



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

**ÁREA
SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTIÓN
CALIDAD**

**TEMA
“PROPUESTA DE MEJORA EN LA EJECUCIÓN DE
PRUEBAS DE CALIDAD EN EL ÁREA DE SELECCIÓN
EN UNA FÁBRICA DE ENVASES DE VIDRIO”**

**AUTOR
BLANC PONCE ISIDRO LENIN**

**DIRECTOR DEL TRABAJO
ING. IND. SANTOS MÉNDEZ MARCOS MANUEL, MGS.**

GUAYAQUIL, JUNIO 2020



ANEXO XI.- FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA: INGENIERÍA INDUSTRIAL MODALIDAD ANUAL

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN			
TÍTULO Y SUBTÍTULO:		“PROPUESTA DE MEJORA EN LA EJECUCIÓN DE PRUEBAS DE CALIDAD EN EL ÁREA DE SELECCIÓN EN UNA FÁBRICA DE ENVASES DE VIDRIO”	
AUTOR(ES) (apellidos/nombres):		BLANC PONCE ISIDRO LENIN	
REVISOR(ES)/TUTOR(ES) (APELLIDOS/NOMBRES):		ING. IND. SANTOS MÉNDEZ MARCOS MANUEL, MSG.	
INSTITUCIÓN:		UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL	
UNIDAD/FACULTAD:		INGENIERÍA INDUSTRIAL	
MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:			
GRADO OBTENIDO:		INGENIERO INDUSTRIAL	
FECHA DE PUBLICACIÓN:		JUNIO/2020	No. DE PÁGINAS: 69
ÁREAS TEMÁTICAS:		SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTIÓN DE LA CALIDAD	
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:		MEJORA CONTINUA, SIX SIGMA, TIEMPOS IMPRODUCTIVOS, CALIDAD.	
RESUMEN/ABSTRACT: Trabajo investigativo con la necesidad de optimizar recursos en la ejecución de pruebas de calidad en el área de Selección en una fábrica de envases de vidrio con la reducción de tiempos improductivos, debido a constantes atrasos y demoras en la entrega de datos estadísticos para la toma de decisiones y control oportuno del proceso. Se propone un plan de mejora continua en la calidad con modelo six sigma enfocado a el ajuste de las gráficas de resultado mediante análisis con herramienta estadística Minitab en el estudio de tiempos de trabajo de la situación actual, estableciendo readecuación de pruebas, rediseño de equipos de medición y comprobación, implantación de software ágil en la obtención de resultados, fortaleciendo conocimiento del recurso humano con capacitaciones permanentes, razones por las cuales se pretende demostrar un ahorro sustentable inicial del 22,42% del tiempo total de ciclo de las pruebas actuales elevando la eficiencia y control.			
ADJUNTO PDF:		SI	NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:		Teléfono: 0990875867 04-2-121205	E-mail: blancenin@hotmail.com
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:		Nombre: ING. IND. RAMÓN MAQUILÓN NICOLA MSC.	
		Teléfono: 04 - 2277309	
		E-mail: titulación.ingenieria.industrial@ug.edu.ec	



**ANEXO XII.- DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y DE AUTORIZACIÓN DE LICENCIA
GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL USO NO COMERCIAL
DE LA OBRA CON FINES NO ACADÉMICOS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA: INGENIERÍA INDUSTRIAL MODALIDAD ANUAL**

**LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO COMERCIAL DE LA OBRA
CON FINES NO ACADÉMICOS**

Yo, **BLANC PONCE ISIDRO LENIN**, con C.I. No. **0923524995**, certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es “**PROPUESTA DE MEJORA EN LA EJECUCIÓN DE PRUEBAS DE CALIDAD EN EL ÁREA DE SELECCIÓN EN UNA FÁBRICA DE ENVASES DE VIDRIO**”, son de mí absoluta propiedad y responsabilidad, en conformidad al Artículo 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN*, autorizo/amo la utilización de una licencia gratuita intransferible, para el uso no comercial de la presente obra a favor de la Universidad de Guayaquil.

BLANC PONCE ISIDRO LENIN
C.I. 0923524995



ANEXO VII.- CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA: INGENIERÍA INDUSTRIAL MODALIDAD ANUAL

Habiendo sido nombrado, **ING. IND. SANTOS MÉNDEZ MARCOS ANTONIO MSC.**, tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por **BLANC PONCE ISIDRO LENIN**, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de **INGENIERO INDUSTRIAL**.

Se informa que el trabajo de titulación: **“PROPUESTA DE MEJORA EN LA EJECUCIÓN DE PRUEBAS DE CALIDAD EN EL ÁREA DE SELECCIÓN EN UNA FÁBRICA DE ENVASES DE VIDRIO”**, ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa antiplagio **URKUND** quedando el **3%** de coincidencia.

<https://secure.orkund.com/view/63003993-334499-580328>

ING. IND. SANTOS MÉNDEZ MARCOS MANUEL MSC.
C.I: 0914133103
Guayaquil, 07 de marzo del 2020



ANEXO VI. - CERTIFICADO DEL DOCENTE-TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA: INGENIERÍA INDUSTRIAL MODALIDAD ANUAL

Guayaquil, 07 marzo del 2020

Sr.

ING. IND. BANGUERA ARROYO LEONARDO, PHD.
DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación **“PROPUESTA DE MEJORA EN LA EJECUCIÓN DE PRUEBAS DE CALIDAD EN EL ÁREA DE SELECCIÓN EN UNA FÁBRICA DE ENVASES DE VIDRIO”**, del estudiante **BLANC PONCE ISIDRO LENIN**, indicando que ha cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud y la valoración del trabajo de titulación con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que el estudiante está apto para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,



ING. IND. SANTOS MÉNDEZ MARCOS MANUEL MSC.
CL: 0914133103
Guayaquil, 07 de marzo del 2020



ANEXO VIII.- INFORME DEL DOCENTE REVISOR
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



CARRERA: INGENIERÍA INDUSTRIAL MODALIDAD ANUAL

Guayaquil, 09 marzo del 2020

Sr.

ING. IND. BANGUERA ARROYO LEONARDO, PHD.

DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el informe correspondiente a la **REVISIÓN FINAL** del Trabajo de Titulación **PROPUESTA DE MEJORA EN LA EJECUCIÓN DE PRUEBAS DE CALIDAD EN EL ÁREA DE SELECCIÓN EN UNA FÁBRICA DE ENVASES DE VIDRIO** del estudiante **BLANC PONCE ISIDRO LENIN**. Las gestiones realizadas me permiten indicar que el trabajo fue revisado considerando todos los parámetros establecidos en las normativas vigentes, en el cumplimiento de los siguientes aspectos:

Cumplimiento de requisitos de forma:

El título tiene un máximo de 22 palabras.

La memoria escrita se ajusta a la estructura establecida.

El documento se ajusta a las normas de escritura científica seleccionadas por la Facultad.

La investigación es pertinente con la línea y sublíneas de investigación de la carrera.

Los soportes teóricos son de máximo 5 años.

La propuesta presentada es pertinente.

Cumplimiento con el Reglamento de Régimen Académico:

El trabajo es el resultado de una investigación.

El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.

El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.

El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se indica que fue revisado, el certificado de porcentaje de similitud, la valoración del tutor, así como de las páginas preliminares solicitadas, lo cual indica el que el trabajo de investigación cumple con los requisitos exigidos.

Una vez concluida esta revisión, considero que el estudiante está apto para continuar el proceso de titulación. Particular que comunicamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,


 Q.F. ESTEFAN VERA GALO ENRIQUE MSc

C.I.: 0801761891

FECHA: 9 de marzo del 2020

Dedicatoria

Me satisface dedicar este Trabajo a mi familia que es mi apoyo incondicional en todo momento, mi madre querida Sulima Ponce León, mi hermana Karina Blanc Ponce y mi sobrino Damián Ruiz Blanc que son mi motor, razón para perseverar y conseguir mis objetivos complaciendo su anhelo de ver mis sueños convertidos en realidad.

A mis profesores en todos los niveles que son el mayor ejemplo enseñándome valores como el respeto, la responsabilidad, el compromiso y la felicidad de conseguir nuestros propósitos con empeño y esfuerzo.

“El Éxito de triunfar se construye en cada decisión que tomemos en nuestro diario vivir”.

Agradecimiento

Principalmente agradezco a DIOS de manera muy especial por permitirme gozar de salud como a toda mi familia en una etapa difícil de nuestras vidas e iluminarme con virtud y fortaleza para superarme, felicito a todas las autoridades de la Universidad de Guayaquil por su responsabilidad y seriedad actuando de una manera ágil y transparente, a la participación y comprensión del profesor Tutor y Revisor siempre con su predisposición ya que ha dedicado parte de su tiempo importante para direccionarme. Gracias al apoyo y la Autorización de la Organización involucrada para realizar el debido levantamiento de la información.

Índice General

N°	Descripción	Pág.
	Introducción	1

Capítulo I

Diseño de la Investigación

N°	Descripción	Pág.
1.1	Antecedentes de la investigación	2
1.2	Problema de Investigación	3
1.2.1	Planteamiento del problema	3
1.2.1.1	Síntomas	3
1.2.1.2	Causas	3
1.2.1.3	Pronóstico	4
1.2.1.4	Control de pronóstico	4
1.2.2	Formulación del problema de Investigación	5
1.2.3	Sistematización del problema de Investigación	5
1.3	Justificación de la Investigación	5
1.4	Objetivos de la Investigación	6
1.4.1	Objetivo General	6
1.4.2	Objetivos Específicos	6
1.5	Marco Teórico	6
1.5.1	Proceso de fabricación de envases de vidrio	7
1.5.1.1	Indicadores de medición de pruebas de control de calidad para la fabricación de envases de vidrio en el área de selección	8
1.5.1.2	Clasificación de pruebas de medición y equipos – maquinas necesarias	8
1.5.2	Marco Conceptual	9
1.5.2.1	Control de calidad	9
1.5.2.2	Six sigma	9
1.5.2.3	Estudio de tiempos	10
1.5.2.4	Programa Minitab	10
1.5.2.5	Gráficas de control estadístico	10
1.5.3	Marco Legal	10

N°	Descripción	Pág.
1.5.3.1	Ley del Sistema Ecuatoriano de calidad	10
1.5.3.2	Ley Orgánica de Defensa al consumidor	12
1.5.3.3	Código Orgánico de la producción, comercio e inversiones	13

Capítulo II

Análisis, Presentación de Resultados y Diagnóstico

N°	Descripción	Pág.
2.1	Análisis de la situación inicial	15
2.1.1	Generalidades de la fabricación de envases de vidrio	15
2.1.2	Razón social de la empresa	15
2.1.3	Estructura Organizacional	17
2.2	Planificación de levantamiento de información actual del proceso de ejecución de pruebas	18
2.2.1	Cronograma de actividades: levantamiento de información actual	18
2.2.2	Diagrama de Proceso elaboración de envases de vidrio	18
2.2.3	Diagrama de flujos en ejecución de pruebas de calidad en el área de selección	19
2.2.4	Proceso de ejecución de pruebas de calidad en el área de selección	20
2.3	Presentación de métodos y herramientas para la obtención de información actual	21
2.3.1	Diagrama de estudio recorrido – espacio	21
2.3.2	Estudio de toma de tiempos en la medición de pruebas de calidad	21
2.3.3	Análisis de gráficas de resultados comparativos	21
2.3.3.1	Presentación de gráficas, análisis de situación actual	24
2.3.3.2	Resumen de resultados gráfica de barras	26
2.3.4	Análisis de tendencias y perspectivas informes de control de proceso	27
2.3.5	Informe de control de proceso	27
2.3.6	Análisis de perspectiva	29
2.3.6.1	Indicadores de capacidad Cp y Cpk	30
2.4	Presentación de resultados	32
2.5	Diagnóstico	33
2.5.1	Análisis probabilístico	34

Capítulo III

Propuesta, Conclusiones y Recomendaciones

N°	Descripción	Pág.
3.1	Definición de la propuesta	36
3.1.1	Planificación de mejora en prueba de presión interna	36
3.1.2	Planificación de mejora en prueba de torcido, cuello torcido, altura	37
3.1.3	Planificación de mejora en prueba de capacidad volumétrica	39
3.2	Conclusiones	40
3.2.1	Conclusiones de análisis comparativo	41
3.3	Recomendaciones	41
	Anexos	43
	Bibliografía	53

Índice de Tablas

N°	Descripción	Pág.
1	Toma de tiempos en ejecución de pruebas de calidad	22
2	Resultados Estadísticos de tomas de tiempos en pruebas de calidad	23
3	Clasificación de proceso según indicadores de capacidad Cp y Cpk	30
4	Escala de valoración del ritmo tipo	32
5	Cálculo de tiempo básico	33
6	Cálculo de tiempo tipo	33
7	Reducción propuesta de tiempo de ciclo	34

Índice de Figuras

N°	Descripción	Pág.
1	Flujo de fabricación de envases de vidrio	7
2	Ubicación Geográfica de Cridesa S.A.	16
3	Estructura Organizacional	17
4	Cronograma levantamiento de información	18
5	Diagrama de proceso elaboración de envases de vidrio	18
6	Diagrama de flujo ejecución de pruebas de calidad	19
7	Diagrama de recorrido ejecución de pruebas de calidad	21
8	Tiempos de prueba de presión interna	24
9	Tiempos de prueba de torcido-cuello torcido-altura	24
10	Tiempos de prueba de capacidad volumétrica	25
11	Tiempos de prueba de espesores	25
12	Tiempos de prueba de diámetros	26
13	Tiempos de prueba de calidad según duración	26
14	Tiempos de prueba de calidad según frecuencia	27
15	Informe de resumen de control de proceso	28
16	Informe de estabilidad del proceso	28
17	Tarjeta de informe del proceso	29
18	Capacidad de proceso actual de medición de prueba de presión interna	30
19	Capacidad de proceso de medición de torcido	31
20	Capacidad de proceso actual de medición de prueba de capacidad volumétrica	31
21	Capacidad de proceso actual de medición de prueba de capacidad volumétrica	34
22	Distribución actual prueba de torcido cuello torcido altura	35
23	Distribución actual prueba de capacidad volumétrica	35
24	Distribución binomial para prueba de presión interna	37
25	Distribución binomial para prueba de torcido cuello torcido altura	38
26	Distribución binomial para prueba de capacidad volumétrica	40

Índice de Anexos

N°	Descripción	Pág.
1	Elementos GagePort dispositivo captura de resultados	44
2	Equipo Multiplexer interfaz de comunicación	45
3	Accesorios de comunicación captura de datos	46
4	Correcta disposición de base y boquilla máquina presión interna	47
5	Modelos de llenadoras manuales para pruebas de capacidad volumétrica	48
6	Comparativa de capacidad de mejora antes – después	49
7	Informe capacidad de mejora antes – después	50
8	Comportamiento de pruebas de calidad	51
9	Resumen de recomendaciones propuesta de mejora en ejecución de pruebas de calidad	52



ANEXO XIII.- RESUMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN (ESPAÑOL)

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

CARRERA: INGENIERÍA INDUSTRIAL MODALIDAD ANUAL

“PROPUESTA DE MEJORA EN LA EJECUCIÓN DE PRUEBAS DE CALIDAD EN EL ÁREA DE SELECCIÓN EN UNA FÁBRICA DE ENVASES”

Autor: Blanc Ponce Isidro Lenin

Tutor: Ing. Ind. Santos Méndez Marcos Manuel, MGs.

Resumen

Trabajo investigativo con la necesidad de optimizar recursos en la ejecución de pruebas de calidad en el área de Selección en una fábrica de envases de vidrio con la reducción de tiempos improductivos, debido a constantes atrasos y demoras en la entrega de datos estadísticos para la toma de decisiones y control oportuno del proceso. Se propone un plan de mejora continua en la calidad con modelo six sigma enfocado a el ajuste de las gráficas de resultado del análisis en la situación actual, estableciendo readecuación de pruebas, rediseño de equipos de medición y comprobación, implantación de software ágil en la obtención de resultados, fortaleciendo conocimiento al recurso humano mediante capacitaciones, razones por las cuales se pretende demostrar un ahorro sustentable inicial del **22,42%** del tiempo total de ciclo de las pruebas actuales.

Palabras Claves: Mejora continua, six sigma, tiempos improductivos, calidad.



ANEXO XIII.- RESUMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN (INGLÉS)

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

CARRERA: INGENIERÍA INDUSTRIAL MODALIDAD ANUAL

“PROPOSAL FOR IMPROVEMENT IN TH IMPLEMENTATION OF QUALITY TESTS IN THE SELECTION AREA IN A GLASS CONTAINER FACTORY”

Author: Blanc Ponce Isidro Lenin

Advisor: Ind. Eng. Santos Méndez Marcos Manuel, Msc.,

Abstract

Research work with the need to optimize resources in the execution of quality tests in the Selection area in a glass container factory with the reduction of downtime, due to constant delays and postponements in the delivery of statistical data for the collection of decisions and timely control of the process. A continuous quality improvement plan is proposed with a six sigma model focused on the adjustment of the result graphs by means of analysis with a Minitab statistical tool in the study of working time of the current situation, establishing test readjustment, of, redesign of equipment measurement and verification, implementation of agile software in obtaining results, strengthening knowledge of the human resource with permanent training, reasons for which it is intended to demonstrate an initial sustainable saving of 22.42% of the total cycle time of current tests by raising the efficiency and control.

Keywords: Continuous improvement, six sigma, downtime, quality

Introducción

La globalización, atribuye diversas formas de comercialización a nivel internacional, lo que ha permitido que existan y se creen nuevas y variadas formas de producción y comercio. En base a estas consideraciones, se puede decir que el sector artesanal en Ecuador enfrenta nuevos desafíos, además de mostrar posibilidades de obtener muchos beneficios proyectados por el Gobierno Nacional, ya que este se ha convertido en uno de los sectores, que desde gestiones gubernamentales se está promoviendo en el Ecuador.

En el ámbito de la transformación de productos de origen artesanal en el Ecuador, consta una necesidad significativa por conseguir artículos que no sean producidos masivamente, puesto que el mercado de los mismos se encuentra saturado. Los productos artesanales se perfeccionan con altas expectativas en la decisión de compra del consumidor y que lentamente van depositando un revelador fragmento de consumo. Con el propósito de fabricar productos especiales, notables y personalizados de acuerdo a las necesidades del cliente, en cuanto a decoración y ambiente, se hace preciso la utilización de materiales exclusivos que se relacionan armónicamente con el vidrio. Gracias al entorno del vidrio se pueden realizar objetos atractivos con colores atrayentes y con representaciones y tramas originales.

