

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES

UCC – CAMPUS MANAGUA



COORDINACIÓN DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**Proyecto de investigación para optar al título de Ingeniero
Industrial**

**Aplicación de la técnica de control estadístico de procesos para el
aseguramiento de calidad en la línea de producción de alcohol en gel en el
laboratorio higiénico químico Farrach durante el período septiembre a
noviembre 2022**

ELABORADO POR: Br. Armando Benito Perez Lacayo

TUTOR: Msc. José María Silva

MANAGUA, DICIEMBRE 2022

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES
UCC – SEDE MANAGUA**



COORDINACIÓN DE CARRERA

**Curso de Culminación de Estudio para optar al título de Licenciado en
Ingeniería Industrial.
AVAL DEL TUTOR**

Yo, **Msc. José María Silva Guzmán** tengo a bien

CERTIFICAR

Que: El Proyecto de Investigación con el título: “**Aplicación de la técnica de control estadístico de procesos para el aseguramiento de calidad en la línea de producción de alcohol en gel en el laboratorio higiénico químico Farrach durante el período septiembre a noviembre 2022**”, elaborado por los estudiantes: **Br. Armando Benito Pérez Lacayo**, ha sido dirigida por los suscritos.

Al haber cumplido con los requisitos académicos y metodológicos del trabajo monográfico, damos de conformidad a la presentación de dicho trabajo de culminación de estudios para proceder a su lectura y defensa, de acuerdo con la normativa vigente del Reglamento de Régimen Académico Estudiantil y Reglamento de Investigación, Innovación y Transferencia.

Firmo el presente aval en la Universidad de Ciencias Comerciales a los veintiocho días del mes de noviembre del año dos mil veintidós.

Msc. José María Silva Guzmán
Tutor Técnico

Msc. José María Silva Guzmán
Tutor Metodológico

RESUMEN

La investigación se realizó en el Laboratorio Higiénico Químico Farrach, empresa que se dedica a producir y comercializar productos de limpieza e higiene, con sede en Managua, Nicaragua, en el periodo del tercer cuatrimestre del 2022, tuvo por objetivo principal el analizar el proceso productivo del Bacter Clean Alcohol Gel del laboratorio Higiénico Químico Farrach mediante el uso de las herramientas del Seis Sigma. Se busco mejorar los procesos conforme la evaluación de la herramienta Seis Sigma y optimizar así la eficiencia productiva. La metodología utilizada fue de tipo descriptivo y de carácter no experimental, donde se utilizó como fuentes de información las diversas teorías de la metodología Seis Sigma, la utilidad y finalidad de la misma, así también la observación y el uso de una lista de verificación que se realizó en la empresa y en la producción del alcohol en gel. Se diagnostico parte de la realidad actual de los procesos de la producción, así como también la evaluación Seis Sigma, las restricciones o limitantes en la producción, así de igual manera se elaboró una propuesta de mejoras. Se llego a la conclusión que el laboratorio tiene ciertas variabilidades en la capacidad de producción en ciertos momentos del año, así como también que no hay grandes errores o fallos en los procesos productivos, por lo tanto, también se propusieron recomendaciones como la capacitación de los colaboradores, uso de la herramienta seis sigmas para evaluar periódicamente los procesos de producción y asegurar la calidad del producto.

Palabras claves: Seis Sigma, metodología, procesos, producción, calidad, eficiencia.

ABSTRACT

The research was carried out at the Farrach Chemical Hygienic Laboratory, a company that is dedicated to producing and marketing cleaning and hygiene products, based in Managua, Nicaragua, in the period of the third quarter of 2022, its main objective was to analyze the production process of the Bacter Clean Alcohol Gel of the Farrach Chemical Hygienic Laboratory through the use of Six Sigma tools. We sought to improve the processes according to the evaluation of the Six Sigma tool and thus optimize production efficiency. The methodology used was descriptive and non-experimental, where the various theories of the Six Sigma methodology, the usefulness and purpose of it, as well as the observation and use of a checklist that was carried out in the company and in the production of alcohol gel were used as sources of information. Part of the current reality of the production processes was diagnosed, as well as the Six Sigma evaluation, the restrictions or limitations in production, as well as a proposal for improvements was elaborated. It was concluded that the laboratory has certain variabilities in production capacity at certain times of the year, as well as that there are no major errors or failures in the production processes, therefore, recommendations such as the training of employees, use of the Six Sigma tool to periodically evaluate the production processes and ensure the quality of the product were also proposed.

Keywords: Six Sigma, methodology, processes, production, quality, efficiency.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	8
I. Planteamiento de la investigación	10
1.1. Antecedentes	10
1.2. Objetivos	11
Objetivo general	11
Objetivos específicos.....	11
1.3. Descripción del problema y preguntas de investigación	12
1.4. Justificación	13
1.5. Limitaciones	14
1.6. Hipótesis	14
1.7. Variables.....	14
II. marco referencial	15
2.1. Estado del arte.....	15
2.2. Teorías y conceptualizaciones asumidas	17
Calidad	17
Generalidades.....	17
Fundamentos de la calidad	17
La calidad en el mundo actual.....	22
Mejoramiento de la calidad	24
Herramientas para el mejoramiento de la calidad	25
Metodología Seis Sigma.....	26
Antecedentes de Seis sigmas	26
Críticas a la metodología Seis Sigma.....	27
Principios de Seis Sigma	27

Los proyectos generan ahorros o aumento en ventas.....	28
Fases de Seis Sigma	29
Fases alternativas.....	34
Enfoque de Seis Sigma.....	34
Responsabilidades en Seis Sigma	35
Antecedentes Lean Seis Sigma.....	36
Lean Seis Sigma, una visión general.....	37
Project Charter	38
Mejora continua y desperdicios	39
Flujo de valor.....	41
Defectos Por Millón de Oportunidades (DPMO)	42
Diagrama SIPOC.....	43
Componentes de SIPOC.....	43
Las 7 herramientas de la calidad	44
Antecedentes.....	44
Las siete herramientas básicas de Calidad.....	44
Diagrama Causa – Efecto (Ishikawa o de pescado).....	44
Estudio de capacidad de procesos	47
Índice de capacidad potencial del proceso (Cp).....	48
Índice de capacidad real del proceso (Cpk)	49
III. DISEÑO METODOLÓGICO	51
3.1. Tipo de investigación	51
3.2. Área de Estudio	52
3.3. Población y muestra.....	52
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	52

Fuentes de información primarias	52
Fuentes de información secundarias	53
3.5. Análisis y procesamiento de la información.....	53
Tipo de procesamiento.....	53
Tipos de software y descripción	53
3.6. Definición operacional de las variables	54
IV. RESULTADOS.....	55
4.1. Diagnóstico del proceso de producción.....	55
4.2. Identificación de causas que afectan el control del proceso productivo	69
4.3. Restricciones del proceso productivo	70
4.4. Plan de mejora para elevar el nivel de desempeño de calidad	72
V. CONCLUSIONES.....	79
VI. RECOMENDACIONES.....	81
BIBLIOGRAFÍA	82

Índice de Gráficos

Gráfico 1. Distribución normal Seis Sigma	48
Gráfico 2. Flujograma del proceso de producción de Bacter Clean Alcohol Gel	55
Gráfico 3. Gráfica de análisis de capacidad	¡Error! Marcador no definido.
Gráfico 4. Características críticas para la calidad (CTQ) para Bacter Clean.....	56
Gráfico 5. Contenido neto	57
Gráfico 6. Diagrama de dispersión de contenido neto.	58
Gráfico 7. Histograma de capacidad neta.	59
Gráfico 8. Capacidad por contenido neto en ml.....	60
Gráfico 9. Porcentaje de Alcohol Etílico.	61
Gráfico 10. Diagrama de dispersión porcentaje de Alcohol Etílico	62
Gráfico 11. Histograma de porcentaje de Alcohol etílico.	63
Gráfico 12. Capacidad por porcentaje de alcohol etílico.....	64
Gráfico 13. Resumen para el PH.....	65
Gráfico 14. Diagrama de dispersión del pH.	66
Gráfico 15. Diagrama de dispersión	67
Gráfico 16. Capacidad por nivel de pH.....	68
Gráfico 17. Tiempo de media y rango proceso Bacter Clean	¡Error! Marcador no definido.
Gráfico 18. Inconsistencias en los procesos de producción de Bacter Clean. ...	¡Error! Marcador no definido.

Índice de tablas

Tabla 1. Operalización de variables	54
Tabla 2. Análisis de modos de fallo y sus defectos (AMFE)	73
Tabla 3. NPR inicial y final.	74

INTRODUCCIÓN

El paulatino crecimiento y desarrollo de las industrias, donde la calidad y la cantidad de producción son determinantes, hace importante que los laboratorios se fortalezcan, evalúen y minimicen sus pérdidas, aseguren sus procesos y puedan dar respuesta a todas las necesidades que el mercado impone, haciendo planificaciones eficaces para afrontar los retos de una competencia agresiva y garantizar la entrega resultados confiables en tiempos óptimos de respuesta.

La investigación parte de la necesidad de las empresas en brindar mejores productos a sus clientes internos y externos, es ahí donde se observa el gran crecimiento de la demanda de productos químicos de limpieza y sanitización que crece al ritmo del crecimiento poblacional en nuestro país.

El Laboratorio Higiénico Químico Farrach inicia operaciones en el año 2010, ubicado en de la estatua Monseñor Lezcano media cuadra al sur en la capital de Nicaragua, Managua; con 16 colaboradores actualmente distribuidos entre los cargos de gerente general, vice gerencia, regencia asesoría externa, Producción, control de calidad y gerencia administrativa entre otros operadores, quienes se encargan de producir productos químicos de limpieza y sanitización.

La empresa tiene 11 años de funcionamiento ininterrumpido y continuo. Actualmente está a cargo de su propietaria Ninfa Farrach.

Desde su apertura a ofrecido a la población nicaragüense artículos de limpieza como detergentes líquidos, ambientadores, alcohol en gel, jabón líquido, detergente liquido específicamente para ropa de hospitales, desengrasante, jabón de uso industrial, suavitel, cloro 3%, 6% y 12% y germicidas solo para superficies.

En el desarrollo del presente trabajo se revisarán los aportes de la implementación la herramienta Seis Sigma y sus contribuciones en la industria, se identificarán los conceptos necesarios para su implementación y por último se analizarán las metodologías que permitan mantener en el tiempo los resultados positivos de su implementación. De tal manera que se cuente con la información suficiente para determinar si es una estrategia exitosa la implementación de la herramienta Seis Sigma en el Laboratorio Higiénico Químico Farrach para mejorar los resultados de alta calidad optimizando los procesos.

Por tal motivo esta tesis se basa en analizar la aplicación de Six Sigma en el proceso de producción del Bacter Clean Alcohol Gel, el cual se ha guiado a través de las siguientes secciones que se detallan a continuación:

Primeramente, se describe la problemática, los antecedentes del objeto en estudio, los objetivos, tanto general como específicos.

Luego el Marco Teórico, el cual incluye los antecedentes de la investigación teniendo como referencia tesis, libros y artículos científicos, sobre la aplicación de Six Sigma para optimizaciones en diversos procesos. Así como detallar conceptos relacionados al proceso de estudio.

Asimismo, el Análisis de Resultados de la información obtenida durante el proceso de aplicación de la metodología, la interpretación de los resultados y afirmar la validez de los objetivos de investigación. En primer lugar, se especifica el tipo de investigación, el enfoque, el método y describe la población y muestra para luego detallar el análisis e interpretación de los resultados.

Las Conclusiones y Recomendaciones, explican las conclusiones pertinentes de los resultados obtenidos, también se formulan las recomendaciones, consejos, opiniones y comentarios sobre los resultados de los indicadores de la aplicación de Six Sigma y la situación actual.

Al final se presentan las referencias bibliográficas y los respectivos anexos.

I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Antecedentes

En esta investigación se entiende por antecedentes a todos los trabajos de investigación realizado por otros investigadores en cualquier ciudad y país del mundo, que hayan investigado problemáticas similares con los instrumentos de análisis de nuestra investigación.

Velázquez Nava (2009) en su trabajo monográfico “Aplicación de Seis Sigma en un laboratorio de análisis clínicos” en México D.F, México, la cual tuvo por objetivo “disminuir el número de errores en la captura de datos de las muestras de los pacientes, mediante las técnicas de seis sigmas”. La metodología es aplicada y efectuada tras la herramienta Seis Sigma donde se evaluaron los procesos de dicho laboratorio.

González Padilla (2018) desarrollo el tema “Lean Six Sigma para mejorar la calidad en laboratorios de Oil and Gas”, con el objetivo de “Revisar y analizar la metodología Lean Six Sigma y su impacto en el mejoramiento de la calidad en la entrega de resultados en laboratorios de Oil and Gas”. La metodología era de tipo cuantitativa y aplicada con el uso de Seis sigmas.

1.2. Objetivos

Objetivo general

Analizar el proceso productivo del producto Bacter Clean Alcohol Gel del laboratorio Higiénico Químico Farrach mediante el uso de las herramientas de Six Sigma para mejorar la capacidad del proceso en relación a las especificaciones de calidad

Objetivos específicos

1. Diagnosticar la situación actual del proceso productivo de Bacter Clean Alcohol Gel usando la herramienta de análisis de capacidad de procesos para determinar su nivel sigma de calidad.
2. Identificar las posibles causas que afectan la estabilidad y el control del proceso mediante el análisis de variables independientes para determinar cómo influyen en el resultado esperado.
3. Describir las restricciones organizativas o técnicas que limitan el buen desempeño del proceso productivo
4. Elaborar una propuesta de mejora que establezca la variabilidad del proceso y mejore el desempeño de su capacidad para cumplir con el target.

1.3. Descripción del problema y preguntas de investigación

La calidad es el estándar por excelencia de la producción y la fidelidad de los clientes, es por eso que todas las empresas del mundo sin distinción de rubros, se enfocan en brindar la mejor calidad a sus clientes y distribuidores. Buscar la perfección en la calidad suele ser más complicado de lo que se cree, esto debido a las diferentes y múltiples variables que entran en juego, creando una gama de virtudes, así como defectos en todos los procesos productivos.

La globalización ha construido una población cada vez más exigente con los productos, al igual que los organismos reguladores que detallan estándares de calidad, como es el caso de los estándares de calidad ISO, por eso es indispensable y fundamental concretar esas exigencias y hacer hincapié para que sea consideradas en la hora de producir.

A pesar de que el Laboratorio Higiénico Químico Farrach, ha trabajado óptimamente todas sus líneas de producción a lo largo de los años, se han incrementado las fallas y atrasos en la línea productiva de Bacter Clean Alcohol Gel, por tanto, se es necesario ampliar y profundizar en esas fallas para encontrar las causas exactas de sus existencias y por ende finalizar creando propuestas de solución y/o alternativas inmediatas que aseguren la eficiencia y la calidad del producto.

- A pesar de que el Laboratorio Higiénico Químico Farrach, ha trabajado óptimamente todas sus líneas de producción a lo largo de los años, pero ha tenido fallas y para encontrar las causas exactas de sus existencias se crearan propuestas de solución y/o alternativas inmediatas que aseguren la eficiencia y la calidad del producto.

1.4. Justificación

En la actualidad, dentro del mundo de los mercados emergentes nacionales como internacionales, se ha convertido en una obligación y exigencia el que los procesos productivos, así como los productos terminados posean un riguroso y excelente control de calidad que asegure la utilidad y fiabilidad de ellos y por ende el aumento de ventas y posicionamiento de la marca en el mercado.

La importancia en desarrollar una evaluación de calidad y mejora de la misma, es proporcionar una documentación adecuada y eficaz a toda la empresa para conocer el grado de calidad que posee el producto, y poder detectar y controlar de mejor manera las fallas en los procesos.

El aporte científico y teórico es el de aportar el conocimiento referente a la metodología Seis Sigma, como herramienta para el control de calidad en los procesos de fabricación. Y a partir de los resultados obtenidos de la investigación se elaboran recomendaciones para que sean incorporado dentro de los procesos, demostrando que el uso de las herramientas mejora el nivel de calidad del producto, así como el de los procesos productivos en general.

La implementación de recomendaciones traerá consigo efectos positivos al laboratorio en términos financieros, productivos y administrativos, para tal fin se diagnosticará el estado actual de la producción con la intención de optimizar los procesos productivos del laboratorio higiénico químico Farrach.

Asimismo, el presente trabajo suministra información necesaria para investigaciones posteriores a los estudiantes y docentes, como material de apoyo, investigación aplicada o bien para desarrollo de otras investigaciones relacionadas de forma directa o indirecta.

Esta investigación es viable debido al respaldo de los datos teóricos encontrados en diferentes estudios realizados a nivel mundial, latinoamericano y local, a los conceptos de diferentes autores y a los pensamientos de científicos clásicos, modernos y de la actualidad, los cuales se han enfocado en el énfasis de la gestión correcta de las estrategias de motivación y la mejora continua del rendimiento productivo.

1.5. Limitaciones

Para esta investigación no se encontraron limitaciones.

1.6. Hipótesis

Por medio de la aplicación de la herramienta Seis Sigma mejorará la eficiencia y se reducirá la variación en los procesos de producción del Bacter Clean en el Laboratorio Higiénico Químico Farrach.

1.7. Variables

II. MARCO REFERENCIAL

2.1. Estado del arte

Tabla. Publicaciones sobre estado de arte en base de datos científicas

Base de datos utilizadas	No. de publicaciones relacionadas con la investigación	No. de publicaciones con mayor reconocimiento científico	Tipos de publicaciones identificadas
Google Académico	Aproximadamente 250,000 resultados	5 publicaciones citadas entre 146 y 819 veces	Artículos de revisión
Scielo	Aproximadamente 164 resultados	5 publicaciones citadas entre 28 y 63 veces	Artículos, Informes breves, otros
Dialnet	Aproximadamente 2701 resultados		Tesis, artículos de libros, artículos de revista

Tabla. Principales teorías, aportes y contribuyentes a la línea o tema de investigación seleccionado.

