



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

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA UNA PROPUESTA DE CREACIÓN DE SISTEMA DE
EVALUACIÓN DE GESTIÓN DE INVENTARIO DE PRODUCTO TERMINADO DE YOGURT
PARA LA DETECCIÓN DE DESEMPEÑOS INADECUADOS EN
UN OPERADOR LOGÍSTICO**

Brian Josué Iboy Ramos

Asesorado por el Mtro. José Antonio Medrano

Guatemala, enero de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA UNA PROPUESTA DE CREACIÓN DE SISTEMA DE
EVALUACIÓN DE GESTIÓN DE INVENTARIO DE PRODUCTO TERMINADO DE YOGURT
PARA LA DETECCIÓN DE DESEMPEÑOS INADECUADOS EN
UN OPERADOR LOGÍSTICO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

BRIAN JOSUÉ IBOY RAMOS

ASESORADO POR MTRO. JOSE ANTONIO MEDRANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, ENERO DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
EXAMINADOR	Inga. María Martha Wolford Estrada
EXAMINADOR	Inga. Nora Leonor García Tobar
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA UNA PROPUESTA DE CREACIÓN DE SISTEMA DE
EVALUACIÓN DE GESTIÓN DE INVENTARIO DE PRODUCTO TERMINADO DE YOGURT
PARA LA DETECCIÓN DE DESEMPEÑOS INADECUADOS EN
UN OPERADOR LOGÍSTICO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado con fecha 14 de noviembre de 2022.

Brian Josué Iboy Ramos



EEPFI-PP-2035-2022

Guatemala, 12 de noviembre de 2022

Director
César Ernesto Urquizú Rodas
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial
Presente.

Estimado Ing. Urquizú

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería.

El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el Diseño de Investigación titulado: **PROPUESTA DE CREACIÓN DE SISTEMA DE EVALUACIÓN DE GESTIÓN DE INVENTARIO DE PRODUCTO TERMINADO DE YOGURT PARA LA DETECCIÓN DE DESEMPEÑOS INADECUADOS EN UN OPERADORA LOGÍSTICO**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Área de Operaciones - Gestión de almacenamiento, inventarios y distribución**, presentado por el estudiante **Brian Josué Iboy Ramos** carné número **201700794**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en ARTES en Gestión Industrial.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Mtro. Jose Antonio Medrano Garcia
Asesor(a)

Mtro. Hugo Humberto Rivera Perez
Coordinador(a) de Maestría



Mtro. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería





EEP-EIMI-1680-2022

El Director de la Escuela Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **PROPUESTA DE CREACIÓN DE SISTEMA DE EVALUACIÓN DE GESTIÓN DE INVENTARIO DE PRODUCTO TERMINADO DE YOGURT PARA LA DETECCIÓN DE DESEMPEÑOS INADECUADOS EN UN OPERADOR LOGÍSTICO**, presentado por el estudiante universitario **Brian Josué Iboy Ramos**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, noviembre de 2022

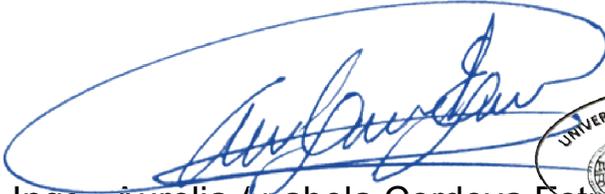


Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101- 24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.064.2023

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA UNA PROPUESTA DE CREACIÓN DE SISTEMA DE EVALUACIÓN DE GESTIÓN DE INVENTARIO DE PRODUCTO TERMINADO DE YOGURT PARA LA DETECCIÓN DE DESEMPEÑOS INADECUADOS EN UN OPERADOR LOGÍSTICO**, presentado por: **Brian Josué Iboy Ramos**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Decana

Guatemala, enero de 2023

AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por haberme permitido realizar una más de mis metas.
Mis padres	Por haberme traído al mundo y guiadol, mi eterno agradecimiento por su apoyo para hacer realidad este sueño.
Mi hermana	Nicole, por su compañía y apoyo durante toda mi vida.
Mis abuelos	Juan Ramos, Julia Rodríguez, Saturnino Iboy y Sofía Roché (q.e.p.d) por sus sabias enseñanzas y consejos durante toda mi vida.
Familia y amigos	

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser el <i>alma mater</i> que me permitió nutrirme de conocimientos.
Facultad de Ingeniería	Por proporcionarme los conocimientos que me han permitido realizar este trabajo de graduación.
Operador logístico	Por haberme brindado la información necesaria para realizar este diseño de investigación.
Mis amigos	Por haberme acompañado durante la carrera.
Mi asesor	Msc. Ing. José Antonio Medrano, por haberme guiado durante el trabajo de graduación.
Gerente de operador logístico	Lic. Ernesto García Montenegro, quien bondadosamente me ayudó a lo largo de la investigación.
Familia y amigos en general	

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XIII
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
3.1. Contexto general	9
3.2. Descripción del problema	10
3.3. Formulación del problema	11
3.4. Delimitación del problema	11
4. JUSTIFICACIÓN	13
5. OBJETIVOS	15
5.1. General.....	15
5.2. Específicos	15
6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN.....	17
7. MARCO TEÓRICO.....	23
7.1. Gestión de inventarios.....	23

7.1.1.	Definición de inventario	23
7.1.2.	Componentes de un modelo de gestión de inventarios	24
7.1.3.	Importancia de control de inventarios.....	25
7.1.4.	Tipos de métodos de gestión de entradas y salidas de almacén.....	25
7.1.4.1.	Método FIFO	25
7.1.4.2.	Método LIFO	26
7.1.4.3.	Método FEFO.....	26
7.1.5.	Tipos de almacenes	26
7.2.	Sistemas de control de calidad	27
7.2.1.	Calidad	27
7.2.1.1.	Definición de calidad	28
7.2.1.2.	Costos de calidad y no calidad.....	28
7.2.2.	Herramientas de la calidad.....	29
7.2.2.1.	Gráficos de control	29
7.2.2.2.	Hojas de verificación	30
7.2.2.3.	Histograma	30
7.2.2.4.	Diagrama de Pareto	32
7.2.2.5.	Diagrama de Ishikawa.....	34
7.2.2.6.	Diagrama de dispersión.....	36
7.2.2.7.	Diagrama de flujo	37
7.3.	Six Sigma.....	39
7.3.1.	Historia	39
7.3.2.	Significado.....	41
7.3.3.	Metodología.....	41
7.3.4.	Nivel Sigma	42
7.3.5.	Fases	45
7.3.5.1.	Definir.....	45

	7.3.5.2.	Medir.....	47
	7.3.5.3.	Analizar.....	48
	7.3.5.4.	Mejorar	49
	7.3.5.5.	Controlar.....	50
7.4.		Técnicas de análisis y recopilación de información	51
	7.4.1.	Técnicas de análisis de información	51
		7.4.1.1. Diagrama de barras	52
	7.4.2.	Técnicas de recolección de información.....	53
		7.4.2.1. Encuesta.....	53
		7.4.2.2. Entrevista.....	53
		7.4.2.3. Benchmarking.....	53
7.5.		Salud y seguridad ocupacional.....	54
	7.5.1.	Definición.....	54
	7.5.2.	Equipo de protección personal	54
		7.5.2.1. Casco	55
		7.5.2.2. Botas	56
		7.5.2.3. Protección visual.....	57
		7.5.2.4. Guantes	58
		7.5.2.5. Chaleco	59
	7.5.3.	Señalización	60
		7.5.3.1. Importancia.....	60
		7.5.3.2. Tipos de señalización	60
8.		PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS	63
9.		METODOLOGÍA.....	67
	9.1.	Características de estudio	67
	9.2.	Unidades de análisis	68
	9.3.	Variables.....	68

9.4.	Fases de trabajo	70
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS.....	75
10.1.	Técnicas de análisis de información.....	75
10.2.	Técnicas de recolección de datos	76
11.	CRONOGRAMA	79
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	81
13.	REFERENCIAS	83
14.	APÉNDICES	91

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Distribuciones posibles en un histograma	31
2.	Diagrama de Pareto	34
3.	Diagrama de Ishikawa.....	36
4.	Ejemplo diagrama de dispersión	37
5.	Ecuación para calcular los DPMO en un proceso	43
6.	Relación de nivel sigma con eficiencia y DPMO	44
7.	Diagrama de barras	52
8.	Imagen de un casco	55
9.	Botas Industriales.....	57
10.	Chaleco reflectivo.....	59
11.	Señalización de prohibición de paso.....	61
12.	Cronograma	79

TABLAS

I.	Fase de descripción de situación actual.....	18
II.	Fase de diseño del sistema de control	19
III.	Fase de detección de causas raíz y propuesta de corrección de desempeños inadecuados.	21
IV.	Elementos de un diagrama de flujo.....	38
V.	Variables en el estudio.....	69
VI.	Desglose de recursos a utilizar en la investigación	82

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
\$	Dólar estadounidense
°C	Grados Celsius
°	Grados
h	Horas
=	Igual que
Kg	Kilogramo
Km	Kilómetro
m	Metro
min	Minuto
m^2	Metro cuadrado
m^3	Metro cúbico
mm	Milímetro
%	Porcentaje
“	Pulgadas
Q	Quetzales
s	Segundo
σ	Sigma
Σ	Sumatoria

GLOSARIO

ANOVA	Análisis para comparar cómo se comportan dos poblaciones diferentes.
Aporte	Se refiere a la transferencia de material del electrodo al rodete por medio de la soldadura.
CEO	Acrónimo de director ejecutivo en inglés.
CEDI	Centro de distribución.
Correlación	Proporcionalidad entre dos variables estadísticas.
DMAIC	Ciclo de mejora continua utilizado en Six Sigma que se compone de las fases Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar.
DPMO	Defectos por millón de oportunidades
DSS	<i>Decision support system</i> . Sistema de soporte a decisiones.
Efectividad	Combinación entre eficacia y eficiencia.
Eficacia	Capacidad de cumplir una función específica.

Eficiencia	Comparación del alcance de objetivos y los recursos utilizados para alcanzarlos.
<i>Fill Rate</i>	Indicador de desempeño que indica la proporción despachada de una orden sobre el total ordenado por los clientes.
Frecuencia	Número de repeticiones de un fenómeno en una unidad de tiempo.
<i>Lead Time</i>	Tiempo que tarda un pedido en ser entregado desde el momento que se pide.
Límite Inferior	Valor más bajo del rango en el que la magnitud de una variable es considerada aceptable.
Límite Superior	Valor más alto del rango en el que la magnitud de una variable es considerada aceptable.
<i>Goal Programming</i>	Programación de objetivos.
ICGA	Índice de calidad de gestión de almacén
ISO	<i>International organization for standardization.</i>
KG	Kilo gramos
KPI	<i>Key performance indicator.</i> Indicador clave de rendimiento.

Merma	Desperdicio de producto que ya no puede ser usado por mala calidad o haber caducado.
OPL	Operador logístico. Empresa que diseña los procesos de una o varias fases de cadena de suministro y organiza, gestiona y controla dichas operaciones.
Picking	Tarea de la preparación de pedidos que consiste en recoger unidades de una o varias ubicaciones del almacén que forman parte de un mismo pedido.
Proveedor	Empresa que proporciona un servicio o producto.
Pallet	Armazón de madera u otro material resistente que se emplea en el movimiento de carga para facilitar el levantamiento.
Pyme	Pequeña y mediana empresa
PVC	Policloruro de vinilo, es un polímero plástico.
SKU	<i>Stock keeping unit</i> . Código asignado a un elemento para poder identificarlo en el inventario físico.
Slotting	Estrategia de distribución de <i>stock</i> en las diferentes ubicaciones del almacén, a fin de incrementar la productividad de procesos.
Stock	Existencia en almacén de un producto o productos.

TPM	<i>Total productive maintenance,</i> mantenimiento productivo total.
TIR	Tasa interna de retorno.
VPN	Valor presente neto.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación plantea el desarrollo de un sistema de evaluación de la gestión de inventarios en un operador logístico que presta sus servicios a una empresa importadora y distribuidora de yogurt en el país. Dentro del alcance se encuentran los procesos de picking, conteo, manipulación que genera daños y traslado de información.

Actualmente la empresa ha detectado desempeños inadecuados en el operador logístico, que ha resultado en merma de producto y venta perdida, por lo que se busca implementar un sistema que proporcione visibilidad de la calidad con la que el operador logístico desempeña las operaciones mencionadas para así solicitar las correcciones necesarias al operador logístico.

Para abordar el problema detectado, se trabaja en cinco fases, la primera abarca en investigación documental para enriquecer el conocimiento en la materia y los estándares de operación, luego está la fase en la recopilación de información a través de la observación de los procesos involucrados y cuantificación de errores, luego se procede con la fase de análisis de información en la cual mediante análisis estadísticos se determina las áreas con mayor oportunidad, luego esta la fase de diseño de sistema de control con la que se establecerán puntos de control y frecuencias de evaluación de los procesos, y por último se continúa con la fase de propuesta de corrección en donde se plantean acciones para corregir los malos desempeños.

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente trabajo es proponer un sistema que evalúe la calidad de la gestión de inventarios en un operador logístico contratado por una empresa productora yogurt, en la que se han detectado oportunidades de mejora en los procesos de gestión de inventario, tales como el conteo, manipulación y despacho en las órdenes de compra. Actualmente la empresa no cuenta con un mecanismo para evaluar la calidad de servicio del operador logístico, por lo que contar con un sistema de medición de desempeño brindará a la empresa del conocimiento sobre el nivel de calidad del servicio que está recibiendo.

En la empresa, gestionar el inventario de producto terminado es muy importante, pues este concentra toda la inversión de la operación y además genera el flujo de ventas, por lo que realizar correctamente su gestión hace que la empresa evite costos derivados de errores y le permite ser más competitiva. Para alcanzar este objetivo se busca incorporar en el operador logístico un sistema que evalúe la calidad de los procesos que brinde visibilidad cuando el operador logístico incurre en errores para que la empresa pueda solicitar que se realicen las correcciones correspondientes o en su caso una remuneración acorde. Para tal fin se utilizará la metodología DMAIC, que es la metodología utilizada en *Lean Six Sigma* para generar mejora continua, con el objetivo establecer un sistema que genere un impacto benéfico en los procesos.

El resultado que se busca obtener es un mecanismo con que la empresa sea capaz de retroalimentar de forma sistemática al operador logístico sobre su desempeño, para abrir paso a propuestas de acciones correctivas que ajusten el trabajo del operador logístico a las necesidades de la empresa.

2. ANTECEDENTES

Cuando una empresa cuenta con inventario perecedero como el yogurt, aumenta tanto la complejidad de la operación, como el impacto que se recibe por una mala gestión de inventarios. El beneficio que se recibe al contar con un sistema que evalúe la efectividad con la que se gestionan los inventarios está en la posibilidad de identificar los puntos de mejora para aplicar las correcciones necesarias. La empresa se ve beneficiada porque al aplicar estas correcciones, se minimiza el mal desempeño que provoca costos innecesarios.

Rivadinayra, Cueva, y Cárdenas (2022), determinaron, a través de revisión de literatura relacionada a la gestión de inventarios, que la correcta gestión aumenta la productividad y eficiencia de un sistema, ya que están relacionados con realizar un trabajo razonable utilizando los recursos existentes. Con esta conclusión se puede determinar que es importante mantener un nivel alto de calidad en la administración de inventarios.