Sin embargo, en lo que se refiere al envasado en el Ecuador, aún se sigue prefiriendo el plástico, ya que tiene como ventaja que consume menor cantidad de energía en su fabricación. No obstante, en los últimos años se viene marcando una tendencia en los consumidores de la utilización de productos eco amigables, lo que abre una brecha para que se fomente la producción de envases de vidrio, lo que ayudará no solo a incrementar los beneficios de las empresas productoras, sino que fomentará la reducción de la contaminación ambiental.

La importancia de la industria del vidrio en Ecuador radica en la extensa gama de usos que se le puede dar, así como en sus sucesiones con otras actividades como la arquitectura. Se puede decir, que la industria de vidrio en Ecuador está altamente agrupada, exclusivamente en la producción de envases y de vidrio plano. Así las líneas de productos que mayormente se comercializan son los envases de vidrio, vidrio plano y cristalería.

Capítulo I

Diseño de la Investigación

1.1. Antecedentes de la Investigación

En la fabricación de envases de vidrio, el área de selección es una de las etapas del proceso que influyen con mayor impacto en los indicadores de resultados tanto de calidad, productividad, eficiencia; motivos por lo que requiere un control y seguimiento especial de comportamiento de variables ya sean de causa común temperaturas, presiones, velocidades así como variables de causa especial apagones, problemas mecánicos, condiciones climáticas, composición de materia prima, ya que esta área es el último filtro antes de la liberación de certificados de calidad para su posterior despacho y comercialización.

Aseguramiento que garantice una producción capaz de cumplir estándares ideales dentro de especificaciones técnicas acordadas bajo normas de calidad y requerimientos del cliente. En esta área se realizan varias actividades como toma de pruebas, mediciones, inspecciones, registros que bien administrados mantienen un proceso estable y equilibrado.

Aquí, se ejecutan operaciones de manufactura que tienen múltiples sistemas, construidos bajo diferentes tecnologías, donde encontramos oportunidades latentes de mejora debido a nuevos requerimientos por lo cual necesita una propuesta de innovar tareas.

El plan estratégico de mejora consiste en proponer un sistema de metodología six sigma mediante análisis de ejecución de pruebas actuales de calidad bajo principios de Pareto proceso que permita alcanzar la calidad total de manera progresiva. (Reyes & Oslund, 2014)

El éxito de cumplir con la mejora es conseguir una relación entre los procesos y el personal generando una sinergia que contribuyan al progreso constante. Cambios relacionados a: nuevos: procesos, tecnologías, procedimientos, instalaciones, máquinas y equipos, etc., que pueden estar afectando el sistema de gestión de la calidad para la ejecución de pruebas de calidad.

En el área de Selección para la fabricación de envases de vidrio existen varias responsabilidades asignadas al personal conocido como PQS de zona fría las cuales son entre otras: ejecución de pruebas de calidad en mesa de trabajo así como en laboratorio de equipos de medición y máquinas de comprobación, revisión periódica de muestras de envases de vidrio, control de flujo de transporte de envases continuos, preparación de equipos y sistemas para cambios de referencia, verificar rechazos de muestras límites de defectos en las máquinas de inspección automática FPS, vínculo de comunicación entre calidad y

proceso sobre novedades para toma de decisiones. Con este panorama descrito se inicia el estudio investigativo esperando sirva de ayuda para el desarrollo del área de Selección.

1.2. Problema de Investigación

Actualmente el crecimiento de mercado de vidrio y el mercado cambiante cada vez con nuevos sustitutos en la elaboración de envases de empaque, estos sean, de vidrio, pet, tetra pack, plásticos, las exigencias para agregar valor creando una identidad de diferenciación en la garantía de la calidad de envases de vidrio, elevando competitividad, fortaleciendo posicionamiento con identidad de innovación y vanguardia.

1.2.1. Planteamiento del Problema

Identificado el objeto de estudio “*cumplimiento total de pruebas de Calidad en el área de selección para la fabricación de envases de vidrio*”, tomamos directrices para nuestra investigación basada en mejorar tiempos de eficacia de la ejecución de pruebas de calidad.

Oportunidades de mejoramiento, analizar la situación actual de ejecución de pruebas de calidad, repotenciar instrumentos y sistemas de medición, reducir improductividad, facilitar detección de fallas o defectos de producción.

1.2.1.1. Síntomas

Acumulaciones de envases al ejecutar pruebas de calidad por mantener productividad en el área de selección, debido al nivel de presión que se manifiesta por indicadores de eficiencia en la línea de trabajo.

Procesamiento lento en la información de pruebas de calidad, existe máquinas y equipos de medición con capacidad de mejorar la obtención de datos.

Afectación de resultados por incorrectas tomas de pruebas de calidad, debido a jornadas con mucho esfuerzo por la cantidad de pruebas que en su mayoría son manuales.

Incumplimiento de pruebas de calidad por exceso de frecuencias de tomas, por mantener estándares de calidad y nuevas normativas del mercado, suman nuevos requerimientos.

1.2.1.2. Causas

Acumulaciones de envases en algunas estaciones del área de selección, eventos propios del proceso debido a diferentes variables existentes en la fabricación de vidrio, calidad de materia prima, recocido del envase, choque térmico por temperatura, tensiones de vidrio, distribución de vidrio en la botella.

Registro de datos de información en pruebas de calidad manual, por lo que requiere una implementación de plataforma más ágil y exacta.

Colaborador con alto nivel de estrés laboral, debido a la cantidad de actividades y eventos de causa común (temperaturas, iluminación, ruido, ergonomía), así como eventos de causa especial (apagones, transiciones de color de vidrio, desperfectos en mecanismos y máquina) que requieren atención.

Normas de calidad no actualizadas, una debida revisión para plantear estrategias de control adecuadas a los parámetros de cumplimiento de pruebas de calidad.

1.2.1.3. Pronósticos

Atrasos en la ejecución de pruebas de calidad para evitar acumulaciones en selección, actividades que impiden el normal desarrollo de entrega de datos para monitoreo y ajustes de la producción. Valores de pruebas de calidad con índices de grado erróneo, por mala manipulación de equipo se descalibran o una incorrecta utilización de registro pueden alterar información del proceso.

Elevada carga laboral a personal responsable de cumplir pruebas de control de calidad, requiere una revisión de responsabilidades y obligaciones en el puesto de trabajo para justificar cambios en la jerarquía de ser necesarios.

Retrasos en la liberación de certificados de calidad, debido a demoras en la entrega de resultados de pruebas de calidad en el área de selección.

1.2.1.4. Control del pronóstico

Cuantificar tiempos de duración en la medición de pruebas de calidad, filtrar y seleccionar pruebas de mayor impacto para investigar oportunidades de desarrollo que permitan optimizar desempeño de ejecución de pruebas de calidad para la fabricación de envases de vidrio en el área de selección.

Simulación de sistema de captura automática para registro de pruebas de calidad, empleando un estudio de elección de plataforma necesaria para el procesamiento de datos de calidad en la captura automática de valores de registros y resultados entregando eficacia y eficiencia.

Elevar eficiencia en pruebas de mayor duración aplicando nuevos mecanismos de práctica en lo posible automatizando o sistematizando el proceso, que ayuden al correcto desarrollo de actividades llevando un área controlable y acogedoras al trabajador para satisfacer un ambiente laboral óptimo, elevando motivación y confianza en la organización.

Revisión de frecuencias de pruebas de calidad según normas actuales para la fabricación de envases de vidrio, interpretar procedimientos, priorizando enfoque en pruebas de mayor control, five up, reconocimiento, reporte de pruebas incidente mediante historias de trabajo para las distintas referencias.

1.2.2. Formulación del Problema de Investigación.

¿Cómo influye un plan de mejoras en la reducción de tiempos de ejecución de las pruebas de calidad para la fabricación de envases de vidrio en el área de selección?

1.2.3. Sistematización del Problema de Investigación.

Se necesita investigar detalladamente el proceso completo del área de selección para afianzarse al objetivo de optimizar tiempo-eficacia en la ejecución de pruebas de control de calidad en la fabricación de envases de vidrio.

Con la información del planteamiento del problema se pueden hacer las siguientes interrogantes:

¿Aplicando un sistema de mejora continua para identificar puntos críticos de control se permitirán reducir acumulaciones en el área de selección?

¿Analizando implementación de sistema de captura automática se entregarían resultados de registros de pruebas de calidad más rápido?

¿Sumando personal de apoyo en el área de selección se reducirá estrés laboral del actual responsable en la ejecución de pruebas de calidad?

¿Actualizando normas de calidad se reducirán los tiempos de liberación de certificados de calidad?

Debemos soportar la implementación de un sistema adecuado que beneficie la organización, clientes y colaboradores.

1.3. Justificación de la Investigación

Con la propuesta planteada se pretende demostrar la manera más eficiente de aprovechar los recursos necesarios en las actividades relacionadas a la ejecución de pruebas de calidad interpretar falencias y debilidades que actualmente restringen el correcto cumplimiento de nuestro objeto de estudio como son:

Vulnerabilidad ante eventos de acumulación en el área de selección, esto se refiere a un proceso con muchas inestabilidades debido al manejo en la línea de flujo por la naturaleza del producto (frágil).

Sistemas y equipos de calidad con tecnología atrasada, el registro de recursos de información y procesamiento de datos limitadas a ejecución pruebas de calidad de manera manual.

Ambiente laboral estresado y cansado, debido a condiciones bajo presión de trabajo a más de responsabilidades adicionales que a largo plazo contribuyen a tener personal con fatiga laboral.

Procedimientos para ejecución de pruebas de calidad desactualizados, debido al incremento de nuevas pruebas de calidad y control riguroso apegado a las normativas actuales como requerimientos de nuevas actividades, que originan una revisión de funciones inmediatamente en busca de organizar estructura jerárquica en función de normalizar personal de apoyo.

1.4. Objetivos de la Investigación

1.4.1. Objetivo General

Proponer un plan de mejoras en tiempos para el cumplimiento oportuno de pruebas de calidad en la fabricación de envases de vidrio en el área de selección.

1.4.2. Objetivos Específicos

Para cumplir nuestros objetivos se deben respetar procedimientos, levantar información de proceso de trabajo, analizar comportamientos de aceptación, recomendar mejoras alcanzables, demostrar efectividad en la aplicación del plan de propuesta de mejoras.

- Investigar proceso de trabajo para ejecución de pruebas de calidad en el área de Selección.
- Estudiar campo de acción investigativo para seleccionar métodos y técnicas necesarios a utilizar para proponer plan de mejora en la ejecución de pruebas de calidad.
- Detectar posibles oportunidades como resultado de estudio de mejoras en la ejecución de pruebas de calidad.
- Proponer sistemas confiables y seguros de trabajo que garanticen el óptimo desempeño, funcionamiento de recursos actuales, en lo posible perfeccionar procedimientos establecidos.
- Demostrar resultados de magnitud considerables con criterios factibles en la implementación de recomendaciones de mejoras en tiempos para la ejecución de pruebas de calidad en el área de selección en la fabricación de envases de vidrio.

1.5. Marco Teórico

Se incluye toda la ayuda necesaria de consulta y comparación para llevar a cabo el proyecto donde se estudiará detalladamente cada etapa de los objetivos propuestos. Para el desarrollo del proyecto planteado primero debemos estructurar la identificación de los objetivos que se deberán cumplir dentro del plan estratégico de trabajo investigativo, realizaremos un estudio de necesidades y expectativas latentes dentro de la ejecución de

pruebas de calidad para la fabricación de envases de vidrio aplicando herramientas de eficacia en la mejora a resultados.

1.5.1. Proceso de Fabricación de Envases de Vidrio.

Según la Asociación Nacional de Fabricantes de Envases de Vidrio (2020), el proceso de fabricación de envases de vidrio comienza con el acopio de vidrio reciclado roto en pequeños pedazos, al cual le añadimos las materias primas principales sílice, soda, caliza y feldespato, luego son ingresados a un horno industrial para su fundición a unos 1500°C, una vez la mezcla de materiales fundida es transportada a las máquinas de formación (dentro de un circuito cerrado) la maquina tiene dos lados pre-molde y el molde dándole forma al envases de vidrio a una temperatura aprox. de 1200°C.

Continuando el proceso los envases fabricados son revisados en caliente para ser conducidos al archa de recocido donde recibe un enfriamiento paulatino por una longitud de 120 metros llegando a tener unos 150 a 200°C de temperatura hasta su llegada al área de SELECCIÓN (objeto de estudio), aquí se revisan mediante pruebas de CALIDAD y de Inspección automática – visual, retirando productos de no conformidad y que no cumplen especificaciones técnicas (fallas). (Asociacion Nacional de Fabricantes de Envases de Vidrio, 2020)

Para posteriormente ser llevados al empaque y ser entregados a los clientes que emplearan estos envases para contener sus productos.

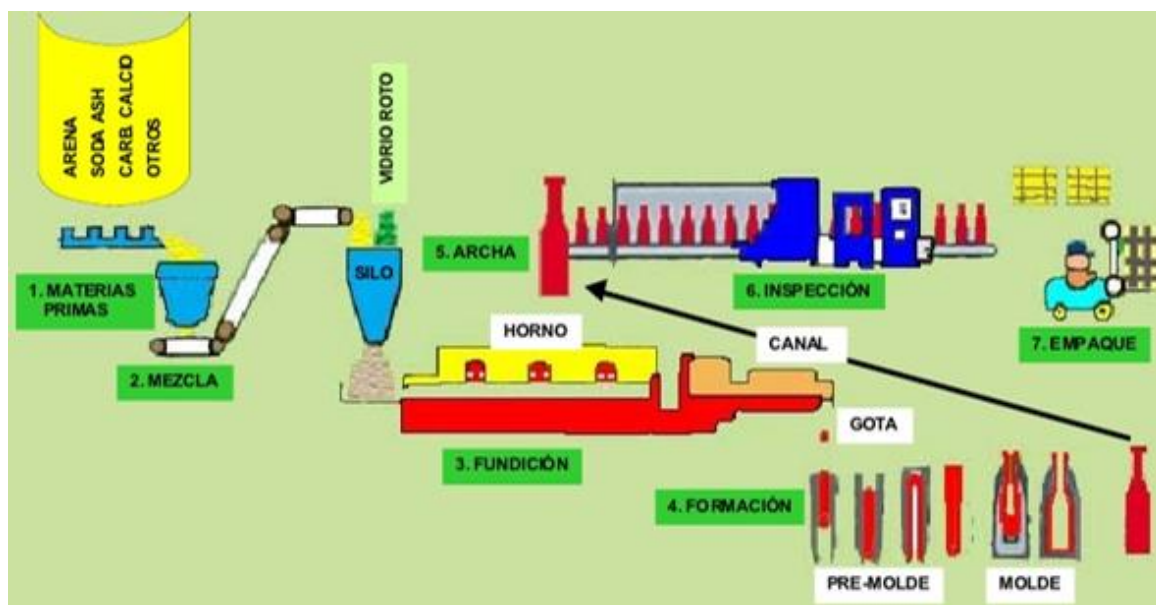


Figura 1. Flujo de fabricación de envases de vidrio. Información tomada de Google. Elaborado por el autor.

Dependiendo el diseño de envases se puede realizar en diferentes procesos de fabricación: sople a sople (botellas boca angosta), prensa - sople (botellas boca ancha), NNPB para cualquier tipo de fabricación con reducción de peso de vidrio (mayormente envases No

retornables). Adicional se puede añadir al proceso colores transparente (natural), verde, ámbar, azul, cobalto, mediante la aplicación de una técnica llamada Fita Colorante pigmentación antes de llegar a la maquina formadora tazón distribuidor de gota.

1.5.1.1. Indicadores de medición de Pruebas de Control de Calidad para la fabricación de envases de Vidrio en el área de Selección

Medición es una evaluación cuantificada de las características o nivel de rendimiento en base a datos observables. Ej.: longitud (velocidad), tiempo (edad), tamaño (altura), masa (peso), capacidad (volumen), presión (tensiones), etc.

Para el estudio a realizar en el área de calidad las variables de trabajo de acuerdo a ejecución de pruebas de calidad serán:

Índice de calidad CP = determina si un proceso es capaz de producir resultados que cumplan con los requerimientos del cliente. (Mosquera, Artamonova, & Mosquera Julio, 2014)

Índice de desempeño potencial del proceso Pp = considera la dispersión del proceso en relación a los límites de especificación (objetivo ajustado, pero en cumplimiento). (Bonney & Armijo, 2015)

Índice de desempeño nominal del proceso Ppk = considera la dispersión y el centrado del proceso en relación a los límites de especificación (objetivo de cumplimiento tendencia ideal).

Para que el proceso este en control estadístico Pp y Ppk deben ser mayores o iguales a 1.33. Esto se verifica cuando el indicado principal CPK $\geq 1,33$ cumple con especificación.

1.5.1.2. Clasificación de Pruebas de medición y equipos – máquinas necesarias.

En el área de Selección tenemos equipos SPC necesarios para realizar mediciones de todas las variables a controlar en la fabricación de envases de vidrio, de acuerdo a requerimientos de pruebas de los envases las actividades se realizan en mesa de trabajo y laboratorio.

Equipos de medición ubicados en la mesa de trabajo de selección:

- Equipo de medición de verticalidad.
- Equipo de medición de Ovalación del cuerpo.
- Patrón de altura del envase.
- Equipo de medición de terminado inclinado.
- Equipo de medición de cuello torcido.
- Máquina de medir espesores de paredes de envases de vidrio.
- Equipo de medir espesor de fondo.

- Equipo de medir Push Up en el centro del fondo.
- Plantillas patrón pasa no pasa de Panel hundido.
- Plantillas patrón pasa no pasa de diámetros en el terminado.
- Instrumento de medición de temperatura de los envases y ambiente.

De igual manera tenemos máquinas y equipos de medición que por su formato o frecuencia las pruebas de medición se realizan en el laboratorio de Calidad.

- Máquina de medición de grado de recocado.
- Máquina de medición de recubrimiento de estaño en el terminado y cuerpo del envase.
- Máquina de realizar prueba de presión interna.
- Máquina de medición de deslizamiento de envases o lubricidad.
- Máquina de medición de choque térmico.
- Máquina de comparación óptica precisa para medición de diámetros en terminados.

Cabe recalcar que realizar todas estas pruebas se necesitan de control de instrumentación y calibración continua para su buena aplicación y resultado.