Autor(es) y año en orden cronológico	Principales teorías y aportes al tema de investigación
<p>Giampaolo Orlandoni Merl (2012) Control estadístico y seis sigma Vol. 14 No.2</p>	<p>El concepto de Calidad se refiere a ciertos atributos mensurables de un producto, servicio o proceso, para los que se ha establecido cierto estándar. Un producto o servicio es de calidad cuando satisface las necesidades de los usuarios en cuanto a seguridad, fiabilidad y servicio (Juran y Godfrey, 2001).</p>
<p>Hidalgo Santana, B. A. (2022-04-22). <i>Tesis</i>. Recuperado a partir de http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/60650</p>	<p>La Casa comercial “Don Pancho”, es una empresa que se encarga del procesamiento de la materia prima (maíz), desde que este se extrae desde su mata hasta que llega a la planta de producción, donde pasa por una serie de procesos que garantizan la calidad y cumplimiento de requisitos por parte del cliente.</p>

2.2. Teorías y conceptualizaciones asumidas

Calidad

Generalidades

Este trabajo pretende dar una visión más detallada sobre la metodología Lean Seis Sigma y brindarles a las personas que han tomado la decisión de implementar la Manufactura Esbelta o Seis Sigma, una nueva opción que les permita reducir los costos de capacitación e implementación debido a que unifica criterios de ambas metodologías.

Fundamentos de la calidad

La finalidad de darle un sentido homogéneo a la palabra calidad es para eliminar la ambigüedad en el uso de esta, por tanto, se presentan las siguientes definiciones:

Etimológicamente procede del vocablo griego kalos que significa: bueno, hermoso, noble, honesto, el placer y la felicidad, y del latín qualitas, que significa calidad. Si se aplica este término a los productos industriales puede producir confusión por no ser entendido por todos de igual modo; por lo que se le añade un adjetivo: calidad buena, mala, alta, baja, superior, inferior, entre otros, que le aporta el contenido de grado que necesita para que desaparezca la confusión (Kindwell, 1971)

El término castellano calidad está definido por la Real Academia Española de la Lengua como: " Propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar su valor,"(R.A.E. 2014).

Por otra parte, la International Standar Organization (ISO) en su norma 8402, define la calidad como: "el conjunto de características de una entidad que le confieren la aptitud para satisfacer las necesidades establecidas o implícitas". Esta definición, junto con la norma ISO 9000, ha permitido la armonización a escala mundial y ha supuesto el crecimiento del impacto de la calidad en el mercado internacional (Jiménez, 1996). Por otro lado, hay que destacar la gran cantidad de disciplinas que se han ocupado de ella (Garvin, 1984). De ahí que Quintanilla (1998), planteara el concepto de calidad como "es uno de esos que todo el mundo entiende, aunque nadie sabe definirlo".

En la actualidad, nadie identifica ya la calidad en base a un lujo, la complicación, el tamaño, la excelencia, el brillo, el peso, o que la calidad es intangible. La calidad es una característica fundamental, que hoy exige el cliente a todos los productos que adquiere; de ahí que los sistemas de calidad hayan experimentado en estos últimos años un gran desarrollo, desde que las empresas descubrieron que era posible conseguir productos de buena calidad sin tener que incrementar los costos para obtenerla, actuando preventivamente y responsabilizando al personal en la obtención de la misma. La calidad se ha convertido en uno de los pilares básicos sobre los que se ha cimentado la competitividad de las empresas; más aún, en un mercado tan competitivo como el actual, donde el fabricar productos sin defectos es un requisito imprescindible para poder trabajar en el mismo.

Si bien la calidad y los sistemas de mejora continua son temas muy polémicos y aún hay mitos o falsas creencias. Existen compañías que creen que la calidad no les atañe, o que creen que ésta es una moda que, como otras, pasará (Adamson, 1989); otras empresas sólo buscan un papel, en donde se certifique que tienen calidad, para su utilización simplemente comercial y para poder lucir en sus catálogos que disponen de productos de calidad. Mientras que algunas creen que sólo es un costo extra y que genera burocracia. Hay instituciones que deciden implantar los sistemas de forma autoritaria, forzándolo. Mientras tanto, otras que creen que la calidad simplemente es una receta que se compra y se toma, y a partir de ese momento todos los problemas de la organización se solucionan de forma milagrosa.

En ambos casos, las expectativas se verán defraudadas, ya que fallará la implantación del sistema de calidad y sus objetivos no se verán cumplidos; entre otras cosas porque no se verán afectadas las actitudes y los valores de las personas que integran la organización, en este sentido Blanco (1995), manifiesta: "un proceso de mejora fundamentado en bases poco sólidas no acostumbra a tener éxito, ya que no se dan las condiciones precisas para el cambio cultural que la organización debe experimentar".

En otras ocasiones, cuando una empresa decide implantar el sistema de calidad sólo lo hace de forma parcial, en algunas de las cuestiones que le parecen más apropiadas. Esto sólo puede llevar a un gran fracaso, ya que para la implantación del sistema de calidad se requiere una visión global, que cambie profundamente la cultura de la organización y afecte a todas y cada una de las actividades (Pérez, 1986), para ello será necesario un periodo de implantación bastante largo.

Las normas ISO 9000, son sólo un modelo para el aseguramiento de la calidad y no abarcan lo que se entiende por una gestión de la calidad total, por lo que sólo asegura al comprador un nivel de calidad adecuado en el bien o servicio que adquiere (Rotgeri, 1996), sin embargo, esto no significa que las empresas que tienen el certificado de ISO 9000 no estén identificadas con los sistemas de gestión de calidad total y con la mejora continua. Aunque, el hecho de tener la certificación no asegura la gestión integral de un sistema de calidad total, ya que el estar certificadas ya es un síntoma de que estas empresas tienen una conciencia mayor de la calidad. Mientras que también pueden existir empresas no certificadas que estén muy involucradas en la gestión de la calidad total. Lo que nunca se debe de permitir es que la certificación sea como un trámite engorroso que hay que soportar porque así lo exigen los clientes; lo cual llevará a pensar que la calidad es sinónimo de algo molesto, caro y burocrático, que exige mucha documentación y que consume mucho tiempo.

En base a lo planteado anteriormente, se difiere con Prado y Fernández (1999) que opinan que para las Pymes el desarrollo de un sistema de calidad normalmente se entiende como una inversión que incrementa el costo de los productos, pero que se debe de acometer para obtener la certificación en calidad por exigencia de los clientes, y no se aprecian los potenciales beneficios de este proceso. No parece ser así en las

empresas del estudio realizado por Climent y Escuder (2001), realizado en empresas que disponen del certificado de calidad ISO 9000 en la Comunidad Valenciana, en el que se pone de manifiesto que, aunque sí que hay empresas que se certifican porque se lo exigían los clientes, estas obtenían mejores resultados que las que no se lo exigía.

Está claro que la mejor forma de operar en una empresa es hacer las cosas bien a la primera y dejar satisfechos a los clientes, tanto internos como externos; mejorando día a día y sin interrupción. Esto hará que las empresas sean más competitivas en un mercado cada vez más globalizado. Si la base de la actividad de una empresa es crear valor añadido, los sistemas de calidad asegurarán que ese valor llegue íntegro al cliente. Por lo tanto, la calidad es un medio fundamental para mejorar los beneficios de las empresas y asegurar su competitividad, mediante la mejora continua y la satisfacción del cliente (Garvín, 1984). El mejor rasgo de excelencia en el servicio al cliente es darle a éste un producto que cubra sus expectativas, que le satisfaga plenamente, ajustado a sus deseos y necesidades. Cuando el objetivo de la organización es la calidad, ésta debe crear una visión de conjunto que oriente a todos los miembros de la organización en sus decisiones hacia un fin común, (Latko, 1988). Para lo cual, será necesario formar a todos los interesados, en estos conceptos y mejorar la comunicación, fomentando la cooperación. La calidad permite fortalecer los contactos entre departamentos y ampliar los horizontes de la gente, para conocer más los departamentos de etapas anteriores y posteriores en el proceso productivo; por lo que se entenderán mejor las necesidades de los clientes internos y se llevará un trabajo enfocado a la empresa y no a un determinado departamento

Para que el proceso de implantación del sistema de calidad se afiance, hace falta una profunda modificación en la cultura de la empresa (Herbig et al; 1994); para lo cual deben pasar varios años. Esto no significa que no se pongan de manifiesto las ventajas del programa hasta el final de la implantación; ya que, aunque es un cambio lento, las mejoras se verán al poco tiempo de comenzar, pues es un proceso sin fin.

La implementación de una cultura de calidad total (Barbosa, 1993), obliga a desarrollar adaptaciones y cambios filosóficos, estructurales y de estilos de liderazgo en la alta gerencia. Para ello, el primer requisito a considerar será la implicación total de sus

líderes y que éstos estén comprometidos con los objetivos de la organización (Castro, 2000). No basta con declaraciones de intenciones, sino que hace falta involucrarse en el proceso de mejora y participar activamente en las actividades.

Los directivos deben de recibir la formación adecuada para poder dominar y saber en qué se comprometen. Los líderes son los responsables de transmitir a toda la organización la visión de la calidad, e ilusionar e implicar a todos sus miembros; para ello, tienen que tener una visión muy clara de lo que se quiere conseguir. Tienen que favorecer la participación, delegando responsabilidades. No se debe de ejercer un control rígido sobre los trabajadores. Éstos deben de saber lo que la empresa espera de ellos, para lo cual deben de disponer de los medios que les sean precisos y la autoridad suficiente, así se depositará la confianza en los trabajadores y se podrá valorar su capacidad.

Una visión nueva que aparece en la filosofía de calidad total, es la importancia del cliente interno; Puesto que cada persona en la organización es proveedor de los que le siguen en el proceso productivo y cliente de los que le preceden. Es importante que cada persona conozca cómo y para qué se utiliza el bien o servicio que proporciona. El espíritu de mejora continua, enfoque desarrollado por Juran (1990) e Imai (1986), debe de expandirse entre todos los miembros de la empresa a nivel individual y de grupo. Así, cada uno buscará siempre la manera de ofrecer lo mejor de sí mismo, pensando en aquéllos que reciben los resultados de su labor y procurando adecuarse cada vez más a las necesidades de esos clientes internos.

Otra consideración a tener en cuenta es que los objetivos principales de todas las empresas es obtener beneficios y mantenerse en el mercado, puesto que la calidad es un medio para poder lograrlo, por lo que esta debe de estar acorde con las necesidades de los clientes y no se realicen productos o servicios de calidad superior a la que los clientes exigen, puesto que se estará incurriendo en un desaprovechamiento de los recursos y el cliente no estará dispuesto a pagar ese exceso de calidad. Por lo tanto, la calidad se debe de ajustar a las necesidades de los clientes a los cuales va dirigido el producto y no incluir más calidad de la necesaria, ya que el exceso no será valorado. Pérez Fernández de Velasco (1994), afirma que el precio que el cliente asigna al producto está estrechamente relacionado con el valor

que recibe del mismo. Por lo que la empresa debe seleccionar el mercado objetivo y, una vez seleccionado, determinar los niveles óptimos de calidad, servicio al cliente, tiempo de entrega, entre otras.

Los sistemas de calidad actualmente se centran más en los procesos que en los productos. Sin embargo, de acuerdo con la revista CyTA (2014), el concepto de proceso en la actualidad también se ha visto ampliado, pasando del concepto de proceso de transformación al de proceso logístico integrado, el cual incluye la fase de concepción y diseño del producto, aprovisionamiento, producción y distribución del mismo, y va más allá de la entrega al cliente, considerando el uso del producto por el consumidor final, e incluso la eliminación del mismo una vez finalizado su uso. De ahí que las empresas deban tener la suficiente flexibilidad para responder con un costo bajo y un plazo breve a las nuevas exigencias de calidad.

Hoy en día se entiende el concepto de calidad como una de las variables clave en la determinación de los objetivos estratégicos de cualquier empresa que desee permanecer en el entorno competitivo actual. Siendo un factor de diferenciación que debe de estar en los objetivos estratégicos de la organización, mejorando los costos y cumpliendo con las entregas, etcétera.

La calidad en el mundo actual

En la constante búsqueda por alcanzar mayores ventajas, hoy en día en mayor o en menor grado, sin importar el sector de las organizaciones, las empresas están siendo presionadas por sus clientes con requerimientos cada vez más estrictos en cuanto al desarrollo e innovación de nuevos productos o servicios, así como mayor variedad de estos, en cuanto a la calidad y la confiabilidad no deben alterar los costos, solicitudes de entrega de lotes más pequeños, más frecuentes y con cláusulas de penalización con cargos de tipo monetario en incumplimientos en tiempos de entrega. Esta situación ha derivado en que las empresas busquen nuevas alternativas para garantizar cumplir con los requerimientos de sus clientes, por lo que una de las principales ha sido el establecimiento de un sistema de gestión de calidad, basándose en las normas internacionales de calidad ISO 9000 ya que permite estandarizar sus operaciones y

proporcionar productos y servicios de manera constantes. En la actualidad los entornos de fabricación y de negocios, están llegando a un punto en que la competencia por la supervivencia y la cuota de mercado es una obligación. Y es que, al darle seguimiento a la economía global, esta mostrará que ser bueno no es suficiente, y por ende, cada organización en el planeta realmente debe esforzarse por alcanzar la excelencia, si quiere competir y mantenerse en el mercado mundial. Por lo tanto, si se realiza una analogía en donde se realice una comparación entre competir en el mercado global y participar en una competencia internacional de natación de 200 metros estilo mariposa, se llegará a la conclusión de que el simple hecho de poder participar en la prueba es difícil y sin embargo varios lo logran, por otra parte, participar y ganar son dos cosas totalmente distintas y es aquí cuando muchos se dan por vencidos o simplemente se dan cuenta de que no son rivales para los competidores más preparados o experimentados y aun que den su mayor esfuerzo entienden que por su falta de preparación sus aptitudes son deficientes y no logran si quiera terminar la carrera.

Lo mismo sucede con las empresas que logran llegar a los mercados internacionales y simplemente no están preparadas ya que son lentas y poco flexibles en su reacción ante los cambios, entre las causas principales de lo anterior se encuentran: la burocracia organizacional que causa lentitud en la toma de decisiones que a su vez es centralizada. Siguen manteniendo inventarios altos, llevan a cabo muchas actividades que no agregan valor tales como inspecciones, transportes, papeleos engorrosos, almacenamientos innecesarios y hasta retrasos en la toma de decisiones, entre otros; existe muy poca comunicación horizontal entre otros departamentos tienden a desgastar al recurso humano imponiendo extenuantes jornadas de trabajo. Por lo tanto, para ganar la competencia, se debe minimizar el uso de recursos, volverse más flexibles y cuidar al recurso humano.

Mejoramiento de la calidad

Para entender mejor a Lean Seis Sigma, primero se debe profundizar en las metodologías que la preceden, ya que de esta manera se puede comprender en qué puntos difieren la una de la otra y en cuáles otros convergen, así como también permite conocer sus herramientas, cuáles son sus enfoques y en resumen por qué se unificaron para dar origen a esta metodología.

Como se ha mencionado, ya existen muchas compañías que cuentan con equipos de Manufactura Esbelta y Seis Sigma asignan proyectos a cada uno, obteniendo buenos resultados, sin embargo, han llegado a la conclusión de que la mejor metodología consiste en combinar aspectos de ambas. Tratando de unificar al máximo estas metodologías como lo hicieron a finales del año 1990, AlliedSignal y Maytag que de manera independientemente diseñaron programas que combinaban varios aspectos de las metodologías antes mencionadas y a su vez cruzaron empleados formados en las dos metodologías, que lograron crear marcos de proyectos que combinan las dos técnicas, que si bien de forma separada, buscan la maximización de la productividad. Sin embargo, unidas bajo una misma metodología, no sólo se orientan a reducir costos, sino también a maximizar la eficiencia en los procesos y, por lo tanto, a que las empresas que la implementen sean más competitivas en sus respectivos mercados al lograr eliminar el desperdicio y mejorar la calidad a no más de 3.4 defectos por millón (CNIC. 2014).

Para lograr lo anterior, muchas empresas están comenzando a implementar la Manufactura Esbelta {Lean Manufacturing), que para Castillo (2009), son varias herramientas que ayudan a eliminar todas las operaciones que no le agregan valor al producto, servicio y a los procesos, aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminando lo que no se requiere. Es decir, reducir desperdicios y mejorar las operaciones.

Otras empresas están implementando Seis Sigma, y a decir de Anthony, (2006) define como una estrategia de negocios y de mejora continua que busca encontrar y eliminar causas de errores, defectos y reducir el costo, mejorando los procesos enfocándose en las variables de importancia crítica para exceder las necesidades y expectativas de los clientes. A su vez esta metodología ayuda a mejorar la calidad en sus productos y a aumentar su productividad, complementando así las normas ISO 9000 que algunas organizaciones han adoptado con la finalidad de reducir costos, así como mejorar su posición competitiva a través de la reducción de la variación en sus procesos, utilizando casi todas las herramientas conocidas en el mundo de la calidad tradicional como gestión de la calidad total o por sus siglas en inglés TQM.

Herramientas para el mejoramiento de la calidad

Los mecanismos para el mejoramiento de la calidad de Seis Sigma y de la Manufactura Esbelta, pueden pasar de ser básicas o elaboradas, dependiendo tanto de la preparación del equipo de trabajo como de la complejidad del problema, sin embargo, según menciona López (2014), la metodología Seis Sigma utiliza principalmente herramientas estadísticas para mejorar la calidad; estas permiten conocer los problemas en el área de producción y saber el porqué de los defectos. Mientras que las herramientas de la Manufactura Esbelta, son las que r 'llevarán tras su aplicación, a la detección y posterior eliminación de los desperdicios y a su vez al cumplimiento de los distintos objetivos y principios establecidos.

Debido a que cada vez son más las organizaciones a nivel mundial que están pasando de aplicar principios de Seis Sigma y de Manufactura Esbelta a utilizar una combinación de ambas, las cuales dan lugar a una nueva metodología denominada Lean Seis Sigma (la cual combina elementos de ambas metodologías). En los siguientes apartados se describen las herramientas utilizadas por esta metodología.

Metodología Seis Sigma

Seis Sigma es una metodología de mejora de procesos, centrada en la reducción de la variabilidad de los mismos, consiguiendo reducir o eliminar los defectos o fallas en la entrega de un producto o servicio al cliente. La meta de Seis Sigma es llegar a un máximo de 3.4 defectos por millón de eventos u oportunidades (DPMO), entendiéndose como defecto cualquier evento en que un producto o servicio no logra cumplir los requisitos del cliente (Gutiérrez, 2009)

Seis Sigma utiliza herramientas estadísticas para la caracterización y el estudio de los procesos, de ahí el nombre de la herramienta, ya que sigma es la desviación típica que da una idea de la variabilidad en un proceso y el objetivo de la metodología Seis Sigma es reducir ésta de modo que el proceso se encuentre siempre dentro de los límites establecidos por los requisitos del cliente.

Antecedentes de Seis sigmas

Seis Sigma ha ido evolucionando desde su aplicación meramente como herramienta de calidad a incluirse dentro de los valores clave de algunas empresas, como parte de su filosofía de actuación. Y es que, aunque esta metodología nació en las empresas del sector industrial, muchas de sus herramientas se aplican con éxito en el sector servicios en la actualidad.

