



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE HUATUSCO

APLICACIÓN DE SISTEMA LEAN EN PROCESO
LOGISTICO BAJO LA METODOLOGÍA DMAIC

TESIS

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

PRESENTA

C. JORGE ANTONIO GIL

**DIRECTOR DE TRABAJO RECEPCIONAL
M.I. MA. BARBARA DEL VALLE JUÁREZ**

HUATUSCO, VER.

MAYO 2024



APLICACIÓN DE SISTEMA LEAN EN PROCESO LOGÍSTICO BAJO LA METODOLOGÍA DMAIC

PRESENTA:

JORGE ANTONIO GIL MARTÍNEZ

AGRADECIMIENTOS.

Es importante reconocer los esfuerzos de todos aquellos que han sembrado y cultivado con el paso del tiempo el carácter, la valentía y conocimientos que proponen en un ser, la ambición de poder servir y hacer bien en cualquier índole de su vida.

Familia es un concepto de fuerza, de donde se obtiene el mayor apoyo para reactivar la energía, la confianza y el gusto por vivir.

Por lo que agradezco a cada uno de mis familiares, que han puesto en mí su confianza y apoyo, desde verme nacer, hasta hacerme valorar cada uno de mis esfuerzos y hacerme sentir que tengo una gran piedra sobre la cual sostener mis logros.

En segunda instancia para todos aquellos que los he querido como grandes maestros en mi vida, compañeros de trabajo, jefes de trabajo, y conocidos que, con sus sabias palabras han fabricado en mi un criterio más amplio de la realidad, porque el haber sostenido diálogo con todos ellos simplificó la enseñanza que la vida me tenía preparada y así poder enfrentar con valor todo aquel peldaño que se miraba fracturado.

A mis asesores: M.I. Ma. Barbara Del Valle Juárez y el Ing. Mario Armando Hernández González quienes son amplios conocedores en los temas de este proyecto, por aportar en mí su experiencia, y dedicar su tiempo de enseñanza, les estoy profundamente agradecido.

ÍNDICE

Agradecimientos.	i
índice	ii
Índice de tablas	vi
Índice de ilustraciones.	viii
Resumen.	xi
Abstract	xii
I. Introducción.....	1
Descripción de la empresa	2
II. Planteamiento del problema	5
III. Objetivos	6
Objetivos específicos.	6
IV. Justificación.....	7
V. Marco teórico	8
1.-Lean	8
1.1.-Historia	9
1.2.- 5s	10
1.3.- Kanban	11
1.4 .- Proceso estándar	14
2.-Desperdicios.....	16
3.-Aplicaciones.....	17
4.-Seis Sigma	18
4.1.Historia.....	18

4.2.Diagrama de Pareto.....	19
4.3.- Hoja de verificación (obtención de datos)	19
4.4.- Diagrama de Ishikawa	20
4.5.- Lluvia de ideas	22
4.6.- Diagrama de flujo.	24
4.7.- ANOVA	25
4.8.- Capacidad de procesos	27
4.9.- Check list	30
4.10.- Gráfico de control.	31
4.11.- Correlación de datos.	32
4.12.- Regresión lineal.	33
5.-Kaisen	34
5.1.-Historia	35
5.2.-Filosofía	37
5.3.-Aplicaciones.....	37
6.-Demaic	40
6.1.-Método	40
Vi. Desarrollo.	43
1. Definir	43
1.1. Marco de proyecto.	43
1.2.- Estado actual de los embarques	45
1.3.- Proceso Pre-validación actual.	46
1. 4.- Estudio de Ishikawa.	47
2. Medir	48

2.1.- Toma de tiempos.	48
2.3.- Medición de factores improductivos.	50
2. 4.- Medición de número de carretillas de carga.	51
3. Analizar	52
3.1.- Estudio de Pareto – Factores improductivos.	52
3.2.- Estudio de Pareto de tiempos del proceso de pre validación.	54
3.3.- Estudio del flujo del proceso.	55
3.4.- ANOVA	56
3.5.- Estadísticas de los datos antes.	58
3.6.- Estudio de correlación de los datos.	59
3.6.1.- Analisis de regresión lineal.	60
3.7.- Capacidad del proceso.	61
3.7.1.-Gráficos de control antes.	63
4. Mejorar	65
4.1.- Estandarización del proceso.	65
4.2.-Tiempo estándar.	73
4.3.- Estadística de los datos del proceso de pre validación después.	76
4.4.- Capacidad del nuevo proceso.	77
4.5.- Comparación de capacidad antes/después.	79
4.6.- Gráfica de control antes/después.	80
4.7.- Antes/después proceso de checado y estiba.	81
4. 8.- Estado nuevo de embarques	83
5. Controlar	86
5.1.- Check list	86
5.2.- Calificaciones de 5'S.	87

VII. Resultados.....	89
VIII. Conclusiones	94
Ix. Competencias desarrolladas.....	96
X. Fuentes de información	97
XI. Anexos	100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Número de embarques por turno	48
Tabla 2	Número de equipos por turno	48
Tabla 3	Registro de toma de tiempos	49
Tabla 4	Resumen de la toma de tiempos	49
Tabla 5	Hoja de verificación de datos para factores improductivos	50
Tabla 6	Resumen de factores improductivos	50
Tabla 7	Conteo de diablitos de carga	51
Tabla 8	Tabla de frecuencia acumulada de factores improductivos.	52
Tabla 9	Tabla de Tiempos y porcentajes acumulados por actividad.	54
Tabla 10	Estudio ANOVA para prueba de hipótesis	56
Tabla 11	Datos estadísticos de la toma de tiempos a los trabajadores.	58
Tabla 12	análisis de correlación	59
Tabla 13	Análisis de regresión	60
Tabla 14	Tabla de valores para evaluar proceso. (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2009, pág. 102)	62
Tabla 15	Niveles de sigma (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2009, pág. 113)	62
Tabla 16	Formato para toma de tiempos y fijación de tiempo estándar	73
Tabla 17	Suplementos para tiempo estándar. Fuente: (Ingenieriaindustrialonline, 2022) Información: (W. NIEBEL & Freivalds, 2009)	73
Tabla 18	Suplementos fijados en el tiempo estándar del proceso de pre validación	74
Tabla 19	Fijación de tiempo estándar en formato de toma de tiempos	74
Tabla 20	Tabla de resumen de tiempos tomados a trabajadores. Proceso de pre validación después.	75
Tabla 21	Datos estadísticos del proceso mejorado	76

Tabla 22 Tabla de valores para evaluar proceso. (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2009, pág. 102) 77

Tabla 23 Niveles de sigma en proceso. Las partes por millón de oportunidades según (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2009, pág. 113) 78

Tabla 24 Tiempos de embarque antes/después 84

Tabla 25 Calificaciones de 5'S antes 87

Tabla 26 Calificaciones 5'S después 88

Tabla 27 Tabla de minutos de factores improductivos antes/después. 89

Tabla 28 Tabla de tiempos del proceso de pre validación antes/después. 90

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.

Ilustración 1 Ejemplo de las 5'S	11
Ilustración 2 Símbolos del diagrama de flujo.....	25
Ilustración 3 Evolución de filosofía Kaisen	37
Ilustración 4 Proceso de embarques - antes	45
Ilustración 5 Diagrama de flujo del proceso de pre validación	46
Ilustración 6 Diagrama de Ishikawa del cuello de botella en proceso de pre validación	47
Ilustración 7 Tiempos de actividad y promedio del proceso de pre validación	49
Ilustración 8 Gráfica de minutos de factores improductivos durante el turno.....	51
Ilustración 9 Gráfico de Pareto de factores improductivos	53
Ilustración 10 Gráfica de Pareto de tiempos de actividad en el proceso de pre validación	54
Ilustración 11 Gráfica de identificación de actividades innecesarias en el flujo del proceso.	55
Ilustración 12 Histograma de tiempos de los trabajadores en el proceso de prevalidación	58
Ilustración 13 Gráfica de correlación de datos Tiempo vs cantidad de diablitos de carga.	59
Ilustración 14 Gráfica de regresión lineal de tiempo vs cantidad de diablitos de carga.	60
Ilustración 15 Informe de capacidad del proceso de prevalidación.....	61
Ilustración 16 Gráfico X-r	63
Ilustración 17 Gráfico X-s	64

Ilustración 18 Diagrama de flujo del proceso de pre validación mejorado.	65
Ilustración 19 Diseño de acomodo de diablitos de carga en área de carga de embarques.	66
Ilustración 20 Ejemplo de acomodo de diablitos de carga en los espacios del área de carga de embarques en andenes 10, 12 y 14.	67
Ilustración 21 Ejemplo de acomodo de diablitos de carga en los espacios del área de carga de embarques en andenes 11, 13 y 15.	67
ilustración 22 Tarjetas de colores de orden pedidos para avance de carga	69
Ilustración 23 Simbología de colores para tarjetas.	70
Ilustración 24 Tarjetas de colores para número de empleado borrables para orden de pedidos en diablitos de carga.	71
Ilustración 27 Tiempos de actividad y promedio del proceso de pre validación mejorado.	74
Ilustración 28 Histograma de tiempos de los trabajadores en el proceso de pre validación mejorado.	76
Ilustración 29 Informe de capacidad del proceso de pre validación mejorado.	77
ilustración 30 Gráfica de comparación de capacidad del proceso de pre validación antes/después.	79
Ilustración 31 Gráficas de control antes/después.	80
Ilustración 32 Gráfica de velocidad del proceso de validación de productos y estiba - área de embarques antes.	81
Ilustración 33 Gráfica de velocidad del proceso de validación de productos y estiba - área de embarques después.	82
Ilustración 34 Grafica del proceso de embarques después	83
Ilustración 35 Gráfica de productividad en operación antes/después.....	83
Ilustración 36 Gráfica de aumento de productividad por operación	83
Ilustración 37 Gráfica de porcentaje de turno por embarque después	84

Ilustración 38 Gráfica de	porcentaje
de turno por embarque antes	84
Ilustración 39 Gráfica de diablos por hora en checado y estiba antes/después	85
Ilustración 40 Gráfica de cumplimiento y avance 5'S en equipos antes	87
Ilustración 41 Gráfica de cumplimiento y avance 5'S equipos después	88
Ilustración 42 Gráfica de minutos de factores improductivos por turno antes/después	89
 Ilustración 43 Gráfica comparativa de tiempos de actividad en proceso de pre validación antes/después	 90
Ilustración 44 Gráfica de comparación de capacidad del proceso de pre validación antes/después.	91
Ilustración 45 Gráficas de comparación antes /después checado y estiba	92
Ilustración 46 Gráfico de cumplimientos 5'S por equipos y por turno	92

RESUMEN.

Basado en un problema que se identificó en la empresa Central de víveres del sureste S.A de C.V. se pudo realizar este proyecto, que incluye la mejora de procesos y cambio de cultura en el trabajo, donde personal de trabajo y jefes a cargo, pudieron participar en cada fase.

La importancia de generar proyectos novedosos hace que la visión de cada proceso vaya cambiando y se generen futuras mejoras que formaran parte de este proyecto.

Si bien uno de los objetivos principales de este proyecto es de cambiar la filosofía y cultura de los trabajadores, haciendo los partícipes de cada logro generado por las ideas principales de las mejoras.

El estudio estadístico basado en Seis sigma convierte el análisis de los datos en su prioridad, ya que se estudia las tendencias y dispersiones que se tengan que reducir e identificar aquellos puntos críticos que a simple vista no podían señalarse.

Un diseño fácil de hacer y de gran impacto es lo que ocurre en este proyecto, donde los ideales están fijados siempre en hacer las cosas mejores y más fáciles. Con la filosofía Lean, se ve involucrado el desarrollo de la mejora, donde su aplicación genera interés por aquellos que lo implementan, manteniendo también cierto desconcierto, pues años tuvieron que pasar para olvidar sus formas menos idóneas de trabajo y que los mantenían segados, resultando en un círculo vicioso de descontrol.

Dicho de esta forma, un control estricto, permite marcar las exigencias de tendencia de Seis sigma, pues no se debe dejar por olvidado cada uno de los pasos que se han avanzado y no permitir regresar al pasado donde nada dejaba por hecho que se hiciera algo mejor.

ABSTRACT

Based on a problem that was identified in the company Central de víveres del southeast S.A de C.V. It was possible to carry out this project, which includes the improvement of processes and change of culture at work, where work personnel and managers in charge were able to participate in each phase. The importance of generating innovative projects makes the vision of each process change and future improvements are generated that will be part of this project. Although one of the main objectives of this project is to change the philosophy and culture of the workers, making them participants in each achievement generated by the main ideas of the improvements. The statistical study based on Six Sigma converts the analysis of the data into its priority, since the trends and dispersions that have to be reduced are studied and those critical points that could not be indicated with the naked eye are identified. A design that is easy to do and has a great impact is what happens in this project, where the ideals are always set on making things better and easier. With the Lean philosophy, the development of the improvement is involved, where its application generates interest for those who implement it, also maintaining some confusion, since years had to pass to forget their less suitable ways of working and that kept them mowed down, resulting in in a vicious circle of lack of control. Said in this way, a strict control, allows to mark the Six Sigma trend requirements, since

each of the steps that have been advanced should not be left for forgotten and not allow returning to the past where nothing left anything to be done for granted better.

I. INTRODUCCIÓN

Las necesidades del mundo actual incitan a tener un cambio, de cultura, formas de hacer y también, tener presente con que se cuenta para realizar las acciones necesarias. Mejorar un proceso logístico permite abandonar las creencias de que nada se puede seguir haciendo como antes. Esto ante la gran demanda y velocidad que clientes y consumidores sostienen en la actualidad. Se parte de un problema de cuello de botella, que ha generado angustia a la hora de cumplir con los requerimientos del cliente si de entregas a tiempo se trata. Es así como se dispone a usar una de las metodologías más completas en el campo de proyectos de mejora, la metodología DMAIC. Datos precisos de un estudio de campo en el momento de la operación permite también entender los inconvenientes de no realizarse algo con su debido rigor. Si bien la meta de toda empresa es rendir más, con el mínimo de sus recursos, este proyecto aporta el valor necesario para cambiar o modificar cualesquiera de sus prácticas que permitan llegar al objetivo de maximizar el rendimiento de cada operación.

En una primera parte de la metodología se presenta un estudio de cada causa que crea un retraso en la operación a estudiar, así como describir sus objetivos que enmarcaran el destino de emplear las mejoras pertinentes.

En segunda parte se mide cada factor que nos ayude a identificar con mayor detalle los valores donde se podrá determinar los puntos críticos de tolerancia en un ritmo normal del proceso.

En su tercera fase del proyecto se desglosa todo el análisis de datos, tanto estadístico con lineamientos de seis sigma, así como del método de toma de tiempos, para determinar todas las locaciones donde se requiera actuar y modificar, ampliando así la capacidad de creatividad en las aplicaciones de la mejora.

La cuarta etapa del proyecto y las más complicada en contexto de aplicaciones reales de todo lo planeado, requiere innovación, creatividad y disposición de aplicación.

La quinta etapa del proyecto tal como lo marca la metodología DMAIC, es la más crucial y de alto impacto, ya que retoma todo lo aprendido durante las etapas anteriores, para mantener y seguir mejorando el proceso nuevo implantado y constatar que se siga a detalle cada indicación.

Descripción de la empresa

Es en el año de 1909 cuando, sobrino y tío deciden abrir una modesta tienda de abarrotes en el mercado revolución de la ciudad de Córdoba Veracruz, diversificándose a través de los años para convertirse en una empresa comercial importante en el ramo de los abarrotes. Años más tarde, es el Sr. Fructuoso Solana Revuelta y familia, quien toma la responsabilidad de encabezar el negocio familiar; transformando la modesta tienda de abarrotes, en un moderno supermercado acorde al concepto comercial de nuestros tiempos.

Continuando con el mismo espíritu emprendedor, el concepto comercial y la experiencia en el ramo de los abarrotes, fue el 01 de febrero de 1990 cuando decide incursionar en las ventas de mayoreo, creando así Central de Víveres del Sureste S.A. de C.V

Con más 100 años de experiencia nos hemos diversificado con el propósito de ofrecer el mejor servicio en el ramo de los abarrotes creando importantes fuentes de negocio: supermercado, mayoreo, punto de venta (mayoreo) y transporte.

Desde 1909 Grupo Solana se ha diversificado con el propósito de ofrecer el mejor servicio en el ramo de los abarrotes creando importantes empresas comerciales que hoy forman parte de este Grupo: Central de víveres del sureste S.A de C.V., Centro fletero del sureste S.A de C.V., Super Iberia, Super Iberia vecino.

Central de Víveres Del Sureste S.A. de C.V.

Somos una empresa comercializadora de abarrotes al mayoreo, actualmente, una de las empresas más importantes a nivel nacional, gracias a dos conceptos que la han colocado en un importante posicionamiento en comparación con nuestra competencia; Por tener calidad de servicio, distribución más rápida y eficiente La diversidad de marcas de productos que manejamos.

Agentes de Venta

Servicio especializado de nuestros Agentes de Venta

Distribución

Atendemos a más de 2,500 clientes en los estados de Veracruz, Puebla, Oaxaca, Tlaxcala, Hidalgo, Morelos Y Guerrero.

Punto de Venta

Atención personalizada en nuestro Punto de Venta

Misión

Crecer de manera rentable y equilibrada proporcionando a nuestros clientes un valor agregado que incluya precios competitivos, distribución surtido eficaz y asesoría de u negocio que nos permita alcanzar un beneficio mutuo de ganar-ganar.

Visión

Ser parte del negocio de nuestros clientes mediante un trato comercial diferenciado que genera fidelidad, permita expandirnos a otros mercados, abrir nuevos CEDIS y captar mas clientes alcanzando así la permanencia de la empresa el desarrollo de nuestro capital humano y rentabilidad deseada.

Valores Organizacionales

- Trabajo en equipo

Disposición a la acción para contribuir al logro de los objetivos organizacionales, de equipo o de proyecto. Es la relación de un grupo de colaboradores que incluya el compromiso con las relaciones mutuas y las metas: una estructura desarrollada conjuntamente y la responsabilidad compartida por los éxitos o el fracaso, y el compartimiento de los recursos y las recompensas.

- Compromiso

Capacidad para sentir como propios los objetivos de la organización y cumplir con las obligaciones personales, profesionales y organizacionales. Capacidad para apoyar e instrumentar decisiones consustanciado por completo con el logro de objetivos comunes, y prevenir y superar obstáculos que interfieran con el logro de los objetivos del negocio. Implica adhesión a los valores de la organización.

- Respeto

Capacidad para dar a los otros y a uno mismo un trato digno, franco y tolerante, y comportarse de acuerdo con los valores morales, las buenas costumbres y prácticas profesionales, y para actuar con seguridad y congruencia entre el decir y el hacer. Implica la capacidad para construir relaciones cálidas y duraderas basadas en una conducta honesta y veraz.

- Responsabilidad Social

Capacidad para identificarse con las políticas organizacionales en materia de responsabilidad social, diseñar, proponer y luego llevar a cabo propuestas orientadas a contribuir y colaborar con la sociedad en las áreas en las cuales esta presenta mayores carencias, y, por ende, mayor necesidad de ayuda y colaboración.

- Integridad Moral

Capacidad para comportarse de acuerdo con los valores morales, las buenas costumbres y prácticas profesionales, y para actuar con seguridad y congruencia entre el decir y el hacer.

Capacidad para construir relaciones duraderas basadas en un comportamiento honesto y veraz.

Ubicación

Calle 39 entre Ave. 5 y 9 Col. Moderna

C.P. 94640

Córdoba, Ver.

cvs@cevisur.com.mx

800 250 5000 sin costo

(271) 7145360

(271) 7145088

(271) 7145245

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Hoy en día los procesos logísticos forman parte de un mundo avanzado en el que la entrega a tiempo de los pedidos evidencia la calidad que se necesita entregar a los clientes de toda empresa. En efecto la tecnología ha permitido estos avances, desde el manejo de la información, el estudio de datos y la estandarización de los procesos.