1.5.2. Marco Conceptual.

1.5.2.1. Control de Calidad.

El progreso de la producción en abundancia, la determinación, el acrecentamiento en la complejidad de las técnicas de producción y la entrada de la economía de mercado ajustada en la competitividad y en la necesidad de disminuir los precios, lo cual involucra la reducción de costes de materia prima y de proceso, determinando la puesta en marcha de metodologías para optimizar la vigencia de las líneas de producción. Este desarrollo metodológico, se entiende como el campo de control de la calidad. El uso de estos métodos, aprobó una mayor vigilancia de la estandarización del producto elaborado, consiguiéndose esquemas de segmentos que reconocieron el intercambio de elementos. (Arias, 2016)

1.5.2.2. Six sigma.

Six Sigma es un método basado en datos que examina los procesos repetitivos de las empresas y tiene por objetivo llevar la calidad hasta niveles cercanos a la perfección. Es más, se propone una cifra: 3.4 errores o defectos por millón de oportunidades. Y se distingue de otros métodos en el hecho de que corrige los problemas antes que se presenten. Six Sigma constituye un modelo de gestión de calidad que también se conoce como DMAIC, siglas de las palabras en inglés: define, measure, analyze, improve y control. En español: definir, medir, analizar, mejorar y controlar. Estas son las cinco fases que se han de aplicar en cada proceso. (Conexion esan, 2020)

1.5.2.3. Estudio de tiempos

La productividad se mide por el grado de eficiencia con que se emplean los recursos humanos y otros para alcanzar los objetivos empresariales. Esto quiere decir que se debe aplicar técnicas que permitan medir este grado de eficiencia. Para equilibrar la línea de trabajo, eliminar o reducir los movimientos no efectivos y acelerar los efectivos, se debe emplear un método, por ejemplo, han propuesto un modelo de programación de la producción mediante la aplicación de una meta heurística para lograr la reducción del tiempo de terminación del último trabajo. Alternativamente, un método que las empresas pueden aplicar es el estudio de tiempos y movimientos para asignar de forma adecuada las tareas a los operarios. De esta manera contarán con un informe detallado de sus actividades, para analizarlas y mejorarlas. (Andrade, Del Río, & Alvear, 2019)

1.5.2.4. Programa Minitab

Es un software que ayuda a las empresas y establecimientos a descubrir preferencias, solucionar problemas y revelar información valiosa en los datos al brindar el mejor conjunto completo de herramientas de instrucción de máquina, análisis descriptivo y perfeccionamiento de métodos. Gracias a su aptitud de uso inconmensurable, Minitab facilita como nunca antes la producción de ilustraciones profundas a partir de los fundamentos. (Minitab web, 2020)

1.5.2.5. Gráficas de control estadístico

Las gráficas de control permiten descubrir la desviación sistémica creada en un proceso de producción o en la prestación de un servicio con el objetivo de lograr ser reconocida y reformada antes de que ésta cause una gran cuantía de fragmentos, bienes o servicios imperfectos. Constan gráficas de control para las variables y para los caracteres. Una gráfica para variables examina las medidas reales de un fragmento o producto o un servicio y las simboliza en forma gráfica. Mientras que en una gráfica de caracteres sólo medimos la característica del bien como bueno (no defectuoso o aceptable) o imperfecto (inaceptable) – por ejemplo, una lámpara incandescente (foco) que surge de una línea de fabricación es bueno (enciende) o imperfecto (no enciende), o el servicio en un comedor, el cual se puede valorar exclusivamente como, bueno o malo. (Pierdant & Rodriguez, 2010)

1.5.3. Marco Legal

1.5.3.1. Ley del Sistema Ecuatoriano de Calidad

Art. 2.- Se establecen como principios del sistema ecuatoriano de la calidad, los siguientes: 1. Equidad o trato nacional.- Igualdad de condiciones para la transacción de bienes y servicios producidos en el país e importados; 2. Equivalencia.- La posibilidad de

reconocimiento de reglamentos técnicos de otros países, de conformidad con prácticas y procedimientos internacionales, siempre y cuando sean convenientes para el país; 3. Participación.- Garantizar la participación de todos los sectores en el desarrollo y promoción de la calidad; 4. Excelencia.- Es obligación de las autoridades gubernamentales propiciar estándares de calidad, eficiencia técnica, eficacia, productividad y responsabilidad social; y, 5. Información.- Responsabilidad de las entidades que conforman el sistema ecuatoriano de la calidad en la difusión permanente de sus actividades.

Art. 4.- Son objetivos de la presente Ley:

- a) Regular el funcionamiento del sistema ecuatoriano de la calidad;
- b) Coordinar la participación de la administración pública en las actividades de evaluación de la conformidad;
- c) Establecer los mecanismos e incentivos para la promoción de la calidad en la sociedad ecuatoriana;
- d) Establecer los requisitos y los procedimientos para la elaboración, adopción y aplicación de normas, reglamentos técnicos y procedimientos de evaluación de la conformidad;
- e) Garantizar que las normas, reglamentos técnicos y los procedimientos para la evaluación de la conformidad se adecuen a los convenios y tratados internacionales de los que el país es signatario;
- f) Garantizar seguridad, confianza y equidad en las relaciones de mercado en la comercialización de bienes y servicios, nacionales o importados; y,
- g) Organizar y definir las responsabilidades institucionales que correspondan para la correcta y oportuna notificación e información interna y externa de las normas, los reglamentos técnicos y los procedimientos de evaluación de la conformidad.

Art. 30.- La elaboración y adopción de reglamentos técnicos es aplicable respecto de bienes y servicios, así como de los procesos relacionados con la fabricación de productos, nacionales o importados, incluyendo las medidas sanitarias, fitosanitarias e ictiosanitarias que les sean aplicables. Los reglamentos técnicos se regirán por los principios de trato nacional, no discriminación, equivalencia y transparencia, establecidos en los tratados, convenios y acuerdos internacionales vigentes en el país. Los reglamentos técnicos para lograr el cumplimiento de los objetivos legítimos nacionales, serán definidos exclusivamente en función de las propiedades de uso, empleo y desempeño de los productos y servicios a que hacen referencia y no respecto de sus características descriptivas o de diseño. Los reglamentos técnicos estarán de acuerdo con los intereses de la economía

nacional, el nivel existente de desarrollo de la ciencia y tecnología, así como las particularidades climáticas y geográficas del país

Art. 31.- Previamente a la comercialización de productos nacionales e importados sujetos a reglamentación técnica, deberá demostrarse su cumplimiento a través del certificado de conformidad expedido por un organismo de certificación acreditado en el país, o por aquellos que se hayan emitido en relación a los acuerdos vigentes de reconocimiento mutuo con el país. En las compras y adquisiciones de bienes y servicios de los organismos del sector público, incluyendo las entidades autónomas, deberá demostrarse el cumplimiento de la calidad de dichos bienes y servicios con los reglamentos técnicos pertinentes mediante un certificado de conformidad expedido por un organismo de certificación acreditado o designado en el país. Los jefes de compras y adquisiciones, los fiscalizadores y los directores de las áreas financieras de las entidades públicas serán responsables directos en caso de incumplimiento de lo establecido en el inciso inmediato anterior. Los productos que cuenten con sello de calidad del INEN, no están sujetos al requisito de certificado de conformidad para su comercialización. La forma y periodicidad con la que deberá demostrarse la conformidad, será la misma para productos nacionales e importados, a través del reglamento.

1.5.3.2 Ley Orgánica de Defensa al Consumidor

Art. 64.- Bienes y servicios controlados. - El Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, determinará la lista de bienes y servicios, provenientes tanto del sector privado como del sector público, que deban someterse al control de calidad y al cumplimiento de normas técnicas, códigos de práctica, regulaciones, acuerdos, instructivos o resoluciones. Además, en base a las informaciones de los diferentes ministerios y de otras instituciones del sector público, el INEN elaborará una lista de productos que consideren peligrosos para el uso industrial o agrícola y para el consumo. Para la importación y /o expendio de dichos bienes, el ministerio correspondiente, bajo su responsabilidad, extenderá la debida autorización.

Art. 66.- Normas técnicas. - El control de cantidad y calidad se realizará de conformidad con las normas técnicas establecidas por el Instituto Ecuatoriano de Normalización -INEN, entidad que también se encargará de su control sin perjuicio de la participación de los demás organismos gubernamentales competentes. De comprobarse técnicamente una defectuosa calidad de dichos bienes y servicios, el INEN no permitirá su comercialización; para esta comprobación técnica actuará en coordinación con los diferentes organismos especializados públicos o privados, quienes prestarán obligatoriamente sus servicios y colaboración. Las normas técnicas no podrán establecer requisitos ni características que excedan las establecidas en los estándares internacionales para los respectivos bienes.

1.5.3.3 Código Orgánico de la producción, comercio e inversiones.

Art. 2.- Actividad Productiva. - Se considerará actividad productiva al proceso mediante el cual la actividad humana transforma insumos en bienes y servicios lícitos, socialmente necesarios y ambientalmente sustentables, incluyendo actividades comerciales y otras que generen valor agregado.

Art. 4.- Fines. - La presente legislación tiene, como principales, los siguientes fines:

- a. Transformar la Matriz Productiva, para que esta sea de mayor valor agregado, potenciadora de servicios, basada en el conocimiento y la innovación; así como ambientalmente sostenible y ecoeficiente;
- b. Democratizar el acceso a los factores de producción, con especial énfasis en las micro, pequeñas y medianas empresas, así como de los actores de la economía popular y solidaria;
- c. Fomentar la producción nacional, comercio y consumo sustentable de bienes y servicios, con responsabilidad social y ambiental, así como su comercialización y uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas;
- d. Generar trabajo y empleo de calidad y dignos, que contribuyan a valorar todas las formas de trabajo y cumplan con los derechos laborales;
- e. Generar un sistema integral para la innovación y el emprendimiento, para que la ciencia y tecnología potencien el cambio de la matriz productiva; y para contribuir a la construcción de una sociedad de propietarios, productores y emprendedores;
- f. Garantizar el ejercicio de los derechos de la población a acceder, usar y disfrutar de bienes y servicios en condiciones de equidad, óptima calidad y en armonía con la naturaleza;
- g. Incentivar y regular todas las formas de inversión privada en actividades productivas y de servicios, socialmente deseables y ambientalmente aceptables;
- h. Regular la inversión productiva en sectores estratégicos de la economía, de acuerdo al Plan Nacional de Desarrollo;
- i. Promocionar la capacitación técnica y profesional basada en competencias laborales y ciudadanas, que permita que los resultados de la transformación sean apropiados por todos;
- j. Fortalecer el control estatal para asegurar que las actividades productivas no sean afectadas por prácticas de abuso del poder del mercado, como prácticas monopólicas, oligopólicas y en general, las que afecten el funcionamiento de los mercados;

- k. Promover el desarrollo productivo del país mediante un enfoque de competitividad sistémica, con una visión integral que incluya el desarrollo territorial y que articule en forma coordinada los objetivos de carácter macroeconómico, los principios y patrones básicos del desarrollo de la sociedad; las acciones de los productores y empresas; y el entorno jurídico – institucional

Capítulo II

Análisis, presentación de resultados y diagnóstico

2.1. Análisis de la situación inicial

2.1.1. Generalidades de la fabricación de envases de vidrio

En una importante empresa de la ciudad de Guayaquil dedicada a la fabricación detallada y especializada de envases de vidrio como parte de la cadena de suministro para el empaque de productos de consumo masivo como son: bebidas gaseosas alcohólicas y no alcohólicas, licores, isotónicos, hidratantes, jugos, vinos, mermeladas, salsas, mayonesas, atunes, por mencionar destacados.

Se detecta una oportunidad de mejora en el proceso de realizar pruebas de medición y comprobación de calidad en cuanto a optimizar tiempos, frecuencias, carga laboral y procesamiento de la información para la correcta aplicación de nuevas estrategias de desarrollo y crecimiento empresarial.

La necesidad latente del cumplimiento total de pruebas de calidad en la fabricación de envases de vidrio en el área de selección donde suceden los mayores eventos de tiempos improductivos debido a la gran cantidad de actividades que necesariamente deben ser registradas y reguladas, nos lleva a identificar, predecir y elaborar un plan de acción correctiva, para lo cual se requiere de un estudio de investigación de campo, ensayos-comprobación que validen la factibilidad del cumplimiento en el plan de mejoras recomendado como resultado.

2.1.2. Razón social de la empresa

O-I Owens Illinois, Ecuador S.A, es una organización orientada a la excelencia en fabricación y comercialización de envases de vidrio para uso en contacto directo con alimentos, bebidas, farmacéuticos y de uso doméstico. La actividad económica de la empresa según el código de CIU 4.0 / C2310.2.

La Compañía se encuentra ubicada en la ciudad de Guayaquil en el Km. 22,5 de la vía perimetral. Limita al Norte con las bodegas de Kimberly Klar y Centro de Acopio de Andec, al Sur con patio de Maquinarias Autec, al este con Mercado Montebello y al Oeste con la Cooperativa Valle de la Flor.

La ubicación estratégica del Inmueble correlaciona con la naturaleza y su responsabilidad de cuidar el medio ambiente, ya que posee espacios de áreas verdes, complejo de esparcimiento socio-deportiva tanto para colaboradores como visitantes, lo que convierte a Cridesa en una Gran Familia.

O-I (Owens-Illinois, Inc.) tiene su sede en Ohio (EE UU) y plantas en 21 países. La sede europea de la empresa se encuentra en Lausana (Suiza). En la Península Ibérica se encuentran dos de ellas, en Barcelona y en Sevilla.

O-I ECUADOR es una organización orientada a la excelencia en fabricación y comercialización de envases de vidrio para uso en contacto directo con alimentos, bebidas, farmacéuticos y de uso doméstico. Ostentado liderazgo en el mercado de empaques con innovación, rentabilidad y crecimiento sostenido transformando responsablemente con esfuerzo de competitividad a través de los siguientes compromisos:

- ✓ Satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes y colaboradores mutuamente acordadas.
- ✓ Respetar el medio ambiente y prevenir la contaminación.
- ✓ Cumplir con la Legislación y otras regulaciones aplicables y/o suscritas voluntariamente.
- ✓ Promover la mejora continua de sus procesos.
- ✓ Fabricar ENVASES INOCUOS gestionando los peligros de alto riesgo.
- ✓ Comunicar a los eslabones de la cadena alimenticia los peligros potenciales.

Principios para brindar soluciones de empaque de vidrio, que permitan a nuestros clientes contar con envases de CALIDAD basado en requisitos de mutuo acuerdo que beneficien a sus productos conservando su sabor real de una manera saludable y sustentable.



Figura 2. Ubicación Geográfica de Cridesa S.A. Información tomada de Google Maps. Elaborado por el autor:

2.1.3. Estructura Organizacional

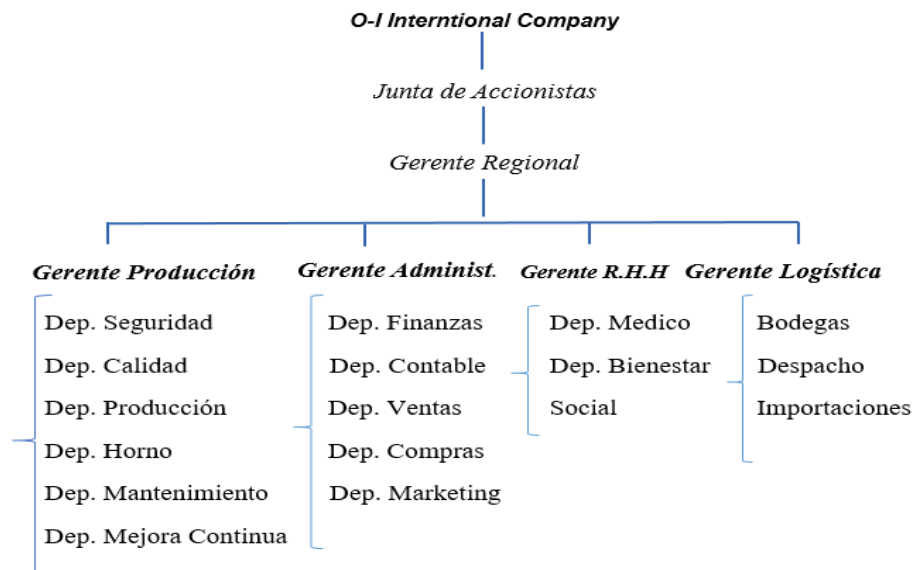


Figura 3. Estructura Organizacional. Información tomada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

Dentro de este cuadro no figuran Agentes externos eventuales como Auditores, Contratistas, Asistentes y Asesores Extranjeros de soporte que están registrados dentro del Departamento de Desarrollo y Mejora Continua.

La estructura operacional de la planta de producción esta administrada como una organización Celular la cual se divide de la siguiente manera:

1. Líder de célula.
2. Supervisor de turno.
3. Asegurador de calidad.
4. Operador de máquina formadora IS.
5. PQS de formación o zona caliente.
6. Técnico de horno.
7. PQS de selección o zona fría.
8. Electromecánico de zona fría.
9. Mecánico de formación en máquina IS.
10. Técnico de sistema electrónico.
11. Estabilizador de máquina en los procesos de cambio de referencia.
12. Reparador de moldura.
13. Paletizador.
14. Montacarguista.

Esto demuestra un estimado de dotación de recurso humano aproximado que intervienen directamente en el proceso de fabricación de envases de vidrio por cada célula.

2.2. Planificación de Levantamiento de Información Actual del proceso de ejecución de Pruebas

2.2.1. Cronograma de actividades: levantamiento información actual.

Como tiempo aproximado de investigar y obtener información de la situación actual en la ejecución de pruebas de calidad según planificación de trabajo proyectado en 11 días, dentro de lo cual se realizarán, estudio de tiempos, ensayos de campo, revisión de tecnología en el procesamiento de datos, observando falencias y descubriendo oportunidades que mitiguen o controlen restricciones que intervienen en el atraso de ejecución de pruebas de calidad.