Cardona, Orejuela y Rojas a su vez propusieron una metodología para la gestión de inventario en bodegas de materia prima para industrias del sector de alimentos concentrados con el objetivo de gestionar de manera integrada el control de inventario y la ubicación de ítems en bodegas de materia prima en la industria de alimentos concentrados. (Cardona, Orejuela, & Rojas, 2018).

De igual forma Arrieta (2011), presentó diferentes aspectos necesarios para realizar administración, y evaluación de los centros de distribución que existen. Expuso de forma cualitativamente los aspectos que se deben considerar en la ejecución efectiva de inventarios en base al tipo de producto y su rotación,

así como la utilización de indicadores de desempeño para poder medir y evaluar la ejecución de las actividades relacionadas con el inventario y despacho. Arrieta (2011) indica que se pueden utilizar los indicadores de gestión para evaluar la productividad del almacén, la calidad de las diversas fases como operaciones y despachos y permite realizar comparaciones en diversos periodos. Con esto el autor demuestra que es posible obtener visibilidad de la calidad de las fases de la operación a través de este tipo de sistemas de evaluación.

Un ejemplo de la realización de evaluaciones de desempeño se puede ver en el trabajo de varios autores en donde tuvieron como objetivo describir el control interno del inventario como recurso competitivo en una Pyme de Guayaquil, y concluyen lo siguiente:

Los autores Pavón, Villa, Ruedas y Lomas (2019), afirman lo siguiente: Los resultados indicaron falta de control interno en el inventario, que afectan a la competitividad a nivel nacional y concluyen que la organización debe contar con una estructura organizativa; donde estén bien definidas sus políticas, métodos y procedimientos y al tener un sistema periódico de evaluación y parámetros de desempeño estandarizado dota a la organización de efectivos controles preventivos y de detección, evitando operaciones no autorizadas y no documentadas. (p. 860)

Otro ejemplo de creación de un sistema que permita evaluar cómo se ejecutan las operaciones en un almacén de productos perecederos fue diseñado por García, Cedeño, Ríos y Morell (2019), quienes crearon un sistema para evaluar el desempeño del almacén central de medicamentos e insumos de un hospital de la región por medio del diseño de un índice de Calidad de Gestión de Almacén. Concluyeron que “El ICGA deviene en una herramienta flexible e integradora que permite una visualización constante y el mejoramiento continuo

al proceso de almacenamiento, lo que impacta positivamente en la mejora de atención al cliente” (p.31). Los autores explican que esta herramienta indica de forma periódica como se desempeñan las áreas de almacén para identificar aquellas que tienen oportunidad de mejora.

De igual forma Martínez, Palmero y González (2017), evaluaron el almacén de insumos de la empresa TRANSCUPET, para identificar las causas encontradas como deficientes, en función de corregirlas y lograr el nivel mínimo de categorización en el país. Se evaluó la utilización de espacio y la iluminación del almacén, usando la tecnología de almacenamiento que utiliza diversas fuentes de información, compendiadas anteriormente. Se propuso la realización de un nuevo diseño de distribución espacial que facilite una circulación adecuada de las cargas, mejor manipulación y organización del almacén, de igual forma se propuso un reordenamiento de los productos almacenados y un nuevo sistema de iluminación.

Así mismo se llevó a cabo un estudio, con el objetivo de analizar el control interno en el Almacén de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales de la Universidad del Zulia, en el estudio se buscaba determinar la efectividad de los procesos administrativos relacionados al pago de proveedores e identificar el método de inventario que se utiliza en almacén. Los resultados arrojaron que el almacén no contaba con un sistema de control interno que le permitiera llevar con efectividad las actividades de recepción, almacenamiento y despacho de la mercancía. El estudio proporcionó visibilidad de la oportunidad de mejora en estas áreas del almacén, que es un resultado que se espera alcanzar en el presente trabajo, como se indicó en la introducción (Pirela, 2005)

Los autores Duque, Cuellar y Cogollo (2020) en su artículo sobre revisión de metodologías en el *slotting* y *picking* realizaron una revisión bibliográfica

exhaustiva sobre los modelos y metodologías usados en la optimización de dichas actividades, entre los años 2000 y 2018, identificando los factores que influyen en los flujos de materiales y componentes estocásticos en la planeación de inventarios. Los autores llegan a la conclusión de “El *slotting* y el *picking* son complementarios y una buena implementación de *slotting* puede facilitar en gran medida el *picking*, dado que la ubicación estratégica de los SKU’s facilita la recolección de estos.” (p.525.)

Además de evaluar la forma en que se gestionan los inventarios, se han utilizado diversos tipos de métodos matemáticos y de programación para aumentar la precisión en la toma de decisiones en cuanto a la gestión de inventarios de productos perecederos.

Un método para mejorar la toma de decisiones fue presentado con la propuesta de modelar un sistema DSS para reducir el producto perdido en almacén de productos perecederos. “Dada la naturaleza multicriterio del problema, para la modelización se ha usado *goal programming*, con resultados que en casos concretos permiten reducciones considerables en la cantidad de productos inutilizables” (Díaz, Brío, y González, 2001, p. 287). De igual forma se han propuesto la creación de modelos matemáticos para inventarios perecederos, específicamente para el mercado de frutas en mercados mayoristas regionales.

Los autores Carballo y Santamaría (2011) afirman lo siguiente: Con la construcción de un modelo matemático para la gestión de inventarios de productos perecederos es posible dar respuesta a incógnitas de cuanto se debe tener de cada producto, como debe estar organizados y qué prioridades de órdenes se deben suplir y bajo qué criterios. (p.186)

Partiendo de que al tener un alto nivel de calidad en la gestión de inventarios se obtienen beneficios como competitividad, aumento de productividad y rentabilidad, es necesario comprender como funciona el flujo de materiales y colocar puntos de control con los que se pueda reportar una mala gestión, carecer de un sistema de evaluación permite que un desempeño incorrecto no sea corregido y este genere costos innecesarios, en el caso de un inventario de yogurt en el que el producto debe rotarse continuamente por su corta vida útil es aún más importante que los procesos relacionados a la gestión sean efectivos y para ello debe tenerse un medio para monitorearlos continuamente, pues como los autores referidos indican esto abre paso a encontrar oportunidades de mejora y corrección.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1. Contexto general

La empresa en donde se realiza el estudio es una organización que fabrica yogurt en México y lo exporta a otras regiones, es líder en el mercado y lleva más de 10 años en el país, teniendo alcance en todos los departamentos. Fue ingresada al mercado guatemalteco al identificar el potencial que se tiene en el consumo de producto en la región. Su enfoque es servir de puente entre los consumidores y una alimentación saludable, transmitiendo los beneficios del yogurt y otros alimentos, comunicando en los distintos medios a la mayor cantidad de personas posibles sobre nutrición.

En Guatemala, la empresa utiliza los servicios de un operador logístico para almacenar y distribuir el producto a los clientes. Las actividades que hace el operador logístico son: recibir el producto del equipo de transporte de México a Guatemala, resguardarlo y almacenarlo, llevar el control del inventario, mantener contacto con los clientes, recibir órdenes de compra, realizar el *picking* y despacharlo en las rutas diarias, donde se tiene acordado con los clientes la entrega de producto. Entre los clientes se encuentran desde grandes cadenas de supermercados, clientes mayoristas, hasta clientes minoristas.

El operador logístico cuenta con un equipo que trabaja en bodegas refrigeradas realizando el picking, y con un equipo administrativo encargado de llevar el conteo y control de inventarios y facturación. El operador logístico diariamente envía a la empresa dueña del producto información del producto que fue solicitado y el que efectivamente fue despachado. Es responsabilidad del

operador logístico la actualización del inventario según las entradas y salidas de producto, además de proporcionar retroalimentación del *fill rate*, también conocido como nivel de servicio, que se tiene a cada cliente de la empresa.

El equipo humano puede acceder libremente a las instalaciones del operador logístico para supervisar cómo se están haciendo los procesos relacionados a la gestión del inventario y solicitar reportes, sin embargo, estas visitas no se hacen periódicamente.

3.2. Descripción del problema

Actualmente, la empresa no tiene una forma de evaluar la efectividad de gestión de los inventarios de producto terminado. Se considera que por la falta de control en las actividades que el operador logístico realiza, no se han corregido desempeños inadecuados en varios procesos, entre ellas el *picking*, que conlleva a que no se despachen órdenes de compra completas, que no se rote el inventario y se aumente el riesgo que se vuelva merma, también en el conteo de inventario físico se han detectado reportes inexactos que hace que al recibir un dato incorrecto, el equipo de planificación toma decisiones imprecisas ya que por a la corta vida útil del producto, la planeación se hace frecuentemente.

La empresa se ve en la necesidad de implementar puntos de control para realizar evaluaciones periódicas en los procesos administrativos y operativos que involucran la gestión de inventarios: recepción, almacenamiento y resguardo, *picking* y destrucción de merma. El fin de estos puntos de control es visualizar cuando un proceso es deficiente y detectar la causa raíz a tiempo para realizar acciones correctivas.

3.3. Formulación del problema

- Pregunta central

¿Cómo se puede mejorar el control y evaluación de la gestión de inventarios de yogurt realizado en un operador logístico, para poder realizar las correcciones necesarias y mejorar las actividades de picking, conteo y gestión, y reducir los productos mermados en almacén?

- Preguntas auxiliares

- ¿Cuál es la situación actual en la bodega y qué causas raíz generan más ítems dañados y no despachados eficientemente?
- ¿Dónde se puede recabar y medir datos para identificar malos procesos o prácticas en la gestión de inventario efectivamente?
- ¿Cómo se puede evaluar la situación de los procesos de gestión y control de inventario para el departamento de bodega?
- ¿Cómo se pueden mejorar los procesos operativos y de supervisión relacionados con el picking y conteo de inventario?

3.4. Delimitación del problema

El estudio se realiza en el operador logístico contratado por la empresa de yogurt, el operador logístico se ubica en el municipio de San Miguel Petapa, departamento de Guatemala, donde se localizan áreas administrativas y del almacén. Los procesos que se evalúan son de descarga de furgón, de *picking* de órdenes de compra de los clientes y de los procesos de carga y tabulación de información que se comparte como venta y como venta perdida a la empresa. De

igual forma se evalúa e investiga acerca de los procesos de conteo para el reporte de inventario diario.

Se busca entrevistar a las personas involucradas, escuchar sus perspectivas y si tienen una propuesta de mejora, recopilar histórico de datos de daños y ventas perdidas e investigar causas raíz.

4. JUSTIFICACIÓN

El trabajo de investigación propuesto está enmarcado en la línea de investigación de control de calidad debido a que se pretende introducir puntos de control que den visibilidad de la efectividad de los procesos de gestión de inventarios. Diseñar un sistema de evaluación es necesario para evidenciar aspectos que deben ser mejorados, pues la falta de estandarización y de métricas de desempeño puede generar desviaciones que perjudican a los procesos relacionados. Debido a que el inventario de la empresa es de producto perecedero destinado al consumo humano, se reduce la tolerancia a los fallos de ejecución y se requieren estándares de calidad más altos, por lo que contar con indicadores que evidencien la efectividad de los procesos es vital para implementar las mejoras cuando sea necesario.

En actividades como *picking*, despacho y conteo de inventario se han detectado constantemente malos desempeños, por lo que surge la necesidad de tener un sistema que evalúe los procesos relacionados a la gestión del inventario en el centro de distribución. Entre los efectos de los procesos mal ejecutados, están costos de pérdida de venta y de material dañado y dado que se utiliza el reporte de inventario para tomar decisiones administrativas el dato incorrecto genera imprecisiones que afectan a la empresa a corto y mediano plazo.

Al implementar un sistema de evaluación en los procesos de gestión de inventario se tiene como objetivo delimitar las áreas en donde están incurriendo en mal desempeño y proponer acciones correctivas que mejoren el servicio del operador logístico y reduzcan los costos en los que incurre la empresa por la no calidad en la gestión de inventarios.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Diseñar un sistema de evaluación de gestión de inventario de yogurt en un operador logístico.

5.2. Específicos

- Identificar cual es el modelo de gestión de inventarios utilizado actualmente para el manejo del yogurt en el centro de distribución del operador logístico.
- Seleccionar puntos de control en los procesos del almacén que proporcionen información de la situación respecto a la gestión de inventarios.
- Establecer KPIs para evaluar el desempeño en la gestión de inventario y establecer estándares de calidad según la necesidad de la organización.
- Establecer una guía de acción para la corrección de causas raíz del desempeño deficiente del equipo encargado de almacenamiento y distribución del producto.

6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

Al finalizar esta investigación, la empresa productora de yogurt obtendrá visibilidad del desempeño del operador logístico en la administración de los inventarios y obtendrá un análisis de los costos en que se incurre por la mala calidad de los procesos de gestión de inventarios en todas las actividades que están relacionadas con la gestión del producto. Al tener un sistema que presente con indicadores claros que puedan compararse con estándares determinados, se podrá segmentar las áreas que están generando más problemas.

Se analizará todo el proceso de los materiales, desde que son ordenados, hasta su distribución al punto de venta y se procederá a identificar y documentar ordenadamente el proceso por el que fluyen los materiales en el operador logístico. Posteriormente se realizará un análisis de los procesos para determinar que actividades pueden ser removidas o mejoradas. De igual forma se evaluarán actividades para recolectar información, para crear indicadores de desempeño, con los que se muestre la calidad con que se está realizando las actividades.

Adicionalmente, se busca estimar los costos en los que incurre la empresa por una mala gestión de inventarios, por lo que se revisará el contrato y el historial de cobros que recibe la empresa de parte del operador logístico al terminar con producto dañado, o vencido y con ventas perdidas; al estimar este valor en unidades monetarias se establecerá con claridad el impacto que tienen estos malos procesos en la rentabilidad de la empresa.

Luego de definidos y medidos los problemas y la repercusión que tiene en la empresa, se buscará mediante herramientas de calidad y análisis priorizar los

problemas a corregir e identificar las causas raíz para nuevamente seleccionar aquellas más factibles de corregir y establecer planes de acción para cambiarlas, se propondrán estos cambios para ser implementados y de igual forma se estará evaluando el desempeño de la organización con el transcurrir del tiempo.

A continuación, se describe el cronograma de lo que se planea ejecutar dividido en fases.

Tabla I. Fase de descripción de situación actual

Actividad	Metodología	Recursos	Tiempo
Investigación y observación del flujo de material.	Observación de campo del proceso realizando visitas al almacén y visualizando procesos. Recopilación y digitación de cantidades con daño, merma y falta de despacho cuando era posible. Realizar documentación de procesos.	Humano, Libreta para anotaciones, computadora y teléfono con internet, cronómetro.	1 mes
Selección de elementos de medición	Investigación en artículos o sitios web de herramientas usadas en casos similares. Visitas al almacén. Consultas al equipo durante investigación de campo.	Humano, Libreta para anotaciones, computadora y teléfono con internet, cronómetro.	1 mes

Continuación Tabla I.

Selección de elementos de medición	Investigación en artículos o sitios web de herramientas usadas en casos similares. Visitas al almacén. Consultas al equipo durante investigación de campo.	Humano, Libreta para anotaciones, computadora y teléfono con internet, cronómetro.	1 mes
Determinación de la magnitud del impacto	Solicitud al área administrativa de revisar las condiciones contractuales. Cuantificar las cantidades dañadas y estimar los costos generados.	Humano, hojas de reporte, computadora.	1 mes.
Documentación del proceso y valorización del impacto.	Documentación en un formato estándar enumerando las actividades de cada proceso en texto y flujogramas.	Humano, computadora	1 mes

Fuente: elaboración propia.