Un cuello de botella en el proceso de validación de producto y estiba en el departamento de embarques se ve ocasionado por distintos factores. Uno de los más importantes es la aparición de desperdicios como son: espacio, tiempo y personal.

Esto afecta frecuentemente el tiempo de entrega de los embarques.

El tipo de embarque que más se ve afectado es donde se carga de 10 clientes o más en un solo viaje, llamados tiraderos.

Esto sucede debido al desorden de diablitos de carga en esta zona, ya sean llenos o vacíos, al tiempo improductivo del personal y poco espacio de trabajo.

El tiempo de carga de un viaje se ve elevado, causando que un solo equipo no cargue más pedidos, elevando el costo operativo, ya sea en costo de personal por viaje y por costos generados en turnos extra.

Se puede saber que, durante un turno de 8 horas, tiene lugar estos desperdicios hasta en un 76% del tiempo, por lo que es uno de los factores principales a ser eliminados y controlados.

La meta de carga son 3 unidades diarias que representa el 100% de cumplimiento en la meta diaria o 1000 artículos que representa también el 100% de cumplimientos.

La baja productividad por estos atascos ha hecho que no se pueda cargar más de 700 artículos promedio por equipo (1 viaje y medio) representando un 70% de la capacidad de trabajo por turno.

III. OBJETIVOS

Diseñar e implementar un proceso estandarizado que ayude a incrementar la productividad en un 10% en un tiempo de 5 meses favoreciendo la entrega a tiempo de los embarques.

Objetivos específicos.

- Reducir los tiempos por turno de factores que no agregan valor.
- Reducir el tiempo promedio del proceso de pre validación.
- Mejorar la capacidad del proceso de pre validación.
- Maximizar la cantidad de diablos por horas en chequeo y validación.
- Maximizar la cantidad de diablos por hora en estiba.
- Aumentar las buenas prácticas de trabajo mediante las 5's.

IV. JUSTIFICACIÓN

Según (Carrasco, 2019) “La mayor productividad se ha transformado en una importante meta de las organizaciones. Es necesario producir cada vez más rápido, con mayor calidad o más económico para poder competir y ser, o seguir siendo, una opción válida en el mercado.

Por lo que existe la necesidad de mejorar ciertos procesos en una empresa permitiendo agilizar todo a su alrededor, demostrando un ambiente de responsabilidad en el trabajo, mejores conductas y aumentando la eficiencia.

De acuerdo con (ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES Producción y cadena de suministros, 2009) “La producción esbelta se refiere al enfoque en eliminar la mayor cantidad posible de desperdicios. Los movimientos innecesarios, pasos de producción que no hacen falta y el exceso de inventarios en la cadena son objetivos para mejorar en el proceso de esbeltez”

Implementar un sistema esbelto en la zona dos del área de embarques permite eliminar cuellos de botella, crear equipos con visión en las mejoras Kaisen y permitir un flujo efectivo de las actividades y responsabilidades. Lo que representa una nueva visión en los trabajadores, puesto que por años se había estancado la equivocada cultura de no mejorar o hacer esfuerzos por crear mejores formas de hacer las cosas.

Eliminar cuellos de botella puede aumentar la productividad y rapidez en los tiempos de carga que, a su vez, aumenta la confianza del cliente en recibir en tiempo y forma sus productos solicitados. Esto representa cerca del 10% en la productividad actual, en tan solo dos meses de implementar las mejoras, pues se depende de la adaptabilidad del personal a los cambios.

Los tiempos de dicho proceso se verán disminuidos, permitiendo eliminar así los excesos de inventario en espera, y formar equipos con responsabilidad de sus actividades.

Se pueden cargar más artículos por embarque, o en caso diferente, más unidades, con el mismo personal durante un turno, esto en términos de costos se puede observar en la disminución del costo de operaciones por personal en un embarque.

V. MARCO TEÓRICO

1.-Lean

Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”, definidos éstos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios. Identifica varios tipos de “desperdicios” que se observan en la producción: sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos. Lean mira lo que no deberíamos estar haciendo porque no agrega valor al cliente y tiende a eliminarlo. Para alcanzar sus objetivos, despliega una aplicación sistemática y habitual de un conjunto extenso de técnicas que cubren la práctica totalidad de las áreas operativas de fabricación: organización de puestos de trabajo, gestión de la calidad, flujo interno de producción, mantenimiento, gestión de la cadena de suministro. (Hernández Matías & Vizán Idoipe, 2013)

El objetivo de la metodología de proceso esbelto es reducir las actividades innecesarias (las que no agregan valor) a fin de disminuir los reprocesos y el tiempo de ciclo, ahorrar costos e incrementar la capacidad de los recursos más valiosos en el proceso. Para cumplir con esto hay un punto de arranque muy sencillo: identificar el desperdicio y hacerlo visible. Así, para lograr que un proceso sea esbelto más que buscar la respuesta en una técnica en particular, la clave está en establecer principios básicos que guíen los esfuerzos y acciones enfocados a quitar el “barro”, el “cebo”, la lentitud, las actividades innecesarias, los atascos, etc. Estos principios proporcionan una guía para la acción, para que los esfuerzos en las empresas puedan superar el caos y la lentitud diarios de los procesos masivos.

(Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2009, pág. 437)

1.1.-Historia

Las técnicas de organización de la producción surgen a principios del siglo XX con los trabajos realizados por F.W. Taylor y Henry Ford, que formalizan y metodifican los conceptos de fabricación en serie que habían empezado a ser aplicados a finales del siglo XIX y que encuentran sus ejemplos más relevantes en la fabricación de fusiles (EEUU) o turbinas de barco (Europa). Taylor estableció las primeras bases de la organización de la producción a partir de la aplicación de método científico a procesos, tiempos, equipos, personas y movimientos. Posteriormente Henry Ford introdujo las primeras cadenas de fabricación de automóviles en donde hizo un uso intensivo de la normalización de los productos, la utilización de máquinas para tareas elementales, la simplificación-secuenciación de tareas y recorridos, la sincronización entre procesos, la especialización del trabajo y la formación especializada. La ruptura con estas técnicas se produce en Japón, en donde se encuentra el primer germen recogido con el pensamiento Lean. Ya en 1902, Sakichi Toyoda, el que más tarde fuera fundador con su hijo Kiichiro de la Corporación Toyota Motor Company, inventó un dispositivo que detenía el telar cuando se rompía el hilo e indicaba con una señal visual al operador que la máquina necesitaba atención. Este sistema de “automatización con un toque humano” permitió separar al hombre de la máquina. Con esta simple y efectiva medida un único operario podía controlar varias máquinas, lo que supuso una tremenda mejora de la productividad que dio paso a una preocupación permanente por mejorar los métodos de trabajo. Por sus contribuciones al desarrollo industrial del Japón, Sakichi Toyoda es conocido como el “Rey de los inventores japoneses”. En 1929, Toyoda vende los derechos de sus patentes de telares a la empresa Británica Platt Brothers y encarga a su hijo Kiichiro que invierta en la industria automotriz naciendo, de este modo, la compañía Toyota.

A finales de 1949, un colapso de las ventas obligó a Toyota a despedir a una gran parte de la mano de obra después de una larga huelga. En ese momento, dos jóvenes ingenieros de la empresa, Eiji Toyoda (sobrino de Kiichiro) y Taiicho Ohno, al que se le considera el padre del Lean Manufacturing, visitaron las empresas automovilísticas americanas. Por aquel entonces el

propugnaba la reducción de costes fabricando vehículos en grandes cantidades, pero limitando el número de modelos. Observaron que el sistema rígido americano no era aplicable a Japón y que el futuro iba a pedir construir automóviles pequeños y modelos

variados a bajo coste.

Concluyeron que esto solo sería posible suprimiendo los stocks y toda una serie de despilfarros, incluyendo los de aprovechamiento de las capacidades humanas.

A partir de estas reflexiones, Ohno estableció las bases del nuevo sistema de gestión JIT/Just in Time (Justo a tiempo), también conocido como TPS (Toyota Manufacturing System). El sistema formulaba un principio muy simple: “producir solo lo que se demanda y cuando el cliente lo solicita”.

Las aportaciones de Ohno se complementaron con los trabajos de Shigeo Shingo, también ingeniero industrial de Toyota, que estudió detalladamente la administración científica de Taylor y teorías de tiempos y movimientos de Gilbreth. Sus primeras aplicaciones se centraron en la reducción radical de los tiempos de cambio de herramientas, creando los fundamentos del sistema SMED. Al amparo de la filosofía JIT fueron desarrollándose diferentes técnicas como el sistema Kanban, Jidoka, Poka-Joke que fueron enriqueciendo el sistema Toyota. Precisamente, según Suzuki (2004), las técnicas JIT, junto al sistema de organización del trabajo japonés JWO (Japanese Work Organization) y el Jidoka, son los fundamentos que configuran el Lean Manufacturing.

(Hernández Matías & Vizán Idoipe, 2013, pág. 12)

1.2.- 5s

La herramienta 5S se corresponde con la aplicación sistemática de los principios de orden y limpieza en el puesto de trabajo que, de una manera menos formal y metodológica, ya existían dentro de los conceptos clásicos de organización de los medios de producción. El acrónimo corresponde a las iniciales en japonés de las cinco palabras que definen las herramienta y cuya fonética empieza por “S”: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke, que significan, respectivamente: eliminar lo innecesario, ordenar, limpiar e inspeccionar, estandarizar y crear hábito.

Su implantación tiene por objetivo evitar que se presenten los siguientes síntomas disfuncionales en la empresa y que afectan, decisivamente, a la eficiencia de la misma: • Aspecto

instalaciones, técnicas, etc. • Desorden: pasillos ocupados, técnicas sueltas, embalajes, etc.

- Elementos rotos: mobiliario, cristales, señales, topes, indicadores, etc. • Falta de instrucciones sencillas de operación.
- Número de averías más frecuentes de lo normal.
- Desinterés de los empleados por su área de trabajo.
- Movimientos y recorridos innecesarios de personas, materiales y utillajes.
- Falta de espacio en general.

Ilustración 1 *Ejemplo de las 5'S*



Fuente: (Hernández Matías & Vizán Idoipe, 2013)

1.3.- Kanban

En japonés, Kanban significa "tarjeta", "etiqueta" o, incluso, "tablero". Por ende, esta herramienta para la gestión de proyectos, se organiza en torno a la aplicación de ciertos principios y con la ayuda de tarjetas que permiten una mejor visualización del trabajo por hacer.

Principios del Método Kanban

de dirección:

Clara visualización del flujo de trabajo por etapas.

Servicios enfocados en la satisfacción del cliente.

Adaptabilidad y
competitividad frente al cambio.

Principios de gestión:

Simplificación de los procesos de producción o desarrollo.

Mejora continua a partir de la implementación gradual de cambios.

Liderazgo participativo a todo nivel.

Principios de ejecución:

Segmentación de los proyectos en tareas factibles y limitación de los trabajos en curso:
una nueva tarea solo puede ser iniciada por el equipo si las otras en curso han sido completadas.

Concentración de esfuerzos (y costes asociados) en la producción de un producto o servicio que satisfaga una demanda específica, centrándose en la calidad más que en la cantidad.

Evolución de las políticas de servicio para la entrega de valor al cliente.

Ventajas de Kanban

Kanban es una metodología de trabajo recomendable teniendo en cuenta que ofrece ventajas como:

Ser fácil de instaurar y comprender;

Presentar un bajo costo en su implementación y seguimiento;

Lograr optimizar los plazos de fabricación y los costes de almacenamiento;

Proporcionar claridad, transparencia y lógica al sistema;

Permitir anticipar bloqueos;

Adaptarse a diferentes equipos y situaciones; Contemplar
un proceso de mejora continua.

Las tarjetas en Kanban son equivalentes a las tareas del proyecto. Esto quiere decir que las tareas se van a representar con etiquetas o tarjetas de colores (generalmente *post-its*) y se van a clasificar en columnas, según su estado:

A ser estudiada,

Por hacer,

En progreso,

validar o probar, Terminada.

Kanban: metodología en 5 pasos 1. Identifica el proyecto o proceso

Empieza por **identificar el o los procesos que quieres mejorar**. Tomaremos aquí el ejemplo de un desarrollo de software.

2. Modelar el proceso

Para cumplir con el modelado del proceso debes:

Identificar las **partes interesadas, funciones y responsabilidades** de cada una de ellas, incluido el Director de Proyecto y su equipo.

Agregar los solicitantes y el tipo de solicitudes que han hecho (cotizaciones, especificaciones, etc.).

Construir un **mapa global del proceso** y de cada uno de sus pasos, incluyendo el método a seguir cuando las tareas cambien de estado.

Aclarar tu flujo de trabajo Kanban:

¿Es suficiente un flujo de trabajo "Por hacer - En curso - Completado"?

¿Necesitas añadir más pasos?

Enumerar las tareas que deben ser completadas.

Diagramar los **flujos de trabajo** en columnas correspondientes a los pasos principales (consejo: comienza por la entrega y ve retrocediendo hasta el principio).

Principio del formulario

Final del formulario

3. Construye el tablero Kanban Comienza

por:

papel o tablero.

Incluir el contenido correspondiente a cada tarjeta:

La complejidad de la tareas, la descripción de las
tareas a realizar, los criterios de aceptación.

4. Supervisa el progreso del proyecto

El proyecto comienza y, con él, el flujo de trabajo. Con el **método ágil** visto anteriormente, se define la duración de un *sprint* (una semana, dos semanas, un mes) para trabajar en **modo iterativo**. Revisa las tareas a realizar, estima el tiempo necesario para cada una, **prioriza las tareas**, repártelas entre el equipo, crea una etiqueta para cada una, ubica las etiquetas en la columna correspondiente a su estado.

El Método Kanban es tanto **incremental** (funciona por etapas), como **iterativo** (funciona por ciclos), asegurando cambios **continuos y evolutivos**.

5. Implementa una herramientas Kanban agile

Para que todos los interesados puedan seguir el progreso de la producción, el **trabajo colaborativo** debe ser la norma. (Appvizer.es, 2020)

1.4.- Proceso estándar

El Trabajo Estandarizado (standard work) es de muy fácil comprensión desde el punto de vista teórico, pero su complejidad es mostrada ya en su aplicación (hands on), que es donde en realidad se aprende, con diferentes formas de variantes, o demanda del cliente, dependiendo del proceso en que se aplique.

es una forma estándar en el cual cualquier “trabajo con valor agregado” necesita ser hecho. Cualquiera que haga este trabajo necesita hacerlo exactamente en la misma forma. El Trabajo Estandarizado abarca el trabajo, la secuencia del trabajo (Paso #1, Paso #2.....etc.), las herramientas necesitadas, el equipo necesitado, los materiales, y la cantidad de tiempo que debe de tomar.

El Trabajo Estandarizado tiene que estar por escrito y desplegado en cada estación de trabajo, entonces, cada persona conoce su trabajo, su secuencia y el tiempo para cada actividad

o tarea. Se recomienda desplegarlo en forma visual mediante fotografías e ilustraciones, haciendo que sea lo más claro posible.

En el caso que estemos aplicando “Reducción de Tiempos de Set up” (Preparación), se tiene que desarrollar el Trabajo de igual forma. Si el Trabajo Estandarizado es desarrollado correctamente y desplegado en cada estación, esto nos permite entrenar a nuevos operadores o a algunos que en forma temporal son enviados a las estaciones de trabajo de la célula.

La resistencia al cambio del personal en el piso de operación es porque la forma de trabajar que ellos hacían anteriormente es muy, muy diferente.

Al observar a una persona en la forma de hacer su trabajo, observaremos que su trabajo lo hace en una forma ligeramente diferente cada vez que lo haga.

Podemos ayudarnos nosotros mismos asegurándonos que cada Equipo Kaizen tiene incluidos un operador o Líder donde el evento kaizen se está desarrollando y así cada uno entendería el Trabajo Estandarizado que fue creado. (Sigmagrupoconsultor.com, 2022)

Los 4 pasos para diseñar y construir el estándar de trabajo

La creación de un estándar sigue un proceso SDCA (Estandarizar, hacer, chequear y asegurar). **Estandarizar**

a. Analizar

e

identificar el

proceso que hay que estandarizar y por qué se debe hacer: esto puede ser el proceso clave, el proceso principal, o todo proceso que provoque la variabilidad de nuestro proceso.

b. Definir y determinar la mejor práctica conocida en el terreno. Tomarse el tiempo para

observar las realidades del terreno.

c. Formalizar el proceso usando un material estándar, un esquema, un modo operativo,

identificación, privilegiando siempre el management visual.

DO: hacer

a. Informar y formar: fecha de aplicación, objetivos, el estándar definido.

b. Preparar y formar: realizar acciones preliminares necesarias para la implementación del estándar definido, formar para el estándar definido y para el uso de los indicadores.

c. Aplicar el estándar tal como se lo ha definido durante un período de prueba suficientemente largo.

Checkear

a. Medir los resultados usando los indicadores implementados durante el tiempo suficiente para que los datos sean significativos y para que se pueda observar la tendencia. (estos indicadores pueden referirse a tiempo de ejecución de tarea, cantidad de piezas defectuosas u otro que considere necesario).

b. Analizar los desvíos con respecto a lo que se esperaba y buscar las causas reales por medio del análisis de los indicadores, de la observación del terreno, por los comentarios del personal y por medio de la observación de las causas de variabilidad.

c. Corregir los desvíos basándose en las causas reales, definir el concepto de lo que constituiría una solución para este desvío.

Asegurar

a. Prevenir las recurrencias; determinar lo que es necesario (si es simple e inmediato) para que no vuelva a reproducirse lo que se ha tenido que corregir. Usar una solución temporaria que minimice los efectos del desvío observado.

- b. Finalizar el estándar: Oficializar la parte del estándar que ha sido validada y asegurarse que las personas estén formadas para este nuevo estándar. Además se debe verificar su aplicación por medio de la observación en el terreno (auditoría).
- c. Considerar la situación: Generalizar a los procesos similares si se ha validado el 100% o si los incumplimientos no revisten importancia.

Una vez formalizado el estándar, el mismo debe ser respetado por quienes lo ejecutan y debe ser modificado en caso que haya algún cambio en la operatoria. (Atlasconsultora.com, 2021)

2.-Desperdicios

Un concepto fundamental del proceso esbelto es el de muda, una palabra japonesa que quiere decir pérdida, por ejemplo:

Muda tipo 1: Actividades que no crean valor pero que son realmente necesarias para el desarrollo del producto.

Muda tipo 2: Actividades que no crean valor de acuerdo con el cliente, por lo que pueden y deben ser eliminadas.

Ejemplos:

- Errores que es necesario corregir.
- Producir artículos para inventarios y apilarlos.
- Etapas y actividades de los procesos que realmente no son necesarias.
- Movimiento de empleados y de bienes de un lugar a otro sin ningún propósito.
- Grupos de gente parada, en espera porque el proceso anterior no envió su trabajo a tiempo.
- Bienes y servicios que no satisfacen las necesidades del consumidor. (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2009, pág. 437)
- **Sobreproducción:** producir más que la demanda de los clientes, dando como resultado inventarios, acarreos, trámites y espacios de almacenamiento innecesarios.
- **Tiempo de espera:** los operadores y las máquinas esperan que las partes o los trabajos se reciban de los proveedores o de otras operaciones; los clientes esperan.

- **Transporte innecesario:**

movimientos dobles o triples de los materiales debido a una distribución física ineficiente, una falta de coordinación y una mala organización del lugar de trabajo.

- **Exceso de procesamientos:** diseño deficiente o mantenimiento inadecuado de los procesos, lo que implica mano de obra o tiempo de máquina adicional.
- **Exceso de inventarios:** demasiado inventario debido a lotes muy grandes, artículos obsoletos, pronósticos deficientes o una inadecuada planeación de la producción.
- **Movimientos innecesarios:** desplazamientos innecesarios de las personas o recorridos adicionales para obtener los materiales.
- **Defectos:** uso de los materiales, la mano de obra y la capacidad para la producción de defectos, clasificación indebida de partes o costos de las garantías con los clientes.