Figura 4. Cronograma levantamiento de información. Información tomada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

2.2.2. Diagrama de Proceso Elaboración de envases de vidrio.

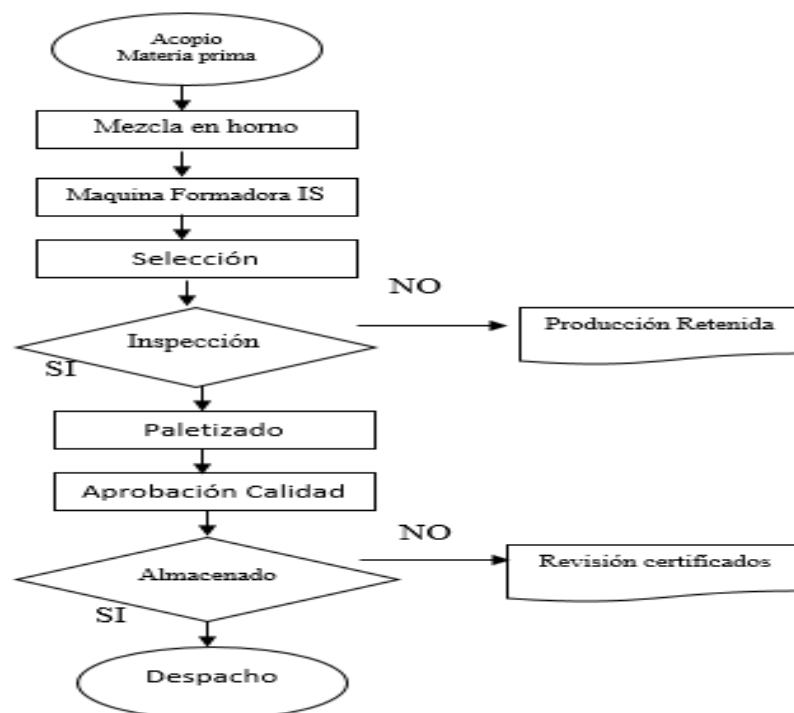


Figura 5. Diagrama de proceso elaboración de envases de vidrio. Información tomada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

En el recorrido de visita técnica a las instalaciones de la empresa O-I Ecuador se constata la importancia de cada etapa de los procesos, desde la selección de la materia prima que es clasificada antes de ingresar al horno de mezcla, separada en cada cilio indicado junto al casco de reciclaje ya que una pequeña variación en los componentes de mezcla alteraría las propiedades del producto final como vetas de color o cuerdas de resistencia a tensión o compresión interna del vidrio.

Para pasar a los refinadores donde distribuyen el porcentaje ideal para cada máquina formadora, donde deben estar controladas y ajustadas bajo parámetros de temperaturas, presiones y velocidad de mecanismos, calibración de moldes, premoldes, lubricación constante para entregar envases óptimos al siguiente proceso.

Llamado selección o zona fría donde se evalúan, miden, comprueban variables necesarias de calidad rigurosamente al detalle, mediante equipos manuales y automáticos de inspección requisito indispensable para ser aprobados los certificados de liberación de producción para ser empacados y posteriormente ser distribuidos y despachados correctamente a los diferentes clientes.

2.2.3. Diagrama de flujo en ejecución de pruebas de calidad en el área de Selección.

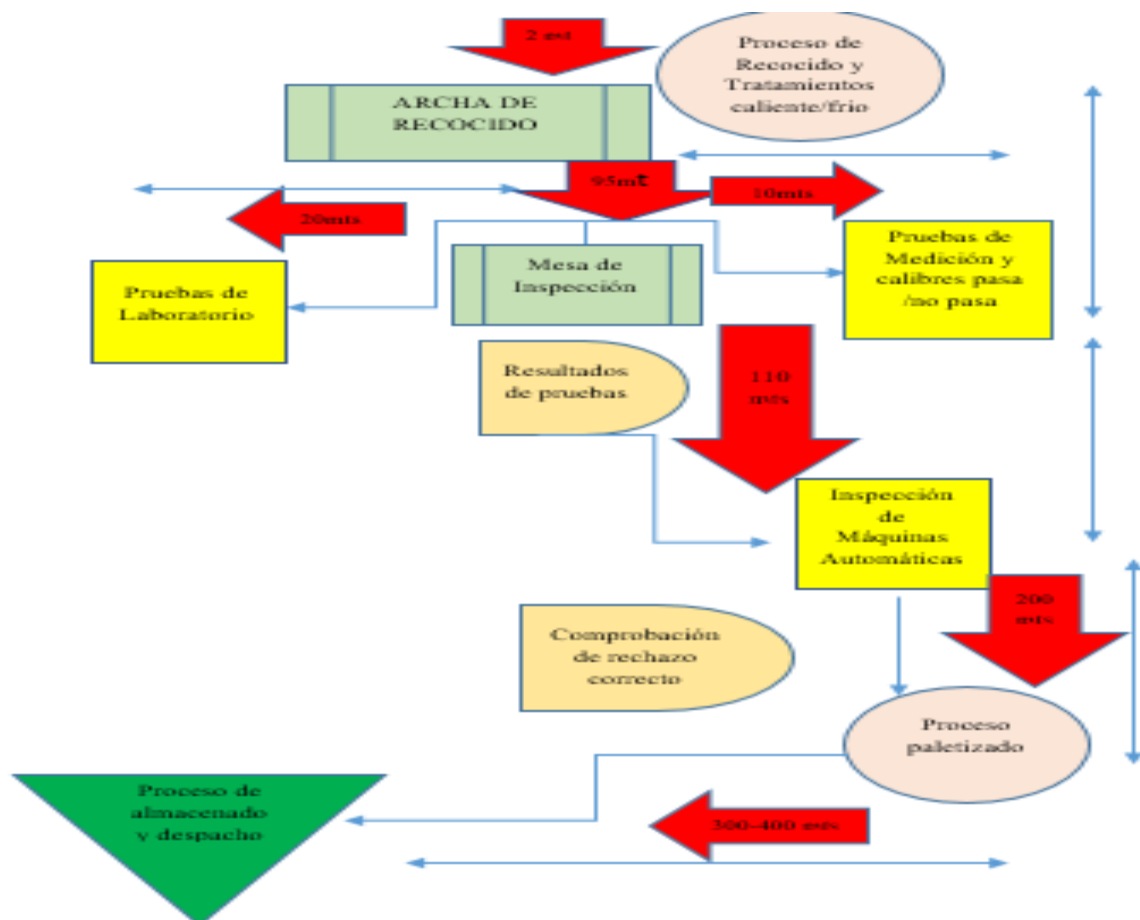


Figura 6. Diagrama de flujo ejecución de pruebas de calidad. Información tomada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

2.2.4. Proceso de Ejecución de pruebas de calidad en el área de selección.

Básicamente en el área de selección están la mayor cantidad de pruebas y requisitos de verificación de la calidad en la fabricación de envases de vidrio, es el último filtro antes de llegar a la aprobación de los certificados de calidad para la aprobación, comercialización, distribución a los diferentes canales de consumo y utilización del producto. Aquí subdividiremos esta área de tal manera:

Pruebas de medición: Son todas aquellas pruebas que necesitamos equipos de calibración para ingresar valores en diferentes períodos del proceso en su mayoría de manera manual, pruebas como: pesos, alturas, cuellos torcido, torcido, presión interna, espesores de vidrio, diámetros en el terminado, capacidad volumétrica, conteo de piedras, cualquiera de estas variables es de atención inmediata a la mínima desviación.

Pruebas de comprobación: llamadas así por la utilización de máquinas que realizan la pruebas automáticamente las encontramos en las pruebas de medición de recubrimiento estaño en el cuerpo y terminado TIN, lubricidad, recocido, choque térmico, temperatura de archa y de envases al ambiente, todas estas pruebas se las realizan en el área de laboratorio.

Inspección visual y atributos: es la revisión periódica que se realiza revisando muestras en los patrones pasa no pasa de: diámetros, alturas, ovalado, hundidos, además de la revisión constante en la pantalla y muestra cada hora revisando marcas, arrugas, sombras en el cuello, ampollas, cortaduras, grietas, desfaces, prueba de la uña en el terminado, de acuerdo al número de defectos se toma la decisión de aceptación o rechazo.

Posterior a las actividades antes señaladas se observa varias tareas extras que intervienen en la realización de las pruebas de calidad como son, manejo de envases en el archa por roturas, refiere a la prevención de evitar que un envases roto vire el archa de envases ocasionado atrasos y producción retenida por posible eventos de despostillados, envases rayados, también control de flujo normal de proceso en las máquinas de inspección automáticas FPS, ya que también pueden acumular el desarrollo normal por envases virados, roturas en el trayecto al pasar por las presiones de las ICK, controlando y revisando eventos de acumulaciones en formación aplicando procedimiento de rechazo, seguimiento y monitoreos de problemas detectados en un periodo de tiempo.

Con la investigación y estudio obtenido mediante visita técnica a instalaciones podemos entender el campo de acción como se encuentra la actualidad del proceso de ejecución de pruebas de calidad en el área de selección, lo que nos permite realizar observaciones detalladas utilizando métodos y herramientas que nos ayuden a demostrar el plan de mejora continua PHVA, el cual describiremos a continuación.

2.3. Presentación de métodos y herramientas para obtención de información actual.

Para la situación presentada en utilizaremos métodos y técnicas de estudio basada en conocimiento de espacio y tiempo en instalaciones, mediante diagrama de recorrido, método de ruta crítica, que nos facilitaran la detección de actividades que actualmente requieren más tiempo o demora en el proceso de realización de pruebas de calidad.

Se realizará un estudio de tiempo con ensayos a diferentes colaboradores en distintos horarios obteniendo información acerca de destrezas, cansancio, experiencias, movimientos repetitivos, movimientos innecesarios, grado de dificultad de pruebas, estado de equipos y máquinas de medición, y demás sobre las cuales podamos trabajar para mejorar el comportamiento actual.

Se conocerán distintos puntos de vistas, visiones, alternativas, sugerencias, comentarios del personal involucrado en nuestro estudio valiéndonos de una encuesta laboral de tipo pre-mejora, demostrando el interés de ayudar a solucionar y brindando alternativas oportunas sobre las falencias o correcciones que afectan al cumplimiento eficaz de las pruebas de calidad en el área de selección.

2.3.1. Diagrama de estudio recorrido-espacio

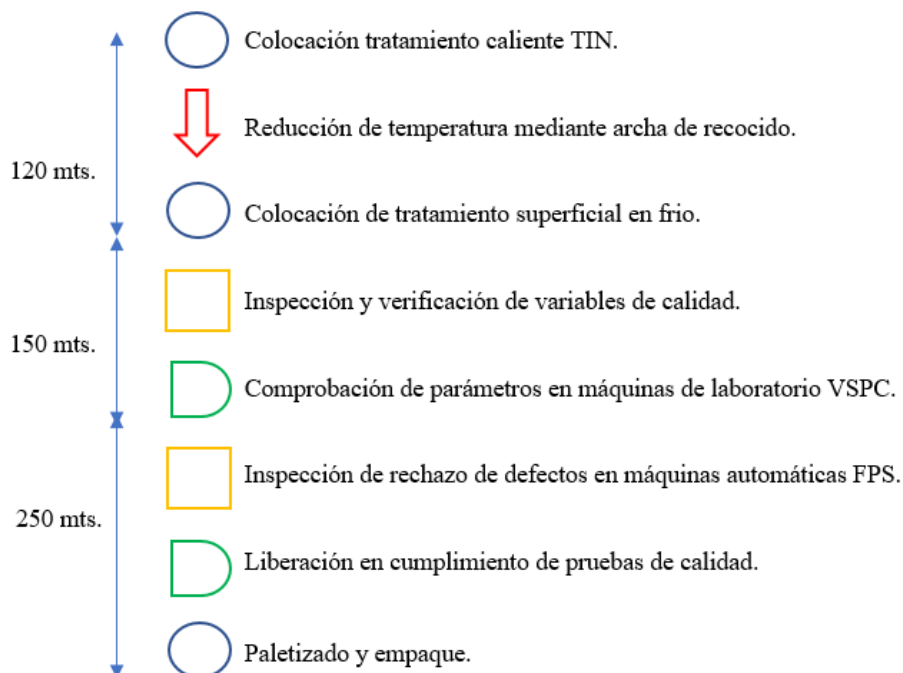


Figura 7. Diagrama de recorrido ejecución de pruebas de calidad. Información tomada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

2.3.2. Estudio de toma de tiempos en la medición de pruebas de calidad.

Toma de tiempos llevada a cabo en cinco días, de 3 turnos, de 8 horas, con 4 células de trabajo de manera aleatoria en distintos horarios, siendo tiempos puros de ejecución de pruebas para un número de muestra $n=25$.

Tabla 1. *Toma de tiempos en ejecución de pruebas de calidad*

Nº medición	Presión interna	Torcido - cuello torc.	Capacidad volumétrica	Espesores	Diámetros
Muestra 1	15	25	33	28	20
Muestra 2	19	22	36	25	21
Muestra 3	16	24	32	26	23
Muestra 4	15	25	35	29	18
Muestra 5	16	24	31	25	19
Muestra 6	20	30	33	28	23
Muestra 7	21	28	38	30	20
Muestra 8	15	25	36	30	19
Muestra 9	17	27	36	25	18
Muestra 10	18	28	35	26	23
Muestra 11	20	24	36	28	25
Muestra 12	17	26	35	29	23
Muestra 13	24	28	33	29	20
Muestra 14	21	23	34	24	22
Muestra 15	25	21	32	26	24
Muestra 16	18	26	29	28	26
Muestra 17	26	28	39	27	24
Muestra 18	20	24	34	30	21
Muestra 19	19	29	36	29	26
Muestra 20	22	23	38	22	23
Muestra 21	27	25	33	31	26
Muestra 22	21	26	31	28	24
Muestra 23	16	28	35	27	22
Muestra 24	23	31	30	29	19
Muestra 25	24	26	37	26	18
Promedios	19,80	25,84	34,28	27,40	21,88

*Para la selección de las tomas de tiempos en la investigación se consideran pruebas de mayor frecuencia, tiempo de duración, relevancia dentro del proceso, siendo las de mayor impacto para proponer mejoras en los tiempos de ejecución.

Información adaptada de la empresa. Elaborado por el autor.

Una vez obtenidos los valores tomados por pruebas de campo se procede a recopilar y analizar valores útiles dentro de la metodología 6 σ (six sigma) interviniendo las pruebas de mayor duración, así como las variables de mayor frecuencia donde se evaluarán posibles mejoras de acuerdo a propuesta planteada.

Tabla 2. Resultados Estadísticos de tomas de tiempos en pruebas de calidad

Variables	Media	Desv. Est.	Varianza.	Mínimo.	Mediana	Máximo.	Moda	Nº Moda
Presión interna	19,80	3,58	12,83	15,00	20,00	27,00	15;16 20;21	3
Torcido cuello torc.	25,84	2,49	6,22	21,00	26,00	31,00	28	5
Capacidad volumétrica	34,28	2,57	6,63	29,00	35,00	39,00	36	5
Espesores	27,40	2,18	4,75	22,00	28,00	31,00	28;29	5
Diámetros	21,88	2,60	6,77	18,00	22,00	26,00	23	5

*Valores obtenidos procesado mediante herramienta estadística Minitab, indispensables para realizar análisis de barras y graficas de comportamiento.

Información adaptada de la empresa. Elaborado por el autor.

2.3.3. Análisis de Gráficas de resultados comparativos.

Mediante la información procesada se gestionarán gráficas que nos demuestren el comportamiento de cada prueba de calidad, así como su tendencia, grado de complejidad, foco de atención en planeación de propuesta de mejora en el proceso, mediante mecanismos tecnológicos, orden, secuenciación de tareas, proponer nuevas técnicas de obtención de datos, a fin de mantener tiempos aproximados iguales con tendencia a lo ideal, estandarizando tiempo de duración asegurando la calidad de la mejor manera posible.

Procedemos a realizar primeramente gráfica de barras para conocer la incidencia en cada prueba de calidad cabe recalcar en tiempo absolutamente puros sin ninguna interrupción.

Se realizarán primeramente gráfica de barras para conocer la incidencia en cada prueba de calidad cabe recalcar en tiempo absolutamente puros sin ninguna interrupción.

2.3.3.1 Presentación de gráficas, análisis de situación actual

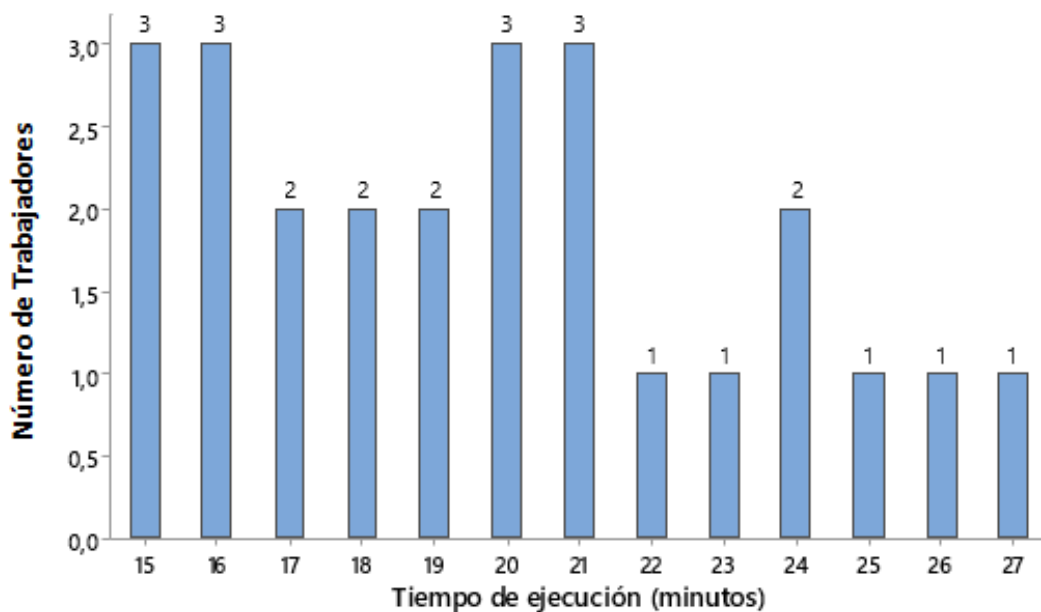


Figura 8. Tiempos de prueba de presión interna. Información tomada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

Como ilustra la figura 7 indica como se encuentran los resultados obtenidos de toma de tiempos para la ejecución de pruebas de calidad donde podemos observar periodos de tiempos que van desde 15 minutos hasta 27 minutos de duración de la prueba la cual tiene un promedio de 19,80 minutos, varios valores iguales o menores a tiempo promedio (12 mediciones) y a su vez también valores por encima del promedio (13 mediciones), lo que demuestra oportunidad de mejora mediante un sistema bien empleado y efectivo incluso de reducir el tiempo promedio actual.

