 2$

d_2 = factor para cálculo de los límites de control, con $n = 2$

Partiendo del análisis de los rangos móviles se puede proceder a calcular los límites de las cartas de control para individuales que se calculan de la siguiente manera:

$$LCS = \bar{x} + 3 \frac{\bar{R}}{d_2}$$

$$LCI = \bar{x} - 3 \frac{\bar{R}}{d_2}$$

1.3.4. Capacidad del proceso

“Las técnicas estadísticas pueden ser útiles en el ciclo de un producto, incluyendo las actividades de desarrollo previas a la manufactura, para cuantificar la variabilidad del proceso, para analizar esta variabilidad respecto de los requerimientos o especificaciones del producto y para ayudar al personal de desarrollo y manufactura a eliminar o reducir en gran medida esta variabilidad. A esta actividad en general se le llama análisis de capacidad del proceso.”⁹

⁹ MONTGOMERY, Douglas. *Control estadístico de la calidad*. p. 350.

Partiendo de este concepto es posible analizar la capacidad de un proceso para producir productos dentro de las especificaciones requeridas por la empresa o el cliente.

Este puede ser cuantificado numéricamente conociendo los límites naturales del proceso y los de especificación, por lo cual se cuenta con los índices de capacidad del proceso. En este caso se cuenta con un proceso de doble especificación por lo cual los índices se cuantifican de la siguiente manera.

- Índices de capacidad del proceso¹⁰:
 - Índice Cp: es el índice de capacidad potencial del proceso indica, como su nombre lo indica, que tanto potencial tiene el proceso de ser capaz de cumplir con las especificaciones requeridas. Este se calcula de la siguiente manera:

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

Donde

ES = especificación superior

EI = especificación inferior

6σ = límites naturales del proceso, conociendo la desviación estándar.

Lo cual teóricamente estaría representando como:

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

¹⁰ GUTIÉRREZ, Humberto. *Calidad total y productividad*. p. 166.

- Índices Cpk, Cpi y Cps: el índice Cp tiene dentro de sus desventajas que no toma en cuenta el centrado del proceso por lo cual se cuenta con otros índices para tomar en cuenta esto, comenzando con el análisis del Cpi y el Cps.
- Índice de capacidad para la especificación superior (C_{ps}) e índice de capacidad para la especificación inferior (C_{pi}): estos si toman en cuenta la media y calculan la distancia de la media del proceso a una de las especificaciones, que representa la variación tolerada para el proceso de un solo lado de la media. Estos se calculan de la siguiente manera:

$$C_{pi} = \frac{\mu - EI}{3\sigma}$$

$$C_{ps} = \frac{ES - \mu}{3\sigma}$$

Donde

μ = Media del proceso

- Índice de capacidad real del proceso (C_{pk}): se puede ver como una versión corregida del índice de capacidad potencial del proceso, este si toma en cuenta su centrado respecto de la media nominal. Este se calcula de la siguiente manera:

$$C_{pk} = \text{Mínimo}[C_{pi}, C_{ps}]$$

Si el C_{pk} es menor al C_p puede decirse que el proceso real no está centrado.

- Interpretación de los índices de capacidad del proceso:

Tabla III. **Valores de C_p y su interpretación**

Interpretación de los índices C_p y C_{pk}		
Valor del índice	Clase o categoría del proceso	Decisión (si el proceso está centrado)
$C_p > 2$	Clase mundial	Se tiene calidad seis sigma
$C_p > 1.33$	1	Adecuado
$1 < C_p \leq 1.33$	2	Parcialmente adecuado, requiere de un control estricto.
$0.67 < C_p \leq 1$	3	No adecuado para el trabajo. Un análisis del proceso es necesario. Requiere modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria.
$C_p \leq 0.67$	4	No adecuado para el trabajo. Requiere modificaciones muy serias.
Nota: cuando $C_{pk} < C_p$, indica que el proceso está descentrado, una vez que se centre el proceso, $C_{pk} = C_p$		

Fuente: GUTIÉRREZ, Humberto. *Calidad total y productividad*. p. 167.

- Índice de centrado del proceso: mide la diferencia entre la media del proceso y el valor nominal que debería tener la media. Representa en forma porcentual que tan centrado está el proceso, calculando el porcentaje del corrimiento de la media respecto al valor nominal en términos de la tolerancia, donde porcentajes menores a 20% se pueden considerar aceptables. Se calcula de la siguiente manera:

$$K = \frac{\mu - N}{\frac{1}{2}(ES - EI)} * 100$$

Donde

N = valor objetivo o nominal de la media

- Índice de Taguchi (C_{pm}): desde el punto de vista de Taguchi, cumplir con las especificaciones no necesariamente implica una buena calidad, ya que la reducción de la variabilidad se tiene que dar en torno a la calidad óptima, es decir, el valor nominal. El índice de Taguchi se calcula de la siguiente manera:

$$C_{pm} = \frac{ES - EI}{6\tau}$$

Donde τ está dada por:

$$\tau = \sqrt{\sigma^2 + (\mu - N)^2}$$

1.3.5. Muestreo

El muestreo es clave para los estudios estadísticos y en particular para obtener información vital del proceso analizado. Según Scheaffer¹¹ una muestra es un subconjunto de una población acerca de la cual se desea inferir. Esta debe ser representativa de la población y cada elemento debe tener la misma probabilidad de ser parte de ella. Es por ello que se habla de muestreo aleatorio.

¹¹ SCHEAFFER, Richard. *Elementos de Muestreo*. p. 10.

Existen varios tipos de muestreo; para el presente estudio es de especial relevancia el muestreo aleatorio estratificado por razones que se verán descritas más adelante. En el muestreo aleatorio estratificado la población presenta subgrupos llamados estratos que respecto de la variable medida, tienen la característica de ser heterogéneos o diferentes entre ellos y homogéneos dentro de ellos (la estratificación agrupa a los individuos con aquellos similares a estos).

1.3.6. Factores que se ven afectados por falta de calidad

La falta de calidad afecta varios factores inherentes a la organización y su funcionamiento, los cuales se describen a continuación.

1.3.6.1. Competitividad

“La competitividad se entiende como la capacidad de una empresa para generar un producto o servicio de mejor manera que sus competidores.”¹² Verificando el concepto de competitividad se delimita su estrecha relación con otorgar un mejor producto o servicio que los competidores. Para esto no solo se incluye el producto en sí, sino otros aspectos como el precio y la calidad del servicio. Por lo tanto, se es más competitivo cuando se ofrece una buena calidad a bajo precio y con un buen servicio.

1.3.6.2. Productividad y eficiencia del proceso

La productividad y eficiencia del proceso se ven afectadas por una falta de calidad en el producto, por lo que también afecta de forma directa la competitividad de la organización.

¹² GUTIÉRREZ, Humberto. *Calidad total y productividad*. p. 16.

La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o sistema, por lo que se incrementa la productividad al lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para lograrlos.

Según Gutiérrez¹³ la productividad está dada por los siguientes factores:

$$Productividad = Eficiencia * Eficacia$$

Donde se entiende como productividad, eficiencia y eficacia como:

$$\frac{Unidades\ producidas}{Tiempo\ total} = \frac{Tiempo\ útil}{Tiempo\ total} * \frac{Unidades\ producidas}{Tiempo\ útil}$$

Por lo que se ve, los factores que afectan la eficiencia son aquellos directamente relacionados con el tiempo empleado para llevar a cabo el proceso productivo, por lo que es afectado por tiempo desperdiciado en reprocesos, en reinspecciones, en programación, en paros por ajustes o mantenimiento, entre otros retrasos que pudieran presentarse. Por otra parte, a la eficacia la afectan principalmente las unidades producidas que luego de pasar el proceso productivo no cumplen con las especificaciones requeridas.

1.3.6.3. Costos

Según Gutiérrez¹⁴, los costos de calidad son los costos asociados al sistema de gestión de la calidad y pueden utilizarse como medida de desempeño del sistema de calidad. Se dividen en los costos que origina la empresa para mantener la calidad y los que se dan por no tener calidad en el producto.

¹³ GUTIÉRREZ, Humberto. *Calidad total y productividad*. p. 22.

¹⁴ Op. Cit. p. 23.

Una mala calidad significa una utilización deficiente de los recursos financieros y humanos, con lo que entre más deficiencias y fallas se tengan, los costos por lograr la calidad y por no tenerla serán más elevados.

1.3.6.3.1. Costos de calidad y no calidad

En la siguiente tabla, se puede ver de forma detallada la clasificación de los costos de calidad y no calidad.

Tabla IV. **Clasificación de los costos de calidad**

Costos para asegurar la calidad	Costos de no calidad
<p>De prevención Evitar y prevenir errores, fallas y desviaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planeación de calidad • Planeación de procesos • Control de procesos • Entrenamiento 	<p>Por fallas internas Originados por fallas, defectos o incumplimiento de especificaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desperdicio y re procesos • Reinspecciones • Reparaciones
<p>De evaluación Medir, verificar y evaluar la calidad</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inspección, pruebas y ensayo • Auditorías de calidad • Equipos de pruebas y ensayos 	<p>Por fallas externas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Atención de quejas del cliente • Servicios de garantía • Devoluciones, costos de imagen y pérdidas de ventas • Castigos y penalizaciones • Juicios, demandas y seguros

Fuente: GUTIÉRREZ, Humberto. *Calidad total y productividad*. p. 23.

1.3.7. Plan de mejoramiento de calidad

Un plan es un programa detallado, definido en el tiempo que mediante la propuesta y posterior ejecución de ciertas acciones pretende llevar a cabo una idea para solucionar uno o varios problemas de interés.¹⁵ En el mejoramiento de la calidad, puede cobrar especial relevancia al haber identificado aquellas deficiencias en la gestión de la calidad que se dan actualmente en la organización, y que mediante la propuesta de acciones previamente planificadas pretende eliminar o corregir los problemas que desembocan en una falta de calidad.

Se puede interpretar el plan básicamente como un documento con actuaciones sugeridas para el mejoramiento de la calidad de salida en un proceso o una operación. Incluye tanto las actividades de control como las requeridas para la eliminación de causas especiales de variación, el análisis de las causas inherentes de variación, así como el control, análisis y seguimiento del proceso productivo. Está basado en el estudio previo que se da de la situación y provee una guía para llevar a cabo un conjunto de acciones necesarias para la mejora continua de la calidad, basado en planear, hacer, verificar y actuar.

1.3.7.1. Necesidad

La necesidad del plan se basa en que actualmente no se cuenta con algún programa de control de calidad estadístico definido en la organización para el producto analizado, por lo cual el plan proveerá una manera sistemática de implementar dichos cambios y llevar a cabo de mejor manera las acciones propuestas.

¹⁵ CARUCCI, Flavio. *Planificación estratégica por problemas: Un enfoque participativo*. p. 31.

Con un plan debidamente estructurado se pretende eliminar el problema de la corrección por reacción, tan comúnmente extendida en el medio productivo y fuente de problemas que no se presentarían al corregir con base en hechos.

1.3.7.2. Estructura

La estructura de un plan puede ser definida mediante las necesidades que el analista considere convenientes habiendo identificado el problema principal. La estructura del plan desarrollado está compuesta de la siguiente manera:

- Resumen ejecutivo
- Objetivos
- Alcance
- Metas y estrategias
- Establecimiento de responsabilidades
- Líneas principales de acción
- Departamentos involucrados
- Recursos
- Asignación de recursos
- Documentación técnica
- Diagrama de flujo de actividades
- Cronograma de actividades

1.3.7.3. Seguimiento

El seguimiento del plan está fuertemente ligado a la filosofía de la mejora continua y al ciclo PHVA. El ciclo PHVA es una herramienta que puede guiar la estructuración y ejecución de proyectos de mejora de la calidad y la productividad

en cualquier nivel jerárquico en una organización. Sus siglas se refieren a planear, hacer, verificar y actuar.

En el capítulo 5 se puede ver la estructura general que llevará el seguimiento del plan de mejora.

2. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

2.1. Análisis previo de la operación de etiquetado

La operación de etiquetado es de suma importancia en el proceso de envasado del producto, ya que por medio de la etiqueta se describen sus características generales. Una mala colocación de etiqueta puede ser percibida por el cliente como un producto de baja calidad, y tomando en cuenta que se trata de un producto que se enfoca a mercados muy exigentes, se debe contar con un control estricto en particular para este atributo del mismo.

La operación cuenta con un encargado de etiquetadora, quien es el encargado de realizar los cambios en los rollos de las etiquetas, los reajustes en cada base o plato de la máquina que él perciba que no está trabajando de buena manera y de identificar y corregir cualquier otra deficiencia.

También cuenta con un inspector que verifica visualmente que la calidad de las etiquetas sea la esperada, observando aspectos como el nivel de corrimiento en horizontal, nivel de corrimiento en vertical, presencia de las tres etiquetas que debe tener la botella, de defectos en los tapones, de defectos en alguna de las etiquetas, y otros aspectos fuera de lo común que puedan evaluar en el tiempo que tiene cada botella con la inspección. La máquina de la línea 3 con la cual se realiza la operación es una etiquetadora que se dice que tiene aproximadamente 12 años de estar trabajando. Cuenta con 22 bases o estaciones en las cuales se asigna cada botella a una base donde se le realiza el etiquetado correspondiente mediante un sistema rotatorio.

La línea trabaja con el producto de forma intermitente, ya que no se elabora todos los días del mes. Esto inclusive podría afectar el etiquetado, pero será uno de los factores que se analizará más adelante.

La operación de etiquetado debe considerarse conjuntamente con su entorno, para lo cual se presenta una investigación inicial de toda la línea; posteriormente podrá darse un estudio más detallado de lo que sucede en la operación en sí.

El análisis estadístico es de suma importancia en operaciones de este tipo, ya que mediante su correcta implementación se pueden controlar variables de interés, así como definir el estado actual y la variabilidad que esta presenta respecto de la calidad que debería tener el producto final.

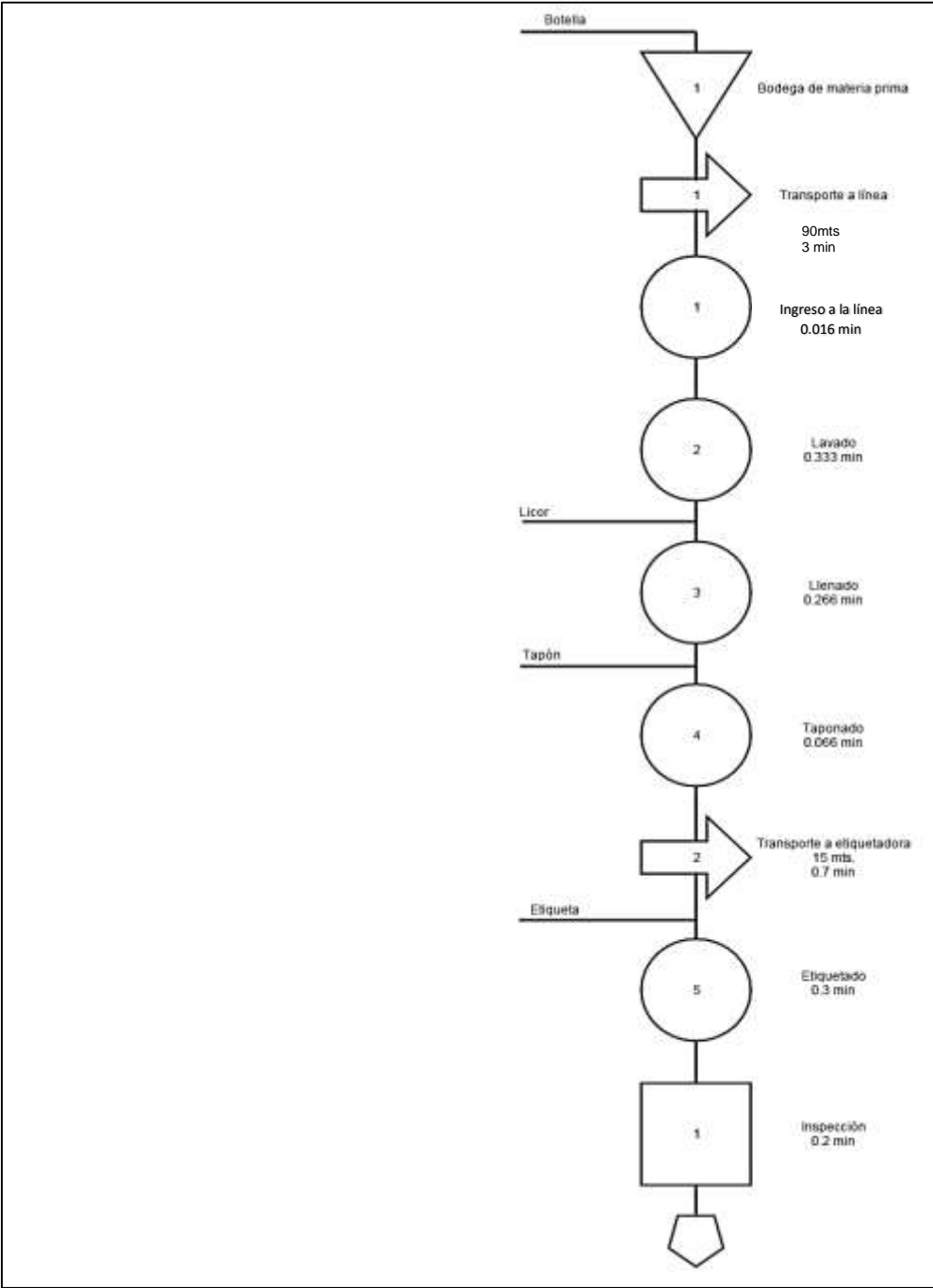
2.2. Descripción del proceso

La operación de etiquetado es parte del proceso de envasado, es responsable de elaborar el producto final en el envase que será entregado a los distribuidores y vendido en los mercados. A continuación se presenta un diagrama de flujo de operaciones del proceso de envasado.

2.2.1. Diagrama de flujo

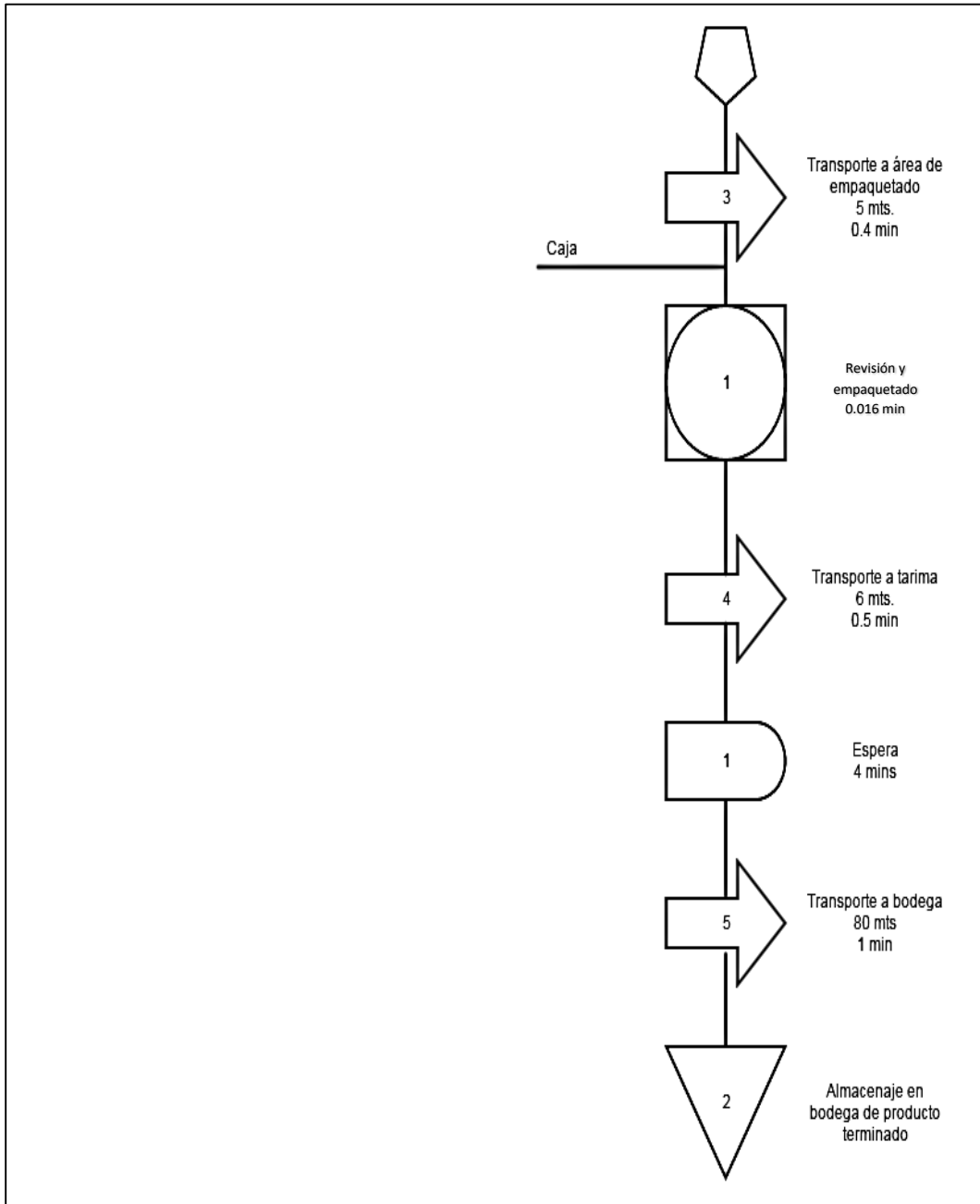
En el diagrama de flujo se describen las operaciones, inspecciones, transportes, demoras y almacenamientos que se dan en el proceso de envasado.

Figura 4. Diagrama de flujo de operaciones del proceso hoja 1



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Visio.

Figura 5. Diagrama de flujo de operaciones del proceso hoja 2



Continuación de la figura 5.

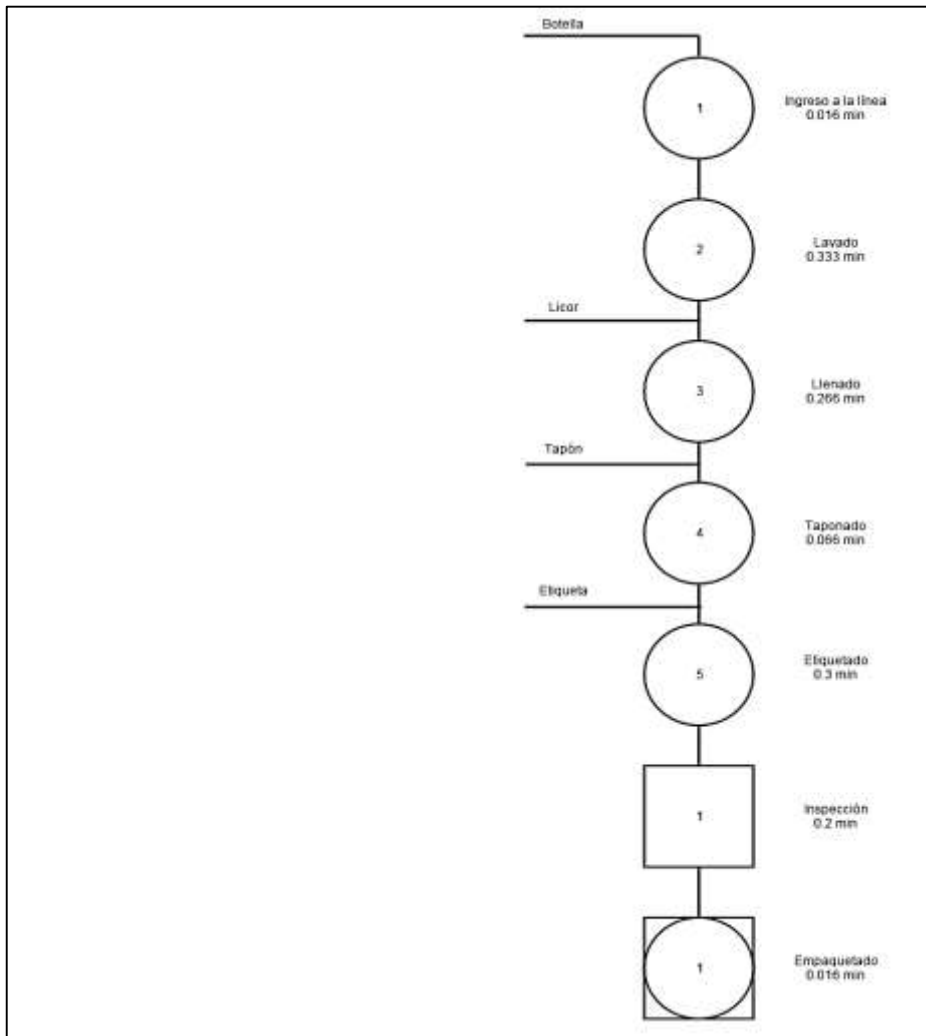
	OPERACIÓN	TOTALES	TIEMPO	DISTANCIA
○	Operación	5	0,981	-
□	Inspección	1	0,2	-
◻	Combinada	1	0,016	-
⇨	Transporte	5	5,6	196 mts.
D	Demora	1	4	-
▽	Almacenamiento	2	-	-
	TOTALES	15	10,8 mins	196 mts.

Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Visio.

2.2.2. Diagrama de operaciones

Las operaciones de las cuales consta el proceso de envasado se describen a continuación.

Figura 6. Diagrama de operaciones del proceso



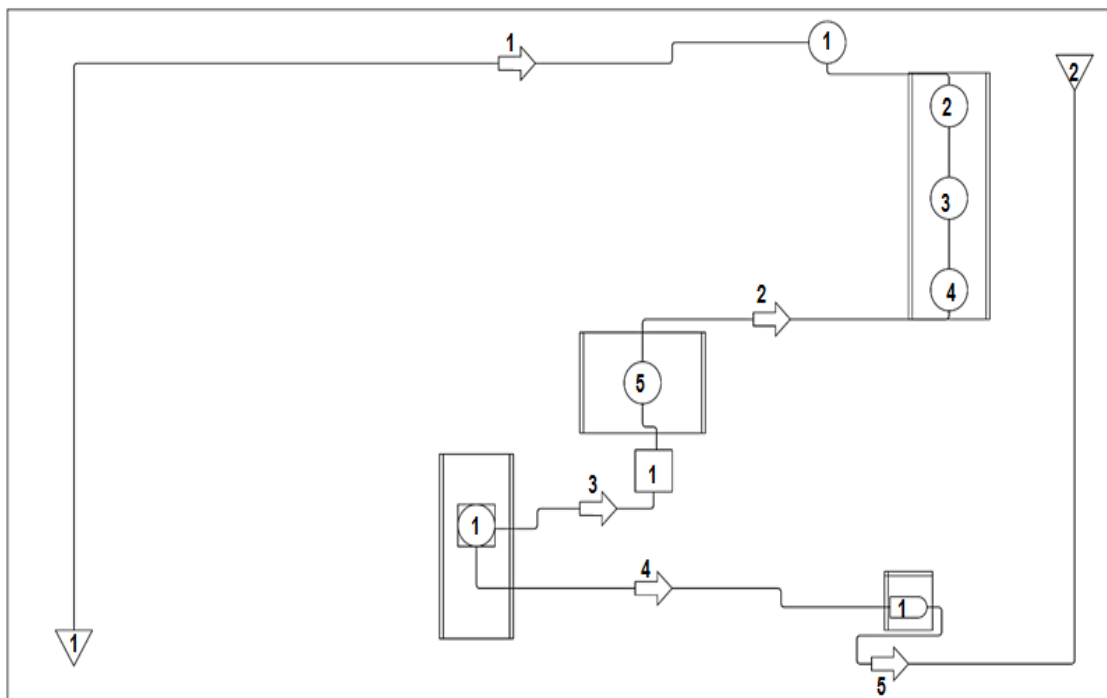
	OPERACIÓN	TOTALES	TIEMPO
○	Operación	5	0,981
□	Inspección	1	0,2
◻	Combinada	1	0,016
	TOTALES	15	1,2 mins.

Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Visio.

2.2.3. Diagrama de recorrido

El diagrama de recorrido del proceso de envasado se describe a continuación.

Figura 7. Diagrama de recorrido



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Visio.

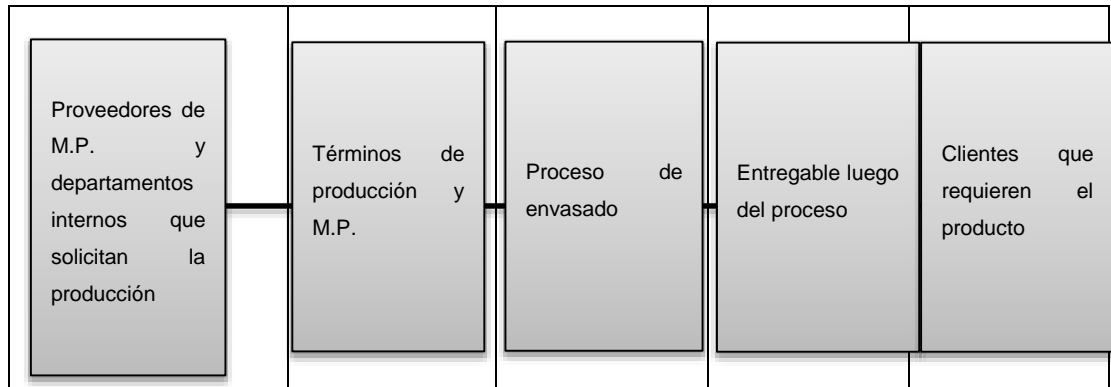
2.2.4. Diagrama PEPSU

El diagrama PEPSU asocia proveedores, entradas, procesos, salidas y usuarios del proceso de envasado. Este se muestra a continuación.

Tabla V. Diagrama PEPSU del proceso de envasado

PROVEEDORES	ENTRADAS	PROCESOS	SALIDAS	USUARIOS
Empresa fabricante de botellas. Empresa fabricante de mezcla de producto. Empresa elaboradora de etiquetas. Empresa fabricante de cajas.	Materia prima	Ingreso de M.P. a la línea de producción	Producto final	Área de bodegas Distribuidores Clientes
Departamento de planeación Departamento de producción	Plan de producción	Lavado de botella Llenado de botella Taponado de botella Etiquetado de botella Empacado de botellas	Producto defectuoso a reprocesar Resultados de productividad, eficiencia de línea, entre otros.	Área de producción

Continuación de la tabla V.



Fuente: elaboración propia.

2.2.5. Diagrama hombre-máquina

El diagrama hombre-máquina representa gráficamente los tiempos que toma llevar a cabo un ciclo de algún proceso en particular. El mismo se presenta a continuación.

Tabla VI. Diagrama hombre-máquina de la operación de etiquetado

DIAGRAMA HOMBRE-MÁQUINA				
Operación:	Etiquetado	Pág. No.	1	de. 1
Máquina Tipo:	AX 5112	Fecha:	10/09/2014	
Departamento:	Producción	Hecho por:	Juan Pérez	
Hombre	Tiempo	Máquina	Tiempo	
Colocar rollos de etiqueta	6 mins.	Carga de rollos	6 mins.	
Inspeccionar las etiquetas, la maquinaria y los rollos de la máquina	25 mins.	Operar	32 mins.	
Tiempo de ocio	7 mins.			
Cambiar rollo 1	3 mins.	Recarga de rollos	3 mins.	
Cambiar rollo 2	3 mins.		3 mins.	
Cambiar rollo 3	3 mins.		3 mins.	
RESUMEN	TIEMPO	OCIO O TIEMPO MUERTO	UTILIZACIÓN	
HOMBRE	40 mins.	7 mins.	85 %	
MÁQUINA	47 mins.	-	100 %	

Fuente: elaboración propia.

2.3. Métodos de control de calidad utilizados actualmente

En los siguientes incisos se detallan los métodos de control de calidad que se tienen actualmente para garantizar la calidad del etiquetado.

2.3.1. Inspección visual

Actualmente la inspección en área de etiquetado de la línea la realizan uno o dos operarios de forma visual, ellos las rechazan si ven que el nivel de corrimiento es grande respecto del centro. El muestreo se realiza de manera irregular, inspeccionando una unidad cada 30 minutos, sin algún tipo de instrumentación y sin procedimientos de análisis delimitados, por lo cual no se llenan hojas de registro ni otro tipo de documentación que pueda generar un análisis estadístico.

2.3.2. Herramientas estadísticas

Las herramientas estadísticas no son utilizadas, al menos para el análisis de la variable analizada que es el corrimiento de la etiqueta, ya que como se mencionó, la inspección visual es la manera en la que se controla la calidad del etiquetado.

2.4. Análisis de peligros

En el proceso de envasado del producto, se pueden identificar diferentes riesgos en puntos críticos que pueden afectar directamente la calidad final del etiquetado; en la siguiente tabla se detallan aquellos puntos que fueron identificados en base a los diagramas de flujo y de recorrido ya detallados con anterioridad.

Tabla VII. **Análisis de puntos críticos**

OPERACIÓN	ÁNÁLISIS DE RIESGOS
<p style="text-align: center;">Taponado</p>	<p>Al realizar la colocación del tapón por la máquina, un tapón en mal estado o mal colocado podría afectar indirectamente el etiquetado, ya que al ingresar a la máquina etiquetadora, al entrar en contacto con el mecanismo de sujeción, podría desviar la colocación de la etiqueta.</p>
<p style="text-align: center;">Transporte hacia etiquetadora</p>	<p>Este punto es clave ya que es el enlace antes de ingresar la botella a la máquina etiquetadora. Funciona con un sistema de banda transportadora que lleva las botellas hacia la máquina. Entre los riesgos que pueden encontrarse son una excesiva lubricación en las botellas, ya que se les agrega agua en la parte inferior para evitar un posible rompimiento por fricción. Al lubricarse excesivamente puede afectar en el mecanismo de sujeción de la máquina etiquetadora ya que el movimiento giratorio que hace cada una de las estaciones para colocar las tres etiquetas puede desviar más de lo requerido la botella, desembocando en corrimientos de la etiqueta.</p> <p>La presencia de otros elementos que puedan quedar adheridos a la botella durante este transporte también podrían afectar al etiquetado de la manera descrita.</p>

Continuación de la tabla VII.

Etiquetado	<p>En el ingreso de las etiquetas a la máquina por parte del operario, se corre el riesgo de que el rollo no esté bien colocado, influyendo de manera directa sobre el etiquetado. Incluso se observó que el operario colocaba el rollo y encendía la máquina de 3 a 7 veces (a veces más) para comprobar que la etiqueta puesta por cada una de las tres estaciones saliera centrada, según su percepción.</p> <p>Existe riesgo de que la distancia de etiqueta a etiqueta en los rollos no sea constante y varíe en rangos que podrían afectar bastante el corrimiento. Esto corresponde a la parte de control de calidad de materia prima, y es responsabilidad del departamento de calidad por lo cual se debe tener documentado el historial de inspección de los rollos de etiquetas.</p> <p>Existe riesgo de que el sistema de anclaje no logre sujetar a la botella de la manera requerida por posibles defectos en su superficie. Esto también se debe tener en cuenta por parte de los analistas de materia prima.</p> <p>Las 22 bases mecánicas pueden no estar ajustadas de igual manera por lo cual unas entregarían diferente calidad que otras.</p> <p>Los componentes del mecanismo de sujeción pueden estar deteriorados o desgastados, impidiendo así su correcto funcionamiento.</p>
------------	---

Continuación de la tabla VII.