(Administración de operaciones. Conceptos y casos contemporáneos, 2011)

3.-Aplicaciones

Las empresas usan los indicadores de productividad como medida clave del rendimiento de sus procesos pero si las mediciones se realizan sobre lo que hacemos, sin plantearnos si está o no bien hecho, si tiene o no “valor”, es muy probable que las cifras camuflen todo el potencial de mejora de competitividad y costes de nuestro sistema. El valor se añade cuando todas las actividades tienen el único objetivo de transformar las materias primas del estado en que se han recibido a otro de superior acabado que algún cliente esté dispuesto a comprar. Entender esta definición es muy importante a la hora de juzgar y catalogar nuestros procesos. El valor añadido es lo que realmente mantiene vivo el negocio y su cuidado y mejora debe ser la principal ocupación de todo el personal de la cadena productiva. En este punto, en el entorno Lean se define “despilfarro” como todo aquello que no añade valor al producto o que no es absolutamente esencial para fabricarlo. No se debe cometer el error de confundir desperdicio con lo necesario, es decir, cuando identificamos una operación o proceso como desperdicio, por no añadir valor, asociamos dicho pensamiento a la necesidad de su inmediata eliminación y eso nos puede crear confusión y rechazo. Cabe señalar que existen actividades necesarias para el sistema o proceso aunque no tengan un valor añadido. En este caso estos despilfarros tendrán que ser asumidos. Si las empresas actúan en la línea de la eliminación de los despilfarros dispondrán de la herramienta más adecuada para mejorar sus costes. Precisamente Lean surgió

no podían vender productos a partir del cálculo de sus costes, fueran los fueran, más un porcentaje de incremento por beneficios.

4.-Seis Sigma

Seis Sigma (6σ) es una estrategia de mejora continua del negocio que busca mejorar el desempeño de los procesos de una organización y reducir su variación; con ello, es posible encontrar y eliminar las causas de los errores, defectos y retrasos en los procesos del negocio. En todo momento se toma como punto de referencia a los clientes y sus necesidades. La estrategia 6σ se apoya en una metodología fundamentada en las herramientas y el pensamiento estadístico. Asimismo, tiene tres áreas prioritarias de acción: satisfacción del cliente, reducción del tiempo de ciclo y disminución de los defectos. La meta de 6σ , que le da el nombre, es lograr procesos con una calidad Seis Sigma, es decir, que como máximo generen 3.4 defectos por millón de oportunidades. (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2009)

4.1.-Historia

En 1987, Seis Sigma fue introducida por primera vez en Motorola por un equipo de directivos encabezados por Bob Galvin, presidente de la compañía, con el propósito de reducir los defectos de productos electrónicos. Desde ese entonces 6σ ha sido adoptada, enriquecida y generalizada por un gran número de compañías. Además de Motorola, dos organizaciones que

se contribuyeron a consolidar la estrategia Seis Sigma y sus herramientas son Allied Signal,¹ que inició su programa en 1994, y General Electric (GE),² que inició en 1995. Un factor decisivo de su éxito fue que sus presidentes, Larry Bossidy y Jack Welch, respectivamente, encabezaron de manera entusiasta y firme el programa en sus organizaciones. En Latinoamérica, la empresa Mabe es una de las organizaciones que ha logrado conformar uno de los programas Seis Sigma más exitosos. (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2009)

4.2.- Diagrama de Pareto.

Gráfico de barras que ayuda a identificar prioridades y causas, ya que se ordenan por orden de importancia a los diferentes problemas que se presentan en un proceso. La viabilidad y utilidad general del diagrama está respaldada por el llamado principio de Pareto, conocido como

vitales, muchos triviales”, en el cual se reconoce que pocos elementos (20%) generan la mayor parte del efecto (80%), y el resto de los elementos propician muy poco del efecto total. El nombre del principio se determinó en honor al economista italiano Wilfredo Pareto (1843-1923) (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2009, pág. 140)

4.3.- Hoja de verificación (obtención de datos)

La hoja de verificación es un formato construido para coleccionar datos, de forma que su registro sea sencillo, sistemático y que sea fácil analizarlos. Una buena hoja de verificación debe reunir la característica de que, visualmente, permita hacer un primer análisis para apreciar las principales características de la información buscada. Algunas de las situaciones en las que resulta de utilidad obtener datos a través de las hojas de verificación son las siguientes:

- Describir el desempeño o los resultados de un proceso.
- Clasificar las fallas, quejas o defectos detectados, con el propósito de identificar sus magnitudes, razones, tipos de fallas, áreas de donde proceden, etcétera.
- Confirmar posibles causas de problemas de calidad.
- Analizar o verificar operaciones y evaluar el efecto de los planes de mejora.

La finalidad de la hoja de verificación es fortalecer el análisis y la medición del desempeño de los diferentes procesos de la empresa, a fin de contar con información que permita orientar esfuerzos, actuar y decidir objetivamente.

Diseñar formatos de registro de datos de forma adecuada, incluso en forma electrónica, ayuda a entender mejor la regularidad estadística de los problemas que se presentan; por ejemplo, accidentes de trabajo, fallas de equipos y mantenimiento, fallas en trámites administrativos, quejas y atención a clientes, razones de incumplimiento de plazos de entrega, ausentismo, inspección y supervisión de operaciones. (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2009, pág. 148)

4.4.- Diagrama de Ishikawa

El diagrama de causa-efecto o de Ishikawa es un método gráfico que relaciona un problema o efecto con los factores o causas que posiblemente lo generan. La importancia de este

obliga a buscar las diferentes causas que afectan el problema bajo análisis y, de esta forma, se evita el error de buscar de manera directa las soluciones sin cuestionar cuáles son las verdaderas causas.

Fuente: (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2009, pág. 153)

El método de las 6 M es el más común y consiste en agrupar las causas potenciales en seis ramas principales (6 M): métodos de trabajo, mano o mente de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente.

Aspectos o factores a considerar en las 6 M Mano de obra o gente

- Conocimiento (¿la gente conoce su trabajo?).
- Entrenamiento (¿los operadores están entrenados?).
- Habilidad (¿los operadores han demostrado tener habilidad para el trabajo que realizan?).
- Capacidad (¿se espera que cualquier trabajador lleve a cabo su labor de manera eficiente?). • ¿La gente está motivada? ¿Conoce la importancia de su trabajo por la calidad?

Métodos • Estandarización (¿las responsabilidades y los procedimientos de trabajo están definidos de manera clara y adecuada o dependen del criterio de cada persona?).

- Excepciones (¿cuando el procedimiento estándar no se puede llevar a cabo existe un procedimiento alternativo definido claramente?).
- Definición de operaciones (¿están definidas las operaciones que constituyen los procedimientos?, ¿cómo se decide si la operación fue realizada de manera correcta?). La contribución a la calidad por parte de esta rama es fundamental, ya que por un lado cuestiona si están definidos los métodos de trabajo, las operaciones y las responsabilidades; por el otro, en caso de que sí estén definidas, cuestiona si son adecuados.

Máquinas o equipos • Capacidad (¿las máquinas han demostrado ser capaces de dar la calidad que se requiere?). • Condiciones de operación (¿las condiciones de operación en términos de las variables de entrada son las adecuadas?, ¿se ha realizado algún estudio que lo respalde?). • ¿Hay diferencias? (hacer comparaciones entre máquinas, cadenas, estaciones, instalaciones, etc. ¿Se identificaron grandes diferencias?). • Herramientas (¿hay cambios de herramientas periódicamente?, ¿son adecuados?). • Ajustes (¿los criterios para ajustar las

determinados de forma adecuada?). • Mantenimiento (¿hay programas de mantenimiento preventivo?, ¿son adecuados?).

Material

• Variabilidad (¿se conoce cómo influye la variabilidad de los materiales o materia prima sobre el problema?). • Cambios (¿ha habido algún cambio reciente en los materiales?). • Proveedores (¿cuál es la influencia de múltiples proveedores?, ¿se sabe si hay diferencias significativas y cómo influyen éstas?). • Tipos (¿se sabe cómo influyen los distintos tipos de materiales?).

Mediciones

• Disponibilidad (¿se dispone de las mediciones requeridas para detectar o prevenir el problema?).

• Definiciones (¿están definidas de manera operacional las características que son medidas?). • Tamaño de la muestra (¿han sido medidas suficientes piezas?, ¿son representativas de tal forma que las decisiones tengan sustento?).

• Repetibilidad (¿se tiene evidencia de que el instrumento de medición es capaz de repetir la medida con la precisión requerida?).}

• Reproducibilidad (¿se tiene evidencia de que los métodos y criterios usados por los operadores para tomar mediciones son adecuados?)

• Calibración o sesgo (¿existe algún sesgo en las medidas generadas por el sistema de medición?

Medio ambiente

• Ciclos (¿existen patrones o ciclos en los procesos que dependen de condiciones del medio ambiente?).

• Temperatura (¿la temperatura ambiental influye en las operaciones?).

Ventajas del método 6 M

• Obliga a considerar una gran cantidad de elementos asociados con el problema.

- Es posible usarlo cuando el proceso no se conoce a detalle.
- Se concentra en el proceso y no en el producto.

Desventajas del método 6 M

- En una sola rama se identifican demasiadas causas potenciales.
- Se tiende a concentrar en pequeños detalles del proceso.
- No es ilustrativo para quienes desconocen el proceso. (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2009, pág. 156)

4.5.- Lluvia de ideas

Las sesiones de lluvia o tormenta de ideas son una forma de pensamiento creativo encaminada a que todos los miembros de un grupo participen libremente y aporten ideas sobre determinado tema o problema. Esta técnica es de gran utilidad para el trabajo en equipo, ya que permite la reflexión y el diálogo con respecto a un problema y en términos de igualdad. Se recomienda que las sesiones de lluvia de ideas sean un proceso disciplinado a través de los siguientes pasos:

1. Definir con claridad y precisión el tema o problema sobre el que se aportan ideas. Esto permitirá que el resto de la sesión sólo esté enfocada a ese punto y no se dé pie a la divagación en otros temas.

2. Se nombra un moderador de la sesión, quien se encargará de coordinar la participación de los demás participantes.

3. Cada participante en la sesión debe hacer una lista por escrito de ideas sobre el tema (una lista de posibles causas si se analiza un problema). La razón de que esta lista sea por escrito y no de manera oral es que así todos los miembros del grupo participan y se logra

concentrar más la atención de los participantes en el objetivo. Incluso, esta lista puede encargarse de manera previa a la sesión.

4. Los participantes se acomodan de preferencia en forma circular y se turnan para leer una idea de su lista cada vez. A medida que se leen las ideas, éstas se presentan visualmente a fin de

que



todos



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



SEV
Secretaría
de Educación

las vean. El

proceso

continúa hasta que se hayan leído todas las ideas de todas las listas. Ninguna idea debe tratarse como absurda o imposible, aun cuando se considere que unas sean causas de otras; la crítica y la anticipación de juicios tienden a limitar la creatividad del grupo. En otras palabras, es importante distinguir dos procesos de pensamiento: primero pensar en las posibles causas y después seleccionar la más importante. Realizar ambos procesos al mismo tiempo entorpecerá a ambos. Por eso, en esta etapa sólo se permite el diálogo para aclarar alguna idea señalada por un participante. Es preciso fomentar la informalidad y la risa instantánea, pero la burla debe prohibirse.

5. Una vez leídos todos los puntos, el moderador le pregunta a cada persona, por turnos, si tiene comentarios adicionales. Este proceso continúa hasta que se agoten las ideas. Ahora se tiene una lista básica de ideas acerca del problema o tema. Si el propósito era generar estas ideas, aquí termina la sesión; pero si se trata de profundizar aún más la búsqueda y

6. encontrar las ideas principales, entonces se deberá hacer un análisis de las mismas con las siguientes actividades. Agrupar las causas por su similitud y representarlas en un diagrama de Ishikawa, considerando que para cada grupo corresponderá una rama principal del diagrama, a la cual se le asigna un título representativo del tipo de causas en tal grupo. Este proceso de agrupación permitirá clarificar y estratificar las ideas, así como tener una mejor visión de conjunto y generar nuevas opciones.

7. Una vez realizado el DI se analiza si se ha omitido alguna idea o causa importante; para ello, se pregunta si hay alguna otra causa adicional en cada rama principal, y de ser así se agrega.

8. A continuación se inicia una discusión abierta y respetuosa dirigida a centrar la atención en las causas principales. El objetivo es argumentar en favor de y no de descartar opciones. Las causas que reciban más mención o atención en la discusión se pueden señalar en el diagrama de Ishikawa resaltándolas de alguna manera.

9. Elegir las causas o ideas más importantes de entre las que el grupo ha destacado previamente. Para ello se tienen tres opciones: datos, consenso o por votación. Se recomienda esta última cuando no es posible recurrir a datos y en la sesión participan personas de distintos niveles jerárquicos, o cuando hay alguien de opiniones dominantes. La votación puede ser Se

se



suman



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



SEV
Secretaría
de Educación

los votos y
eliminan las

ideas que recibieron poca atención; ahora, la atención del grupo se centra en las ideas que recibieron más votos. Se hace una nueva discusión sobre éstas y después de ello una nueva votación para obtener las causas más importantes que el grupo se encargará de atender.

10. Si la sesión está encaminada a resolver un problema, se debe buscar que en las futuras reuniones o sesiones se llegue a las acciones concretas que es necesario realizar, para lo cual se puede utilizar de nuevo la lluvia de ideas y el diagrama de Ishikawa. Es importante dar énfasis a las acciones para no caer en el error o vicio de muchas reuniones de trabajo, donde sólo se debaten los problemas, pero no se acuerdan acciones para solucionarlos.

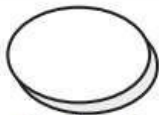
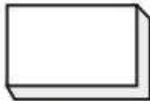
(Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2009, pág. 160)

4.6.- Diagrama de flujo.

El diagrama de flujo del proceso se refiere a la creación de un diagrama visual para describir un proceso de transformación. Los diagramas de flujo se conocen con distintos nombres: en un contexto general, como gráfica del proceso; en uno de manufactura, como diagramación del proceso del flujo y, en el contexto de las operaciones de servicios, como planos del diseño del servicio. (Administración de operaciones. Conceptos y casos contemporáneos, 2011, pág. 111)

Ilustración 2

símbolos del diagrama de flujo

Símbolo	Significado
 Finalización	Este símbolo muestra el principio y el final del diagrama de flujo, especificando con ello las fronteras del proceso de transformación a estudiar. Las palabras PRINCIPIO y FINAL deben escribirse en la parte interior del símbolo con propósitos de claridad.
 Proceso	Este símbolo denota un paso operacional o una actividad que deberá ejecutarse. Debe escribirse una breve descripción del paso operacional o de la actividad incluida dentro del símbolo con propósitos de claridad.
 Decisión/evaluación	Este símbolo representa una decisión, una evaluación, o una condición SI-ENTONCES que tiene múltiples resultados posibles (por ejemplo: ramas de flechas). La decisión, evaluación o condición debe escribirse adecuadamente dentro del símbolo con propósitos de claridad. Cada rama de la flecha Decisión/Evaluación debe estar bien etiquetada para denotar el significado del resultado de la decisión, evaluación o condición.
 Flujo	Este símbolo expresa la dirección del flujo dentro del diagrama; el flujo podría ser de materiales, información o personas (por ejemplo: clientes).

Fuente: (Administración de operaciones. Conceptos y casos contemporáneos, 2011)

4.7.- ANOVA

En estadística, encontramos el concepto de análisis de Varianza (ANOVA), que consiste en una agrupación de modelos estadísticos y sus procedimientos asociados, donde la varianza está particionada en ciertos componentes, debido a variables explicativas diversas. Si desglosamos sus siglas en inglés, ANOVA significa: ANalysis Of VARiance (Análisis de la varianza).

El Análisis de Varianza (ANOVA) es un tipo de prueba paramétrica. Esto quiere decir que deben cumplirse una serie de supuestos para aplicarla, y que el nivel de la variable de interés debe ser, como mínimo, cuantitativo.

Las primeras técnicas de análisis de varianza fueron desarrolladas en los años '20 y '30 por R.A. Fisher, un estadístico y genetista. Es por ello que el análisis de Varianza (ANOVA) también se conoce como "Anova de Fisher" o "análisis de varianza de Fisher"; esto también es

distribución F de Fisher (una distribución de probabilidad) como parte del contraste de hipótesis.

El análisis de varianza (ANOVA) surge de los conceptos de regresión lineal. La regresión lineal, en estadística, es un modelo matemático que se utiliza para aproximar la relación de dependencia entre una variable dependiente Y.

Así, un análisis de varianza (ANOVA) sirve para determinar si diferentes tratamientos muestran diferencias significativas, o si por el contrario, puede establecerse que sus medias poblaciones no difieren (son prácticamente iguales, o su diferencia no es significativa).

Cuando se aplica el análisis de varianza (ANOVA) en estudios experimentales, cada grupo consta de un determinado número de sujetos, siendo posible que difieran los grupos en cuanto a este número. Cuando el número de sujetos coincide, se habla de un modelo equilibrado o balanceado.

En estadística, para poder aplicar el análisis de varianza (ANOVA) deben cumplirse una serie de supuestos: **Normalidad**

Esto quiere decir que las puntuaciones en la variable dependiente deben seguir una distribución normal. Este supuesto se comprueba mediante las llamadas pruebas de bondad de ajuste.

Independencia

Implica que no exista autocorrelación entre las puntuaciones, es decir, la existencia de independencia de las puntuaciones entre sí. Para asegurarnos del cumplimiento de este supuesto, deberemos realizar un MAS (muestreo aleatorio simple) para seleccionar la muestra que vamos a estudiar o sobre la que vamos a trabajar.

Homocedasticidad

Este término significa “igualdad de varianzas de las subpoblaciones”. La varianza es un estadístico de variabilidad y dispersión, y aumenta cuanto mayor sea la variabilidad o dispersión de las puntuaciones.

supuesto de homocedasticidad se comprueba mediante la Prueba de Levene o la de Barlett. En caso de no cumplirlo, otra alternativa es realizar una transformación logarítmica de las puntuaciones.

(Psicologiaymente.com, 2019)

4.8.- Capacidad de procesos

Consiste en conocer la amplitud de la variación natural del proceso para una característica de calidad dada, ya que esto permitirá saber en qué medida tal característica de calidad es satisfactoria (cumple especificaciones).

Índice Cp

Indicador de la capacidad potencial del proceso que resulta de dividir el ancho de las especificaciones (variación tolerada) entre la amplitud de la variación natural del proceso.

Formula:

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

donde σ representa la desviación estándar del proceso, mientras que ES y EI son las especificaciones superior e inferior para la característica de calidad. Como se puede observar, el índice Cp compara el ancho de las especificaciones o la variación tolerada para el proceso con la amplitud de la variación real de éste.

Lo deseable es que el índice Cp sea mayor que 1; y si el valor del índice Cp es menor que uno, es una evidencia de que el proceso no cumple con las especificaciones. (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2009, pág. 101)

Índice Cr

Indicador de la capacidad potencial del proceso que divide la amplitud de la variación natural de éste entre la variación tolerada. Representa la proporción de la banda de especificaciones que es cubierta por el proceso.

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

Como se puede apreciar, el índice Cr es el inverso del Cp, ya que compara la variación real frente a la variación tolerada. Como se puede apreciar, el índice Cr es el inverso del Cp, ya que compara la variación real frente a la variación tolerada. Con este índice

se pretende que el numerador sea menor que el denominador, es decir, lo deseable son valores de Cr pequeños (menores que 1). (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2009, pág. 104)

Índice Cpi

Indicador de la capacidad de un proceso para cumplir con la especificación inferior de una característica de calidad.

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

Índice Cps

Indicador de la capacidad de un proceso para cumplir con la especificación superior de una característica de calidad.

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

Estos índices sí toman en cuenta μ , al calcular la distancia de la media del proceso a una de las especificaciones. Esta distancia representa la variación tolerada para el proceso de un solo lado de la media. Por esto sólo se divide entre 3σ porque sólo se está tomando en cuenta la mitad de la variación natural del proceso.