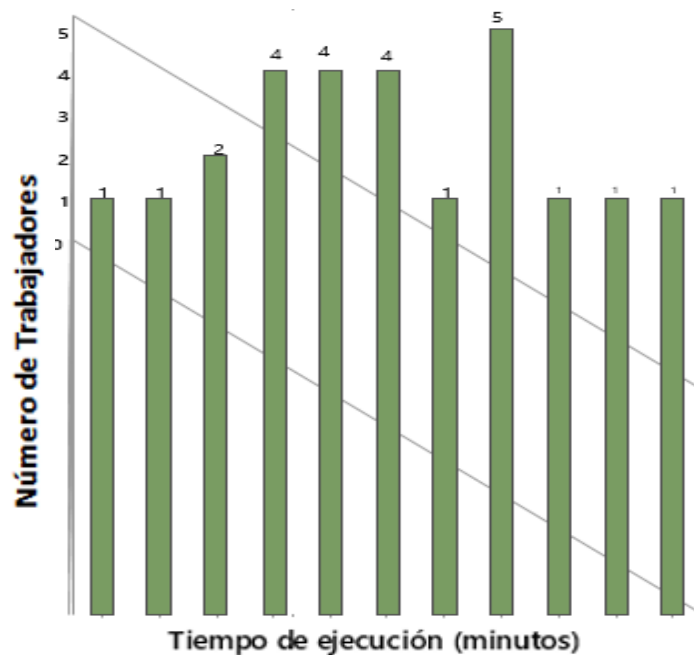


Figura 1. Tiempos de prueba de torcido-cuello torcido-altura. Información adaptada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

La Figura 8 representa los tiempos de ejecución para prueba de medición de torcido, cuello torcido, alturas del envase si vemos son tres variables dentro de una misma plantilla de recolección de datos, priorizando mejorar análisis que encuentra tiempos de duración de 21 a 31 minutos con una media aritmética de 25,84 minutos, que requieren ser ajustados con gran oportunidad ya que esta prueba es realizada en su totalidad manualmente.

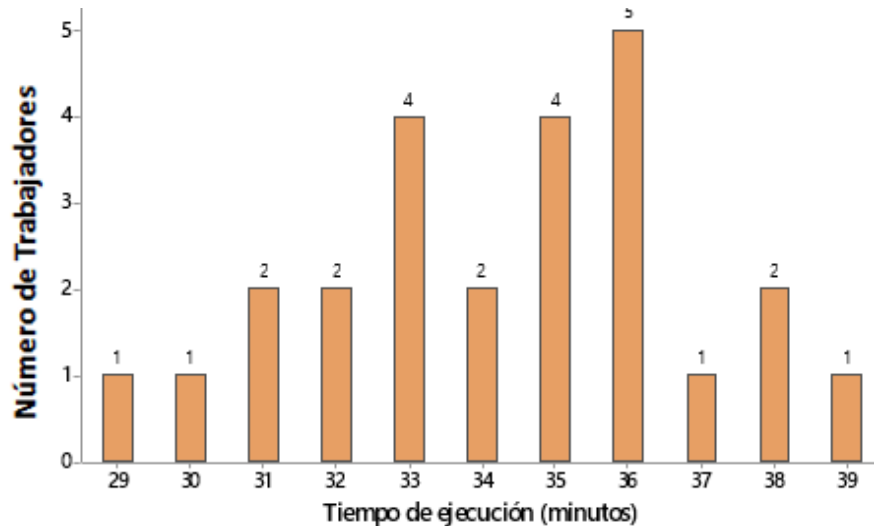


Figura 2. Tiempos de prueba de capacidad volumétrica. Información adaptada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

Es importante recalcar que la Figura 9 es la prueba de mayor tiempo de duración y complejidad de ejecución lo que pronostica importancia de mejorar tomando en cuenta principios de exactitud, ya que nos entrega valores de capacidad para envasar un producto con especificaciones ideales en relación a peso de envase con límites de llenado, implementando un sistema de mejora en llenado y obtención precisa de pesos se reduciría sustancialmente prueba que actualmente está entre 29 y 39 minutos con un promedio de 34,28 minutos, esperando resultados tentativo de reducción de tiempo a 25 minutos como propuesta planteada.

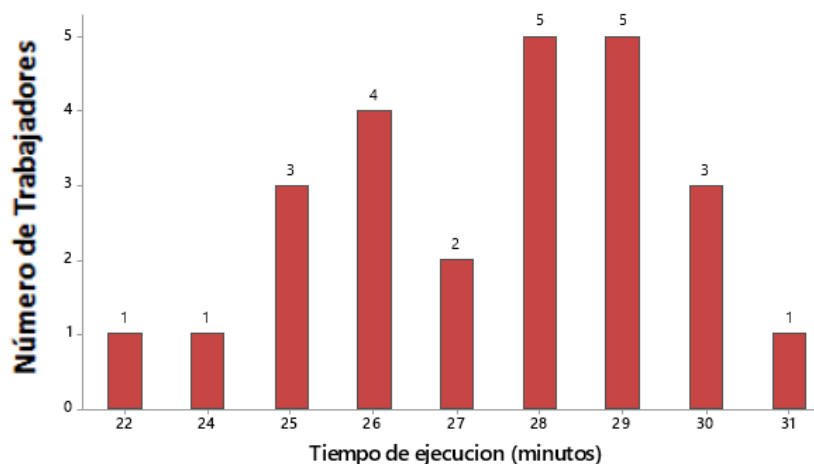


Figura 3. Tiempos de prueba de espesores. Información adaptada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

La Figura 10 demuestra un comportamiento de pruebas relativamente de obtención de espesores de vidrio en el envase estable con rangos de 22 a 31 minutos de duración y un promedio de 27,40 minutos, grafica que se puede ajustar con una correcta disciplina.

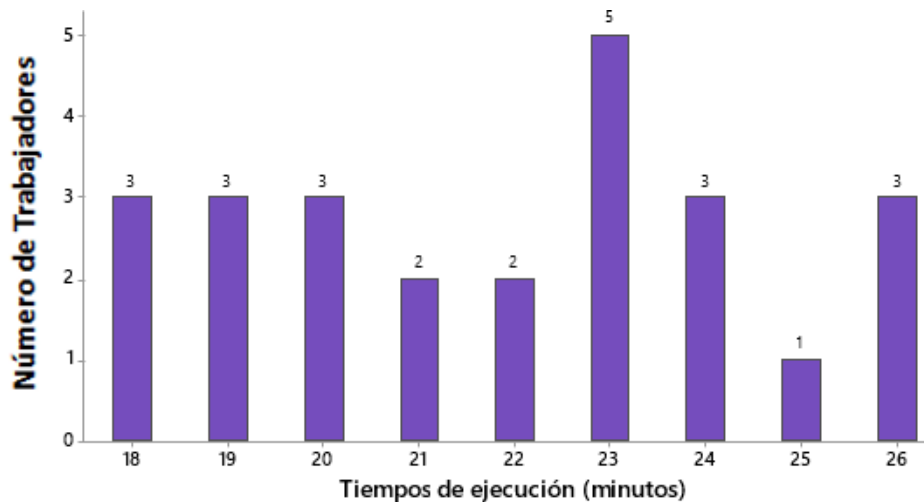


Figura 4. Tiempos de prueba de diámetros. Información adaptada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

En la Figura 11 que corresponde a la prueba de medición de diámetros en el terminado del envase, la cual representa un tiempo que va desde los 18 a 26 minutos de duración con una media de 21,88 minutos, se presenta en la práctica como una prueba con un comportamiento estable que se la realiza una vez por turno.

2.3.3.2. Resumen de resultados gráfica de barras.

Dentro de las cinco prueba de medición tomadas por ser las más relevantes dentro del proceso de ejecución de pruebas de calidad podemos ver en la obtención de datos que la capacidad volumétrica es la que tiene el mayor tiempo de duración con periodos de 29 a 39 minutos, mientras que la de menor tiempo estimado es la realización de la presión interna del producto ya que se encuentra realizada por una maquina semiautomática, así que por orden de tiempo de demora o espera en resumen quedaría de la siguiente manera:

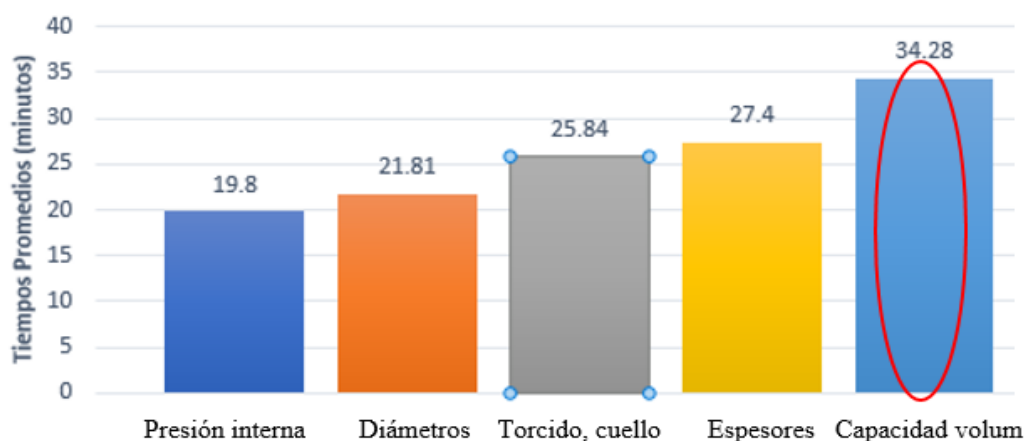


Figura 13. Tiempos de prueba de calidad según duración. Información adaptada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

Sin embargo, debemos de tener en cuenta de igual manera la frecuencia con la que se realiza cada prueba ya que unas requieren mayor seguimiento debido a su comportamiento cambiante constantemente dentro del proceso ya sea por variables de causa común como especial.

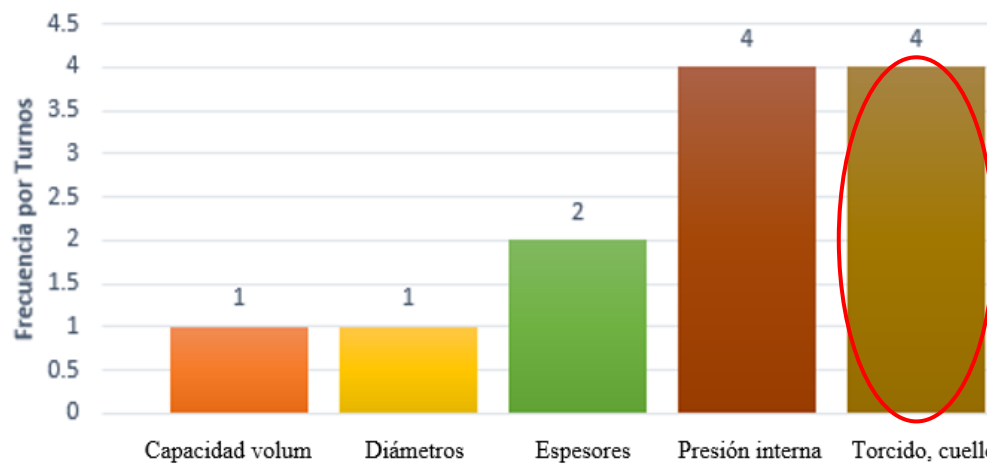


Figura 14. Tiempos de prueba de calidad según frecuencia. Información adaptada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

2.3.4. Análisis de tendencias y perspectivas Informes de control de proceso.

Como se puede observar, en las gráficas de comparación (ver graf. 2.6.-2.7.) tomaremos para nuestro análisis de plan de mejora y detección de factores de restricción las pruebas que casualmente generan mayor impacto en duración de tiempo en ser realizada:

- PRUEBA DE CAPACIDAD VOLUMÉTRICA (tiempo promedio 34,28 minutos, 1 vez al turno).

Así como, las que más requieren frecuencia de monitoreo dentro del proceso, y seguimiento como son:

- PRUEBA DE TORCIDO, CUELLO TORCIDO, ALTURAS (tiempo promedio 25,84 minutos, 4 veces al turno).
- PRUEBA DE PRESIÓN INTERNA (tiempo promedio 19,80 minutos, 4 veces al turno).

Sobre estas pruebas estará enfocado el análisis de propuesta de mejora, para cumplir así nuestro objetivo bajo el Principio de Pareto: que tiene enfoque y utilidad general respaldada por la conocida “ley 80-20” que indica el 20% de las acciones-causas ocasionan el 80% de los efectos en los resultados.

2.3.5. Informes de Control de Proceso.

Este análisis es necesario realizarlo para conocer si tenemos un control de proceso normal, dentro de especificaciones, o un proceso inestable con variaciones fuera de límites.

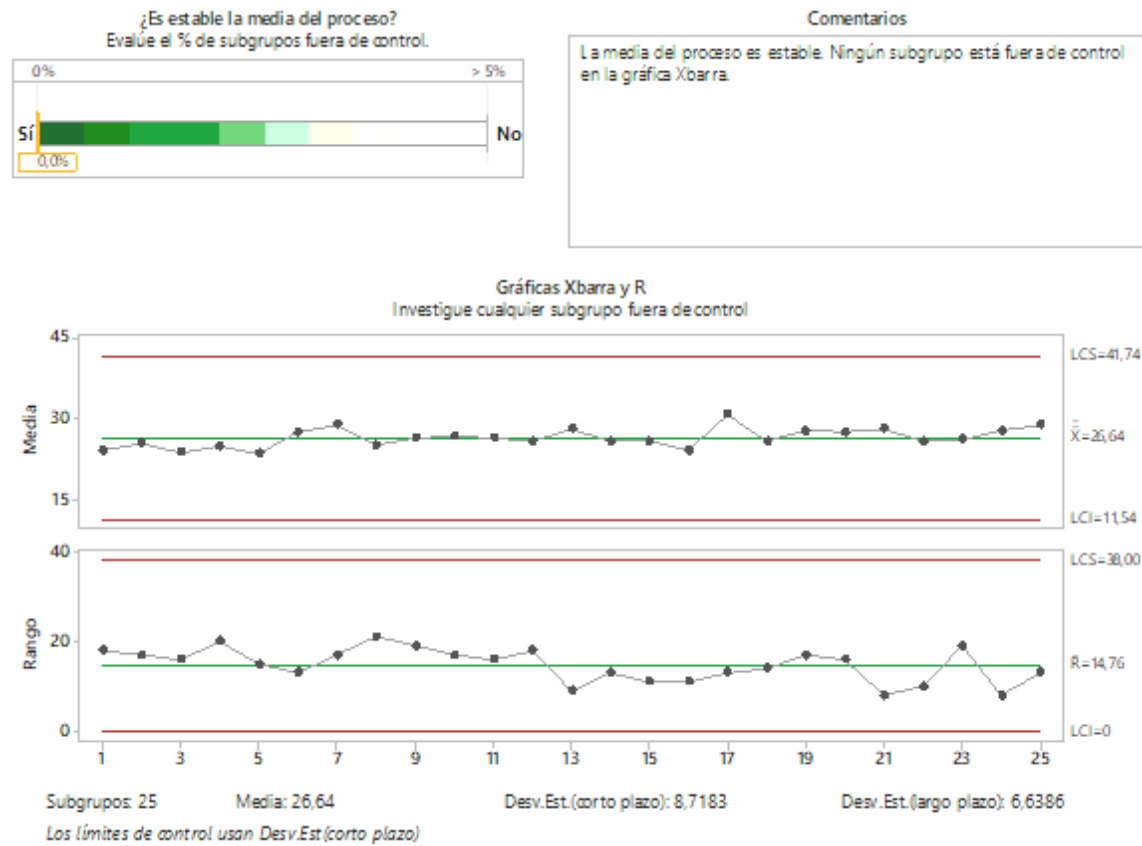


Figura 15. Informe de Resumen de Control de Proceso. Información adaptada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

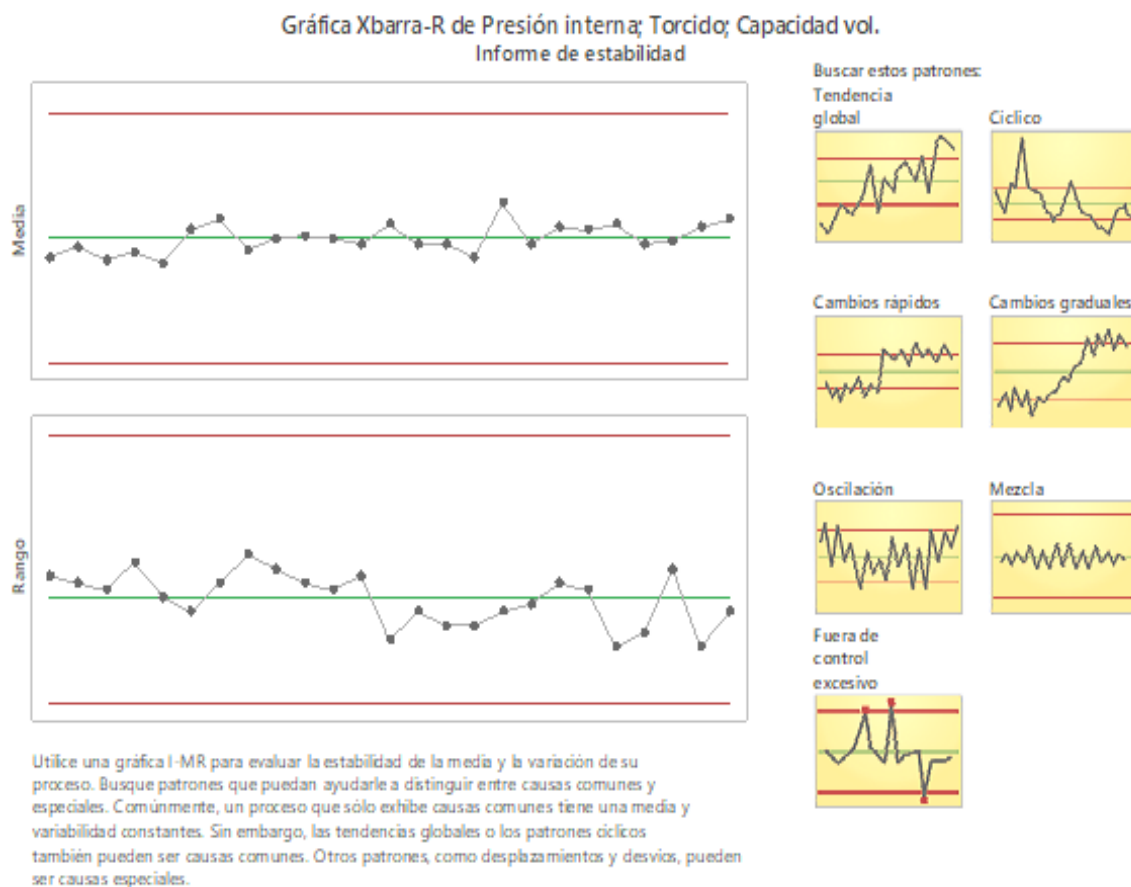


Figura 16. Informe de Estabilidad del Proceso. Información adaptada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

Gráfica Xbarra-R de Presión interna;Torcido; Capacidad vol. Tarjeta de informe		
Verificar	Estado	Descripción
Estabilidad		Los límites de control en la gráfica Xbarra pudieran ser muy amplios para los datos. En este caso, la gráfica difícilmente mostrará señales de una situación fuera de control. Es probable que esta condición sea causada por datos estratificados, lo cual sucede cuando usted tiene una fuente sistemática de variación dentro de cada subgrupo. Debe examinar su estrategia de recolección de datos para determinar las posibles fuentes.
Cantidad de datos		Es posible que usted no tenga suficientes datos para estimar límites de control precisos. Por lo menos 80 puntos de datos se deberían incluir en los cálculos.
Datos correlacionados		Si los datos están correlacionados, usted puede observar un número mayor de falsas alarmas. Dado que menos de 2% de los subgrupos están fuera de los límites de control en la gráfica Xbarra, la prueba de correlación no es necesaria.
Gráficas alternativas		Esta gráfica sirve para supervisar el control del proceso. Si su principal objetivo es explorar sus datos o comparar su proceso antes y después de un cambio, utilice las Gráficas de control disponibles en Análisis gráfico o las Gráficas de control de antes/después.