Esta metodología, según Almudéver (2014), representa hoy en día el mejor sistema de mejora continua para los procesos de calidad, bien sean de producción o gestión, muchas son las compañías que han adoptado su metodología, tanto en Estados Unidos como en Europa. Si bien no siempre se puede realizar una implementación integral por la idiosincrasia de la compañía, el lograrlo en algunos proyectos o departamentos consigue que su expansión al resto de la empresa sea irremediable. Es por esto que se ha visto influida por el éxito de otras herramientas, como la Manufactura Esbelta, con la que comparte algunos objetivos y que pueden ser

complementarias, lo que ha dado pie a la creación una nueva metodología conocida como Lean Seis Sigma.

Críticas a la metodología Seis Sigma

Las principales críticas de Seis Sigma se resumen a las siguientes según Hiñes et al, (2004) son:

- No se considera interacción del sistema - proyectos no coordinados
- Mejora de los procesos de forma independiente
- La falta de consideración de los factores humanos
- Importante inversión en infraestructura necesaria.
- Más detallado y complicado para algunas tareas
- Es el nuevo sabor del mes
- El objetivo de Seis Sigma (3.4 defectos por millón de oportunidades) es absoluta, sin embargo, esto no siempre es un objetivo adecuado y no necesita ser planteado a todos los casos rigurosamente.
- Sólo se trata de la calidad.

Principios de Seis Sigma

Seis Sigma es una metodología de mejora de los procesos y servicios fundamentada en la toma de decisiones en base a datos. Para ello, existe una propuesta organizacional que se basa de acuerdo con Gutiérrez (2009), en los principios ya que son estos los que dan cuerpo a Seis Sigma y le permiten conseguir que esta metodología se implemente de manera eficaz y por lo tanto implican un cambio en la forma de realizar las operaciones y de tomar decisiones en la organización.

A continuación, se describen los principios de la metodología Seis Sigma:

Liderazgo comprometido de arriba hacia abajo. Esta metodología implica un cambio en la forma de realizar las operaciones y de tomar decisiones. La estrategia se apoya y compromete desde los niveles más altos de la dirección y la organización

La metodología Seis Sigma se apoya en una estructura directiva que incluye personal a tiempo completo. La forma de manifestar el compromiso por Seis Sigma es creando una estructura directiva que integre líderes de negocio, de proyectos, expertos y facilitadores. Cada uno de los líderes tiene roles y responsabilidades específicas para formar proyectos de mejora.

Entrenamiento. Cada uno de los actores del programa de Seis Sigma requiere de entrenamientos específicos. Varios de ellos deben tomar un entrenamiento amplio, conocido como curriculum de un *black belt*.

Orientada al cliente y enfocada a los procesos. Esta metodología busca que todos los procesos cumplan con los requerimientos del cliente y que los niveles de calidad y desempeño cumplan con los estándares de Seis Sigma. Al desarrollar esta metodología se requiere profundizar en el entendimiento del cliente y sus necesidades. Con base en ese estudio sobre el cliente se diseñan y mejoran los procesos.

Dirigida con datos. Los datos y el pensamiento estadístico orientan los esfuerzos de esta metodología. Los datos son necesarios para identificar las variables de calidad y los procesos y áreas que tienen que ser mejorados.

Se apoya en una metodología robusta. Se requiere de una metodología para resolver los problemas del cliente, a través del análisis y tratamiento de los datos obtenidos.

Los proyectos generan ahorros o aumento en ventas.

La metodología Seis Sigma plantea proyectos largos. Seis Sigma es una iniciativa con horizonte de varios años, con lo cual integra y refuerza otros tipos de iniciativa.

Seis Sigma se comunica. Los programas de Seis Sigma se basan en una política intensa de comunicación entre todos los miembros y departamentos de una organización, y fuera de la organización. Con esto se adopta esta filosofía en toda la organización.

Fases de Seis Sigma

La metodología Seis Sigma para Almudevér (2014), se caracteriza por 5 etapas concretas bien diferenciadas, definir, medir, analizar, mejorar y controlar, lo que se conoce por DMAMC,

Definir, consiste en concretar el objetivo del problema o defecto y validarlo, a la vez que se definen los participantes del programa. Mientras que:

- Medir, consiste en entender el funcionamiento actual del problema o defecto.
- Analizar, pretende averiguar las causas reales del problema o defecto.
- Mejorar, permite determinar las mejoras procurando minimizar la-inversión a realizar.
- Controlar, se basa en tomar medidas con el fin de garantizar la continuidad de la mejora y valorarla en términos económicos y de satisfacción del cliente.

Según Alderete (2003). A continuación, se desarrollan estas fases describiendo cuales la relación que existe entre cada una de ellas:

Definir

Por definir se entiende la fase en la que asientan las bases del proyecto. Desde el punto de partida del cliente, se centran cuáles van a ser los objetivos de la implementación de Seis Sigma, cuál va ser el impacto en la empresa y quienes van a ostentar las responsabilidades. Se establecerá cual es el propósito de la implementación, cuáles son los parámetros de inicio y hasta qué nivel se quiere involucrar al equipo.

Mediante un mapa de procesos debe concretarse el ámbito del proyecto, que actividades resultarán implicadas y como se conectarán entre sí, sin dejar de lado la identificación de cada uno de los responsables.

Identificar cuáles son las características críticas para la calidad (CTQ), tanto externas como internas. Siendo las primeras las que rigen por exigencias de los clientes y las segundas las que dan rentabilidad a la compañía. Al fin y al cabo, centrarse en los procesos que mayor importancia puedan tener.

Por último, intentar cuantificar los objetivos que se quieran alcanzar mientras el proyecto exista.

Además de realizar el diagrama de flujos que se ha mencionado, deben de realizarse otro tipo de análisis gráficos que proporcionen elementos de juicio dentro de la fase de definición del proyecto. Como por ejemplo puedan ser los diagramas de Pareto, válidos para resaltar que procesos tienen más importancia dentro del problema. También debe ayudarse mediante el diagrama de Ishikawa o espina de pez, que analiza los factores que afectan a un problema determinado. Como último ejemplo, mencionar los diagramas de correlación, que muestran la relación entre dos características de calidad de un proceso. Todas estas herramientas se definirán en su apartado correspondiente.

Medir

La fase de medición consiste en localizar el origen de la variación que se está produciendo en el proceso.

Es decir, se trata de acotar las causas que están produciendo los problemas y encontrar la raíz de dichos problemas. Se analiza su dimensión a través de las mediciones del proceso y que datos permitirán su resolución.

En este sentido se convierte en un factor clave la recogida de datos. Esta etapa es la que más recursos suele consumir, puesto que de ello depende en gran medida el éxito de las fases posteriores. Al fin y al cabo, se trata de comprender que factores de los que intervienen en el proceso producen variaciones o defectos y porque, volviendo otra vez a buscar la causa raíz.

Debe volver a utilizarse el diagrama de procesos realizado en la fase anterior, pero esta vez ampliado a los procesos que hemos decidido analizar. Su comprensión permitirá centrarse en las oportunidades de mejora que puedan existir.

Es importante definir cómo van a realizarse las mediciones y sobre todo como van a plantearse para su posterior estudio. Se realizarán distintos tipos de gráficos para la exploración de los datos obtenidos, estos gráficos deben mostrar la dispersión de los valores obtenidos, siempre con referencia a una media o intervalo.

Los más comunes son los histogramas, que analizan los resultados de un proceso para todas las causas. Otro muy utilizado es el gráfico de simetría, que analiza visualmente el grado de simetría de una variable. También se dispone habitualmente de los diagramas de tendencias, que analizan los procesos a través de la evolución del tiempo.

Analizar

“Analizar el sistema con el fin de eliminar la brecha entre el desempeño actual y el objetivo deseado”, (Alderete, et al., 2003).

Gracias a la fase de medir, se ha alcanzado un gran conocimiento del proceso objeto de mejora, así pues, se realizarán las correspondientes revisiones de los objetivos, así como los cambios que se estimen oportunos en el enfoque del proyecto.

Con los conocimientos alcanzados y los correspondientes replanteos, es el momento de plantear hipótesis sobre las causas de la variabilidad o errores que se están produciendo en los procesos, incluso donde pueden existir oportunidades de mejora. Mediante la verificación de las hipótesis planteadas se pretende llegar a identificar de manera científica el origen de los problemas u oportunidades. Como unas variables X_1 , X_2 , pueden afectar a unas características de calidad o resultados Y_1 , Y_2 , y como se interrelacionan entre sí.

Utilizaremos instrumentos similares a los de la fase de definir, puesto que se trata de la evolución lógica de la misma fase, pero con conocimientos avanzados de los procesos. Los diagramas de Pareto, los de Ishikawa, dispersión, entre otros, son los que mejor representarán nuestros resultados.

Mejorar

Esta fase consiste en aplicar los cambios o las mejoras que se han propuesto en las hipótesis de la fase analizar. El equipo deberá tomar conciencia de que cambios son viables y como realizarlos, asumiendo las decisiones correspondientes.

De todos los posibles cambios en el proceso, se seleccionarán aquellos que mayor incidencia de mejora puedan tener, del mismo modo, deberán evaluarse los riesgos inherentes a las modificaciones realizadas para su análisis en su posterior implantación.

Dentro de la fase mejorar deben incluirse las pruebas piloto que consistirán en realizar algunos experimentos antes de la implementación completa, ello repercutirá en poder verificar a pequeña escala que los caminos elegidos son los correctos.

Por último, se abordará la implementación propiamente dicha, comenzando por su correcta planificación, en la que incidiremos en desglosar las tareas en tiempo y forma, su presupuesto, la matriz de responsabilidades, etc.

Dentro de la implementación se debe tener especial atención en comprobar que los cambios seleccionados cumplen realmente con su cometido y como solucionar las dificultades que puedan aparecer.

Puede darse el caso que la evolución del cambio necesite más tiempo del que realmente hay asignado para la implementación del sistema, por lo que no sería necesario su finalización para cerrar la fase.

Para esta fase deberán modelarse los procesos para estudio entre las variables y elegidas y las características de calidad solicitadas, preferentemente mediante análisis de regresión.

Controlar

Una vez realizados todos los cambios estimados en los distintos procesos del proyecto, el objetivo es garantizar que las variables están dentro de los límites aceptables especificados.

Pero no se trata simplemente de seguimiento y control, esta fase debe dar fin al proyecto y por tanto deber dejarse bien documentado. Todas las fases ejecutadas quedarán reflejadas, desde su entendimiento a sus mejoras pasando por sus mediciones

Se debe crear el proceso de control para el proyecto, de modo que el seguimiento sea duradero y sin alteraciones externas, de modo que permita la evolución de la mejora. Su correcto funcionamiento debe dar lugar a la mejora continua.

Resulta muy importante cuantificar que se ha invertido y logrado, tanto en valor añadido para los clientes como en valor económico o beneficio. Extremadamente útil es la cuantificación del beneficio si se hace de modo que pueda incorporarse al balance de la empresa.

Dar por cerrado el proyecto es el último paso. Si bien, en un primer periodo de tiempo, concreto según el proceso, debe hacerse un seguimiento cercano para controlar su evolución.

Las herramientas que ayudarán en esta fase serán sobre todo las gráficas de control, tanto por variables, que controlan características cuantitativas, como las de por atributos, que controlan las características cualitativas.

Sin embargo, debido a las diferentes naturalezas de los procesos en lo que la Seis Sigma puede ser implementada es necesario adaptar la metodología tomando en cuenta las fases siguientes.

Fases alternativas

Aunque el ciclo de Seis Sigma es bastante claro, DMAMC, existen determinados tipos de proyectos que por sus características es conveniente realizar alguna alteración del ciclo que permitan una mejor adecuación, sobre todo cuando se trata de nuevos procesos.

Entre estas alternativas nos encontramos principalmente con DMADV, siendo las tres primeras iniciales idénticas al método ya explicado y correspondiendo la segunda D a *Design* y la V a *verijy*.

Así pues, design se refiere a definir el proceso en detalle, no a mejorarlo como anteriormente si no a realizar un nuevo diseño, esto es fácilmente, aplicable cuando se empieza de cero en un nuevo proyecto. Recordemos que siempre desde el cumplimiento de las expectativas del cliente.

Por otro lado, verijy, comprueba que el diseño se adapta a las características definidas en los objetivos (Almudevér, 2014).

Enfoque de Seis Sigma

La filosofía Seis Sigma busca ofrecer mejores productos o servicios, de una manera cada vez más rápida y a más bajo costo, mediante la reducción de la variación de cualquiera de los procesos. Quesada (2014), dice que, aunque a muchas personas les ha costado entender, una de las grandes enseñanzas del Deming fue buscar el control de variación de los procesos lo cual es medido por medio de la desviación estándar. Decía Deming: “el enemigo de todo proceso es la variación, por lo que es ahí en donde debemos concentrar el esfuerzo hacia la mejora continua”, pero sobre todo porque “La variación es el enemigo de la satisfacción de nuestros clientes”.

Por otra parte, Gutiérrez (2009), dice que esta metodología está orientada al cliente y con enfoque a los procesos.

Otras de las características clave de Seis Sigma es buscar que todos los procesos cumplan con los requerimientos del cliente (en cantidad o volumen, calidad, tiempo y servicio) y que los niveles de desempeño a lo largo y ancho de la organización tiendan al nivel de calidad Seis Sigma

De aquí que al desarrollar la estrategia Seis Sigma en una organización, se tenga que profundizar en el entendimiento del cliente y sus necesidades, y para responder a ello, es necesario revisar de manera crítica los procesos de la organización. A partir de ahí, es preciso establecer prioridades y trabajar para desarrollar nuevos conceptos, procesos, productos y servicios que atiendan y excedan las expectativas del cliente.

Responsabilidades en Seis Sigma

Para una exitosa implementación de Seis Sigma se deben seguir prácticas sensatas de personal y en metodologías técnicas. Para la implementación de Seis Sigma se deben seguir las siguientes prácticas de personal:

Líderes ejecutivos comprometidos con Seis Sigma y que promuevan en toda la organización sus actividades. Líderes que se apropien de los procesos que deben mejorarse.

1. Capacitación corporativa en los conceptos y herramientas de Seis Sigma. Todos los trabajadores que llevarán a cabo labores de Seis Sigma sin excepción deberán estar capacitados de acuerdo al currículo Seis Sigma.
2. Determinación de la dificultad de los objetivos de mejoramiento.
3. Refuerzo continuo y estímulos. Debe existir una completa disposición por parte de los trabajadores, por lo que es de suma importancia que se estimule al personal contantemente (Chase, et al., 2009).

Antecedentes Lean Seis Sigma

Con el paso de los años se le ha dado más importancia a una de las herramientas de las que se compone esta metodología Seis Sigma y es que si bien no es una metodología que sea anticuada, si se desea complementar para tener mejores resultados, esta se debe complementar con otra herramienta y para una organización esto se traduce en más tiempo para la implementación, para la certificación y por ende más dinero, por lo que no todas las empresas tienen la capacidad de implementar más de dos metodologías.

Sin embargo, en el mundo la metodología Lean Seis Sigma se está implementando cada vez más, un ejemplo de esto es el servicio nacional de salud inglés (NHS) es el sistema de atención médica más grande en el mundo. Su presupuesto anual es de más de £ 70 mil millones y emplea a 1.3 millones de empleados. El año pasado, hubo 325 millones de consultas de los pacientes con los médicos de atención primaria y enfermeras. Más de 13 millones de personas asistieron a la primera cita con el especialista en el hospital y 14 millones de personas asistieron al servicio de urgencias (NHS, 2014).

El NHS está en el medio de un programa de 10 años de un cambio transformador. El objetivo es proporcionar un servicio de salud y la atención sanitaria que responda a las necesidades de toda la vida de los ciudadanos de Inglaterra. Objetivos ambiciosos se han establecido para reducir la carga de la enfermedad y mejorar los resultados de la atención de: reducir los ingresos hospitalarios mediante el apoyo a las personas con condiciones a largo plazo en la gestión de su propio cuidado y por la prestación de servicios de prevención, basadas en la comunidad; para mejorar la calidad y seguridad clínica; para mejorar el acceso a la atención, eliminar las desigualdades en salud y eliminar los retrasos.

Por un lado, se requiere nada menos que el rediseño fundamental del sistema de salud. En otro nivel, se necesita la mejora continua gradual de los servicios existentes. Se han probado y utilizado una amplia gama de estrategias de mejora en la búsqueda para crear un cambio más rápido, más eficaz. Esto ha incluido Lean Seis Sigma, los cuales han dado resultados prometedores, sobre todo cuando se combina con otras herramientas y técnicas.

Lean Seis Sigma, una visión general

Lean es un enfoque que busca mejorar el flujo en la cadena de valor y eliminar los residuos, es decir, se trata de hacer las cosas rápidamente mientras que Seis Sigma utiliza un potente marco (DMAIC) y herramientas estadísticas para descubrir las causas fundamentales para entender y reducir la variación, tratando de hacer las cosas bien y sin defectos.

Por lo tanto, una combinación de ambas metodologías, proporciona una filosofía de mejora que incorpora herramientas basadas en datos de gran alcance para resolver problemas y crear una rápida mejoría de transformación a un costo menor.

La clave es encontrar la combinación óptima de ambos enfoques. Por ejemplo, la adopción de la idea de Lean de centrarse en lo que agrega valor y el uso de herramientas de Seis Sigma para ayudar a entender y reducir la variación, cuando se acordó la cadena de valor.

A nivel mundial, muchas de las organizaciones industriales, están adoptando una estrategia de Lean Seis Sigma. Esto es particularmente cierto para las organizaciones que se concentraron previamente en Seis Sigma. Como por ejemplo General Electric, uno de los pioneros en el uso de Seis Sigma, en la actualidad está incorporando un enfoque Lean Seis Sigma para lograr cambios transformadores, rápidos aún menor costo (NHS, 2014).