No obstante, para considerar que el proceso es adecuado, el valor de Cpi o Cps debe ser mayor que 1.25. (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2009, pág. 104)

Índice Cpk

Indicador de la capacidad real de un proceso que se puede ver como un ajuste del índice Cp para tomar en cuenta el centrado del proceso.

$$C_{pk} = \text{Mínimo} \left[\frac{\mu - EI}{3\sigma}, \frac{ES - \mu}{3\sigma} \right]$$

Como se aprecia, el índice Cpk es igual al valor más pequeño de entre Cpi y Cps, es decir, es igual al índice unilateral más pequeño, por lo que si el valor del índice Cpk es satisfactorio (mayor que 1.25), eso indica que el proceso en realidad es capaz. Si $Cpk < 1$, entonces el proceso no cumple con por lo menos una de las especificaciones. Algunos elementos adicionales para la

interpretación del índice Cpk son los siguientes:

- El índice Cpk siempre va a ser menor o igual que el índice Cp. Cuando son muy próximos, eso indica que la media del proceso está muy cerca del punto medio de las especificaciones, por lo que la capacidad potencial y real son similares.

- Si el valor del índice Cpk es mucho más pequeño que el Cp, significa que la media del proceso está alejada del centro de las especificaciones. De esa manera, el índice Cpk estará indicando la capacidad real del proceso, y si se corrige el problema de descentrado se alcanzará la capacidad potencial indicada por el índice Cp.

- Cuando el valor del índice Cpk sea mayor a 1.25 en un proceso ya existente, se considerará que se tiene un proceso con capacidad satisfactoria. Mientras que para procesos nuevos se pide que $Cpk > 1.45$.

- Es posible tener valores del índice Cpk iguales a cero o negativos, e indican que la media del proceso está fuera de las especificaciones.

índice Cpm

Índice de Taguchi similar al Cpk que, en forma simultánea, toma en cuenta el centrado y la variabilidad del proceso.

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

donde τ (tau) está dada por:

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

y N es el valor nominal de la característica de calidad; EI y ES son las especificaciones inferior y superior. El valor de N por lo general es igual al punto medio de las especificaciones, es decir, $N = 0.5(ES + EI)$. Nótese que el índice Cpm compara el ancho de las especificaciones con 6τ ; pero τ no sólo toma en cuenta la variabilidad del proceso, a través de σ^2 , sino que también toma en cuenta su centrado a través de $(\mu - N)^2$. De esta forma, si el proceso está centrado, es decir, si $\mu = N$, entonces Cp, Cpk y Cpm son iguales. Cuando el índice Cpm es menor que uno significa que el proceso no cumple con especificaciones, ya sea por problemas de centrado o por exceso de variabilidad.

(Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2009, pág. 106)

Índice Z

Es la métrica de capacidad de procesos de mayor uso en Seis Sigma. Se obtiene calculando la distancia entre la media y las especificaciones, y esta distancia se divide entre la desviación estándar.

$$Z_s = \frac{ES - \mu}{\sigma} \quad \text{y} \quad Z_i = \frac{\mu - EI}{\sigma}$$

La capacidad de un proceso medida en términos del índice Z es igual al valor más pequeño de entre Zs y Zi , es decir: $Z = \text{mínimo } [Z_s, Z_i]$

4.9.- Check list

Los listados de control, listados de chequeo, checklist u hojas de verificación, siendo formatos generados para realizar actividades repetitivas, controlar el cumplimiento de un listado de requisitos o recolectar datos ordenadamente y de manera sistemática. Se utilizan para hacer comprobaciones sistemáticas de actividades o productos asegurándose de que el trabajador o inspector no se olvida de nada importante.

Los principales de los checklist son los siguientes:

Durante la realización de actividades en las que es muy importante que no se olvide ningún paso y deben hacerse las tareas con un orden establecido.

- Realizar inspecciones donde se deja constancia de cuales han sido los puntos inspeccionados.
- Verificar o examinar artículos.
- Examinar o analizar la localización de los defectos. Verificando las causas de los defectos.
- Verificar y analizar las operaciones.
- Recopilar datos para su futuro análisis.

Es muy importante que las listas de control se encuentren de forma clara establecidas e incluyan todos los aspectos que pueden aportar datos de interés para la empresa. es por esto que se precisa que quede de forma correcta recogido en un listado de control:

- Qué tiene que controlarse o chequearse
- Cuál es el criterio de conformidad o no conformidad
- Cada cuánto se inspecciona
- Quién realiza el chequeo y cuáles son los procedimientos aplicables

Es necesario que se disponga de un apartado de observaciones con el fin de poder conseguir información previa sobre los posibles motivos que han causado disconformidad.

Algunos posibles aspectos a verificar en un proceso siendo estos:

- ¿Se han seguido los procedimientos?
 - ¿Los productos cumplen con las especificaciones?
 - ¿Las medidas dimensionales, el peso, el color, la rugosidad, etc. se encuentran dentro de las tolerancias?
 - ¿Ha cumplido los ensayos de resistencia, impermeabilidad, torsión, etc.?
 - ¿Se ha rellenado los registros?
 - ¿Ha existido alguna incidencia?
 - ¿Los equipos se encuentran en correcto estado de mantenimiento? ¿Y se encuentran calibrados/verificados?
 - ¿El producto final es conforme?
- (ISO tools, 2022)

4.10.- Gráfico de control.

La carta de control es una herramienta importante en el mejoramiento de los procesos. Los procesos no operan con normalidad en un estado bajo control, y la utilización de las cartas de control es un paso importante que debe darse en un programa de SPC a fin de eliminar las causas asignables, reducir la variabilidad del proceso y estabilizar su desempeño.

Una carta de control típica es la representación gráfica de una característica de calidad que se ha medido o calculado a partir de una muestra contra un número de muestra o tiempo. La carta contiene una línea central que representa el valor promedio de la característica de calidad que corresponde a un estado bajo control. También la constituyen otras dos líneas horizontales, el límite de control superior (UCL, por sus siglas en inglés) y el límite de control inferior (LCL),

los cuales se eligen de manera que, si el proceso está en control, casi todos los puntos de muestra caerán entre ellos.

(Library, 2022)

Las gráficas de control de variables grafican datos de procesos de medición continua, tales como longitud o presión, en una secuencia ordenada por tiempo. En contraste, las gráficas de control de atributos grafican datos de conteo, tales como el número de defectos o unidades defectuosas. Las gráficas de control de variables, las gráficas de variables, como todas las gráficas de control, ayudan a identificar las causas de variación que se deben investigar, de manera que usted pueda ajustar su proceso sin controlarlo exageradamente. (Support.minitab.com, 2021)

4.11.- Correlación de datos.

Dados n pares numéricos $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$, es natural hablar de que x y y tienen una relación positiva si las x grandes seorean con y grandes y las x pequeñas con y pequeñas. Asimismo, si las x grandes seorean con y pequeñas y las x pequeñas con y grandes, se asume una relación negativa entre las variables. Considere la cantidad

$$S_{xy} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) = \sum_{i=1}^n x_i y_i - \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_i\right)\left(\sum_{i=1}^n y_i\right)}{n}$$

Luego, si la relación es fuertemente positiva, una x_i por encima de la media $\bar{x}$ – tenderá a aparearse con una y_i por encima de la media $\bar{y}$ –, de modo que $(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) > 0$ y este producto también será positivo siempre y cuando x_i y y_i estén por debajo de sus medias respectivas. De este modo una relación positiva implica que S_{xy} será positiva. Un argumento análogo demuestra que cuando la relación es negativa, S_{xy} será negativa, puesto que la mayoría de los productos $(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$ seguirán siendo negativos.

El coeficiente de correlación r mide qué tan fuerte es la relación entre x y y en la muestra observada.

Las propiedades más importantes de r son las siguientes:

1. El valor de r no depende de cuál de las dos variables estudiadas es x o cuál es y .
2. El valor de r es independiente de las unidades en las cuales se midan x y y .
3. $-1 \leq r \leq 1$

4. $r = 1$ si y sólo si todos los pares (x_i, y_i) quedan en una línea recta con pendiente positiva, y $r = -1$ si y sólo si los pares (x_i, y_i) quedan en una línea recta con pendiente negativa.

5. El cuadrado del coeficiente de correlación muestral da el valor del coeficiente de determinación que resultaría de ajustar el modelo de regresión lineal simple, en símbolos $(r)^2$.

Una pregunta que suele plantearse es, “¿cuándo se puede decir que existe una correlación fuerte entre las variables y cuándo una débil?”. He aquí una regla de oro informal para caracterizar el valor de r :

Débil	Moderada	Fuerte
$-0.5 \leq r \leq 0.5$	si $-0.8 < r < -0.5$ o $0.5 < r < 0.8$	si $r \geq 0.8$ o $r \leq -0.8$

(Fundamentos de probabilidad y estadística primera edición., 2018)

4.12.- Regresión lineal.

El término análisis de regresión fue introducido por primera vez por Francis Galton a finales del siglo XIX, en conexión con su trabajo sobre la relación entre la estatura del padre y la estatura del hijo. Después de recopilar varios pares (x_i, y_i) Galton utilizó el principio de mínimos cuadrados para obtener la ecuación de la recta de regresión estimada con el objetivo de utilizarla para predecir la estatura del hijo a partir de la estatura del padre. Al utilizar la recta obtenida, Galton encontró que si la estatura del padre estaba por encima del promedio, era de esperarse que la del hijo también estuviera por encima del promedio, pero no tanto como la del padre. Asimismo, el hijo de un padre cuya estatura es más baja que la del promedio también tendría una estatura más baja que el promedio, pero no tanto como la del padre. Por tanto, la estatura pronosticada del hijo era “retrocedida” hacia la media; porque regresión significa un regreso o vuelta.

La relación matemática determinística más simple entre dos variables x y y es una relación lineal $y = b_0 + b_1 x$. El conjunto de pares (x, y) para los cuales $y = b_0 + b_1 x$ determina una línea recta con pendiente b_1 e intersección en $y = b_0$. * El objetivo de esta sección es desarrollar un modelo probabilístico lineal. Si las dos variables no están

determinística mente relacionadas, entonces con un valor fijo de x el valor de la segunda variable es incierto.

De modo más general, la variable cuyo valor es fijado por el experimentador será denotada por x y se llamará variable independiente, pronosticadora o explicativa. Con x fija, la segunda variable será aleatoria; esta variable aleatoria y su valor observado se designan por Y y y , respectivamente, y se le conoce como variable dependiente o de respuesta.

Normalmente se realizarán observaciones para varios escenarios de la variable independiente. Sean $x_1, x_2, \dots, x_n$ los valores de la variable independiente para la que se realizan las observaciones y sean Y_i y y_i , respectivamente, la variable aleatoria y el valor observado asociado con x_i . Los datos bivariantes disponibles se componen entonces de los n pares $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$. Una imagen de estos datos llamada gráfica de dispersión proporciona impresiones preliminares acerca de la naturaleza de cualquier relación. En una gráfica como esa, cada (x_i, y_i) se representa como un punto colocado en un sistema de coordenadas bidimensional.

Mientras más alto es el valor de r^2 , más exitoso es el modelo de regresión lineal simple al explicar la variación de y . Cuando se realiza un análisis de regresión mediante un programa estadístico, r^2 o $100r^2$ (el porcentaje de variación explicado por el modelo) son una parte prominente de los resultados. Si r^2 es pequeño, un analista normalmente deseará buscar un modelo alternativo (ya sea un modelo no lineal o uno de regresión múltiple que implique más de una sola variable independiente) que explique con más eficacia la variación de Y . (Fundamentos de probabilidad y estadística primera edición., 2018)

5.-Kaizen

Mejoramiento continuo son pequeños y permanentes perfeccionamientos de un sistema, proceso o unidad organizacional dentro de la empresa. Obtener productos y servicios flexibles, adaptables, de buena calidad y económicos es una meta deseable para cualquiera empresa.

Entendemos mejoramiento continuo como el cambio constante y más bien pequeño para perfeccionar un proceso, producto, ambiente o cualquier otro elemento de la organización.

En todo caso, el foco del mejoramiento continuo está en fortalecer las fortalezas, tal como en el kaizen, la filosofía japonesa de mejoramiento. Kaizen tiene su base en lo espiritual y busca destacar y perfeccionar lo bueno, a diferencia de cómo se entiende a veces en Occidente:

“corregir lo malo”. En este texto, la orientación es kaizen. De hecho, kaizen enfatiza la importancia de los procesos y de su mejoramiento para que se produzcan los resultados finales deseados. En Japón la palabra Kaizen significa algo así: hacer lo correcto en beneficio de los demás (kai = hacer lo correcto, zen = en beneficio de los demás). Es una norma ética que enaltece la relación con el otro y que deja el foco del cambio en uno mismo.

Definitivamente Kaizen es más que una técnica, es una forma de vida que involucra a todos los integrantes de la empresa, gerentes y trabajadores. (Carrasco, 2019, pág. 305)

5.1.-Historia

La metodología KAIZEN™ se ha desarrollado gradualmente durante muchas décadas. Fue presentado pública y oficialmente al mundo en la década de 1980 como una metodología sistemática a través del libro más vendido "KAIZEN™" de Masaaki Imai, el fundador de Kaizen Institute.

- **30's.** Masaaki Imai nace Tokyo, Japan.

La primera producción automotriz nacional está planificada en Japón y se observa el concepto Just-In-Time.

- **40's.** De la Segunda Guerra Mundial al periodo de reforma económica de posguerra en Japón.
- **50's.** Imai trabaja en el Centro de Productividad de Japón en los Estados Unidos y acompaña a los ejecutivos japoneses para visitar y aprender de los fabricantes estadounidenses.
- **60's.** Imai trabaja con Shoichiro Toyoda para observar la forma de negocios estadounidense.
- **80's.** Imai trabaja internacionalmente con Taiichi Ohno para difundir el mensaje del Sistema de Producción Toyota (TPS).

KAIZEN™ se presenta al mundo por primera vez, como una metodología de gestión sistemática.

- **90's.** KAIZEN™ aparece por primera vez como una palabra en el diccionario de Oxford. El término Lean fue acuñado.

Los conceptos Lean se promueven a través de varias publicaciones, incluyendo el libro Gemba KAIZEN™ de Imai.

Las herramientas, como Six Sigma, ganan popularidad aunque nublan la importancia de un enfoque sistemático.

- **00's.** Se desarrolla el KAIZEN™ Management System (KMS), para ayudar a las empresas a mejorar en base a un Modelo QCD sistemático de Calidad (Q, Quality), Coste (C) y Nivel de servicio (D, Delivery).

KAIZEN™ Change Model (KCM) se crea para mejorar la cultura KAIZEN™™, la mentalidad y los comportamientos de la organización.

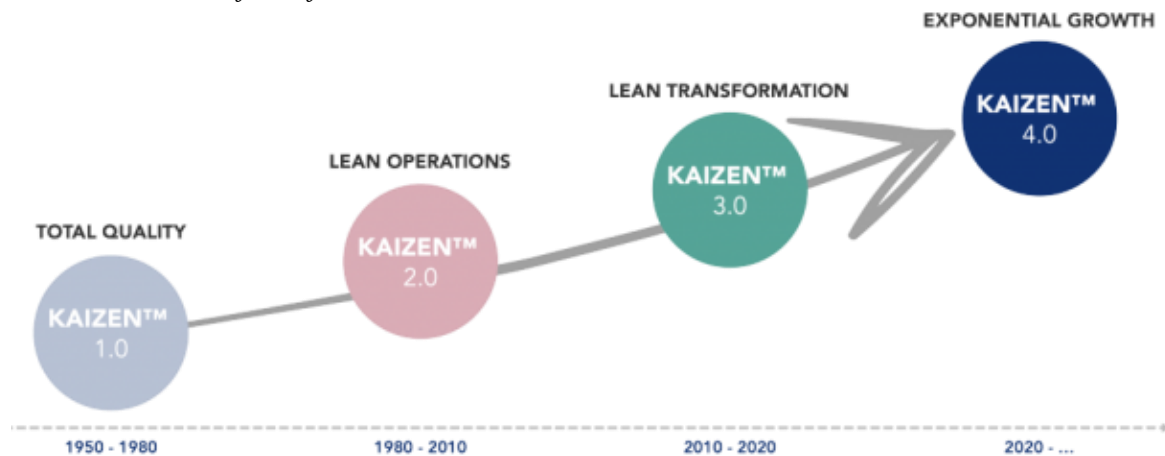
Muchas compañías comienzan a desarrollar sus propias estrategias de mejora basadas en KAIZEN™, buscando obtener mejoras sostenibles y una ventaja competitiva dentro de sus mercados.

Kaizen Institute continúa ofreciendo métodos prácticos y que se ajustan a la cultura local y la práctica empresarial, al implementar KAIZEN™ dentro de las organizaciones.

Generación KAIZEN™

- 1950-1980: Inician en Japón con el Movimiento de Calidad los primeros esfuerzos por llevar KAIZEN™ a toda la compañía.
- 1980-2010: Toyota perfecciona el Toyota Production System (TPS) y surge el término Lean
- 2010-2020: El TPS resultó muy poderoso, pero exigía un fuerte liderazgo, por lo que surge el concepto de Transformación Lean
- +2020: KAIZEN™ no se detiene y empresas tales como Toyota y Danaher expanden el Lean a todas las áreas de Crecimiento. (KAISEN INSTITUTE, 2022)

Ilustración 3 *Evolución de filosofía Kaizen*



Fuente: Evolution of KAIZEN™ | Kaizen Institute

5.2.-Filosofía

Los 10 principios de la filosofía Kaizen

La filosofía Kaizen tiene como base 10 principios fundamentales:

1. Descarta las ideas convencionales.
2. Haz que las cosas sucedan: piensa en cómo hacerlas y no por qué no se pueden hacer.
3. No te excuses ni justifiques el pasado: cuestiona tus prácticas pasadas y rescata las que fueron mejores.
4. Si algo está mal o has cometido un error, remédialo inmediatamente.
5. No busques la perfección; hazlo rápido —incluso si es el 50% del objetivo.
6. Creatividad antes que capital: usa tu sabiduría.
7. Desarrollas sabiduría cuando te enfrentas a las dificultades.
8. Pregunta «Por qué» cinco veces para buscar la raíz del problema.
9. Busca la sabiduría de muchas personas en lugar del conocimiento de solo una.
10. Nunca dejes de mejorar.

(Rodríguez, 2022)

5.3.-Aplicaciones

1. Realizar comparación y buscar las mejores prácticas, en un proceso de benchmarking, es también una herramienta del mejoramiento continuo.

2. El Flujograma de Información: Es una técnica muy poderosa y un caso particular de una propuesta más general: simplemente describir el proceso.

3. Estandarización interna y externa. El concepto existente detrás de la estandarización es la integración con el medio. La empresa está inserta en un ambiente que recibe sus productos, éste, a su vez, le proporciona insumos, personas, infraestructura y otra serie de servicios menos conocidos, entre los cuales se cuentan tecnologías, esquemas de organización, métodos de trabajo y herramientas de apoyo.

4. El efecto paraguas. Tiene que ver con el modelo personal que estamos presentando a quienes nos rodean. Por ejemplo, si queremos lograr puntualidad o mejor servicio al cliente e iniciamos un proceso de cambio, el paraguas se produce porque algunas personas tenderán a seguir el ejemplo con más interés que otras.

5. Kanban. Es un sistema visual donde los resultados de cualquier operación se manejan gráfica y manualmente en el mismo puesto de trabajo. Se trata de tener señales visuales para la comunicación y mantener siempre a la vista el proceso completo.

6. Compensadores de complejidad. La aplicación de los compensadores de complejidad es altamente efectiva para el mejoramiento continuo. No sólo neutralizan la entropía, también ayudan en la transformación de la organización. Algunos de aplicación más inmediata son: autonomía de las personas, sistemas de señales, alineamiento de intereses, integralidad del trabajo, confianza, comunicación interpersonal, preparación técnica, ambientes humanos y colaboración.