Figura 17. Tarjeta de Informe del Proceso. Información adaptada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

Los datos analizados muestran según informes de resúmenes de las pruebas de calidad de presión interna, torcido-cuello torcido, capacidad volumétrica, como una medida de proceso normal, sin embargo, también nos condicionan que es amplio el intervalo entre los límites de especificaciones superior LSE como límite de especificación inferior LSI, donde el estudio de mejora se enfocará en ajustar esos límites al promedio y reducirlos por debajo del actual.

2.3.6. Análisis de Perspectiva.

Los estudios de capacidad de potencial de procesos sirven para obtener información sobre el desempeño de procesos nuevos, implementación o revisados.

Los índices de capacidad procesan la información de manera que sea posible evaluar si un proceso es capaz de generar requerimientos que cumplan especificaciones.

Donde **Cp** es un indicador capacidad potencial de proceso que resulta de dividir la variación de la tolerancia entre la amplitud de la variación natural del proceso básicamente consiste en ver la amplitud de nuestros valores reales contra los tolerantes.

$$Cp = (LSE - LIE) / 6\delta$$

Con los indicadores de Cp se determina si un proceso es capaz de producir resultados que cumplan con los requerimientos especificados.

Cpk es un indicador de capacidad real de un proceso que sirve para ajustar el índice Cp llevando a la ideal del proceso, que tan centrada esta la campana de gauss.

$$Cpk = MIN [(LSE - X) / 3\delta \quad (X - LIE) / 3\delta]$$

Pp.: Índice de desempeño potencial del proceso. Tiene en consideración la dispersión del proceso en relación a los límites de especificación.

Ppk.: Índice de desempeño nominal del proceso. Tiene en consideración la dispersión del proceso y el centrado del proceso en relación a los límites de especificación.

Para que el proceso esté en control estadístico Pp y Ppk deben ser mayores o igual a 1,33.

Tabla 2. Clasificación de proceso según indicadores de capacidad Cp y Cpk

Valor índice Cp	Clase o categoría proceso	Decisión (si el proceso está centrado o no)
$C_p \geq 2$	Clase mundial	Calidad óptima. Six sigma.
$C_p \geq 1,33$	1	Adecuado
$1 \leq C_p \leq 1,33$	2	Parcialmente adecuado. Requiere control estricto.
$0,6 \leq C_p \leq 1$	3	No adecuado para el trabajo. Requiere control estricto, análisis de proceso.
$C_p \leq 0,67$	4	No adecuado para el trabajo. Requiere modificaciones bien serias.

Información tomada de www.ingenieriaindustrialonline.com. Elaborado por el autor.

Conocidos los valores evaluaremos mediante gráficas de capacidad de proceso la situación y la magnitud de importancia en el plan de mejoras para cuanto sea necesario ajustar el proceso, estandarizar tiempos, eliminar restricciones y demoras.

2.3.6.1. Indicadores de Capacidad Cp y Cpk.

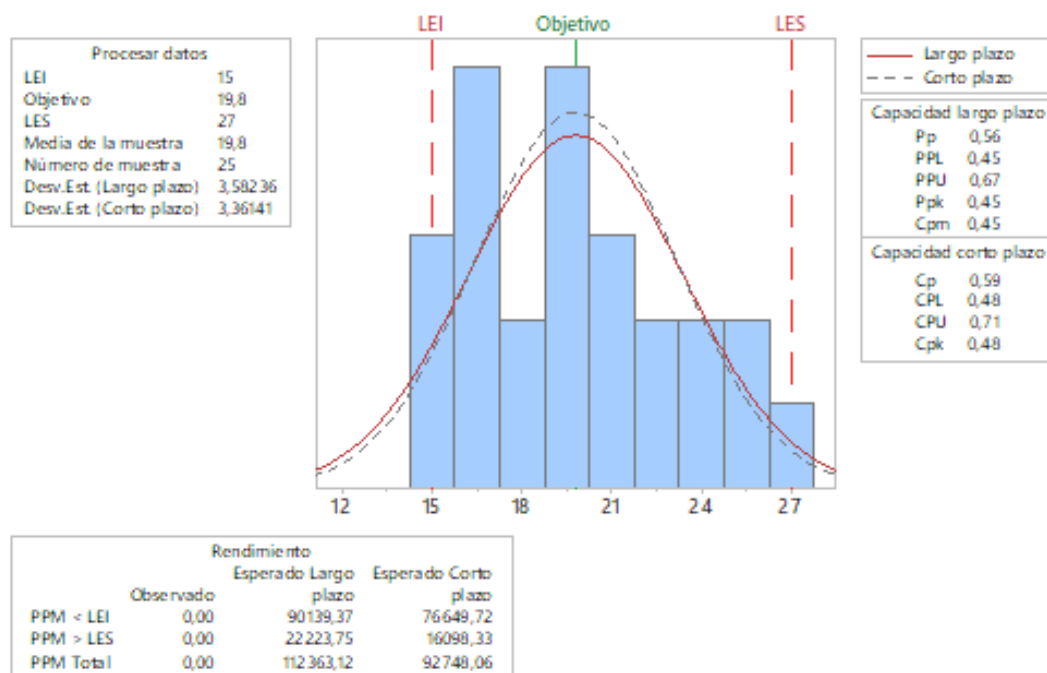


Figura 18. Capacidad de proceso actual de medición de prueba de presión interna. Información adaptada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

Gráfica bajo criterios de nivel de confianza 95% y con una tolerancia de $K \times \delta$ para la estadística de capacidad $K=6$, valores que respaldan análisis de confianza 6.

Según indicadores resultantes, la propuesta de mejora para la ejecución de prueba de presión interna observamos que vamos a necesitar un plan que nos permita proyectar un alcance de mejora continua a corto plazo ya que tenemos niveles de confianza $C_p=0,59$ en

proceso potencial y Cpk 0,48 en proceso real, ubicando en categoría 4 según tabla 2.4, que nos indican un proceso no adecuado para el trabajo y requiere modificaciones bien serias, con estos indicadores podemos plantear nuestra propuesta y verificar su factibilidad.

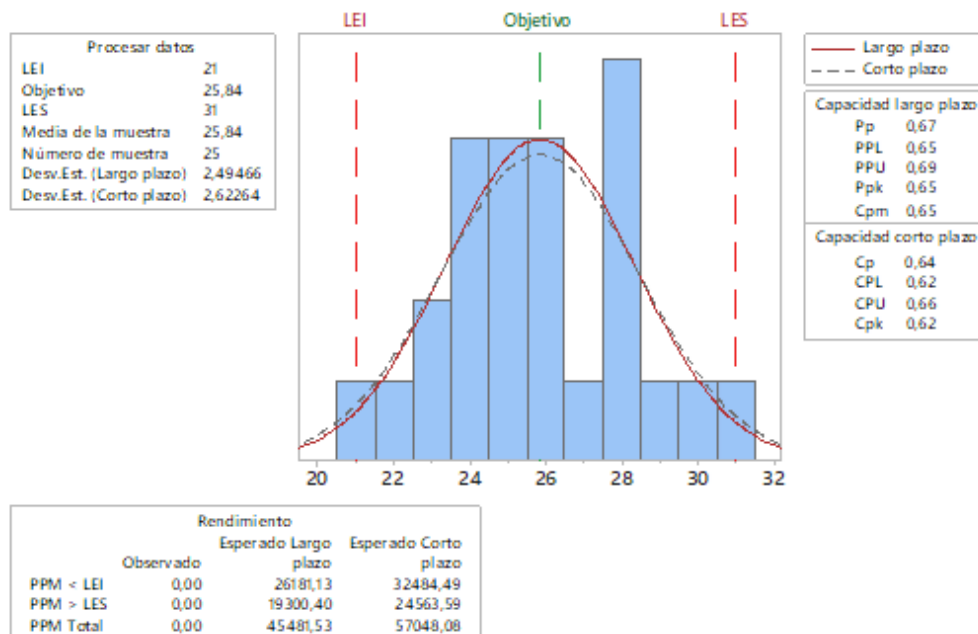


Figura 19. Capacidad de proceso actual de medición de torcido. Información adaptada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

En la gráfica 2.12. ilustra que tenemos un proceso de ejecución de pruebas de torcido, cuello torcido, altura fuera de control de especificaciones con una capacidad de proceso potencial Cp de 0.64 y un Cpk capacidad de proceso real de 0.62, valores que nos hacen caer en categoría 2 según tabla 2.4. que indica que el proceso está parcialmente adecuado y requiere un control estricto de mejora para ajustar campana de Gauss.

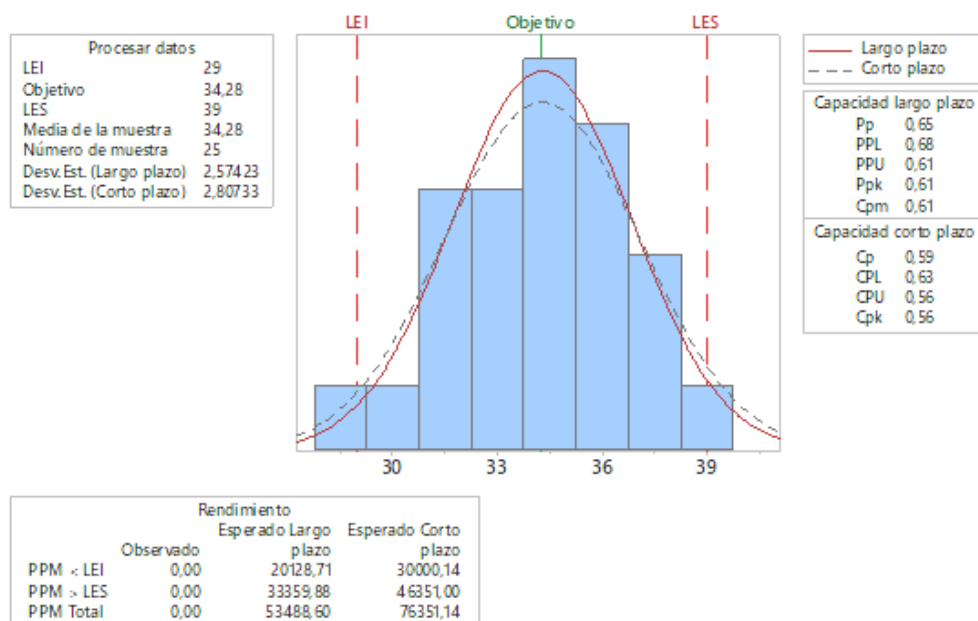


Figura 20. Capacidad de proceso actual de medición de prueba de capacidad volumétrica. Información adaptada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

Según muestra grafica 2.13. tenemos un proceso de ejecución de pruebas para medir la capacidad volumétrica del producto con indicadores de proceso potencial Cp en 0.59 y valores de proceso real en 0.56 que nos ubican en categoría 4 según tabla 2.4. que nos indican un proceso no adecuado para el trabajo, que requiere modificaciones bien serias, lo cual hace más efectivas y urgentes la planeación de mejorar tiempos y forma de ejecución de prueba de calidad para medir la capacidad de envases de vidrio.

2.4. Presentación de Resultados

Como se evidencia, para las tres pruebas de control de calidad de mayor impacto y frecuencia que requieren mejorar en cuanto a tiempo de ejecución con la cual nos realizaremos los siguientes cuestionamientos de implementación según estudio observado.

Con la información de tiempos promedios actuales se necesita aterrizar situación actual de comportamiento mediante valoración por rangos y niveles donde se valoran 4 aspectos como son habilidad, esfuerzo, condiciones, consistencia, lo cual se demuestra a continuación:

Tabla 3. *Escala de Valoración del ritmo tipo*

Val.	Escala
0	Actividad Nula, desperdicio tiempo.
50	Muy lento, movimientos excesivos inseguros.
75	Constante, resuelto sin prisa, vigilado.
100	Ritmo tipo: activo, capaz, calificado.
125	Muy rápido, seguro, destreza de movimientos.
150	Excepcionalmente rápido, concentrado, virtuoso.

Información adaptada de la empresa. Elaborado por el autor.

Con la información antes descrita y el análisis realizado en tiempos de ejecución de pruebas de calidad que resolver los cálculos de medición de trabajo detallados a continuación:

$$\text{Tiempo Básico} = T. \text{ Prom.} \times \text{Valoración}\%$$

Tabla 4. *Cálculo de Tiempo básico.*

Actividad Estudio	Tiempo prom. (min.)	Valoración	Tiempo Básico
Presión interna	19,80	1,25	24,75
Torcido, cuello torc.	25,84	0,75	19,38
Capacidad volumét.	34,28	0,75	25,71

Información tomada de la empresa, realizada por el autor.

Suplementos de tiempos en porcentajes entregados por la empresa están distribuidos de la siguiente manera: suplemento por fatiga básica 4%; suplementos por necesidades personales 5%; suplementos por contingencia 4%; suplementos por políticas de la empresa 1%; suplementos especiales 1%; resultando un total de 15% por total de suplementos.

$$\text{Tiempo Tipo} = T. \text{ básico} + (\text{tiempo básico} \times \text{suplemento})$$

Tabla 5. *Cálculo de Tiempo tipo.*

Actividad Estudio	Tiempo básico. (min.)	(T. básico x suplemento)	Tiempo Tipo
Presión interna	24,75	3,71	28,46
Torcido, cuello torc.	19,38	2,91	22,29
Capacidad volumét.	25,71	3,86	29,57

Información tomada de la empresa, realizada por el autor.

$$\text{Tiempo Ciclo Total} = T.T.T \text{ presión interna} + T.T.T \text{ torcido} + T.T.T. \text{ capacidad volumétrica.}$$

$$\text{Tiempo Ciclo Total} = 113,84 + 89,16 + 29,57 \text{ (minutos)}$$

$$\text{Tiempo Ciclo Total} = \underline{\underline{232,57 \text{ minutos.}}}$$

*T.T.T. = tiempo tipo total = tiempo tipo x número de frecuencias de pruebas en turno.

Descrito de mejor manera el tiempo total actual necesario para realizar las pruebas de calidad en el área de selección es de aproximadamente 3 horas con 55 minutos exactamente. Con grandes posibilidades de reducir, secuenciar, ordenar y estandarizar tiempos mediante una buena planeación estratégicas en las limitaciones encontradas dentro de la investigación.

2.5. Diagnósticos

Evaluando los tres aspectos seleccionados en las pruebas de calidad y mediante investigación de movimiento repetitivos, pausas por calibración de equipos, manejo innecesario de herramientas rudimentarias para mejorar obtención de resultados, mejorar instrumentación de medición de capacidad volumétrica, agilizar transferencias de información precisa en tiempos oportunos.

En base a estrategia de planeación de mejora se pretende demostrar una reducción de tiempo considerable en el 22,42% del Tiempo de Ciclo Total de trabajo distribuido de la siguiente manera:

Tabla 6. Reducción propuesta de Tiempo de ciclo.

Prueba estudio	Tiempo ciclo (minutos)	Tiempo propuesto (minutos)	Reducción
Presión interna	28,46	22	6,46%
Torcido, cuello	22,29	16,75	7,51%
Capacidad vol.	29,57	25	8,45%

Información según tiempo ritmo, elaborada por el autor.

Observamos una reducción de tiempo equitativa en comportamiento de las pruebas análisis efectuado a proyección de resultados de propuesta de mejora según implementación de puntos observados a reforzar y dar soporte en tiempo alcanzable.

2.5.1. Análisis Probabilístico.

Planteadas las pruebas a realizar el estudio de mejora necesitamos hacernos las preguntas de que tan factible o riesgoso puede ser llevar a cabo la presentación de nuestro plan de mejora en la ejecución de pruebas de calidad, bajo que niveles de confianza calificaremos y certificaremos el impacto que generara dentro de la organización.