Transporte hacia empaquetado	Riesgo por golpes u otros factores externos que podrían provocar rasguños en las etiquetas.
Empaquetado	
Transporte hacia tarima	
Espera	
Transporte hacia bodega de producto terminado	
Almacenaje	

Fuente: elaboración propia.

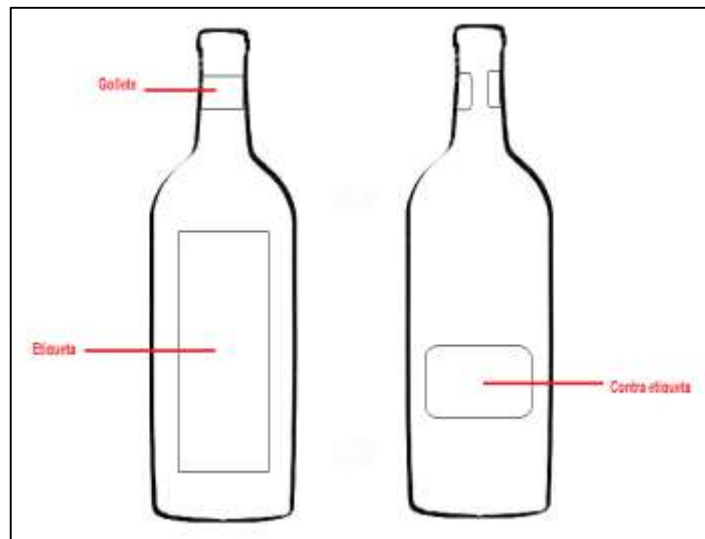
2.5. Descripción del producto

El producto es un licor *premium*, por lo cual la calidad exigida es muy alta en todos sus atributos. Cuenta con tres etiquetas que componen el etiquetado del producto:

- El gollete
- La etiqueta
- La contraetiqueta

La siguiente figura muestra la estructura del producto final.

Figura 8. **Estructura del etiquetado del producto final**

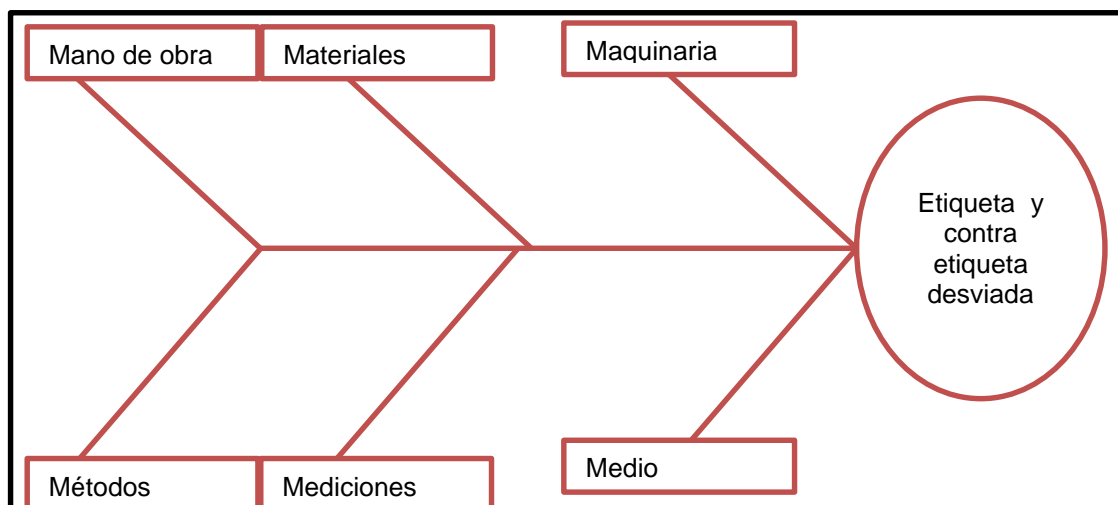


Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Visio.

2.6. Identificación de las causas del problema

Para realizar este análisis se utiliza un diagrama de causa efecto, considerando como punto de partida las 6M que pueden aportar variabilidad al proceso productivo.

Figura 9. Diagrama de Ishikawa para identificar las posibles causas



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Visio.

Se presenta la lista de posibles causas analizadas por segmento:

- Materiales
 - Calidad de las etiquetas no es la esperada
 - Se desconoce la variabilidad de las etiquetas.
 - Calidad de las botellas no es la esperada
 - Se desconoce la variabilidad de longitud de costura a costura.

- No se controla si existen irregularidades en la superficie de la botella.
 - Proveedores
 - Hay distintos proveedores.
- Maquinaria
 - Capacidad
 - Por su antigüedad, puede que sea incapaz de dar la calidad esperada.
 - Mantenimiento
 - El mantenimiento de la maquinaria es correctivo, no preventivo.
 - Los procedimientos de mantenimiento no están establecidos.
 - Ajustes
 - Los criterios de ajuste de la máquina o de cada base no están establecidos.
 - Componentes o partes
 - Las bases no entregan la misma calidad de salida.
 - Se desconoce si los componentes de cada base tienen dimensiones constantes.
- Mano de obra
 - Conocimiento
 - Los operarios no saben de qué manera proceder al no haber procedimientos definidos.
 - Entrenamiento
 - No se les capacita para realizar ajustes, ni para delimitar si una botella cumple con las especificaciones de etiquetado.

- Motivación
 - Los operarios están comprometidos con lograr una buena calidad en cuanto al corrimiento, sin embargo no cuentan con las herramientas para garantizar ello.
 - Existe sobrecarga de trabajo en algunos operarios.
- Métodos
 - Estandarización
 - Las responsabilidades y procedimientos no están definidos claramente, dependen del criterio de cada persona.
 - Definición de operaciones
 - No están definidas las operaciones de los procedimientos de verificación de calidad.
 - No están definidos los procedimientos de recarga de los rollos de etiquetas.
 - Control de calidad
 - No hay métodos estadísticos para el control de calidad.
- Medio ambiente
 - Ciclos
 - Hay ciclos o patrones de variación que se deben analizar.
 - Humedad
 - Hay humedad presente en la operación y no se conoce su efecto.
 - No se conoce el efecto de dejar la base de la botella lubricada.

- Mediciones
 - Disponibilidad
 - No se cuenta con medidas disponibles por parte de la organización.

2.7. ¿Cuáles son los defectos encontrados?

En cuanto al etiquetado se pueden considerar diferentes defectos, ya sea en forma de atributos o de variables medibles.

2.7.1. Identificación de las variables a controlar en el proceso y en el producto

En particular para este estudio se analiza únicamente el corrimiento horizontal de la etiqueta y la contraetiqueta. En el proceso se estudian variables como el porcentaje de etiquetas y contraetiquetas no conformes según las especificaciones de corrimiento actuales acordadas entre los clientes y la empresa, la desviación estándar y la media del corrimiento que otorga la operación en general, la desviación y la media que otorga por base, por día, por mes, por lote, y finalmente la combinación de defectos que otorga cada una de las bases y la operación en general.

Las variables sin embargo también podrían abarcar el desfase de ángulo respecto de la vertical de la colocación de la etiqueta o contraetiqueta, la distancia vertical de corrimiento de etiqueta y contraetiqueta, el corrimiento del gollete en relación con el centro y cualquier otra desviación medible numéricamente en el etiquetado.

2.7.1.1. Atributos medibles

Como atributos se entienden a aquellos defectos que no son susceptibles de medir, únicamente pueden estar presentes o ausentes en el producto. Por ejemplo; golpes en etiqueta o contraetiqueta, errores en la coloración de la etiqueta o contraetiqueta. Para analizar la magnitud de su presencia se tabula por medio de la frecuencia con que se presentan en un producto o un grupo de productos. Estos atributos no fueron de relevancia para este estudio en particular, por lo tanto no se analizaron.

2.7.1.1.1. Clases de defectos

Se podría dar el caso en que la etiqueta presente defectos visuales, aunque en lo particular no se realiza su análisis en este estudio. Las clases de defectos que podrían encontrarse son: rayones en la etiqueta o contraetiqueta, número de burbujas en la etiqueta o contraetiqueta, botellas sin etiqueta o contraetiqueta, roturas en la etiqueta o contraetiqueta, entre otros.

2.7.1.2. Variables medibles

Por variables se entienden a aquellos aspectos de la botella que pueden ser medidos numéricamente, y cuya precisión está estrechamente ligada al uso del instrumento de medición¹⁶. En este caso las variables son de tipo continuo y pueden presentar valores intermedios entre cada unidad. El desfase de ángulo respecto a la horizontal, el corrimiento vertical, el desfase respecto al eje central de la etiqueta, serían otros ejemplos de variables medibles en el etiquetado.

¹⁶ GUTIÉRREZ, Humberto. *Calidad total y productividad*. p. 221.

2.7.1.2.1. Nivel de corrimiento en horizontal

Esta variable es la más importante en este estudio, ya que se busca mejorar este aspecto del producto analizando las posibles causas del mal etiquetado mediante un análisis estadístico.

Se representa como una medida numérica de corrimiento desde el centro de la botella, donde debería estar. Dicho nivel de corrimiento tanto del lado izquierdo como del derecho se obtiene midiendo el espacio libre entre la etiqueta y la costura de la botella. A partir de ello se obtiene una distancia constante de espaciado que siempre va a ser la misma, no importando si la botella está corrida hacia la izquierda o hacia la derecha. Por lo tanto, si la etiqueta está centrada, al medir la distancia desde la parte izquierda de la costura hasta la parte izquierda de la etiqueta o contraetiqueta, esta debería ser:

$$\text{Distancia libre a cada lado de la etiqueta} = \frac{\text{Distancia libre total}}{2}$$

Como la distancia libre total es constante y tiene un valor de 40,5 mm (utilizando un instrumento de medición con una precisión de 0,5 mm) entonces la distancia libre a cada lado de la etiqueta o contraetiqueta debería ser:

$$\text{Distancia libre a cada lado} = \frac{40,5 \text{ mm}}{2} = 20,25 \text{ mm}$$

El nivel de corrimiento se obtiene realizando la medida de la distancia libre entre la etiqueta o contraetiqueta por el lado izquierdo y la costura, y realizando la resta de esta medida respecto de la medida teórica que debería tener.

Entonces el corrimiento en milímetros se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{Corrimiento} = \text{Medida realizada} - 20,25 \text{ mm}$$

Representando un número negativo como un corrimiento hacia la izquierda y un número positivo como un corrimiento hacia la derecha. Visto desde el punto de un observador que ve de frente la botella. Se debe tomar en cuenta que debido a la precisión del instrumento, la medida nunca podrá ser cero, por lo cual el corrimiento óptimo medido para los presentes datos debería ser de 0,25 mm o -0,25 mm.

2.7.1.2.2. Nivel de corrimiento en vertical

El nivel de corrimiento en vertical, aunque podría darse, no es de particular relevancia para este estudio por lo que no se cuantifica, pero se recomienda para posteriores estudios su verificación y discusión para delimitar si influye o no en forma directa a la calidad de la botella.

2.7.1.3. Combinación de defectos que incurren en producto defectuoso

Para considerar un producto como defectuoso, tomando en cuenta el nivel de corrimiento en horizontal de la etiqueta o contraetiqueta respecto del centro, se deberá tener un corrimiento mayor a 5,25 mm, el cual es el límite de las especificaciones que se desea obtener en la operación. Considerando el aspecto del instrumento de medida, este defecto mayor se tomará con valores mayores o iguales a 5,25 mm o menores o iguales a -5,25 mm.

Si por lo menos una de las dos etiquetas; la etiqueta o la contraetiqueta, presenta un defecto mayor se considera que el producto es defectuoso. A continuación, se identifica la combinación de defectos que pudiera incurrir en producto defectuoso, tomando en cuenta que derecha e izquierda significa que la etiqueta o contraetiqueta están corridos hacia la derecha o hacia la izquierda, y se identifican mediante números romanos para facilitar su posterior análisis.

Tabla VIII. **Codificación de la combinación de defectos que incurren en el producto defectuoso**

Defecto en ambas (etiqueta y contraetiqueta)			
Def. etiqueta	Def. contraetiqueta	Núm. de defecto	Cant.
Etiqueta derecha mayor	Contraetiqueta derecha mayor	I	2
Etiqueta derecha mayor	Contraetiqueta izquierda mayor	II	0
Etiqueta izquierda mayor	Contraetiqueta derecha mayor	III	0
Etiqueta izquierda mayor	Contraetiqueta izquierda mayor	IV	44
Etiqueta derecha mayor	Contraetiqueta derecha menor	V	2
Etiqueta derecha mayor	Contraetiqueta izquierda menor	VI	1
Etiqueta izquierda mayor	Contraetiqueta derecha menor	VII	0
Etiqueta izquierda mayor	Contraetiqueta izquierda menor	VIII	36
Etiqueta derecha menor	Contraetiqueta derecha mayor	IX	2
Etiqueta derecha menor	Contraetiqueta izquierda mayor	X	2
Etiqueta izquierda menor	Contraetiqueta derecha mayor	XI	0
Etiqueta izquierda menor	Contraetiqueta izquierda mayor	XII	42
Etiqueta derecha menor	Contraetiqueta derecha menor	XIII	3
Etiqueta derecha menor	Contraetiqueta izquierda menor	XIV	4
Etiqueta izquierda menor	Contraetiqueta derecha menor	XV	5
Etiqueta izquierda menor	Contraetiqueta izquierda menor	XVI	64
Únicamente un defecto			
Etiqueta derecha mayor		XVII	2
Etiqueta izquierda mayor		XVIII	12
Contraetiqueta derecha mayor		XIX	5
Contraetiqueta izquierda mayor		XX	51

Fuente: elaboración propia.

A continuación se observa el resumen de la tabla anterior.

Tabla IX. **Cantidad total de productos defectuosos y conformes**

Total de no conformes	201
Total de productos	956
Productos conformes	754
Defectuosos en porcentaje	21,05 %

Fuente: elaboración propia.

Nota: se contabilizan también los defectos menores del XIII al XVI aunque no influyan en producto defectuoso ya que se encuentran en el límite de las especificaciones.

En la tabla VIII se puede observar que la combinación de defectos que ocurre con más frecuencia en el muestreo realizado es que solamente la contraetiqueta esté corrida hacia la izquierda. Las demás combinaciones frecuentes muestran un claro comportamiento donde la etiqueta y la contraetiqueta presentan corrimientos mayores hacia el lado izquierdo.

Con la ayuda de las herramientas estadísticas en los incisos posteriores, se analiza con más detalle dicha información.

2.8. Análisis estadístico de datos

El análisis estadístico general de la información recabada se presenta a continuación. Se tomaron en total 956 muestras, 26 de cada una de las 22 bases (572) y las restantes (384) de un lote de producto terminado.

Tabla X. **Estadísticos generales del corrimiento de la operación**

ESTADÍSTICOS GENERALES			
Media		Desviación estándar	
Etiqueta	Contraetiqueta	Etiqueta	Contraetiqueta
-1,87774869	-1,89069038	3,483852337	3,77361009

Fuente: elaboración propia.

En la tabla se puede observar a simple vista que la media tanto de la etiqueta como de la contraetiqueta están corridas hacia la izquierda, y las desviaciones estándar tienen un valor entre 3 y 4 mm, lo cual no solo dice que el comportamiento está descentrado, sino que la variabilidad es muy alta y es otro factor que se debe corregir.

Realizando un análisis numérico, se puede determinar cuántas etiquetas y contraetiquetas cumplieron (por separado) con las especificaciones de corrimiento, dando los resultados de la siguiente tabla.

Tabla XI. **Etiquetas y contraetiquetas que cumplen especificaciones**

Porcentaje de los datos dentro de las especificaciones						
Etiqueta				Contraetiqueta		
Número y porcentaje	827	86,597 %	Centro +- 5,25	Número y porcentaje	777	81,361 %

Fuente: elaboración propia.

Se puede observar que el porcentaje de etiquetas que cumple con las especificaciones es más alto que el porcentaje de contraetiquetas. Considerando que la máquina coloca primero la etiqueta y luego la contraetiqueta, se podría

decir que el movimiento giratorio que se da entre las dos acciones presenta anomalías que le impiden colocar la contraetiqueta correctamente. Tomando en cuenta la combinación de defectos descrita con anterioridad, el porcentaje de producto total defectuoso se muestra a continuación.

Tabla XII. **Total de productos conformes de acuerdo con las especificaciones**

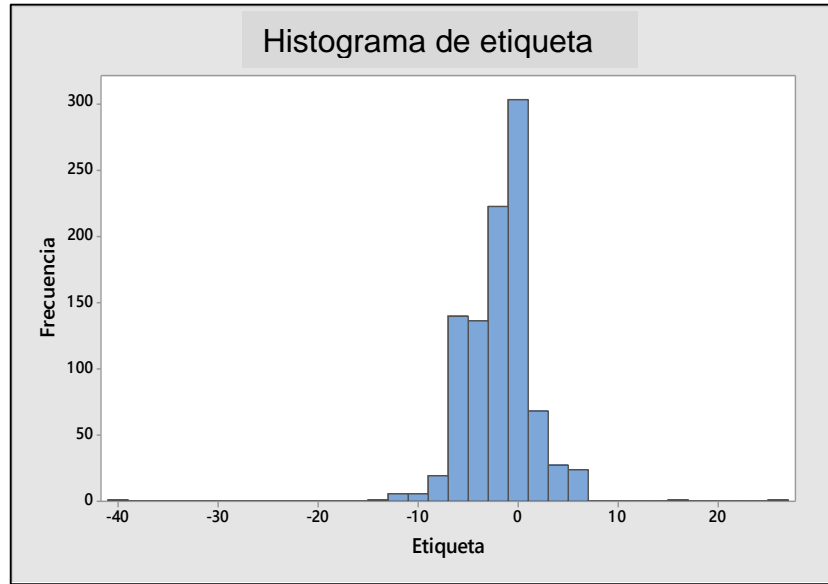
Porcentaje de productos conformes			
Número	y		
porcentaje		754 78,95 %	Considerando +- 5,25

Fuente: elaboración propia.

Esto vendría a representar un porcentaje alto de producto defectuoso. Tabulando el porcentaje de defectuosos en términos de partes por millón son 210 500 botellas mal etiquetadas, que no cumplen con las especificaciones de corrimiento. Si bien las botellas que no cumplen con estas especificaciones pueden ser reprocesadas, dada la calidad de salida de la operación, no se garantiza que al salir vayan a cumplir con las especificaciones.

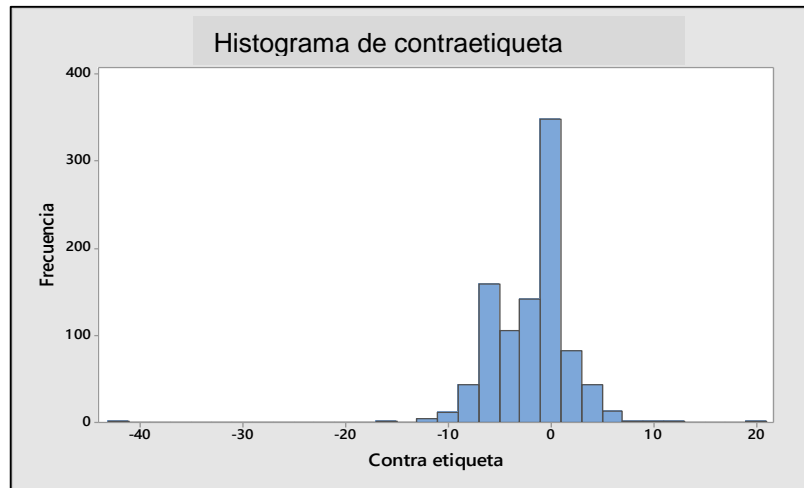
Para la operación de etiquetado se cuenta con los siguientes histogramas elaborados con la totalidad de los datos, los cuales dejan en evidencia que existe una clase central definida con altas frecuencias, pero que se dan valores extremos que reflejan la existencia de causas asignables de variación.

Figura 10. **Histograma general de etiqueta**



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Minitab.

Figura 11. **Histograma general de contraetiqueta**



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Minitab.

Se puede observar la evidente tendencia de los datos a desviarse hacia la izquierda, observando en ambos casos una mayor frecuencia en el lado izquierdo de la gráfica.

2.8.1. Estratificación

Hasta ahora el análisis que se ha hecho de la información ha sido del proceso en general. La estratificación pretende dividir el estudio en unidades más pequeñas de análisis para determinar la variabilidad presentada en cada base de la máquina, el comportamiento por día, por mes o por lote. A continuación se presenta un análisis de la información obtenida mediante la estratificación.

2.8.1.1. Por base

La información que se extrae por base permite analizar mejor los estadísticos al observar qué bases entregaron mayor porcentaje de artículos defectuosos y permite enfocarse en ellas para priorizarlas al momento de ejecutar el plan de mejoramiento.

La información también permite verificar numéricamente qué bases entregaron mayor cantidad de producto conforme, para basarse en su estudio e investigar qué variaciones presentan estas respecto de aquellas que dieron un mayor aporte al producto defectuoso.

A continuación se presenta la información obtenida del análisis mencionado, teniendo en cuenta el número de defecto ya descrito en la tabla VIII.

Tabla XIII. Defectos por base, de la 1 a la 11

Número de defecto	BASE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
I		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
II		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
III		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IV		1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	3
V		0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
VI		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
VII		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VIII		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5
IX		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X		0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
XI		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
XII		2	0	0	0	0	0	0	0	1	5	1
XVII		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
XVIII		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
XIX		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
XX		1	0	1	0	0	0	0	0	0	14	1
TOTALES		4	2	1	1	0	4	0	0	1	22	10

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. Defectos por base, de la 12 a la 22

Número de defecto	BASE	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
I		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
III		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IV		1	11	1	3	5	10	1	1	3	0	0
V		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VI		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VII		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VIII		8	1	0	1	3	2	1	2	2	0	0
IX		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
X		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
XI		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
XII		2	4	1	2	6	4	3	2	4	1	0
XVII		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
XVIII		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
XIX		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
XX		1	1	11	2	0	1	0	2	4	2	0
TOTALES		12	17	13	8	14	17	6	7	13	3	2

Fuente: elaboración propia.

Observando esta información, se puede definir que efectivamente no todas las bases de la máquina etiquetadora entregan la misma cantidad de producto defectuoso, siendo las que con más frecuencia entregaron defectuosos las bases 10, 12, 13, 14, 16, 17 y 20. Además, se puede ver que bases como la 5, 7 y 8 no aportaron producto defectuoso en cuanto al corrimiento.

De igual manera se puede observar que las bases que se encuentran distribuidas en la segunda mitad (de la 12 a la 22) son las que más defectuosos entregan mientras que las primeras bases (de la 1 a la 11, exceptuando la 10) casi no aportan defectuosos.

2.8.1.2. Por lote

Se analizó únicamente un lote de producto terminado; todos los demás datos fueron obtenidos de producto en proceso. Los resultados arrojan información importante, principalmente en el hecho que se muestra una tendencia hacia una curva normal en el producto, con una desviación evidente hacia la izquierda en el caso del etiquetado y presentando una tendencia más centrada en el caso del contraetiquetado. Esto se evidencia en los histogramas presentados.

En el análisis de frecuencia de tipos de defectos, se obtuvo la información que se presenta en la tabla siguiente.

Tabla XV. Defectos en lote 201

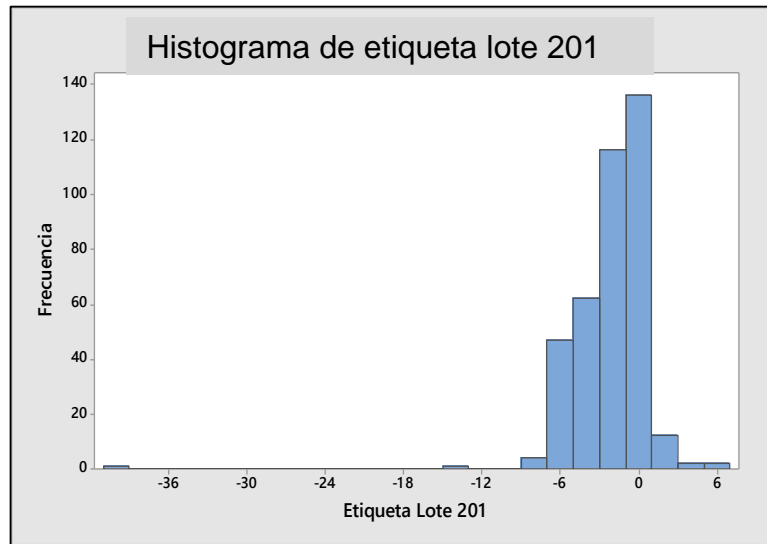
Número de defecto	LOTE	201
I		1
II		0
III		0
IV		2
V		0
VI		0
VII		0
VIII		10
IX		1
X		0
XI		0
XII		4
XVII		0
XVIII		11
XIX		5
XX		10
TOTAL		44

Fuente: elaboración propia.

Esto quiere decir que del total de los defectuosos obtenidos en el lote que fueron 44 y corresponde al 21,9 %. El inconveniente con estos defectuosos es que no se puede saber de qué base de la máquina etiquetadora salieron, ya que esta no cuenta con algún mecanismo de registro que identifique las botellas que salen de ellas.

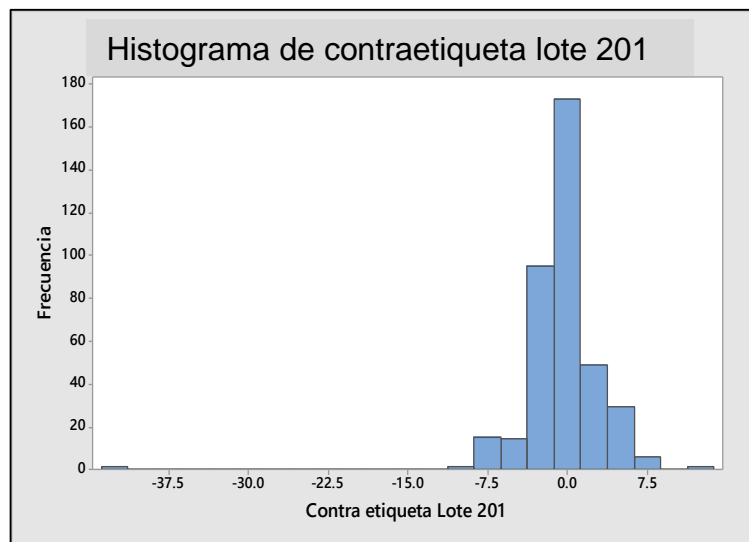
La tendencia del comportamiento del corrimiento del etiquetado del lote se detalla a continuación.

Figura 12. **Histograma de etiqueta lote 201**



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Minitab.

Figura 13. **Histograma de contraetiqueta lote 201**



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Minitab.

En ellas se puede observar que el comportamiento de la etiqueta en el lote se repite en cuanto al comportamiento general, ya que muestra una tendencia hacia la izquierda, mientras que el comportamiento de la contraetiqueta se presenta más centrado que el general, lo cual también se puede evidenciar en la siguiente información.

Tabla XVI. **Estadísticos generales del lote 201**

ESTADÍSTICOS GENERALES, LOTE 201	
Media corrimiento ET.	Media corrimiento CE.
-2,18734	-0,56641
Desviación estándar corrimiento ET.	Desviación estándar corrimiento CE.
3,03451	3,59115

Fuente: elaboración propia.

2.8.1.3. Por día

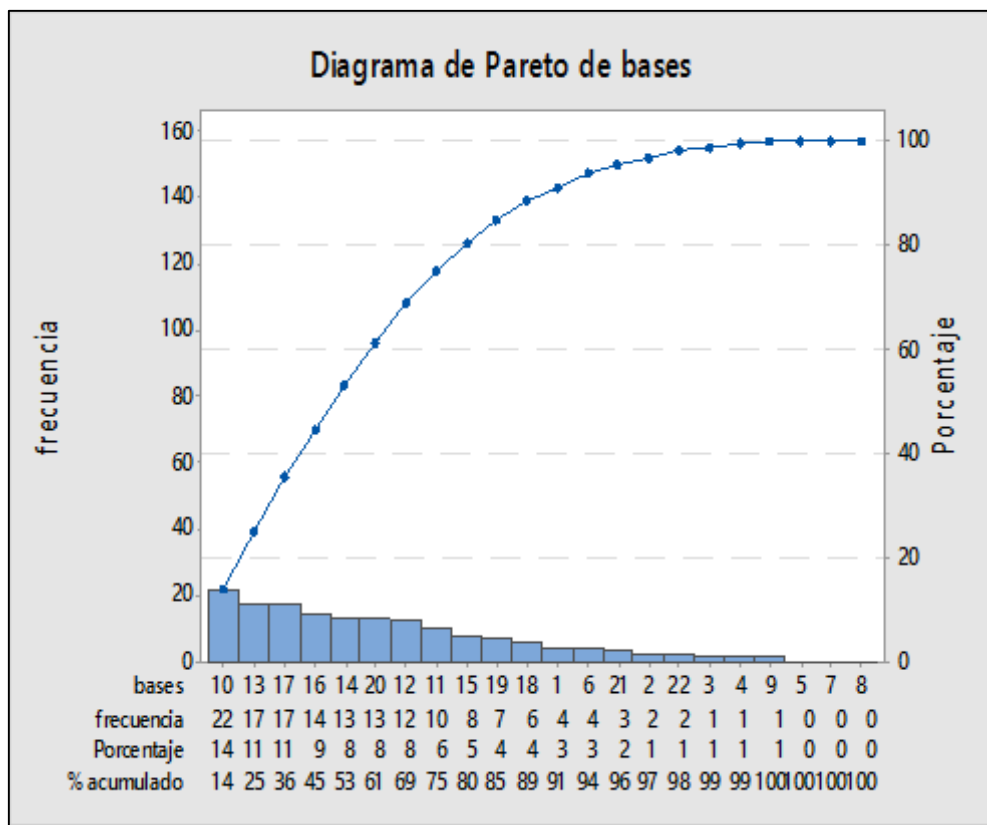
Esta estratificación es importante ya que permite ver si hubo días que se comportaron mejor que otros, respecto del corrimiento. En el análisis que se presenta en los apéndices, se puede observar de buena manera en los gráficos de control por individuales para cada base, ya que al mismo tiempo estaría representando un comportamiento a través del tiempo.

Para distinguir esto se ve una línea azul en los gráficos de control por individuales, que representa una división entre días.

2.8.1.4. Análisis de Pareto

Se identificaron las bases que más entregan producto defectuoso realizando un diagrama de Pareto; este se muestra a continuación.

Figura 14. Diagrama de Pareto de bases

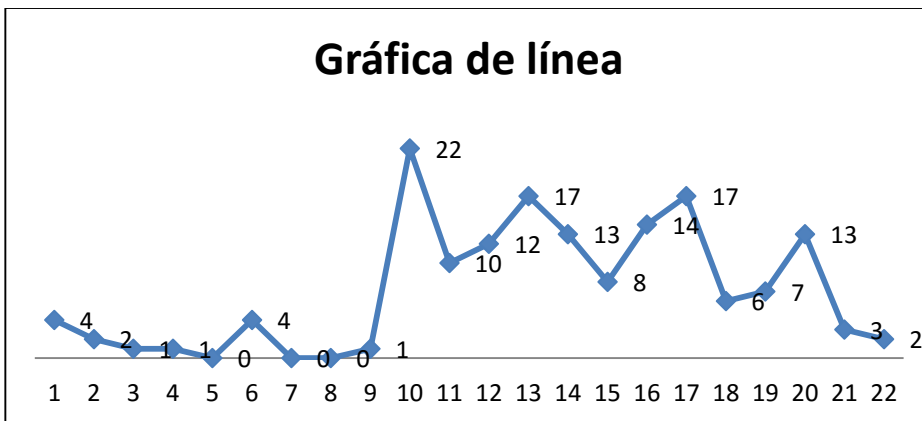


Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Minitab.

En el diagrama se observa que un poco menos de la mitad de las bases es la que aporta el 80 % de producto defectuoso; por lo tanto son las primeras que deberán corregirse. En orden descendente desde la peor estas bases son la 10, 13, 17, 16, 14, 20, 12, 11 y 15.

El diagrama cumple su función al permitir verificar las principales causas del problema que como se puede observar no son todas las bases de la máquina. Si se ve un análisis no en función del ordenamiento de la frecuencia de mayor a menor, sino en sí de la disposición ordenada de las bases (una después de la otra) se tendría una gráfica como la que se muestra a continuación.

Figura 15. **Frecuencia de no conformes en orden**



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Excel.

Un pequeño número de defectuosos se produce antes de la base 10, luego de llegar a ella ese número se dispara y se repite la tendencia a dar un número alto de defectuosos hasta la base 20.

Este puede ser un punto importante, considerando que las bases entre ellas se asumen como homogéneas en cuanto a sus características;, podría decirse que la posición que cada una de ellas ocupa dentro del sistema giratorio de la máquina puede tener una estrecha relación con el número de defectuosos a arrojar.

2.8.2. Distribución de frecuencias

A continuación se describen las técnicas estadísticas utilizadas, relacionadas con la distribución de frecuencias.

2.8.2.1. Análisis del ajuste

La media general de la operación se puede ver en la tabla IX, sin embargo, como bien se ha visto con el análisis por estratificación no todas las bases entregan la misma calidad, por lo cual se presenta la información de las medias obtenidas para cada base.

Tabla XVII. Medias por base

BASE	MEDIAS ETIQUETA	MEDIAS CONTRAETIQUETA
1	-0,98	-2,83
2	-2,83	-1,96
3	0,23	-0,12
4	1,79	1,62
5	1,21	-0,29
6	2,37	-0,12
7	1,15	-0,52
8	-0,46	0,63
9	-0,29	-0,46
10	-0,40	-7,96
11	-4,33	-3,81
12	-4,50	-3,58
13	-4,96	-5,54
14	-0,98	-5,42
15	-2,65	-4,73
16	-4,15	-5,02
17	-4,73	-5,13
18	-2,88	-2,71
19	-3,46	-4,10

Continuación de la tabla XVII.

20	-3,63	-5,13
21	-1,44	-2,71
22	-0,81	-1,27

Fuente: elaboración propia.

Se observa que de acuerdo con la tabla, solo algunas bases se acercan a la media nominal que debería de ser 0 para no representar ninguna desviación. La mayoría de las medias, tanto de etiqueta como de contraetiqueta están compuestas por un número negativo, lo cual indica que la mayoría están desajustadas hacia la izquierda con referencia al valor nominal.

Al comparar las bases con los análisis ya realizados, se pone en evidencia que, por ejemplo, las bases que no entregaron ningún defectuoso (5, 7 y 8) presentan valores de medias no mayores a 1,21 y no menores a -0,46 en el caso de la etiqueta, y medias no mayores a 0,63 y no menores a -0,52, por lo cual se encuentran bastante centrados.