7. El momento de la verdad: ¿cómo lo hice?, ¿cómo lo puedo hacer mejor?, ¿qué riesgos no consideré?... Desde este proceso de retroalimentación surge mucho perfeccionamiento. Tiene la ventaja que a veces no lleva más que algunos segundos.

8. Seis Sigma. Es una técnica que se aplica cuando se quiere tener altos niveles de calidad en los procesos. Seis Sigma es una curva estadística donde el número de defectos por cada millón de oportunidades está en... 3,4.

9. Ciclo PDCA (del Inglés Plan Do Check Act). Desarrollado por E. Deming, destinado a corregir las debilidades de un proceso. Consiste en planificar, hacer, verificar y actuar (PHVA en español).

10. Técnica de las 5-S: traducida como COLMI: Clasificar (despejar o desechar), Ordenar, Limpiar, Mantener e Internalizar.

11. Modelo SAMME para el proceso de mejoramiento continuo, tiene 5 etapas (Seleccionar, Analizar, Medir, Mejorar y Evaluar) cuyos nombres forman el acróstico, y diez pasos.

12. Realizar tormentas de ideas, donde participa un amplio número de personas, importa la rapidez y cantidad en una primera vuelta, sin rechazar ninguna idea).

13. Implementar círculos de calidad a todo nivel, con una coordinación central que da apoyo metodológico y logístico. También se les llama centros de creatividad o grupos de mejora, en las más variadas formas de organización.

14. Las 3 C, donde se buscan acciones concretas en Calidad, Comparación y Creatividad. (Carrasco, 2019, pág. 308)

6.-Demaic

El Método DMAIC es una Herramienta de Resolución de Problemas, basada en el Análisis de Datos, que consta de 5 Pasos. (Consuunt, 2022)

La metodología DMAIC fue desarrollada inicialmente por Motorola a principios de los 90's siendo empleada en proyectos seis sigma para mejorar la calidad de los procesos. El objetivo es conocer y resolver las diferentes causas que ocasionan los defectos a través de las etapas ya definidas.

El nombre de la metodología DMAIC proviene de las siglas de las iniciales de cada etapa en inglés y que cada fase es esencial para que el proyecto seis sigma sea un éxito. La diferencia esencial entre el ciclo PDCA y la metodología DMAIC radica en que mientras el ciclo PDCA en sus fases P (plan) y D (do) define QUÉ hay que hacer, la herramienta DMAIC define además de QUÉ hay que hacer, el CÓMO lo hacemos.

(SPCgroup, 2022)

6.1.-Método

Definición

Primera etapa de DMAMC en la que se enfoca el proyecto, precisando por qué se hace, los beneficios esperados y las métricas con las que se medirá su éxito. (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2009, pág. 426)

En esta primera etapa se define el objetivo del proyecto, la forma de medir su éxito, su alcance, los beneficios potenciales y las personas que intervienen en el proyecto.

Medir

Segunda fase de DMAMC, donde se entiende y cuantifica mejor la magnitud del problema. Además, se debe mostrar evidencia de que se tiene un sistema de medición adecuado. El objetivo general de esta segunda fase es entender y cuantificar mejor la magnitud del problema o situación que se aborda con el proyecto. Por ello, el proceso se define a un nivel más detallado para entender el flujo del trabajo, los puntos de decisión y los detalles de su funcionamiento; asimismo, se establecen con mayor detalle las métricas (las Y) con las que se evaluará el éxito del proyecto. Además se analiza y valida el sistema de medición para garantizar que las Y pueden medirse en forma consistente. Además, con el sistema de medición validado

se mide la situación actual (o línea base) para clarificar el punto de arranque del proyecto con respecto a las Y. Las herramientas de mayor utilidad en esta etapa son: mapeo de procesos a un nivel detallado, métodos para realizar estudios de repetibilidad y reproducibilidad y otras técnicas estadísticas, como herramientas básicas, capacidad de proceso, AMEF y métricas Seis Sigma. (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2009, pág. 428)

Analizar

Tercera etapa de DMAMC, en donde se identifican y confirman las causas, además se entiende cómo generan el problema.

La meta de esta fase es identificar la(s) causa(s) raíz del problema (identificar las X vitales), entender cómo es que éstas generan el problema y confirmar las causas con datos. Entonces, se trata de entender cómo y por qué se genera el problema, buscando llegar hasta las causas más profundas y confirmarlas con datos. Obviamente, para encontrar las X vitales primero es necesario identificar todas las variables de entrada y/o posibles causas del problema.

Las herramientas de utilidad en esta fase son muy variadas, por ejemplo lluvia de ideas, diagrama de Ishikawa, Pareto de segundo nivel, estratificación, cartas de control, mapeo de procesos, los cinco por qué, despliegue de la función de calidad para relacionar variables de entrada con variables de salida, diseño de experimentos, prueba de hipótesis, diagrama de dispersión, entre otras. (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2009, pág. 429)

Mejorar

Cuarta etapa de DMAMC en donde se proponen, implementan y evalúan soluciones que atiendan las causas raíz del problema.

El objetivo de esta etapa es proponer e implementar soluciones que atiendan las causas raíz; es decir, asegurarse de que se corrige o reduce el problema. Es recomendable generar diferentes alternativas de solución que atiendan las diversas causas, apoyándose en algunas de las siguientes herramientas: lluvia de ideas, técnicas de creatividad, hojas de verificación, diseño de experimentos, poka-yoke, etc. La clave es pensar en soluciones que ataquen la fuente del problema (causas) y no el efecto. (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2009, pág. 429)

Controlar

Última etapa de DMAMC en donde se diseña un sistema que mantenga las mejoras logradas (controlar las X vitales) y se cierra el proyecto.

Una vez que las mejoras deseadas han sido alcanzadas, en esta etapa se diseña un sistema que mantenga las mejoras logradas (controlar las X vitales) y se cierra el proyecto. Muchas veces esta etapa es la más dolorosa o difícil, puesto que se trata de que los cambios realizados para evaluar las acciones de mejora se vuelvan permanentes, se institucionalicen y generalicen. Esto implica la participación y adaptación a los cambios de toda la gente involucrada en el proceso, por lo que se pueden presentar resistencias y complicaciones. Al final de cuentas, el reto de la etapa de control es que las mejoras soporten la prueba del tiempo. En este sentido es necesario establecer un sistema de control para:

- Prevenir que los problemas que tenía el proceso no se vuelvan a repetir (mantener las ganancias).
- Impedir que las mejoras y conocimiento obtenido se olviden.
- Mantener el desempeño del proceso.
- Alentar la mejora continua.

VI. DESARROLLO.

1. Definir

1.1. Marco de proyecto.

Marco del proyecto
Título/propósito:
APLICACIÓN DE SISTEMA LEAN EN UN PROCESO BAJO LA METODOLOGÍA DMAIC PARA DISMINUIR LOS TIEMPOS DE ENTREGA.
Necesidades del negocio a ser atendidas:
La carga a tiempo de productos en las unidades es de primordial importancia ya que permite cargar más pedidos en una misma cantidad de tiempo.
Declaración del problema:
La meta de carga son 3 unidades diarias que representa el 100% de cumplimiento en la meta diaria o 1000 artículos que representa también el 100% de cumplimientos. La baja productividad por estos atascos ha hecho que no se pueda cargar más de 700 artículos promedio por equipo (1 viaje y medio) representando un 70% de la capacidad de trabajo por turno.
Objetivo:
Diseñar e implementar un proceso estandarizado que ayude a incrementar la productividad en un 10% en un tiempo de 5 meses favoreciendo la entrega a tiempo de los embarques.
Alcance:
Limitar el proyecto al proceso previo a la validación del producto.
Roles y responsabilidades:
Jorge Antonio Gil Martínez - Residente. Ing. Mario Armando - Asesor externo, jefe del departamento de embarques M.I. Ma. Barbara Del Valle Juárez - Asesor interno.
Propietarios:
Central de Víveres del Sureste S.A. de C.V. - Departamento de embarques.
Patrocinador o Champion:
Ingeniero Mario Armando Hernández González
Equipo:
Un Residente con dos asesores, externo e interno.
Recursos:
Datos de tiempo y procesos, Personal que participa en el proceso, Computadora, celular, libros en pdf.

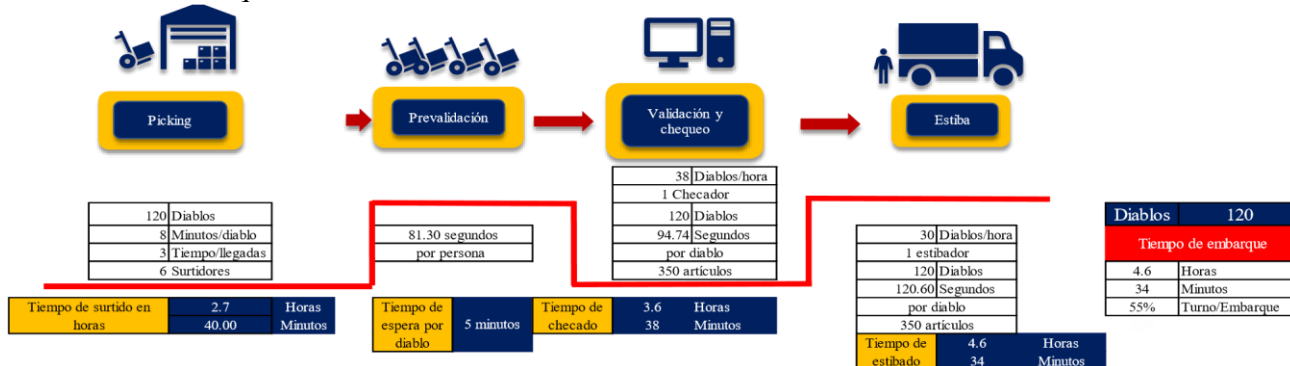
Métricas:
Número de turnos extra o en su caso el número de integrantes. Tiempo promedio de actividad. Número de artículos o en su caso el número de embarques por equipo.
Fecha de inicio del proyecto:
22-ago-22
Fecha planeada para finalizar proyecto:
22-Ene-2023
Entregable del proyecto:
Proceso estandarizado, disminución del tiempo en el proceso, equipos Kaisen, optimización del espacio de trabajo.

Organigrama de proyecto adjunto en sección de anexos.

1.2.- Estado actual de los embarques

Ilustración 4

Proceso de embarques - antes



De acuerdo con la cadena de valor de los embarques, se puede observar que el cliente es quien determina la cantidad de productos en cada pedido. En un solo embarque (Camión) pueden ir hasta 20 diferentes clientes con pequeños pedidos, lo que hace difícil el proceso de carga, ya que debe ir acomodada la mercancía en el orden que se asigna el pedido y la ruta de entrega. Los diferentes clientes y pedidos hacen que los embarques sean de diferente manera cada uno, tanto en orden como en peso y volumen, así como la cantidad de artículos que se ordene.

Un tiempo promedio de embarque es de 3 horas con 38 minutos en un embarque llamado tiradero, donde el peso llega a ser de 14 toneladas con 30 metros cúbicos de volumen en su carrocería. En este embarque pueden ir hasta un total de 800 artículos divididos en 120 tickets, donde 6 surtidores son los encargados de ir por todo el almacén recolectando los productos conforme a los pedidos. El tiempo promedio de surtido de cada estibador es de 8 minutos. Con 6 surtidores el tiempo entre llegadas promedio es de 2 minutos. El tiempo de chequeo es de 1.57 minutos por diablo cargado. Dos estibadores son los encargados de acomodar la mercancía en cada camión. El tiempo de estibado por diablo es de 2 minutos, donde se verifica el orden y que la estiba no quede floja.

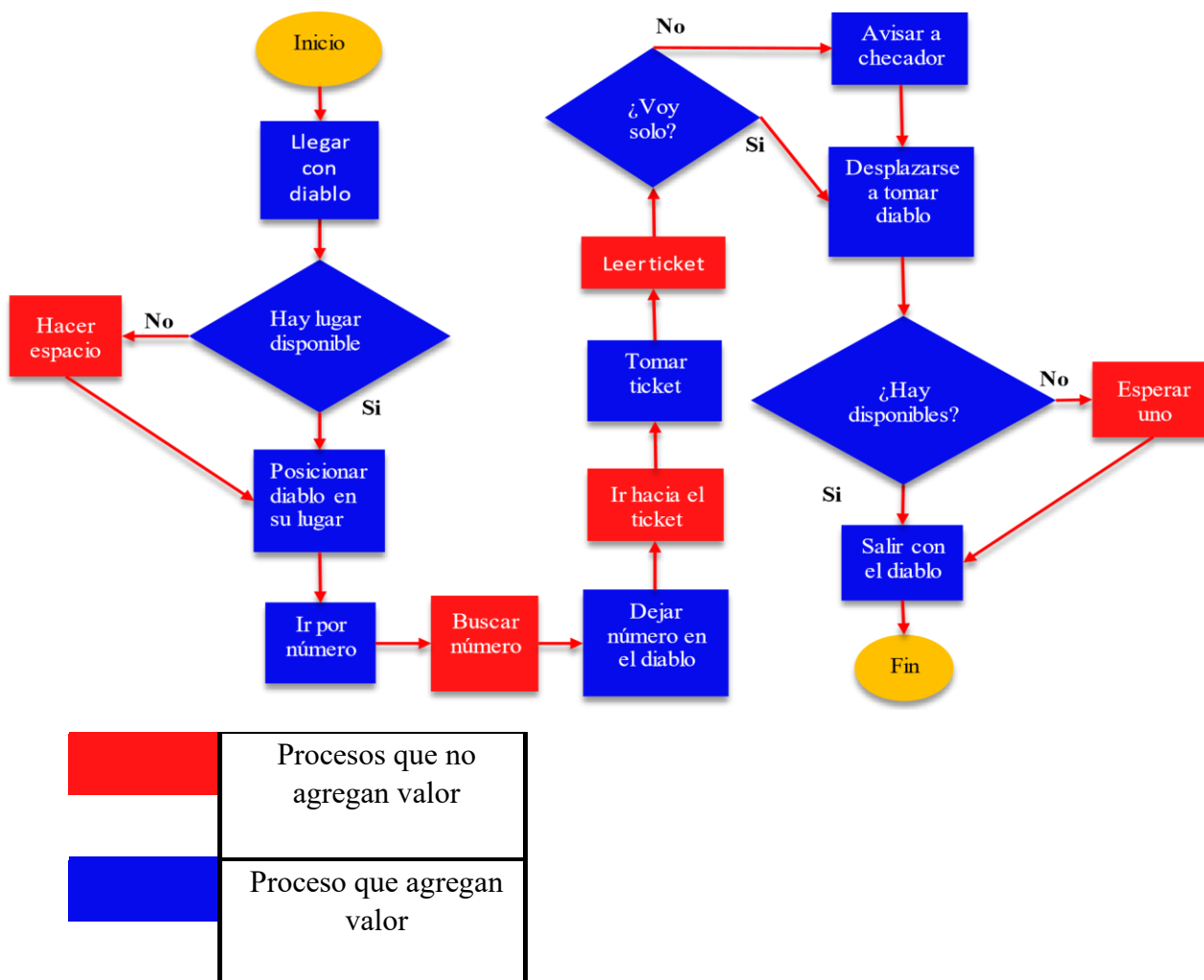
Antes de la validación y el chequeo, existe un proceso llamado pre validación donde los surtidores son los que interactúan con el ticket y el espacio de los diablos cargados.

Es en este proceso donde se identifican algunas actividades identificadas como desperdicio. Estas actividades son las encargadas de no mantener estable el proceso de pre validación, afectando a los siguiente pasos para la entrega a tiempo.

1.3.- Proceso Pre-validación actual.

Ilustración 5

Diagrama de flujo del proceso de pre validación

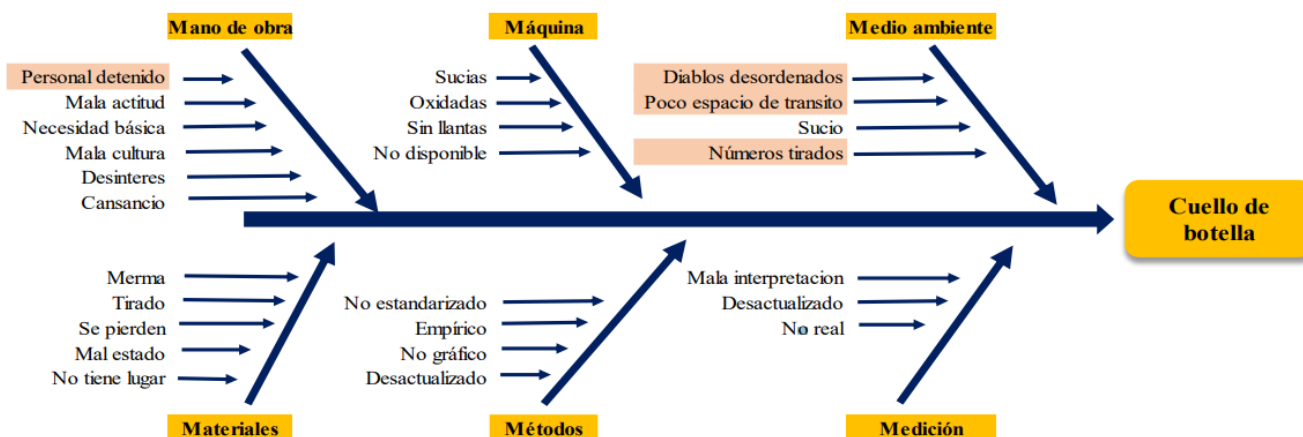


El gráfico de diagrama de flujo, muestra las actividades realizadas actualmente por los surtidores, quienes para poder realizar picking en el almacén siguen estos pasos en la zona 2. Las actividades con color rojo se identifican como aquellas que no agregan valor al proceso, o que consecuentemente provocan lentitud y cuellos de botella.

1.4.- Estudio de Ishikawa.

Ilustración 6

Diagrama de Ishikawa del cuello de botella en proceso de pre validación



El diagrama de Ishikawa nos muestra factores dentro del proceso que le afectan y crean en conjunto un cuello de botella afectando así a los procesos posteriores.

Se ha definido en las 6 M las causas que de acuerdo con el estudio realizado se pueden identificar.

Se procederá a identificar las actividades que mayormente afecten para realizar un conteo de su recurrencia en un turno de 8 horas.

2. Medir

2.1.- Toma de tiempos.

Para esta fase se retomará el método de toma de tiempos, donde se busca entender el proceso de inicio a fin y saber cuáles son los pasos más importantes para poder medir correctamente.

El proceso para medir se hará en el lapso de una semana sacando un total de 120 muestras de los trabajadores aleatoriamente, llenando en las tablas los datos obtenidos.

Tabla 1

Número de embarques por turno

TURNOS	MAÑANA	TARDE	NOCHE
#			
EMBARQUES	5	16	12

La tabla 1.- nos muestra que el turno de tarde es ideal para poder realizar el estudio ya que es donde más se concentra el número de unidades por cargar.

Tabla 2

Número de equipos por turno

TURNOS	MAÑANA	TARDE	NOCHE
# EQUIPOS	3	6	6

La tabla 2.- nos muestra la cantidad de equipos disponibles para cargar en cada turno, siendo así el turno de tarde el ideal para realizar la toma de muestras aleatorias.

Será así un total de 12 trabajadores con 10 muestras totales cada uno, permitiendo también medir cada uno de los tiempos de cada actividad.

Tabla 3

Registro de toma de tiempos/promedio de tiempos.

Actividades	Muestras										Promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Cortar ticket											
Desplazarse a tomar diablo											
Salir con el diablo											
Posicionar el diablo en su lugar											
Ir por número											
Buscar número											
Dejar número en el diablo											
Ir hacia el ticket											
Promedio											

Para la fase de medición se ocupó una tabla donde se colocó los tiempos de cada actividad tomada aleatoriamente de doce trabajadores. A cada trabajador se le tomo 10 muestras de tiempo acumulando así su tiempo del proceso a estudiar. En la tabla 3 se concentraran por promedio los datos de cada trabajador según sus muestras asignado por subprocesos.