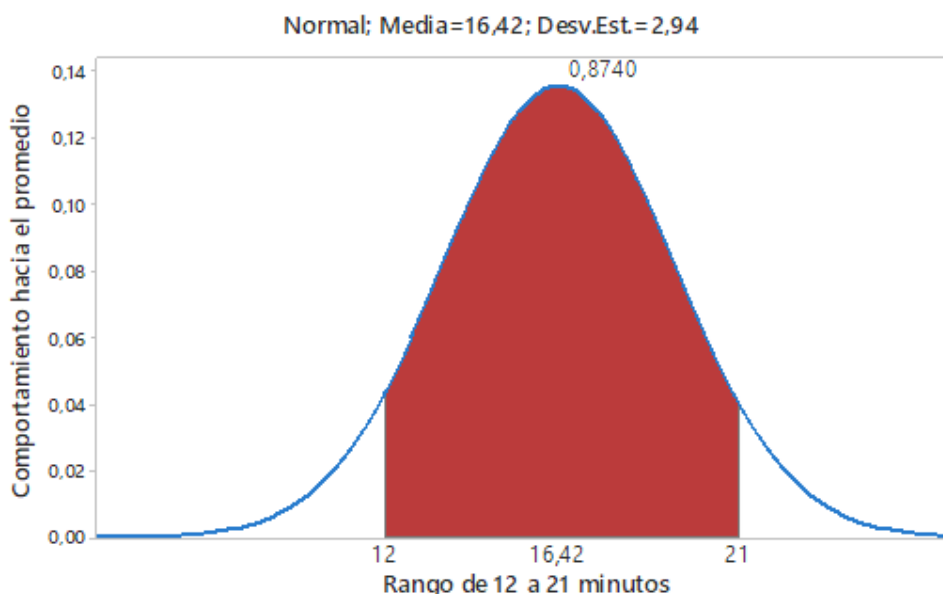


Figura 21. Capacidad de proceso actual de medición de prueba de capacidad volumétrica. Información adaptada de investigación de campo. Elaborado por el autor

Según la Figura 20 se representa un proceso centrado con valores fuera de los límites con tendencia a tiempo límite inferior de tolerancia, distribución de 0,87% dentro de una holgura o varianza de 8,63 minutos que indica realizar ajustes que nos lleven a la tendencia de reducción de varianza hacia el tiempo promedio.

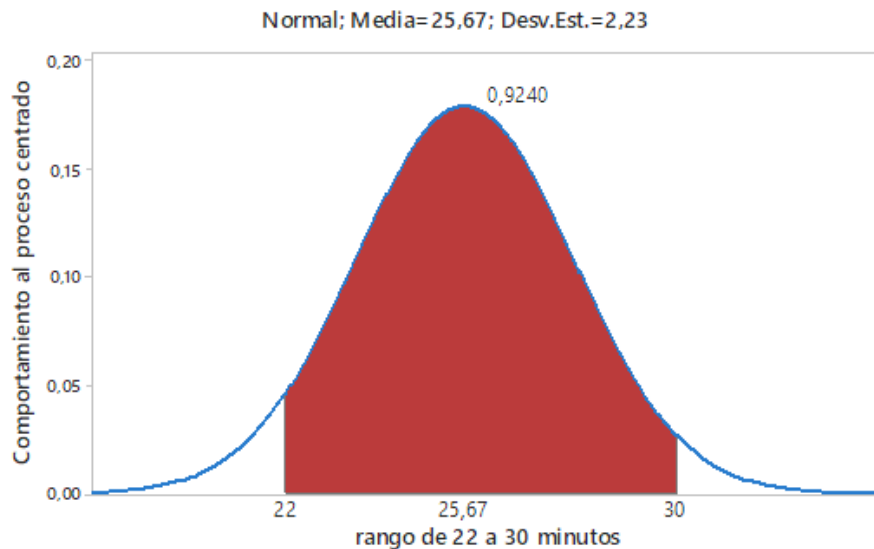


Figura 22. Distribución actual prueba de torcido cuello torcido altura. Información adaptada de investigación de campo. Elaborado por el autor

Para la Figura 21 se observa un proceso de medición con tendencias menores a la media, pero con una desviación estándar de 2.23 y una distribución de 0,92% proceso descentrado fuera de tiempo tolerables.

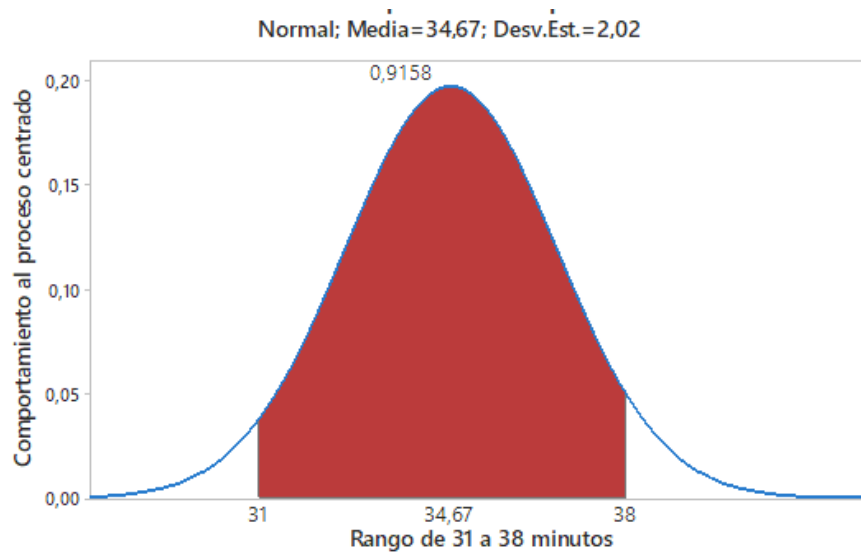


Figura 23. Distribución actual prueba de capacidad volumétrica. Información adaptada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

En la Figura 22 se indica una distribución con un proceso incapaz debido a valores fuera de especificación con tendencia superior a límites de control para lo cual requiere una medida de modificaciones serias para llevar tiempos de comportamiento central y estable.

Capítulo III

Propuesta, conclusiones y recomendaciones

3.1. Diseño de la propuesta.

Con los lineamientos de mejoras alcanzables, se realizan investigaciones detalladas de criterios de creatividad, iniciativa, innovación, mecanización, instrumentación, según requerimientos que efectivicen la ejecución de optimización de los recursos.

La mejor utilización de los recursos humanos y materiales con la finalidad de reducir los costos de producción y obtener mejor productividad dentro de los objetivos como son:

1. Comparación de eficacia en método de modelo de trabajo.
2. Repartición equilibrada de trabajo.
3. Información para programar las operaciones.
4. Incrementar la eficiencia del trabajo.

3.1.1. Planificación de mejora en prueba de presión interna.

Para prueba de presión interna: mayor atención a la disposición de la máquina de presión interna, repotenciación de equipo de medición, puesto que necesita constantes ajustes en cada prueba debido al desgaste en mordazas, calibración para diferentes terminados, problemas con aislantes que por presión de agua y aire terminar abriéndose, así como un mantenimiento predictivo al sistema hidráulico- neumático ya que sufre constantes fugas de presión debido a la calidad de las mangueras o regulación de la presión de aire ya que es una máquina de uso continuo, además que hay máquinas de presión interna en el laboratorio sin reparar. Por lo que proponemos las siguientes alternativas:

Si tuviéramos una máquina de presión interna semiautomática reparada de respaldo pudiéramos menorar el tiempo de 19,80 minutos promedios aproximados a 15 minutos con tiempos para mantenimiento predictivo e incluso más cerca de las líneas de trabajo.

- a) En una población de 25 muestras 10 cumplieran promedio de tiempo con el 30 por ciento de posibilidad.

$$n = 25$$

$$x = 10$$

$$p = 0,30$$

Función de densidad de probabilidad

Binomial con $n = 25$ y $p = 0,3$

x	$P(X = x)$
10	0,0916360

La probabilidad de que se cumpla con el objetivo es 9,16%

b) En el mismo tamaño de muestra 25 se puedan cumplir más de 10 pruebas con el mismo 30 por ciento de posibilidad.

$$n = 25$$

$$x \geq 10$$

$$p = 0,30$$

La probabilidad de tener más de 10 mediciones con valores promedio de prueba de presión interna es de 18,94%.

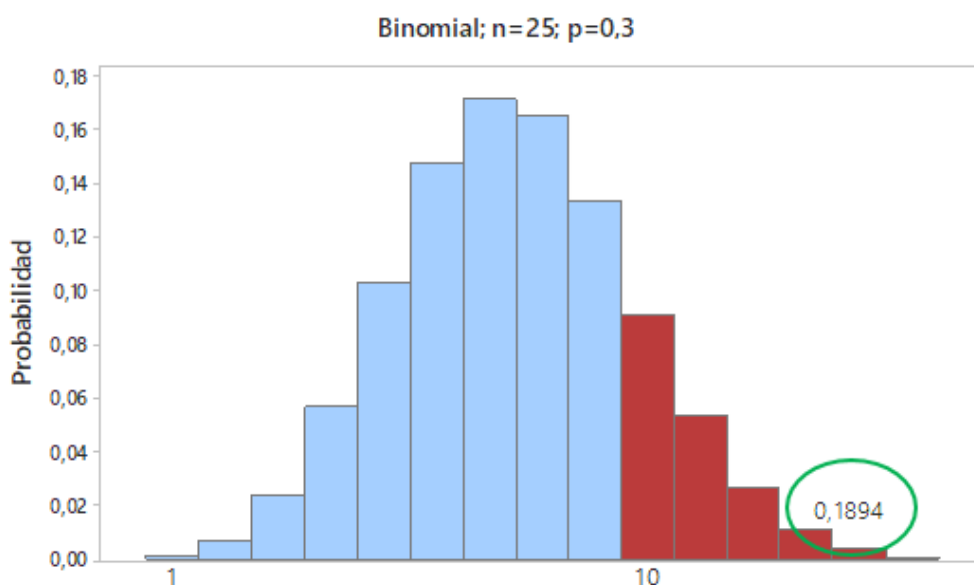


Figura 24. Distribución binomial para prueba de presión interna. Información adaptada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

3.1.2. Planificación de mejora en prueba de torcido, cuello torcido, altura.

En la prueba de torcido, cuello torcido, altura y terminado caído, todos estos resultados se registran en una misma plantilla y bajo el mismo equipo de medición, por lo cual resulta una prueba bastante interesante y a su vez de suma importancia por la cantidad de variables que proporciona. En el estudio de movimientos y la toma de tiempos reflejo un dato de relevancia en la manera de obtener los resultados es bastante manual e imprecisa requiere de mucha paciencia, destreza, experiencia, no existe un interfaz de procesamiento automático de captura de datos, como también un correcto entrenamiento para calibrar equipos de medición, elaborar plantillas de recolección de datos en sistema estadístico Visual SPC lo cual necesita varios intentos fallidos con movimientos excesivos.

Con estas oportunidades de mejoras aplicadas al sistema de procesamiento y entrega de información de datos de resultados de mediciones en la prueba de torcido, cuello torcido, altura, terminado caído, observadas nos llevan a proponer la magnitud de resultado basado en los sistemas informáticos de mejora continua.

- a) Con la instalación de un sistema de interfaz GagePorts y GP Works (modelo captura automática de información) se podrá reducir el tiempo actual promedio de la prueba de calidad de (22,29 minutos) a 20 minutos con un 35% de probabilidad de conseguir el objetivo.

$$n = 22.29$$

$$x = 20$$

$$p = 0,35$$

Función de densidad de probabilidad

Poisson con media = 22,29

$$\frac{x \quad P(X = x)}{20 \quad 0,0786417}$$

La probabilidad de que se cumpla con nuestro objetivo de reducir tiempo mediante la aplicación de sistema de captura automática es de 7,8%.

- b) Mediante capacitación y práctica para mejorar podemos elevar las destrezas y potenciar las habilidades para agilizar la ejecución de pruebas en general en una muestra de 25 cuál será la probabilidad de que 15 cumplan con el tiempo esperado de 16,75 para la prueba de torcido, cuello torcido, altura y terminado caído, con una probabilidad de 55%.

$$n = 25$$

$$x = 15$$

$$p = 0,55$$

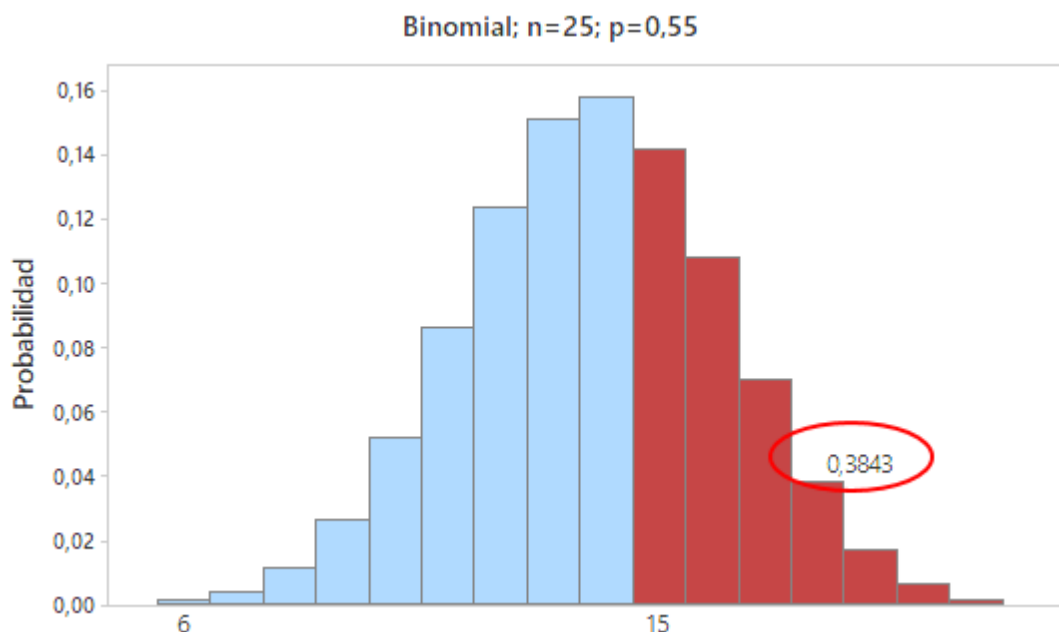


Figura 25. Distribución binomial para prueba de torcido cuello torcido altura. Información adaptada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

La probabilidad de lograr que dentro de 25 observaciones 15 estén dentro de lo requerido mediante los ajustes presentados a la prueba de torcido, cuello torcido se cumplan es de 38,43%.

3.1.3. Planificación de mejora en prueba de capacidad volumétrica

Se evidencia dentro de los tiempos promedios como la prueba con mayor duración debido al llenado de envases cada vez que se necesita saber la capacidad de llenado tanto como la de rebose. Para esta prueba no existe equipo de medición por lo que sería necesario primeramente una pequeña máquina de llenado manual, que consisten en una bomba de llenado al vacío, con cuatro pistones de manera sincronizada por una electroválvula indicando la escala de filling point. Ayudaría en gran parte a la disponibilidad de muestras más rápidas en secuencia, de igual manera servirá de mucha importancia el procesamiento por el interfaz de captura de pantalla para ingresar de inmediato resultados de capacidad de llenado y rebose.

Instalando y acondicionando la prueba de capacidad volumétrica según propuesta de mejora en equipo de medición y precisión, además de la agilidad en la obtención de datos son bases suficientes para realizar estudio probabilístico.

- a) Realizando mediciones con ayuda de la máquina de llenado al vacío manual se podrá disminuir el tiempo actual de 29,57 minutos a 27 minutos con una probabilidad de 45%.

$$n = 29,57$$

$$x = 27$$

$$p = 0,45$$

Función de densidad de probabilidad

Poisson con media = 29,57

x	P (X = x)
27	0,0682205

La probabilidad de efectuar la reducción de tiempo promedio en una muestra de 25 mediciones de 27,57 minutos a 27 minutos aplicando la implementación de máquina de llenado al vacío manual es de 6,82%.

- b) Cual será la probabilidad de tener 15 valores de mediciones de capacidad volumétrica dentro de la media esperada en una población de 25 con un nivel de confianza del 40%.

$$n = 25$$

$$x = 12$$

$$p = 0,40$$

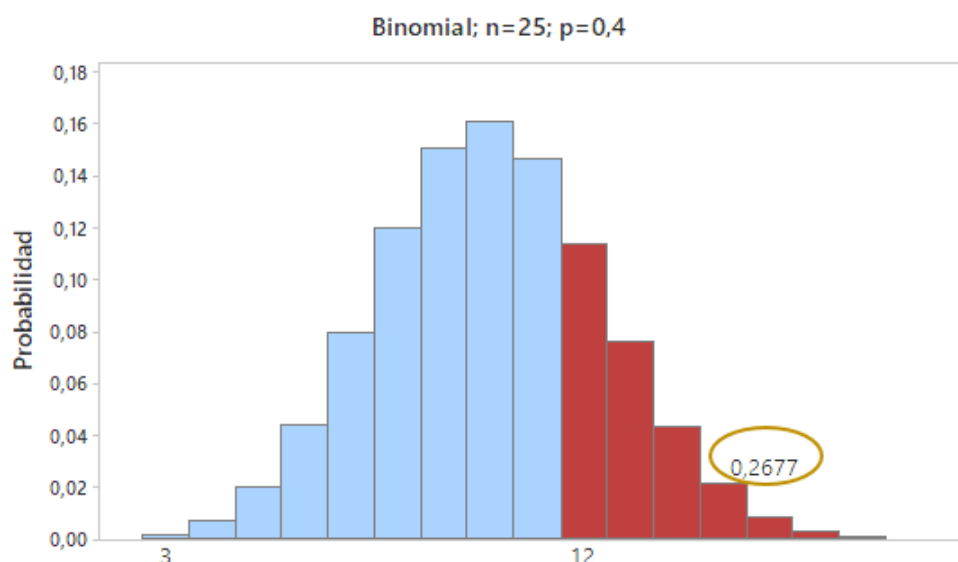


Figura 26. Distribución binomial para prueba de capacidad volumétrica. Información adaptada de investigación de campo. Elaborado por el autor

La probabilidad de encontrar 12 valores dentro del tiempo propuesto en una muestra de 25 mediciones es de 26,77%.

3.2. Conclusiones.

Valoramos cada propuesta de mejora planteada en cada una de las pruebas más relevantes de calidad en el área de selección donde se demuestra una reducción actual de duración de las tres pruebas analizadas donde se demuestras mediante graficas comparativas considerable de 22,42 % del tiempo promedio cifras que nos permiten alcanzar nuestro objetivo propuesto.

Tiempo total de Ciclo = **232,57 minutos**

Reducción de tiempo esperado = 22,42% = 52,14 minutos

Tiempo Total Propuesto = T.T.C. – R.T.E.

Tiempo Total Propuesto = 232,57 – 52,14 (minutos)

Tiempo Total Propuesto = **180,43 minutos.**

Aterrizando información final de factibilidad de alcance e impacto dentro de la ejecución de pruebas de calidad de presión interna, torcido, cuello torcido, alturas, terminado caído y capacidad volumétrica con cifras iniciales mínimas, condicionadas a la optimización de la propuesta con un mejor desempeño, de acuerdo al avance paulatino en que se involucra la organización, capacitando, seguimiento y control se puede garantizar un éxito aun mayor que va de un 30% a un 40% con la destreza, habilidad, captación de importancia que sin duda servirá para marcar precedentes en futuras oportunidades de mejoras dentro del área de selección.