Por otra parte, las bases que más defectuosos entregan (10, 13 y 17) presentan valores de medias muy alejados a cero, por lo cual desde este análisis se puede ver el problema de descentrado en las bases más problemáticas.

2.8.2.2. Análisis de la variabilidad

No solo el centrado de los datos es importante en el análisis del etiquetado. La variabilidad que tienen estos respecto de la media también es un factor determinante y juega un papel clave en el cumplimiento de las especificaciones.

Partiendo del análisis ya estratificado por base, se obtiene la siguiente información para las desviaciones estándar.

Tabla XVIII. **Desviaciones estándar de cada una de las bases**

BASE	DESVIACIÓN ETIQUETA	DESVIACIÓN CONTRAETIQUETA
1	3,31	2,48
2	2,29	2,04
3	1,99	2,13
4	5,58	4,31
5	2,35	1,33
6	4,13	2,59
7	2,67	2,39
8	2,16	2,58
9	3,33	3,15
10	3,48	2,21
11	3,98	2,67
12	4,31	3,46
13	2,62	3,15
14	2,31	2,66
15	2,60	3,20
16	2,77	2,60
17	3,20	3,20
18	2,55	3,67
19	2,04	2,69
20	2,43	2,36
21	1,66	2,43
22	2,98	1,47

Fuente: elaboración propia.

Las desviaciones presentan información interesante. Partiendo otra vez del análisis de las peores contra las mejores bases, se nota que realmente la diferencia no es muy significativa entre las que no entregaron defectuosos a las

que entregaron mayor cantidad de defectuosos, por lo cual se determina que el descentrado es una de las causas primordiales de que se entregue tanto producto con corrimiento en el etiquetado.

Este análisis, sin embargo, puede llegar a ser un poco subjetivo, ya que se debe tener en cuenta que si se parte del supuesto de que cada una de las bases entrega un etiquetado con corrimiento que responde a una distribución normal, aproximadamente el 100 % de los datos estaría dentro de lo que se conoce como límites naturales, que se calculan al multiplicar por 3 la desviación estándar, para luego sumársela y restársela a la media para conocer el rango dentro del cual estarían aproximadamente el 100% de los datos que entrega cada base.

Se puede ver un ejemplo de esto en la siguiente tabla, donde se detallan los porcentajes de los datos dentro de los límites naturales de la operación en general.

Tabla XIX. **Límites naturales de la operación de etiquetado**

PORCENTAJE DE LOS DATOS DENTRO DE LOS LÍMITES NATURALES						
Etiqueta				Contraetiqueta		
Número y porcentaje	742	77,696 %	1 sigma	Número y porcentaje	674	70,576 %
Número y porcentaje	915	95,812 %	2 sigma	Número y porcentaje	930	97,382 %
Número y porcentaje	951	99,581 %	3 sigma	Número y porcentaje	951	99,581 %

Fuente: elaboración propia.

Observar que efectivamente se cumple que aproximadamente el 100 % de los datos se encuentra dentro de dichos límites, centrando primero la operación en cada base, se podría llegar a tener un rango más cercano con los límites de

especificaciones, que sería lo ideal en cualquier operación. Esto se puede analizar más a detalle en la siguiente tabla.

Tabla XX. **Comparación entre los límites naturales 3 sigma y la tolerancia de las especificaciones**

Etiqueta		Contraetiqueta	
Superior	Inferior	Superior	Inferior
Límites de especificación			
5,25	-5,25	5,25	-5,25
Variabilidad natural del proceso (3 sigma)			
8,57	-12,33	9,43	-13,21
Variabilidad natural del proceso (asumiendo que la media fuera 0)			
10,45	-10,45	11,32	-11,32

Fuente: elaboración propia.

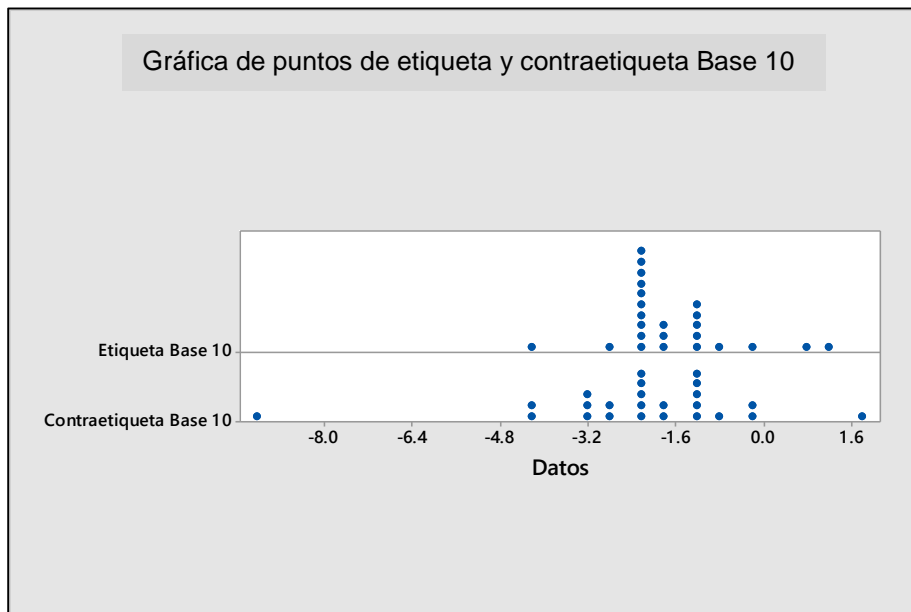
En la comparativa de la tabla XX se puede observar que la diferencia entre la tolerancia de especificaciones y el valor 3 sigma actualmente es muy grande; sin embargo, al asumir que se estuviera ante un proceso centrado, de diferencia absoluta entre la tolerancia y el valor del 3 sigma se vería reducida, ya que la diferencia entre el límite superior de especificación y el límite superior 3 sigma sería la misma que entre el límite inferior de especificación y el límite inferior 3 sigma.

2.8.2.3. **Análisis gráfico de la distribución de la variable**

Para mostrar la tendencia que podría tener un histograma en cada una de las bases se realizó un diagrama de puntos; esto debido a que el tamaño de muestra de cada una de ellas no fue lo suficientemente grande para desarrollar

un histograma. A continuación se muestra el ejemplo de la base 10 (mayor número de defectuosos), la base 1 (ubicada justo a la mitad) y de la base 8 (menor número de defectuosos).

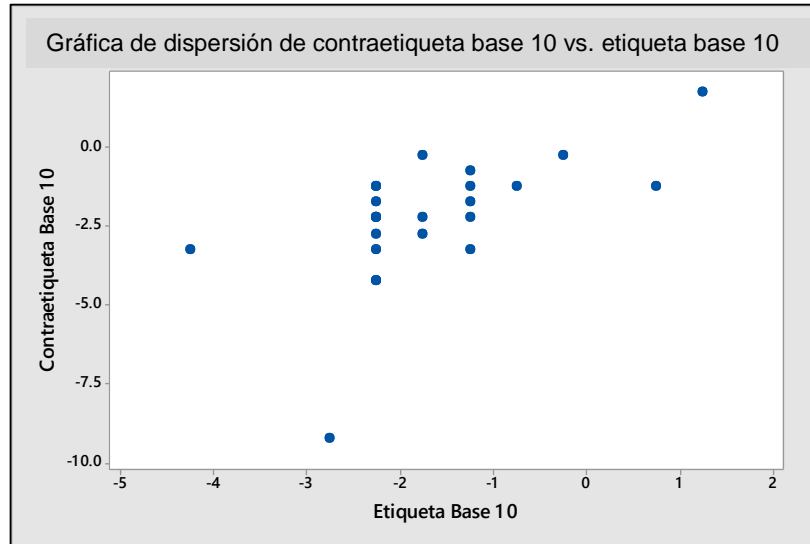
Figura 16. **Diagrama de puntos para base 10**



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Minitab.

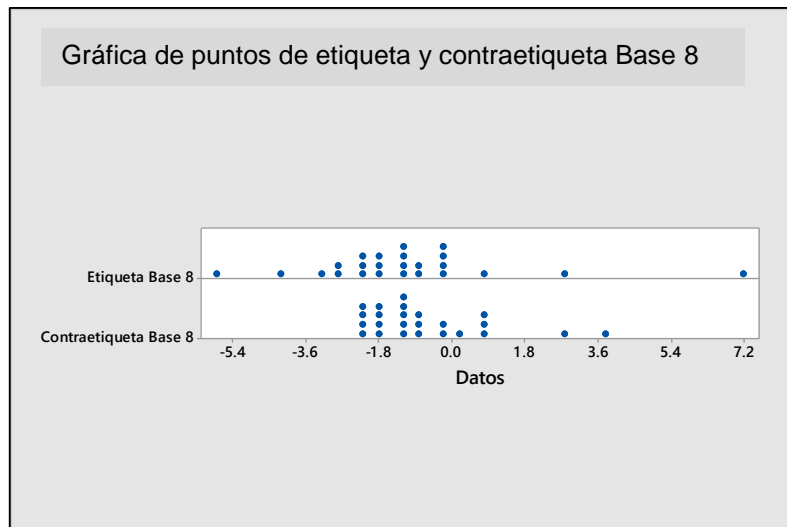
Como complemento del diagrama de puntos para etiqueta y contraetiqueta por separado, se puede considerar el diagrama de dispersión para analizar qué tanto depende el corrimiento de la contraetiqueta del corrimiento de etiqueta.

Figura 17. **Diagrama de dispersión base 10**



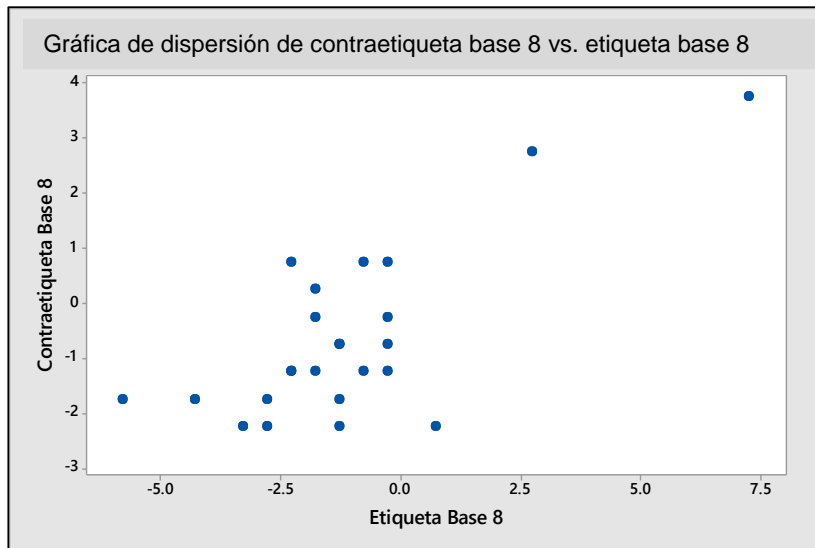
Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Minitab.

Figura 18. **Diagrama de puntos para base 8**



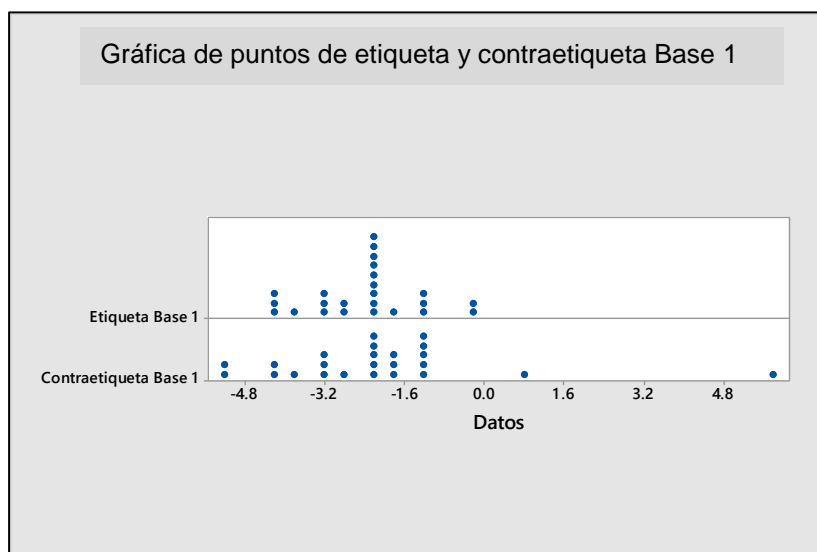
Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Minitab.

Figura 19. Diagrama de dispersión base 8



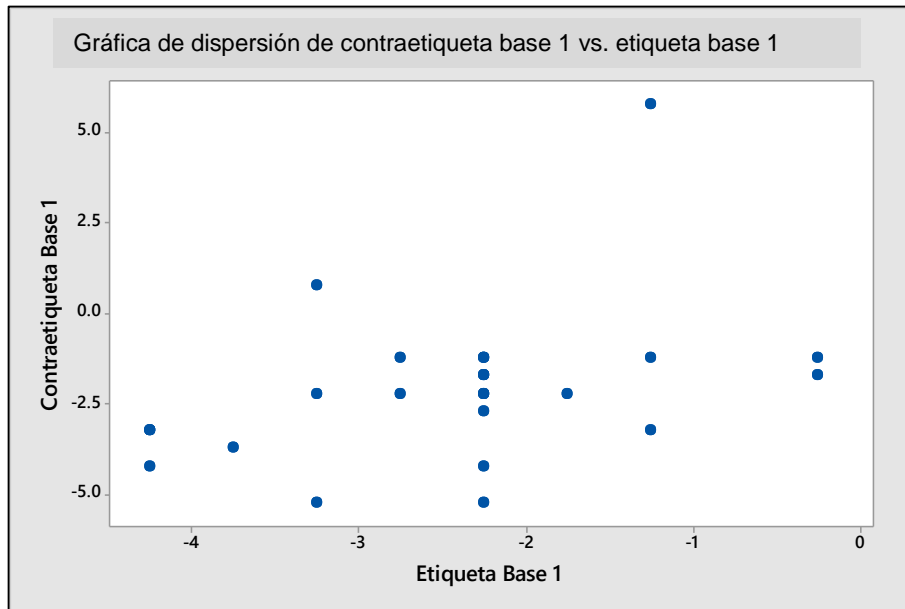
Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Minitab.

Figura 20. Diagrama de puntos para base 1



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Minitab.

Figura 21. Diagrama de dispersión base 1



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Minitab.

Analizando los gráficos obtenidos se logra ver lo que con anterioridad ya se sabía; los datos cuentan con una desviación muy evidente hacia la izquierda. En el diagrama de puntos, incluso, se logra ver que la frecuencia de estos datos corridos a la izquierda es bastante alta y representa la mayoría, ya que muy pocos de ellos están centrados o corridos hacia la derecha. La tendencia es similar en las tres bases, por lo que nuevamente se ve que el problema de descentrado es muy evidente. Se pensó en un inicio que probablemente el corrimiento tanto de etiqueta como de contraetiqueta, pudieran ser directamente proporcionales en el mismo sentido; es decir si la etiqueta salía corrida hacia la izquierda, quizá eso determinaría que la contraetiqueta también se desviaría hacia la izquierda, o en su defecto hacia la derecha.

Se realizó por lo tanto un diagrama de dispersión para cada una de las bases, para poder definir si esta tendencia se daba en al menos una de ellas, obteniendo resultados que claramente evidencian que el grado de correlación entre el corrimiento de etiquetado y contraetiquetado no es semejante en las diferentes bases y no muestra relación con la frecuencia de aparición de defectos en la gran mayoría. Por ejemplo, se logra ver en la siguiente tabla, que en el caso de las que entregan una baja o ninguna proporción de artículos defectuosos, en su mayoría, responden a coeficientes de correlación bajos o medios, exceptuando el caso de la base 4.

Las bases que entregan defectuosos con más frecuencia de igual manera cuentan con coeficientes de correlación bajos o no significativos, para considerar esto como un factor del mal etiquetado.

Tabla XXI. **Análisis de coeficientes de correlación entre etiqueta y contraetiqueta en cada base**

BASE	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	FRECUENCIA DE DEFECTUOSOS
1	0,6523	4
2	0,6565	2
3	0,0003	1
4	0,8188	1
5	0,1308	0
6	0,0073	4
7	0,013	0
8	0,1423	0
9	0,1873	1
10	0,5604	22
11	0,3791	10
12	0,2425	12
13	0,2749	17

Continuación de la tabla XXI.

14	0,0517	13
15	0,5215	8
16	0,6201	14
17	0,6715	17
18	0,5146	6
19	0,1094	7
20	0,0471	13
21	0,0014	3
22	0,0317	2

Fuente: elaboración propia.

2.8.3. Cartas de control

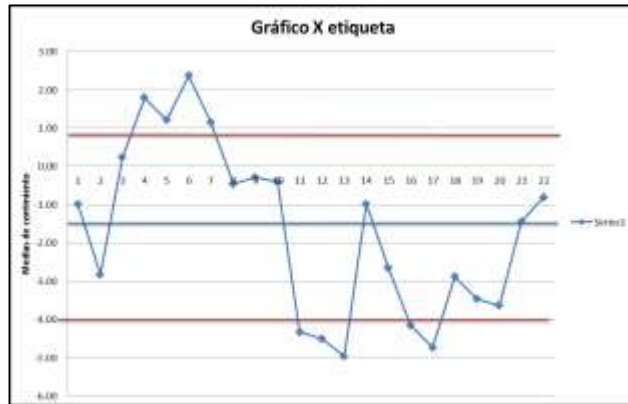
Se muestran los gráficos de control analizado en general de la operación y por cada base, mostrando de nuevo el comportamiento de las bases examinadas en el inciso anterior.

2.8.3.1. Cartas de control de medias

En el caso de la línea 3, cada subgrupo muestral se tomó como las botellas que salían de cada una de las bases, por lo cual para este caso $n = 26$ muestras por base.

Los gráficos de control de medias, se muestran a continuación.

Figura 22. **Gráficos de control de medias de etiqueta**



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Excel.

Figura 23. **Gráficos de control de medias de contraetiqueta**



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Excel.

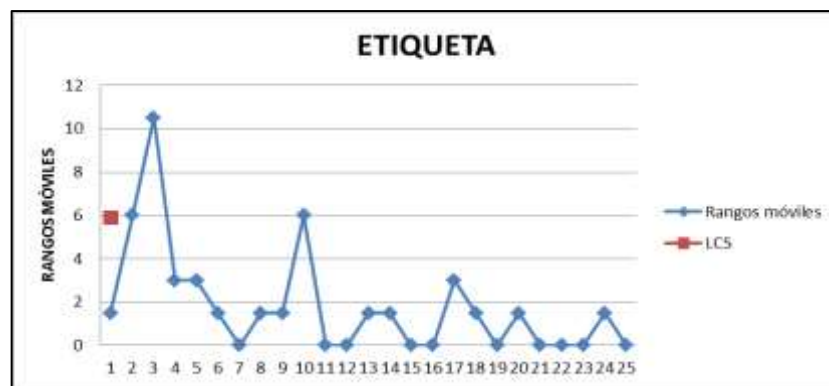
Mediante la interpretación de los gráficos se puede ver que evidentemente se trata de una operación fuera de control. Se puede ver en ambos gráficos un marcado cambio de nivel en los puntos, ya que en las bases de la segunda mitad los puntos son más recurrentes en la parte baja de la gráfica.

Esto indica que podría haber una causa especial recurrente en las bases de la segunda mitad, provocando que tanto la etiqueta como la contraetiqueta estén siendo colocadas hacia la izquierda. Otro aspecto a evaluar es la alta variabilidad que se tiene en las medias, lo cual será indicio de que puede haber un sobre control o ajustes innecesarios en el proceso, o inclusive que se están evaluando dos o más operaciones con medias diferentes.

2.8.3.2. Cartas de control de rangos móviles y de individuales

Las cartas de control de rangos móviles y de individuales permiten analizar la estabilidad inherente a cada base. Antes de realizar el análisis, no está de más recordar que algunas de las muestras fueron obtenidas en días diferentes para lo cual se consideró conveniente marcar con una línea azul en los gráficos de individuales cuando termina un día de muestreo y comienza otro. Esto recordando que la producción se da en forma intermitente, por lo cual se puede analizar el comportamiento de 2 o 3 días consecutivos por mes.

Figura 24. Carta de rangos móviles de etiqueta para base 10



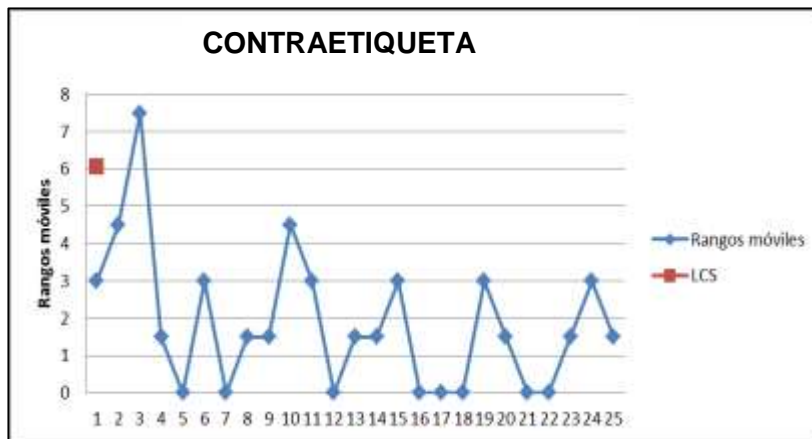
Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Excel.

Figura 25. **Carta de individuales de etiqueta para base 10**



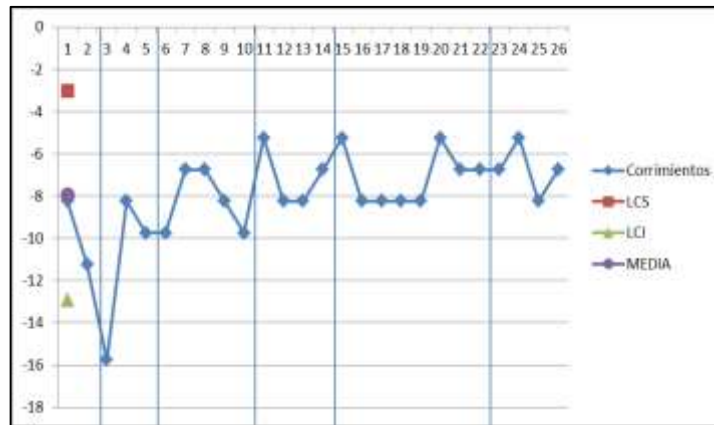
Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Excel.

Figura 26. **Carta de rangos móviles de contraetiqueta para base 10**



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Excel.

Figura 27. **Carta de individuales de contraetiqueta para base 10**



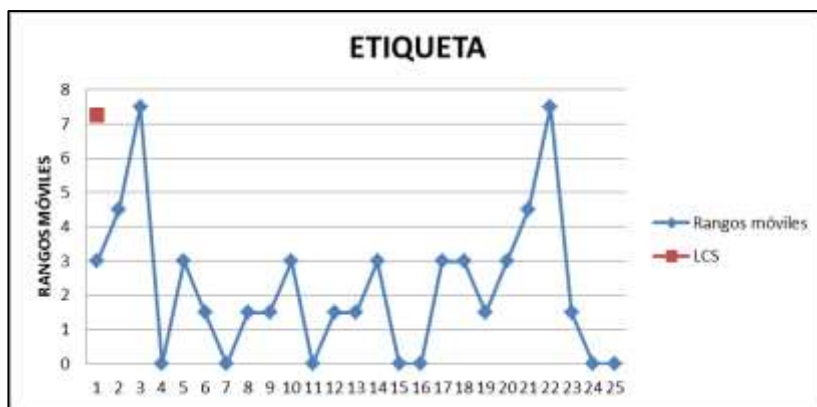
Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Excel.

Analizando la información de la base 10, se puede ver en el etiquetado que existe un punto fuera de los límites, tanto en la carta de rangos móviles como en la carta de individuales. Dicho punto representa una muestra que pudo haber sufrido una causa especial, ya que viendo el nivel de corrimiento y la media del etiquetado, en general la operación de etiquetado en esta base se encuentra bastante estable. A pesar de eso, hay un evidente cambio de nivel en la carta de individuales luego de la muestra 10, ya que todos los puntos caen por encima de la media. Esto podría decir que hubo uno o más ajustes, de los cuales no se documentó nada entre las muestras.

En el caso de la contraetiqueta el comportamiento es bastante similar, contando con únicamente un punto por fuera de los límites de control en los dos gráficos. Sin embargo, aquí se puede ver una evidente desviación en la operación ya que ninguno de los límites de control, inclusive el superior, llega siquiera a acercarse al cero, donde tendría que estar la media nominal.

Esto indica un clarísimo descentrado de la operación, ya que el punto que se encuentra fuera de los límites es el mismo al que se encontraba fuera de los límites en el gráfico de control por etiquetas, por lo cual se puede decir que la causa que generó este punto es la misma.

Figura 28. **Carta de rangos móviles de etiqueta para base 1**



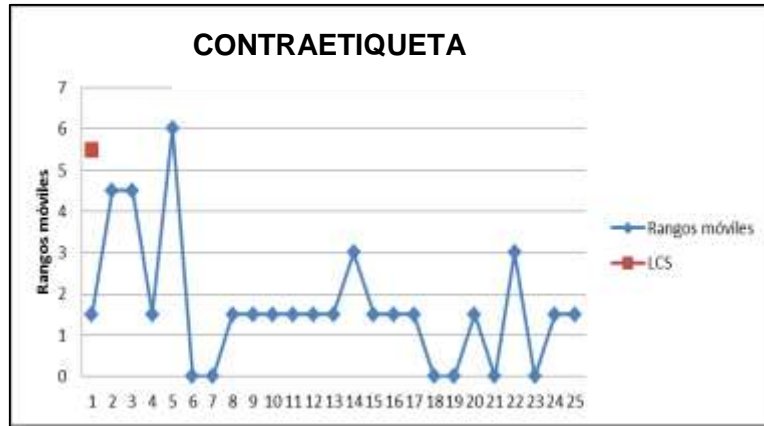
Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Excel.

Figura 29. **Carta de individuales de etiqueta para base 1**



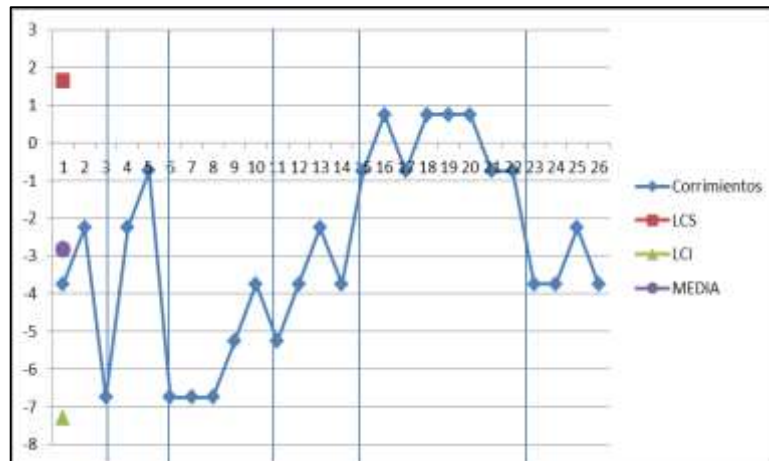
Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Excel.

Figura 30. **Carta de rangos móviles de contraetiqueta para base 1**



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Excel.

Figura 31. **Carta de individuales de contraetiqueta para base 1**



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Excel.

En la base 1, analizando el etiquetado, se observa que existen dos puntos fuera de los límites tanto en la carta de rangos móviles como en la de individuales. La de individuales dice que hubo un cambio de nivel por fuera de lo normal entre

dos puntos consecutivos, y en particular para el segundo punto, se puede decir que la causa se tuvo que haber dado debido al cambio de día en que se realizó la inspección. Se puede observar un cambio de nivel para la penúltima muestra donde todos los puntos están por encima del punto medio de control.

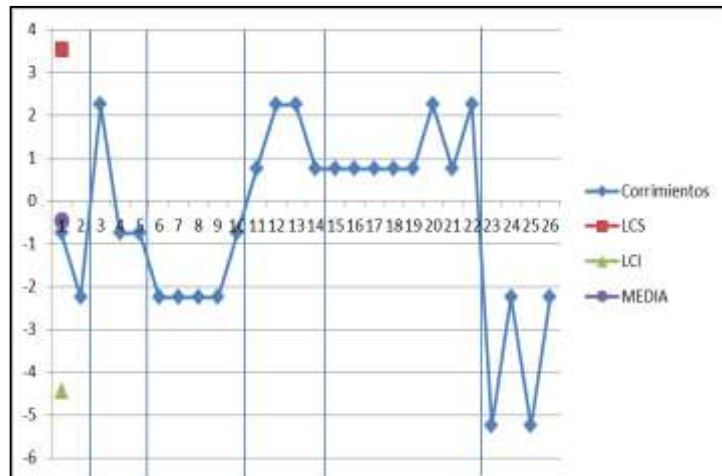
En el caso de la contraetiqueta se cuenta con un punto fuera de control en la carta de rangos móviles, y se asume que la razón es también el cambio de día, ya que se pudo haber dado un ajuste innecesario. La carta de individuales por el contrario, muestra que no existe ningún punto fuera de los límites de control, sin embargo si se pueden encontrar tendencias y cambios de comportamiento, dependiendo del día en que se realiza la inspección.

Figura 32. **Carta de rangos móviles de etiqueta para base 8**



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Excel.

Figura 33. **Carta de individuales de etiqueta para base 8**



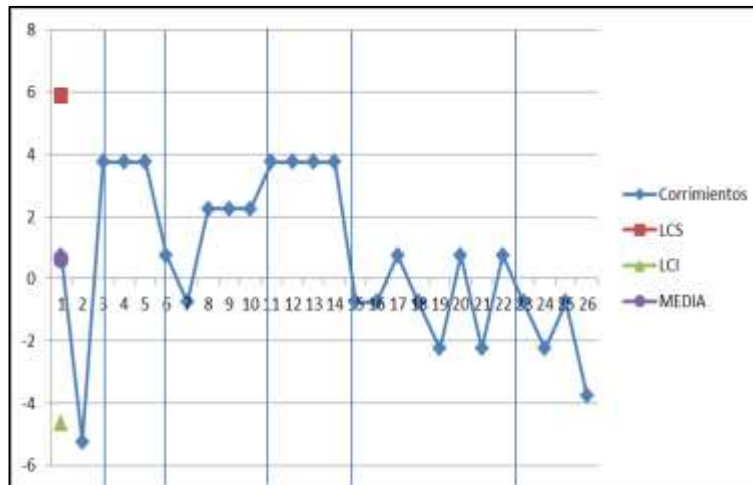
Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Excel.

Figura 34. **Carta de rangos móviles de contraetiqueta para base 8**



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Excel.

Figura 35. **Carta de individuales de contraetiqueta para base 8**



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Excel.

La base 8 cuenta con un comportamiento algo similar, hay un punto fuera de control en la carta de rangos móviles, y verificando la carta de individuales se puede ver que al cambiar de día, los puntos de la muestra evidenciaron un cambio evidente, con una desviación hacia la izquierda. En el caso del contraetiquetado se puede observar que el comportamiento es similar, observando un punto fuera de los límites en los rangos móviles y un cambio de nivel en las últimas muestras extraídas, según la carta de individuales.

2.9. Interpretación de estadísticos analizados

En resumen, observando la información obtenida, se pueden señalar ciertos aspectos que corresponden a comportamientos generales dentro de la operación.

La media general de la operación y la de cada una de las bases se nota con un corrimiento hacia la izquierda, indicando un valor negativo en la mayoría, tanto en la etiqueta como en la contraetiqueta. En el caso de la etiqueta, se tienen 5 bases, las cuales muestran una media de corrimiento hacia la derecha, y en el caso de la contraetiqueta, únicamente se tiene una base con una media de corrimiento hacia la derecha.

Esto muestra algo que se hizo muy evidente a lo largo de todo el estudio, los corrimientos en su mayoría se dan hacia la izquierda y efectivamente, como se puede observar en las tablas de combinación de defectos, son estos corrimientos hacia la izquierda los que entregan la gran mayoría de producto defectuoso.

Se infiere que la causa de este corrimiento hacia la izquierda está dada más que todo por los aspectos descritos en la parte de análisis de las posibles causas del problema, poniendo énfasis en los métodos de trabajo para la operación, un mal funcionamiento de la maquinaria y el ajuste correctivo que realmente no se realiza de manera sistemática sino por intuición del operario que controla la operación.

La desviación estándar general de la operación y para cada una de las bases arroja lo que se puede interpretar como límites naturales del proceso. Valores superiores e inferiores dentro de los cuales se puede encontrar aproximadamente el 100 % de los datos. Las desviaciones son muy altas, tomando en cuenta que los límites de especificación son $\pm 5,25$. Se puede ver en los datos que el problema principal radica en que los límites naturales están fuera de las especificaciones por lo cual obviamente se va a entregar producto defectuoso en un porcentaje alto al final de la operación.

A continuación se muestra una tabla donde se detalla lo observado en los comportamientos de cada base, basándose en los análisis de las gráficas de cada una de ellas.

Tabla XXII. **Análisis individual de las bases de la etiquetadora**

BASE	DIAGRAMA DE PUNTOS	DIAGRAMA DE CORRELACIÓN	GRÁFICOS DE INDIVIDUALES Y DE RANGOS MÓVILES
1	Mayoría de puntos a la izquierda del centro. Pocos datos fuera de los límites máximos de corrimiento.	Podría haber una ligera relación entre las desviaciones de ET y CE.	Puntos fuera de control en el ET detectados el mismo día, cambio de tendencia entre días, rangos móviles muy dispersos. En CE un punto fuera entre cambio de días.
2	Mayoría de datos entre los límites de especificación. Mayor frecuencia hacia la izquierda del centro pero no tan separados de este. Puntos fuera de especificaciones por ET.	Ligera correlación entre corrimiento de ET y CE.	Variaciones entre días no tan significativas y dentro de los límites de control. Se registra únicamente un punto fuera de los límites de control en CE.
3	Operación centrada, únicamente se muestra un punto fuera de los límites de especificación.	Correlación nula entre ET y CE.	1 punto tanto en ET como en CE fuera de los límites de control, en ET no es tan significativo e incluso está dentro de los límites de especificación. Se ve una gran estabilidad.

Continuación de la tabla XXII.

4	Operación centrada, con puntos entre ET y CE. Un único punto fuera de los límites.	Correlación alta, sin embargo se cuenta con un dato raro con desviaciones significativamente grandes respecto del centro y a los demás datos. Si se elimina este, la correlación entre datos es muy baja, por lo que esta última prevalece.	Tendencia centrada y dentro de los límites a excepción del dato raro, que fue el mismo tanto en ET como en CE.
5	Todos los puntos dentro del límite de especificación, ligera tendencia a estar más centrado en el CE, en ET datos un poco más dispersos. Ningún defectuoso entregado.	Correlación baja entre CE y ET.	Ningún punto fuera de límites de control en ET y en CE. En rangos móviles un punto fuera de control entre cambio de días, cambia la tendencia.
6	Más centrado en CE, en ET datos dispersos con casi la misma tendencia entre -3 y 8. Causa de defectuosos por ET.	Correlación nula.	Notable cambio de tendencia en ET entre cambio de mes. Punto fuera de control en ET, por consiguiente en rangos móviles, debido a que la diferencia es muy notable. Comportamiento estable en CE.