Tabla II. **Fase de diseño del sistema de control**

Actividad	Metodología	Recursos	Tiempo
Selección de elementos en los	Realizar investigación en artículos o sitios web. Realizar entrevistas y	Humano, computadora	1 mes

Continuación Tabla II.

cuales colocar puntos de control.	encuestas con miembros del equipo administrativo de almacén y con miembros de la empresa que son afectados.	libreta para anotaciones.	
Creación de índices de desempeño	Investigación en artículos o sitios web. Consulta de expertos en la empresa/externos a la empresa. Realizar lluvia de ideas.	Humano, Libreta para anotaciones, computadora y teléfono con internet y saldo.	0.5 meses
Determinación de estándares	Investigación en artículos o sitios web que expongan casos similares. Benchmarking. Entrevista a personas responsables de la empresa y operador logístico.	Humano, hojas de reporte, computadora con office.	1 mes

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. **Fase de detección de causas raíz y propuesta de corrección de desempeños inadecuados**

Actividad	Metodología	Recursos	Tiempo
Determinación de causas raíz.	Revisión de datos recopilados. Realizar diagramas de Ishikawa. Realizar diagrama de Pareto. Estudiar factores que afectan el desempeño según Westinghouse. Realizar lluvia de ideas.	Humano, pizarrón y marcadores computadora, libreta para anotaciones.	1 mes
Creación de procesos de corrección.	Realizar lluvia de ideas. Realizar investigación sobre artículos que expongan resolución de situaciones similares. Consulta con expertos. Estudios de prefactibilidad.	Humano, computadora y teléfono con red.	0.5 meses
Propuesta de cambio para junta directiva	Construcción de una presentación informando al operador logístico y a la empresa los beneficios que se obtienen con el sistema.	Trifoliales, humano, computadora, sala virtual de <i>zoom/webex</i> .	1 mes

Fuente: elaboración propia.

7. MARCO TEÓRICO

7.1. Gestión de inventarios

La correcta gestión de inventarios puede ser un factor clave para que una organización tenga éxito en el mercado, a continuación, se exponen los elementos relacionados a gestión de inventarios.

7.1.1. Definición de inventario

En su trabajo Meana (2017), hace énfasis en la diferencia entre conceptos de inventario y *stock*. Para él el inventario se conoce como el conjunto de actividades en donde se involucra verificación y control de los bienes de la organización para luego asociar este dato verificado con los registros contables.

Meana también hace énfasis en la definición de *stock* que define como la acumulación de los bienes que son almacenados y resguardados para posteriormente ser vendidos. Aunque el autor resalta claramente la diferencia entre ambos conceptos, algunos otros autores utilizan un diferente concepto para el término inventario, por ejemplo, el caso de Durán (2012), que expone al inventario como el conjunto de mercancías que la empresa posee, teniendo varios objetivos como venta o transformación para su posterior venta. El objetivo del inventario es mantener a la empresa de flujo de mercadería para lograr su desenvolvimiento en el mercado.

7.1.2. Componentes de un modelo de gestión de inventarios

De acuerdo con lo expuesto por Guerrero (2022), los componentes de una gestión de inventarios son:

- Los costos que son necesarios para tener un control y resguardo del inventario. Entre estos se encuentran los de mantenimiento, que son aquellos generados por mantener un producto en almacenaje; de penalización, en los que se incurre cuando un cliente pide un artículo y no se encuentra disponible, también conocido como *costo por venta perdida*; costos por ordenar, es aquel costo necesario para poner una orden.
- La demanda que tiene el producto es el volumen que se espera desplazar hacia los clientes en un período determinado. En este caso cuando la demanda es mucho mayor que el inventario actual, resulta en inventarios cero y venta perdida, de igual forma una demanda mucho menor que el inventario, resulta en un exceso de inventario y una baja rotación y altos costos de mantenimiento de inventario.
- Tiempo de anticipación: También conocido como lead time, es el tiempo que tarda el producto a ser enviado o recibido desde que la orden de compra o de proceso es anunciada. Esto debe ser tomado en cuenta en la gestión de inventarios puesto que si se desea despachar lo más posible hay que estar lo suficientemente provisionados para poder suplir la demanda durante el tiempo en el que esperamos ser nuevamente abastecidos.

7.1.3. Importancia de control de inventarios

El autor Navarrete (2019), determina que la importancia de tener un control de inventarios e la siguiente forma, “La finalidad de llevar a cabo un control de inventarios se fundamenta en saber qué ocurre en los almacenes en un período determinado, a fin de estar en condiciones de elevar el nivel de confiabilidad de la información.” (p.158).

Con un control de inventarios se puede saber con la frecuencia necesaria de cuanta mercancía puede contar una persona, dar prioridad a ciertos productos, disponer del espacio del almacén de mejor forma, también tener confiabilidad en la información de inventario permite ajustar la producción de una mejor forma, también las políticas de cómo se debe rotar los productos que se tienen y también da a la empresa de la capacidad de detectar cuando un producto que ingreso pero no fue despachado ya sea por daño, robo u otro fenómeno que pudiera suceder y reducir o eliminar estos.

7.1.4. Tipos de métodos de gestión de entradas y salidas de almacén

7.1.4.1. Método FIFO

Se denomina así por sus siglas en inglés *First In - First Out*, indica que el producto debe ser desplazado en el orden que fue arribando a bodega. Este puede utilizarse para el flujo de materiales, como para el reporte contable de una empresa, sirve para evitar problemas de vencimiento y obsolescencia en casos de inventario perecedero. (Navarrete, 2019).

7.1.4.2. Método LIFO

Se denomina así por sus siglas en inglés *Last In - First Out*, indica que el producto debe ser desplazado en el orden inverso al que fue arribando a bodega, es decir el producto más reciente de ingreso deberá ser el próximo en ser despachado.

7.1.4.3. Método FEFO

Por sus siglas en inglés indica que se debe despachar primero en expirar, primero en salir (*First Expire, First Out*). Según Castro (2014), en su trabajo establece que “El método FEFO se utiliza cuando se almacenan productos con fecha de caducidad, de forma que los productos que caducan antes sean los primeros en salir del almacén.” (p.38).

7.1.5. Tipos de almacenes

Los almacenes se pueden clasificar de varias maneras según el aspecto que se esté considerando, para fines de este trabajo colocaremos los tipos de almacenes que existen según su función logística.

- Almacenes centrales: son aquellos que están cerca del punto de fabricación de la mercancía, generalmente se diseñan con el objetivo de almacenar grandes cantidades de volumen.
- Almacenes regionales: tienen la característica de estar localizados cerca de los puntos donde se entregará a los clientes, no son necesarios en las operaciones de una empresa, pero en situaciones donde los costos de

transporte son altos desde un almacén central se utilizan almacenes regionales.

- Almacenes temporales: no son necesariamente propiedad de la organización propietaria de la mercancía, pero se utilizan en estacionalidades con picos de demanda en donde es necesario contar con más producto del normal, se utilizan con productos que tienen una estacionalidad o temporalidad definida.
- Centro de distribución, según Mejia, Wilches, Galofre y Montenegro (2011) “Un centro de distribución (CEDI) es el lugar donde se realizan funciones complejas como recepción, despacho, clasificación e identificación de mercancías e incluso, operaciones de ensamble y empaque” (p. 65). En el caso del centro de distribución la función de almacenaje no es su principal objetivo, pero es necesario en lo que se cumplen las demás funciones como la manipulación, distribución y hasta en casos transformación.

7.2. Sistemas de control de calidad

Un sistema de control de calidad busca aquellas operaciones o especificaciones que impiden que un algo, ya sea producto, servicio o proceso, se desempeñe como es esperado y busca aplicar medidas para que se arreglen fallos detectados.

7.2.1. Calidad

La calidad se traduce en la satisfacción del cliente, por lo que si se desea tener éxito en las actividades donde se desarrollan una organización, es muy

importante velar porque los procesos y salidas se cumplan con los estándares de calidad establecidos.

7.2.1.1. Definición de calidad

Existen varios pensadores en lo que se refiere a calidad, entre ellos resalta Edward Deming, que establece que la calidad es variable y se define de forma diferente según el agente que se está evaluando y siempre está definido por la satisfacción del cliente. También establece que la calidad es multidimensional, y no se evalúa en base a una característica únicamente. Algunos estándares conocidos de calidad son: funcionalidad, durabilidad, acabado estético, servicio al cliente.

7.2.1.2. Costos de calidad y no calidad

La calidad es un estado que se alcanza mediante esfuerzo que se refleja en recursos invertidos por la organización que proporciona el elemento, a estos componentes se les conoce como costos de calidad, Barrios (2013), indica “se entienden como costos de la calidad aquellos que se incurren cuando se diseña, implementa, opera y mantiene los sistemas de calidad de una organización, costos empresariales ligados a los procesos de mejora continua” (p. 42).

Los costos de no calidad por otra parte, se conocen como costos de incumplimiento, al haber tenido luego de un proceso un resultante fuera de los estándares esperados de calidad, esto hace que la empresa incurra en reprocesos, desperdicios, gastos por devolución o por reemplazo. Son evitables, si se ejecutan los procesos con efectividad.

7.2.2. Herramientas de la calidad

Existen varias herramientas de la calidad, que pueden ser desde diagramas que expresan al proceso, como las que utilizan el resultado de avanzados estudios estadísticos, para llevar a cabo su función, que fueron consideradas como herramientas básicas, por el doctor Kaoru Ishikawa.

7.2.2.1. Gráficos de control

Esta herramienta nace en los años 20 y posteriormente fue llevada a un nuevo nivel de uso por los japoneses (Villalpando, 2009). Un gráfico de control es una representación de cómo se está comportando una variable de salida de un proceso. Los gráficos de control identifican cuando una salida está fuera de los rangos aceptables, pues contienen una Línea Central que representa el promedio histórico de las salidas y a partir de este dato central, se utiliza un Límite Superior y un Límite Inferior, mediante fórmulas específicas que se utilizan según el tipo de proceso o tipo de variable que se está evaluando. Cada medición de la variable representará un punto en la gráfica, que deberá estar dentro de los parámetros establecidos (De la Guerra, 2015).

El principal uso de esta herramienta es mostrar cuando el comportamiento de las salidas esta fuera de las especificaciones requeridas, esto indica que el proceso está sufriendo de un fenómeno que causa variaciones, al tener esta visibilidad ya se investiga y se llega a determinar una causa asignable para tratar de removerla.

De la Guerra (2015), indica lo siguiente “Existen diferentes tipos de Gráficos de Control: Gráficos X-R, Gráficos C, Gráficos NP entre otros”. (p. 5)

7.2.2.2. Hojas de verificación

Son listas utilizadas como guía en la verificación de un proceso, una salida o como recordatorio de revisión de algo. Esta herramienta se utiliza para asegurar que las verificaciones que son rutinarias se hacen siempre según lo que se espera (Villalpando, 2009).

Existen diversos tipos de hojas de verificación según la función que tienen, por ejemplo, cuando deben indicar que una tarea ya está realizada, también cuando se está inspeccionando una variable para marcar que cumple o no cumple, y también se encuentran aquellas que sirven para indicar la frecuencia con la que sucede una cosa.

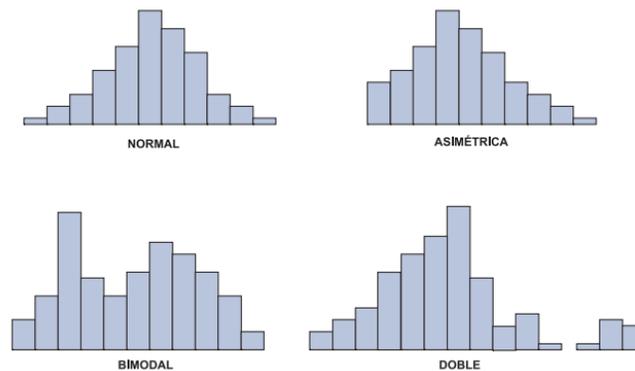
7.2.2.3. Histograma

Según el Instituto uruguayo de Normas técnicas, un histograma es un diagrama de barras que muestra un conjunto de datos en un intervalo específico. Con este ordenamiento se genera un diagrama cuya figura refleja el comportamiento de incidencias en los diferentes intervalos del estudio. Esta disposición permite analizar más fácilmente la información para identificar el comportamiento del fenómeno estudiado (Instituto uruguayo de Normas Técnicas, 2009).

Como lo expone el Instituto Uruguayo de Normas Técnicas (2009), la figura de un histograma se compone de varios rectángulos, cuya base se encuentra en el eje de las abscisas y están representados por los intervalos dentro del rango de datos. Y la altura de cada rectángulo será la frecuencia de incidencia en ese intervalo.

La forma final de la figura refleja el comportamiento del fenómeno y permite saber dónde debemos concentrar nuestros esfuerzos de control y mejora. A continuación, se presenta una imagen con los principales tipos de distribución de un histograma.

Figura 1. **Distribuciones posibles en un histograma**



Fuente: (Instituto uruguayo de Normas Técnicas, 2009). *Herramientas para la mejora de la calidad*

Entre las principales distribuciones se encuentra la normal, en donde se puede determinar que el proceso está funcionando respecto a una media en los intervalos. También se encuentra la asimétrica que especifica que la mayor incidencia está orientada hacia uno de los extremos del rango de intervalos. También está la bimodal donde se encuentran frecuencias superiores, que son representadas como rectángulos con mayor altura o *picos* en más de uno de los intervalos y la doble, donde se presentan más de dos bloques de rangos ya que son separados por un intervalo donde no hay frecuencia (Instituto uruguayo de Normas Técnicas, 2009).

7.2.2.4. Diagrama de Pareto

Tiene la función de ordenar las ideas o los conceptos evaluados por el peso que representan para facilitar su análisis (Instituto uruguayo de Normas Técnicas, 2009). Este puede ser utilizado para ordenar por frecuencia, peso o importancia de contribución de varios elementos para que cierto efecto se produzca. También puede ser utilizado para presentar áreas o defectos que tienen mayor oportunidad de mejora.

El diagrama de Pareto obtiene su nombre del principio 80/20, desarrollado por el economista Wilfried Pareto; originalmente fue utilizado para describir que el 80% de la población en la Inglaterra de la época era poseedora del 20 % de la riqueza de la sociedad y en el resto de la población, es decir las minorías de la clase alta eran los dueños del 80 % de los bienes.

Aunque el economista utilizó este descubrimiento orientándolo a la economía, este principio de Pareto también es aplicable a varios fenómenos.