En total se suman 120 muestras.

Tabla 4

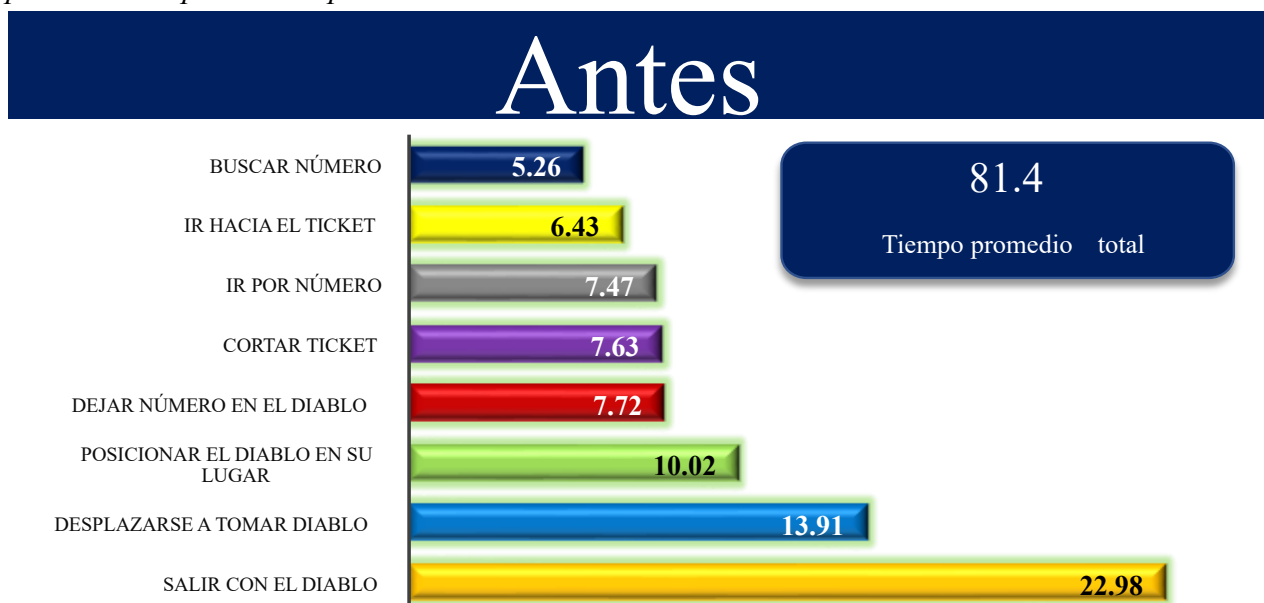
Resumen de la toma de tiempos / promedio de los datos.

Actividades	Datos												Promedio
Cortar ticket	4.95	8.97	6.43	4.24	9.86	8.10	6.63	5.67	4.52	7.81	13.96	10.48	7.63
Desplazarse a tomar diablo	7.82	8.40	10.41	18.56	18.47	15.63	11.30	16.68	22.93	10.55	8.77	17.37	13.91
Salir con el diablo	9.43	6.54	7.82	50.99	27.06	12.19	15.38	35.86	48.98	20.02	30.17	11.37	22.98
Posicionar el diablo en su lugar	5.59	6.37	6.99	13.22	13.45	13.55	13.39	10.36	8.10	8.12	13.46	7.66	10.02
Ir por número	8.92	4.19	5.29	5.67	10.15	15.77	5.41	5.90	8.41	6.03	8.29	5.64	7.47
Buscar número	3.81	2.66	5.59	8.33	8.16	9.06	4.45	2.50	3.32	2.85	9.01	3.34	5.26
Dejar número en el diablo	9.59	5.89	6.63	8.11	9.59	11.87	8.04	5.83	8.45	4.95	7.00	6.74	7.72
Ir hacia el ticket	6.15	5.01	4.11	6.75	8.58	10.67	7.26	3.98	7.17	5.18	7.40	4.91	6.43
Total	56	48	53	116	105	97	72	87	112	66	98	68	81.43

En esta tabla se muestran los datos obtenidos en la toma aleatoria del turno de tarde.

Ilustración 7 *Tiempos de
promedio del proceso de pre validación*

actividad y



Los promedios del tiempo de cada actividad se concentraron en esta tabla, donde, el tiempo promedio de actividad es de 81.43 segundos.

2.3.- Medición de factores

improductivos.

Tabla 5

Hoja de verificación de datos para factores improductivos

Factores que reducen la productividad																						
Factores	Muestras																				Total	Porcentaje
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
Poco espacio de transito																					0	
Mercancía en mal estado o faltante																					0	
Mala actitud																					0	
Diablos mal estibados																					0	
Personas detenidas																					0	
Necesidades básicas																					0	
No diablos disponibles																					0	
Números desacomodados																					0	
Diablos desordenados																					0	

Con esta tabla se recogerán el número de frecuencia con el que ocurre estos factores improductivos en el proceso de pre validación de productos.

En las casillas de muestras vacías enumeradas de 1 a 20, se escribirá el número 1 para marcar que ha ocurrido en el momento de la revisión. Se revisará cada 2 minutos de acuerdo a los rondines de supervisión en el área, durante los 480 minutos del turno.

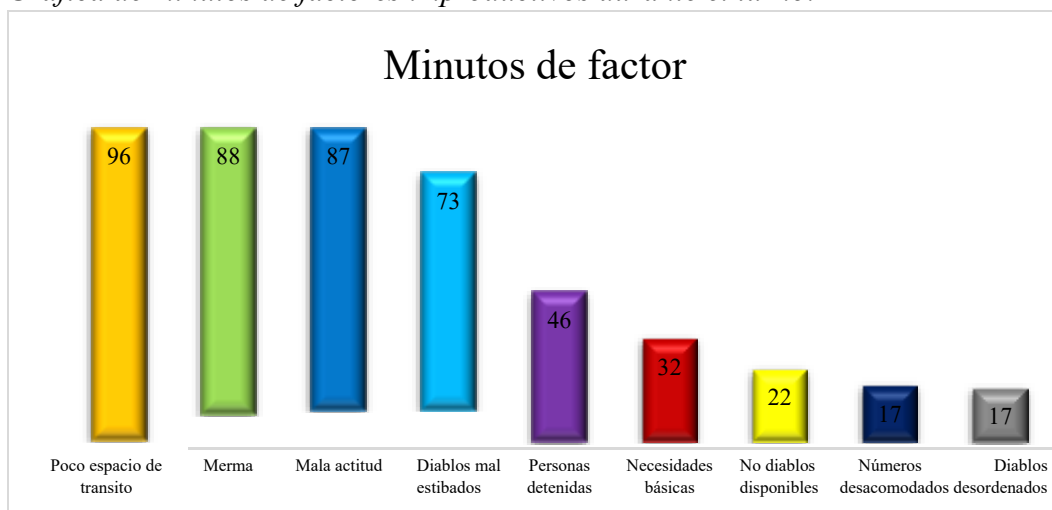
Tabla 6

Resumen de frecuencias de factores improductivos

Factores	Frecuencia	Porcentaje	Minutos
Diablos desordenados	133	20%	96
Números desacomodados	122	18%	88
Poco espacio de tránsito	120	18%	87
Personas detenidas	101	15%	73
No diablos disponibles	64	10%	46
Mala actitud	44	7%	32
Necesidades básicas	31	5%	22
Diablos mal estibados	24	4%	17
Merma	23	3%	17
Total	662	100%	480

Ilustración 8

Gráfica de minutos de factores improductivos durante el turno.



Durante un turno de 8 horas convertido en minutos, (480 minutos) se sacaron 120 muestra de frecuencia de ocurrencias donde cada 2 minutos se contaba una ocurrencia en caso de que en ese momento se estuviera presentando. La tabla representa los minutos de cada factor, según el porcentaje de ocurrencia en el turno. Teniendo un total de 662 ocurrencias. De estas se parte para realizar un diagrama de Pareto.

2.4.- Medición de número de carretillas de carga.

Tabla 7

Conteo de diablitos de carga

Personas	Muestras															
	Tiempo	Diablos	Tiempo	Diablos	Tiempo	Diablos	Tiempo	Diablos	Tiempo	Diablos	Tiempo	Diablos	Tiempo	Diablos	Tiempo	Diablos
1	54.62	8	42.27	3	56.09	10	123.3	6	186.19	17	79	16	98.95	13	42.53	12
2	41.66	5	38.14	4	37.42	7	99.89	7	105.53	18	107.63	20	49.23	6	77.16	17
3	53.81	11	43.66	9	36.06	8	177.77	22	95.46	15	72.79	15	75.15	11	52.79	13
4	78.18	14	34.74	5	76.3	5	121.35	19	103.28	17	55.71	3	51.21	9	233.87	20
5	47.05	5	52.18	7	68.02	16	244.08	18	79.27	13	50.31	10	58.8	12	251.3	20
6	40.38	8	75.43	15	52.07	5	110.62	19	76.43	14	63.62	12	59.01	10	247.02	22
7	74.85	16	39.18	6	106.26	4	82.72	17	137.98	19	29.58	10	61.06	12	181.32	18
8	56.35	6	54.42	12	34.72	6	59.81	14	92.01	16	76.5	13	35.89	14	52.59	10
9	64.12	14	61.31	7	66.07	7	75.43	14	78.06	9	60.14	11	97.17	14	38.21	10
10	51.58	9	52.61	8	102.27	6	56.34	6	134.25	17	115.25	22	45.52	17	39.37	11
11	47.777	6	37.59	5	179.73	8	58.14	7	83.16	16	219.16	20	38.71	13	79.11	8
12	52.33	8	55.06	7	140.52	6	74.31	6	88.33	17	159.4	17	32.7	9	45.19	13

De igual manera cada 2 minutos según los rondines de supervisión se contaron el número de diablitos de carga que había en el área.

3. Analizar

3.1.- Estudio de Pareto – Factores improductivos.

Tabla 8

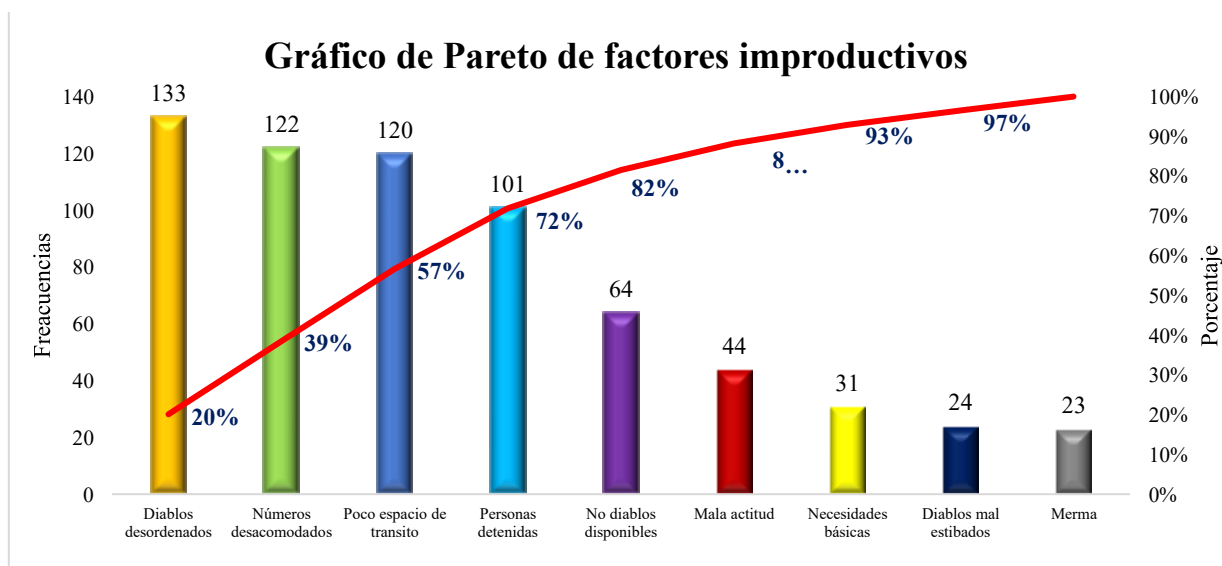
Tabla de frecuencia acumulada de factores improductivos.

Factores	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado	Minutos
Diablos desordenados	133	20%	20%	96
Números desacomodados	122	18%	39%	88
Poco espacio de transito	120	18%	57%	87
Personas detenidas	101	15%	72%	73
No diablos disponibles	64	10%	82%	46
Mala actitud	44	7%	88%	32
Necesidades básicas	31	5%	93%	22
Diablos mal estibados	24	4%	97%	17
Merma	23	3%	100%	17
Total	662	100%		480

Se puede observar en este gráfico a cuatro actividades que representan el 72% de el acumulado de los problemas, sin embargo, existe una actividad que sobre sale del resto y representa según la regla de Pareto, el 80-20 donde el 20% de las causas, crea el 80% de los problemas. En este caso el 20% es representado por diablos desacomodados.

Ilustración 9

Gráfico de Pareto de factores improductivos



Con el estudio de Pareto se puede determinar que las causas principales de la improductividad o generación de cuello de botella están dadas por cuatro factores los cuales según el diagrama de Ishikawa pertenecen a factores de medio ambiente, dado por el lugar de trabajo. Existe un factor importante que representa el 20% de los problemas y genera el 80% de los problemas de improductividad o cuello de botella, según la regla de Pareto. El factor es diablos desordenados, esto representa un mal acomodo de los diablos llenos en el espacio previo a la validación de productos. Generando así un embotellamiento de diablos llenos.

Si bien estos factores tienen relación también con mano de obra, ya que son el personal de trabajo, quienes determinan las condiciones óptimas del lugar de trabajo, y quienes se encargan de mantener todo en orden y listo para realizar las actividades. Esto a su vez se deriva de un proceso no estandarizado, pues debido al aprendizaje empírico, cada trabajador, labora a manera de su criterio propio y no con estándares de buen desempeño o con calidad en cuanto a sus actividades.

3.2.- Estudio de Pareto de tiempos del proceso de pre validación.

Tabla 9

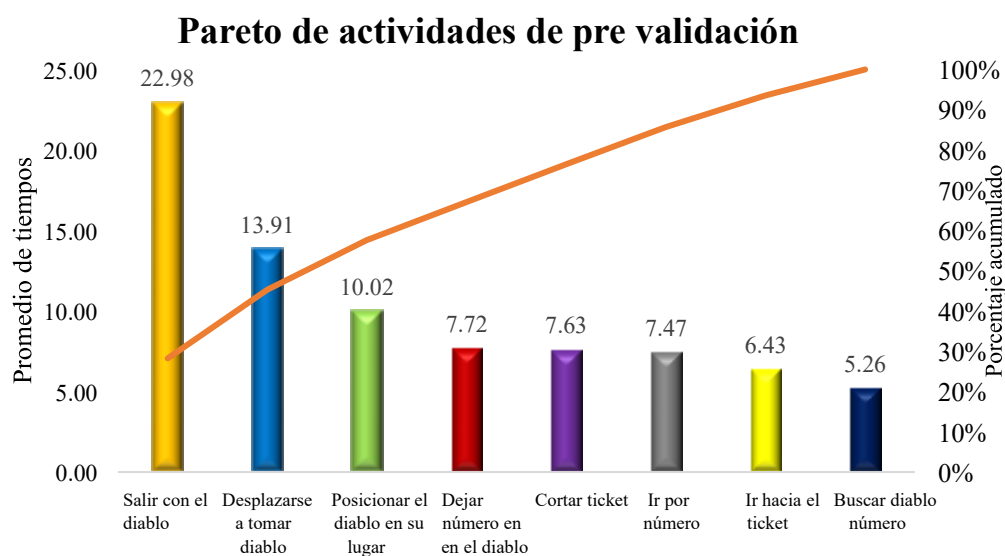
Tabla de Tiempos y porcentajes acumulados por actividad.

Código	Actividades	Promedio en segundos	%	% Acumulado
A	Salir con el diablo	22.98	28%	28%
	Desplazarse a tomar diablo	13.91	17%	45%
	Posicionar el diablo en su lugar	10.02	12%	58%
	Dejar número en el diablo	7.72	9%	67%
	Cortar ticket	7.63	9%	76%
B	Ir por número	7.47	9%	86%
	Ir hacia el ticket	6.43	8%	94%
	Buscar número	5.26	6%	100%
	Total	81.43		

Esta tabla contiene los tiempos promedio de las actividades para realizar un estudio de Pareto e identificar actividades que retrasan la operación.

Ilustración 10

Gráfica de Pareto de tiempos de actividad en el proceso de pre validación



El gráfico de Pareto de los tiempos de actividad muestra que salir con diablo y desplazarse a tomar uno vacío son el 20% del problema que afecta el proceso. Se detecta también que se tiene

relación con el estudio de Pareto de

los factores

improductivos, donde tiene relación el espacio de trabajo mal organizado y la poca importancia del personal.

3.3.- Estudio del flujo del proceso.

Ilustración 11

Gráfica de identificación de actividades innecesarias en el flujo del proceso.

Proceso graficado	Embarques		Gráfica del proceso de flujo			Resúmen	Actual	Prop.	Ahorro
Operación:	Zona 2					Operaciones	17.65		
Graficado por:	Jorge Antonio Gil Martínez		¿Puede eliminar?	Transportes	35.53				
Grafica número:	1		¿Puede cambiar?	Inspecciones	5.26				
Fecha:	08/09/20220 6:19 p. m.		¿Puede cambiar la secuencia?	Demoras	22.98				
Comentario:	El estudio del proceso se llevo de manera presencial.			Almacenamientos					
				Tiempo	81.43				
				Distancia					
Distancia en segundos	Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenamiento	Presente☒ Propuesto☐ Actividades	Notas		
	10.02						Posicionar el diablo en su lugar	Diablos estorbando el paso	
	7.47						Ir por número	No hay paso	
	5.26						Buscar número	Números desordenados	
	7.72						Dejar número en el diablo	No hay paso	
	6.43						Ir hacia el ticket	No hay paso	
	7.63						Cortar ticket	Lo leen mucho antes de cortar	
	13.91						Desplazarse a tomar diablo	No hay disponibles en horas pico	
	22.98						Salir con el diablo	No hav paso	

En esta gráfica muestra el flujo del proceso actual, donde se puede observar las actividades que no agregan valor anexando sus tiempos para su mayor comprensión.

Los desperdicios en un proceso son de mayor importancia en eliminar, pues son de donde parte un proyecto de mejora, en este caso el proceso presenta una actividad de demora cuyo tiempo total es de 22.98 segundos. Se clasifica de demora puesto que esperar un diablo vacío para poder seguir con el surtido de los productos en el almacén no representa ningún valor en el proceso. Debido a esto se debe eliminar o reducir el tiempo de esa actividad.

3.4.- ANOVA

Los datos obtenidos en la toma de tiempos de las actividades se deben estudiar para así determinar el tipo de distribución que sigue, para así poder determinar su capacidad y verificar que los datos estén dentro del rango del tiempo estimado.

Se realizará un estudio ANOVA para verificar la hipótesis, donde se menciona que los 12 trabajadores estudiados están siguiendo un tiempo promedio de actividad igual o diferente, puesto que de ser igual sus medias nos estará indicando que no solo es un grupo de trabajadores los que están teniendo el mismo resultado, sino que la mayoría están implicando el mismo problema.

ANOVA de tiempo de proceso de pre validación antes.

Se necesita conocer si el tiempo promedio de cada trabajador es el mismo en cada muestra del proceso.

Tabla de muestras de toma de tiempos del proceso de pre validación.