Continuación de la tabla XXII.

7	Datos dispersos con la misma frecuencia dentro de los límites de especificación en ET y CE.	Correlación nula.	ET bajo control, estadístico, con una tendencia al cambio muy marcada en un día específico. CE con un fuera de los límites, luego de eso muestra un comportamiento estable.
8	Todos los datos dentro de los límites de especificación. Un poco dispersos en el CE.	Correlación muy baja.	Dos puntos fuera del gráfico en ET, uno en rangos móviles de ET (en cambio de día). Uno solo en CE, en gráfico de individuales y rangos móviles. Comportamiento estable.
9	Dispersos dentro de los límites de especificación, un solo dato raro en CE.	Correlación muy baja.	Tres puntos consecutivos fuera de límites de control de ET el mismo día. Proceso muy centrado en ET y CE. En CE dato raro fuera de límites de control tanto en individuales como en rangos móviles.

Continuación de la tabla XXII.

10	Descentrado excesivo en CE, únicamente 3 puntos dentro del máximo permitido (los tres con el valor máximo de corrimiento), luego todos fuera de las especificaciones corridos hacia la izquierda. En ET se presenta un comportamiento aceptable, con un único dato raro.	Correlación media baja, si se elimina el dato raro la correlación baja, por lo cual la correlación es poca.	Comportamiento estable en ET, con tendencia a cambiar por día. En CE comportamiento estable, con un único dato raro, sin embargo los límites de control, incluso el de valor más alto, están corridos hacia la izquierda.
11	Datos de ET muy dispersos y corridos hacia la izquierda. Misma tendencia en gráfico de CE aunque con menos dispersión.	Correlación baja.	Datos inestables en ET, con 3 puntos fuera de los límites, 2 de ellos el mismo día. Comportamiento más estable en CE, aunque con un punto fuera de los límites de especificación. Rangos móviles evidentes en cambio de día.
12	Mucha dispersión en ET, en CE un poco menos de dispersión pero los datos están dentro de los mismos rangos. Las dos variables están descentradas.	Correlación baja.	Cambio de tendencia entre días, más evidente en ET. En CE se ve una operación estable pero descentrada. En ET un punto fuera de control.

Continuación de la tabla XXII.

13	Sumamente descentrado y disperso tanto en CE como en ET. Aunque la mayor frecuencia está en el medio de los datos, en ambas variables.	Correlación baja.	Tendencia a estabilizarse en los últimos 3 días, tanto en ET como en CE, sin embargo, la desviación respecto del centro es mayor. Ambos fuera de control, aunque en rangos móviles se ve que tiende a estabilizarse en los últimos datos.
14	Evidente desviación en CE, ningún dato a la derecha del centro y mayor frecuencia fuera de los límites de especificación. ET centrado y con un único dato fuera de especificación.	Correlación nula.	Un punto fuera de los límites en ET, sin embargo los demás datos muestran un comportamiento estable. En CE datos dentro de los límites.
15	Mayoría de datos a la izquierda del centro, más dispersos en CE.	Correlación media.	En el ET se tiene una tendencia a salirse por debajo el tercer día, y por encima al cuarto día. No son días consecutivos, hay una distancia de un mes entre ellos. En CE, un punto fuera de los límites, rangos móviles y gráfica de control con tendencia estable.

Continuación de la tabla XXII.

16	Todos los datos a la izquierda del centro y con una frecuencia similar entre el máximo y el mínimo.	Correlación media.	Cambio de tendencia entre meses, un único punto fuera de los límites en el ET, por lo que la operación es estable dentro de los límites pero está muy descentrada.
17	Datos muy dispersos y con mayor frecuencia fuera de los límites de especificación hacia la izquierda tanto en ET como en CE.	Correlación media.	Con puntos fuera de control tanto en ET como en CE, con tendencia a la estabilidad los últimos 3 días, pero más descentrados.
18	Sin contar datos raros, todos los demás a la izquierda del centro pero con una desviación baja.	Correlación media, si se quita el dato raro, la correlación es muy baja.	Puntos fuera de control tanto en ET como en CE, sin embargo la tendencia de la CE es más estable. En el primer día se presentó un dato raro en ambos casos.
19	Descentrado hacia la izquierda en ambas variables, no presenta mucha dispersión en el ET pero sí en el CE.	Correlación baja.	Todos los puntos dentro de los límites de control tanto en CE como en ET. Cambio de tendencia en el CE entre días específicos, evidente en el diagrama de rangos móviles.

Continuación de la tabla XXII.

20	Desviación hacia la izquierda en ambas variables, más evidente en el CE. Mucha dispersión.	Correlación nula.	Gráficos estables pero muy descentrados. Únicamente un punto fuera de control en rangos móviles de ET en cambio de día.
21	Leve corrimiento a la izquierda del ET, con baja dispersión. Dispersión un poquito más alta en el CE.	Correlación nula.	Todos los puntos dentro de control, con cambio de tendencia entre días del ET, no muy evidentes. Punto fuera de control en rangos móviles de CE en datos del mismo día.
22	Desviación media en ET, pero centrado. Desviación baja en CE y centrado.	Correlación nula.	Un punto fuera de control en ET, CE muy estable y con poca variabilidad entre muestras.

Fuente: elaboración propia.

2.10. Análisis final del problema

Al analizar la información obtenida, se puede decir que se debe trabajar no solo en buscar la causa de que la operación esté descentrada, sino que también se deben buscar aquellas causas que provocan una alta variabilidad de la operación de etiquetado. Como se puede observar en el gráfico de individuales, en particular para los mismos días, las muestras obtenidas el mismo día tienden a comportarse de manera muy similar, y la tendencia cambia al cambiar mes, por lo cual se podría intuir que una causa de esta variabilidad puede ser la naturaleza inherente del proceso al realizarse de manera intermitente.

Muchos factores pueden afectar en un mes, mientras se produce la siguiente producción, por lo tanto factores como la estandarización de procedimientos de ajuste de maquinaria, un mantenimiento preventivo antes de iniciar la producción y una capacitación a los operarios para definir los procedimientos de actuación tanto para fines de controlar la calidad como para llevar a cabo el proceso de buena manera; se hacen especialmente necesarios si se quiere reducir la variabilidad del proceso.

Los gráficos de control ponen en evidencia las causas descritas con anterioridad. La variación del comportamiento a través del tiempo evidencia que realmente los factores tienden a cambiar considerando el tiempo que se tiene entre cada producción. Además de ello, se puede ver en el análisis individual de cada base. Las bases que entregan un bajo número de defectuosos tienden a comportarse de manera similar; y las bases que entregan un alto número de defectuosos, de igual manera, se comportan de forma similar. Las características de las bases que entregan un bajo número de defectuosos son:

- Todas las que están antes de la base 10 entregan un número bajo de defectuosos.
- Las últimas dos bases se comportan de manera similar a las primeras 9.
- Mucha dispersión (en la mayoría de los casos) y un evidente corrimiento hacia la izquierda en por lo menos una de las dos variables, en aquellas bases que entregan un alto número de producto no conforme.
- La mayoría presenta índices de correlación nulos o bajos; los medios o altos, se asume que se deben a causas especiales de variación debido a la presencia de datos raros.

Esto puede ayudar en la implementación de las acciones correctivas, ya que las bases que peor están son la mitad, abarcando entre la 10 y la 20 e incluyéndolas. Se pudo observar también que la tendencia del comportamiento, evidente en los diagramas de control, cambia respecto del día que se está analizando; y se hace más evidente si se cambia de mes. Por lo cual, según la estadística observada, se hace una lista de las causas especiales de variación para su eliminación inmediata, así como de las causas naturales de variación, que no tendrían que influir de manera significativa en la calidad del etiquetado.

Se afirma que la falta de un procedimiento definido para el control de calidad fue lo que no permitió visualizar las posibles causas que provocan este problema, las cuales se detallan a continuación:

Causas asignables de variación:

- Ajuste repentino, no documentado y no autorizado de bases.
- Sistema rotatorio con mal funcionamiento.
- Falta de inspección al momento de cambiar rollo de etiqueta. Se debe dejar pasar el producto hasta que la etiquetadora esté calibrada.
- Exceso de presión en el diente que estabiliza la botella al entrar en contacto con la hendidura de la botella, por lo cual no llega al punto central.

Dichas causas se eliminarán primero, para luego enfocarse en disminuir la variabilidad mediante un mejor control de las variables naturales de la operación del proceso.

3. PROPUESTA PARA CREAR EL PLAN DE MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD

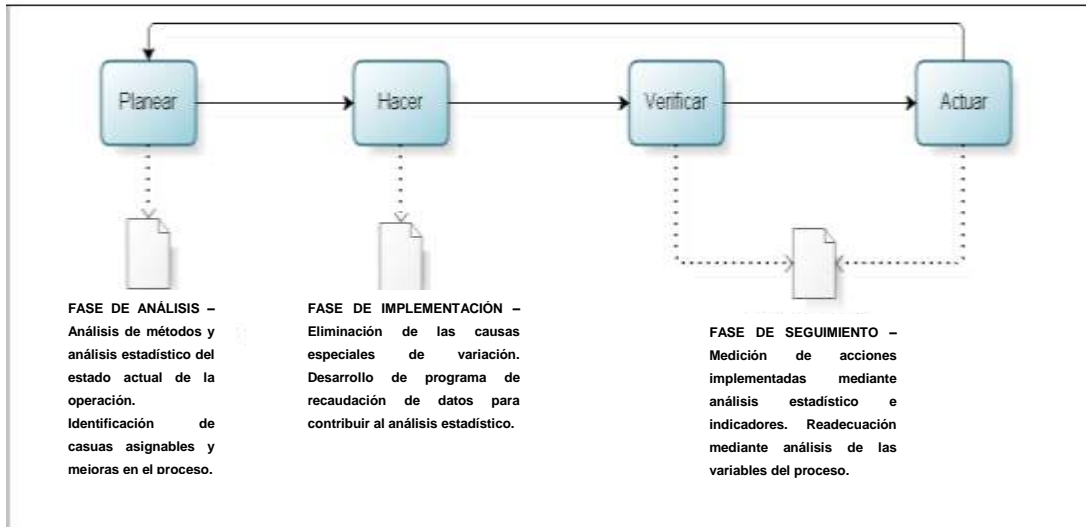
3.1. Resumen ejecutivo

El plan de mejoramiento de la calidad se ejecutará mediante dos etapas: la etapa de implementación donde las acciones a llevar a cabo se resumen en la eliminación de las causas especiales de variación, la generación de un software que contribuya a la recaudación de datos para su posterior análisis estadístico, la implementación del software de análisis estadístico y la capacitación correspondiente a los analistas de calidad y demás implicados en el proceso productivo con el fin de analizar también los cambios efectuados; y la etapa de seguimiento, en la cual se analizarán los resultados y variables de producción, con el fin de poder evaluar la efectividad del plan y generar acciones para readecuar el plan, si fuera necesario.

Las acciones a tomar son definidas en el tiempo y están debidamente estructuradas en un cronograma mediante documentación de apoyo, con el objetivo de que las acciones puedan ejecutarse por cualquier persona que le corresponda estar a cargo de cualquier puesto involucrado en la implementación y seguimiento del plan. Este plan, además de las acciones correctivas, propone acciones preventivas para controlar la operación.

La estructura de las acciones que se establecen en el plan de calidad se basa en el ciclo de mejora continua, la cual se ilustra en la figura 35.

Figura 36. **Relación entre el plan de mejora de la calidad y el ciclo de mejora continua**



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Bizagi.

3.2. **Objetivos del plan**

Objetivo general: mejorar continuamente la calidad del etiquetado del producto.

Objetivos específicos:

- Eliminar las causas especiales que originan la desviación en el etiquetado del producto.
- Controlar las causas naturales que influyen en la variabilidad de la operación.
- Prevenir la reaparición de causas especiales de variación.

- Proveer una guía para establecer un control estadístico de la calidad en la variable del corrimiento horizontal de la etiqueta.
- Delimitar procedimientos estandarizados de ajuste que puedan garantizar un correcto funcionamiento de la maquinaria encargada del etiquetado.
- Proveer la guía para reevaluar el plan y adecuarlo a los cambios que puedan presentarse en la operación.
- Definir la base para realizar un plan global de mejoramiento de la calidad en los productos.

3.3. Alcance

El plan se limita a controlar la variable del corrimiento en horizontal de la etiqueta en la botella. Las demás variables o atributos que se puedan analizar en la botella no son consideradas en el plan, sin embargo, la intención es que se pueda utilizar como guía y complemento en caso de que se requiera mejorar o controlar alguna de ellas.

3.4. Metas y estrategias

La formulación de metas permite una forma escalonada de llegar a cumplir los objetivos principales del plan. Mediante las estrategias se establecen las acciones a tomar para llegar a generar los cambios necesarios en la operación.

Meta: implementar en su totalidad el plan de calidad del etiquetado en un plazo no mayor a 4 meses.

Con la implementación de las acciones propuestas en este plan se busca llegar a lo siguiente:

- Reducir en un 18 % el porcentaje total de artículos con etiquetado defectuoso; esto para llegar a un nivel de calidad 2 sigma, en el cual aproximadamente el 96 % de artículos cumplirían con las especificaciones. Con las medidas a implementar para controlar las causas naturales de variación y la eliminación de las causas especiales de variación se considera factible llegar a este porcentaje de calidad.
- Eliminar el 100 % de las causas especiales de variación de la operación. Se considera factible este porcentaje, ya que la mitigación de las causas especiales no requiere acciones complejas.
- Capacitar a los trabajadores para prevenir la aparición de las causas especiales de variación.

Estrategias

- Documentar los procedimientos de revisión, de ajuste y de acciones correctivas y preventivas.
- Impartir talleres de capacitación al personal en general acerca de la importancia de mantener los niveles de calidad requeridos por los clientes.
- Desarrollar con los operarios y encargados del proceso módulos de inducción para instruirlos en la correcta utilización de la documentación que servirá como guía en la realización de sus labores.

- Implementar el análisis estadístico de otras variables que influyen en la calidad final del producto, procurando mejorar continuamente no solo la calidad del producto sino también el plan de calidad.

3.5. Líneas principales de acción

Las líneas principales de acción se sintetizan a continuación:

- Eliminar las causas especiales como el ajuste repentino y no documentado de bases, corrección del sistema rotatorio de la máquina, falta de inspección al cambiar los rollos de la etiqueta y el exceso de presión en el diente estabilizador de la botella.
- Disminuir la incidencia de las causas naturales en la calidad del etiquetado.
- Controlar estadísticamente las variables de corrimiento de etiquetado y contraetiquetado para identificar más fácilmente aspectos de mejora.
- Analizar periódicamente la capacidad del proceso, como indicador de la mejora continua en la calidad del etiquetado.
- Incluir mejoras y cambios, readecuados a las necesidades que se puedan identificar de acuerdo con el contexto en el cual se esté desarrollando la operación en un futuro.
- Prever la inclusión de otras especificaciones de calidad del producto, e incluso de otros productos con sus respectivas especificaciones, para

poder desarrollar a largo plazo un plan global de mejoramiento de la calidad de los productos.

3.6. Departamentos involucrados

Los departamentos que tienen una participación activa en la implementación del plan de calidad son detallados en los siguientes incisos.

3.6.1. Calidad

Es el departamento con más responsabilidad en el plan de acción. Debe proveer las herramientas y la documentación pertinente a los demás departamentos para ejecutar sin problema el plan de mejora, lo cual implica que las actividades realizadas por cada uno de ellos sean eficientes, basándose en una correcta coordinación del plan de mejora. Además, deben coordinar la información con los departamentos pertinentes con el fin de poder analizarla y comunicar los resultados y mejoras a los demás miembros de la alta directiva y de la organización en general.

3.6.2. Finanzas

Es el responsable de proveer los recursos económicos para la adquisición de todo el material necesario, tanto tangible como intangible, además de negociar con los proveedores y compradores los mejores precios para no gastar más de lo necesario en la implementación del plan.

3.6.3. Producción

Se encarga de supervisar el proceso productivo en sí y notificar desviaciones o cambios que se den en las variables del proceso. Notificar las variables que puedan identificar para considerar su corrección mediante la participación activa en grupos operativos por parte de todo el personal.

3.6.4. Mantenimiento

Es responsable de llevar a cabo correctamente los mantenimientos tanto preventivos como correctivos, velar por que los componentes mecánicos de la maquinaria sean adecuados para el propósito de evitar desviaciones por motivos mecánicos. Notificar si se necesitan nuevos componentes.

3.6.5. Mejora y cambio

Velar por la correcta ejecución del plan de mejoramiento de la calidad, analizar junto con el departamento de calidad los indicadores y las metas de mejora, además coordina las readecuaciones al plan de mejora.

3.7. Establecimiento de responsabilidades

La implementación de un plan de mejora implica una participación conjunta de los departamentos involucrados en el proceso de producción. Por tanto, se deben asignar responsabilidades a los involucrados mediante acciones integradas a sus responsabilidades habituales. A continuación se presenta una tabla con las responsabilidades propuestas para integrar a las acciones habituales involucrados en el proceso.

Tabla XXIII. **Responsabilidades asignadas a los empleados**

PUESTO	RESPONSABILIDADES
ÁREA DE CALIDAD	
Jefe de control de calidad	<ul style="list-style-type: none"> - Velar por el cumplimiento del plan de calidad por parte de los colaboradores del departamento. - Comunicar a los demás miembros de la alta dirección los resultados obtenidos mediante la implementación del plan. - Coordinar reuniones con el equipo de calidad para comunicar los resultados obtenidos. - Revisar la información proporcionada por el Asistente de Calidad para monitorear la eficacia y eficiencia del plan.
Asistentes de calidad	<ul style="list-style-type: none"> - Analizar estadísticamente los datos generados por los inspectores de calidad. - Dar seguimiento a los rechazos internos y a las devoluciones si existieran por parte de los clientes, con el fin de abastecer la base de datos en cuanto a corrimiento de etiquetado. - Generar propuestas de mejora verificando los resultados del plan. - Velar por el correcto manejo de la documentación relativa al plan de mejora de la calidad. - Proveer la documentación necesaria a los involucrados.
Inspectores de materia prima	<ul style="list-style-type: none"> - Generar registros de la materia prima que ingresa a la planta de producción. - Identificar hallazgos respecto de la información recabada. - Identificar posibles acciones de mejora en el manejo de la materia prima. - Comunicar a los demás miembros del equipo de calidad los hallazgos y la información obtenida.

Continuación de la tabla XXIII.

Inspectores de producto en proceso y producto terminado	<ul style="list-style-type: none"> - Generar registros de la calidad del producto en proceso y producto terminado. - Identificar hallazgos respecto de la información recabada. - Identificar posibles acciones de mejora en el proceso de producción. - Informar e identificar cuando se observe la aparición de una causa especial de variación.
AREA DE PRODUCCIÓN	
Jefe de bodega	<ul style="list-style-type: none"> - Informar a la alta dirección las acciones de mejora comunicadas por los miembros de su equipo de trabajo.
Supervisor de bodega de materia prima	<ul style="list-style-type: none"> - Colaborar con los inspectores de materia prima otorgando las muestras necesarias para recabar la información y comunicar posibles mejoras al jefe del departamento.
Supervisor de bodega de producto terminado	<ul style="list-style-type: none"> - Colaborar con los inspectores de producto terminado otorgando las muestras necesarias para recabar la información y comunicar posibles mejoras al jefe del departamento.
Jefe de producción	<ul style="list-style-type: none"> - Comunicar a la alta dirección los hallazgos en cuanto a la calidad que hayan hecho los miembros de su equipo.
Supervisor de línea	<ul style="list-style-type: none"> - Convocar a grupos operativos que permitan identificar propuestas de mejora generadas por los operadores.
Operarios	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar puntos de mejora en cuanto a manejo de la maquinaria, condiciones de trabajo, manejo de materiales y producto en proceso. - Comunicar a los supervisores y al jefe de producción los hallazgos generados. - Estar pendiente de cualquier producto que aparezca fuera de las especificaciones requeridas, en caso no se encuentren los inspectores.

Continuación de la tabla XXIII.

Jefe de mejora y cambio	<ul style="list-style-type: none"> - Comunicar a los demás miembros de la alta gerencia las actividades llevadas a cabo en su departamento.
Analistas de proyectos de mejora	<ul style="list-style-type: none"> - Velar por el seguimiento del plan de mejora.
Jefe de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> - Informar a los demás miembros de la alta dirección las acciones llevadas a cabo por los miembros de su equipo de trabajo.
Supervisor de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> - Analizar los posibles puntos de mejora en cuanto al ajuste de las maquinarias y proveer ayuda para estandarizar dichos procedimientos. - Velar por el cumplimiento de los procedimientos de ajuste de maquinaria.
Mecánicos	<ul style="list-style-type: none"> - Cumplir con los procedimientos de ajuste establecidos. - Registrar en los formularios toda la información que estos requieran. - Informar a los demás miembros del equipo posibles acciones de mejora.
ÁREA DE ADMINISTRACIÓN	
Jefe financiero	<ul style="list-style-type: none"> - Comunicar a los demás miembros de la alta dirección sobre los hallazgos generados en su equipo de trabajo.
Supervisor de compras	<ul style="list-style-type: none"> - Definir y negociar con los proveedores las especificaciones de la materia prima, teniendo una fuerte comunicación con el área de producción, de calidad y de mantenimiento para establecer parámetros que garanticen un correcto funcionamiento del proceso.
Supervisor de ventas	<ul style="list-style-type: none"> - Definir y negociar con los clientes las especificaciones del producto terminado, comunicando la capacidad del proceso de satisfacer sus requerimientos y teniendo una fuerte comunicación con los demás departamentos.

Continuación de la tabla XXIII.

Jefe de RRHH	<ul style="list-style-type: none"> - Mantener comunicación con la alta directiva acerca de los hallazgos generados en su departamento.
Reclutador	<ul style="list-style-type: none"> - Generar capacitaciones para informar y enseñar al personal acerca del correcto uso de lo relativo al plan de calidad. - Mantener una fuerte comunicación con el departamento de calidad para generar programas de capacitación adecuados a lo requerido.
Jefe de planificación	<ul style="list-style-type: none"> - Comunicar a los demás miembros de la alta directiva los hallazgos generados por su equipo de trabajo.
Analista de planeación	<ul style="list-style-type: none"> - Adecuar la planificación tomando en cuenta los tiempos de los procedimientos de inspección que se llevarán a cabo en el proceso. - Definir los nuevos tiempos de manufactura y adecuar los planes de producción a ellos.

Fuente: elaboración propia.

3.8. Recursos

Los recursos para la ejecución del plan de calidad se detallan a continuación.

3.8.1. Humanos

Para los recursos humanos necesarios, se identificó que por la estructura organizativa y el personal trabajando actualmente, hace falta un coordinador de Tecnologías de la información (IT) , así como un asistente de mantenimiento de IT. Esto debido a que como parte del plan se pretende crear un programa que

permita el ingreso de la información recabada de forma digital para facilitar el análisis que es en sí lo que interesa.

Se debe contratar a un programador temporal, que desarrolle el sistema de ingreso de datos en un plazo no mayor a 2 meses, un mes para llevar a cabo el proyecto y otro mes de prueba para readecuar el programa ya en funcionamiento. Luego de eso, el coordinador de IT (podría ser el programador temporal, dependiendo lo que decida RRHH) y su asistente son los responsables de velar por el correcto funcionamiento del programa, así como del mantenimiento de los equipos informáticos.

Como parte de la creciente necesidad de actualización en aspectos tecnológicos, estas posiciones permitirían hacer más eficiente el manejo de la información en el plan de calidad y en otros procesos que se lleven a cabo dentro de la organización. Adicional a ello se identificó la necesidad de un asistente de operación en la etiquetadora, ya que el encargado de la etiquetadora no se daba abasto para atender el desmontaje y montaje de los rollos de etiquetas, aparte de controlar la operación. Para los puestos a implementar se detallan los siguientes requisitos mínimos, mismos que deberán ser readecuados por el personal de RRHH.

Tabla XXIV. **Requerimientos mínimos, coordinador de IT**

Coordinador de IT	
Educación	Título universitario en ingeniería en sistemas o carrera afín
Experiencia	3 años de experiencia en desarrollo de software
Edad	De 24 años en adelante

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. **Requerimientos mínimos, asistente de IT**

Asistente de IT	
Educación	Título de ciclo diversificado Estudiante universitario de ingeniería en sistemas de 2do año
Experiencia	No es indispensable
Edad	De 20 años en adelante

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. **Requerimientos mínimos, asistente de operaciones en etiquetadora**

Asistente de operaciones	
Educación	Diploma de ciclo básico
Experiencia	Mínimo 2 años de experiencia en puestos operativos
Edad	De 20 años en adelante

Fuente: elaboración propia.

En las tablas anteriores se observa el perfil de los puestos de trabajo identificados como necesarios.

3.8.2. Materiales

Los materiales físicos están descritos en la siguiente tabla.

Tabla XXVII. **Material necesario para la implementación del plan**

MATERIALES
Lapiceros
Marcadores para identificar las botellas
Hojas electrónicas de manuales y formatos
Reglas flexibles para toma de datos
Computadores

Fuente: elaboración propia.

El costo y demás análisis se incluye en los siguientes incisos.

3.8.3. Económicos

Como parte del plan de mejoramiento, se identificó la necesidad de actualizar la forma en que se recaba la información. Los costos económicos de la implementación del plan se detallan a continuación.

Tabla XXVIII. **Costos a incurrir para la implementación del plan**

MATERIAL	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	ACUMULADO
De oficina			
Lapiceros	Q1,00	50	Q 50,00
Marcadores	Q2,50	50	Q125,00
Reglas flexibles	Q6,00	10	Q60,00
Tecnológicos			
Computadoras	Q3000,00	3	Q9 000,00
Programas de análisis de datos (licencias)	Q10 456,57	2	Q20 913,14

Continuación de la tabla XXVIII.

Capacitación para manejo de información estadística	Q726,72	3	Q2 180.16
Humanos			
Programador temporal (El programa de recaudación de datos va en su pago)	Q9 000,00 por proyecto	1	Q9 000,00
Coordinador de IT	Q8 000,00 al mes	1	Q8 000,00
Asistente de IT	Q6 000,00 al mes	1	Q6 000,00
Asistente de operación (etiquetadora)	Q3 000,00 al mes	1	Q3 000,00
COSTO TOTAL			Q58 328.30

Fuente: elaboración propia.

3.8.4. Legales

Las licencias de los programas a utilizar en el análisis estadístico de la información serán el único requisito legal a cumplir como parte de la implementación del plan de mejora.

3.8.5. Tecnológicos

Como se detalló en los anteriores incisos se necesita lo siguiente:

- Computadoras (3)
- Licencias de programa de análisis estadístico de datos (Minitab®)

- Programa de recaudación de datos
- Capacitación en la utilización del software estadístico Minitab®

3.9. Asignación de recursos

Los recursos serán asignados como se detalla en la siguiente tabla.

Tabla XXIX. **Asignación de recursos (por área)**

MATERIAL	CANTIDAD	ÁREA
Lapiceros	50	Calidad y producción, para inspectores y operadores.
Marcadores	50	Calidad y producción, para inspectores y operadores.
Reglas flexibles	10	Calidad y producción, para inspectores y operadores.
Computadoras	3	Producción, una por línea para monitoreo de operaciones.
Programas de análisis de datos (licencias)	2	Calidad, una por analista.
Capacitaciones	3	Calidad, una por analista y una al jefe de calidad.

Fuente: elaboración propia.

3.10. Documentación técnica

Como parte del plan de mejoramiento de la calidad se pretende implementar nueva documentación, principalmente para estandarizar la manera en que se llevan a cabo los ajustes, para implementar el control estadístico a la operación (luego se podría implementar a todo el proceso) y para llevar un control de los cambios que se realicen en las variables de la operación. Esta documentación debe ser llevada en forma electrónica, con el objetivo de no incurrir en gastos no necesarios por insumos.

3.10.1. Manuales

Los manuales de procedimientos, por conveniencia, son agregados en la sección de apéndices, sin embargo, la descripción general de cada uno se muestra a continuación.

3.10.1.1. De ajuste de maquinaria

Este manual de procedimientos detalla la forma correcta de realizar un ajuste a la maquinaria, también detalla el momento en que un reajuste debe ser ejecutado, y estandariza la manera de hacer el ajuste para cada base de la máquina.

3.10.1.2. De procedimientos de revisión

Este manual describe la manera en que se debe efectuar el muestreo, los documentos a utilizar, las consideraciones en el ingreso de datos y los programas a utilizar.

3.10.1.3. De procedimientos de actuación

Este manual describe la manera de llevar a cabo las actividades dentro del proceso productivo, especificado dependiendo del puesto de trabajo del que se hable.

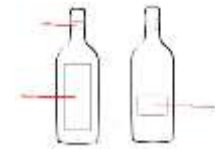
3.10.2. Formularios

Los formularios son los documentos mediante los cuales se van a generar registros, información necesaria tanto en el análisis estadístico como en la evaluación de los procedimientos y de cambios.

3.10.2.1. De extracción de datos

La siguiente figura muestra el formulario a utilizar cuando se esté llevando a cabo el muestreo.

Figura 37. **Formulario de extracción de datos**

FORMULARIO DE INGRESO DE INSPECCIONES DE CALIDAD			
Línea de producción: _____			10/10/2015
Fecha del último mantenimiento: _____			04:30:00 a.m.
Persona que realizó el último mantenimiento: _____			
Personal			
Inspector: _____		Código: _____	
Operador: _____		Código: _____	
Asistente: _____		Código: _____	
Supervisor: _____		Código: _____	
Datos del producto analizado			
Diámetro de la botella: _____			Producto: _____
Distancia de costura a costura: _____			
Ancho de la etiqueta: _____			
Ancho de la contra etiqueta: _____			
Ingreso de datos			
Base:	1		
*Medir desde parte izquierda de la costura			
Distancia etiqueta: _____		Distancia contra etiqueta: _____	
_____		_____	
_____		_____	
_____		_____	
<div style="background-color: #d3d3d3; padding: 5px; display: inline-block; border: 1px solid black;"> GUARDAR </div>			

Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Excel.

Dicho formulario deberá ser ingresado digitalmente mediante el software desarrollado por el personal de IT y su finalidad es el manejo de información de la forma más eficiente, por lo cual diversos campos deben ser generados automáticamente como la fecha y hora de inspección, fecha del último

mantenimiento y persona que realizó el último mantenimiento, al ingresar el código de cada colaborador debería desplegar su nombre completo, los datos del producto analizado deberían generarse automáticamente al elegir en la imagen el producto que se está midiendo y por último los datos de corrimiento de etiqueta y contraetiqueta sí deben ser ingresados manualmente, pero la base debería cambiar automáticamente al guardar las cuatro mediciones que realiza el inspector en turno. Toda esta información debería estar almacenada en una base de datos con el fin de poder realizar los análisis posteriores.

3.10.2.2. De documentación de cambios

Los cambios llevados a cabo en el proceso productivo, y de especial relevancia para la operación de etiquetado incluyen los puntos ya descritos en las variables naturales del proceso. Obviamente, si se cambia alguno de ellos, variará el corrimiento del etiquetado, por lo que se debe llevar un control de que aspecto será el que se cambie, para poder darle seguimiento e informar si se mejora o empeora en cuanto a la variabilidad. Aquí se incluyen los cambios efectuados en la maquinaria por concepto de mantenimiento, ya sea preventivo o correctivo, y se deberá desplegar una opción de descripción para tener un mejor detalle del cambio realizado.

Dichos cambios deberán ser analizados por los asistentes de calidad con un software especializado para verificar su incidencia en la calidad del producto. La información considerada de relevancia, en particular para cambios en maquinaria, se muestra en la siguiente figura. Los detalles de cada variable deberán ser analizados por el personal de calidad y los demás colaboradores en la fase de implementación, con objeto de abarcar todos los posibles cambios que se pudieran generar en el proceso.

Figura 38. **Formulario de documentación de cambios**

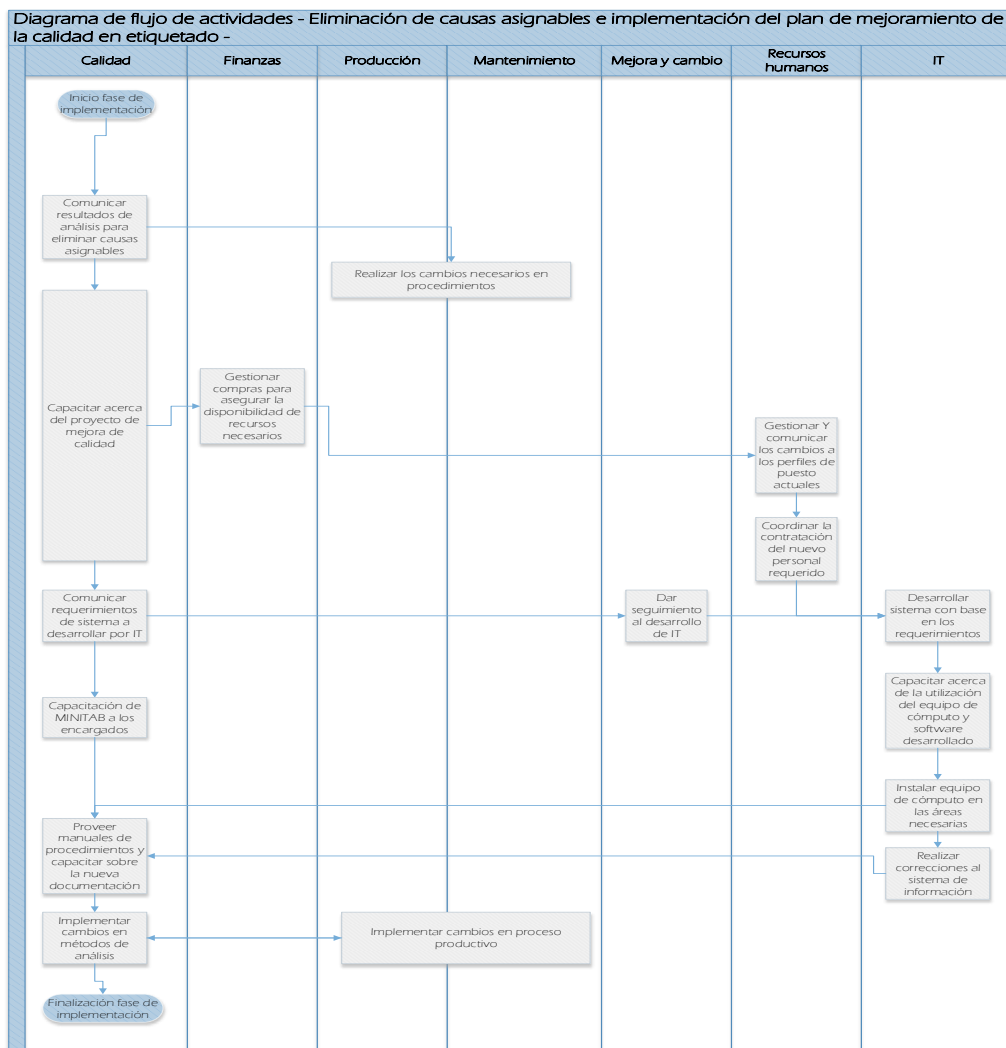
FORMULARIO DE REGISTRO DE DOCUMENTACIÓN DE CAMBIOS:			
Línea de producción: _____			10/10/2015
Fecha del último mantenimiento: _____			04:30:00 a.m.
Persona que realizó el último mantenimiento: _____			
Personal involucrado			
Nombre: _____	Puesto: _____	Código: _____	
Nombre: _____	Puesto: _____	Código: _____	
Nombre: _____	Puesto: _____	Código: _____	
Variable con cambio			
Máquinaria	<input checked="" type="checkbox"/>	Materia prima	<input type="checkbox"/>
Métodos de trabajo	<input type="checkbox"/>	Mediciones	<input type="checkbox"/>
Mano de obra	<input type="checkbox"/>	Medio ambiente	<input type="checkbox"/>
Detalle de cambio			
Mantenimiento preventivo	<input type="checkbox"/>		
Mantenimiento correctivo	<input checked="" type="checkbox"/>		
Descripción			
Cambio de componentes	<input type="checkbox"/>		
Cambio de máquina	<input type="checkbox"/>		
Cambio de configuración electrónica	<input type="checkbox"/>		
GUARDAR			

Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Excel.