Project Charter

Una herramienta crucial para el desarrollo de toda actividad es el Project Charter o Acta de Constitución de Proyecto, en la cual se detallan cada uno de los aspectos fundamentales y cruciales de todo Proyecto, es aquí donde delimitamos nuestro alcance, definimos los objetivos, establecemos los entregables, definimos las posiciones (Stakeholder, Clientes), asignamos responsabilidades, definimos los planes (Financieros, Recursos, Calidad) y las consideraciones (Riesgos, asunciones, restricciones). Es por esto que el pmbok nos dice que “Desarrollar el acta de constitución del proyecto o Project charter es el proceso que consiste en desarrollar un documento que autoriza formalmente un proyecto o una fase y *en* documentar los requisitos iniciales que satisfacen las necesidades y expectativas de los interesados. En proyectos de fase múltiple este proceso se usa para validar o refinar las decisiones tomadas durante la repetición anterior del proceso Desarrollar el Project Charter”. (García, 2013)

Este documento requiere ser aprobado por: El Sponsor, Grupo de Revisión de Proyecto, Gerente de Proyecto, Gerente de Calidad y todo aquel que tomara decisiones en el desarrollo del proyecto. De forma que todas las decisiones serán consensuadas y las consecuencias podrán ser asumidas por todos, dando a conocer a todos los involucrados los riesgos que están en juego. (García, 2013)

Una redacción deficiente o mediocre de un Acta de Constitución de Proyecto puede causar el fracaso o el incremento significativos de los costes totales de un proyecto. (García, 2013)

Mejora continua y desperdicios

Mauricio Lefcovich (2004) opina que el sistema Kaizen de mejora continua tiene como uno de sus pilares fundamentales la lucha permanente en la eliminación de desperdicios y despilfarros (mudas, en japonés): una lucha implacable y sin respiro en la necesidad de eliminar los factores generadores de improproductividades, altos costos, largos ciclos, costosas y largas esperas, desaprovechamiento de recursos, pérdida de clientes y defectos de calidad; todo lo cual origina la pérdida de participación en el mercado, caída en la rentabilidad y en los niveles de satisfacción de los consumidores.

Lefcovich (2004) manifiesta:

“una empresa que no controla sus desperdicios, que no tiene noción de ellos, y que por tanto no adopta medidas para prevenirlos o eliminar sus causas gestará productos y servicios de mala calidad, con altos costos y malos servicios, o sea bienes con un bajo valor para los clientes, por lo que ellos no estarán dispuestos a su adquisición o sólo lo harán a un muy bajo precio.” (p. 8)

Las maquinarias fallan en los procesos productivos, debido a la ausencia de mantenimiento por parte de la empresa o por la inadecuada utilización del personal. En nuestro entorno no se tiene la cultura de utilizar racionalmente los recursos, especialmente si no nos pertenece; el personal debe realizar su trabajo con eficiencia y prestar mucha atención en aquellos puntos críticos del proceso productivo en donde se genera cierta cantidad de desperdicios, necesitan un control y un cuidado por parte del personal para evitar el aumento de los mismos. (Mena, 2012)

La subactividad del personal puede ocasionar a la empresa pérdidas importantes de material, por esto es primordial que sus empleados cumplan en forma adecuada las tareas encomendadas por sus superiores y la parte administrativa deba brindar motivación permanente, evaluaciones de desempeño y otros instrumentos administrativos para poder incrementar la productividad de sus trabajadores. (Mena, 2012)

De las causas señaladas en los párrafos anteriores, se producen los siguientes efectos que detallaremos a continuación.

Como uno de los principales efectos del proceso productivo es la baja productividad que puede ocasionar al perder cantidades de materia prima necesaria para la elaboración de los productos, esto provoca irregular cumplimiento de metas por el Área de Producción. (Mena, 2012)

Sin duda alguna en el proceso productivo se origina un alto índice de tiempos muertos ya sea al inicio, intermedio o final de cada proceso, generando excesivos costos de producción para la empresa en lo referente a materia prima, maquinaria, mano de obra, etc., así como también los gastos indirectos de fabricación como son los servicios básicos, es decir el costo de los productos se incrementan a causa de los desperdicios generados y los recursos utilizados en la producción. (Mena, 2012)

Además, este desperdicio afecta al rendimiento productivo, la empresa incumple los niveles establecidos de producción por las causas anteriormente mencionadas, tomando en cuenta que el bajo rendimiento podría originar inestabilidad laboral lo cual se vería afectada la empresa con este tipo de situaciones. (Mena, 2012)

Por último, los desperdicios en el proceso afectan a la rentabilidad de la empresa y esto genera una pérdida de recursos, provocando menor capacidad de producción, y hace que la empresa no cumpla sus expectativas, se reduzcan sus ventas, debido a que sus productos no tendrán aceptación dentro del mercado por el costo elevado que tendrá en relación a la competencia. (Mena, 2012)

Flujo de valor

El mapa de flujo de valor. En inglés Value Stream Mapping, abreviado VSM, proporciona una visión del ciclo completo del flujo de trabajo, desde una solicitud de algún tipo para cumplir con el pedido. (Coasaca, 2007)

El mapa de flujo de valor es una técnica de optimización, para elaborar un producto con el máximo valor agregado, eliminando actividades que no agregan valor al producto. Permite visualizar fuentes de desperdicio, restricciones del proceso. (Coasaca, 2007)

La metodología para la utilización del VSM es la siguiente:

- Preparación. Seleccionar la familia de productos que pasan a través de procesos similares y equipos comunes.
- Dibujar el estado actual del sistema de producción. En esta fase se recoge toda la información necesaria de la planta.
- Dibujar el sistema futuro de producción. Se plantean acciones para optimizar el sistema productivo actual.
- Plan de trabajo e implementación. Se empieza a preparar un plan de optimización para alcanzar el estado futuro. (Coasaca, 2007)

Según Primitivo Reyes (2007), el VSM también proporciona los siguientes beneficios:

- Resaltar las conexiones entre actividades y el flujo de información y materiales que afectan el tiempo de respuesta.
- Ayudar a comprender el flujo de valor completo de las operaciones en lugar de hacerlo de manera aislada.
- Mejorar el proceso de toma de decisiones de los equipos.
- Crear un lenguaje común entre los empleados a través del uso de símbolos estándar en los mapas de flujo de valor.
- Permitir el reconocimiento de las actividades que agregan valor de las actividades que no agregan valor.

- Proporcionar un método para identificar desperdicios. (Coasaca, 2007)

El mapa de cadena de valor de Porter fue más allá del concepto de amplios niveles funcionales, describe las actividades individuales, agrega las fuentes de ventaja competitiva. Tiene un enfoque de macro perspectiva de la empresa. (Coasaca, 2007) Mientras que el mapa de flujo de valor es una técnica utilizada para conocer a profundidad los procesos, tanto en la organización como en la cadena de abastecimiento. (Coasaca, 2007)

El objetivo del VSM consiste en identificar las actividades que no agregan valor al producto y el tiempo asociado a dichas actividades. El VSM es una actividad esencial para la formulación de planes de mejora, forma parte del diagnóstico del proceso (VSM actual) y de la proposición de estrategias de optimización de las operaciones (VSM futuro) (Coasaca, 2007)

Defectos Por Millón de Oportunidades (DPMO)

En muchas metodologías de gestión de la calidad, como Six Sigma, se utilizan varias métricas para el control de calidad. Una de las métricas más importantes es la DPMO, que también se conoce como la métrica de defectos por millón de oportunidades. Esta métrica se utiliza para medir el desempeño de un proceso específico. Para comprender mejor la DPMO, es importante definir el término defecto en el contexto de la gestión de la calidad. Un defecto se define como la no conformidad de una característica de calidad específica con su especificación planificada. La característica de calidad puede ser el ancho de un producto terminado, el tiempo de respuesta de un servicio en particular o la durabilidad de un producto terminado. Al considerar DPMO, se considera que los procesos son de alta calidad si el defecto por millón de unidades producidas o los servicios prestados son pocos. (Ricardo, 2020) Para calcular DPMO en un proceso, es importante que las organizaciones identifiquen y definan las características de calidad. Las características de calidad se pueden obtener de las siguientes formas:

- Tener una comprensión muy clara de todos los requisitos necesarios para que se lleve a cabo un proceso en particular.

- Mediante estándares y especificaciones de la industria
- Priorizar diferentes tipos de defectos desde el menor al más crítico (Ricardo, 2020)

DPMO se ha definido como la relación del número de defectos (según la característica de calidad definida para el proceso) en 1 millón de oportunidades cuando un artículo terminado puede tener uno o más defectos. Para calcular DPMO, es fundamental conocer el número total de oportunidades de defectos. (Ricardo, 2020)

Diagrama SIPOC

SIPOC es una herramienta que resume las entradas y salidas de uno o más procesos en forma de tabla. Es un acrónimo que significa Suministros, Entradas, Procesos, Productos y Clientes. Algunas organizaciones utilizan el acrónimo COPIS, que coloca al cliente en primer lugar e ilustra el valor del cliente para la organización. (ProyectAdmin, 2018)

El término SIPOC se origina en la década de 1980 y forma parte del movimiento de calidad total. Hoy encontrará SIPOC como parte de las disciplinas de Six Sigma, Lean manufacturing y gestión de procesos de negocios. (ProyectAdmin, 2018)

Según la audiencia, hay tres formas de abordar SIPOC:

1. Con una visión general del proceso para aquellos que no son familiares.
2. Con un curso de actualización para actualizar a aquellos que están familiarizados pero oxidados.
3. Al redefinir el enfoque SIPOC para aquellos que ya están familiarizados. (ProyectAdmin, 2018)

Componentes de SIPOC

Siguiendo con el acrónimo, comencemos con Lo que es la primera o la última letra: proveedores y clientes. Estos pueden ser internos o externos a la organización. Las

entradas y salidas en el proceso pueden ser materiales, servicios o información. (ProyectAdmin, 2018)

El objetivo es capturar el conjunto de entradas o salidas en lugar de los pasos individuales del proceso.

Las 7 herramientas de la calidad

Las siete herramientas básicas de la calidad, es una nomenclatura que se otorga a un conjunto de técnicas o gráficas que se identifican como las más útiles en la solución de problemas enfocadas a la calidad de los productos y servicios. Se les conoce como herramientas básicas debido a que son adecuadas para personas con poca experiencia en materia de estadística. (SPC Consulting Group, 2019)

Antecedentes

Estas herramientas fueron concebidas y distribuidas en Japón por Kaoru Ishikawa. Luego se extendieron a todo el mundo con el nombre de “las 7 herramientas básicas de Ishikawa”, “herramientas básicas para la mejora de la calidad” entre otras denominaciones similares. (SPC Consulting Group, 2019)

Las siete herramientas básicas de Calidad

Diagrama Causa – Efecto (Ishikawa o de pescado).

El enunciado o problema se coloca en la cabeza del diagrama y se utiliza como punto de partida para la búsqueda del origen del problema o causa raíz.

La mecánica para encontrar las causas de esta herramienta es preguntarse “por qué” hasta que se llegue a la causa raíz o hasta que agote las opciones razonables en cada espina o categoría del diagrama. (SPC Consulting Group, 2019)

Diagrama de Flujo

Esta herramienta muestra gráficamente los pasos y secuencia de los procesos, así como las posibles ramificaciones que se encuentran en el proceso. También muestran las actividades, descripciones y el orden de secuencia del proceso. (SPC Consulting Group, 2019)

Los diagramas de flujo de proceso son útiles para entender el proceso y estimar el costo de la calidad de un proceso. (SPC Consulting Group, 2019)

No existe una metodología o formato estándar para el armado de un diagrama de flujo de proceso, cada organización define el nivel de detalle de sus diagramas de flujo del proceso. (SPC Consulting Group, 2019)

Hojas de Verificación

Son conocidas también como hojas de chequeo o de control. En esta hoja de verificación o formato se registran los datos que la organización necesita dar seguimiento o como medida de control para contar con evidencia objetiva de las actividades a realizar con la frecuencia de tiempo señalada. (SPC Consulting Group, 2019)

La información a ser recolectada no debería ser extensa en tiempo para la persona que realizará la actividad de recolección de datos. Las hojas de verificación pueden tener diferentes tipos de diseño o formato que nos ayudarán tanto a registrar resultados, monitorear tendencias. (SPC Consulting Group, 2019)

Diagrama de Pareto

El diagrama o gráfica de Pareto, es una gráfica que nos ayuda a organizar los datos de manera que los datos queden en orden descendente y de izquierda a derecha.

El principio de Pareto, conocido también como regla 80-20, indica que hay muchos problemas sin importancia frente a otros que podrían ser catalogados como graves. Consiste en enfocarse solo en la mayor parte de los efectos de los problemas, la gráfica de Pareto nos mostrará las prioridades a ser consideradas. (SPC Consulting Group, 2019)

Histogramas

El Histograma es una gráfica de barras que representa una variable en forma de barras, en la gráfica de Histograma se observarán las frecuencias de los valores representados. La gráfica de histograma nos describirá la tendencia central, dispersión de los datos y forma de una distribución de los valores o datos. (SPC Consulting Group, 2019)

En el eje y se representa la frecuencia y en el eje x los valores de las variables comúnmente agrupados en clases o en agrupamiento de datos.

Gráficos de Control

Es un gráfico que representa los diferentes valores de una característica correspondiente a un proceso. Su función es brindar información para determinar si un proceso es estable. Las gráficas de Control nos ayudan también a saber la tendencia de la característica del proceso a través del tiempo, comparados con límites de control (calculados con datos reales del mismo proceso) que servirán para tomar decisiones relativas al proceso. (SPC Consulting Group, 2019)

La gráfica de control se compone de una línea central que representa el promedio de los datos y dos límites de control, inferior y superior. Donde se espera que los datos del proceso se vean reflejados alrededor de la línea central.

Existen diferentes tipos de graficas de control, tanto para valores continuos como de atributos, será necesario saber o determinar el tipo de datos y alcance que requiramos para poder determinar tipo de gráfico de control a utilizar. (SPC Consulting Group, 2019)

Diagrama de Dispersión

Es una tipo de gráfica que muestra los datos como un conjunto de puntos, esta grafica utiliza el método de coordenadas cartesianas (x,y) para ubicar los puntos en el diagrama. Común mente se le llama también diagrama de correlación, entre los tipos de correlación podemos encontrar la correlación positiva, negativa o bien correlación cero. (SPC Consulting Group, 2019)

Estudio de capacidad de procesos

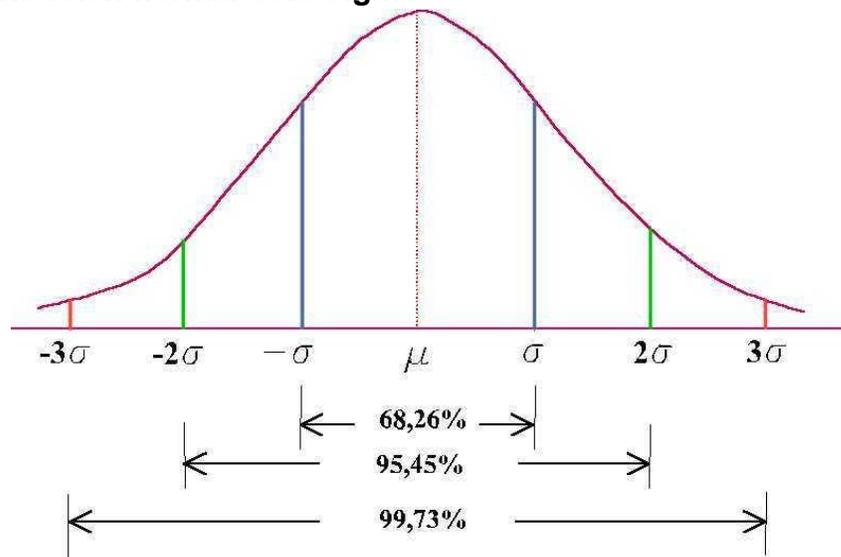
Davis R. Bothe definió la capacidad de procesos en su libro “Measuring Process Capability: Techniques and Calculations for Quality and Manufacturing Engineers” como la habilidad de un proceso de cumplir con las expectativas del cliente. (Atlas Consultora, 2020)

En efecto, aunque el término en español no sea el más agraciado por la confusión que genera (somos muchos los que creemos que la RAE debería permitir el anglicismo “capabilidad” para diferenciarlo de capacidad de producción), la capacidad de procesos es la manera de medir qué tanto se ajusta nuestro proceso a las expectativas del cliente. Es por eso que nos muestra la variabilidad inherente de un proceso en ausencia de cualquier causa especial indeseable. Esto implica que la variabilidad del mismo es debida exclusivamente a causas comunes. (Atlas Consultora, 2020)

Una característica de calidad cuya variable de respuesta sigue una distribución normal, podemos decir que la curva representa lo que está entregando el proceso, es decir, es la “voz del proceso” e indica lo que está ocurriendo. Por su parte, los límites de especificación definen lo que se considera una falla y, por ende, representan la “voz del cliente” e indica lo que debe ocurrir. (Atlas Consultora, 2020)

Se puede ver, entonces, que sería deseable que la “voz del proceso” esté siempre dentro de la “voz del cliente”, pero existen varias maneras de evaluar la habilidad o la capacidad de un proceso, que no necesariamente son variantes, sino que a menudo se complementan entre sí. (Atlas Consultora, 2020)

Gráfico 1. Distribución normal Seis Sigma



Fuente: cesuma.mx

Índice de capacidad potencial del proceso (Cp)

Uno de los índices más utilizados es el Cp, que mide la capacidad potencial de un proceso. Es decir, evalúa si el proceso es potencialmente capaz de cumplir con las especificaciones del cliente. Para hacerlo, compara la variación tolerada con la variación real. (Atlas Consultora, 2020)

Se puede interpretar que lo deseable es que los procesos tengan un índice Cp mayor a 1 y, por el contrario, si fuese menor a 1, es evidencia suficiente de que el proceso no será capaz de cumplir con las especificaciones. (Atlas Consultora, 2020)

Índice de capacidad real del proceso (Cpk)

Para evaluar la capacidad de procesos no centrados, se utilizan dos índices complementarios: Cpi y Cps. Estos evalúan al proceso contra cada uno de sus límites, es decir, Cpi mide la capacidad del proceso de cumplir con la especificación inferior mientras que Cps lo hace con la especificación superior. (Atlas Consultora, 2020)

Sin embargo, para expresar la capacidad global del proceso, consideramos el caso menos favorable: aquel en el cual la media se encuentra más cerca del límite de especificación. Es decir: el menor valor entre Cpi y Cps. A este valor lo denominamos Cpk. (Atlas Consultora, 2020)

A fin de apoyar la interpretación del mismo, podemos identificar algunas consideraciones:

- Cp es siempre positivo
- Si el proceso está centrado $Cpk = Cp$
- Cpk puede ser positivo, cero o negativo
- Si Cpk es cero, el 50% del producto está fuera de especificación
- Si Cpk es negativo, más del 50% del producto está fuera de especificación
(Atlas Consultora, 2020)

Tabla: Relación entre el nivel de sigmas de un proceso y los costos de calidad

Nivel de Sigmas (Corto Plazo)	Rendimiento del proceso (Largo Plazo)	PPM	Costo de Calidad como % Ventas
1	30.90%	690,000	NA
2	69.20%	308,000	NA
3	93.30%	66,800	25 - 40%
4	99.40%	6,210	15 – 25%
5	99.98%	320	5 – 15%
6	99.99%	3.4	< 5%

Fuente: Gutierrez Pulido (2009) pag. 426

III. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de investigación

Se considera de enfoque cuantitativo por que se utilizarán variables cuantificables que sirvan como indicadores y estadísticas que demuestren realidades particulares con cifras; de esta manera este enfoque revelará características exactas del fenómeno, sujeto o población a estudiar.