Koch (2009) expone lo siguiente del principio de Pareto: El principio 80/20 afirma que hay un desequilibrio inherente entre las causas y los resultados, entre las contribuciones y los rendimientos y entre los esfuerzos y las recompensas. La relación del 80/20 refleja bien este desequilibrio. Hay una pauta prototípica que demuestra que el 80 % de los rendimientos proceden del 20 % de las causas. (p. 20)

En el trabajo publicado por el Instituto uruguayo de Normas Técnicas (2009), explica que esta herramienta de calidad tiene la función de presentar la contribución que aporta cada elemento a un total, pero varía en que lo hace de

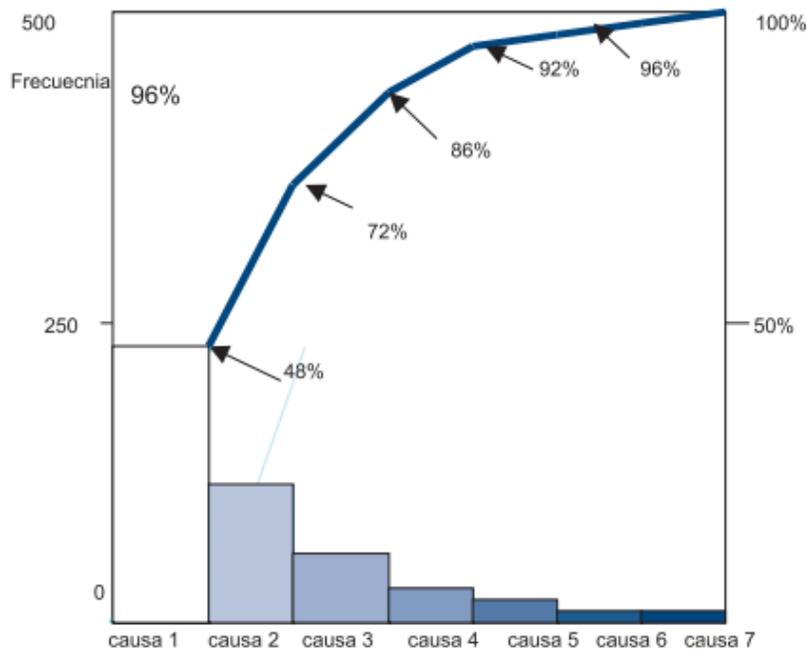
forma decreciente para identificar más fácilmente en contraste del aporte de cada elemento.

Los pasos para realizar un diagrama de Pareto para identificar cierto elemento a evaluar son los siguientes.

- Se seleccionan las causas que se han identificado y se observan las frecuencias de incidencia de cada causa en un período de tiempo identificado.
- Se hace un recuento de las frecuencias de cada uno de las causas o elementos identificados.
- Se dibuja un diagrama en el cual se dibujan dos ejes verticales cada uno en un extremo del eje horizontal, el eje horizontal se compone de intervalos en donde cada intervalo corresponde a una de las causas seleccionadas, ordenadas de mayor a menor frecuencia de izquierda a derecha.
- El eje vertical izquierdo tendrá la variable que se está evaluando, y al derecho se le asigna una escala porcentual de 0 % a 100 %.
- Se dibuja o grafica un rectángulo para cada causa o motivo, cuya base es el intervalo de esa causa y la altura es la frecuencia en la magnitud que se está evaluando, que es la del eje izquierdo.
- Se construye a su vez una curva de frecuencia acumulada, sumando las magnitudes de cada causa o elemento y dividiendo cada una entre la suma total. El porcentaje de participación es ubicado dentro del cada intervalo a la altura de su valor del eje porcentual.

- Con esta representación visual se identifica las causas de mayor importancia.

Figura 2. **Diagrama de Pareto**



Fuente: (Instituto uruguayo de Normas Técnicas, 2009). *Herramientas para la mejora de la calidad*

7.2.2.5. **Diagrama de Ishikawa**

Diseñada por Kaoru Ishikawa, quien fue un director de negocios con grandes deseos de mejorar la calidad de los procesos en sus negocios.

Según es indicado por un autor, también recibe el nombre de Diagrama de Causa-Efecto o Diagrama de Pez, este diagrama es una técnica utilizada para

relacionar motivos o causas raíz para fenómenos o efectos que se están estudiando (Villalpando, 2009).

Es una técnica que permite ver posibles causas mediante un formato de fácil visualización, es muy útil para llevarlo a cabo con lluvias de ideas y equipos de círculos de calidad. Villalpando (2009), explica que el funcionamiento de este diagrama, es que conforme se van presentando ideas se van registrando en una lista y luego se reordenan y eliminan las repetidas.

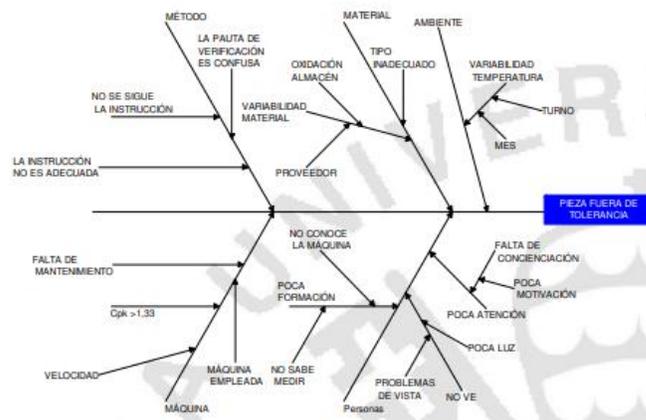
Luego de la depuración correspondiente a las ideas repetidas se procede a categorizar las causas en una región del diagrama. En esta herramienta se propone englobar las causas en cinco categorías conocidas como las 5'M.

Villalpando (2009) describe las categorías de la siguiente forma.

- Maquinaria: causas relacionadas a la máquina.
- Materia prima: causas que se atribuyen a los materiales empleados en los procesos, este campo también alcanza a los proveedores.
- Método de trabajo: se colocan todas las causas que pertenecen a la forma en la que se ejecutan las operaciones.
- Mano de obra: causas que puedan ser atribuidas a las personas que ejecutan la operación, como mala preparación o poca capacidad.
- Medio ambiente: Causas que se ven relacionadas con el ambiente o estado en el que se desarrolla la operación.

Como fue indicado, este diagrama recibe el nombre de *Espina de pescado*, por la forma que tiene en su estado final, como el que se presenta a continuación, se puede ver cómo el eje central se ramifica en cada uno de los grupos y a su vez este se ramifica en las posibles causas detectadas, también es ideal no quedarse con un nivel de profundidad, sino nuevamente crear otra lluvia de ideas e identificar motivos para las causas iniciales detectadas.

Figura 3. Diagrama de Ishikawa



Fuente: (Villalpando, 2009). *Herramientas de calidad*

7.2.2.6. Diagrama de dispersión

Según es expresado por Gillet (2014), el diagrama de dispersión es la herramienta de la calidad que permite mostrar la relación que pueden tener dos variables en un proceso. Este diagrama se dibuja en dos dimensiones, por lo que se permite solo evaluar dos variables, a la posible relación que tengan las variables se le denomina *correlación*.

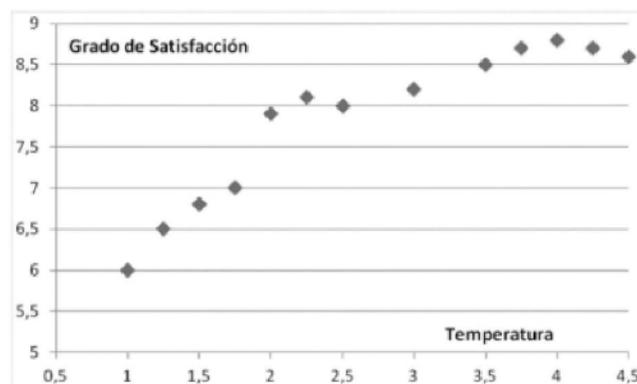
El Diagrama de Dispersión de acuerdo con (SPC Group, s.f.) “tiene el propósito de controlar mejor el proceso y mejorarlo, resulta indispensable conocer cómo se comportan algunas variables o características de calidad entre

sí, esto es, descubrir si el comportamiento de unas depende del comportamiento de otras, o no” (p. 1).

La correlación es una medida con que se puede determinar qué tan relacionadas están las variables, el valor oscila entre -1 y +1. Mientras más cerca esté el valor a uno de los extremos del rango, significa que hay más relación entre las variables que se están evaluando.

Según el artículo publicado por SPC Group (s.f.), si el valor de correlación tiene el valor de 1, entonces existe correlación perfecta positiva, que indica que el aumento de una variable incrementa la otra; si el valor de correlación = -1 entonces la correlación es negativa y si una variable aumenta, la otra disminuye o viceversa. También se explica que un valor de correlación 0, indica que no hay relación entre las variables.

Figura 4. **Ejemplo diagrama de dispersión**



Fuente: (Gillet, 2014). *La Caja de Herramientas... Control de Calidad*

7.2.2.7. Diagrama de flujo

Manene (2011), explica que es una herramienta que se utiliza para representar de forma gráfica el flujo o la secuencia de actividades o fases que contiene una rutina o un proceso más complejo. Según explica el autor, esta herramienta “tiene la ventaja de indicar la secuencia del proceso en cuestión, las unidades involucradas y los responsables de su ejecución, es decir, viene a ser la representación simbólica o pictórica de un procedimiento administrativo”.

Esta herramienta genera una representación gráfica de la secuencia de actividades, traslados e incluso toma de decisiones y secuencias a seguir según la línea elegida. La forma en que se realiza la representación es con símbolos que ya se han estandarizado (De la Guerra, 2015).

Entre los principales símbolos gráficos de un diagrama de flujo, se encuentran los siguientes:

Tabla IV. **Elementos de un diagrama de flujo**

SÍMBOLO	REPRESENTACIÓN
	PROCESO
	INSPECCIÓN
	DEMORA
	TRANSPORTE
	COMBINADO
	CONECTOR
	ALMACENAJE

Fuente: elaboración propia

Adicional, hay otros elementos que debe incluir el diagrama de flujo, como: una tabla resumen, en donde va cuantificada la cantidad de cada símbolo y su representación en tiempo de ejecución en un ciclo; también un diagrama de flujo debe tener un encabezado con la información básica del proceso y del diagrama por ejemplo descripción y área en donde se lleva a cabo el proceso, autor, entre otras.

7.3. Six Sigma

Six Sigma, conocido en español como Seis Sigma es un método de mejoramiento continuo, comúnmente asociado al mejoramiento de la calidad en los procesos de una organización, en donde se busca obtener eficacia y eficiencia.

7.3.1. Historia

El método Seis Sigma es creado por Mikel Harry, empleado de Motorola en la década de los años ochenta, que surge como una estrategia de mercado para aumentar la calidad y con ello la competitividad en un mercado que estaba entrando en el auge de la globalización, por lo que era necesario desarrollar técnicas que permitieran optimizar los procesos, Mikel Harry enfocó los esfuerzos de su equipo en reducir la variabilidad de los factores o variables críticas que alteraban el normal desempeño de los procesos (Herrera y Fontalvo, 2000).

Para evaluar la variación que existía en los procesos, el equipo utilizó como medida estadística confiable, la evaluación de la desviación estándar del proceso, representada por el símbolo " σ ", como indicador de desempeño y con esto determinar la efectividad de la organización. Esta iniciativa llamó la atención del CEO de Motorola Bob Galvin, que aportó el agregar la mejora continua

además de solo evaluar la calidad de los procesos. convirtió en el punto central del esfuerzo para mejorar la calidad en Motorola, llamando la atención al director ejecutivo Bob Galvin; con su apoyo, se hizo énfasis no sólo en el análisis de la variación, sino también en la mejora continua, en los análisis iniciales se observó que cuando se realiza el control estadístico a un proceso, se toma como variabilidad natural cuando este valor de sigma σ oscila a tres desviaciones del promedio, pero en realidad esta variabilidad natural genera una cantidad de desviaciones que tienen efecto en rentabilidad o eficiencia de organización. Este criterio es modificado a una exigencia de 6 sigma de variación respecto al promedio, que exige que una cantidad considerable de salidas del proceso debe estar dentro de este intervalo, lo que estadísticamente implica que se considera de requisito que máximo 3.4 elementos del proceso no cumplan los criterios de calidad exigidos por el cliente, de cada millón de oportunidades.

Herrera y Fontalvo (2000), comentan que luego de observar los resultados que tenía Motorola el director del conglomerado Allied Signal, Lawrence Bossidy, que también fue parte importante en General Electric, aplicó esta metodología al conglomerado que en aquel momento se encontraba en dificultades económicas, pero transformó la organización ampliando sus ventas impresionantemente, luego empresas grandes como la misma General Electric siguieron su ejemplo, obteniendo resultados muy exitosos.

Además de los resultados exitosos que produce Seis Sigma, se suma el hecho que esta afianzada a varios criterios relacionados a las normas de calidad, como ISO y la filosofía DMAIC, que se detallará más adelante. Los autores explican lo siguiente: Seis Sigma induce a un aumento de efectividad dentro de la organización, y no contradice los criterios de mejoramiento de calidad conocidos.

7.3.2. Significado

Lean Six Sigma es conocido por estar relacionado con calidad y es un método de implementación y de trabajo cíclico que busca la mejora continua para alcanzar niveles de calidad en organizaciones o procesos. Socconini y Reato (2019), explican los términos principales que envuelven al concepto: El término *Lean* está relacionado con eficiencia, es decir se refiere a métodos que aumentan la velocidad, mientras el término *Six Sigma* se refiere a calidad, pues es un proceso que se obtiene de mantener las salidas dentro de los estándares requeridos. Se llega a la siguiente conclusión sobre que el Sistema de gestión *Lean Six Sigma* es un sistema orientado a la gestión eficiente y de calidad.

7.3.3. Metodología

Según lo publicado por Felizzola y Luna (2014), la metodología *Lean Six Sigma* con su enfoque a la mejora de la calidad, busca aumentar la eficiencia de los procesos, pero es considerado un método evolucionado que utiliza referencias estadísticas de elementos de control de calidad precursores y crea un proceso sistemático, su éxito se basa en aspectos como:

- Enfoque en satisfacción al cliente ya sea externo o interno
- Basar su ejecución en mejora
- Se enfoca que las salidas se encuentren dentro de las especificaciones solicitadas, no en un porcentaje entre resultados satisfactorios vs intentos totales.

- Los resultados deben ser medibles tanto operacional como financieramente.
- Eliminación de desperdicios o retrabajos
- Los proyectos son liderados y supervisados por personal capacitado.
- Es también considerada una filosofía puesto que se busca cambiar la cultura de la organización orientándola a la mejora continua.

En un artículo se expone lo siguiente, acerca de la metodología *Six Sigma*: *Six Sigma* está apoyado en una metodología compuesta de cinco fases: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar, comúnmente llamada DMAIC, por sus siglas en inglés (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*), y tiene como objetivo aumentar la capacidad de los procesos, de tal forma que generen solo 3,4 defectos por millón de oportunidades (DPMO), con lo que los errores o fallas se hacen prácticamente imperceptibles para el cliente. (Felizzola y Luna, 2014, p.264).

La metodología, como ya se indicó, usa herramientas de la calidad para mejorar los procesos objetivo, entre ellas están las descritas anteriormente, como el diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, histogramas, diagramas de flujo, gráficos de control, entre otros.

7.3.4. Nivel Sigma

Como ya se había comentado en temas anteriores, la metodología *Six Sigma* permite medir el desempeño de un proceso de forma operativa y financiera, con la medida de Nivel Sigma, que es una métrica que propone medir

la eficacia de un proceso, Según lo indicado por (Salazar, 2019), el concepto Nivel Sigma es un indicador que evalúa la capacidad de un proceso de mantenerse dentro de sus especificaciones y evalúa las desviaciones estándar que se encuentran entre el límite superior e inferior especificado.