3.11. Actividades para la implementación del plan de mejora

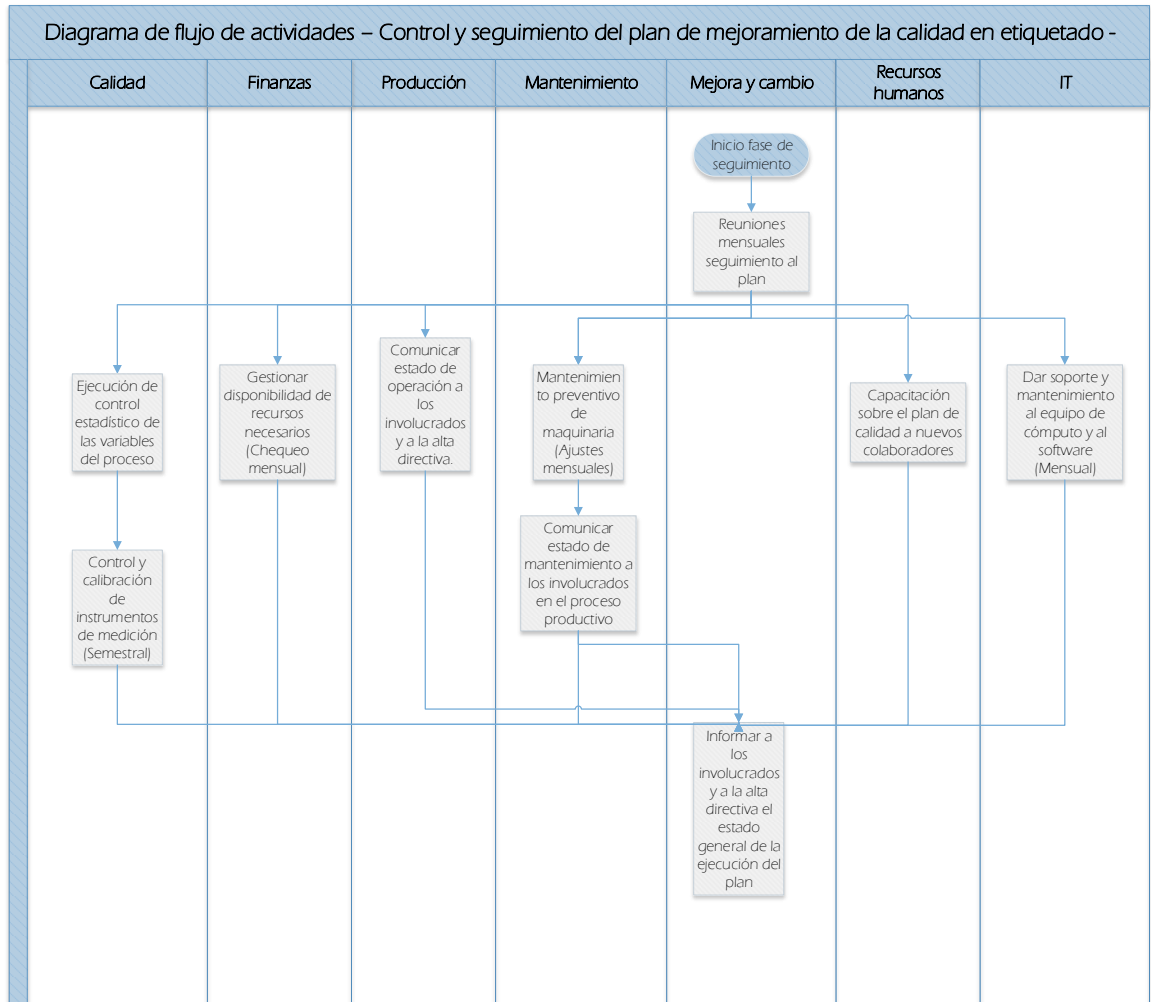
Las actividades básicamente se agrupan en dos fases: la implementación del plan de mejora y la eliminación de causas asignables, y el seguimiento al plan de mejora con la correspondiente asignación de sus responsables.

Figura 41. Diagrama de flujo de actividades, fase de implementación



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Visio.

Figura 42. Diagrama de flujo de actividades, fase de seguimiento



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Visio.

3.12. Cronograma de actividades

El plan de mejoramiento, como ya se mencionó, incluye las fases de implementación y de seguimiento. La fase de implementación del plan de mejora se debe realizar en un plazo no mayor a cuatro meses, esto debido a la urgente

necesidad de mejorar las condiciones bajo las cuales se desarrolla el proceso productivo para mejorar la calidad del etiquetado. La distribución de tiempo por actividades se encuentra detallada en diagrama de Gantt, indicando fecha de inicio y de finalización por actividad.

Figura 43. **Diagrama de Gantt de la fase de implementación del plan de mejora de la calidad**

Plan de mejora - Fase de implementación -		Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4			
Código	Actividad	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
I1	Comunicar resultados y acciones para eliminar causas asignables	■															
I2	Realizar cambios necesarios en producción y mantenimiento	■	■	■													
I3	Capacitar acerca del proyecto de mejora de calidad	■	■	■	■	■	■	■	■								
I4	Gestionar compras de recursos necesarios					■	■	■	■								
I5	Cambiar y readecuar los perfiles actuales						■	■	■								
I6	Contratar al nuevo personal requerido						■	■	■								
I7	Establecer requerimientos del sistema de información a desarrollar					■	■	■	■	■	■	■	■				
I8	Dar seguimiento al desarrollo									■	■	■	■				
I9	Desarrollar sistema de información con base en los requerimientos									■	■	■	■				
I10	Capacitar para utilizar el MINITAB a los encargados									■	■	■	■				
I11	Capacitar acerca de la utilización del sistema de información													■	■	■	■
I12	Instalar equipo de cómputo en las áreas necesarias													■	■	■	■
I13	Realizar correcciones identificadas al sistema de información													■	■	■	■
I14	Proveer manuales de procedimientos y capacitar sobre la nueva documentación													■	■	■	■
I15	Implementar cambios en métodos de análisis													■	■	■	■
I16	Implementar cambios en el proceso productivo, producción y mantenimiento													■	■	■	■

Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Excel.

En la fase de seguimiento, por su naturaleza periódica, se señala el programa recomendado en el diagrama descrito a continuación. Tomar en cuenta que la producción de relevancia para este trabajo se hace la tercera semana de cada mes.

Figura 44. Diagrama de Gantt de la fase de seguimiento del plan de mejora de la calidad

Plan de mejora - Fase de seguimiento -		Mes 1				Mes 2			
Código	Actividad	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
S1	Reuniones mensuales de seguimiento al plan	Permanente							
S2	Ejecutar el control estadístico de las variables del proceso								
S3	Control y calibración de instrumentos de medición	6 meses*							
S4	Gestionar disponibilidad de recursos necesarios								
S5	Comunicar estado de operación a los involucrados y a la alta directiva								
S6	Mantenimiento preventivo de maquinaria								
S7	Comunicar estado de mantenimiento a los involucrados en el proceso productivo								
S8	Capacitar sobre el plan de calidad a nuevos colaboradores	2 meses*							
S9	Dar soporte y mantenimiento al equipo de cómputo y al software								
S10	Informar a los involucrados y a la alta directiva el estado general de la ejecución del plan								

Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Excel.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

4.1. Plan de acción

En el plan de acción se describen de manera general las acciones a seguir generadas de las necesidades identificadas en los capítulos anteriores y se adecúan tales acciones a las variables involucradas en la operación de etiquetado. Se integra en el plan la eliminación de causas asignables de variación, así como el control y disminución de las causas naturales de variación.

Como se definió al final del capítulo anterior, el plan de mejora está dividido en las fases de implementación y de seguimiento.

Los incisos del presente capítulo están dirigidos a la fase de implementación pero algunos se sugiere tomarlos hasta la fase de seguimiento porque aunque sean importantes para disminuir la variabilidad, no son tan relevantes en la eliminación de las causas asignables identificadas. Estos a su vez se identifican con un código según la actividad a la que pertenecen en el plan. Por ejemplo: si pertenecen a la actividad 3 en la fase de seguimiento se identifica como S3; o si pertenecen a la actividad 5 en la fase de implementación se identifica como I5.

Figura 45. **Identificación de acciones fase de implementación**

Identificación de acciones - Fase de implementación -					
Código	Actividad	Incisos a considerar			
I1	Comunicar resultados y acciones para eliminar causas asignables	4.1.2.3			
I2	Realizar cambios necesarios en producción y mantenimiento	4.1.3.1	4.1.3.2	4.1.5.1	
I3	Capacitar acerca del proyecto de mejora de calidad	4.1.2.4			
I4	Gestionar compras de recursos necesarios	4.1.6.1			
I5	Cambiar y readecuar los perfiles actuales	4.1.2.1	4.1.2.2		
I6	Contratar al nuevo personal requerido	4.1.2.2			
I7	Establecer requerimientos del sistema de información a desarrollar	4.1.1			
I8	Dar seguimiento al desarrollo	4.1.1			
I9	Desarrollar sistema de información con base en los requerimientos	4.1.1			
I10	Capacitar para utilizar el MINITAB a los encargados	4.1.2.4			
I11	Capacitar acerca de la utilización del sistema de información	4.1.2.4			
I12	Instalar equipo de cómputo en las áreas necesarias	4.1.1			
I13	Realizar correcciones identificadas al sistema de información	4.1.5.3	4.1.6		
I14	Proveer manuales de procedimientos y capacitar sobre la nueva documentación	4.1.1.1	4.1.1.2	4.1.2.4	
I15	Implementar cambios en métodos de análisis	4.1.2.3	4.1.5.1	4.1.5.3	4.1.4
I16	Implementar cambios en el proceso productivo, producción y mantenimiento	4.1.3.1	4.1.3.2	4.1.5.2	

Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Excel.

4.1.1. **Control de la materia prima**

En materia prima se pretende controlar la calidad del material de empaque suministrado por los proveedores, mediante la recaudación de datos y el análisis estadístico de variables importantes que pueden influir en un mal etiquetado.

Todo lo anterior se realiza con el fin de poder evaluar a los proveedores y acordar con ellos la calidad mínima de entrada que se requiere en el proceso, para no otorgar más variabilidad al mismo.

4.1.1.1. Inspección de las botellas

Las botellas son una parte sumamente importante. Las variables que pudiesen influir en un mal etiquetado, por tanto se empiezan a controlar se detallan a continuación:

- Perímetro externo de la botella variable.
- Superficie externa irregular.
- Variación y mala calidad en la hendidura de la botella que se ancla al sistema rotativo de la máquina de etiquetado.

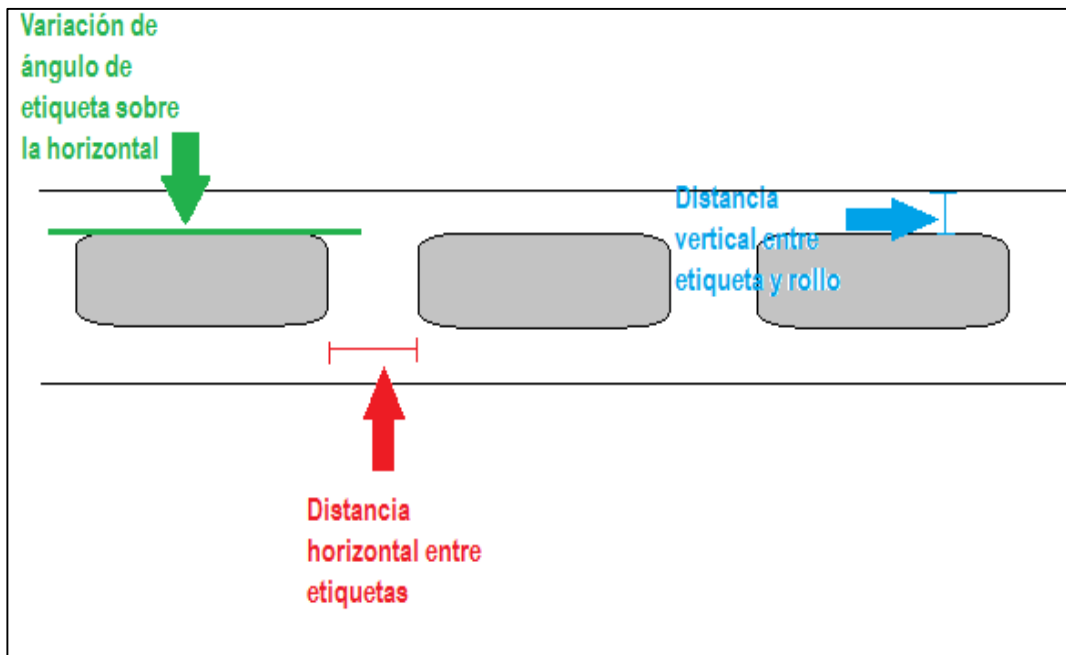
Se plantea por lo tanto agregar el análisis de estas variables, mismo que es responsabilidad de los inspectores de materia prima y es distribuido en la programación, de la misma manera que se inspeccionan las tapas, la impresión en las etiquetas y otros componentes del producto.

4.1.1.2. Inspección de las etiquetas

Las etiquetas, por obvias razones se deben controlar si se desea controlar la calidad del etiquetado. Las etiquetas actualmente vienen en rollos con 5 000 etiquetas, con una distancia entre cada una de ellas. Mediante la implementación del plan de acción, al igual que con las botellas, se ejecuta un control de las siguientes variables en los rollos de etiqueta:

- Distancia de etiqueta a etiqueta
- Variación de ángulo de etiquetas sobre la horizontal
- Distancia vertical de etiqueta a rollo

Figura 46. **Representación gráfica de variables numéricas a considerar**



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Visio.

De esta manera el control de las etiquetas no se realiza únicamente de forma visual para verificar su información, sino también se lleva un control numérico de las variables de interés.

4.1.2. **Mano de obra**

La mano de obra es un factor fundamental en la operación de etiquetado. Como se vio en los capítulos anteriores, se identificaron varios puntos de mejora que podrían aumentar no solo la calidad, sino la productividad de la operación y del proceso en sí. Por tal razón, el plan de mejora abarcará los siguientes aspectos.

4.1.2.1. Rediseño de puestos de trabajo

Es necesario si se desea obtener mejoras reales en la operación y en el proceso. Se redefinen varias funciones de los puestos, agregando actividades para colaboración con el plan de calidad de etiquetado.

Conjuntamente a eso, se definen las siguientes mejoras para incrementar el desempeño de los colaboradores en la línea de producción:

- Constituir el puesto de asistente de operación en etiquetadora, dada la sobrecarga de trabajo existente por parte del operador de la etiquetadora, con las actividades de trabajo asignadas en la tabla XXII.
- Informar a los trabajadores de las nuevas actividades de trabajo que se incorporarán a sus puestos ya existentes.
- Organizar una estación de trabajo para las inspecciones en la línea de producción (en las 3 a largo plazo) tomando en cuenta la ergonomía que se debe tener en los puestos de trabajo.
- Implementar el sistema computarizado de recaudación de datos para análisis de calidad.

4.1.2.2. Perfil de puestos

El perfil de los puestos requeridos se detalla en el capítulo del plan de mejora. De los puestos a readecuar, únicamente se añaden las actividades ya descritas con anterioridad en la tabla XXII, con la finalidad de que se le dé el seguimiento requerido al plan de mejora de la calidad.

4.1.2.3. Supervisiones

El personal operativo debe ser debidamente supervisado y se debe establecer una vía de comunicación efectiva entre supervisores, operadores y el alto mando, que permita identificar causas actuales o posibles de defectos, con el objetivo de proceder mediante acciones correctivas o de preferencia preventivas para no caer en inconformidades.

Por lo tanto, se identificó la necesidad de hacer reuniones semanales por línea de producción con el objetivo principal de que los operadores, personal de mantenimiento, personal de calidad, supervisores de producción y personal de mejora y cambio puedan hablar sobre cómo se ha desarrollado el proceso productivo durante ese período de tiempo.

Todo este proceso debe realizarse con el afán de identificar puntos de mejora en la operación, facilitar la comunicación entre departamentos y generar ideas que puedan corregir los puntos identificados.

La operación de etiquetado para el producto analizado debe ser de especial relevancia, en la semana que se esté produciendo, dada su naturaleza intermitente.

Tabla XXX. **Distribución de responsabilidades en reuniones semanales**

Operadores	Supervisores	Mantenimiento	Calidad	Mejora y cambio
Comunicar desarrollo del proceso productivo, considerando todas sus variables.	Comunicar desarrollo del proceso productivo, considerando todas sus variables.	Comunicar desarrollo de mantenimientos preventivos y correctivos. Comunicar necesidad de recursos para mantener en marcha los mantenimientos.	Comunicar inconformidades que han existido en cuando a atributos de calidad de los productos. Comunicar a los operadores variables de calidad a controlar.	Minuta de reuniones. Dar seguimiento a acciones correctivas y preventivas. Coordinar reingeniería de procesos cuando se requiera.

Fuente: elaboración propia.

4.1.2.4. Capacitaciones

Las capacitaciones son parte fundamental de la implementación y el seguimiento del plan de mejora. Si no se cuenta con un correcto sistema de comunicación que asegure que cada uno de los colaboradores esté capacitado para contribuir a identificar cuando se estén llevando a cabo situaciones que estén obstaculizando el cumplimiento de los objetivos de la organización, en cuanto a la satisfacción de los clientes.

Por tal razón, las capacitaciones que se proponen se incluyen en las dos fases del plan. En la primera para detallar a los involucrados la estructura del plan de calidad y sus atribuciones específicas por área, para informarles sobre la nueva documentación a utilizar y enseñarles a utilizar la nueva herramienta digital de manejo de información al personal de análisis de calidad.

En la fase de seguimiento, las capacitaciones serán integradas en una sola, para informar y recordar a los involucrados la existencia del plan de calidad, así como sus puntos esenciales.

4.1.3. Maquinaria

La maquinaria, como parte esencial de la operación de etiquetado, se debe analizar, controlar y mantener en óptimas condiciones en aras de contribuir a un flujo de trabajo que evite paros y retrasos por causa de algún desperfecto en la maquinaria.

4.1.3.1. Compra de partes

La compra de partes se incluye en el plan, más que todo como acción correctiva a tomar en caso de que se presente una avería, o que ninguna de las acciones llevadas por el departamento de mantenimiento ayuden a eliminar o reducir las causas de variación que afectan en gran medida la calidad del etiquetado. Las solicitudes deben ser debidamente justificadas, bajo un riguroso análisis técnico y estadístico; y ser autorizadas por los altos mandos y transmitidas al personal de finanzas para hacer efectiva la compra.

4.1.3.2. Reajustes de etiquetadora

Los reajustes de etiquetadora se deben hacer tomando en cuenta las consideraciones descritas en las causas asignables de variación a eliminar en la actividad número 2 de implementación, descripción que debe ser comunicada por el departamento de calidad detallando conjuntamente con el departamento de mantenimiento la corrección del sistema rotatorio de la máquina y el exceso de presión en el diente que estabiliza la botella.

Luego de eso, los reajustes deben darse siguiendo los procedimientos descritos en la documentación técnica de correcciones y con la frecuencia ya detallada en la fase de seguimiento, la cual sería una vez al mes la semana previa al comienzo de la producción.

4.1.4. Medio ambiente

Los factores medioambientales, principalmente de humedad y polvo, se buscan estudiar en la fase de seguimiento. Su estudio es más que todo para determinar si dichos factores inciden indirectamente en un mal etiquetado, o en alguna otra variable de calidad que se quiera estudiar posteriormente.

Otros factores medioambientales podrían ser agregados con una debida justificación y acuerdo entre las partes involucradas.

4.1.4.1. Humedad

La humedad presente en el proceso en el momento de lavar la botella previa al llenado con el licor y también previa a su entrada a la etiquetadora, podría incidir en una disminución en el coeficiente de rozamiento entre la superficie y la botella.

Dicho estudio debe delimitarse en la fase de seguimiento, para tener cuantificada qué tanto es la incidencia del líquido remanente en la botella en la variabilidad natural del proceso, para considerar su disminución o eliminación; esto último si se demuestra que el lavado previo a la entrada a la etiquetadora no ayuda ni perjudica al proceso.

4.1.4.2. Polvo

Es otro factor ambiental que podría incidir, más que todo en la parte de la manipulación de materia prima. En la planta de producción, por razones obvias, este factor es y debe permanecer completamente controlado. Se debe realizar un análisis de los procedimientos de transporte de los materiales de empaque, para determinar si algún remanente en alguno de ellos puede provocar variación en la ejecución del proceso.

4.1.5. Métodos

Los métodos de trabajo deben ser redefinidos tomando en cuenta la identificación de los problemas ya analizados, con el correcto cumplimiento de los procedimientos definidos, las capacitaciones periódicas para que los operadores conozcan la correcta ejecución de su trabajo y para que los analistas conozcan con claridad los aspectos que se deben identificar, entre otros.

4.1.5.1. Procedimientos de trabajo

Son definidos mediante la correspondiente documentación, los procedimientos de trabajo; como se describió en el análisis, inciden directamente en el etiquetado defectuoso que se entrega.

El correcto seguimiento de éstos y su revisión continua permitirá controlar la nueva aparición de defectos por una mala ejecución de la operación por parte de los operadores y personal de mantenimiento; dada más que todo por desconocimiento de la incidencia de las acciones correctivas realizadas por falta de un análisis previo.

4.1.5.2. Operaciones

Las operaciones específicas de acción deben ser ejecutadas por los operadores siguiendo la documentación provista por el plan de mejoramiento y documentación ya existente, obviamente sujeta a una previa revisión para la validación de las acciones realizadas en el proceso productivo.

4.1.5.3. Control de calidad

El control de calidad, desde su muestreo hasta su análisis, debe realizarse de tal manera que permita analizar las variables de interés que podrían incidir en un mal etiquetado, mismas que ya fueron definidas.

La información proporcionada por el departamento de calidad debe ser clara, oportuna y basada en hechos, para que a partir de ella se tomen decisiones en cuanto a la modificación de las acciones llevadas a cabo en el proceso productivo.

4.1.6. Medición

Punto sumamente importante, que ayudará a garantizar la calidad de la información recaudada para el análisis. Esto permitirá demostrar que la información acerca de las mediciones realizadas en la inspección no viene defectuosa de origen.

4.1.6.1. Herramientas de medición

Las herramientas de medición necesarias para medir la operación de etiquetado son básicamente las reglas flexibles.

Cualquier otro instrumento de medición que se quiera incluir para analizar otra variable del producto se tendría que justificar su necesidad, trasladar aprobación de compra a departamento financiero y ejecutar la compra por la unidad de compras.

4.1.6.2. Calibración

La calibración es un procedimiento fundamental al momento de justificar que los datos obtenidos de origen sean fidedignos. Con las reglas flexibles, dada su naturaleza de ser un instrumento análogo y no digital, la calibración tendría que considerar aspectos como el estado del instrumento de medición, la delimitación de las unidades mínimas de medida, la determinación de las incertezas de los datos provistos por el instrumento de medición, entre otros. Esto con el objetivo de verificar que la incidencia en el análisis por motivo de incertidumbres de medida no sea significativa.

5. SEGUIMIENTO

5.1. Seguimiento al plan

El seguimiento al plan de mejora involucra más que todo acciones periódicas para garantizar que las condiciones de operación sean las correctas, tomando en cuenta la variación inherente de los procesos por aspectos como el desarrollo de la tecnología, cambios en la estrategia de la organización que puedan incidir en cambios operacionales, entre otros.

Las acciones de seguimiento están contempladas en el plan de mejora en su segunda fase y la identificación por acción se encuentra detallada en cada uno de los incisos a considerar, de la misma manera que se hizo en el capítulo 4.

Debido a la naturaleza intermitente del proceso de producción del producto analizado, el cual se hace una semana al mes, las acciones de seguimiento se harán específicamente en esa semana y los cambios necesarios y justificados se harán en el siguiente proceso de producción, salvo excepciones que requieran ajustes correctivos justificados inmediatos.

Figura 47. **Identificación de acciones fase de seguimiento**

Identificación de acciones - Fase de seguimiento -					
Código	Actividad	Incisos a considerar			
S1	Reuniones mensuales de seguimiento al plan	5.1.3	5.2.1	5.5	5.4
S2	Ejecutar el control estadístico de las variables del proceso	5.1.1	5.1.3	5.1.4	5.2.2
S3	Control y calibración de instrumentos de medición	5.4	4.1.6.2		
S4	Gestionar disponibilidad de recursos necesarios	5.5			
S5	Comunicar estado de operación a los involucrados y a la alta directiva	5.3			
S6	Mantenimiento preventivo de maquinaria	5.4	4.1.3.2		
S7	Comunicar estado de mantenimiento a los involucrados en el proceso productivo	5.3			
S8	Capacitar sobre el plan de calidad a nuevos colaboradores	5.5			
S9	Dar soporte y mantenimiento al equipo de cómputo y al software	5.1.1			
S10	Informar a los involucrados y a la alta directiva el estado general de la ejecución del plan	5.1.3	5.1.4	5.2.2	5.2.3

Fuente: elaboración propia, utilizando Excel.

5.1.1. Análisis estadístico

El análisis estadístico es la parte esencial de la fase de seguimiento, este fundamentará las acciones correctivas en dado caso se obtenga de nuevo la aparición de alguna causa especial de variación y las acciones preventivas que permitan asegurar cada vez más la calidad del producto.

El análisis debe realizarse tomando en cuenta la utilización de las herramientas estadísticas de calidad que gracias al software Minitab® se hace mucho más fácil la generación de la información de relevancia.

La capacitación ya prevista en Minitab® servirá a los asistentes de calidad para la generación de esta información rápidamente, permitiendo así enfocarse en el análisis e identificación de puntos críticos en el proceso, los cuales afectan de forma directa la calidad del etiquetado.

5.1.2. Programa para documentar los datos

El programa para documentar los datos, desarrollado en la fase de implementación, debe favorecer la generación de información rápida y oportuna con el fin de permitir análisis en tiempo real por parte del personal de calidad. Las especificaciones del método de muestreo a utilizar se detallan en el manual de procedimientos de revisión, por lo cual el programa deberá desarrollarse tomando en cuenta las necesidades de dichos procedimientos. Los requerimientos de este deberán ser analizados por parte del personal de calidad y de la alta directiva, dependiendo si se quiere hacer análisis de otras variables de calidad en el producto.

Para fines del análisis del corrimiento horizontal del etiquetado, y asumiendo que la longitud horizontal tanto de la botella como de las etiquetas podría variar a lo largo del tiempo, se requiere que permita ingresar la siguiente información, tal como se visualizó en los formularios de extracción de datos:

- Línea de producción
- Fecha y hora (generada automáticamente)
- Inspector
- Operador a cargo de la máquina etiquetadora
- Asistente de la máquina etiquetadora
- Supervisor en turno
- Fecha del último mantenimiento
- Persona que realizó el último mantenimiento
- Base
- Distancia de costura a costura (calculada automáticamente, sería el diámetro de la botella dividido 2).

- Diámetro de la botella
- Ancho de la etiqueta
- Ancho de la contraetiqueta
- Distancia del borde izquierdo de la etiqueta a la costura
- Distancia del borde izquierdo de la contraetiqueta a la costura

Dicha información se ingresará en un formulario electrónico y se transferirá a la base de datos que tienen los asistentes de calidad.

5.1.3. Interpretación de los estadísticos utilizados

La interpretación debe realizarse buscando dos objetivos principales: la identificación de causas asignables de variación y el control de la variabilidad dentro de los límites naturales del proceso. Cualquier cambio generado en los análisis de calidad debe generar una alerta para el personal de calidad y ser comunicado a los demás colaboradores para tomar una decisión en cuanto a la implementación de nuevas acciones preventivas o correctivas.

5.1.4. Indicadores

Con el fin de favorecer la continuidad de la operación dentro de los límites de calidad aceptados, se pueden generar indicadores que permitan identificar aspectos claves en el proceso. Por ejemplo, mediante la información generada por medio de los formularios de inspección de etiquetado se podrían identificar los siguientes puntos:

- Cantidad de botellas no conformes por línea de producción, por base, por hora o por operador.

- Media de corrimiento de etiquetado o contraetiquetado por línea de producción, por base, por horario o por operador.
- Desviación estándar del etiquetado o contraetiquetado por línea de producción, por base, por horario o por operador.
- Cantidad de botellas no conformes generadas por día.
- Cantidad de botellas no conformes generadas desde la fecha del último mantenimiento.
- Porcentaje de cumplimiento de calidad general, por línea, por base, por hora o por operador.

Esto le dará trazabilidad a los productos que fueron considerados como no conformes, permitiendo identificar la línea de producción problema, la base de etiquetadora problema, el horario problema y hasta el personal que genera más producto no conforme. Otros indicadores también se pueden generar, quedando estos a discreción del personal de calidad, siempre y cuando se busque favorecer la identificación de las causas principales de los problemas que influyen en una mala calidad.

5.2. Verificación

La verificación de la información generada debe ser realizada en conjunto, mediante los informes generados por el personal de calidad y con el debido seguimiento del personal de mejora y cambio.

5.2.1. Análisis general de la información obtenida

El análisis general por parte del personal de calidad y de mejora y cambio debe enfocarse en informar de manera cuantitativa y cualitativa cuál fue el estado

de la operación durante el mes en curso y la manera en que las acciones correctivas y preventivas favorecieron o perjudicaron la calidad del producto final. Esto con el fin de poder identificar aspectos clave y formar una filosofía de mejora continua que permita evaluar tanto las acciones operativas como las ejecutadas mediante el plan de calidad.

5.2.2. Resultados esperados contra resultados obtenidos

El punto de comparación entre los resultados esperados y los resultados obtenidos es la no aparición de puntos fuera de control en los gráficos de control, es decir, si las acciones preventivas y correctivas lograron la eliminación y la no aparición de las causas asignables, y por consecuencia, un cumplimiento alto en los estándares de calidad.

5.2.3. Capacidad del proceso

La capacidad del proceso, como ya se definió con anterioridad, mide el grado de capacidad que tiene el proceso en general para cumplir con las especificaciones del producto, en este caso, para cumplir las especificaciones del etiquetado. Dicho índice tiene como característica principal que integra el análisis estadístico del proceso con las especificaciones acordadas con los clientes.

Por lo anteriormente descrito, su inclusión en los análisis es vital para dar un mejor enfoque de cómo se está llevando a cabo la operación y cómo las acciones cumplen el fin principal del plan, que es cumplir con las especificaciones de los clientes.

5.2.3.1. Verificación actual de la operación

La operación actual también fue analizada con sus índices de capacidad correspondientes. La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos.

Tabla XXXI. **Índices de capacidad actuales del proceso**

Índices	Etiqueta	Contraetiqueta
Cp	0,467659477	0,481758111
Ci	0,318858735	0,226681389
Cs	0,61646022	0,736834833
Cpk	0,318858735	0,226681389
Cpm	0,111654779	0,109546286
K	-32%	-53%

Fuente: elaboración propia.

Analizando dicha información se puede observar que mediante los índices de capacidad se puede delimitar mejor el estado del proceso frente a las especificaciones requeridas. Claramente se puede ver que el proceso actual demuestra una ligera mayor capacidad de cumplir con la calidad en el contraetiquetado, y una mayor capacidad de cumplir con la especificación superior del producto. El índice de centrado del proceso evidencia claramente el descentrado tanto en el etiquetado como en el contraetiquetado, aunque más evidente en el etiquetado. En cuanto al índice de Taguchi, se puede evidenciar que los valores no se agrupan respecto del valor central de las especificaciones.

Claramente, los índices de capacidad mediante su correcta interpretación, resumen en gran medida el comportamiento general de la operación para su cumplimiento con las especificaciones de los clientes.

Se debe tomar en cuenta también que debido a que la información fue obtenida por muestreo, los índices de capacidad del proceso pueden no ser el valor puntual que se detalló en la anterior tabla, para lo cual también se analizaron los intervalos de confianza dentro de los cuales cada uno de ellos se encuentra, tomando como base una confianza del 95 %.

Tabla XXXII. **Intervalos de confianza para los índices de capacidad**

Etiqueta			Contraetiqueta		
	Superior	Inferior		Superior	Inferior
Cp	0,609095868	0,326223086	Cp	0,627458416	0,336057806
Cpk	0,488273958	0,149443511	Cpk	0,381929528	0,07143325
Cpm	0,144188015	0,077627408	Cpm	0,139626806	0,079465765

Fuente: elaboración propia.

Evidentemente, la muestra obtenida no es tan grande por lo cual los intervalos de confianza tienden a ser muy grandes.

En la fase de seguimiento del plan se contempla mejorar esto mediante el manual de revisión donde se indica el método de muestreo a utilizar, el cual permitirá obtener muestras más representativas del producto analizado.

5.2.3.2. Análisis estadístico de la información

La información debe ser analizada de la misma manera como se demostró en el anterior inciso. La finalidad principal es permitir demostrar cuantitativamente el cumplimiento de las especificaciones de los clientes.

5.2.3.3. Cálculo de los índices del proceso

El cálculo de los índices del proceso se debe realizar utilizando la herramienta Minitab®, verificando sus resultados con las fórmulas ya incluidas en el capítulo 1.

5.2.3.4. Capacidad del proceso contra especificaciones requeridas

Al tener un análisis concreto de capacidad del proceso de la operación, se pueden tomar como base sus resultados para fundamentar una renegociación de las especificaciones con los clientes al saber con exactitud con qué grado de confianza se estará cumpliendo con lo requerido. Es aquí donde reside la principal importancia del análisis; se demuestra con hechos que el proceso puede o no cumplir con las especificaciones acordadas.