Tabla 10

Estudio ANOVA para prueba de hipótesis

Personas	Muestras									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	54.62	41.66	53.81	78.18	47.05	40.38	74.85	56.35	64.12	51.58
2	47.78	52.33	42.27	38.14	43.66	34.74	52.18	75.43	39.18	54.42
3	61.31	52.61	37.59	55.06	56.09	37.42	36.06	76.30	68.02	52.07
4	106.26	34.72	66.07	102.27	179.73	140.52	123.30	99.89	177.77	121.35
5	244.08	110.62	82.72	59.81	75.43	56.34	58.14	74.31	186.19	105.53
6	95.46	103.28	79.27	76.43	137.98	92.01	78.06	134.25	83.16	88.33
7	79.00	107.63	72.79	55.71	50.31	63.62	29.58	76.50	60.14	115.25
8	219.16	159.40	98.95	49.23	75.15	51.21	58.80	59.01	61.06	35.89
9	97.17	45.52	38.71	32.70	42.53	77.16	52.79	233.87	251.30	247.02
10	181.32	52.59	38.21	39.37	79.11	45.19	63.61	56.08	46.88	52.75
11	57.93	86.05	84.23	50.57	85.80	92.25	201.71	75.26	97.58	149.13
12	142.30	46.18	58.18	55.30	72.84	81.65	43.87	31.97	69.03	73.74

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna No todas las medias son iguales
Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Análisis de Varianza

MC					
Fuente	GL	SC	Ajust. Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	9	35874	3986	1.78	0.080
Error	110	246485	2241		
Total	119	282359			

Valor $F = 1.78$:

El valor F es el estadístico de prueba en el ANOVA, y representa la relación entre la variabilidad entre grupos y la variabilidad dentro de los grupos, un valor F de 1.78 no es muy grande, lo que sugiere que la diferencia entre las medias de los grupos no es significativamente alta.

En términos generales, esto indica que no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula a un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$), ya que el valor p es mayor que α .

Conclusión

En conclusión, con un valor F de 1.78 y un valor p de 0.080, no se rechaza la hipótesis nula de igualdad de medias entre los grupos. Esto sugiere que, según este análisis, no hay diferencias significativas entre las medias de los grupos considerados.

3.5.- Estadísticas de los

datos antes.

Tabla 11

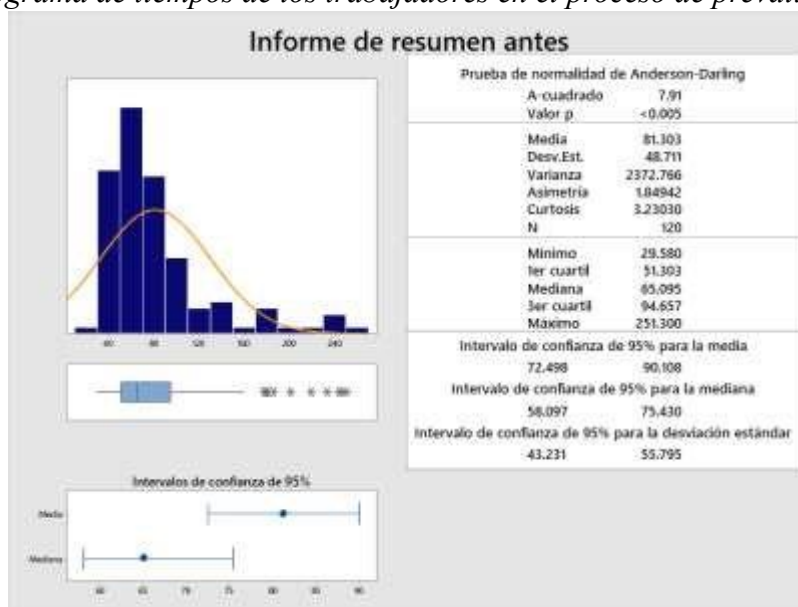
Datos estadísticos de la toma de tiempos a los trabajadores.

Estadísticas

Variable	N	N*	Media	Error estándar de la media	Desv.Est.	Varianza	Suma	Mínimo	Q1	Mediana
C1	120	0	81.30	4.45	48.71	2372.77	9756.38	29.58	51.30	65.09
Variable	Q3	Máximo	Rango	Curtosis						
C1	94.66	251.30	221.72	3.23						

Ilustración 12

Histograma de tiempos de los trabajadores en el proceso de prevalidación



Se observa que la media del proceso de pre-validación se encuentra en 81.30segundos y una desviación estándar de 48.71. Los datos se encuentran hacia el lateral izquierdo dando un histograma exponencial.

3.6.- Estudio de correlación de los datos.

Tabla 12 *análisis de correlación*

Método

Tipo de correlación Pearson

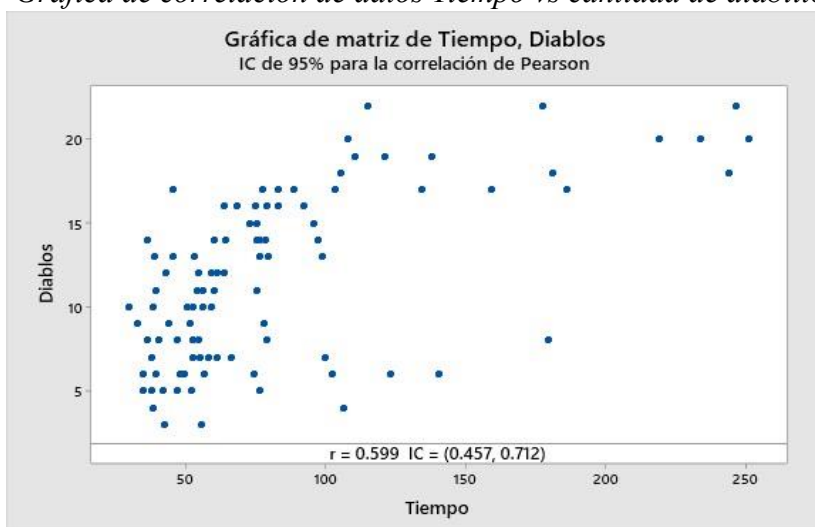
Filas utilizadas 100

Correlaciones

	Tiempo
Diablos	0.599

Ilustración 13

Gráfica de correlación de datos Tiempo vs cantidad de diablitos de carga.



Con una correlación de $r = 0.599$ se puede concluir que se mantiene una relación moderada del tiempo del proceso de pre validación, con el número de diablitos de carga en el espacio de trabajo afectando en algún momento siempre y cuando se pase del número promedio de diablitos.

3.6.1.- análisis de regresión lineal.

Tabla 13

Análisis de regresión

Resumen del modelo

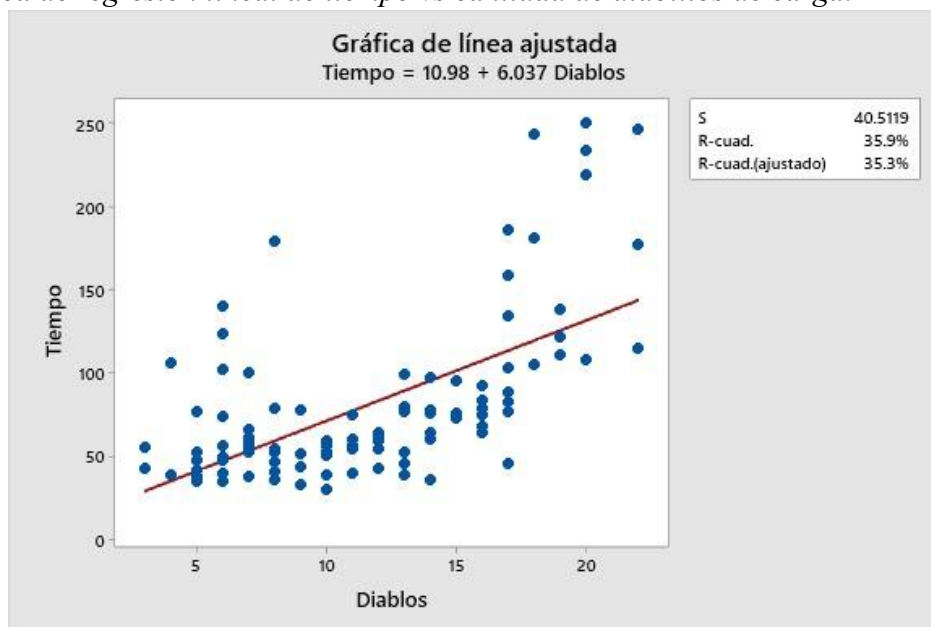
		R-cuad.
	S	R-cuad. (ajustado)
	40.5119	35.92%
		35.27%

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	90170	90170.0	54.94	0.000
Error	98	160839	1641.2		
Total	99	251009			

Ilustración 14

Gráfica de regresión lineal de tiempo vs cantidad de diablitos de carga.



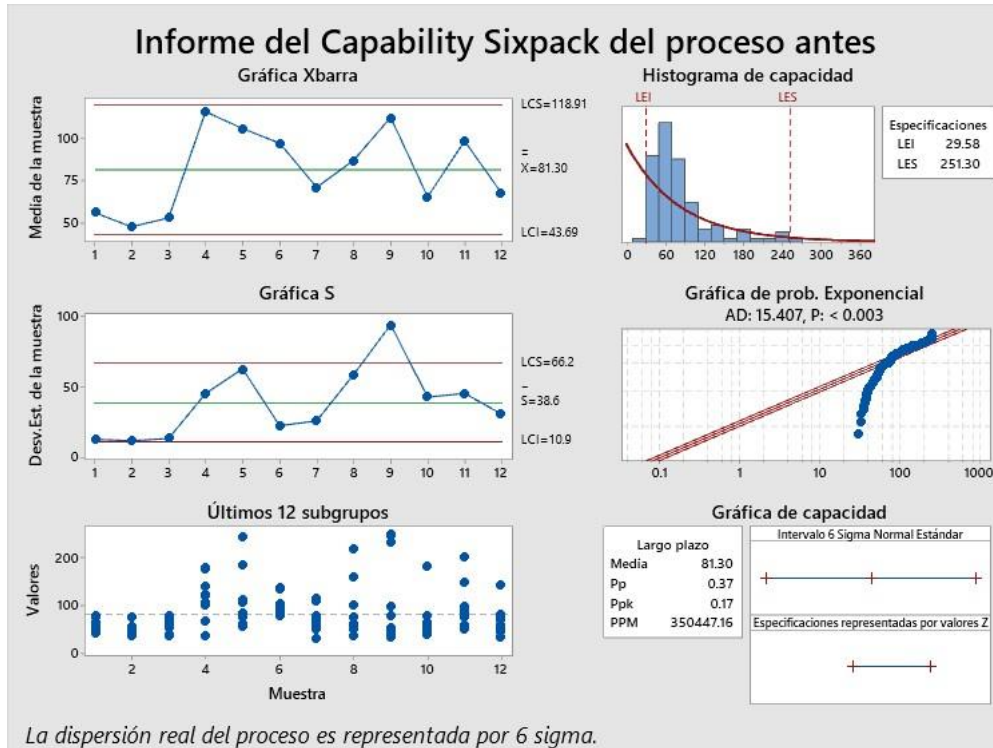
De acuerdo con la línea de tendencia del estudio de regresión lineal se muestra una línea positiva, por lo que podemos afirmar que además de tener relación el tiempo con la cantidad de diablitos, a mayor número de diablitos mayor será el tiempo del proceso.

3.7.- Capacidad del

proceso.

Ilustración 15

Informe de capacidad del proceso de prevalidación.



Se muestra un proceso inestable en sus gráficas de tendencia de media y desviación estándar. Con un PPM de 350447.16 errores por millón de oportunidades.

Tabla 14

Tabla de valores para evaluar proceso. (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2009, pág. 102)

TABLA 5.1 Valores del C_p y su interpretación.		
VALOR DEL ÍNDICE C_p	CLASE O CATEGORÍA DEL PROCESO	DECISIÓN (SI EL PROCESO ESTÁ CENTRADO)
$C_p \geq 2$	Clase mundial	Se tiene calidad Seis Sigma.
$C_p > 1.33$	1	Adecuado.
$1 < C_p < 1.33$	2	Parcialmente adecuado, requiere de un control estricto.
$0.67 < C_p < 1$	3	No adecuado para el trabajo. Es necesario un análisis del proceso. Requiere de modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria.
$C_p < 0.67$	4	No adecuado para el trabajo. Requiere de modificaciones muy serias.

Debido a que se muestran valores del $PP = 0.37$ y de $PPk = 0.17$ y comparándolos con la tabla 5.1 de valores de indicadores de capacidad de CP. Se puede concluir que el proceso no se encuentra estable y requiere mejoras.

Tabla 15

Niveles de sigma (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2009, pág. 113)

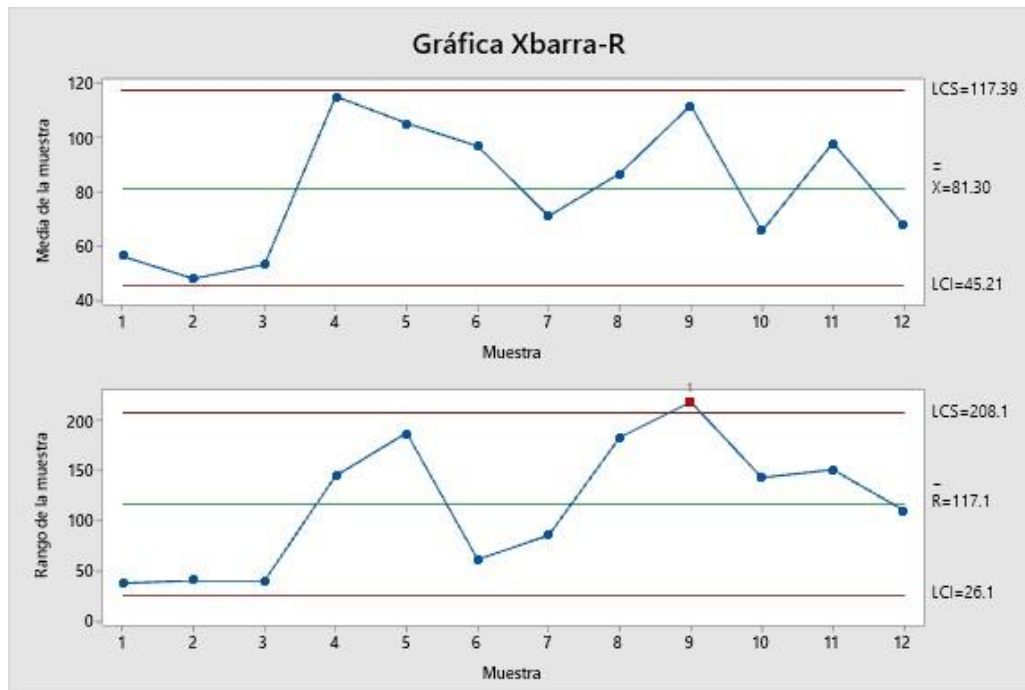
TABLA 5.4 Reducción de defectos al subir el número de sigmas de un proceso.			
PASAR DE	A	FACTOR DE REDUCCIÓN DE DEFECTOS	REDUCCIÓN PORCENTUAL
2 sigmas (308 537 PPM)	3 sigmas (66 807 PPM)	5	78%
3 sigmas (66 807 PPM)	4 sigmas (6 210 PPM)	11	91%
4 sigmas (6 210 PPM)	5 sigmas (233 PPM)	27	96%
5 sigmas (233 PPM)	6 sigmas (3.4 PPM)	68	99%

Las partes por millón de oportunidades según (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2009, pág. 113) Muestran que el proceso se encuentra con un $PPM = 350447.16$ defectos por millón.

3.7.1.-Gráficos de control antes.

Ilustración 16

Gráfico X-r

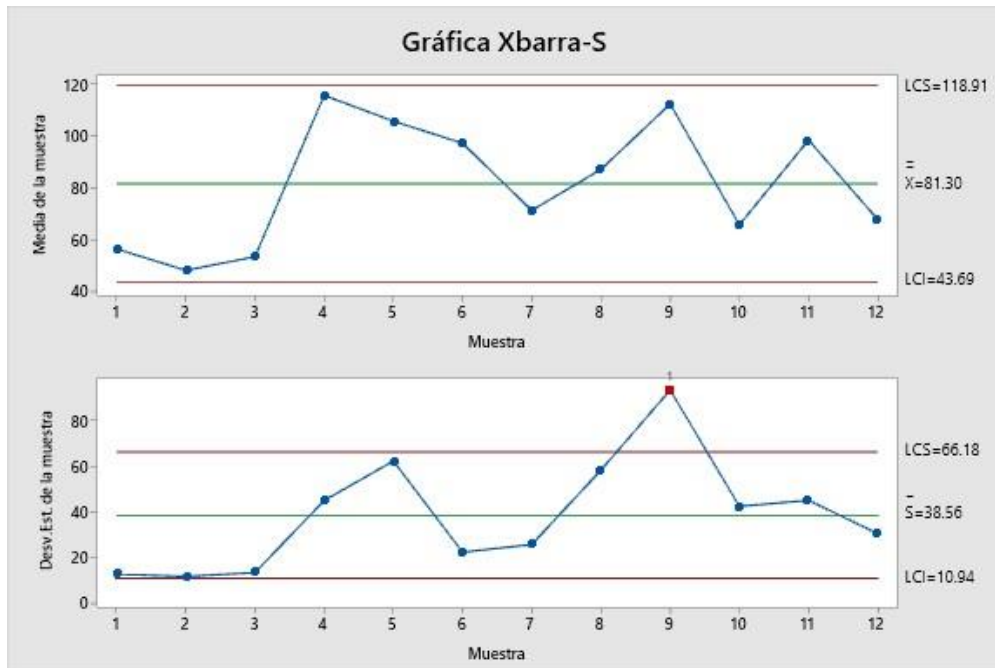


De acuerdo con el estudio de las medias, se muestra una tendencia hacia el límite superior, donde 6 puntos se muestran por encima de la media.

El rango nos muestra un punto fuera del límite. El punto 9 nos hace referencia a que ese trabajador o muestra tardo de más en el proceso a diferencia de los demás.

Ilustración 17

Gráfico X-s



Los dos gráficos nos muestran los datos obtenidos de las muestras de tiempo, donde según la media representa 81.30 segundos.

Existe tendencia en 6 puntos de estar hacia un solo lado de los límites, en este caso el límite superior. Según, (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2009, pág. 200)

Patrón 1. Desplazamientos o cambios en el nivel del proceso. Este patrón ocurre cuando uno o más puntos se salen de los límites de control o cuando hay una tendencia larga y clara a que los puntos consecutivos caigan de un sólo lado de la línea central.

Estos cambios especiales pueden ser por:

- La introducción de nuevos trabajadores, máquinas, materiales o métodos.
- Cambios en los métodos de inspección.
- Una mayor o menor atención de los trabajadores.
- Porque el proceso ha mejorado (o empeorado).

El punto cuatro hace relación según los factores que reducen la productividad estudiada en el diagrama de Pareto, donde nos menciona que el personal está detenido en variadas ocasiones.

4. Mejorar

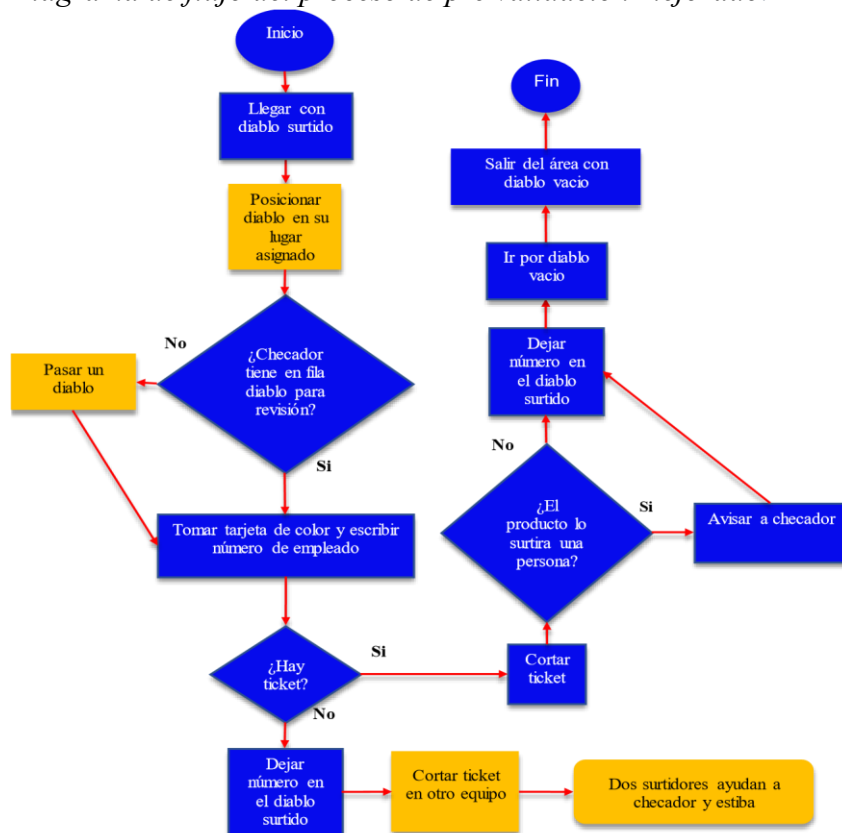
Al iniciar la fase de mejoras es de vital importancia el iniciar a los trabajadores involucrados a tener una mentalidad de trabajo en equipo y de poner disciplina en los valores que en ella incurren puesto que eso mejorara las condiciones de la mejora continua y la facilidad con la que requiere incluirse. Los folletos entregados a los trabajadores se encuentran en la parte de anexos de este documento.