Como se indicó, el nivel sigma se mide en desviaciones estándar representada por la letra griega sigma minúscula (σ), de ahí el nombre de la metodología y pese a expresarse en desviaciones estándar que entran dentro los parámetros, estos valores también pueden expresarse en % de efectividad o también en DPMO, que es una métrica acrónimo Defectos Por Millón de Oportunidades, que es la cantidad de veces que se pudo incurrir en un error en un millón de oportunidades, considerando que una unidad de producción o evaluación puede tener más de un aspecto u oportunidad que podría ser defectuoso. La fórmula para calcular el valor de DPMO es la siguiente:

Figura 5. **Ecuación para calcular los DPMO en un proceso**

$$DPMO = \frac{1.000.000 \times D}{U \times O}$$

Donde:

D = Número de defectos observados en la muestra.

U = Número de unidades en la muestra (tamaño de la muestra).

O = Oportunidades de defectos por unidad.

Fuente: (Salazar, 2019). *Nivel Sigma y DPMO*. Consultado el 17 de octubre de 2022.
Recuperado de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-de-calidad/nivel-sigma-y-dpmo/>

De igual forma para calcular la eficacia de un proceso se debe dividir entre un millón el valor de DPMO obtenido, y luego la resta el número 1 y convertir el resultado en porcentaje para obtener la efectividad, se adjunta a continuación una tabla de conversión de DPMO y eficacia (*Long-Term Yield*) a Nivel Sigma.

Figura 6. Relación de nivel sigma con eficiencia y DPMO

Abridged Process Sigma Conversion Table

<i>Long-Term Yield</i>	<i>Process Sigma</i>	<i>Defects Per 1,000,000</i>	<i>Defects Per 100,000</i>	<i>Defects Per 10,000</i>	<i>Defects Per 1,000</i>	<i>Defects Per 100</i>
99.99966%	6.0	3.4	0.34	0.034	0.0034	0.00034
99.9995%	5.9	5	0.5	0.05	0.005	0.0005
99.9992%	5.8	8	0.8	0.08	0.008	0.0008
99.9990%	5.7	10	1	0.1	0.01	0.001
99.9980%	5.6	20	2	0.2	0.02	0.002
99.9970%	5.5	30	3	0.3	0.03	0.003
99.9960%	5.4	40	4	0.4	0.04	0.004
99.9930%	5.3	70	7	0.7	0.07	0.007
99.9900%	5.2	100	10	1.0	0.1	0.01
99.9850%	5.1	150	15	1.5	0.15	0.015
99.9770%	5.0	230	23	2.3	0.23	0.023
99.9670%	4.9	330	33	3.3	0.33	0.033
99.9520%	4.8	480	48	4.8	0.48	0.048
99.9302%	4.7	680	68	6.8	0.68	0.068
99.9040%	4.6	960	96	9.6	0.96	0.096
99.8650%	4.5	1,350	135	13.5	1.35	0.135
99.8140%	4.4	1,860	186	18.6	1.86	0.186
99.7450%	4.3	2,550	255	25.5	2.55	0.255
99.6540%	4.2	3,460	346	34.6	3.46	0.346
99.5340%	4.1	4,660	466	46.6	4.66	0.466
99.3790%	4.0	6,210	621	62.1	6.21	0.621
99.1810%	3.9	8,190	819	81.9	8.19	0.819
98.930%	3.8	10,700	1,070	107	10.7	1.07
98.610%	3.7	13,900	1,390	139	13.9	1.39
98.220%	3.6	17,800	1,780	178	17.8	1.78
97.730%	3.5	22,700	2,270	227	22.7	2.27
97.130%	3.4	28,700	2,870	287	28.7	2.87
96.410%	3.3	35,900	3,590	359	35.9	3.59
95.540%	3.2	44,600	4,460	446	44.6	4.46
94.520%	3.1	54,800	5,480	548	54.8	5.48
93.320%	3.0	66,800	6,680	668	66.8	6.68
91.920%	2.9	80,800	8,080	808	80.8	8.08
90.320%	2.8	96,800	9,680	968	96.8	9.68
88.50%	2.7	115,000	11,500	1,150	115	11.5
86.50%	2.6	135,000	13,500	1,350	135	13.5
84.20%	2.5	158,000	15,800	1,580	158	15.8
81.60%	2.4	184,000	18,400	1,840	184	18.4
78.80%	2.3	212,000	21,200	2,120	212	21.2
75.80%	2.2	242,000	24,200	2,420	242	24.2
72.60%	2.1	274,000	27,400	2,740	274	27.4
69.20%	2.0	308,000	30,800	3,080	308	30.8

Fuente: (Salazar, 2019). Nivel Sigma y DPMO. Consultado el 17 de octubre de 2022.
 Recuperado de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-de-calidad/nivel-sigma-y-dpmo/>

7.3.5. Fases

La metodología *Lean Six Sigma* como fue expuesto anteriormente, se apoya en el ciclo DMAIC de mejora continua para llevar a cabo las mejoras a los procesos que se desean, a continuación, se describen las cinco fases utilizadas en DMAIC que son Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar.

7.3.5.1. Definir

En esta fase, se busca desarrollar conceptos, conocer la actualidad de cada proceso, ya sea las actividades claves, las personas responsables de cada actividad y la importancia real de cada actividad para tener certeza de que pasos seguir. Una vez identificados los proyectos de mejora, se debe evaluar que están alineados a los objetivos de la organización, se debe presentar a la alta directiva para asegurarse que se tenga el apoyo necesario y se designa un equipo adecuado, asignándole la prioridad necesaria.

En su artículo Mantilla y Sánchez (2012), expresan que es importante que la empresa entienda las necesidades y requisitos de los clientes, y que comprenda cómo es vista por los mismos y su posición actual entre sus competidores, para enfocar sus esfuerzos en una propuesta de mejora que añada valor. Los autores comentan que en esta fase se debe identificar qué requisitos tiene el cliente, ya sea con interactuar con ellos, con un análisis Kano o un análisis de requerimientos.

Posteriormente, es necesario conocer los desempeños logísticos actuales que se tiene en la empresa, un elemento fundamental es medir el costo logístico para evaluar los cambios financieros en el tiempo, también es posible evaluar la eficiencia operativa con medir el tiempo de entrega de una orden, evaluar el nivel

de servicio, en este paso se conoce el flujo del proceso a través de documentación del mismo, en herramientas como el diagrama de flujo, pero también para profundizar más en los responsables *Six Sigma* propone elaborar un Mapa del flujo de valor, o un diagrama SIPOC, cuyo nombre se otorga de sus siglas en inglés *Supplier Input Process Output Customer* (Proveedor, Ingreso, Proceso, Salida, Cliente en español). En esta fase se identifican oportunidades de mejora en base a lo que se define que al cliente le añade valor.

También es importante evaluar qué tanto se puede implementar, esto se define por la capacidad de la empresa en operaciones y capacidad de inversión, según su posición en el mercado; el *benchmarking* es una opción ideal para conocer a los competidores y compararse en operaciones o estrategias. Ya con una idea de los recursos que se cuentan, se empiezan a definir propuestas detalladas con tiempos y recursos para resolver las oportunidades detectadas. Aquí se sugiere revisar la información aportada por los clientes o el *benchmarking*, ya generadas estas propuestas debe haber una estimación del impacto o beneficio económico y operativo que se obtendrá para posteriormente realizar un análisis costo - beneficio.

Con las estimaciones obtenidas de cada proyecto, se realizan análisis VPN y TIR para identificar aquellos que obtienen mayores resultados, o en su defecto tener proyectos con resultados muy similares; se puede realizar una matriz multi criterio para evaluar, tanto factores cuantitativos, como cualitativos. Por último, en esta fase se procede a la presentación del proceso, asignando un programa y responsables.

7.3.5.2. Medir

Según Socconini y Escobedo (2021), en esta fase, se describe más detalladamente el proceso a evaluar, se incluyen características claves que se desean en un proceso y se apoya en el análisis SIPOC o el análisis realizado para identificar los parámetros de entrada. Luego se empiezan las mediciones y se genera un reporte detallado de la capacidad del proceso. La intención de la fase de medición es recolectar información del proceso que se evalúa y con este detalle identificar las oportunidades de mejora y ver la dimensión del problema.

La medición de los procesos requiere de un mapeo del proceso, para esto se recomienda realizar un VSM (*Value Stream Map*) que dé visualización de los múltiples niveles del proceso. También deben estar claras las secuencias de las operaciones, esto puede realizarse con un diagrama de flujo o un diagrama SIPOC.

Para analizar la información más efectivamente y facilitar su monitoreo y medición Mantilla y Sánchez (2012), recomiendan crear indicadores de desempeños acorde a la función del proceso, se recomienda utilizar el nivel sigma o DPMO. En la fase de medición es donde se encuentran los puntos críticos, que son aquellos que presentan mayor oportunidad de mejora, y con esto se puede acotar la unidad de análisis para evitar esfuerzos en mediciones futuras innecesarias.

La principal actividad de esta fase es la recolección de información en donde se toman mediciones para aquellos puntos críticos que fueron seleccionados y para esto se debe tener certeza de las herramientas de análisis que se van a utilizar, la selección de la herramienta a utilizar, depende de la

naturaleza del elemento, pero entre las herramientas más utilizadas para medir un elemento se encuentran:

- Observación de campo
- Muestreo estadístico
- Hojas verificación
- Encuestas
- Entrevistas

7.3.5.3. Analizar

En esta fase se realiza un análisis con el que se llega a explorar más a profundidad la naturaleza de una inconsistencia, utilizando de referencia la información recolectada en la fase anterior, para dar un diagnóstico sobre la causa de esta inconsistencia a través de desarrollo de hipótesis. Los autores Arias, Portilla, y Castaño (2008), exponen: “En ella se identifica los factores que permiten lograr una mejora sustancial y lograr un mejor desempeño del proceso. En algunos casos es necesario en rediseñar el proceso o producto” (p. 266).

Para realizar la detección y validación de las causas de las inconsistencias de calidad en un producto o proceso se pueden utilizar herramientas de calidad u otras herramientas estadísticas, de igual forma que en la fase de medición, la herramienta a utilizar depende de la naturaleza del problema que se quiera resolver, pero entre las herramientas más utilizadas se encuentran: análisis Pareto, gráficos de control, diagrama de Ishikawa, regresión lineal, ANOVA que

es un análisis para comparar el comportamiento de dos poblaciones diferentes, experimentación mediante la modificación y ajuste de variables en un sistema.

7.3.5.4. Mejorar

Se desarrollan propuestas de mejora para cumplir con los objetivos de la fase de definición para la obtención de ideas de mejora se pueden realizar sesiones grupales de lluvia de ideas, entrevistas o encuestas, ya sea públicas o anónimas, luego se debe realizar un filtro con las mejores propuestas y empezar a desarrollarlas a detalle con los recursos necesarios para la implementación, con costos y beneficios potenciales del sistema propuesto. Para la generación de propuesta Mantilla y Sánchez (2012), recomiendan apoyarse en herramientas conocidas como:

- Simulación: alterar variables en un área controlada para ver cómo reacciona el sistema.
- TPM: Siglas en inglés para mantenimiento productivo total que es una filosofía japonesa que busca reducir los paros por fallos o desperdicios debido a reparaciones.
- Controles y señalizaciones visuales.
- Filosofía de 5's de *Kaizen*: La palabra *kaizen* es de origen japonés, que significa mejora, y es un ciclo que se enfoca en la creación y mantenimiento de espacios de trabajo limpios y ordenados.
- Estandarización de trabajos: establecer en una operación, lo que se debe hacer y asegurarse que no se desvíe de tal indicación, se pueden

estandarizar las entradas, las actividades de un proceso y sus tiempos y las salidas esperadas.

- Sistema *Pull*: Producir o trabajar solo cuando es requerido por el cliente (externo o interno), dentro de este sistema se puede incluir el sistema *Kanban*.
- *Poka Yoke*: Método japonés para diseñar procesos con medidas preventivas que lo hagan a prueba de errores, puede ser preventivo o correctivo.
- Optimización de procesos: analizar el proceso y según se detecten oportunidades de mejora, eliminarlas o cambiarlas dada su naturaleza y requerimiento.
- Luego de identificar las propuestas se elige la más acorde a los objetivos del proyecto y se implementa de forma controlada, planificada y organizada, se recomienda utilizar ingeniería de proyectos y capacitación al personal relacionado para que puedan adecuarse a los cambios propuestos, las capacitaciones deben dar apertura a la comunicación entre los asociados tanto para poder transmitirles la información así como para obtener retroalimentación de su parte, que puede llegar a ser muy valiosa.

7.3.5.5. Controlar

Esta fase es vital puesto con ella se busca obtener la permanencia de las implementaciones exitosas realizadas, y genera la incorporación de la mejora continua a la organización. Antes de oficializar un cambio se debe validar que se

haya generado un beneficio importante luego de tal implementación, si es lo esperado se procede, si no se deben hacer ajustes. Ya validada la implementación como satisfactoria se procede a documentar y a estandarizar los procesos, luego deben comunicarse y deben indicarse como se implementarán en toda la organización, enfocando que esta es una filosofía que será permanente.

Las actividades de control son muy importantes para evitar que se desvíe de lo establecido una vez ya este implementado, para ello se requiere tener una supervisión continúa y esto requiere establecer canales de comunicación y medios que permitan dar seguimiento al proceso, para tal motivo se utiliza una herramienta enfocada a esto llamada auditoría, esta puede ser realizada por miembros internos de la organización o externos a la misma, en donde se evalúa como se desempeña y se retroalimenta el sistema cuando se vea la oportunidad. (Mantilla y Sánchez, 2012)

7.4. Técnicas de análisis y recopilación de información

Al realizar una investigación es muy importante contar con las herramientas y técnicas adecuadas para interpretar y recopilar la información necesaria para realizar conclusiones acertadas.

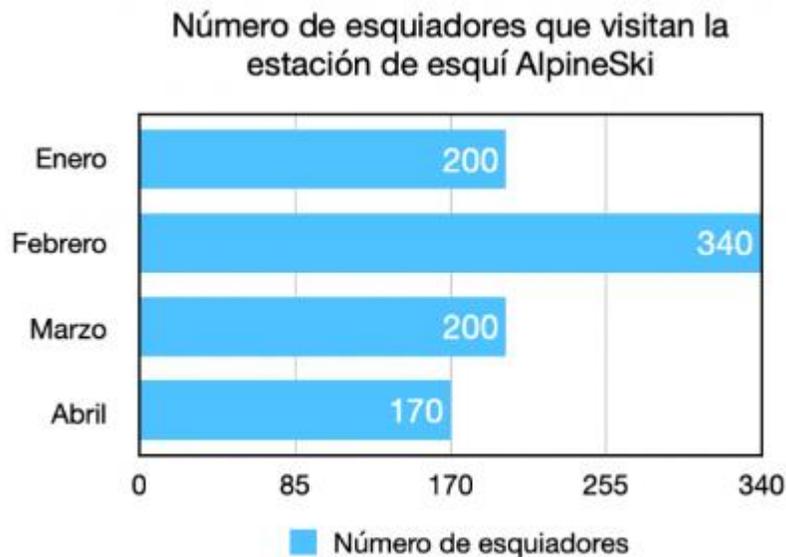
7.4.1. Técnicas de análisis de información

Entre estas se encuentra: diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, diagrama de flujo, de los que ya se hizo referencia en la sección de herramientas de la calidad, sin embargo, se ve la importancia de enfatizar herramientas que no fueron mencionadas, como el caso del diagrama de barras.