5.3. Divulgación

La divulgación del estado de la operación y las acciones realizadas son responsabilidad de cada uno de los colaboradores involucrados en la ejecución del plan de calidad.

La divulgación de las acciones a tomar y de los resultados son responsabilidad del personal de calidad, de mejora y cambio y de recursos humanos, mediante la emisión de boletines mensuales que resuman los resultados alcanzados para que cada uno de los colaboradores pueda ver cómo sus acciones contribuyeron a la mejora de la calidad.

5.4. Revisión y toma de decisiones

La revisión de los resultados de los análisis debe ser efectuada en conjunto con la alta directiva para que se logre reenfoque el plan hacia los fines deseados por la organización. La toma de decisiones debe ser hecha en conjunto, considerando cada uno de los puntos clave identificados en la revisión del plan, de la información generada del proceso y de las necesidades como empresa.

5.5. Readecuaciones al plan

Ya habiendo llevado a cabo una revisión de cada uno de los aspectos que abarca el plan, las readecuaciones deben llevarse a cabo con el único fin de permitir la mejora continua del proceso y bajo ningún motivo se debe descuidar el análisis de alguna variable de calidad por la implementación del análisis de otra.

El plan debe integrar sin ningún problema cualquier variable que quiera ser analizada tomando en cuenta la disponibilidad de los recursos existentes, ya que si existiera necesidad de la implementación de más recursos ya sea humanos, tecnológicos o de infraestructura, deberán implementarse tomando en cuenta la disponibilidad de recursos económicos, mediante consulta con el personal de finanzas y de la alta directiva.

CONCLUSIONES

1. En cuanto al estado actual de la operación, se ha identificado que los aspectos a mejorar son: la de documentación de los ajustes a las máquinas etiquetadoras, la implementación de control estadístico en todas las variables que puedan incidir en un corrimiento del etiquetado o en las otras variables ya descritas y la eliminación de las causas asignables de variación identificadas.
2. La forma de llevar a cabo la operación cae en costos por falta de calidad, afectando en consecuencia la productividad. Los aspectos clave del proceso que inciden son: los reprocesos por mala colocación de las etiquetas y contraetiquetas, devoluciones por producto no conforme; y los desperdicios de etiquetas y demás recursos utilizados en el proceso.
3. Los tipos de defectos adicionales que se pueden considerar para controlar la calidad del etiquetado del producto son el corrimiento en vertical, desplazamiento angular sobre la horizontal, golpes, rasguños en la etiqueta, entre otros. Se debe incluir el análisis tanto de atributos como de variables en de los productos.
4. Las causas principales que provocan los defectos en el etiquetado son: ajuste repentino, no documentado y no autorizado de bases, sistema rotatorio con mal funcionamiento, falta de inspección al momento de cambiar rollo de etiqueta; y exceso de presión en el diente que estabiliza

la botella al entrar en contacto con la hendidura de la botella, por lo cual no llega al punto central provocando desplazamiento.

5. Para mejorar la operación y la calidad final del producto es necesario implementar las siguientes acciones: inspecciones por muestreo que faciliten el análisis estadístico posterior, el seguimiento de procedimientos definidos de operación para la correcta ejecución de las tareas, la implementación de un sistema que permita realizar análisis estadístico del proceso en tiempo real; así como acciones de seguimiento en la ejecución del plan y la evaluación del mismo en el contexto cambiante en el cual se ejecutará.
6. Para propiciar el mejoramiento continuo, los resultados obtenidos al implementar el plan, los indicadores y la capacidad del proceso, deben ser analizados por el personal asignado dándole el seguimiento correspondiente. Los parámetros de verificación principales serán los indicadores ya descritos en la fase de seguimiento y los resultados que arroje el análisis de las cartas de control y demás análisis estadísticos.
7. Se ha definido que las bases para la implementación del plan de mejora global debe fundamentarse en un análisis estadístico integral de todas las variables que puedan incidir en falta de calidad; por lo cual, primero que nada se debe identificar cuáles son los productos críticos que se deben controlar y posteriormente se debe hacer uso de las herramientas estadísticas para identificar las causas de no conformidad en los productos.

RECOMENDACIONES

1. Ejecutar el plan aquí descrito, tomando en cuenta cada punto y que los encargados principales de velar por su implementación demuestren un fuerte compromiso con la ejecución del plan.
2. Tomar el presente proyecto como base para considerar e incluir variables de calidad adicionales del producto que sean de relevancia, así como incluir otros productos paulatinamente para generar el plan global de mejoramiento de la calidad.
3. Basar las acciones correctivas en los análisis del plan, partiendo del análisis estadístico que puedan generar las variables del proceso.
4. Revisar y actualizar el plan de mejoramiento, con el objetivo de considerar los cambios inevitables en el proceso a lo largo del tiempo.

BIBLIOGRAFÍA

1. BOWKER, Albert; LIEBERMAN, Gerald. *Estadística para Ingenieros*. México: Prentice Hall, 1981. 657 p.
2. CARUCCI, Flavio. *Planificación estratégica por problemas: Un enfoque participativo*. Caracas: ILDIS, 2003. 97 p.
3. COCHRAN, William. *Sampling techniques*. U.S.A.: John Wiley Sons, 1977. 442 p.
4. EVERETT, Adam; EBERT, Ronald. *Administración de la producción y las operaciones*. U.S.A.: Pearson Educación, 1991. 739 p.
5. GUTIÉRREZ, Humberto. *Calidad total y productividad*. 3a ed. México: McGraw-Hill, 2010. 363 p.
6. ISHIKAWA, Kaoru. *Qué es control de calidad*. México: Norma, 1997. 261 p.
7. KUME, Hitoshi. *Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad*. Colombia: Norma, 1992. 232 p.
8. MONTGOMERY, Douglas. *Control estadístico de la calidad / Introduction to Statistical Quality*. México: Limusa S.A. de C.V., 2004. 800 p.

9. RUIZ FALCÓ, Arturo. *Control estadístico de procesos*. Madrid: Universidad Pontificia Comillas, 2006. 73 p.
10. SCHEAFFER, Richard; LYMAN, Ott; MENDENHALL, William. *Elementos de muestreo*. México: Paraninfo, 2006. 462 p.

APÉNDICES

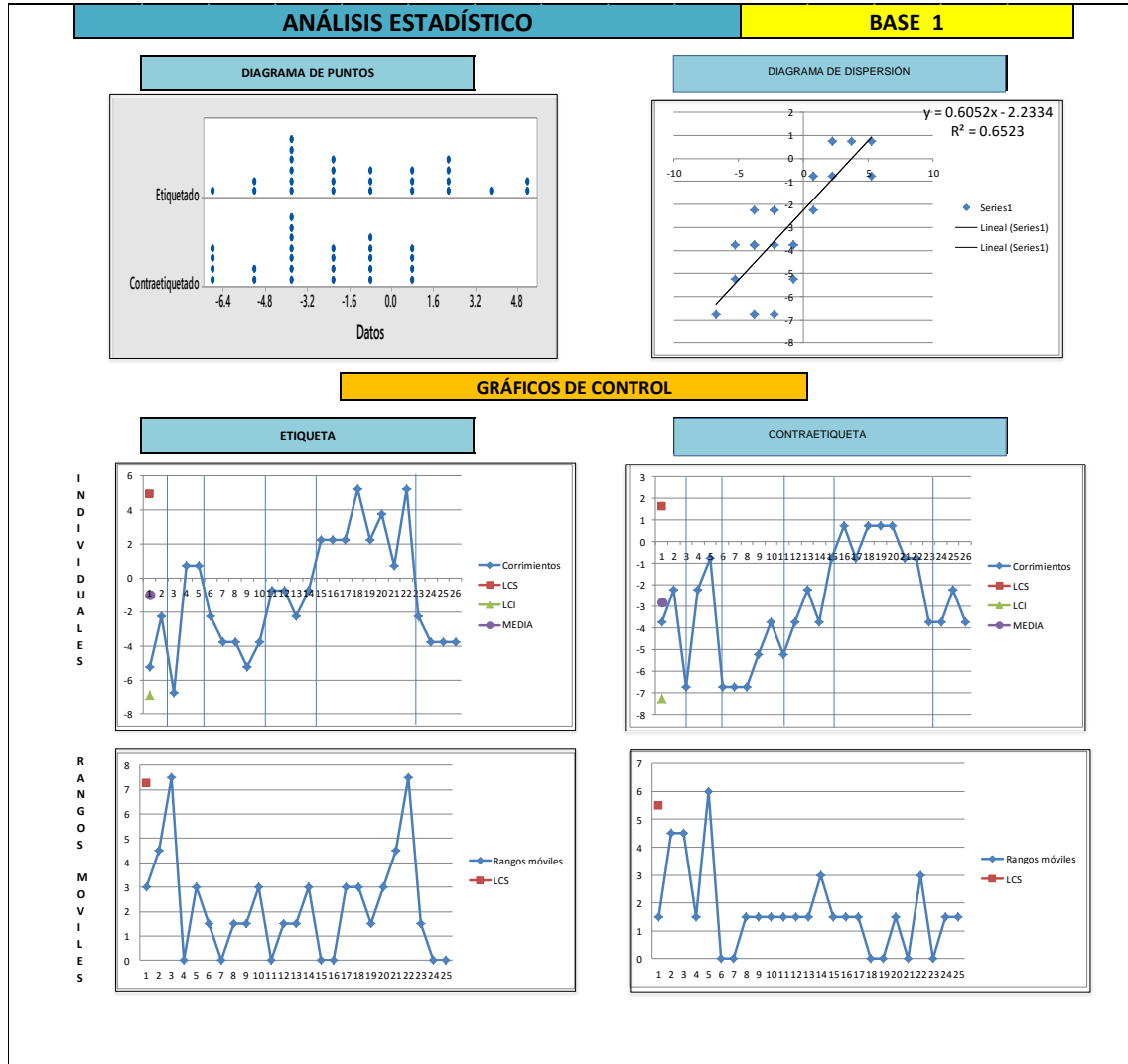
Apéndice 1. Análisis estadísticos por base

A continuación se muestran los análisis estadísticos por base, a los que se hace referencia en el inciso 2.8. En él se muestran los gráficos de control, los gráficos de puntos y los diagramas de dispersión con la recta de ajuste para calcular la correlación por base.

El diagrama de puntos permite observar la distribución y frecuencia de los valores obtenidos en el muestreo realizado y también identificar la aparición de datos raros, puntos que se alejan en gran medida de los valores agrupados.

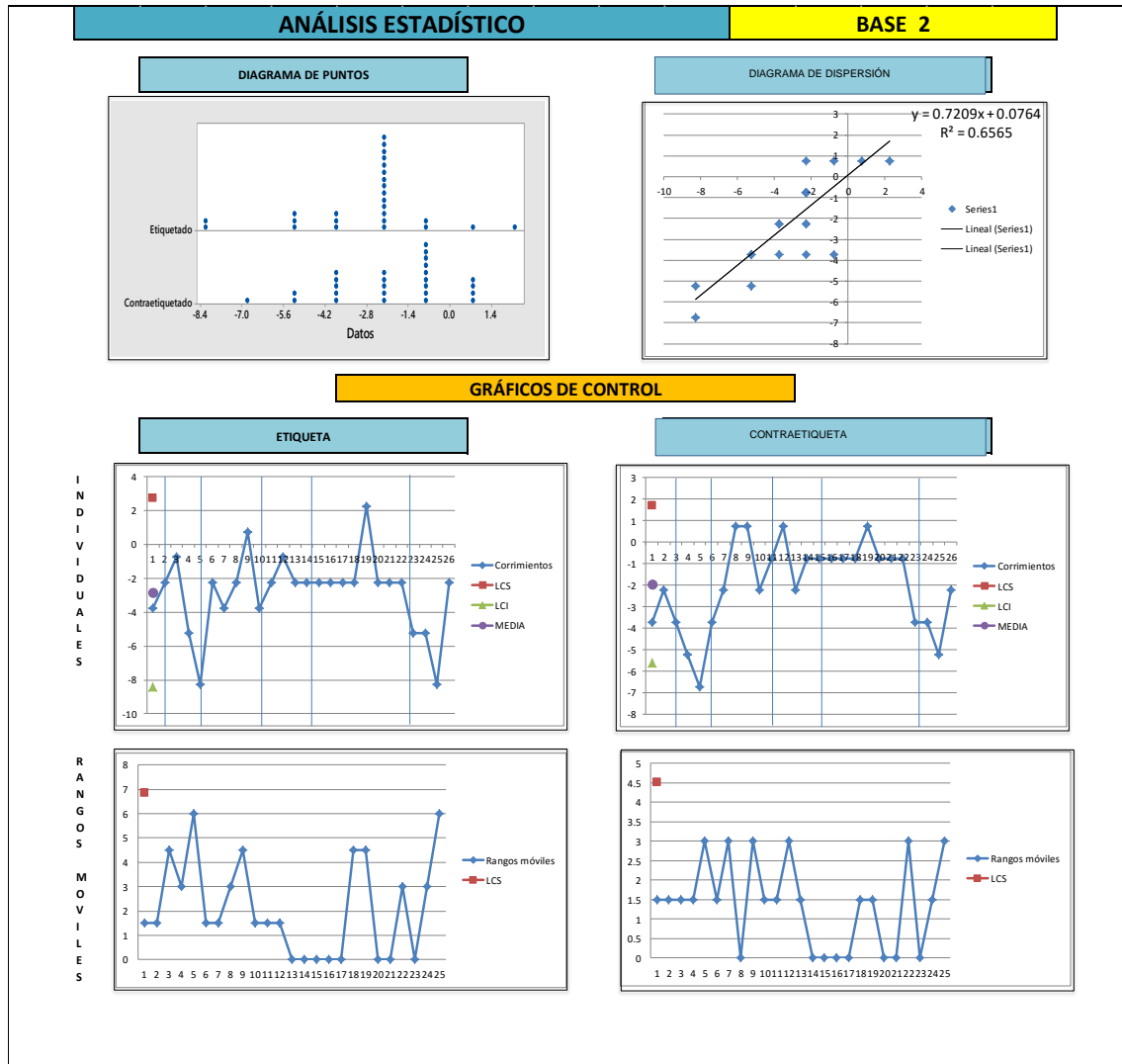
La razón de analizar la recta de regresión en los diagramas de dispersión es para encontrar una posible relación entre la desviación del etiquetado respecto de la desviación del contraetiquetado. Los gráficos de control para individuales permiten obtener de manera gráfica el comportamiento y la estabilidad de cada una de las bases respecto de los límites de control; además de identificar posibles causas especiales de variación.

Apéndice 1.1. Resumen de análisis estadístico de base 1



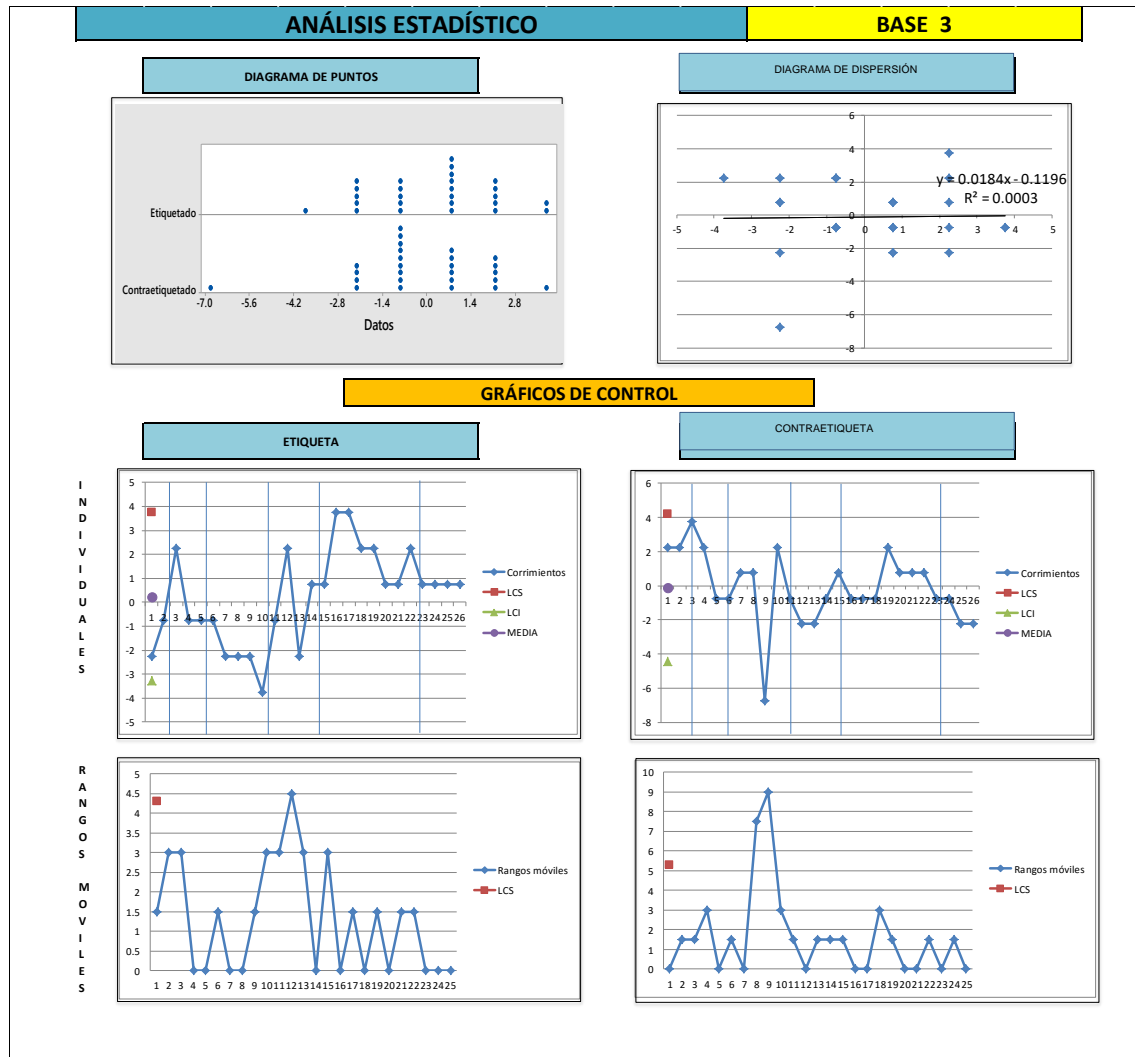
Fuente: elaboración propia, utilizando los programas Excel y Minitab.

Apéndice 1.2. Resumen de análisis estadístico de base 2



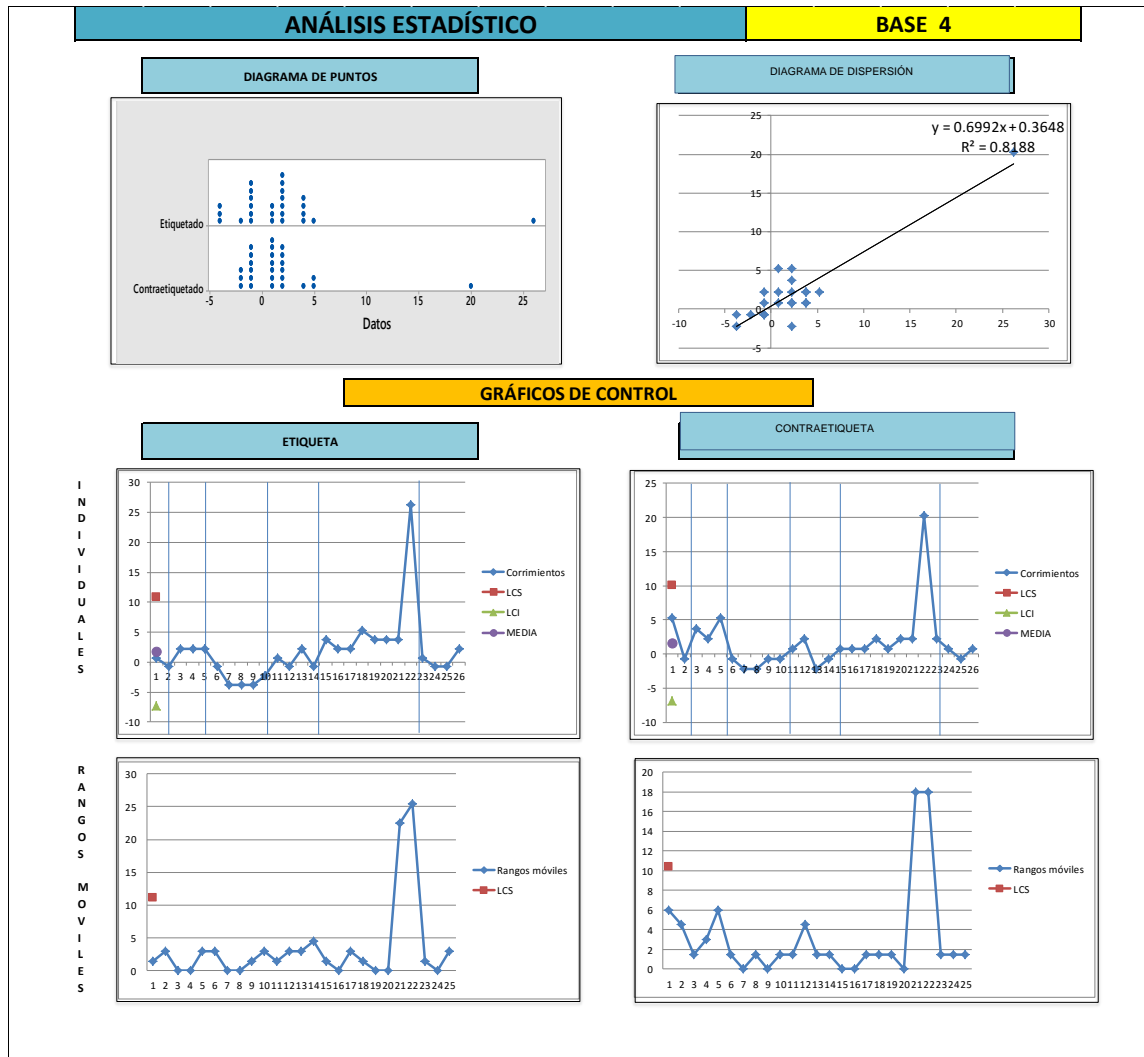
Fuente: elaboración propia, utilizando los programas Excel y Minitab.

Apéndice 1.3. Resumen de análisis estadístico de base 3



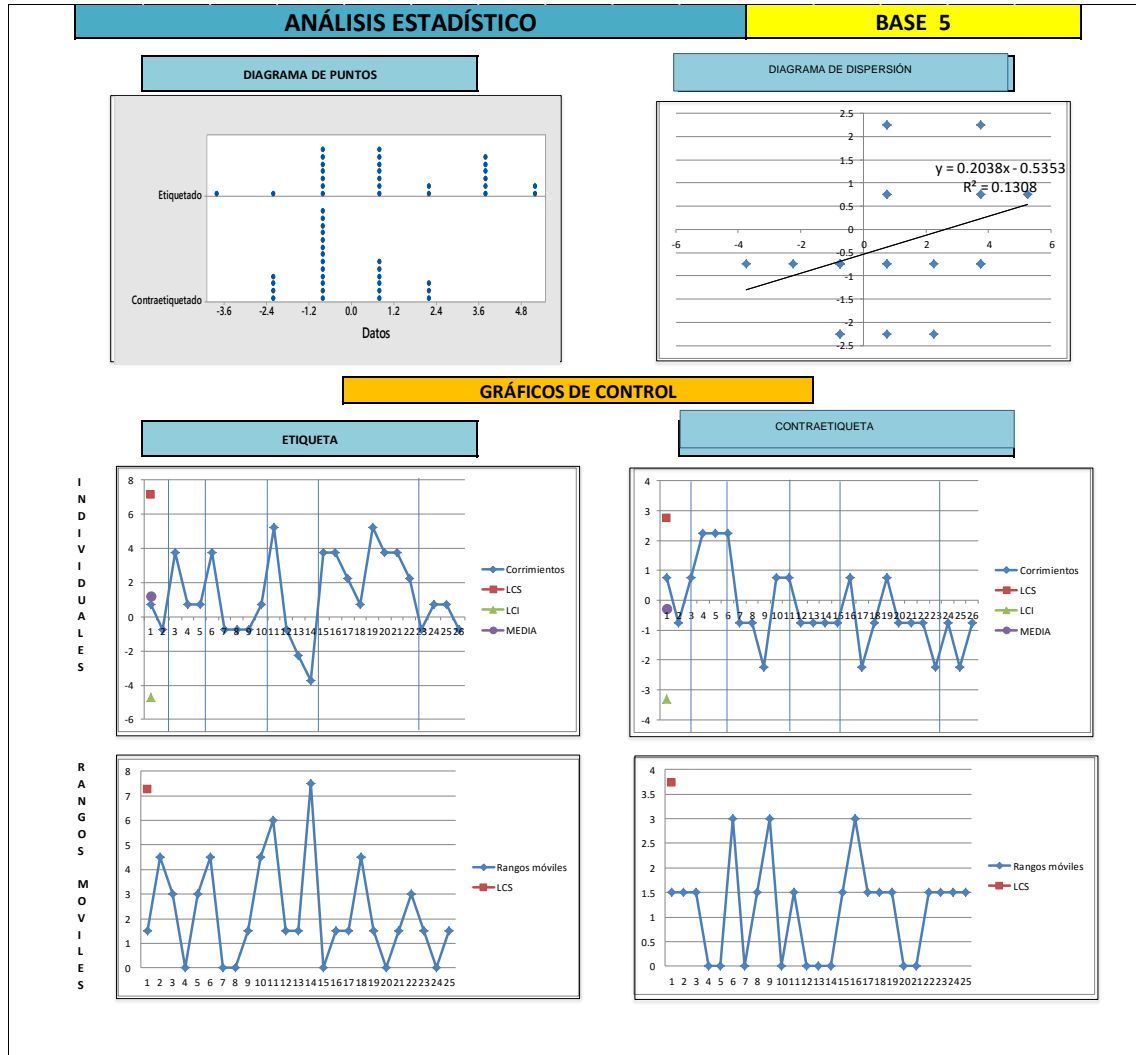
Fuente: elaboración propia, utilizando los programas Excel y Minitab.

Apéndice 1.4. Resumen de análisis estadístico de base 4



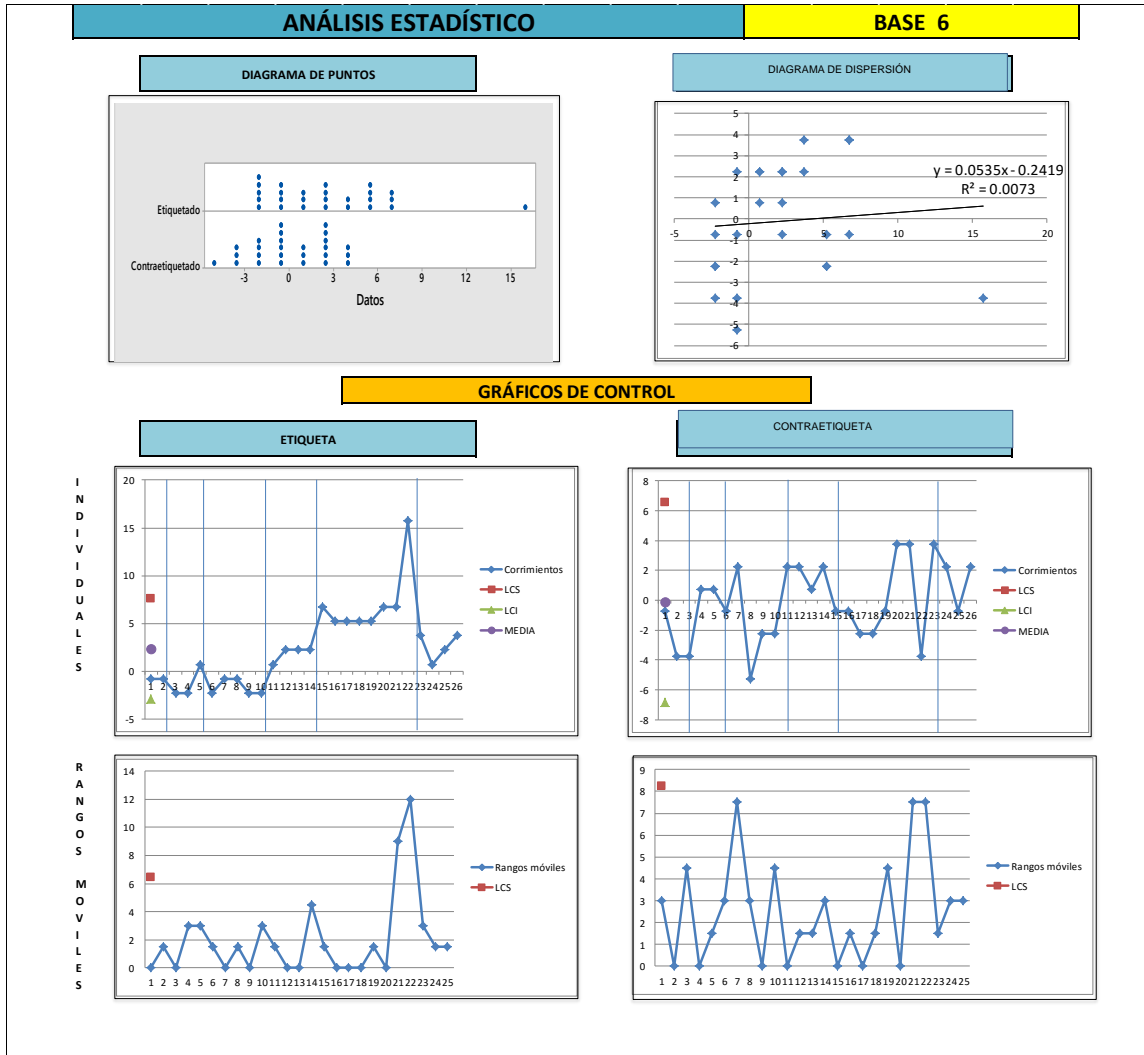
Fuente: elaboración propia, utilizando los programas Excel y Minitab.

Apéndice 1.5. Resumen de análisis estadístico de base 5



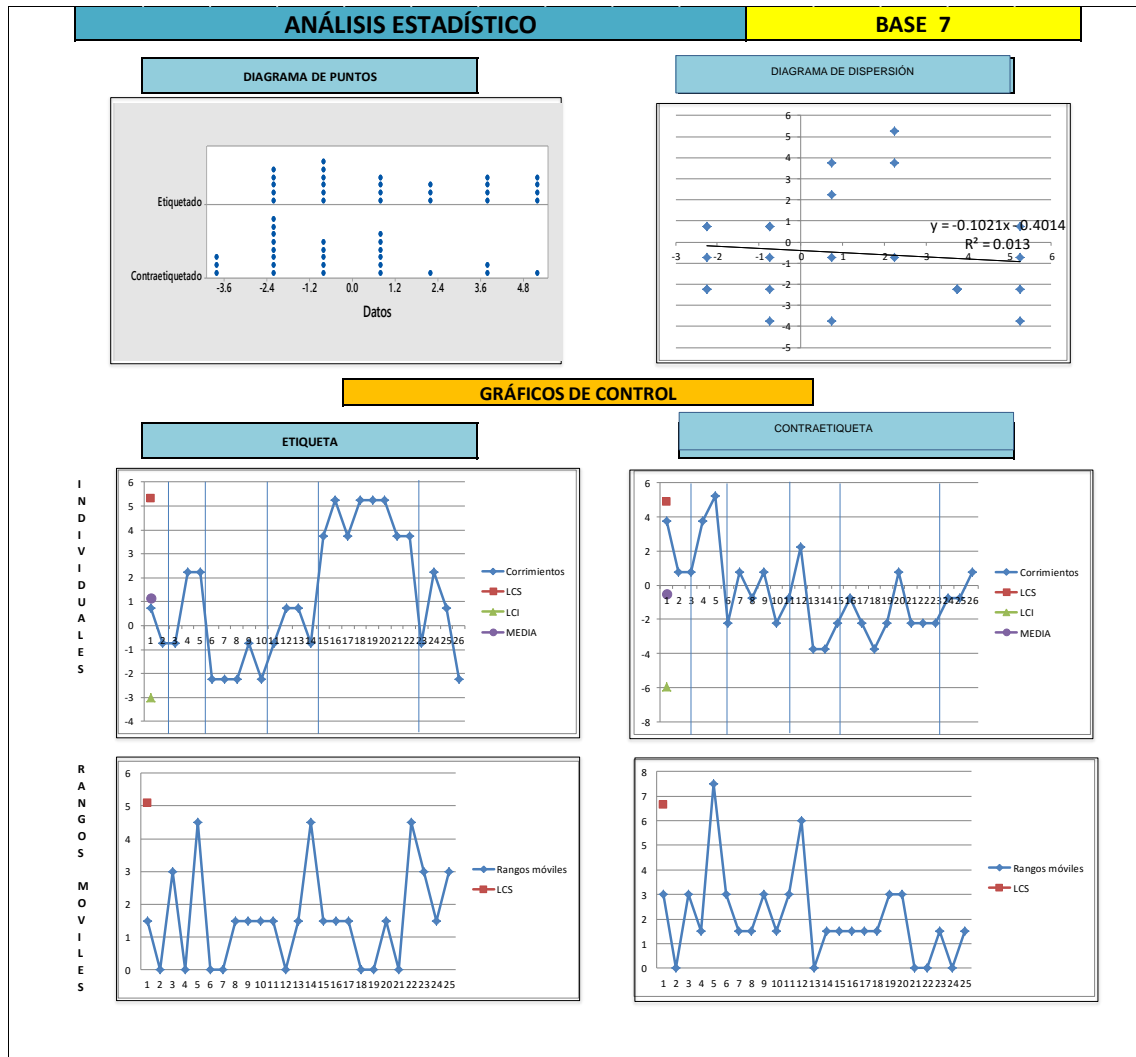
Fuente: elaboración propia, utilizando los programas Excel y Minitab.