Por su naturaleza el enfoque cuantitativo, sus análisis se interpretan a la luz de predicciones iniciales y de estudios previos, la interpretación constituye una explicación de cómo los resultados encajan en el contenido existente, este tipo de investigación debe ser lo más objetiva posible. Los fenómenos que se observan o miren no deben ser afectados por el investigador, este debe evitar en lo posible que sus creencias y tendencias influyen en los resultados del estudio o interfieran en los procesos. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista, 2011).

Esta investigación tiene un alcance descriptivo ya que tiene como propósito describir por medio de la herramienta Seis Sigma el proceso de producción de Bacter Clean Alcohol Gel, del Laboratorio Higiénico Químico Farrach, para luego analizarlos. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista, 2011).

Es de tipo no experimental, debido a que en nuestra investigación no llevamos a cabo la manipulación de las variables y solamente se analizará el estudio en su ambiente natural, ya que se realizó una encuesta al personal encargado de supervisar los procesos estudiados y una entrevista al gerente encargado del Laboratorio Higiénico Químico Farrach.

A la vez es de corte transversal ya que se recopilan datos en un momento único, con el propósito de describir variables y analizar su incidencia en el intervalo de tiempo comprendido entre del tercer cuatrimestre del año 2022.

3.2. Área de Estudio

El estudio se realizó en el Laboratorio Higiénico Químico Farrach, Managua, Nicaragua.

3.3. Población y muestra

Está conformada por 16 colaboradores que se encuentran laborando en el Laboratorio Higiénico Químico. Cabe aclarar que no hubo selección de muestra ya que se trabajó con una lista de verificación no participativa de los procesos en la producción del alcohol en gel.

Para complementar el estudio se toma como soporte la documentación existente que está debidamente almacenada en físico y de forma digital en carpetas, la información corresponde a manuales básicos de los procesos para la elaboración del Bacter Clean Alcohol Gel.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Fuentes de información primarias

Las fuentes de información primaria serian la Observación directa, las herramientas seis sigmas de análisis y síntesis, la lista de recolección de datos del proceso de producción de Bacter Clean Alcohol Gel.

Fuentes de información secundarias

Se procedió al estudio de citas bibliográficas y literatura especializada, con el propósito de mejorar y actualizar algunos conceptos referidos a la temática de los procesos y el uso de la herramienta de los Seis Sigma, siempre en base a dichos principios.

Adicionalmente se adquirió información en artículos relacionados con el tema, así como páginas web que sirvieron para documentar, a fin de recolectar la información necesaria para cumplir los objetivos planteados.

3.5. Análisis y procesamiento de la información.

Tipo de procesamiento

Se solicitó la participación voluntaria y anónima en el estudio. Para ejecutar la fase de recolección de datos se realiza la lista de verificación en los procesos de la producción del alcohol en gel del Laboratorio Farrach, lo cual nos brindó la información y documentación necesaria para la realización de este trabajo.

Tipos de software y descripción

Luego que se recolectó la información, el siguiente paso fue el análisis de los datos recopilados, esto se realizó con la ayuda del software Word Office 2019 y para los indicadores estadísticos el uso de Minitab, posteriormente se realizó una revisión minuciosa del trabajo y por último se realizan las conclusiones y recomendaciones.

3.6. Definición operacional de las variables

Tabla 1. Operacionalización de variables

Matriz para la definición operacional de las variables						
Variable	Tipo de variable	Definición	Indicador	Reactivo/Ítem	Técnica e instrumento	Fuente de información
Proceso productivo de Bacter Clean Alcohol Gel	Cualitativa	Procesos y subprocesos para producir el producto terminado	1. Procesos involucrados para producir 2. Tiempo por cada subproceso	Flujograma de procesos	Lista de verificación	Observación
Diagnostico por medio de herramienta Seis Sigma	Cuantitativa	Evaluación sistemática que consta de varias fases para determinar la mejora de los procesos y reducir la variabilidad de los mismos.	1. Análisis por medio de Seis sigmas 2. Consideraciones de mejoras	Capacidad de procesos Cp y Cpk	Análisis Seis sigmas	Observación

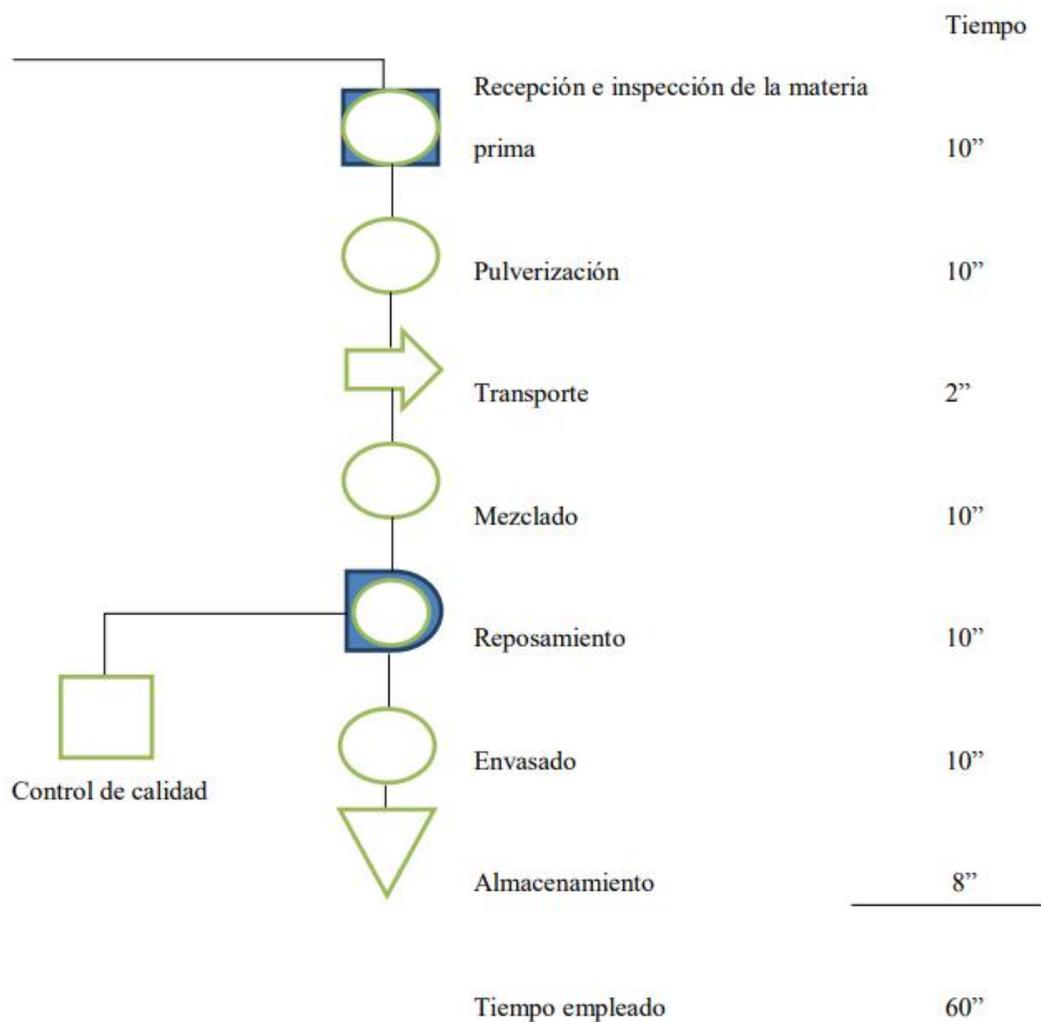
Fuente: Elaboración propia.

IV. RESULTADOS

4.1. Diagnóstico del proceso de producción

A continuación, se presenta gráficamente el proceso de producción de Bacter Clean Alcohol Gel.

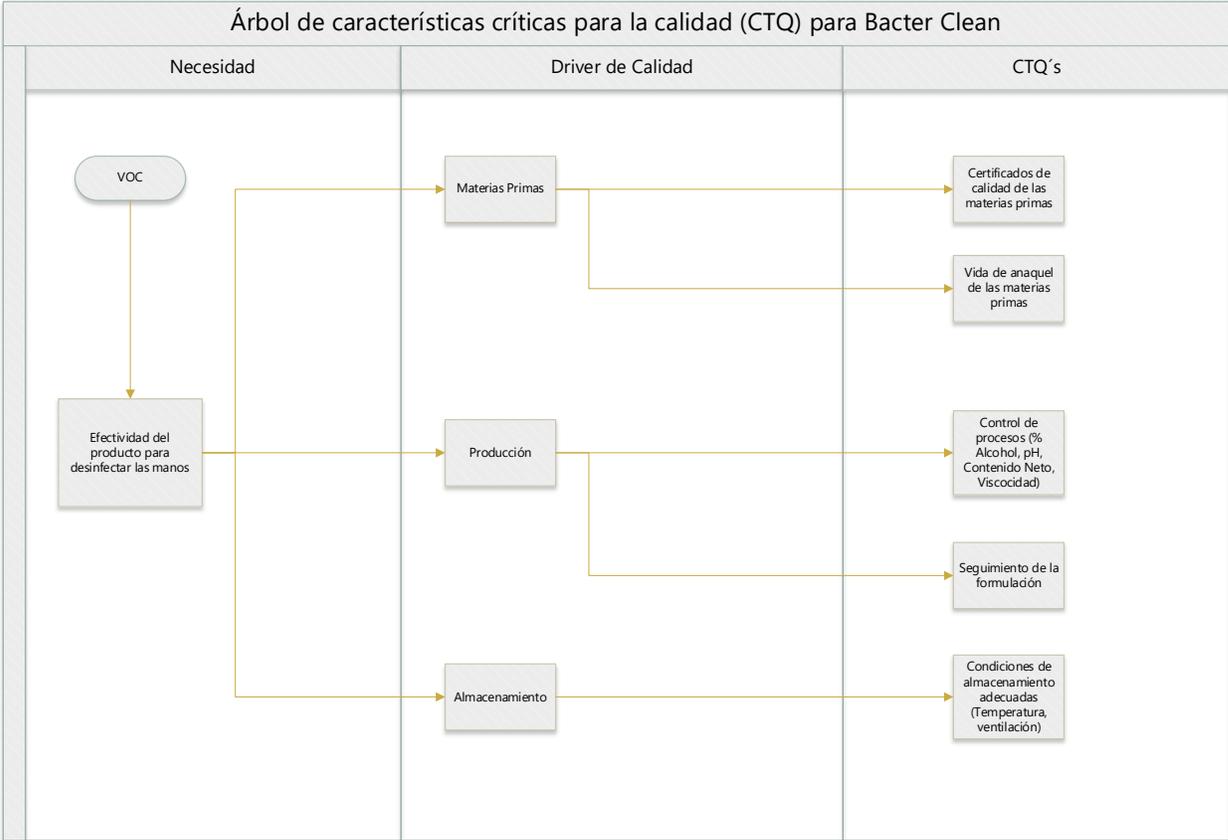
Gráfico 2. Flujograma del proceso de producción de Bacter Clean Alcohol Gel



Fuente: Elaboración propia.

En el contexto de pandemia en el cual se desarrolla esta tesis y según los requisitos de la FDA, OMS y por supuesto las necesidades de los consumidores, se determina que la característica de calidad que más se valora en este tipo de productos será su “efectividad” para desinfectar manos o superficies. A continuación, se traduce la voz del cliente (VOC) usando un árbol de características críticas para la calidad (CTQ) en relación a la variable de salida (Y) que se espera alcanzar.

Gráfico 3. Características críticas para la calidad (CTQ) para Bacter Clean.

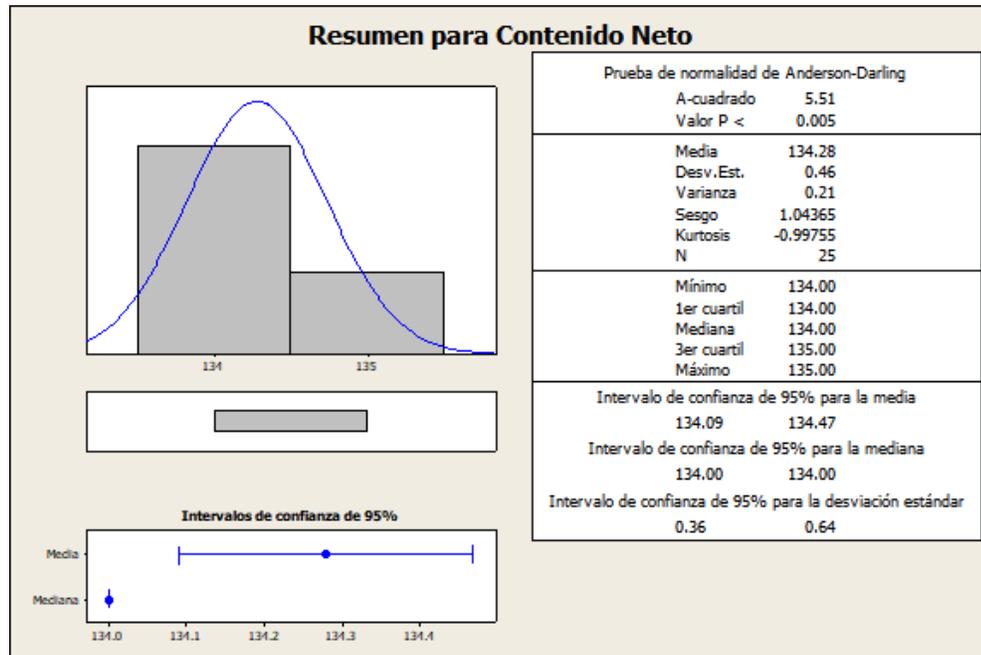


Fuente: Elaboración propia

A continuación, se realizó un análisis de las características de calidad consideradas cómo críticas para la satisfacción del cliente en relación a la efectividad del producto. En este sentido los siguientes gráficos muestran tres elementos fundamentales para el control de procesos de estas variables consideradas críticas (CTQ), los cuales son: Normalidad, Estabilidad y Capacidad.

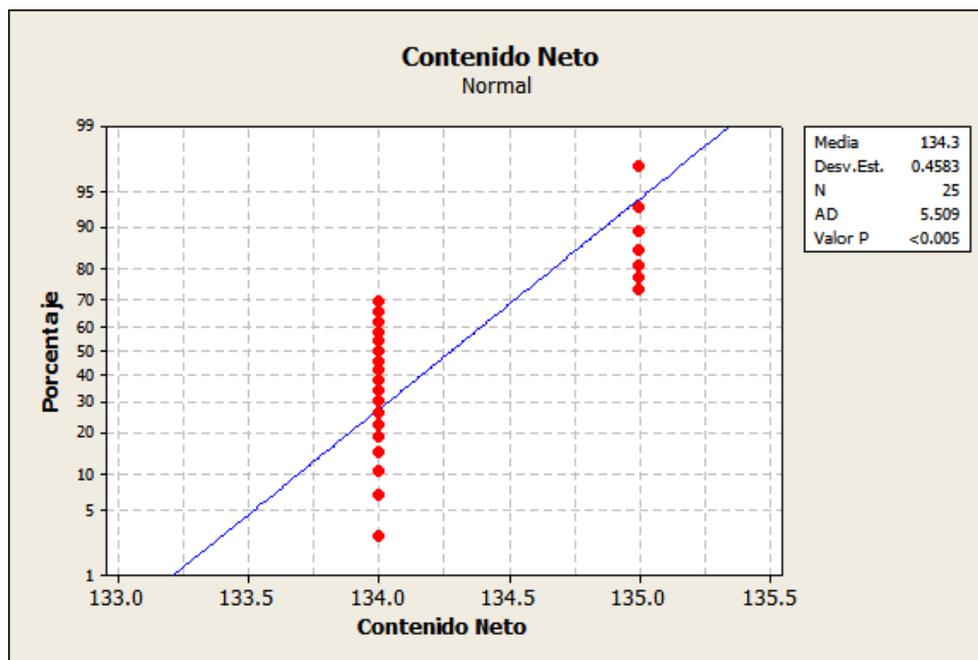
Se utiliza el paquete de Minitab para mostrar un resumen básico de estadísticas gráficas, un test de normalidad Anderson Darling y un análisis de capacidad de procesos.

Gráfico 4. Resumen gráfico de estadísticas básicas para Contenido Neto



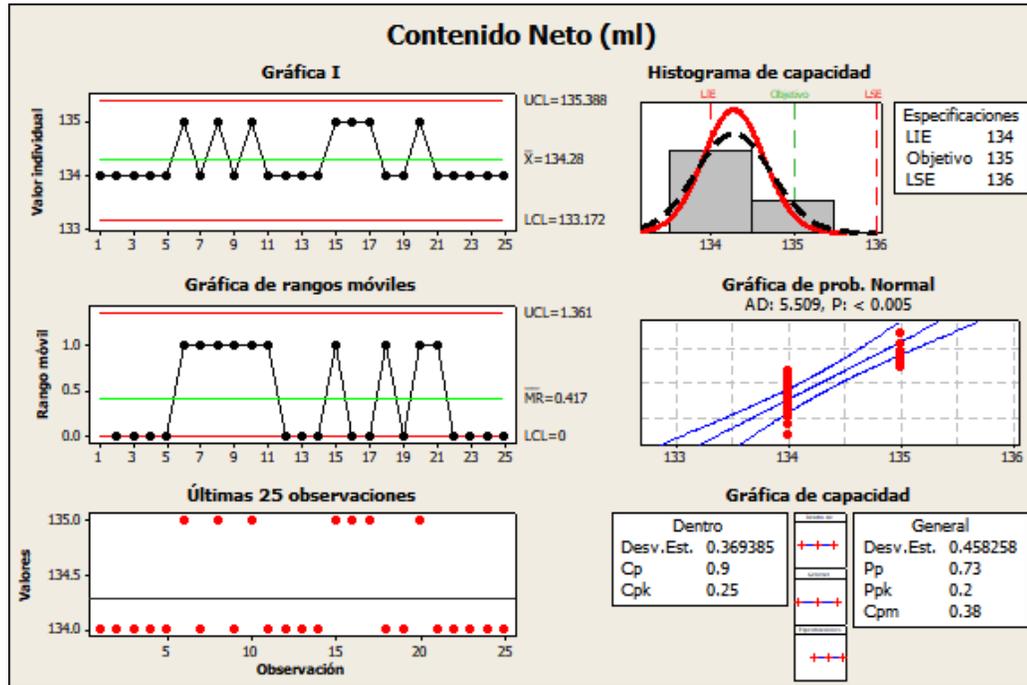
Fuente: Elaboración propia, paquete estadístico Minitab.