7.4.1.1. Diagrama de barras

Rodó (2021), en su artículo define lo siguiente: “Un diagrama de barras es una representación en dos dimensiones de la frecuencia, ya sea absoluta o relativa, de una variable cuantitativa o cualitativa pero siempre discreta y distribuida en filas” (p. 1). Con este elemento se puede comparar la frecuencia de diferentes variables independientes entre sí, representando el valor de la frecuencia en las dimensiones de las barras asignadas a cada variable, pudiendo las barras tener orientación vertical u horizontal. Esta herramienta es muy útil para el análisis de variables de tipo discreto, además de que permite una percepción global y es sencillo de elaborar.

Figura 7. Diagrama de barras



Fuente: (Rodó, 2021). *Diagrama de barras*. Consultado el 21 de octubre de 2022. Recuperado de <https://economipedia.com/definiciones/diagrama-de-barras.html>

7.4.2. Técnicas de recolección de información

7.4.2.1. Encuesta

Según Pobeá (2015), la encuesta es una metodología para recolectar datos de un grupo de individuos definidos como representativos de una población, mediante la aplicación de un proceso interrogatorio estandarizado sobre un tema específico, las encuestas generalmente se componen de preguntas cerradas y sirven para recolectar información de variables discretas.

Las encuestas pueden realizarse a través de varios canales, como lo son el canal presencial también conocido como *cara a cara*, por teléfono, por correo o por medios electrónicos.

7.4.2.2. Entrevista

Su propósito es obtener información de forma oral o escrita de la persona entrevistada acerca de su opinión o conocimientos, las entrevistas requieren al menos de dos lados, un entrevistador y un entrevistado que pueden componerse cada uno de más de una persona, según la autora se conciben tres tipos de entrevistas según el grado de estructuración: Estructurado, semiestructurado y no estructurado (Folgueiras, 2016).

7.4.2.3. Benchmarking

El *benchmarking* es una técnica con que se busca tomar un producto, proceso o método propio y compararla con el homólogo de las empresas competidoras o líderes de la industria con el fin de identificar las buenas prácticas, es una fuente de recolección de ideas exitosas aplicadas en organizaciones

externa para que a través de adaptar esas ideas a las condiciones de la organización propia se puedan reproducir los resultados exitosos.

7.5. Salud y seguridad ocupacional

La seguridad ocupacional es muy importante para resguardar al activo más valioso en una empresa, que son las personas, además al evitar accidentes o enfermedades causadas por las actividades ayuda con mantener el flujo de actividades constante.

7.5.1. Definición

“Conjunto de actividades y conocimientos que buscan reducir los riesgos inherentes de las actividades que realizan los trabajadores, que puedan producirles accidentes o enfermedades, garantizando así su bienestar integral” (Ministerio de Trabajo y Prevision Social, 2020).

7.5.2. Equipo de protección personal

De acuerdo con lo publicado por el Gobierno de México (2019), en su página *web*, el término se puede abreviar como EPP, y se define como todos aquellos equipos o implementos que reducen el riesgo de una persona de sufrir lesión o enfermedad por el ambiente en que se encuentran al evitar contacto directo con este ambiente.

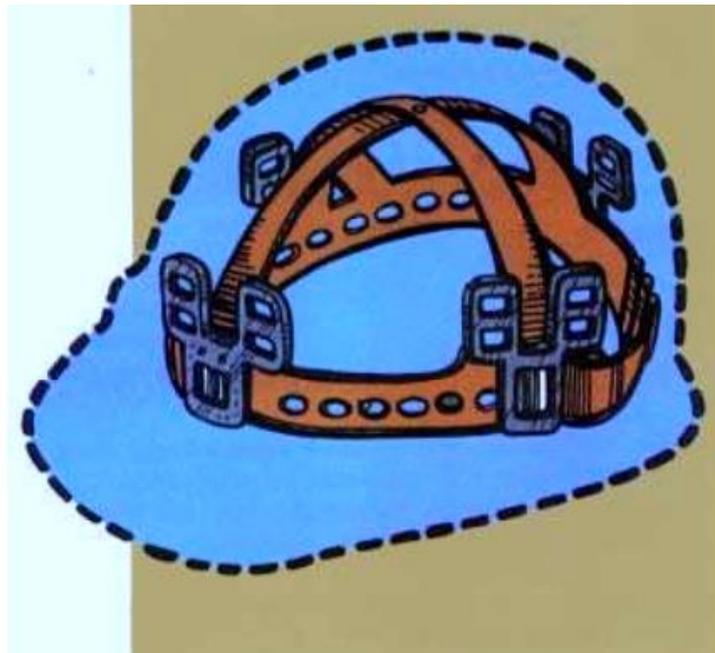
7.5.2.1. Casco

Son elementos diseñados para proteger el cráneo del usuario ante impactos, materiales corrosivos o eléctricos. Para su fabricación se utilizan materiales como plásticos laminados moldeados bajo altas presiones, fibra de vidrio, polímeros de alta resistencia, aleaciones de aluminio, entre otros.

Los cascos se componen de:

- Suspensión interna, parte que se ajusta al cráneo y absorbe los impactos.
- Carcaza: parte externa del casco, es la que recibiría los contactos con los elementos dañinos.

Figura 8. Imagen de un casco



Fuente: (Abrego, Molinos, & Ruiz, 2000). *Equipos de protección personal*

7.5.2.2. Botas

El propósito de las botas es proteger a los pies contra lesiones con objetos que puedan impactar o de materiales que puedan cortarlos; son especiales fabricadas con materiales muy duros y resistentes.

Las principales diferencias entre estas botas y un calzado normal son: poseen una punta de acero o material resistente a medida protectora, suela de goma o PVC antideslizante, superficie gruesa de cuero y en la plantilla tiene aislante de corcho.

Este calzado es utilizado para los siguientes riesgos:

- Impactos
- Cortaduras o pinchazos
- Salpicaduras de elementos de alta temperatura
- Humedad
- Deslizamientos
- Contacto con elementos eléctricos
- Contacto con elementos químicos

Figura 9. **Botas Industriales**



Fuente: Elaboración propia

7.5.2.3. Protección visual

Para la protección ocular existe una gran variedad de riesgos y para responder a tal variedad se han diseñado varios tipos de protectores oculares según la actividad que se realiza y el riesgo que conlleva (Guerra, Viera, Beltrán, Daniela, y Bonilla, 2021).

Los principales riesgos son:

- Líquidos, vapores y químicos, estos son principalmente vistos en laboratorios y para la protección visual en estas situaciones se requiere de un cierre hermético para evitar el ingreso de los gases o líquidos.

- Exposición o proyección de partículas, esto sucede normalmente en trabajos manuales o de mecanizado de piezas, en donde es normal que partículas pequeñas o medianas salten, el propósito de estas gafas es evitar que una partícula que salte golpee la región ocular.
- Radiación, emanada por cuerpos incandescentes, estos lentes deben tener cierta composición y color para absorber las radiaciones.

7.5.2.4. Guantes

Su función es proteger las manos, que son la parte que más se expone a riesgos en las operaciones, entre los riesgos a que se exponen las manos están: cortaduras, punción, químicos corrosivos o difíciles de disolver, electricidad, golpes, temperaturas extremas (altas o bajas).

Según (Abrego et. al., 2000), los guantes se deben clasificar de acuerdo a los materiales utilizados en su fabricación, el tipo de material del que está elaborado define también las actividades en que puede utilizarse, entre estos materiales están:

- Guantes de cuero al cromo: evitan raspaduras o lesiones
- Guantes de asbesto: son altamente resistentes a la combustión y al calor, utilizados para trabajar en calor como fundición de metales o soldadura.
- Guantes de goma pura: utilizado en trabajos eléctricos por la baja conductividad de la goma
- Guantes de materiales sintéticos como caucho, neopreno y PVC utilizados para tratar con elementos químicos que son ácidos y corrosivos

7.5.2.5. Chaleco

La función de un chaleco reflectante es ayudar a visualizar o resaltar a una persona en una área donde circulan vehículos o maquinaria de transporte pesado, según el Consejo para la Seguridad de Construcción (2008), los chalecos deben ser de material reflejante y de alta visibilidad, usualmente de color neón fácilmente resaltable y con bandas reflectantes, así al ser iluminados por la luz de los faros, aumenta su notoriedad. De igual forma requiere ser vista desde cualquier ángulo.

Figura 10. Chaleco reflectivo



Fuente: (Consejo para la Seguridad de Construcción, 2008). *Work Zone Hazards Workbook 8/08*

7.5.3. Señalización

Se define como el conjunto de elementos y actividades que buscan condicionar la actuación de quién recibe el mensaje. Es mayormente conocida por su carácter visual, pero también existe de tipo acústico, olfativo y táctil, según el recurso que utilicen para transmitir el mensaje al receptor. La señalización tiene uso ilimitado, pero es más utilizada en la industria, en la cocina, en el tránsito vial. Para ser efectiva debe cumplir con ciertos elementos que son ser informativos y claros: resaltar, dar guía a seguir. (Anónimo, 2005)

7.5.3.1. Importancia

La importancia de la señalización está en el mensaje que buscan transmitir, en caso de ser necesario prevenir a los receptores de cometer acciones peligrosas.

7.5.3.2. Tipos de señalización

Se puede separar la señalización entre las funciones que tiene, en esta clasificación se encuentra:

- Prohibición: informa que no se debe realizar un comportamiento específico

Figura 11. Señalización de prohibición de paso



Fuente: (Brady Worldwide Inc., 2012). *50 variables lean para mejorar la productividad y seguridad en su planta*

- Obligación: informa que debe realizarse un comportamiento específico
- Prevención: informa de un peligro y recomienda precauciones
- Información: proporciona información relativa a emergencia o seguridad.

También se puede separar los tipos de señalización por el medio utilizado para la transmisión del mensaje:

- Señalización visual de seguridad: es una combinación de colores resaltantes, un símbolo o pictograma y una forma geométrica, la combinación de estos factores, principalmente el pictograma transmite el significado que se quiere trasladar.

- Acústica: emisión de ondas sonoras en forma de códigos que para las personas que han sido capacitadas pueden interpretarse en mensajes, estos se usan principalmente para casos de emergencias.
- Táctil: sensaciones experimentadas por el tacto, se usa en los controles de mando
- Olfativa: Utilizar las propiedades odorantes de un elemento y combinarlo con la situación deseada a modo ser fácilmente detectable y tener una función informativa o preventiva.

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

INDICE DE ILUSTRACIONES.....	
ÍNDICE DE TABLAS.....	
LISTA DE SÍMBOLOS.....	
GLOSARIO.....	
RESUMEN.....	
PLANTEAMIENTO DEL ÍNDICE DEL PROBLEMA.....	
OBJETIVOS.....	
RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO.....	
INTRODUCCIÓN.....	

1. MARCO REFERENCIAL

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Gestión de inventarios

2.1.1. Definición de inventario

2.1.2. Componentes de un modelo de gestión de inventarios

2.1.3. Importancia de control de inventarios

2.1.4. Tipos de métodos de gestión de entradas y salidas de almacén

2.1.4.1. Método FIFO

2.1.4.2. Método LIFO

2.1.4.3. Método FEFO

2.1.5. Tipos de almacenes

2.2. Sistemas de control de calidad

2.2.1. Calidad

- 2.2.1.1. Definición
 - 2.2.1.2. Costos de calidad y no calidad
 - 2.2.2. Herramientas de calidad
 - 2.2.2.1. Gráficos de control
 - 2.2.2.2. Hojas de verificación
 - 2.2.2.3. Histograma
 - 2.2.2.4. Diagrama de Pareto
 - 2.2.2.5. Diagrama de Ishikawa
 - 2.2.2.6. Diagrama de dispersión
 - 2.2.2.7. Diagrama de flujo
- 2.3. *Lean Six Sigma*
 - 2.3.1. Historia
 - 2.3.2. Definición
 - 2.3.3. Metodología
 - 2.3.4. Niveles
 - 2.3.5. Fases
 - 2.3.5.1. Definir
 - 2.3.5.2. Medir
 - 2.3.5.3. Analizar
 - 2.3.5.4. Mejorar
 - 2.3.5.5. Controlar
- 2.4. Técnicas de análisis
 - 2.4.1. Técnicas de análisis de información
 - 2.4.1.1. Diagrama de Barras
 - 2.4.2. Técnicas recolección de información
 - 2.4.2.1. Encuestas
 - 2.4.2.2. Entrevistas
 - 2.4.2.3. Benchmarking
- 2.5. Salud y seguridad ocupacional

- 2.5.1. Definición
- 2.5.2. Equipo de protección personal
 - 2.5.2.1. Casco
 - 2.5.2.2. Botas
 - 2.5.2.3. Lentes
 - 2.5.2.4. Guantes
 - 2.5.2.5. Chaleco
- 2.5.3. Señalización
 - 2.5.3.1. Importancia
 - 2.5.3.2. Tipos de señalización

3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

- 3.1. Identificación de situación actual
 - 3.1.1. Recopilación de datos del flujo del proceso
 - 3.1.2. Documentación del proceso
 - 3.1.2.1. Diagrama de operaciones
 - 3.1.2.2. Diagrama de flujo
 - 3.1.3. Segmentación del proceso en fases
- 3.2. Selección de puntos de control en el proceso
 - 3.2.1. Proceso de picking
 - 3.2.2. Proceso de conteo de inventario físico
 - 3.2.3. Proceso de recuentos de dañado
 - 3.2.4. Proceso de recuento de mermado
- 3.3. Selección de puntos de KPI's y estándares de calidad en el proceso
 - 3.3.1. Estándares en industria de yogurt y similares
 - 3.3.2. Proceso de picking
 - 3.3.3. Proceso de conteo de inventario físico
 - 3.3.4. Proceso de recuentos de dañado

- 3.3.5. Proceso de recuento de mermado
- 3.4. Propuesta de mejora en los procesos
 - 3.4.1. Proceso de picking
 - 3.4.2. Proceso de conteo de inventario físico
 - 3.4.3. Proceso de recuentos de dañado
 - 3.4.4. Proceso de recuento de mermado

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- 4.1. Evaluación de situación actual
- 4.2. Evaluación de puntos de control seleccionados
- 4.3. Evaluación de KPI y estándares de calidad seleccionados
- 4.4. Evaluación y validación de las mejoras propuestas en los procesos

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

APÉNDICES

ANEXOS

9. METODOLOGÍA

La metodología, variables de estudio y fases necesarias para realizar el diseño de un sistema de evaluación de la calidad en la gestión de inventarios de yogurt por un operador logístico son las siguientes:

9.1. Características de estudio

La investigación tiene un enfoque cuantitativo debido a que aplica métodos matemáticos y estadísticos con los que se determinará las áreas dentro de la organización con mayor oportunidad de mejora. El estudio busca evaluar el desempeño del operador logístico en la gestión de inventario de la empresa de yogurt mediante el cálculo de variables que se obtienen al cuantificar la incidencia de ciertos fenómenos. Con estos datos acumulados se generarán índices con valores numéricos que podrán ser comparados contra estándares para concluir si se está alcanzando el desempeño requerido por la empresa en ese ámbito.

De igual forma se establece que el alcance de este trabajo es de tipo descriptivo debido a que se medirá, recolectará y documentará datos de diversos procesos de gestión de inventario actual mediante la observación de campo, encuestas y entrevistas llevadas a cabo en un período indicado por la determinación de la muestra representativa de la población. En esta investigación se recabará información de los procesos para comparar contra los estándares seleccionados, y determinar la calidad del trabajo del operador logístico de forma periódica. El alcance de esta investigación no comprobará una hipótesis.