Apéndice 1.6. Resumen de análisis estadístico de base 6



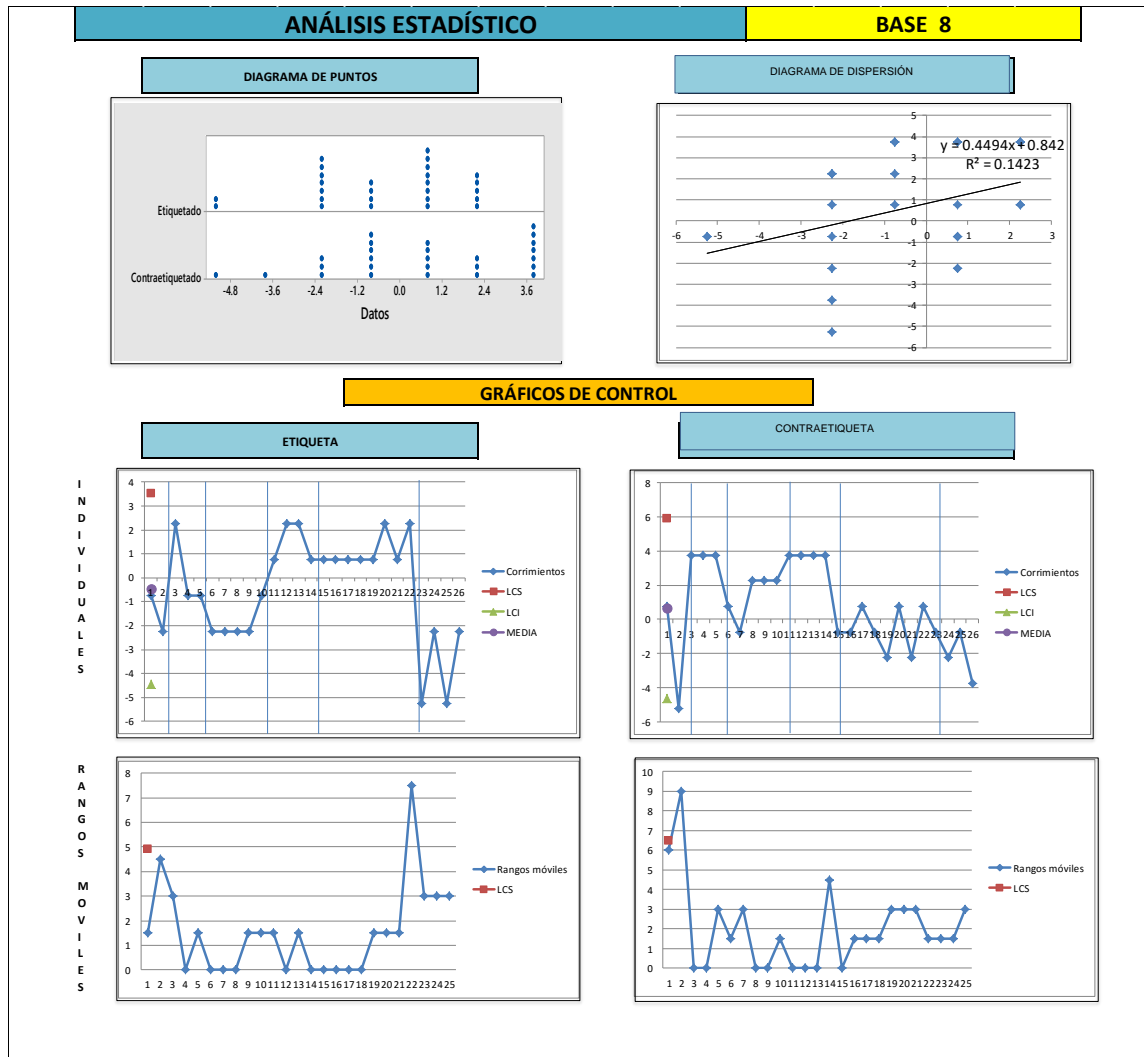
Fuente: elaboración propia, utilizando los programas Excel y Minitab.

Apéndice 1.7. Resumen de análisis estadístico de base 7



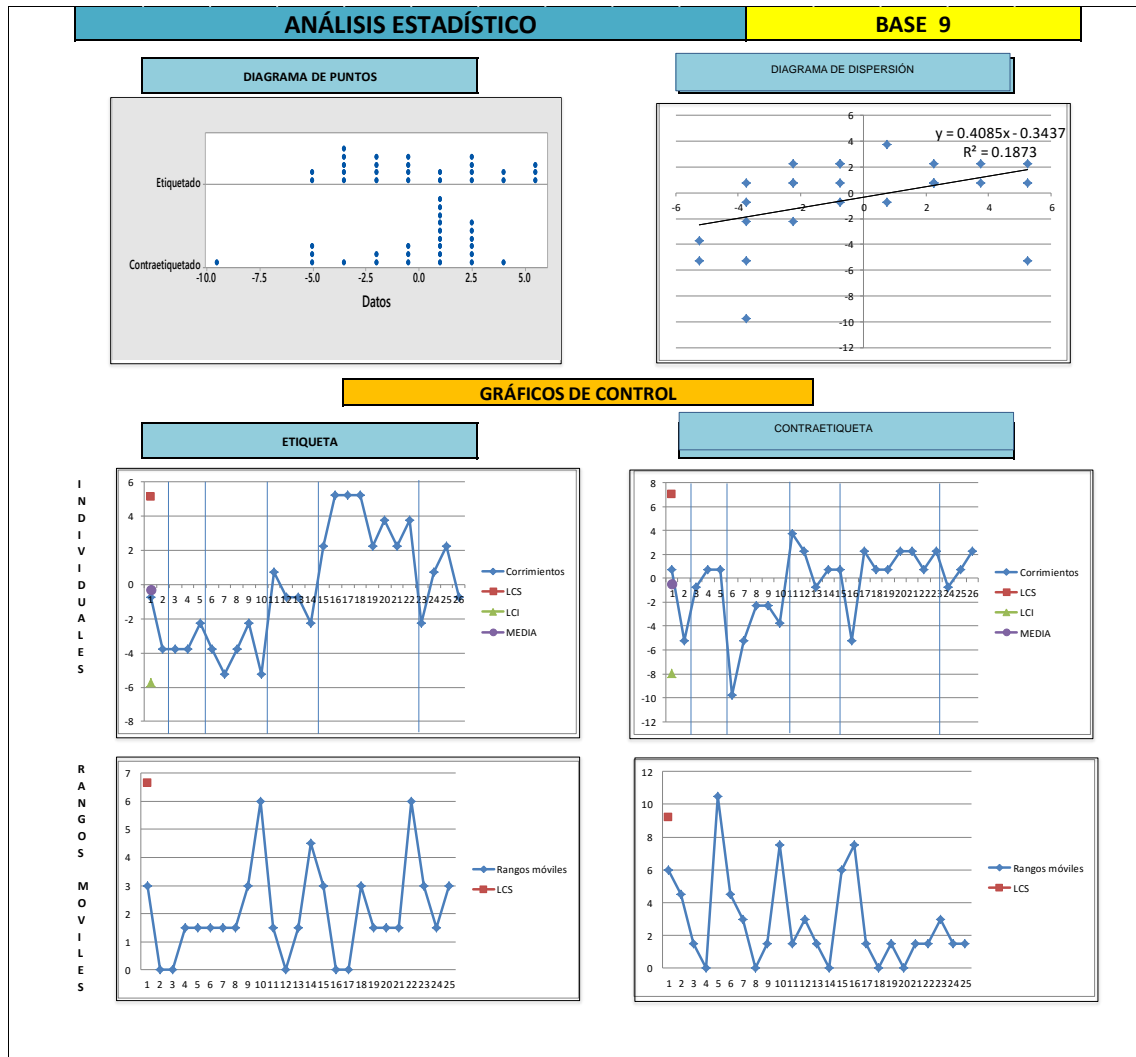
Fuente: elaboración propia, utilizando los programas Excel y Minitab.

Apéndice 1.8. Resumen de análisis estadístico de base 8



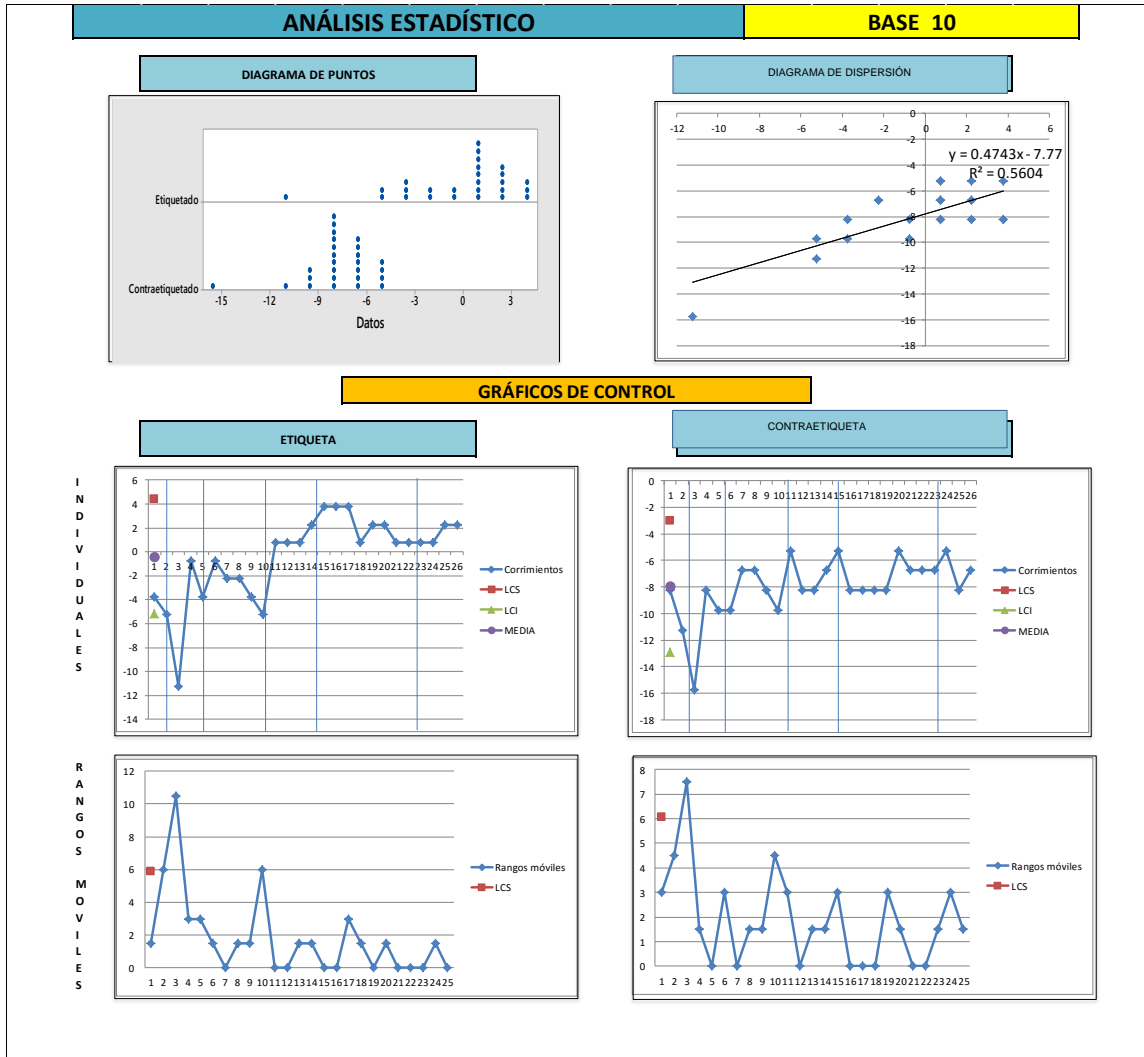
Fuente: elaboración propia, utilizando los programas Excel y Minitab.

Apéndice 1.9. Resumen de análisis estadístico de base 9



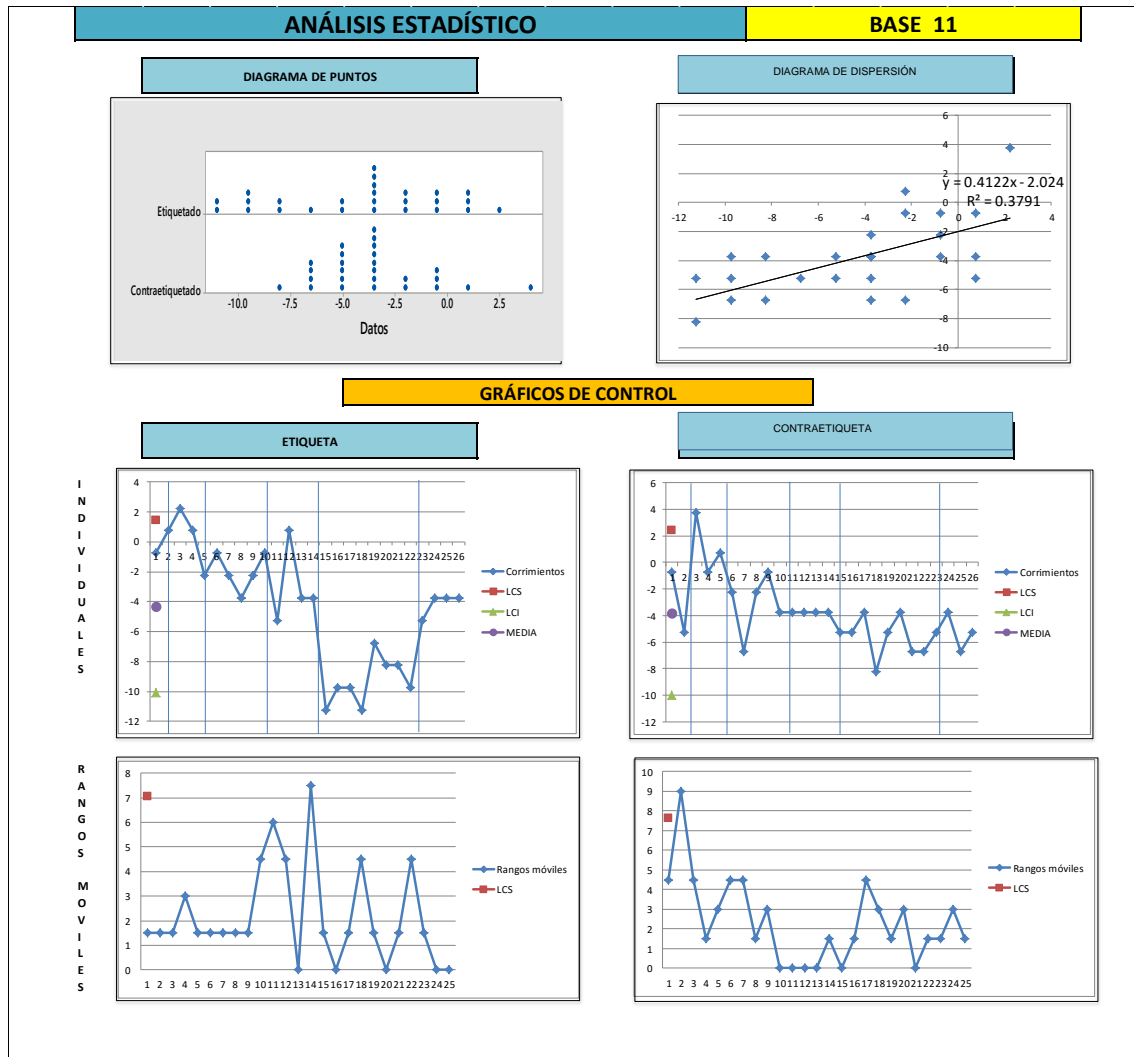
Fuente: elaboración propia, utilizando los programas Excel y Minitab.

Apéndice 1.10. Resumen de análisis estadístico de base 10



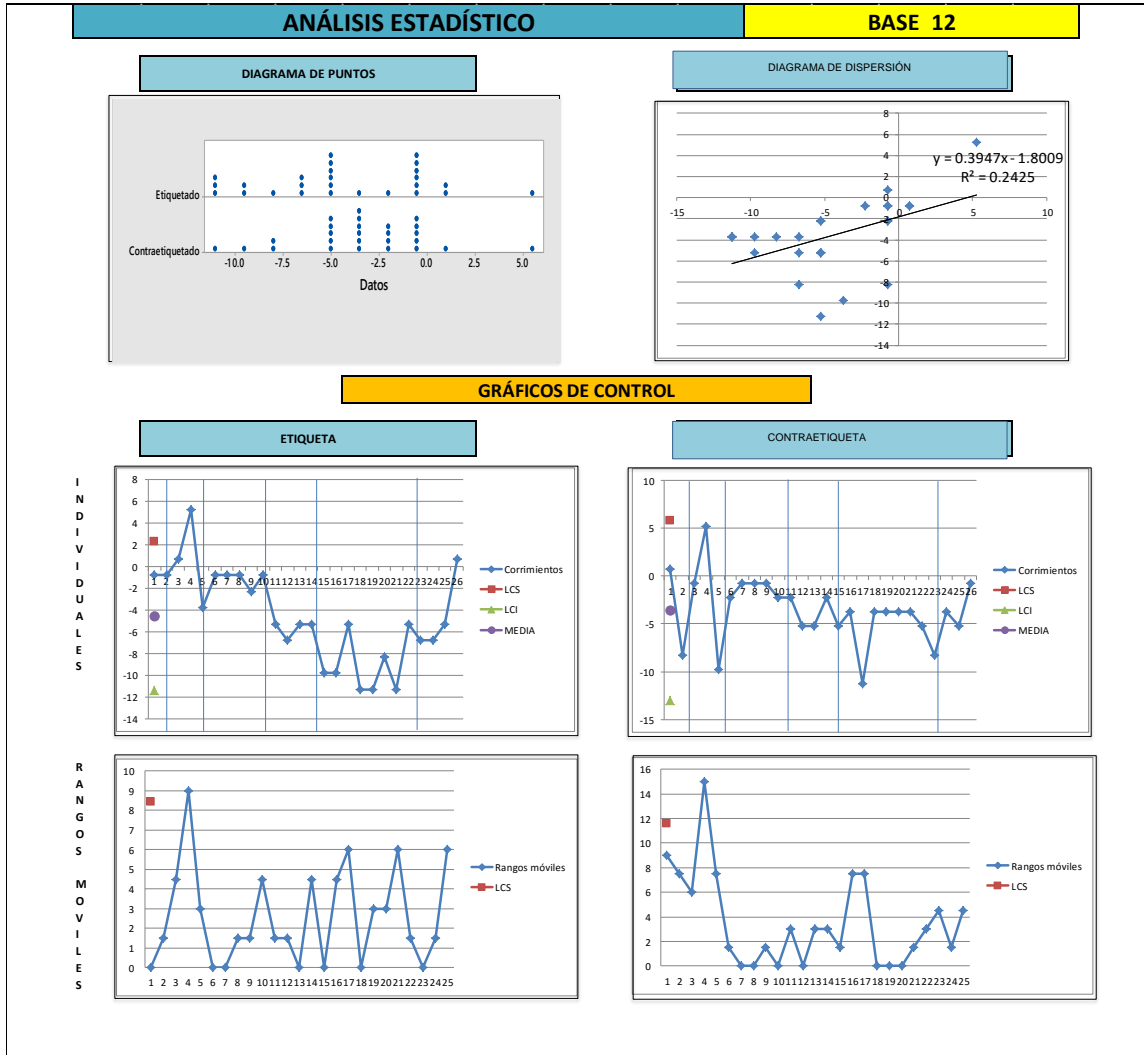
Fuente: elaboración propia, utilizando los programas Excel y Minitab.

Apéndice 1.11. Resumen de análisis estadístico de base 11



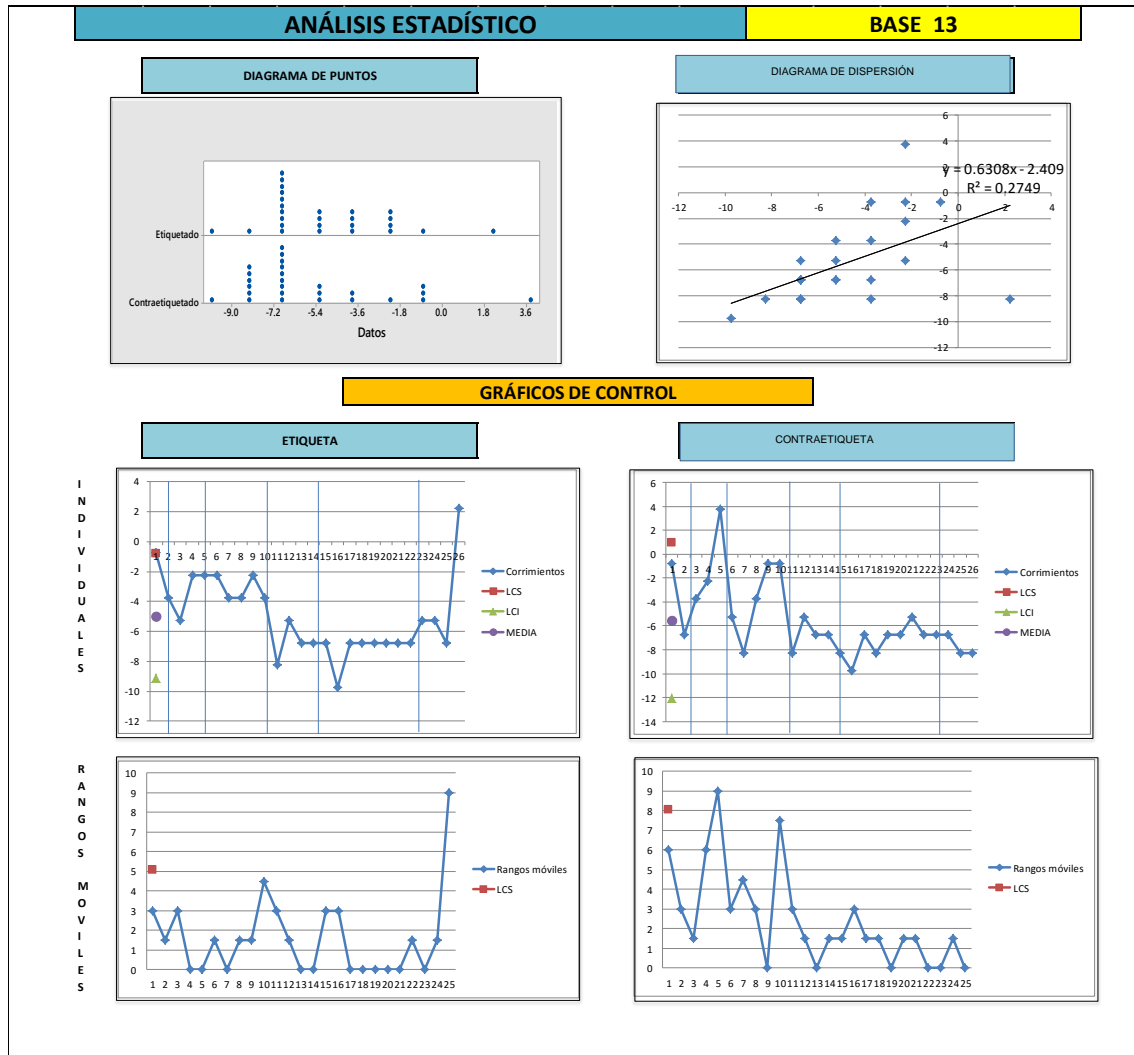
Fuente: elaboración propia, utilizando los programas Excel y Minitab.

Apéndice 1.12. Resumen de análisis estadístico de base 12



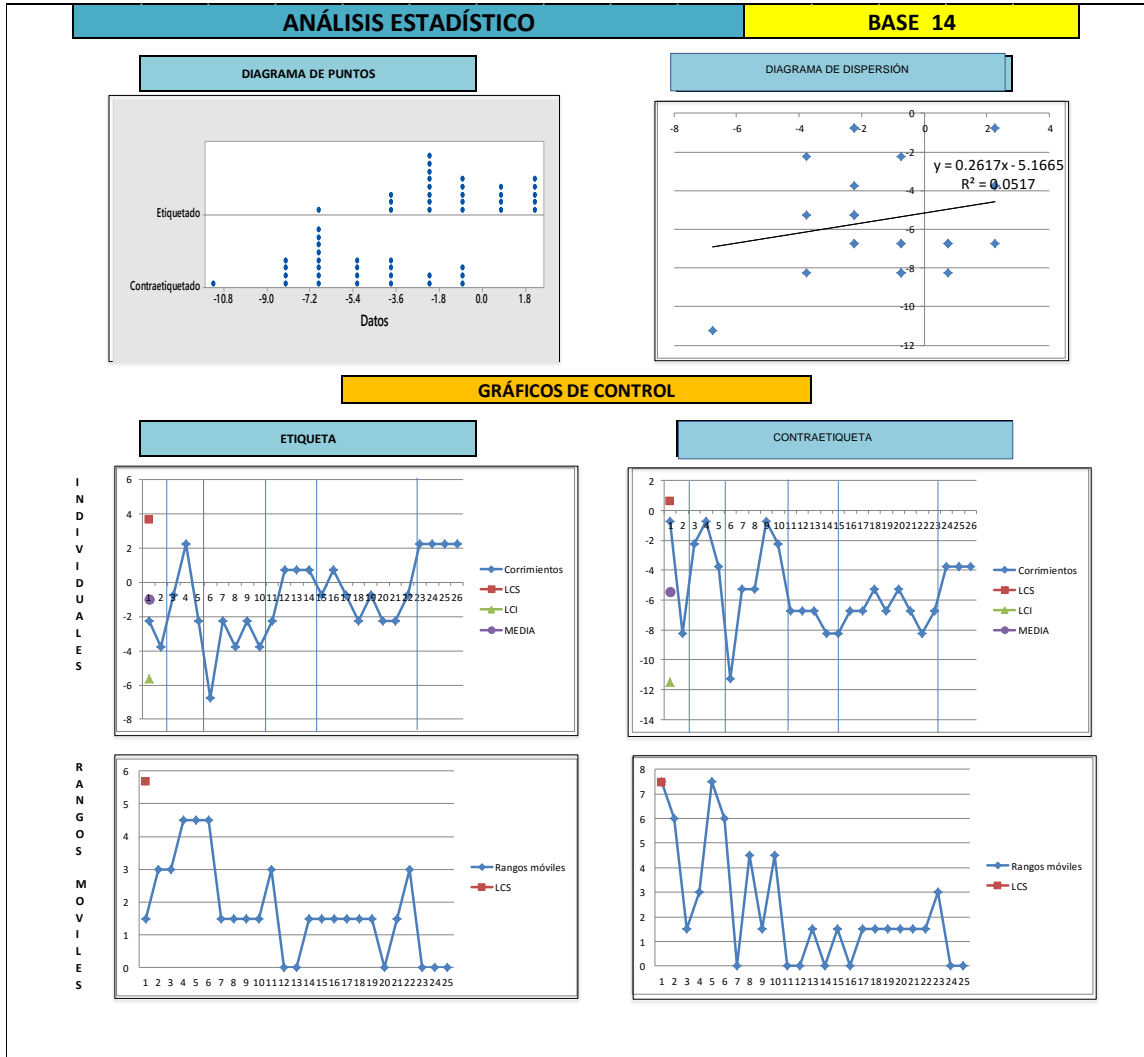
Fuente: elaboración propia, utilizando los programas Excel y Minitab.

Apéndice 1.13. Resumen de análisis estadístico de base 13



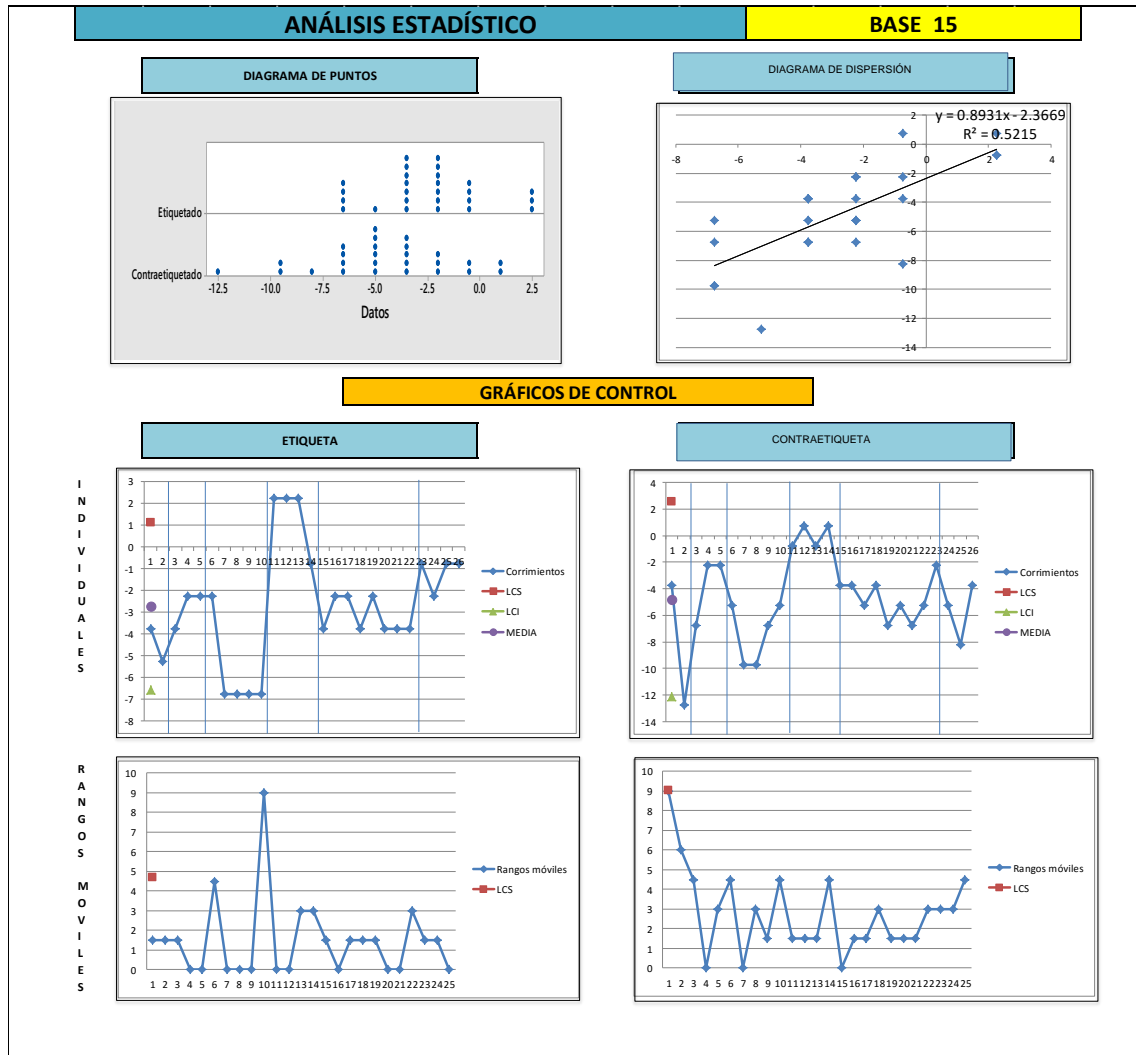
Fuente: elaboración propia, utilizando los programas Excel y Minitab.

Apéndice 1.14. Resumen de análisis estadístico de base 14



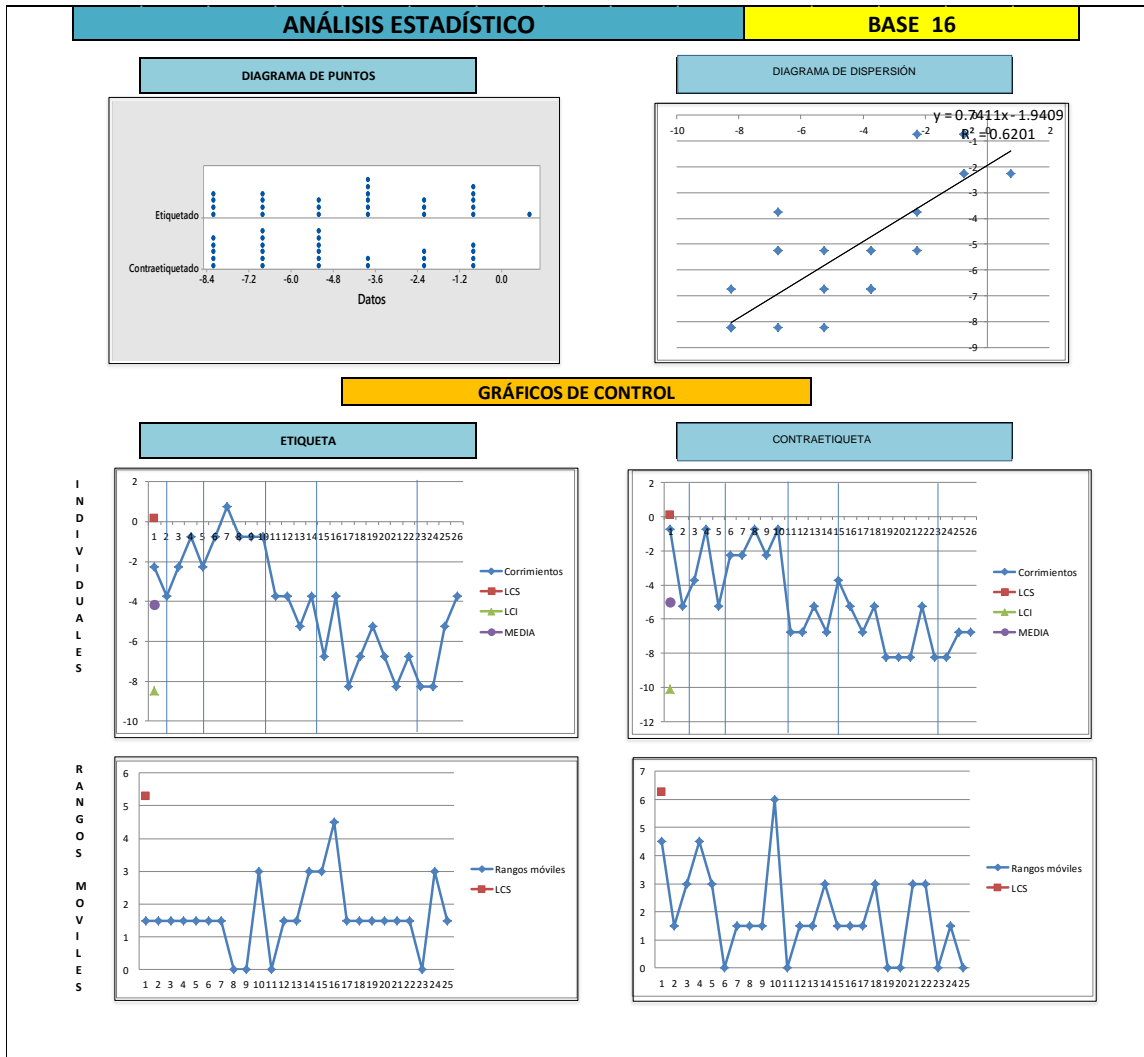
Fuente: elaboración propia, utilizando los programas Excel y Minitab.