Gráfico 5. Gráfico de prueba de normalidad.



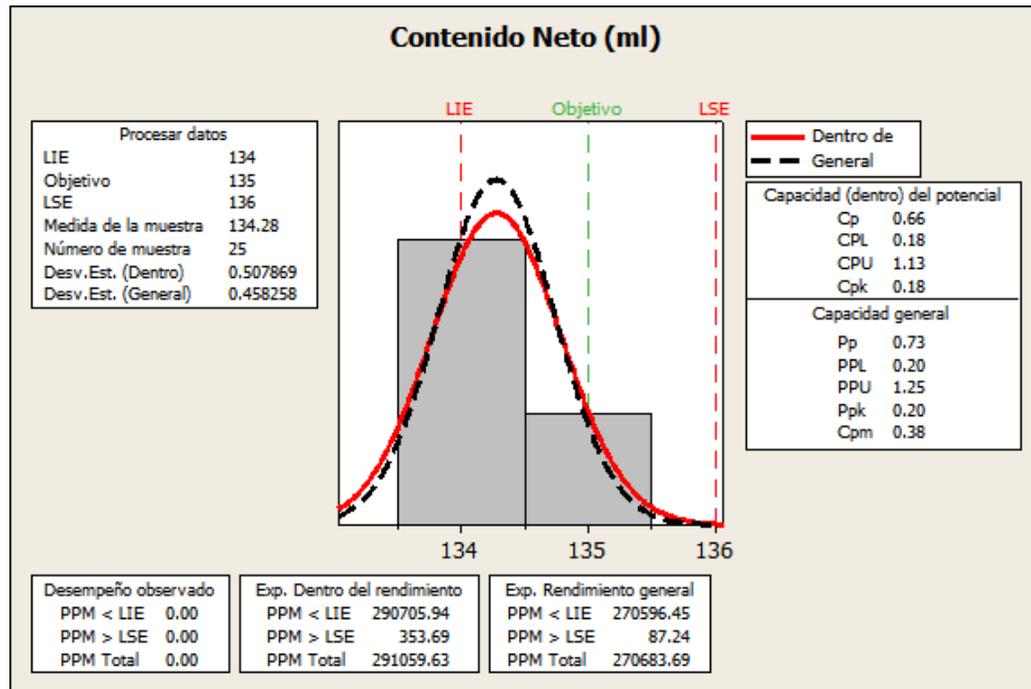
Fuente: Elaboración propia, paquete estadístico Minitab.

Gráfico 6. Histograma de capacidad para el contenido neto.



Fuente: Elaboración propia, paquete estadístico Minitab.

Gráfico 7. Análisis de Capacidad por contenido neto en ml.

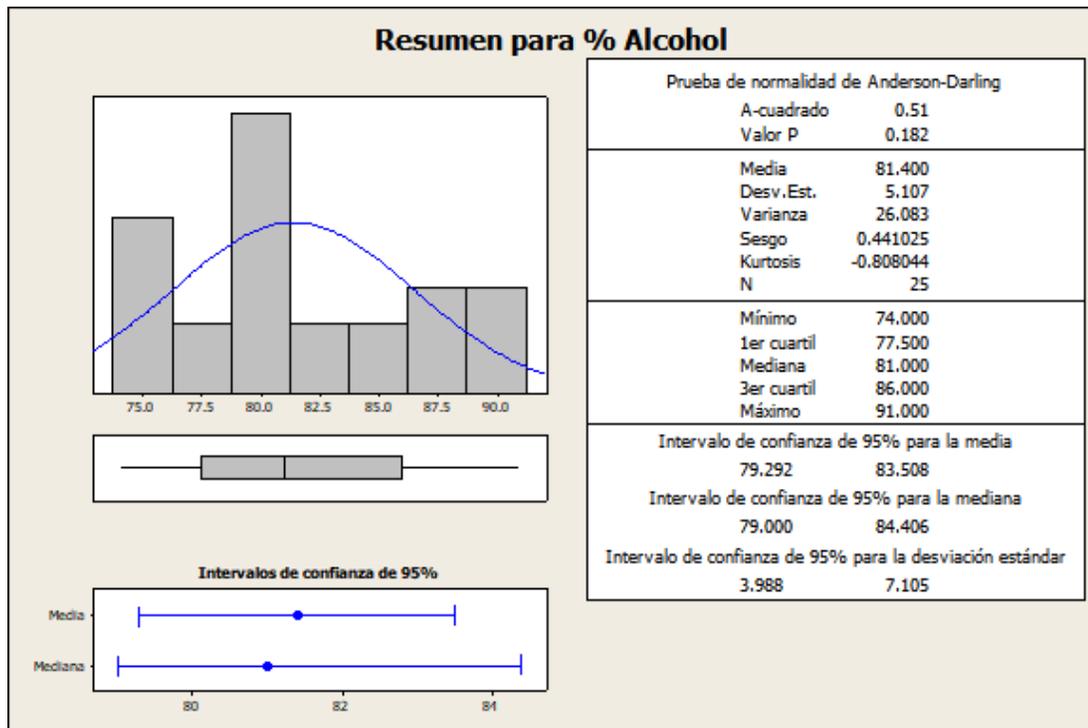


Fuente: Elaboración propia, paquete estadístico Minitab.

Análisis estadístico para el contenido neto:

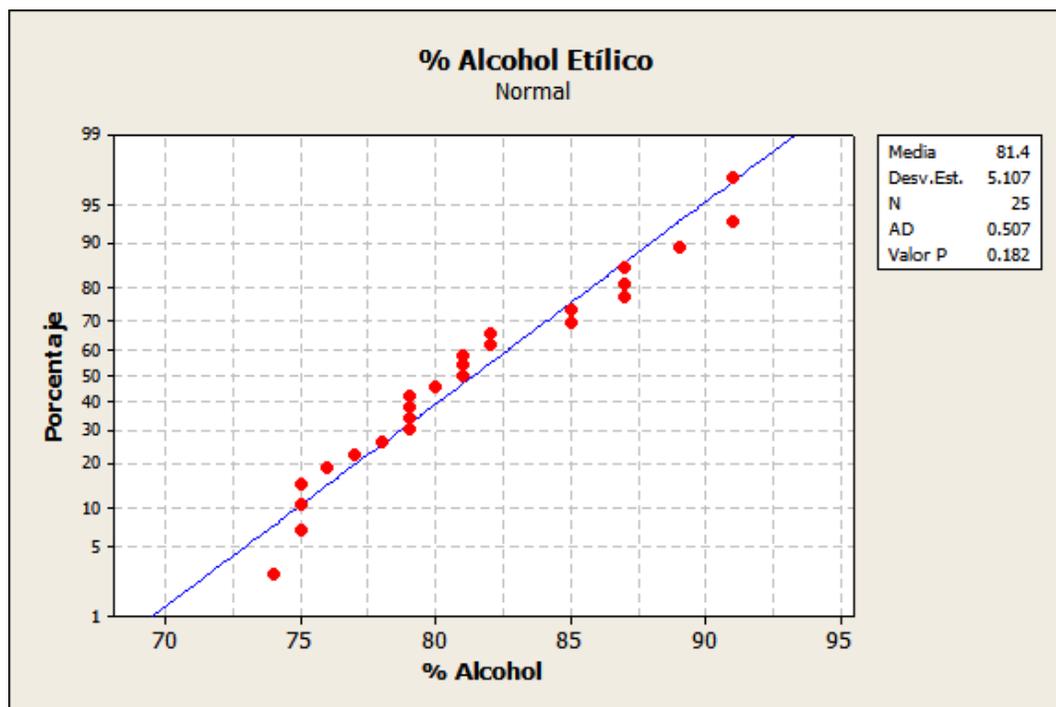
1. Los datos no siguen una distribución normal según la prueba de Anderson Darling con un valor p menor al nivel de significancia ($\alpha=0.05$).
2. La carta de control para valores individuales se muestra estable dentro de los límites de control calculados para datos individuales.
3. El proceso no es suficientemente capaz para cumplir con las especificaciones de contenido neto.
4. El nivel de calidad en sigmas (Z_c) según el rendimiento del proceso es 2σ aproximadamente.
5. El rendimiento general de largo plazo muestra un DPMO equivalente a 270,683 fuera de especificaciones.

Gráfico 8. Resumen gráfico de estadísticas básicas de Alcohol Etílico.



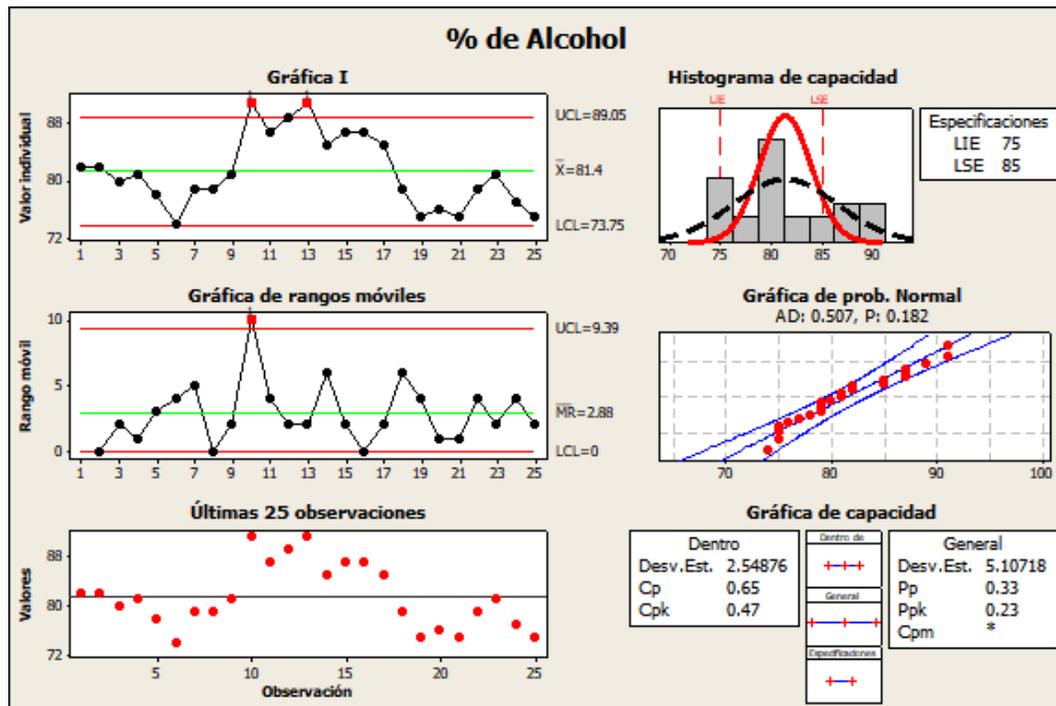
Fuente: Elaboración propia, paquete estadístico Minitab.

Gráfico 9. Diagrama de prueba de normalidad de Alcohol Etílico



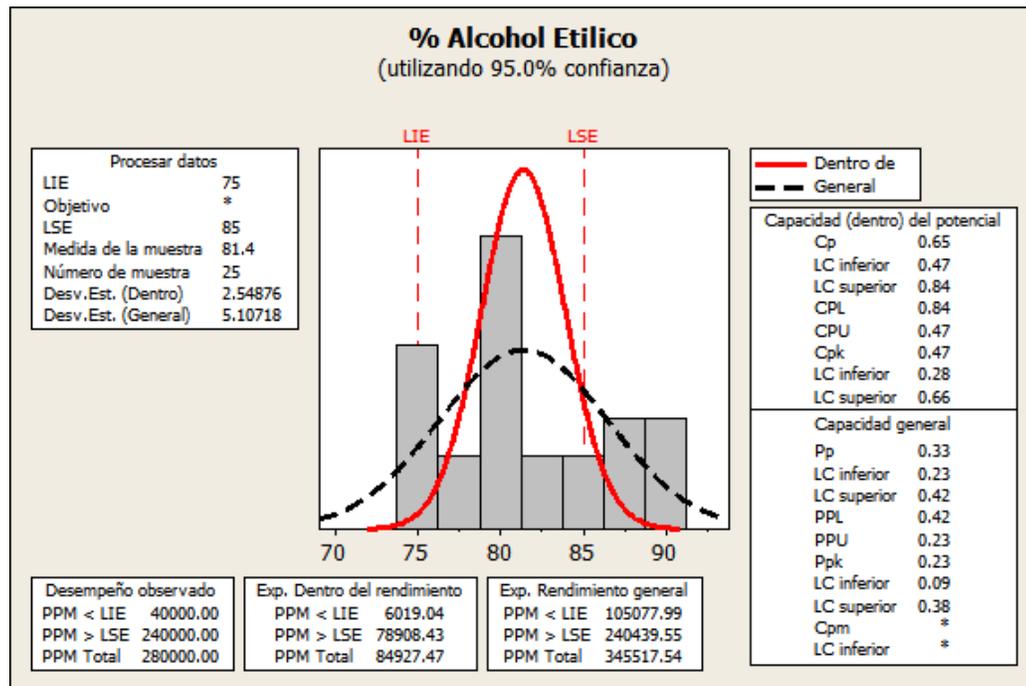
Fuente: Elaboración propia, paquete estadístico Minitab.

Gráfico 10. Histograma de porcentaje de Alcohol etílico.



Fuente: Elaboración propia, paquete estadístico Minitab.

Gráfico 11. Capacidad por porcentaje de alcohol etílico.

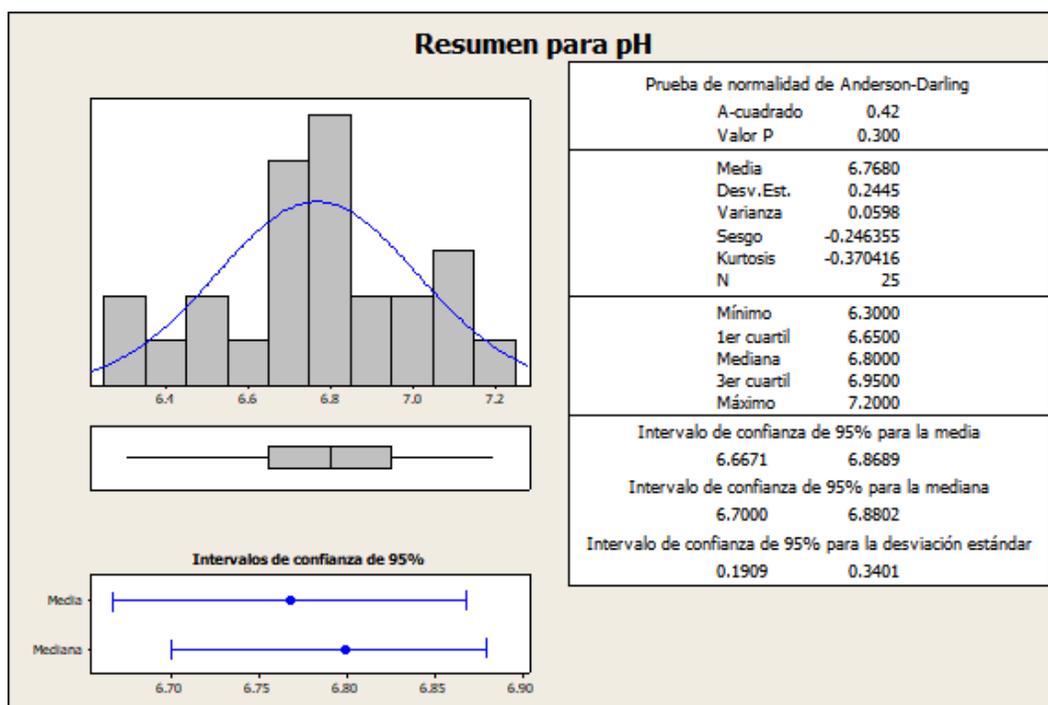


Fuente: Elaboración propia, paquete estadístico Minitab.

Análisis estadístico del % del alcohol etílico:

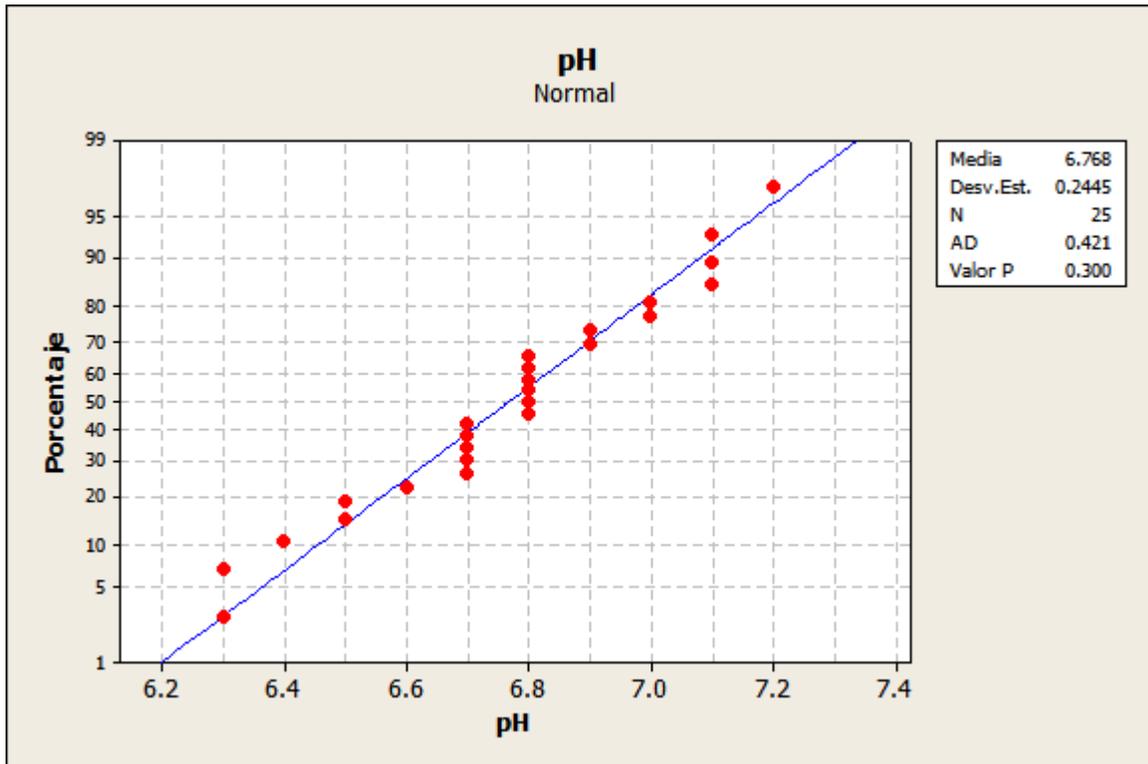
1. Los datos siguen una distribución normal con un valor P por encima del nivel de significancia ($\alpha = 0.05$).
2. La carta de control para valores individuales se muestra inestable con puntos por encima de los límites de control.
3. No hay suficiente capacidad para cumplir con las especificaciones de % alcohol.
4. El nivel de calidad en sigmas (Z_c) según el rendimiento del proceso es 2σ aproximadamente.
5. El rendimiento general de largo plazo muestra un DPMO de 345,517.54 fuera de especificaciones.