El diseño adoptado es experimental, puesto que se implementarán cambios en los procesos que muestren oportunidad de mejora, además se implementarán puntos de control que de momento no existen, para identificar áreas con oportunidad de mejora y a partir de las acciones correctivas tomadas, se evaluará si los desempeños de los procesos mejoran. El tipo de estudio es longitudinal porque se pretende realizar un monitoreo continuo de los procesos de *picking*, conteo, manipulación que genera daños y traslado de información.

9.2. Unidades de análisis

El estudio se centra en un operador logístico que opera en Guatemala y abarca las áreas administrativas y del almacén, relacionadas a la gestión de inventarios. La unidad de análisis son los procesos de descarga de furgón, de *picking* de órdenes de compra, los procesos de traslado de información de venta y los procesos de conteo para el reporte de inventario diario, se realiza observación de campo, la cantidad de revisiones necesarias, según lo indique los cálculos de muestra representativa de la población de cada proceso.

9.3. Variables

Las variables en estudio se describen a continuación:

Tabla V. **Variables en el estudio**

Variable	Definición teórica	Definición operativa
<i>Fill Rate</i>	Es definida como “Medida deseada de satisfacción de la demanda expresada en porcentaje, por el actual programa de producción para cumplir con las fechas y cantidades solicitadas por los clientes” (Mora, 2011, p. 17).	Relación porcentual entre las cantidades solicitadas y las despachadas. Se medirá en porcentaje. $\frac{\sum \text{kilos solicitados} * 100}{\sum \text{kilos despachados}}$
Cantidad de dañados	Se define según la Real Academia Española como “Valor de la pérdida sufrida o de los bienes destruidos o perjudicados” (Real Academia Española, 2021).	Cantidad de producto que es dañado durante la operación. Se medirá en kilogramos. $\Sigma(\text{kilos de producto dañado})$
Cantidad de merma.	” Se define como la pérdida de un producto, ya sea por expiración de la fecha de caducidad, por robo, por no cumplir con las expectativas, entre otras variables.” (Anonimo, 2019).	Cantidad de producto que es destruido por estar caducado. Se medirá en kilogramos. $\Sigma(\text{kilos del producto vencido en bodega})$
Costos de venta pérdida	Cuando una empresa debido a cualquier motivo no puede satisfacer una orden de compra y se pierde la venta y el cliente. (Soria y Mamani, 2013)	Cantidad en quetzales correspondiente al precio del producto que no fue despachado por mal picking. $\Sigma(\text{Precio de venta de los productos no despachados})$
Costos de producto para destrucción	Son piezas que no cumplen con los requisitos necesarios y que restringe la posibilidad de venta, engloba producto caducado, contaminado o defectuoso (Recytrans, 2014).	Cantidad en quetzales correspondiente al precio del producto que no fue desplazado por daño o merma. $\Sigma(\text{costos de producto dañado y caducado})$

Continuación Tabla V.

Exactitud de inventario	Según el sitio Web de Mecalux es un índice que demuestra la precisión de las existencias de mercancías al hacer inventario físico con las que figuran en el registro de la empresa. (Mecalux, S.A., 2022)	Relación entre inventario físico e inventario teórico considerando entradas y salidas. Se medirá en porcentaje. $\frac{\Sigma(\text{Piezas inv. físico})}{\Sigma(\text{Piezas inv teórico})} \times 100\%$
-------------------------	---	---

Fuente: elaboración propia

9.4. Fases de trabajo

- Fase 1: Investigación bibliográfica.

Se consultarán fuentes bibliográficas en plataformas, como *Google Scholar* y otras, de artículos, libros o informes en donde se comparta información sobre cómo deben ser los procesos de gestión de inventario en productos perecederos, también se consultará en fuentes bibliográficas que índices son utilizados en el manejo de inventario y que estándares son aceptados de acuerdo con el tipo de industria, con el fin de enriquecer el conocimiento de la gestión de inventarios.

También se consultará repositorios de maestrías y doctorados de diversas universidades para ver si hay antecedentes de trabajos donde se implementó un sistema de evaluación para la gestión de inventarios para utilizar de referencia los métodos utilizados para obtener y medir la información y acoplarlos a la situación presente. De igual forma se buscarán artículos o publicaciones que expongan como incorporar análisis financieros a la gestión de inventarios para poder dar visibilidad del impacto financiero al que se llega con una gestión correcta o deficiente.

- Fase 2: Recopilación de información

Se realizaron investigaciones de campo, ingresando a las instalaciones del operador logístico y observando y describiendo a mano en una libreta, las actividades que se llevan a cabo en los procesos de descarga, la manipulación y colocación en el *rack*, el *picking* y el conteo diario. Luego se procedió a colocar en diagramas de flujo, la información de los procesos, utilizando *Visio* o *Lucid Chart*. De igual forma se hicieron entrevistas previamente diseñadas con los miembros del equipo operativo y administrativo del operador logístico sobre cómo califican el proceso actual y cómo se hacía antes, entre otras cosas.

Al tener mapeado el proceso, se evaluaron los puntos del proceso general en que se puede extraer la información cuando se daña un elemento en bodega, cuando se está realizando un mal *picking* y se está perdiendo venta, cuantificar la merma. Se utilizaron como referencia los datos encontrados en fuentes bibliográficas y se acopló a la situación actual mediante una lluvia de ideas.

Luego de encontrar los puntos de extracción de información mediante la revisión de datos históricos que el operador logístico debe proporcionar y que se visualizaron durante la observación de campo se procedió a cuantificar las cantidades de productos dañados, tomando en cuenta unidades y kilogramos, cantidad de *picking* incorrecto, tomando en cuenta unidades y kilogramos, y se tabularán en una hoja de Excel; también se evaluará el conteo impreciso, las unidades físicas contra las reportadas diariamente y se colocaron las diferencias en una hoja de Excel, indicando la fecha del mal conteo y la desviación. También se hizo la solicitud al área administrativa para revisar las condiciones contractuales para ver todos los fenómenos especificados y cuáles indica el contrato que son responsabilidad de la empresa y cuáles del operador logístico.

- Fase 3: Análisis de información

Con la separación de actividades obtenida de diagramar el flujo de procesos, se segmentará las áreas en donde puede incurrir los efectos de una gestión inadecuada, dígase causas de dañados, causas de mal conteo, causas de un mal *picking* y se asignará el valor de las cantidades que genera cada área. Se separará los impactos que absorbe la empresa y se empezará a identificar aspectos más críticos respecto a la gestión de inventario. Para identificar las variables que proporcionan más impacto, se realizaron diagramas de Pareto, uno para kilogramos de peso de producto y otro para valores en quetzales (Q).

Una vez identificadas las áreas con mayor problema se procede a estudiar causas raíz posibles que se encuentra, para ello se apoya en las conclusiones obtenidas de investigaciones bibliográficas realizadas y validar si es aplicable al caso de estudio, también se realizaron encuestas con los miembros del equipo administrativo y operativo de almacén para que ellos retroalimenten y determinen lo que puede estar afectando.

- Fase 4: Diseño de sistema de control de calidad.

Se consultaron trabajos bibliográficos similares para tratar de aplicar las soluciones o elementos utilizados en el presente trabajo, también se realizó una lluvia de ideas para crear índices de desempeño clave, según la cantidad de daños y pérdidas que encontrados, de igual forma se cuenta con asesoría de experto en sistemas de calidad para el apoyo en el diseño de los índices y método de medición; también se define la frecuencia con que se debe recolectar y calcular la información a partir de un muestreo aleatorio simple, de forma que sea significativa, utilizando el mínimo de recursos. La extracción de información

se realizó mediante hojas de verificación o encuestas en donde se mide la cantidad de malos desempeños.

La selección de estándares de calidad para la empresa se determina mediante técnicas de *benchmarking* a partir consulta bibliográfica en donde se establezcan estándares para industrias de yogurt o similares.

- Fase 5: Propuesta de corrección

Luego de encontrar las principales oportunidades de mejora con el cálculo de los índices de desempeño se determinarán causas raíz con el análisis de datos recopilados, para ello se realizarán diagramas de Ishikawa para segmentar las posibles causas de los problemas, realizará diagrama de Pareto, estudiarán factores que afectan el desempeño según Westinghouse y analizar con lluvia de ideas, asesoría de expertos, revisión bibliográfica y los 5 sombreros para pensar.

Luego de identificar las causas raíz se ingresará al ciclo DMAIC de *Lean Six Sigma* con el problema definido y medido, se analizará causas raíz, se propondrán correcciones con el propósito de reducir malos desempeños y se controlará y evaluará los resultados.

- Fase 6: Informe final

Se redactará el informe final en el cual se va a presentar el proceso actual, la metodología para realizar el informe de evaluación de calidad. Se reportará el impacto que se recibe actualmente por mal manejo de inventario de yogurt y las conclusiones sobre el desempeño actual. En el informe final también se colocarán las causas raíz encontradas del desempeño inadecuado del operador logístico y las propuestas de mejora que se tienen.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS

Entre las técnicas que a aplicar para recolectar información acerca de la calidad de la gestión de inventarios actual en el operador logístico, está la observación de campo a los procesos y consulta de registros de las áreas que están relacionados a la gestión de inventario, además se consultan publicaciones relacionadas a sistemas de control de calidad en la gestión de inventarios, para enriquecer el conocimiento en el tema, para posteriormente utilizarlo de referencia en el desarrollo del proyecto.

10.1. Técnicas de análisis de información

Para el análisis y presentación de información se cuentan con las siguientes herramientas estadísticas:

- Diagrama de barras: Con esta herramienta se pretende realizar una distribución de frecuencias de las oportunidades de mejora identificadas luego de la observación del proceso.
- Muestreo de procesos aleatorio simple: se analizarán los resultados de los procesos la cantidad de veces que sea significativo, la cantidad de evaluaciones se definirá a través de métodos matemáticos y estadísticos con muestreo piloto y nivel de confianza.
- Diagrama de Ishikawa: Se utilizará para evaluar desde el punto de vista de las 5 M's d Ishikawa (Maquinaria, Método, Mano de obra, Materiales y Medio Ambiente) las posibles causas raíz de un problema específico

detectado durante la observación de campo que se realizará en las instalaciones del operador logístico.

- Diagrama de Pareto: Esta herramienta se utilizará para distinguir aquellas oportunidades de mejora que representan una mayor frecuencia de incidencia o mayor impacto.
- Diagrama de flujo: Herramienta que se utilizará para identificar todo el flujo de procesos, transportes e insumos que se ven involucrados en la gestión de inventarios en yogurt tomando en cuenta desde que inicia la descarga de los furgones que contienen el producto terminado, despaletización, almacenaje, conteo, *picking* y despacho.
- Metodología DMAIC: ciclo de mejora continua con las cinco fases Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar, que es la metodología principal del modelo de gestión *Lean Six Sigma*.

10.2. Técnicas de recolección de datos

- Observación de campo: Consistirá en supervisar de forma personal las actividades relacionadas a los procesos de gestión de inventarios para relacionarse más a fondo con todo el proceso y poder documentarlo, además esto será útil para poder identificar con mayor facilidad las oportunidades de mejora. La información que se recopile será luego tabulada y presentada de forma gráfica.
- Investigación documental: Se consultará información teórica respecto al tema para incrementar el conocimiento en la materia y poder utilizarla de referencia en el desarrollo del trabajo de investigación, se estarán

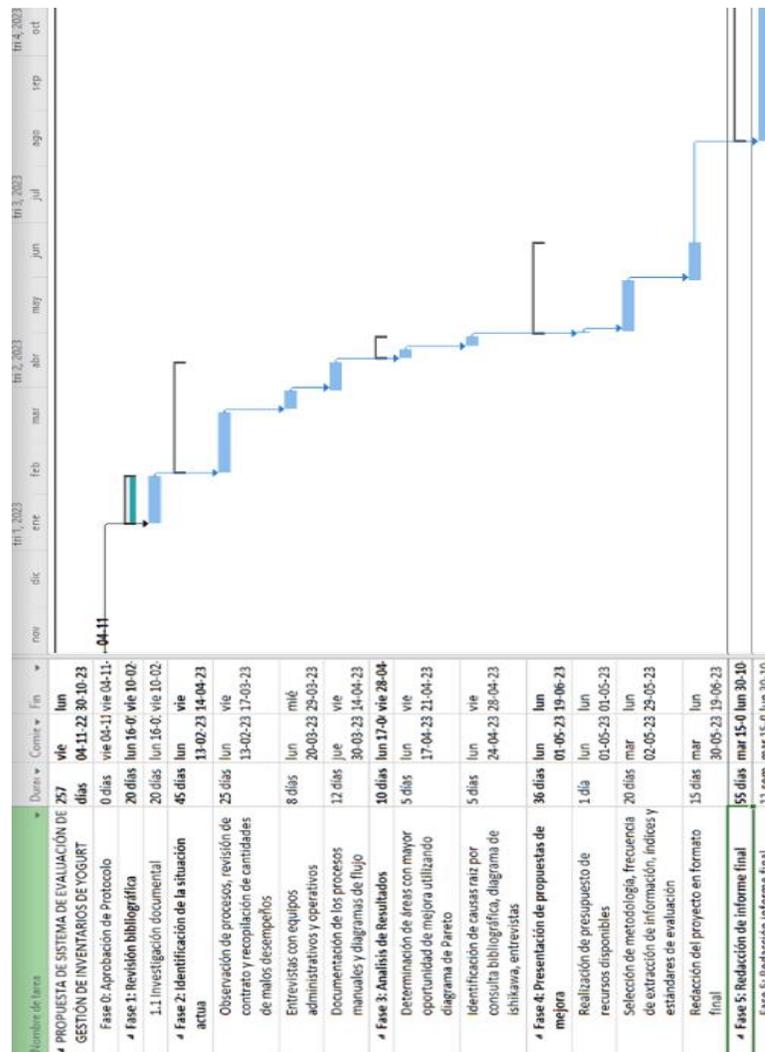
consultando temas relacionados a sistemas de evaluación de calidad, estándares de calidad en inventarios de yogurt o refrigerados de consumo humano, salud ocupacional, clima organizacional, buenas prácticas en la gestión de inventarios, sistemas de evaluación de gestión de inventarios, índices de desempeño.

- *Benchmarking*: Investigación de procesos en industrias similares o en la competencia para aplicarlas en los procesos propios.
- Entrevistas: Son sesiones personales con preguntas planificadas dirigidas al personal del equipo del operador logístico para tratar de temas relacionados a la investigación y poder enriquecer más el conocimiento de los procesos de gestión a partir de tener información de primera mano.
- Hojas de verificación: Se estará cuantificando oportunidades de mejora al utilizar estos formatos para llenar la información y que luego pueda ser consultada más fácilmente.
- Consulta de documentación: Consulta y recopilación de datos históricos del operador logístico sobre los aspectos a investigar o cualquier actividad que pueda considerarse parte del estudio, por ejemplo, identificación de desempeños inadecuados actualmente y validar si existen pruebas de esos comportamientos documentadas en temporadas pasadas.