Apéndice 1.15. Resumen de análisis estadístico de base 15



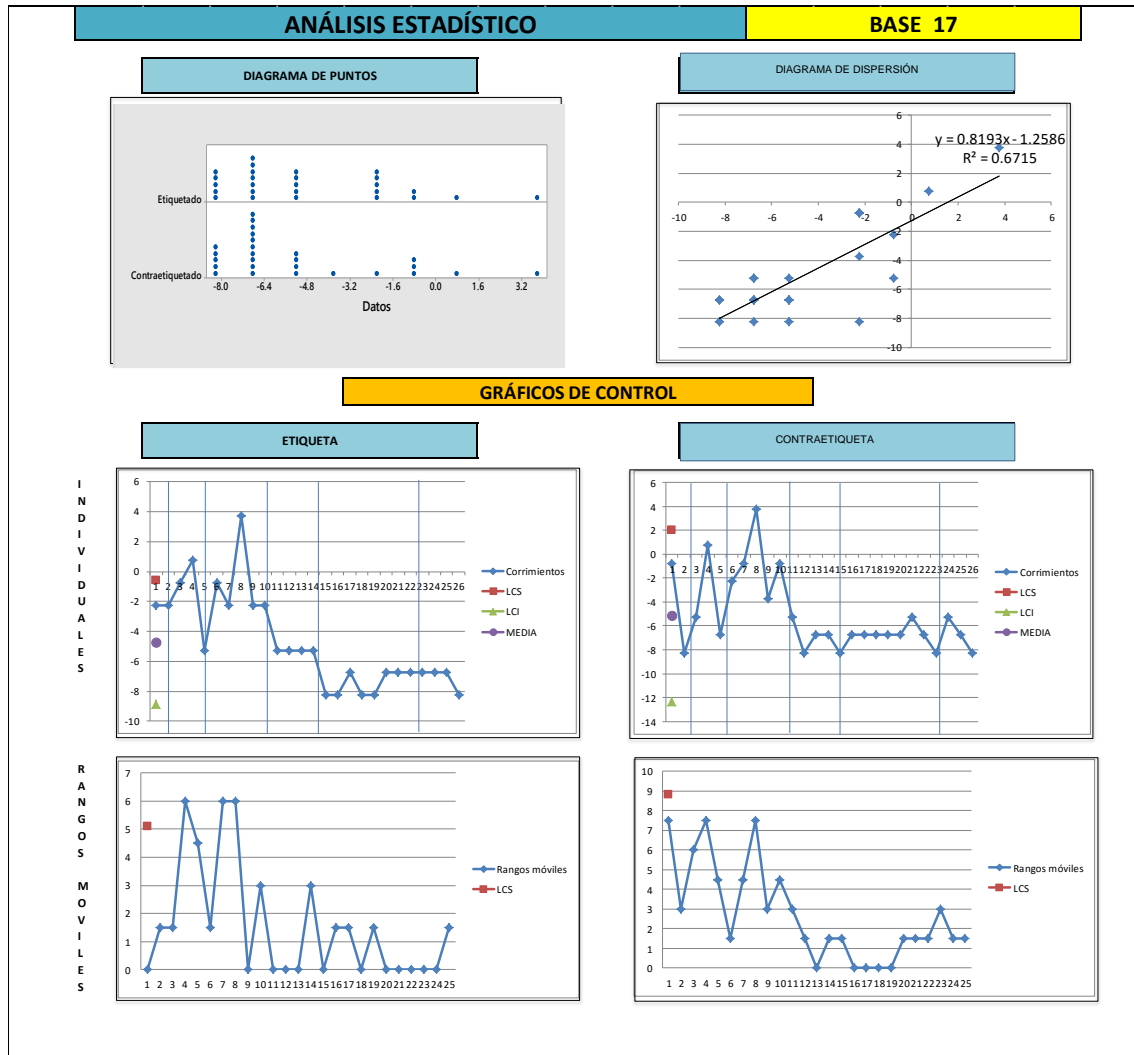
Fuente: elaboración propia, utilizando los programas Excel y Minitab.

Apéndice 1.16. Resumen de análisis estadístico de base 16



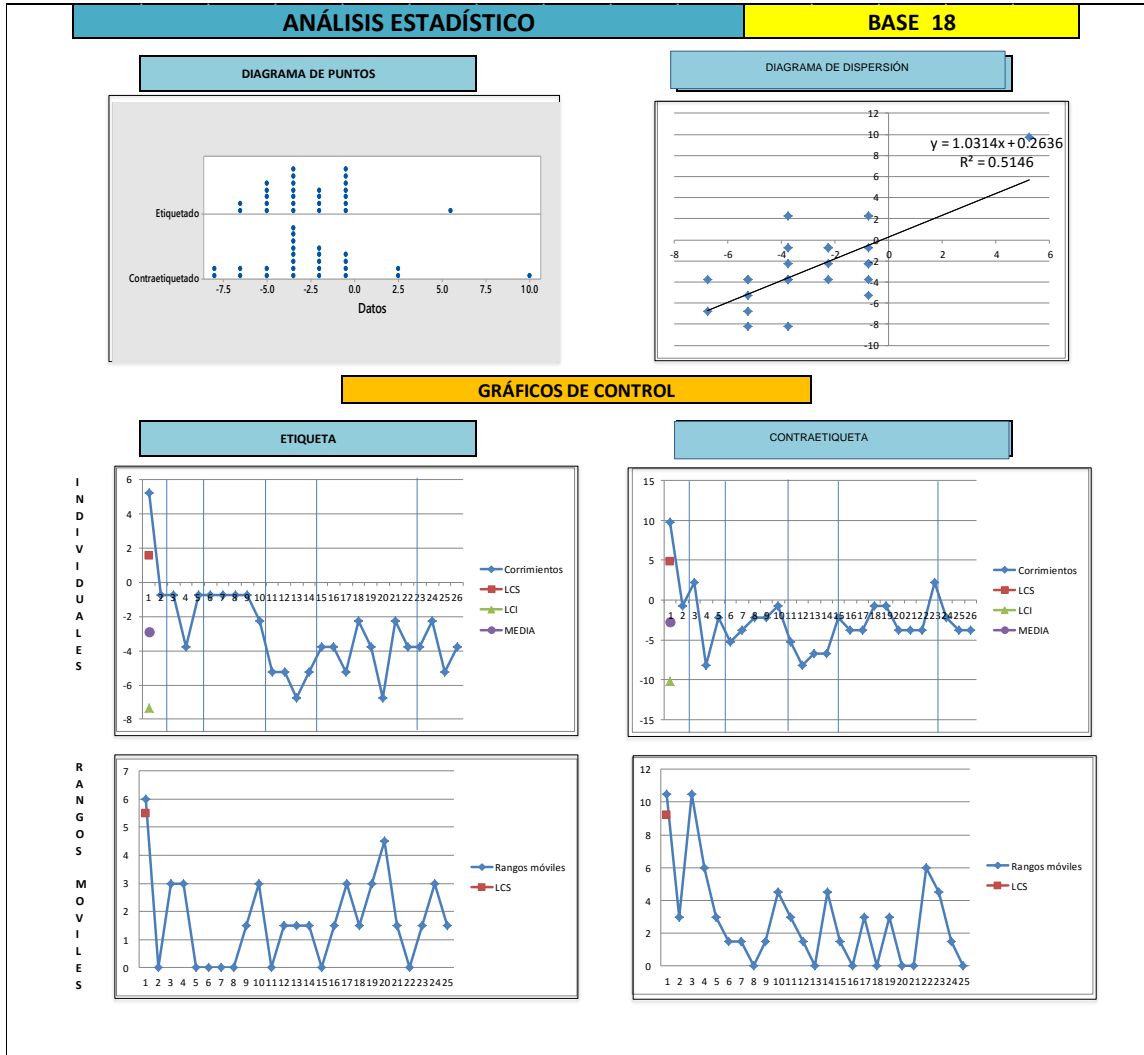
Fuente: elaboración propia, utilizando los programas Excel y Minitab.

Apéndice 1.17. Resumen de análisis estadístico de base 17



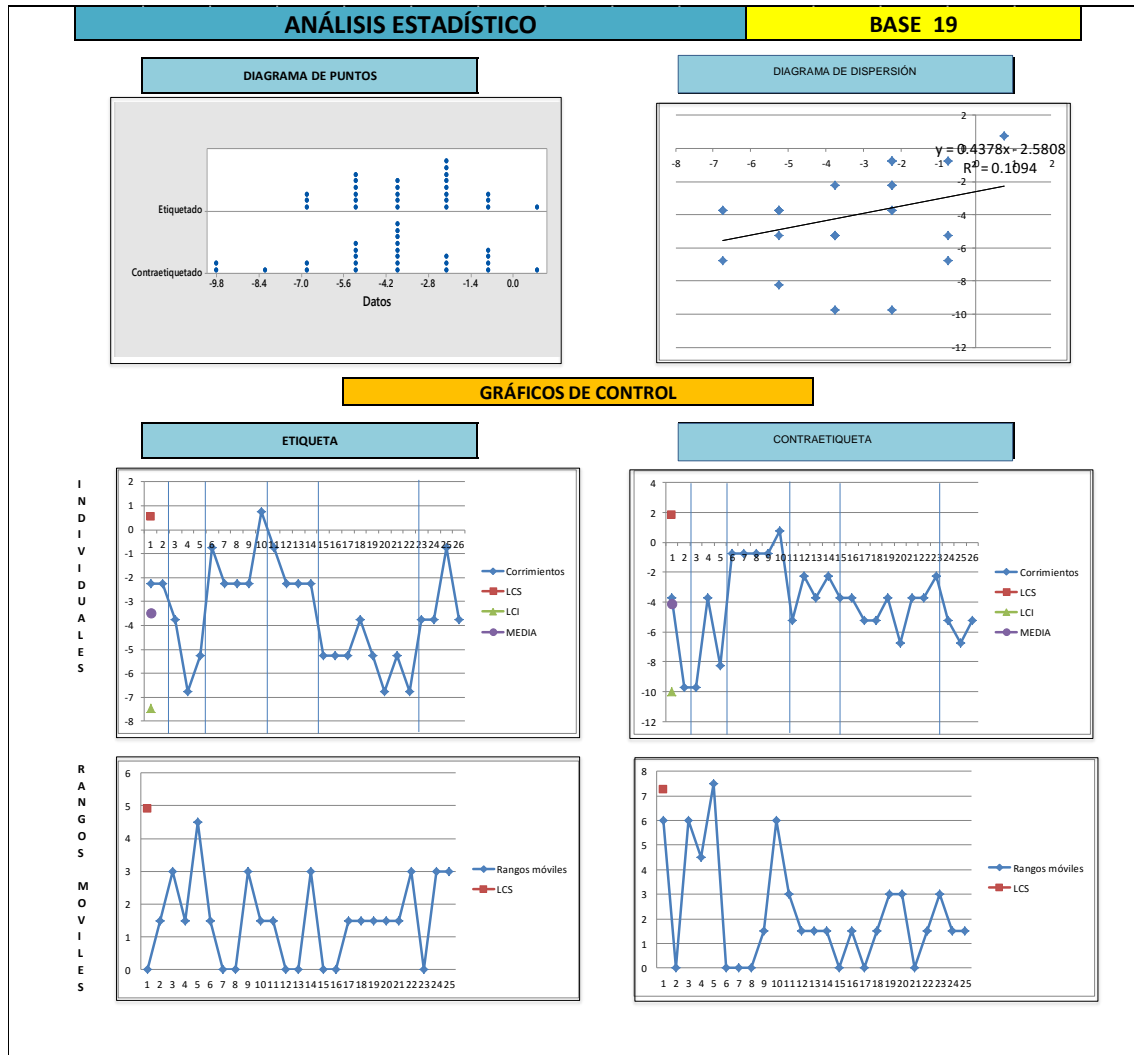
Fuente: elaboración propia, utilizando los programas Excel y Minitab.

Apéndice 1.18. Resumen de análisis estadístico de base 18



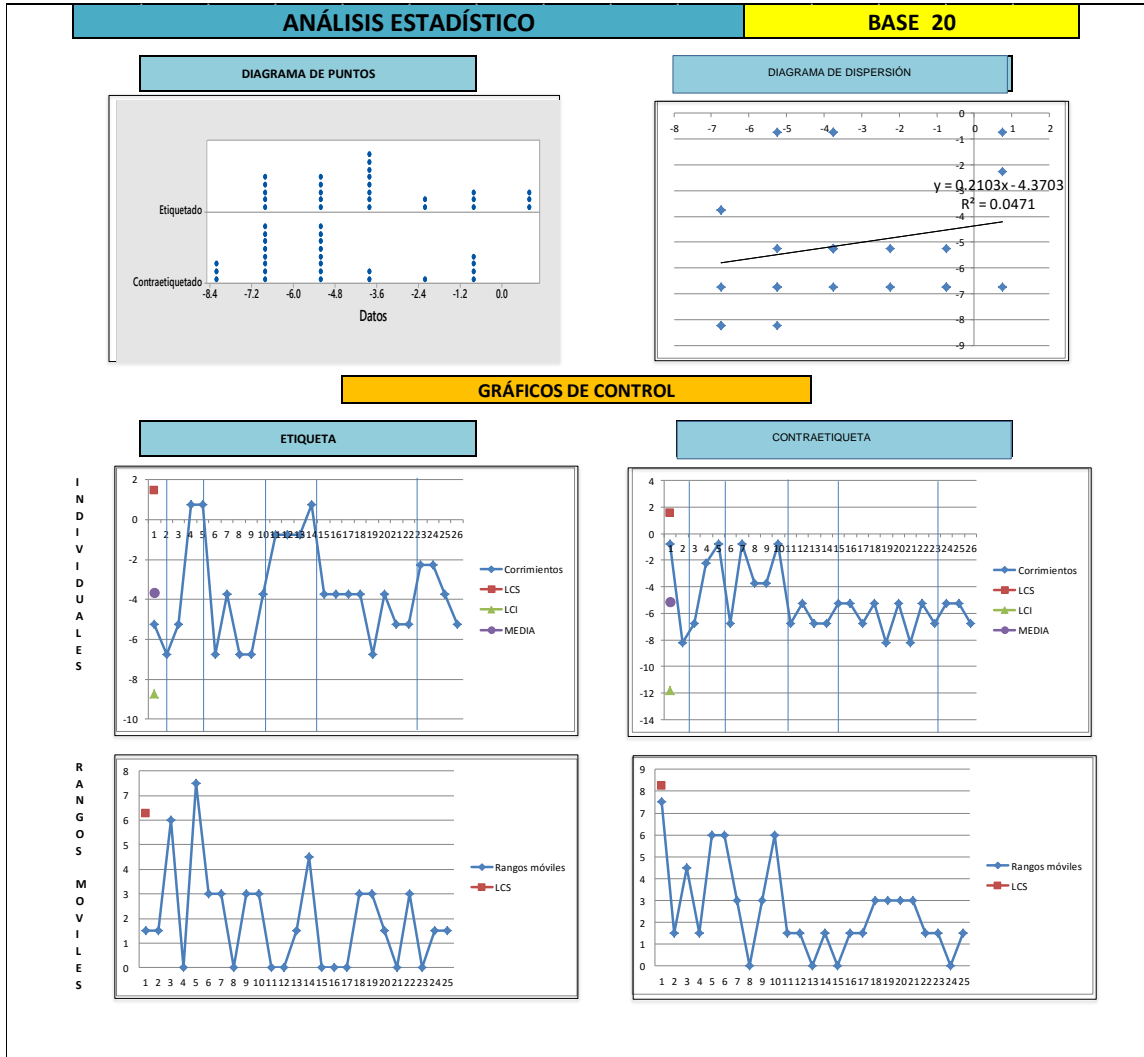
Fuente: elaboración propia, utilizando los programas Excel y Minitab.

Apéndice 1.19. Resumen de análisis estadístico de base 19



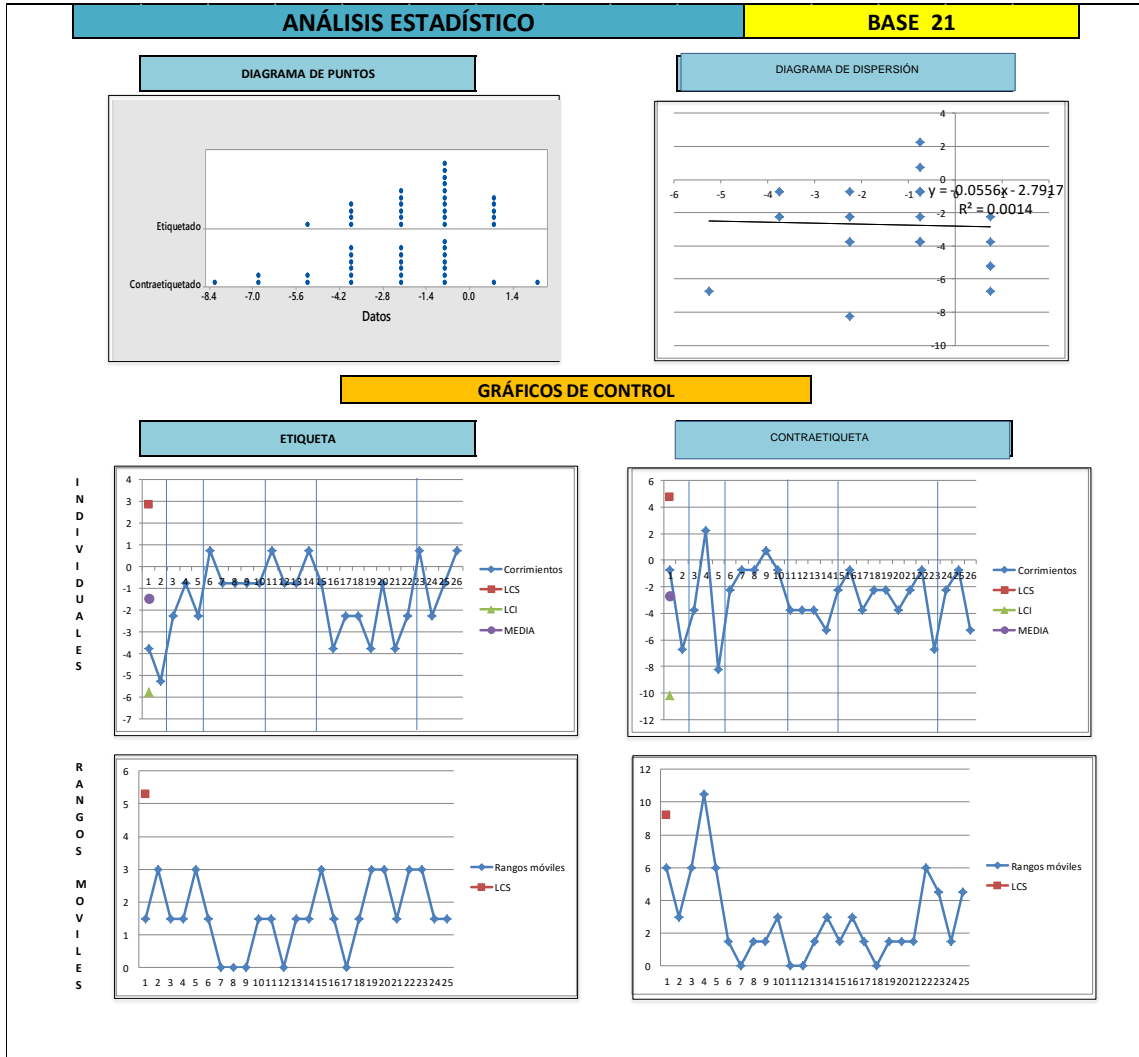
Fuente: elaboración propia, utilizando los programas Excel y Minitab.

Apéndice 1.20. Resumen de análisis estadístico de base 20



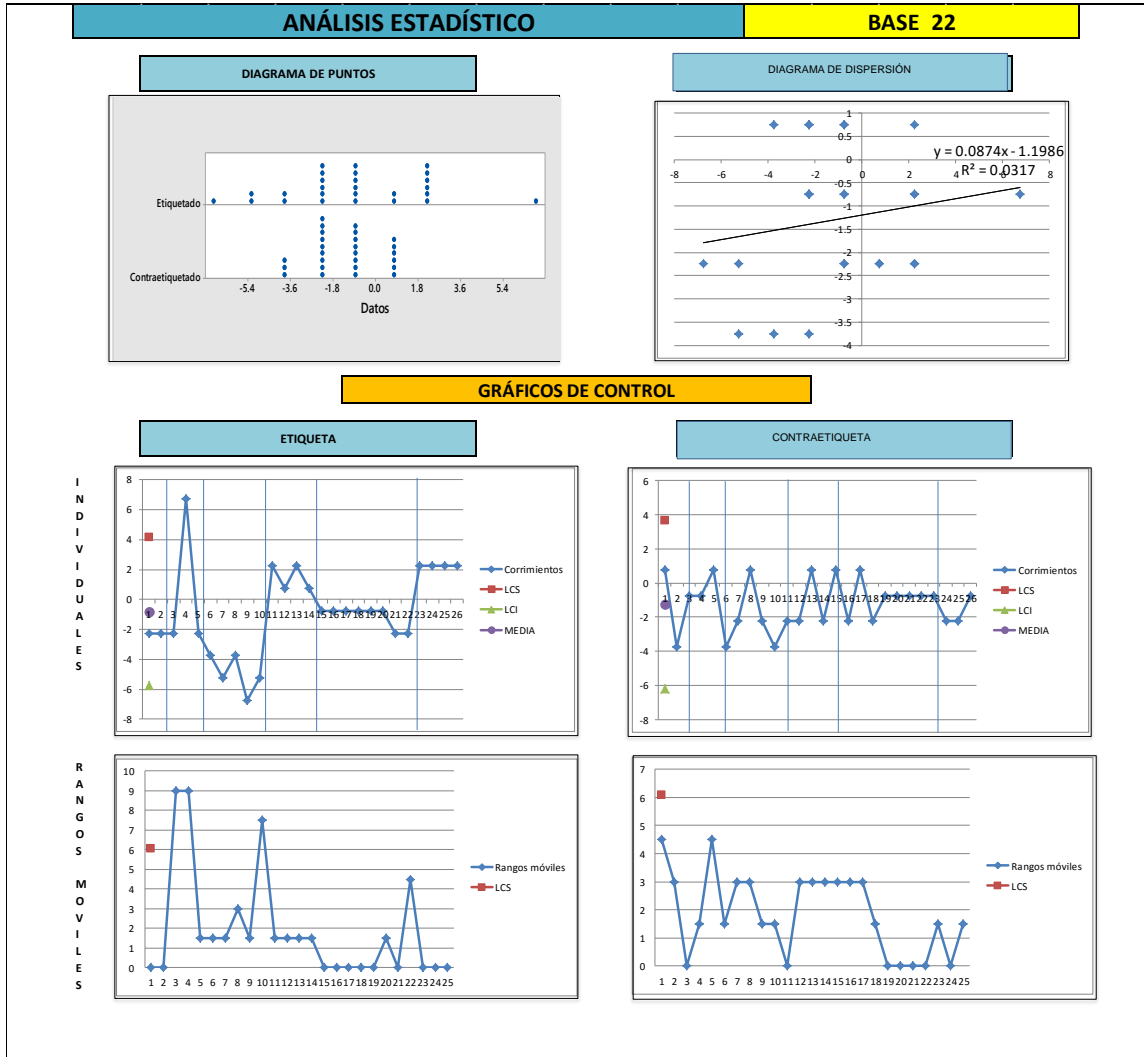
Fuente: elaboración propia, utilizando los programas Excel y Minitab.

Apéndice 1.21. Resumen de análisis estadístico de base 21



Fuente: elaboración propia, utilizando los programas Excel y Minitab.

Apéndice 1.22. Resumen de análisis estadístico de base 22



Fuente: elaboración propia, utilizando los programas Excel y Minitab.

Apéndice 2. **Manuales de procedimientos**

A continuación se muestran los manuales de procedimientos, tanto para los procedimientos de inspección, para los procedimientos de operación y de ajuste de maquinaria, a los que se hace referencia en el inciso 3.10.1.

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE REVISIÓN DE PRODUCTOS (INSPECCIONES DE CALIDAD)

El siguiente manual especifica los procedimientos para realizar el muestreo de las unidades producidas, en su variable de corrimiento horizontal de etiqueta y contraetiqueta.

Método de muestreo a utilizar

El método de muestreo será aleatorio sistemático estratificado. Sistemático, ya que se define su concurrencia a través del tiempo y estratificado por buscar analizar por bases el etiquetado y no como un todo a la máquina etiquetadora.

Procedimiento para realizar el muestreo

1. Dirigirse al costado de la línea de producción, en el área asignada para llevar a cabo el muestreo.
2. Desplegar formularios de ingreso de inspecciones de calidad.

3. Extraer 4 muestras de la base no. 1, extrayendo una botella cada dos vueltas de la máquina etiquetadora.
4. Dirigirse a la mesa de inspecciones, realizar la medición con la regla flexible e ingresar las mediciones de distancia de etiqueta y distancia de contraetiqueta en el formulario desplegado y guardar datos en el formulario.
5. Repetir pasos del 3 al 6 hasta completar las 22 bases.

Consideraciones

1. La cantidad de muestras diarias a tomar deben ser de mínimo 16 por base, queriendo decir esto que se deben completar como mínimo 4 ciclos de medición de datos en el día, haciendo de preferencia uno en el turno de la mañana, uno en el turno de la tarde y dos en el turno de la noche. Pudiendo esto variar si dentro de la planificación se tiene que no habrá producción en los tres turnos, se podrían hacer dos en la mañana y dos en la tarde, o cualquier combinación que permita obtener 16 muestras por base. El horario de la toma de muestras debe ser seleccionado también al azar durante el periodo que cubra el turno.
2. Si el formulario de ingreso de datos, o algún otro componente del sistema de computación no funciona, se deberá llamar inmediatamente al personal de IT para su solución inmediata. Si las labores de inspección se ven comprometidas por la caída del sistema entonces se deberán generar los formularios de forma impresa. Esto con el fin de no entorpecer las labores de inspección.

3. Utilizar la escala más pequeña de medición de la regla flexible, con el fin de garantizar que los datos sean lo más exactos que el instrumento permite.
4. Los datos del producto analizado deberán ser ingresados únicamente al ingresar la primera base, por lo cual se deben verificar antes de ingresarlos al sistema para favorecer la veracidad de la información generada.
5. Cualquier cambio drástico en la distancia de corrimiento generada, será notificada por el sistema o por el analista de calidad y se deberá dar aviso inmediato al jefe de producción, al jefe de calidad y al jefe de mantenimiento para definir la acción correctiva que solucione el problema. Recordando que se debe registrar cualquier cambio en el formulario de registro de cambios.
6. El origen de cualquier cambio drástico debe ser detectado en conjunto con los analistas de calidad.

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE ACTUACIÓN (OPERACIÓN)

El siguiente manual especifica los procedimientos para llevar a cabo una correcta operación de la máquina etiquetadora, indicando la documentación a utilizar y los procedimientos correctos en el área de trabajo.

Procedimientos

Fase de preparación

En la fase de preparación, las variables principales a considerar incluyen los ajustes mecánicos en la máquina etiquetadora, la colocación de los rollos de etiqueta en la máquina etiquetadora y la calibración de las etiquetas y contraetiquetas.

Ajustes iniciales:

Para corroborar la manera de realizar los ajustes iniciales ver “Manual de procedimientos de ajuste de maquinaria” en el inciso de “Ajustes iniciales”.

Colocación de los rollos de etiqueta y contraetiqueta:

1. Dirigirse a un costado de la máquina etiquetadora al iniciar el turno de trabajo.
2. Abrir las puertas de seguridad de la máquina.

3. Proceder a quitar los rollos colocados en el bobinador solamente si son de un diferente producto. Si son del mismo producto, verificar cuántas etiquetas quedan en el rollo y si es una cantidad muy pequeña (menos de 100) proceder a quitarlas, esto considerando que se debe gastar una cantidad considerable en la calibración de la máquina.
4. Colocar los nuevos rollos en el bobinador.
5. Acercar el soporte deslizable radial a la distancia requerida para comenzar la calibración del etiquetado.
6. Repetir los pasos del 2 al 4 para colocar los rollos de contraetiqueta.
7. Cerrar las puertas de seguridad de la máquina.

Calibración de las etiquetas y contraetiquetas:

Para calibrar la posición de las etiquetas y contraetiquetas es necesario hacer unas cuantas corridas de prueba antes de iniciar la operación, para garantizar que las etiquetas sean colocadas donde pertenecen.

1. Esperar a que hayan botellas en proceso, esperando entrar a la etiquetadora para iniciar las pruebas.
2. Presionar el botón de arranque y dejar correr 3 botellas.
3. Verificar el estado del corrimiento de la etiqueta y contraetiqueta con ayuda del inspector de calidad, la regla debe ser utilizada para corroborar dichas mediciones.

- a. Si está conforme a las especificaciones proceder a dejar media corrida (11 botellas) y verificar el estado de estas. Si cumplen todas ellas se procede a iniciar la producción.
- b. Si no están conforme todas las botellas, reajustar ya sea el rollo de etiqueta, el de contraetiqueta o ambos; reajustar la numeración electrónica, y repetir el procedimiento desde el paso 2 y esperar a que todas cumplan. Las botellas con etiquetas no conformes deberán ser colocadas a un lado de la línea, donde deberá quitárseles las etiquetas y ser reprocesadas; esto con el objetivo de no incurrir en desperdicios.

Fase de operación

En la fase de operación, se identificaron procedimientos recurrentes que se deben realizar al momento de llevarse a cabo la corrida de producción. Estos son el cambio de los rollos, ya sea de etiqueta o contraetiqueta y el aumento o disminución de velocidad de la etiquetadora si se requiere.

Cambio de rollos de las etiquetas y contraetiquetas:

1. Detectar, si el rollo de etiqueta ha llegado a tener un grosor de medio centímetro (medido desde el diámetro interior hacia el diámetro exterior) se debe parar la máquina abriendo la puerta de seguridad.
2. Alejar el soporte deslizante radial y quitar el rollo de etiqueta o contraetiqueta.

3. Proceder a colocar los nuevos rollos en el bobinador, siguiendo la misma secuencia de pasos indicados en el paso 4 de “Colocación de rollos de etiqueta y contraetiqueta” y seguir todos los pasos de “Calibración de las etiquetas y contraetiquetas”.

Consideraciones

1. El inspector, conjuntamente con el operador de etiquetadora y el asistente de etiquetadora, deben asumir un rol proactivo de detección de errores durante la operación.
2. Al tener algún fallo en el equipo mecánico, debe contactarse inmediatamente al jefe de producción, al jefe de mantenimiento y al jefe de calidad para que se llegue a un consenso y el jefe de mantenimiento junto con su equipo de trabajo defina la mejor manera de proceder para solucionar el problema.
3. El equipo no puede ser reajustado de forma reactiva en ningún momento. La necesidad de una corrección se identificará mediante el debido seguimiento de los inspectores de calidad, los analistas de calidad y si éstos no lo detectan pero es muy evidente, el personal de operación de la máquina etiquetadora debe asumir la responsabilidad de comunicar cualquier fallo o defecto en el producto, con el fin de generar las acciones correctivas pertinentes.
4. El formulario de documentación de cambios es responsabilidad de todos, pero principalmente del personal operativo y del jefe de producción debido

al conocimiento que tienen de cualquier cambio que se realice al proceso productivo.

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE AJUSTE DE MAQUINARIA

El presente manual informa, el procedimiento a seguir al requerirse realizar cualquier ajuste de la maquinaria, clasificándose en ajustes de tipo preventivo y de tipo correctivo.

Descripción general

Label Machine es una máquina etiquetadora rotativa automática para la aplicación de etiquetas autoadhesivas (sensibles a presión) en recipientes cilíndricos o de formas de vidrio, plástico o metal.

Procedimientos

Ajustes preventivos:

Son aquellos que clasifican las operaciones que no inciden en el flujo normal de la operación. Su objetivo principal es la prevención de fallas durante la operación.

Los ajustes preventivos a tomar en cuenta en la configuración de *label machine* se encuentran:

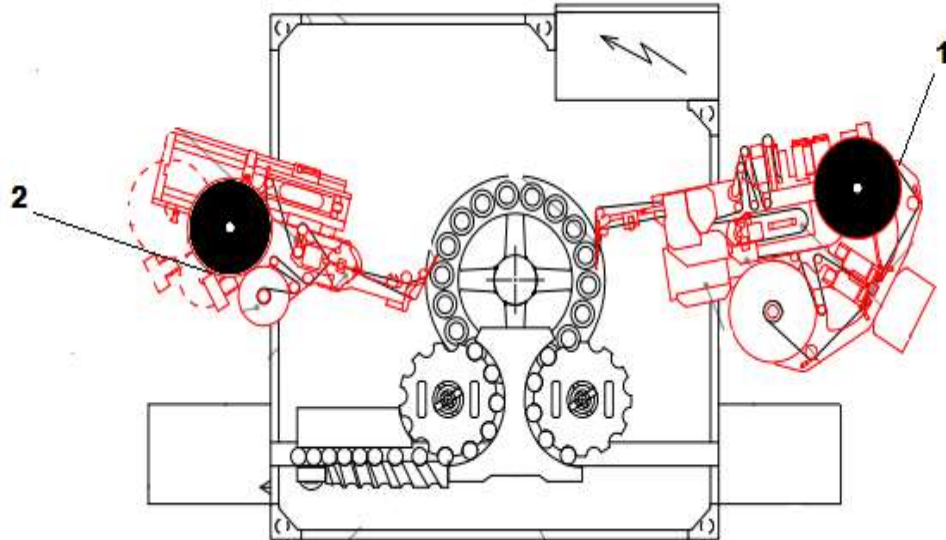
- Para configuración en línea, la máquina puede instalarse en paralelo o en otra posición: con el objetivo de definir la orientación de los cabezales y sujeciones con base en la distribución de la máquina según su forma de operación.
- Instalación de parámetros operativos de control de la unidad etiquetadora según demanda: con el objetivo de establecer el número de envases a etiquetar según la demanda programada en la línea de operación.
- Instalación de configuraciones (dependiendo del espacio disponible): con el objetivo de determinar la relación entre espacio y las dimensiones del envase a etiquetar.

Ajustes correctivos:

Los ajustes correctivos constituyen aquellos procedimientos a seguir cuando se detectan defectos atribuibles a la maquinaria, sobre la marcha de la operación.

1. Ajuste de grupo adhesivo con junción automática (tolerancia máxima de 150 m/s)
2. Ajuste de grupo adhesivo estándar (tolerancia máxima de 120 m/s).

Ajuste correctivo



3. Ajuste de diámetro de recipiente en mm según número de cabezales y modelo de *label machine*

Modelo	Cabezales	Ajuste de diámetro de recipiente (mm)
LM 100	4-8	40-110
LM 200	6-18	40-120
LM 300	12-24	40-120
LM 400	15-33	40-120
LM 500	30-51	40-120

4. Ajuste de longitud de etiqueta en mm según número de cabezales y modelo de *label machine*

Modelo	Cabezales	Ajuste de longitud de etiqueta (mm)
LM 100	4-8	20-200
LM 200	6-18	20-200
LM 300	12-24	20-200
LM 400	15-33	20-200
LM 500	30-51	20-200

5. Ajuste de velocidad máxima en cph según número de cabezales y modelo de *label machine*

Modelo	Cabezales	V máx (cph)
LM 100	4-8	8 000
LM 200	6-18	33 000
LM 300	12-24	33 000
LM 400	15-33	49 000
LM 500	30-51	60 000

Consideraciones

1. Todo reajuste o cambio a la maquinaria debe ser notificado al sistema de información mediante el formulario de documentación de cambios, indicando de manera detallada la descripción de los cambios realizados, esto con el fin de detectar y analizar su funcionamiento mediante el análisis respectivo de los analistas de calidad.
2. La falta de disponibilidad de los componentes o de insumos necesarios debe ser comunicada al jefe de mantenimiento para el traslado del requerimiento de compra al departamento financiero.
3. Los ajustes preventivos deben llevarse a cabo mediante la debida planificación y siempre antes de comenzar con el proceso productivo del producto requerido.

Fuente: elaboración propia.