3.2.1. Conclusiones de análisis comparativo.

Para demostrar una mejora a largo y corto plazo en la propuesta planteada se realizará comparativa entre resultados actuales con diseño de restricciones, oportunidades de fortalecer ejecución de pruebas de calidad en el área de selección aplicando sistemas y metodologías de progreso continuo, evaluando constantemente lineamientos debido a nuevos requerimientos que puedan inferir en el correcto desempeño de desarrollo. (Véase anexo 6).

La gráfica comparativa de resultados obtenidos entre la situación actual de capacidad del proceso y la presentación futura de la propuesta de mejora demuestra un ajuste a la campana de gauss en la relación antes-después, así como una estandarización de tiempos para cada una de las pruebas facilitando resultados eficientemente. Donde muestra una diferencia de mejora de Cpk en un 41% y un Cp de 8% a corto plazo. (Véase anexo 7)

Según informe de comparación demuestra una reducción de la desviación estándar en un 5,19% un Ppk de capacidad potencial del proceso real reducido en 46%. La capacidad potencial a corto plazo es significativa mediante los ajustes bien aplicados. (Véase anexo 8)

3.3. Recomendaciones

Luego de presentar y demostrar informes de efectividad y factibilidad en reducción considerable de tiempos de ejecución de pruebas de calidad se recomendará seguir los siguientes controles y seguimientos para cada una de las propuestas de mejoras en cada una de las obtenciones de variables.

Prueba de presión interna

Se recomienda disponer de la máquina de presión interna lo más cerca posibles del puesto de inspección de trabajo con disponibilidad inmediata mediante mantenimientos.

Revisión periódica de flujo de presión correcta en el ciclo cerrado de máquina mediante manómetro de comprobación.

Realizar rediseño modificación a mordazas de ajuste de terminado ya que es una constante de riesgo por tener bases pocos seguras, necesitan mayor soporte y fijación a la máquina al momento de ajustar con el cierre de boquillera de presión.

Investigar en mercado opciones de mejoras para cauchos de amortiguación con cierre de boquillera y terminado de botellas ya que por el frecuente uso tienen poco tiempo de vida útil debido al desgaste contante que están expuestos, esto se debe a calidad y espesor de discos de cauchos actuales.

Prueba de torcido, cuello torcido, alturas, terminado caído

Instalación requerida de mejor sistema interfaz de comunicación, obtención y procesamiento de datos de pruebas de medición mediante GagePorts y GP Works herramientas pilotos instaladas en el área de formación para agilizar valores de pruebas.

Capacitación básica sobre uso y creación de plantillas de visual SPC administrador estadístico de tareas de calidad, debido a constantes cambios en las referencias nuevas, nuevo requerimiento de normativas y clientes en general, mayor grado de exactitud y precisión en datos de resultado de mediciones, elevando el interés y conocimiento de experiencia de los colaboradores.

Seguimiento a calibración comprobación de medición de equipo de medición de torcido cuello torcido por ser variable critica de control lo que ocasiona posible riesgo de descalibracion de equipo por sus soportes de desplazamiento laterales como perpendiculares para en función de la activación del sistema interfaz GagePorts se deberá tener mayor precisión disminuyendo el índice de error.

Prueba de capacidad volumétrica

Incorporación de máquina manual de llenado en vacío para agilizar llenado de envases con precisión en altura de filling point o punto llenado que es un valor de altura entre el llenado a rebose y la toleración de capacidad requerida, prueba requerida de inmediato para evaluar ajustes en el diseño de envases con relación a requerimientos de envasado en el cliente inmediato.

Instalación de sistema de captura automática con valores referentes en la balanza de comparación de pesos en vacío, punto de llenado y punto de rebose aportando resultados inmediatos y seguros para la toma de decisiones oportuna.

Creación de matriz histórica comparativa de trabajo relativa en subgrupo de sectores de industria bebible gaseosa, alcohólica, licores, consumo masivo, conservas, mermeladas, isotónicos, jugos, vasos, jarras, llevando una situación inicial para cada referencia de acuerdo a utilización, aplicación, transportación, ubicación de llenado, previniendo futuros escenarios con la información necesaria dentro de la cadena de insumos. (Véase anexo 9)

Anexos

Anexo N° 1

Elementos GagePort dispositivo captura de resultados



Información tomada de la empresa. Elaborado por el autor.

Anexo N° 2
Equipo Multiplexer interfaz de comunicación



Información tomada de la empresa. Elaborado por el autor.

Anexo N° 3

Accesorios de comunicación captura de datos



Información tomada de la empresa. Elaborado por el autor.

Anexo N° 4

Correcta disposición de base y boquillaera máquina presión interna



Información tomada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

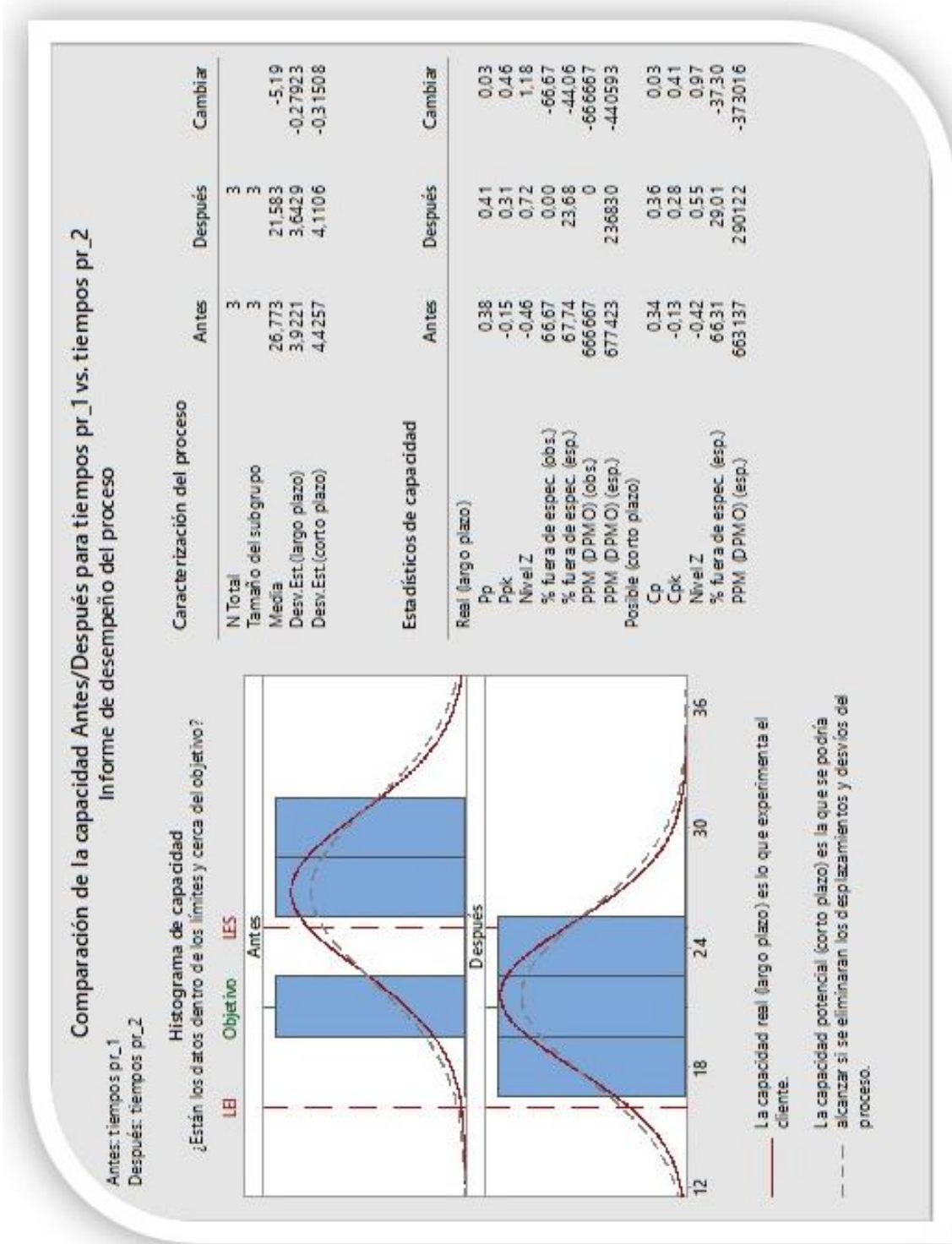
Anexo N° 5

Modelos de llenadoras manuales para pruebas de capacidad volumétrica



Información tomada de investigación de campo. Elaborado por el autor.

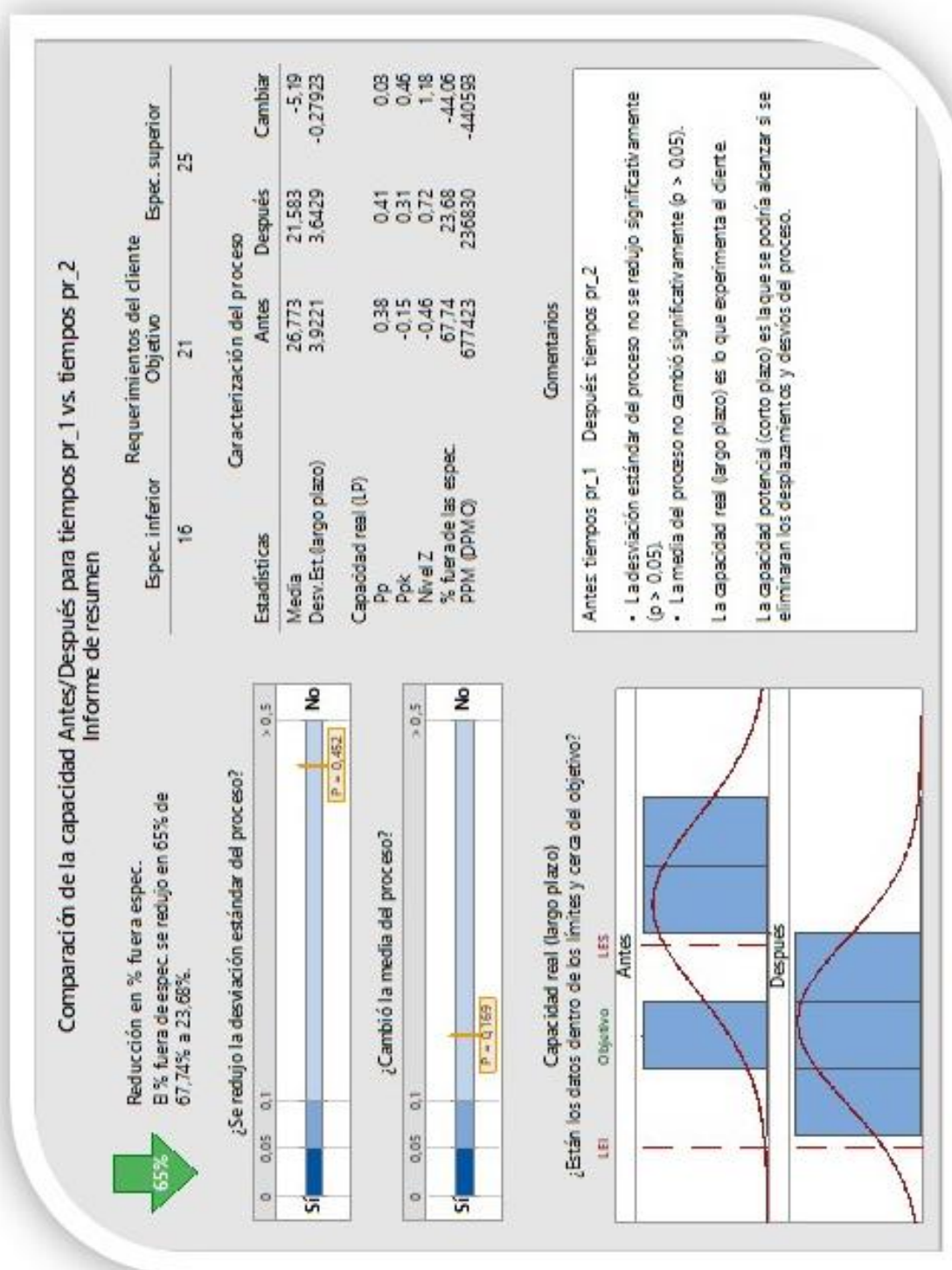
Anexo N° 6
Comparativa de capacidad de mejora antes-después



Información tomada de la empresa. Elaborado por el autor.

Anexo N° 7

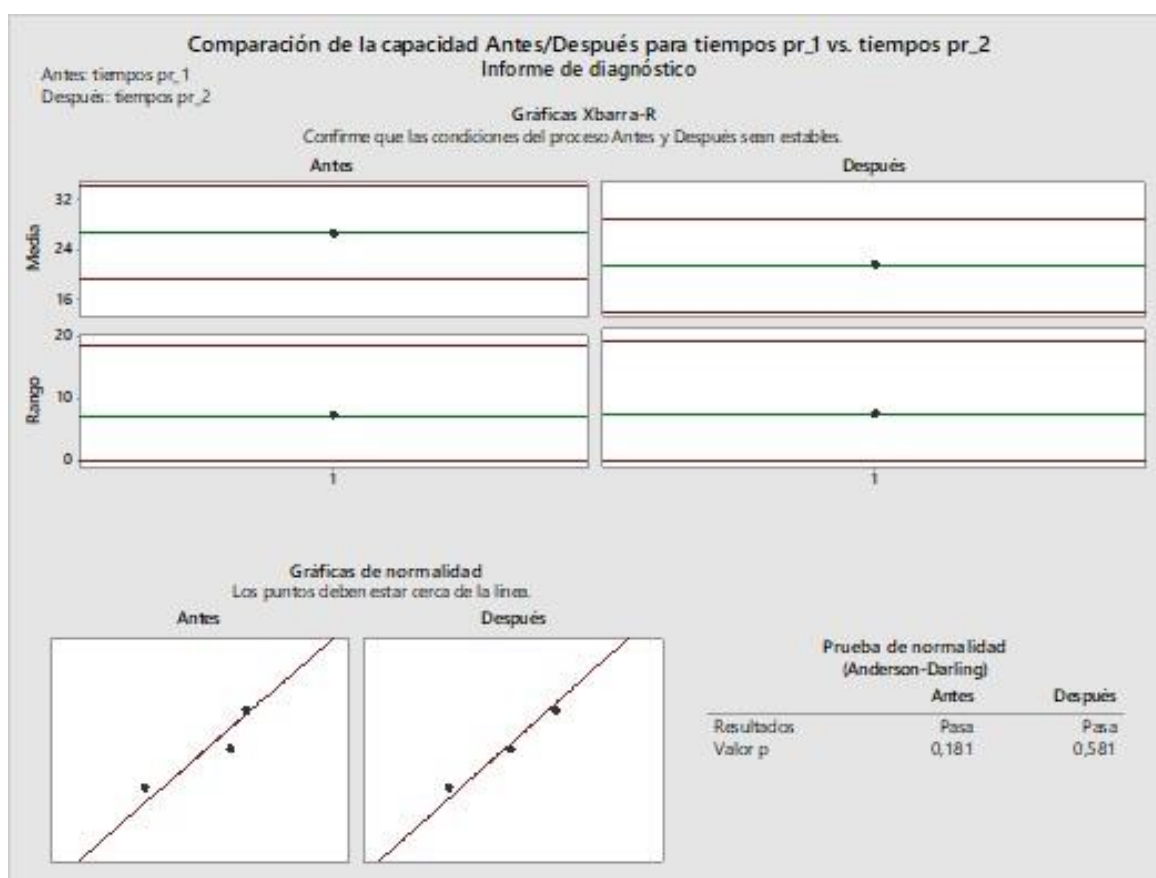
Informe capacidad de mejora antes-después



Información tomada de la empresa. Elaborado por el autor.

Anexo N° 8

Comportamiento de pruebas de calidad



Información tomada de la empresa. Elaborado por el autor.

Anexo N° 9

Resumen de recomendaciones propuesta de mejora en ejecución de pruebas de calidad

Pruebas de calidad	Ámbitos de aplicación (aspectos de valoración %)					
	Tecnología	Rediseño	Implement.	Capacitación	Reubicación	Impacto
Presión interna	15%	25%	5%	5%	25%	75%
Torcido, cuello torcido	30%	20%	10%	20%	10%	90%
Capacidad volumétrica	20%	20%	20%	10%	10%	80%

*Se analizan aspectos en consideración a propuesta de cambios, incorporación, capacitación, ambientación de espacio (reubicación), técnicas de obtención de datos (tecnología) con porcentaje de repercusión en resultados.

Información adaptada de la empresa. Elaborado por el autor.

Bibliografía

- Andrade, A., Del Río, C., & Alvear, D. (2019). Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado. *Scielo*. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000300083>
- Arias, A. (2016). LA GESTIÓN DE LA CALIDAD. *Facultad de Ciencias de la Documentación*. Obtenido de <http://webs.ucm.es/centros/cont/descargas/documento10123.pdf>
- Asociacion Nacional de Fabricantes de Envases de Vidrio. (2020). Proceso de fabricación de envases de vidrio. *Anfevi*. Obtenido de <http://www.anfevi.com/el-envase-de-vidrio/fabricacion/>
- Bonnefoy, J., & Armijo, M. (2015). Indicadores de desempeño. *Cepal*. Obtenido de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5611/S05900_es.pdf
- Conexion esan. (2020). La metodología Six Sigma. *Conexion esan*. Obtenido de <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2016/06/la-metodologia-six-sigma/>
- Minitab web. (2020). Descubra el valor de sus datos con Minitab. *Minitab web*. Obtenido de <https://www.minitab.com/es-mx/>
- Mosquera, J., Artamonova, I., & Mosquera Julio. (2014). Diagnóstico del proceso de inspección mediante índices de capacidad. *Scielo*. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052014000100006>
- Pierdant, A., & Rodriguez, J. (2010). control estadístico de la calidad de un servicio mediante Gráficas. *scielo*. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-77422009000200009
- Reyes, O., & Oslund, F. (2014). TEORÍA DEL BIENESTAR Y EL ÓPTIMO DE PARETO COMO PROBLEMAS. *Dialnet*. Obtenido de <http://Dialnet-TeoriaDelBienestarYElOptimoDeParetoComoProblemasMi-5109420.pdf>