11. CRONOGRAMA

Se presenta el cronograma propuesto para el trabajo de investigación:

Figura 12. Cronograma del trabajo de investigación



Fuente: Elaboración propia

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

La ejecución del presente trabajo es factible, porque tanto la empresa propietaria del inventario, como el operador logístico han autorizado la realización del proyecto, además ambas instituciones han aportado recursos para la realización del este, el operador logístico proporciona los siguientes recursos requeridos:

- Recurso humano: el operador logístico pone a disposición el personal para compartir información básica respecto a las áreas a investigar.
- Parqueo: para vehículo personal del investigador.
- Informativos: Acceso a la información que manejan en la empresa, tal como el contrato, tomando en cuenta el nivel de confidencialidad correspondiente.
- Espacio de trabajo: Permitirá al investigador mantenerse en las instalaciones y proporcionará mobiliario para que trabaje.
- Tecnológico: Acceso a internet, acceso a proyector de las oficinas de la empresa.

La empresa propietaria del inventario de yogurt proporcionará los siguientes accesos y recursos:

- Medios de comunicación: proporciona teléfono con plan de saldo y acceso a internet
- Equipo de cómputo: proporcionará computadora de la empresa

El recurso financiero es aportado por el investigador; a continuación, se detalla una tabla con el desglose de gastos estimados que se tendrán para realizar la presente investigación.

Tabla VI. Desglose de recursos a utilizar en la investigación

No.	Tipo de Recurso	Descripción	Costo	%
1	Humano	Tiempo del investigador	Q -	0%
2	Humano	Asesor trabajo de investigación	Q 15.00	0%
3	Transporte	Gasolina para movilizarse a las instalaciones del OPL	Q 2,000.00	47%
4	Energía	Energía eléctrica para el teléfono y computadora	Q 350.00	8%
5	Alimentación	Tiempos de comida	Q 1,200.00	28%
6	Materiales	Papelería y útiles	Q 100.00	2%
7	Varios	Margen de holgura	Q 600.00	14%
Total			Q 4,265.00	100%

Fuente: elaboración propia.

Siendo los recursos aportados suficientes para la investigación, se considera que es factible la realización del estudio.

13. REFERENCIAS

1. Abrego, M., Molinos, S., & Ruiz, P. (2000). Equipos de protección personal. Santiago: Asociación Chilena de Seguridad.
2. Anónimo. (2005). Manual Salud Ocupacional. (C. d. Perú, Ed.) Lima, Perú. Recuperado el 22 de octubre de 2022, de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/60537082/Manual_Salud_Ocupacional20190909-5158-fgpljg-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1666464366&Signature=Wz3QTw~BfDdaHvhO3hJgdXOYKeiW8H2w56uHvarBBTX-IIQVMn24h95bVmcs2kykLhEBoJckFPjKGQfW8MIJdN6m-gYQEXYW9tS5XCj6BIbbL4E
3. Anonimo. (04 de Diciembre de 2019). JM Villegas. Obtenido de JM Villegas: <https://www.jmvillegas.mx/blogs/jm-villegas/que-es-la-merma-de-frutas-y-verduras-y-como-evitarla-en-tu-tienda#:~:text=Pero%20%C2%BFqu%C3%A9%20es%20la%20merma,las%20expectativas%2C%20entre%20otras%20variables.>
4. Arias, L., Portilla, L., & Castaño, J. (2008). Aplicación de Six Sigma en las organizaciones. *Scientia et Technica*, 265-270.
5. Arrieta, J. (2011). Aspectos a considerar para una buena gestión en los almacenes de las empresas (Centros de Distribución, cedis). *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*, 3-15. Recuperado

el 6 de Junio de 2022, de
<https://www.redalyc.org/pdf/3607/360733610006.pdf>

6. Barrios, S. (18 de Febrero de 2013). Costos de Calidad y Costos de no Calidad: una decisión de mercado. Santa Clara, Villa Clara, Cuba.
7. Brady Worldwide Inc. (2012). 50 visuales lean para mejorar la productividad y seguridad en su planta. Brady Worldwide Inc. .
8. Caraballo, L., & Santamaría, J. (2011). Modelo para la toma de decisiones en la gestión inventarios de productos perecederos bajo el principio de borrosidad. INVESTIGACIONES INTERACTIVAS COBAIND, 164-193. Obtenido de <http://bdigital.ula.ve/storage/pdf/cobaind/v1n3/articulo7.pdf>
9. Cardona, J., Orejuela, J., & Rojas, C. (2018). Gestión de inventario y almacenamiento de materias primas en el sector de alimentos concentrados. EIA, 1. Obtenido de <https://revistas.eia.edu.co/index.php/reveia/article/view/1066>
10. Castro, E. (2014). Operaciones auxiliares de almacenaje. Vigo: Ideaspropias.
11. Consejo para la Seguridad de Construcción. (2008). Work Zone Hazards Workbook 8/08. Hillside, Illinois, Estados Unidos. Obtenido de https://www.osha.gov/sites/default/files/2018-12/fy08_sh-17795-08_workzone_hazards_awareness_espanol.pdf

12. De la Guerra, J. (2015). Las siete herramientas de la calidad. Lircay: Universidad para el Desarrollo Andino.
13. Duque, J., Cuellar, M., & Cogollo, J. (2020). Slotting y picking: una revisión de metodologías y tendencias. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 514-527. Obtenido de <https://www.scielo.cl/pdf/ingeniare/v28n3/0718-3305-ingeniare-28-03-514.pdf>
14. Durán, Y. (2012). Administración del inventario: elemento clave para la optimización de las utilidades en las empresas. *Visión Gerencial*, 56.
15. Felizzola, H., & Luna, C. (2014). Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 263-277. Obtenido de <https://www.scielo.cl/pdf/ingeniare/v22n2/art12.pdf>
16. Folgueiras, P. (2016). La entrevista. Obtenido de <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/99003/1/entrevista%20pf.pdf>
17. García, D., Cedeño, Y., Ríos, I., & Morell, L. (2019). Índice integral de calidad para la gestión de almacenes en entidades hospitalarias. *Gaceta Médica Espirituana*, 21-33. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/gme/v21n1/1608-8921-gme-21-01-21.pdf>
18. Gillet, F. (2014). *La Caja de Herramientas... Control de Calidad*. España: Grupo Editorial Patria.

19. Gobierno de México. (11 de Junio de 2019). ¿Sabes qué es el Equipo de Protección Personal (EPP)? Obtenido de Gobierno de México: <https://www.gob.mx/cenapred/articulos/sabes-que-es-el-equipo-de-proteccion-personal-epp>
20. Guerra, P., Viera, D., Beltrán, Daniela, & Bonilla, S. (2021). Seguridad industrial y capacitación: un enfoque preventivo de salud laboral. Quito: Universidad Tecnológica Indoamérica.
21. Guerrero, H. (2022). Inventarios: Manejo y control. Bogotá: Ecoe Ediciones S.A.S.
22. Herrera, R., & Fontalvo, T. (2000). Seis Sigma, métodos estadísticos y sus aplicaciones. B-EUMED. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/54023689/Six_Sigma_-_Metodo_Estadistico-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1665728440&Signature=JBFyrGq9FCJOzWnze~l5xzVvTwPR6RX-Kwnd6lYJC1pCazVk-ewK38-L53VtxdUmBxnyhGGx0aBLgl0pWhp2TIwDW5wg5tMMez363tlwK-RS2MxhrGYDbg6U7YbH7
23. Instituto uruguayo de Normas Técnicas. (2009). Herramientas para la Mejora de la Calidad. Montevideo: Instituto uruguayo de Normas Técnicas.
24. Koch, R. (2009). Principio del 80/20. Paidós Ibérica, S.A. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=vMyuRw3KZLYC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

25. Manene, L. (18 de Julio de 2011). Los diagramas de flujo: su definición, objetivo, ventajas, elaboración, fases, reglas y ejemplos de aplicaciones. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/60656037/Los_diagramas20190920-8696-u4r0qz-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1665554093&Signature=VYRU2Kp1ywOB8ohz~7Z~YjduAKdyCD21DxAKW7GUgZjytsk6HhGGhsnuQIG-gteSWFurqzYNXdkk93i2QA5V2p708fO8w8tq~rYsMwIz-VWX1A7MUoYv6kH~tD
26. Mantilla, O., & Sánchez, J. (2012). Modelo tecnológico para el desarrollo de proyectos logísticos usando Lean Six Sigma. *Estudios gerenciales*, 23-43.
27. Martínez, G., Palmero, Y., & González, L. (2017). Mejora en las condiciones de almacenamiento del almacén de insumos de la empresa Transcupet. *Universidad y Sociedad*, 76-82. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v9n2/rus09217.pdf>
28. Meana, P. (2017). *Gestión de inventarios*. Madrid: Ediciones Nobel, S.A.
29. Mecalux, S.A. (16 de Junio de 2022). ¿Cómo lograr la exactitud en el registro de inventario? Recuperado el 24 de Septiembre de 2022, de [¿Cómo lograr la exactitud en el registro de inventario?: https://www.mecalux.es/blog/exactitud-registro-inventario#:~:text=La%20exactitud%20de%20registro%20de%20inventario%20\(ERI\)%20es%20un%20indicador,al%20efectuar%20un%20inventario%20f%C3%ADsico](https://www.mecalux.es/blog/exactitud-registro-inventario#:~:text=La%20exactitud%20de%20registro%20de%20inventario%20(ERI)%20es%20un%20indicador,al%20efectuar%20un%20inventario%20f%C3%ADsico).

30. Mejia, H., Wilches, M., Galofre, M., & Montenegro, Y. (Diciembre de 2011). Aplicación de metodologías de distribución de plantas para la configuración de un centro de distribución. Barranquilla: Universidad Tecnológica de Pereira.
31. Ministerio de Trabajo y Prevision Social. (2020). Salud y seguridad ocupacional. Obtenido de Ministerio de Trabajo y Prevision Social: <https://www.mintrabajo.gob.gt/index.php/servicios/adolescente-trabajador/35-direccion-general-de-prevision-social/servicios/35-salud-y-seguridad-ocupacional>
32. Navarrete, E. (01 de 05 de 2019). IMPORTANCIA DE LA GESTIÓN DE INVENTARIO EN LAS EMPRESAS. Revista de Investigación Formativa: Innovación y aplicaciones Técnico-Tecnológicas, 52-62.
33. Pavón, D., Villa, L., Rueda, M., & Lomas, E. (2019). Control interno de inventario como recurso competitivo en una PyME de Guayaquil. Revista Venezolana de Gerencia, 860-873.
34. Pirela, A. (2005). Estudio de un caso de control interno. Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales, 483-495.
35. Pobeá, M. (2015). La encuesta. Obtenido de https://web.archive.org/web/20180424060624id_/http://files.sld.cu/bmn/files/2015/01/la-encuesta.pdf
36. Real Academia Española. (2021). Daño. En Diccionario de la Lengua Española (edición tricentenaria). Recuperado el 24 de Septiembre de 2022, de <https://dle.rae.es/da%C3%B1o?m=form>

37. Recytrans. (29 de Julio de 2014). Destrucción de producto no conforme. Obtenido de Destrucción de producto no conforme: <https://www.recytrans.com/blog/destruccion-de-producto-no-conforme/#:~:text=Producto%20mal%20fabricado%2C%20con%20errores,otro%20material%2C%20residuo%20u%20organismo>
38. Rivadinayra, O., Cueva, J., & Cárdenas, G. (2022). Revisión de la Literatura sobre Gestión de Inventario en la Industria Textil. Qantu Yachay, 26-40. doi:<https://doi.org/10.54942/qantuyachay.v2i1.19>
39. Rodó, P. (3 de enero de 2021). Diagrama de barras. Obtenido de Economipedia.com: <https://economipedia.com/definiciones/diagrama-de-barras.html>
40. Salazar, B. (22 de Octubre de 2019). Nivel Sigma y DPMO. Obtenido de Ingeniería Industrial: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-de-calidad/nivel-sigma-y-dpmo/>
41. Socconini, L., & Reato, C. (2019). Lean Six Sigma. Sistema de gestión para liderar empresas. Barcelona: Marge Books.
42. Soria, J., & Mamani, G. (2013). Modelo de Simulación de Inventario basado en Redes Neuronales Artificiales Supervisadas y Algoritmos Genéticos para Optimizar el Stock de Medicamentos de la Clínica Ricardo Palma. REVISTA CIENTÍFICA INGETECNO, 7.

43. SPC Group. (s.f.). DIAGRAMA DE DISPERSIÓN. Obtenido de DIAGRAMA DE DISPERSIÓN: <https://spcgroup.com.mx/diagrama-de-dispersion/>
44. Villalpando, M. (2009). HERRAMIENTAS DE CALIDAD. Madrid, Madrid, España.

14. APÉNDICES

Apéndice I. Matriz de coherencia

TEMA: Propuesta de creación de sistema de evaluación de gestión de inventario de producto terminado de yogurt para la detección de desempeños inadecuados para la toma de acciones correctivas en un operador logístico	
PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS
General	
¿Cómo se puede mejorar el control y evaluación de la gestión de inventarios de yogurt realizado en un operador logístico, para poder realizar las correcciones necesarias y mejorar las actividades de picking, conteo y gestión, y reducir los productos mermados en almacén?	Diseñar un sistema de evaluación de gestión de inventario de yogurt que permita plantear mejoras y acciones correctivas al proceso actual, para reducir la cantidad de producto vencido y dañado y aumentar la exactitud en el conteo.
Específicos	
1. ¿Cuál es la situación actual en la bodega y qué causas raíz generan más ítems dañados y no despachados eficientemente?	Identificar es el modelo de gestión de inventarios que se implementa actualmente para el manejo del yogurt en el centro de distribución del operador logístico.
2. ¿Dónde se puede recabar y medir datos para identificar malos procesos o prácticas en la gestión de inventario efectivamente?	Seleccionar puntos de control en los procesos del almacén que proporcionen información de la situación de la gestión de inventarios.
3. ¿Cómo afecta la rentabilidad de la compañía una inadecuada gestión de inventario de yogurt?	Estimar el impacto en la rentabilidad de la compañía al existir operaciones ineficientes en la gestión de inventario.

Continuación Apéndice I.

4. ¿Cómo se puede evaluar la situación de los procesos de gestión y control de inventario para el departamento de bodega?	Establecer KPI para evaluar el desempeño en la gestión de inventario y establecer estándares de calidad según la necesidad de la organización.
5. ¿Cómo se pueden mejorar los procesos operativos y de supervisión relacionados con el picking y conteo de inventario?	Establecer guía de acción para la corrección de causas raíz del desempeño deficiente del equipo encargado de almacenamiento y distribución del producto.

Fuente: elaboración propia

Apéndice II. Borrador de entrevista a los equipos administrativos y operativos en el operador logístico.

La entrevista será de tipo semiestructurado y se hará de carácter anónimo siguiendo el siguiente orden de preguntas.

No.	Pregunta
1	¿En qué área trabaja?
2	¿Cuáles son sus responsabilidades?
3	¿Cuál es la misión de su puesto?
4	¿Tiene clara la contribución de su puesto en la correcta gestión de inventarios?
5	¿Ha identificado una oportunidad de mejora en su área?
6	¿Detalle la oportunidad de mejora?
7	¿Cómo calificaría el ambiente social en su área?
8	¿Cómo calificaría el ambiente físico (limpieza, orden, comodidad) en su área?
9	¿Cómo describiría el orden y limpieza en su área de trabajo?
10	¿Con qué frecuencia recibe retroalimentación de su trabajo?
11	¿Te gustaría que estos resultados se compartieran a un departamento superior?

Fuente: elaboración propia