Gráfico 12. Resumen gráfico de estadísticas básicas para el PH



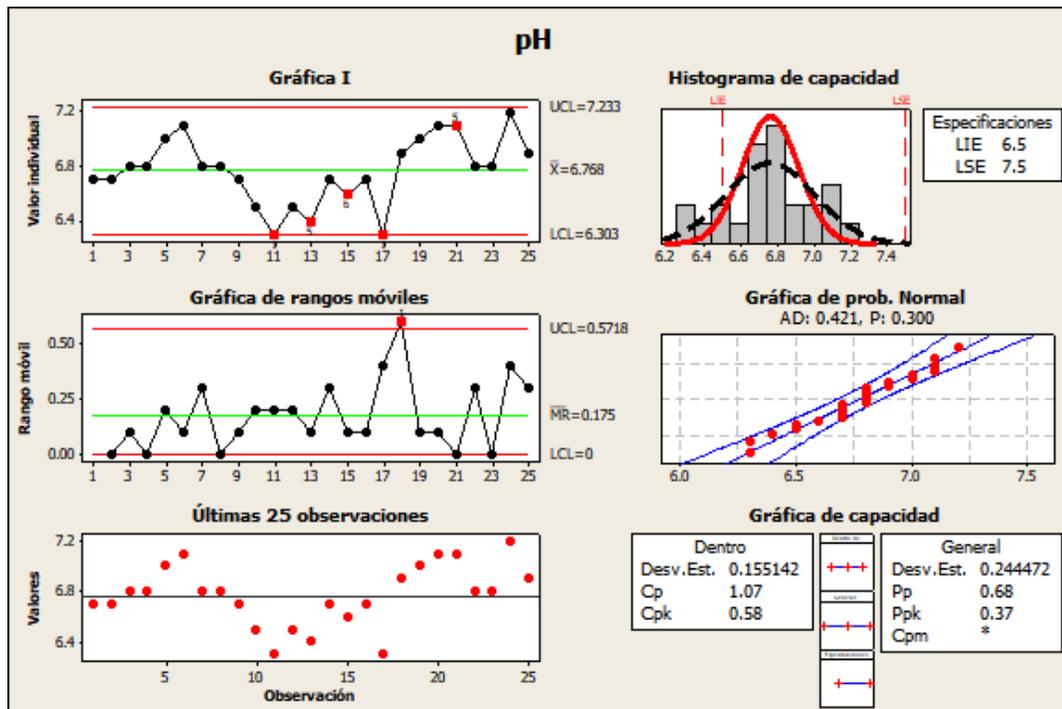
Fuente: Elaboración propia, paquete estadístico Minitab.

Gráfico 13. Diagrama de test de normalidad del pH.



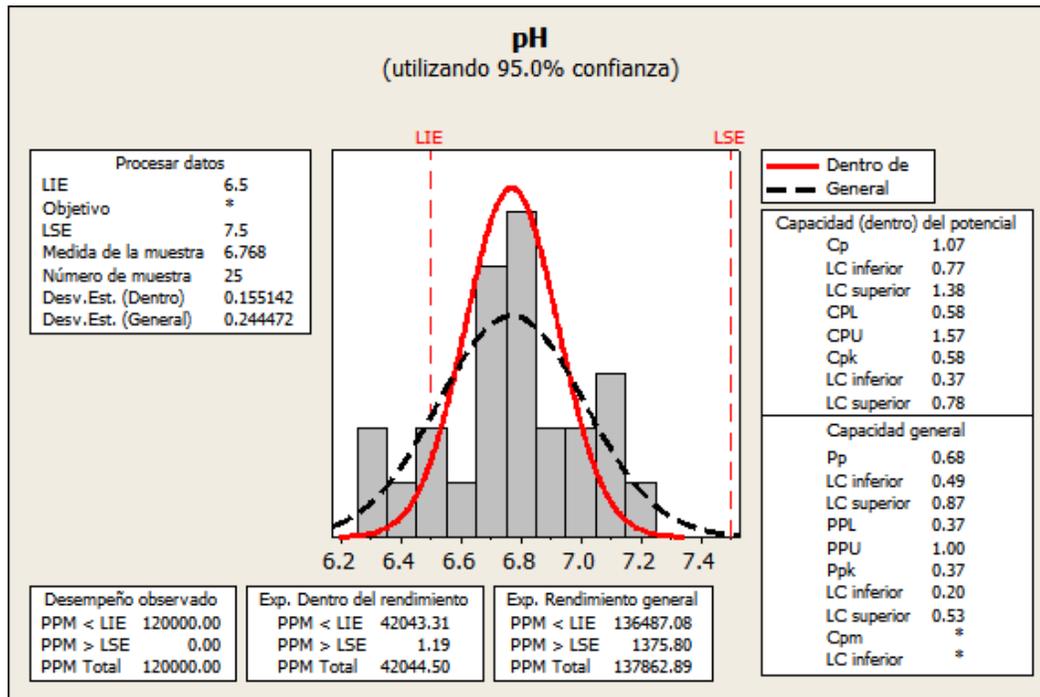
Fuente: Elaboración propia, paquete estadístico Minitab.

Gráfico 14. Six Pack de Capacidad para pH



Fuente: Elaboración propia, paquete estadístico Minitab.

Gráfico 15. Estudio de capacidad por nivel de pH.



Fuente: Elaboración propia, paquete estadístico Minitab.

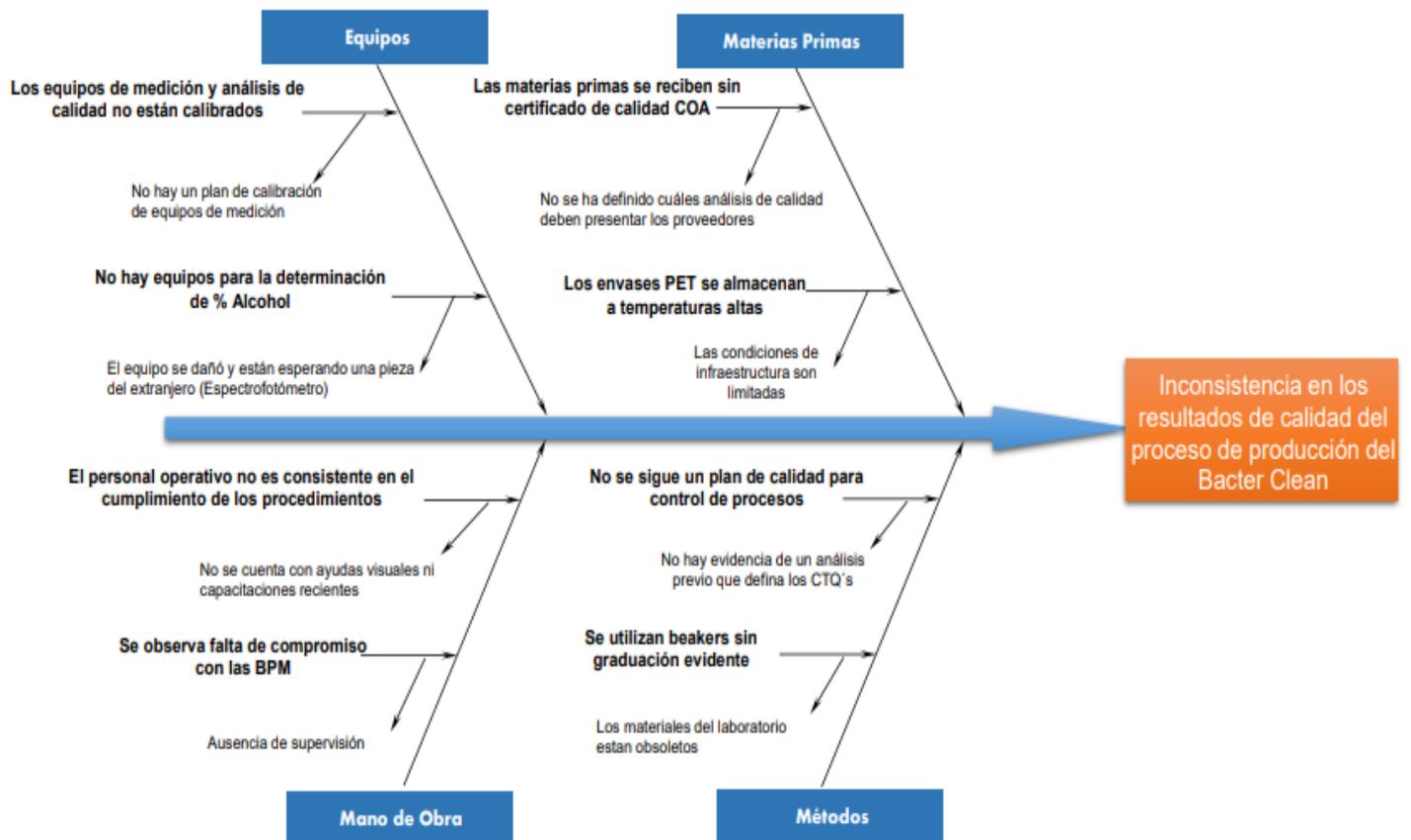
Análisis estadístico para el pH:

1. Los datos siguen una distribución normal con un valor P por encima del nivel de significancia ($\alpha = 0.05$).
2. La carta de control para valores individuales se muestra inestable.
3. No hay suficiente capacidad para cumplir con las especificaciones de pH. Se muestra un sesgo hacia el límite inferior.
4. El nivel de calidad en sigmas (Z_c) según el rendimiento del proceso es 3σ aproximadamente.
5. El rendimiento general de largo plazo muestra un DPMO de 137,862 fuera de especificaciones.

4.2. Identificación de causas que afectan el control del proceso productivo

Mediante el uso del diagrama de Ishikawa se determinan los principales factores que afectan los resultados de calidad en el proceso de producción del Bacter Clean.

Gráfico 16. Análisis de causa y efecto para la inconsistencia en los procesos de producción de Bacter Clean.



Fuente: Elaboración propia.

4.3. Restricciones del proceso productivo

Basado en la observación y la aplicación de lista de verificación, se recolectó información pertinente y se describieron por aspectos las restricciones o limitaciones que presentan el desempeño productivo:

Naturaleza de la demanda de productos/servicios

Los procesos de producción deben tener una capacidad adecuada para producir el volumen de productos/servicios que desean los clientes y se han de tener en cuenta las medidas necesarias para expandir o contraer la capacidad para satisfacer las necesidades del mercado. Dentro de la producción del Bacter Clean Alcohol Gel se consideró cierta inconsistencia en la capacidad de producción, habiendo más días con mayor capacidad de producción.

De otro lado, los precios también afectan el volumen de ventas, el diseño del producto y la capacidad requerida de producción, al igual que los costos, por tanto, la selección del precio y la selección del diseño de los procesos de producción deben sincronizarse.

Grado de integración vertical

La integración vertical consiste que una gran porción de la cadena de producción y distribución, desde los proveedores de los componentes hasta la entrega de los productos/servicios a los clientes, que se reúnen y despliega bajo la propiedad de la empresa.

En este caso, no se observaron problemas de suministros de materia prima o problemas con el inventario del mismo, existe una armonía de materiales con el nivel de producción e integración vertical.

El grado en que una empresa decide estar integrada verticalmente determina cuantos procesos de producción deben planearse y diseñarse. Generalmente, como consecuencia de la escasez de capital así mismo de la capacidad de producción, las pequeñas empresas y los negocios que nacen deciden tener un grado de nivel de integración vertical.

Conforme crecen los negocios y maduran los productos, sin embargo, más y más la producción y la distribución de los productos típicamente será devuelto a la empresa conforme esta busca mejores formas de reducir los costos y consolidar sus operaciones. La decisión si debe fabricar los componentes (o dar servicios) o comprarlos de los proveedores no es fácil.

En este caso, no se observaron problemas de suministros de materia prima o problemas con el inventario del mismo, existe una armonía de materiales con el nivel de producción e integración vertical.

Flexibilidad de la producción

Un proceso de producción es flexible cuando es capaz de responder con rapidez a las necesidades de los clientes y tiene dos formas: flexibilidad del producto y flexibilidad del volumen, pero ambas determinadas en gran parte al diseñar el proceso de producción.

La flexibilidad del producto es la capacidad que tiene el sistema de producción para realizar con rapidez el cambio al producir un producto/servicio a producir otro. Los procesos de producción deben diseñarse para incluir nuevas formas de automatización flexible que permitan la variación de productos.

Dentro del proceso de Bacter Clean Alcohol Gel se puede apreciar mucha flexibilidad para responder a la demanda del mercado, sin tener una oferta exagerada y terminar en gastos innecesarios de producción.

En presencia de una demanda variable del producto, la producción de Bacter Clean Alcohol Gel, está diseñada con capacidades de producción cercanas a los niveles pico de la demanda. Existe planes y medios necesarios para casos de exceso de demanda.

Grado de automatización

La clave de la integración del sistema de producción es determinar el grado de automatización requerido en los procesos de producción. En primer lugar, el equipo automatizado es muy costoso y resulta difícil administrar la integración de la automatización en operaciones existentes en operaciones nuevas, por tanto, la decisión no es a la ligera. La automatización puede reducir la mano de obra y los costos relacionados, pero en muchas aplicaciones la enorme inversión requerida por los proyectos de automatización no se puede justificar sólo debido a ahorros en la mano de obra.

Dentro del Laboratorio Higiénico Químico Farrach se constató que existe sinergia entre el capital humano y la automatización. Aun con el uso de máquinas es indispensable la supervisión y manipulación de los colaboradores.

Calidad del producto/servicio

El entorno competitivo, ha convertido la calidad en el arma fundamental en una batalla de posicionamiento para Laboratorios Higiénico Químico Farrach en el mercado nacional.

La elección del diseño de los procesos de producción queda afectada necesariamente por la necesidad de una mayor calidad en el producto. En todos los pasos del diseño de proceso, la calidad del producto es un factor crucial en la mayoría de las decisiones de importancia.

4.4. Plan de mejora para elevar el nivel de desempeño de calidad

Para dar solución a los principales problemas de calidad que se presentan en el proceso productivo se elabora una matriz AMFE para identificar posibles modos de fallo y acciones de mejora.

Tabla 2. Análisis de modos de fallo y sus efectos (AMFE)

ANÁLISIS DE MODOS DE FALLO Y SUS EFECTOS (AMFE)

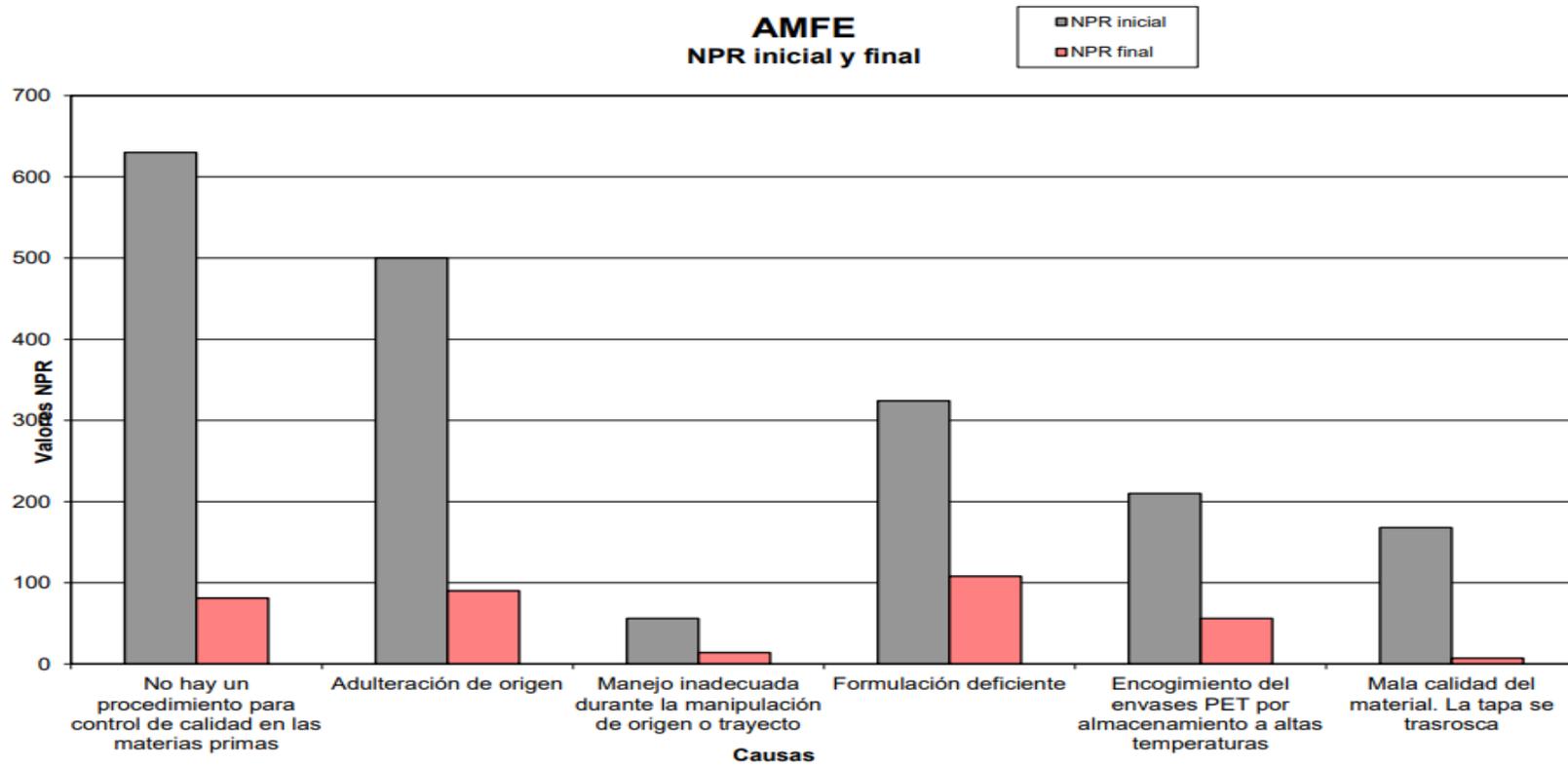
Nombre del Proceso (Título):	Producción de Bacter Clean	Fecha AMFE:	25/10/2022
Responsable (Dpto. / Área):	Jefatura de Producción	Fecha Revisión	
Responsable de AMFE (persona):	Armando Lacayo		

Etapa del proceso	Modo de Fallo	Efecto	Causas	Método de detección	G Gravedad	O Ocurrencia	D Detección	NPR Inicial	Acciones recomend.	Responsable	Acción Tomada	G Gravedad	O Ocurrencia	D Detección	NPR Final
Recepción de materias primas y materiales	% de Alcohol < 75%	Disminuye la eficacia como desinfectante	No hay un procedimiento para control de calidad en las materias primas	Ninguna	9	7	10	630	Definir un protocolo para la recepción de materias primas y materiales de empaque	Jefe de producción	Aplicación sistemática del protocolo de recepción	9	3	3	81
	Impurezas en las materias primas	Puntos oscuros flotando en el producto final. Sustancias tóxicas como metanol.	Adulteración de origen	Ninguna	10	5	10	500	Definir un protocolo para la recepción de materias primas y materiales de empaque	Jefe de producción	Aplicación sistemática del protocolo de recepción	10	3	3	90
	Fallas en la integridad del empaque primario de la materia prima	Materia prima adulterada o contaminada	Manejo inadecuado durante la manipulación de origen o trayecto	Inspección visual del producto recibido	7	2	4	56	Definir un protocolo para la recepción de materias primas y materiales de empaque	Jefe de producción	Aplicación sistemática del protocolo de recepción	7	1	2	14
Producción	Bajas concentraciones de alcohol y glutaraldehído	Disminuye la eficacia como desinfectante	Formulación deficiente	Control de calidad final	9	6	6	324	1. Desarrollar un plan de control de calidad. 2. Asegurar que las balanzas estén calibradas.	Jefe de producción	Plan de calidad implementado	9	3	4	108
	Alta variabilidad en el contenido neto del producto terminado	El consumidor recibe menos producto	Encogimiento del envases PET por almacenamiento a altas temperaturas	Control de calidad final	7	5	6	210	1. Desarrollar un plan de control de calidad. 2. Cambiar de lugar el almacenamiento de los envases PET	Jefe de producción	1. Plan de calidad implementado. 2. Cambio de bodega para empaques	7	2	4	56
Almacenamiento y despacho	Fugas de producto	El consumidor recibe menos producto	Mala calidad del material. La tapa se trasca	Control visual del despacho	7	4	6	168	Revisar que el diámetro de la tapa coincida con la rosca de la botella	Jefe de producción	Aplicación sistemática del protocolo de recepción	7	1	1	7

Valores de G entre 1 y 10; Valores de O entre 1 y 10; Valores de D entre 10 y 1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. NPR inicial y final.



Fuente: Elaboración propia

El uso de la herramienta de “Análisis de Modo de Fallos y Efectos” para recomendar acciones concretas que la empresa puede realizar para disminuir la variación de los procesos de producción del Bacter Clean considerando la gravedad, ocurrencia y mecanismo de detección para cada modo de fallo que se pueda presentar en relación al análisis de control estadístico de procesos que se realizó. El número de prioridad de riesgo (NPR) es alto en las condiciones actuales y se podría reducir significativamente si se aplican las acciones recomendadas como se muestra en la tabla 3.

La mejora continua representa un cambio en la ejecución de los procesos que integran el sistema de producción de una empresa. Un plan de mejora debe incentivar las modificaciones requeridas en dichos procesos.

Aunque los procesos de evaluación representan un requerimiento importante para la optimización de los sistemas, su notabilidad radica en que sirven para sostener la implantación de acciones de mejora.

En la actualidad las empresas deben mantener mecanismos permanentes para asegurar eficiencia y eficacia de los procesos. Cada día las exigencias son mayores. En este sentido, un plan de mejora se justifica para que la empresa particularmente los protagonistas del proceso productivo, sean responsables de impulsar y desarrollar políticas de calidad y mecanismos de mejora continua.

Otras propuestas de mejoras

Implementar la metodología 5S en el área de producción

El área de la producción del Alcohol Gel cuenta con un elevado número de herramientas especiales para la fabricación del mismo, algunas son fácilmente identificables y por ende llevar control de ellas no es mayor tarea, sin embargo, existen otros instrumentos que, por su tamaño y lugar de almacenamiento, el control de estos es una tarea que requiere tiempo y dedicación.

Con esta mejora se procura reducir el tiempo invertido en el control de estas herramientas, además se reducirán los costos de adquisición de herramientas ya que se aminorarían las pérdidas de los mismos.

Uso de tablero de trabajo Kanban

El Kanban es una herramienta participativa que ayuda a distribuir y proyectar la carga laboral, también sirve para monitorear la cantidad de tareas que tiene cada colaborador en tiempo real. Actualmente en este laboratorio la distribución de tarea se hace una tarea a la vez y no de manera muy planificada. Esta mejora permitirá tener control de las fases de cada proceso en la producción y permitirá tener una distribución del trabajo más equitativa, así como también estimulará el rendimiento.

Implementación de mantenimiento preventivo antes de entrar a grandes capacidades de trabajo

La demanda de productos que tiene la empresa se considera bastante inestable, sin embargo, al largo de los años que tiene esta empresa, se ha identificado grandes producciones de trabajo, como es el caso del inicio de la Pandemia por Covid-19. Para esta investigación se tuvo presencia en el pico de trabajo de las fechas de la pandemia por covid-19, donde se presentaron algunas fallas de producción, lo que atrasó considerablemente los tiempos de entrega y generó mucho tiempo ocio. Con el objetivo de evitar estas situaciones se hace esta propuesta.

Distribución de tareas pre - establecidas

En la actualidad solamente unas de los supervisores de producción se especializan en ciertos productos, el resto se dedican a elaborar cualquiera de los productos. Como resultado de esta investigación se propone, identificar los productos más importantes para la organización y definir colaboradoras para especializarse en la ejecución de actividades específicas de los procesos. Esto con el objetivo de mejorar la eficiencia y la productividad de los procesos productivos.

Ajustar la capacidad del sistema a la demanda de producto

La realización de este análisis le permitirá al laboratorio conocer el uso real que le da al recurso humano presente en el sistema y ajustar este recurso a la demanda de productos. Esta Propuesta de mejora de los procesos de producción de Bacter Clean Alcohol Gel la cual se basa en el análisis de los tiempos de producción (El cual es uno de los productos más importantes de la empresa) y de la observación de los investigadores en la ejecución de los procesos de producción.

Control periódico de los costos de producción

Actualmente la organización no realiza alguna actividad precisa relacionada al estudio de los costos de producción, implementar un control periódico de estos costos permitiría conocer la rentabilidad del área de producción y determinar los precios de los productos de una manera más objetiva.

Instaurar puntos de verificación de la calidad

Actualmente el único punto de verificación de calidad es en la entrega del área de bodega, establecer otros puntos de verificación de calidad a lo largo del proceso reduciría los desperdicios de materia prima y recursos humanos, ya que permitirá identificar errores antes de haber ejecutado todo el proceso.

Realizar análisis ergonómicos de los puestos de trabajo

Durante la observación de la ejecución de los procesos, se percibió que las condiciones de iluminación ruido y temperatura podrían estar en los rangos correctos, sin embargo, el personal constantemente se quejó de lo incomodo que eran los asientos en lo que se reposaban para ejecutar sus tareas, de la misma manera las colaboradoras argumentaban que preferían estar de pie que reposar en los asientos. Este análisis ergonómico permitiría encontrar puntos de mejora de los puestos de trabajo, que de ser ejecutados mejorarían la productividad de las colaboradoras.

Definir Stock de seguridad de materias primas

En varias ocasiones el personal de producción tuvo que retrasar la ejecución de los procesos productivos por falta de materia prima, para evitar esta situación se propone que se definan stock de seguridad de los diferentes ítems del inventario de materia prima, y que se gestionen las compras usando los stocks de seguridad.

V. CONCLUSIONES

Basado en los datos obtenidos, análisis e interpretación durante el desarrollo de la investigación, se presentan los principales resultados obtenidos, que responde a la perspectiva actual del proceso productivo de Bacter Clean Alcohol Gel en el Laboratorio Higiénico Químico Farrach, para expresar las conclusiones expuestas a continuación:

- Laboratorio Higiénico Químico Farrach cuenta con procesos productivos cuyos índices de capacidad (C_p , C_{pk}) se muestran deficientes para cumplir con las especificaciones de las características identificadas en el árbol CTQ. Los niveles de calidad están de 2 sigmas y 3 sigmas según la variable a controlar.
- Con los resultados de los gráficos de control se concluye que el proceso es inestable en relación a los límites control. Las causas de estas variaciones se reflejan en el diagrama de Ishikawa.
- En la actualidad el laboratorio carece de un sistema de gestión de calidad y equipos de medición críticos para asegurar que los procesos de producción entregan productos de calidad consistente. Además del plan de capacitación al personal no se identifica otra restricción administrativa.
- Se utilizó la herramienta AMFE para procesos en donde se identifican las causas asociadas a los modos de fallo del producto vinculados a los CTQ. Se consideró la Severidad, Ocurrencia y Detección para encontrar el NPR (número prioritario de riesgo) actual y el propuesto si se implementan las mejoras.
- La falta de un plan de calidad y la ausencia de un responsable de calidad restringen la evolución del proceso a uno de clase mundial.
- No se evidencian resultados recientes por laboratorios externos y certificados.

- La realización de la metodología Six Sigma permite reducir los tiempos de proceso en hasta en un 30%, con lo anterior se espera obtener resultados similares al realizar la implementación en la empresa Farrach, a la similitud en los procesos pre análisis, análisis y post análisis, atenuando los tiempos de respuesta para no menoscabar la operación de los equipos muestreados y aumentando la calidad productiva.
- La metodología Six Sigma ha sido aplicada con gran éxito en laboratorios disminuyendo los tiempos de proceso y optimizando los recursos mediante un análisis en el proceso y mermando los pasos que no crean valor, asimismo se puede replicar el proceso en el Laboratorio Higiénico Químico Farrach, para alcanzar los objetivos planteados ofreciendo un mejor servicio al cliente, mejor calidad del producto, entrega resultados en un menor tiempo y aumentando la confiabilidad del cliente en el servicio.
- Tras los diversos indicadores estadísticos se logró entender más los procesos productivos y determinar en función de las variables el comportamiento y la calidad de los mismos. Igualmente, con el uso de la herramienta AMEF se logró determinar restricciones o limitantes en la producción de Bacter Clean que el laboratorio posee.
- Es importante registrar los errores o fallas que se presentan a lo largo de los diversos sub procesos que se realizan para producir el Bacter Clean Alcohol Gel, debido a que esto detallara las diversas debilidades que presenta el Laboratorio y por tanto el nacimiento de las posibles soluciones y alternativas para solventar estas fallas.
- El éxito y la eficiencia del Six Sigma está en la adecuada planeación, ejecución y control de cada una de sus etapas, además de un verdadero compromiso por parte de la gerencia para suministrar el apoyo (dinero, personal, tiempos, etc) y capacitar a las personas involucradas en el proceso.

VI. RECOMENDACIONES

Se le pide al Laboratorio Higiénico Químico Farrach tome en cuenta las siguientes consideraciones:

- Implementar un modelo de gestión por procesos para identificar todos los procesos de la organización y clasificarlos en procesos estratégicos, procesos operativos y procesos de soporte.
- Considerar las orientaciones del estándar RTCA de Buenas Prácticas de Manufactura para asegurar un programa de prerrequisitos enfocados en la inocuidad del producto.
- Elaborar ayudas visuales que contengan los pasos a seguir para lograr una correcta homogenización de los productos.
- Definir e implementar un protocolo de calidad para la recepción de materias primas y materiales de empaque que asegure la verificación de los aspectos más críticos.
- Aplicar técnicas de control estadístico de procesos para monitoreo del proceso y reacciones en tiempo real si se detectan desviaciones significativas.
- Continuar con la aplicación de Six Sigma para el proceso de producción del Bacter Clean Alcohol Gel. Ya que se pueden realizar muchas mejoras a lo largo de los procesos por parte de todos los involucrados del laboratorio.
- Se sugiere, tener presentes los indicadores relevantes del negocio (KPI) estudiados en la presente tesis, en las mediciones, análisis y controles del Proyecto.
- Revisar constantemente los procesos y si estos se llevan a cabo óptimamente y si están siempre en la búsqueda de ofrecer la mejor calidad y sostenibilidad.
- Capacitar periódicamente a los colaboradores tanto del proceso del producto en estudio, así como también al resto de colaboradores para asegurar que los mismos sepan lo que hacen y encuentren motivación en sus operaciones.

BIBLIOGRAFÍA

Anthony, J. (2006). *Design fas Seis Sigma: Breakthrough bussiness improvement strategy far archieving competitive advantage*, Work study

Atlas Consultora. (2020). Capacidad de procesos: Métricas de calidad y estrategia Seis Sigma. *Atlas Consultora*. <https://www.atlasconsultora.com/capacidad-de-procesos/>

Bonilla-Pastor, E. (2015). La gestión de la calidad y su relación con los costos de desechos y desperdicios en las mypes de la confección textil. *Ingeniería Industrial*, 0(033), 37. <https://doi.org/10.26439/ing.ind2015.n033.532>

Castillo, F. (2009). *Lecturas de ingeniería 6, La Manufactura Esbelta*. disponible en: http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieriaymecanica/mat/mat_mec/m4/manufactura%20esbelta.pdf

Climent S, S.; Escuder, V, R. (2001). *¿Por qué las empresas de la comunidad valenciana toman la decisión de implantar el sistema de calidad basado en las normas ISO 9000?*, Auditoría interna.

CNIC, (2014). *Lean Seis Sigma AEC*. España

Coasaca, J. V. (2007). *OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE OPERACIONES EN UNA TINTORERÍA TEXTIL A TRAVÉS DEL USO EFICIENTE DEL MAPA DE FLUJO DE VALOR Y EL ANÁLISIS DE BRECHAS*. <https://industrial.unmsm.edu.pe/upg../archivos/TESIS2018/MAESTRIA/tesis1.pdf>

Feria, M. Y. U. (2014). *CUAUHTÉMOC IGNACIO HERNÁNDEZ MARTÍNEZ*. 90.

García, J. A. (2013). *EL PROJECT CHARTER*. <https://www.eoi.es/blogs/madeon/2013/04/15/el-project-charter/>

Garvin, D. A. (1984). *La calidad en la línea de producción*, Harvard-Deusto Business Review, Segundo Trimestre.

Garvin, D. A. (1984). *La calidad en la línea de producción*, Harvard-Deusto Business Review, Segundo Trimestre.

Gutiérrez, H. De la Vara, R. (2009). *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma*. México: Me Graw Hill

Hernández Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010). Metodología de la Investigación. (3ra ed.). México: McGraw-Hill.

Jiménez, M. A. (1996). *La calidad en la empresa como instrumento de eficiencia*, Técnica Contable.

Juran Institute (2003). *Quality Improvement Pocket Guide*.

Kindwell, J.L. (1971). 3 step to Quality profitability, Quality management & Engineering.

Lefcovich, M. (2004). Kaizen - Detección, prevención y eliminación de desperdicios, una estrategia para la reducción de costos. Santa Fe, Argentina: El Cid.

López, G. (2014). *Metodología Six-Sigma: Calidad industrial*, Disponible en: http://ucapanama.org/wp-content/uploads/2012/10/metodologia_six_sigma_seminario.pdf

Mena, D. A. M. (2012). *El proceso productivo y su incidencia en el desperdicio de materia prima en la Industria Láctea Parmalat del Ecuador S.A.* 144.

NHS (2014). *Lean Seis Sigma: some basic concepts*, Institute for innovation and improvement. UK

Pérez F. De Velasco, J.A. (1986). *Gestión de la calidad empresarial. Calidad en los servicios y atención al cliente y calidad total*, ESIC, Madrid.

Prado, P, J.; Fernández G, A. (1999). *Documentación e implantación del Sistema de la Calidad, Una metodología para las pymes*, Alta Dirección 206

ProjectAdmin. (2018). ¿Qué es SIPOC? Cómo usar un diagrama SIPOC. *ProjectAdmin*. <http://www.projectadmin.org/que-es-sipoc-como-usar-un-diagrama-sipoc/>

Quintanilla, M. A. (1998). *En pos de la calidad: notas sobre una nueva frontera para el sistema universitario español*, Revista de educación.

R.A.E. (2014). *Diccionario de la Real Academia de la Lengua*, Disponible en: <http://lema.rae.es/drae/?val=calidad>

Ricardo, R. (2020). Seis Sigma: DPMO. *Estudyando*. <https://estudyando.com/seis-sigma-dpmo/>

SPC Consulting Group. (2019). *Las 7 Herramientas Básicas de la Calidad*. <https://spcgroup.com.mx/las-7-herramientas-basicas-de-la-calidad/>

Velasco, M. (2013). *Diseño de experimentos para la calidad*, Maestría en gestión de la calidad. Universidad Veracruzana.

Krajewski, L., & Ritzman, L. (2008). En L. M. Castillo (Ed.), *Administración de operaciones* (M. d. Villarreal, Trad., Octava edición ed., pág. 752). México: PEARSON EDUCACIÓN

ANEXOS

Anexo 1. Cronograma de Actividades

ACTIVIDAD	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Responsables
Revisión de Bibliografía, Elaboración de tema de investigación, elaboración de planteamiento del problema.						Investigado y Tutor
Elaboración de objetivos de investigación, revisión de bibliografía.						
Elaboración de Marco Teórico, tipo de Metodología, instrumentos y técnicas a utilizar.						
Recolección y análisis de datos.						
Discusión de los resultados						
Conclusiones y Recomendaciones.						
Revisión del trabajo						
Inscripción y entrega de protocolo	Noviembre 2022					
Entrega de Trabajo Final						



Anexo 2: Fotografías del laboratorio