4.1.- Estandarización del proceso.

Propuesta de proceso mejorado. Diagrama de flujo proceso de pre validación.

Ilustración 18

Diagrama de flujo del proceso de pre validación mejorado.



Para la nueva propuesta, se evaluaron las actividades que no generaban valor en el proceso actual, de esta manera se presenta un nuevo proceso donde no se tomen demasiadas decisiones y por medio de información visual se ayude a seguir los pasos sin necesidad de preguntar o interrumpir a los demás compañeros, eliminando también los desperdicios identificados en la etapa de análisis

Las actividades en color amarillo muestran valor dentro de este proceso.

Para estandarizar el proceso se necesita revisar el paso a paso de las nuevas actividades propuestas, por lo que se describirán a continuación.



Descripción de actividades del nuevo proceso.

1.- Llegar con diablo.

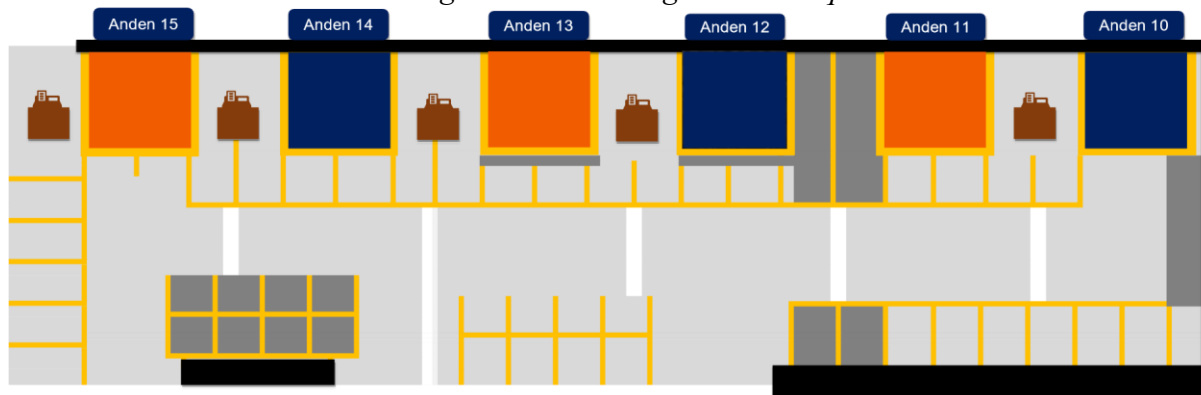
Este paso es general, ya que permite identificar la ruta de las entradas y salidas del área de validación de productos. Para seguir este paso se debe mantener en orden el espacio, ya que de lo contrario no existirán estas rutas de acceso y salida. El surtidor ingresará al área de validación por la ruta asignada según el andén en el que se encuentre.

2.- Posicionar diablo en su lugar.

Cada surtidor posicionará su diablo cargado de mercancía de acuerdo con el tipo de cliente que le indica su ticket, se guiará por el color que le marque su ticket, identificando si es volumen o peso, de igual manera se identificará la dirección en la que estará viendo el diablo. Estarán asignadas las casillas en el piso donde dejara posicionado el diablo cargado.

Ilustración 19

Diseño de acomodo de diablitos de carga en área de carga de embarques.



- Líneas de división para diablitos de carga.
- Zonas oscuras para diablitos vacíos.

Por medio de este diseño y su división de estacionamiento tipo batería se fomenta el buen acomodo y la manipulación fácil de los diablitos cargados y vacíos.

Las líneas divisorias determinarán el espacio para cada diablo cargado. Las rampas estarán determinadas por un color cada una. De esta forma se asignarán en cada casilla un número para

empezar a llenar con diablos cargados, teniendo en cuenta una secuencia numérica empezando de lo más cercano al checador hasta la salida.

Las áreas en color gris son para diablos vacíos.

A continuación, se presentan algunas simulaciones para cada andén.

Ilustración 20

Ejemplo de acomodo de diablitos de carga en los espacios del área de carga de embarques en andenes 10, 12 y 14.

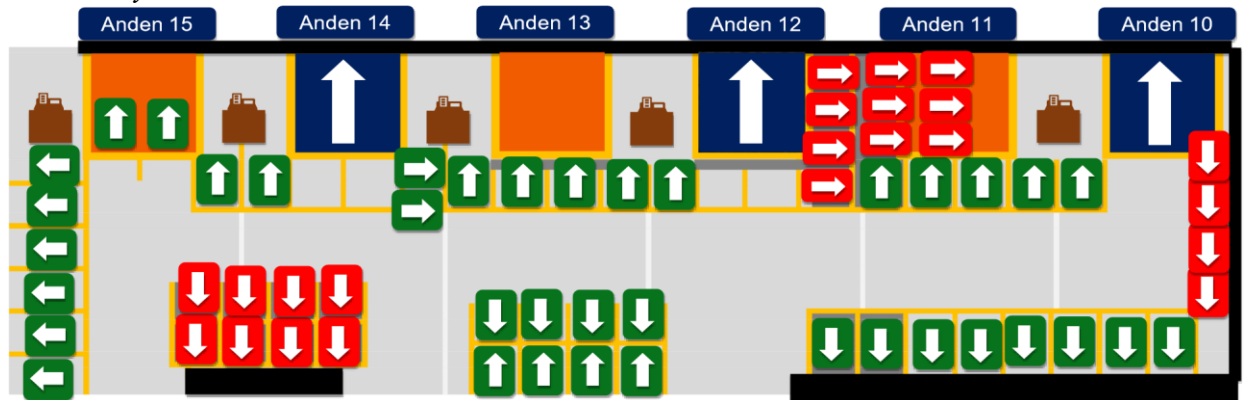


Ilustración 21

Ejemplo de acomodo de diablitos de carga en los espacios del área de carga de embarques en andenes 11, 13 y 15.



Flechas en color rojo son diablos vacíos, flechas en verde son diablos llenos.

Estas muestras de acomodo servirán de guía al checador y supervisor de área para poder mantener un flujo correcto de diablos y mantener en orden.

El diseño está calculado con el número de diablos reales, donde según el número de personas en el equipo es el número óptimo para cada anden.

3.- Pasar un diablo.

El surtidor que haya llegado al área y ya haya puesto el diablo cargado en su lugar, tiene la responsabilidad de observar si su checador tiene un diablo en validación o si no lo tiene. Si tiene un diablo o más, el surtidor debe revisar si hay diablos vacíos para acomodar en su lugar. De lo contrario si el checador no está validando o está por terminar, el surtidor identificará el diablo que siguen en la secuencia acordada por su checador, según el color de cliente y si es peso o volumen.

Por medio de los números de colores el diablo cargado estará identificado según el pedido. En el marco de la rampa estará colocada una tarjeta del color del pedido que se estará cargando en el camión. El checador será el encargado de ir colocando el color indicado.

Inmediatamente el surtidor escogerá el diablo de acuerdo con el pedido o el color, y se lo acercará al checador para revisar el producto.

Ilustración 22

Tarjetas de colores de orden pedidos para avance de carga



Las tarjetas son en tamaño carta impresos en papel adhesivo, pegadas sobre vinil imantado. Son 4 colores los que irán consecutivamente empezando por el color verde, azul, amarillo y rojo.

Ilustración 23

Simbología de colores para tarjetas.



Verde = 1.- Pedido

Azul = 2.- Pedido

Amarillo = 3.- Pedido

Rojo = 4.- Pedido

Donde el orden de los pedidos va en secuencia a los colores de un semáforo. Verde-primer pedido, azul-segundo pedido, Amarillo-tercer pedido, Rojo-cuarto pedido. El usar un código de colores estandarizado facilita la comunicación entre los miembros del equipo y reduce la posibilidad de malentendidos. Se entienden rápidamente el significado de cada color sin necesidad de explicaciones adicionales.

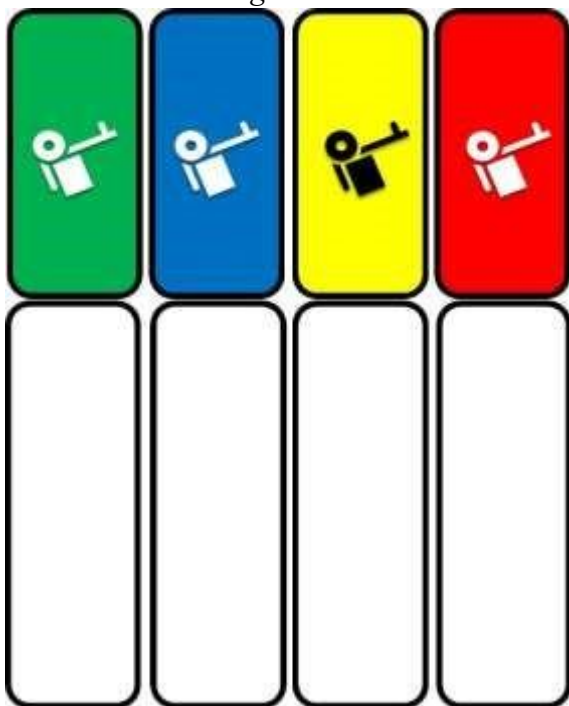
Así en secuencia repetidas continuamente según el número de pedidos.

4.- Tomar un número

Una vez que el surtidor haya pasado o no un diablo a validación, tomará la tarjeta de color que se le indique en el ticket previamente surtido, anotando su número de empleado en la casilla blanca con el plumón que se encuentra en cada mesa.

Ilustración 24

Tarjetas de colores para número de empleado borrables para orden de pedidos en diablitos de carga.



En la parte blanca será donde cada surtidor escribirá a mano su número.

En caso de tener tarjetas sucias se hará la limpieza y acomodo para seguir usando.

5.- Cortar ticket.

Antes de retirarse de esa zona, se debe tomar el siguiente ticket a surtir.

En caso de ya no existir ticket para surtir, los integrantes pasarán a las actividades asignadas para mantener el área ordenada y posteriormente integrarse a otro equipo a surtir.

A excepción del surtidor que llegó tarde en ese día y el surtidor que comisiono poco el día anterior, se quedará para ayudar a checador a meter y sacar diablos, así como apoyar a estibadores.

Los surtidores que en ese turno estuvieron de apoyo, ya no contarán para el siguiente día para tener de apoyo.

Una vez cortado ticket se debe avisar a checador si se requieren de más integrantes para surtir solo en caso necesario.

6.- Dejar número en el diablo.

La tarjeta donde se escribió el número se procede a dejarla en el diablo surtido con el color indicado en el ticket anterior.

7.- Tomar un diablo.

Los diablos vacíos estarán ordenados y dispuestos lo más cercano posible a la salida del área. El surtidor está obligado a no desacomodar los demás diablos vacíos para no perjudicar a sus compañeros.

8.- Salir con el diablo.

Una vez tomado el diablo adecuado, se procede a salir del área y seguir con el proceso de surtido.

Los suplementos aplicados a
proceso son:

este

Tabla 17

Suplementos para tiempo estándar. Fuente: (Ingenieriaindustrialonline, 2022) Información: (W. NIEBEL & Freivalds, 2009)

SUPLEMENTOS CONSTANTES	HOMBRE	MUJER	SUPLEMENTOS VARIABLES	HOMBRE	MUJER
Necesidades personales	5	7	a) Condiciones atmosféricas		
Básico por fatiga	4	4	Índice de enfriamiento, termómetro de KATA (milicelcius/cm2/segundo)		
SUPLEMENTOS VARIABLES	HOMBRE	MUJER	16	0	
a) Trabajo de pie			14	0	
Trabajo se realiza sentado(a)	0	0	12	0	
Trabajo se realiza de pie	2	4	10	3	
b) Postura normal			8	10	
Ligeramente incómoda	0	1	6	21	
Incómoda (Inclinación del cuerpo)	2	3	5	31	
Muy incómoda (Cuerpo estirado)	7	7	4	45	
			3	64	
			2	100	
c) Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)			f) Tensión visual		
Peso levantado por kilogramo			Trabajos de cierta precisión	0	0
2,5	0	1	Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
5	1	2	Trabajos de gran precisión	5	5
7,5	2	3	g) Ruido		
10	3	4	Sonido continuo	0	0
12,5	4	6	Sonidos intermitentes y fuertes	2	2
15	5	8	Sonidos intermitentes y muy fuertes	5	5
17,5	7	10	Sonidos estridentes	7	7
20	9	13	h) Tensión mental		
22,5	11	16	Proceso algo complejo	1	1
25	13	20 (máx)	Proceso complejo o de atención dividida	4	4
30	17		Proceso muy complejo	8	8
33,5	22		i) Monotonía mental		
d) Iluminación			Trabajo monótono	0	0
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Trabajo bastante monótono	1	1
Bastante por debajo	2	2	Trabajo muy monótono	4	4
Absolutamente insuficiente	5	5	j) Monotonía física		
			Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo aburrido	2	2
			Trabajo muy aburrido	5	5

Los suplementos aplicados son:

Tabla 18

Suplementos fijados en el tiempo estándar del proceso de pre validación

<u>Suplementos constantes</u>	<u>Hombre</u>
Necesidades personales	5%
Básicas por fatiga	4%
<u>Suplementos variables</u>	<u>Hombre</u>
Trabajo de pie	2%
Uso de fuerza	22%
Incomoda	2%
<u>Total</u>	<u>35%</u>

Dando un total de 35% para
a los tiempos promedios resultantes.

aplicar

Tabla 19

Fijación de tiempo estándar en formato de toma de tiempos

Tiempo estandar de proceso															
Identificación de operación:	Pre validación		Hecho por:		Jorge Antonio Gil Martínez				Fecha:		29/11/2022 15:26		 Central de Viveros del Surco S.R.L. C.A.		
Comentarios:															
Actividades	Personas											Resúmen			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Factor	Promedio	Normal	Suplementos	Estandar
Posicionar el diablo en su lugar	7.08	7.32	6.95	6.53	7.86	8.17	5.40	5.71	7.20	6.33	99%	6.86	6.79	2.38	9.16
Pasar diablo a checador	9.19	9.05	12.10	8.10	6.23	8.02	8.20	9.04	7.08	14.12	99%	9.11	9.02	3.16	12.18
Tomar Número	8.67	7.12	4.54	6.27	14.85	14.63	8.60	11.79	13.34	8.67	99%	9.85	9.75	3.41	13.16
Cortar ticket	1.78	6.10	2.76	1.68	1.72	1.45	3.81	3.07	4.86	4.59	99%	3.18	3.15	1.10	4.25
Dejar número en el diablo	4.85	2.54	3.76	3.37	3.12	4.36	3.25	1.68	2.35	2.92	99%	3.22	3.19	1.12	4.30
Desplazarse a tomar diablo	3.14	2.79	2.97	3.88	3.75	3.04	2.85	4.34	2.55	2.68	99%	3.26	3.22	1.13	4.35
Salir con el diablo	7.08	6.92	6.74	5.54	9.32	7.16	7.33	4.81	3.55	6.23	99%	6.47	6.40	2.24	8.64
Total	41.79	41.84	39.82	35.37	46.85	46.83	39.44	40.44	40.93	42.86			Tiempo estandar		56.06

Ilustración 25

Tiempos de actividad y promedio del proceso de pre validación mejorado.



Tabla 20

Tabla de resumen de tiempos tomados a trabajadores. Proceso de pre validación después.

Personas	Muestras									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	44.19	72.18	64.32	56.7	53.56	51.78	52.65	45.34	54.44	54.75
2	22.06	44.12	24.87	57.6	47.81	54.65	52.34	45.38	54.38	54.15
3	25.47	52.08	34.63	48.39	56.74	49.89	52.78	51.76	54.95	48.93
4	28.92	34.48	52.58	52.1	50.66	52.65	55.99	49.56	46.58	49.53
5	50.58	53.56	51.64	44.5	40.44	45.66	51.45	55.82	55.99	50.62
6	50.49	57.89	49.18	57.81	55.54	54.76	51.23	51.63	46.34	49.89
7	51.58	53.18	54.76	47.65	46.78	46.98	52.78	45.27	48.17	45.48
8	55.65	30.04	49.6	50.78	44.6	51.66	52.34	49.16	48.56	46.51
9	53.98	52.21	60.08	65.78	54.67	46.54	46.19	50.94	50.83	45.37
10	45.47	34.58	52.01	44.56	56.43	47.86	51.45	46.37	54.91	46.69

Se tomaron 100 muestras aleatoriamente de 10 trabajadores, a quienes se les midió el tiempo total del proceso de pre validación.

4.3.- Estadística de los datos del proceso de pre validación después.

Tabla 21

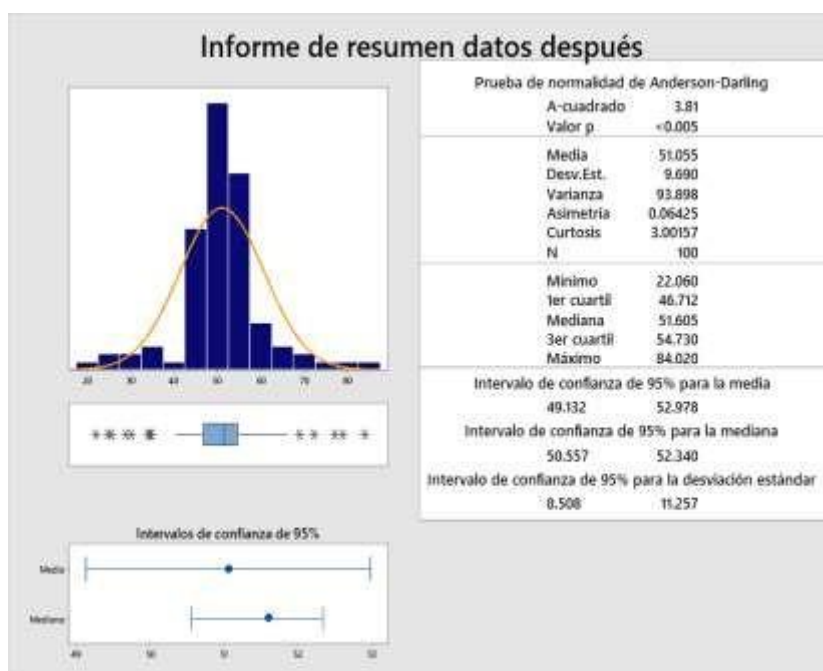
Datos estadísticos del proceso mejorado

Estadísticas

Variable	N	N*	Media	Error estándar de la media	Desv.Est.	Varianza	Suma	Mínimo	Q1	Mediana
C1	100	0	51.055	0.969	9.690	93.898	5105.490	22.060	46.712	51.605
Variable	Q3	Máximo	Rango	Curtosis						
C1	54.730	84.020	61.960	3.00						

Ilustración 26

Histograma de tiempos de los trabajadores en el proceso de pre validación mejorado.

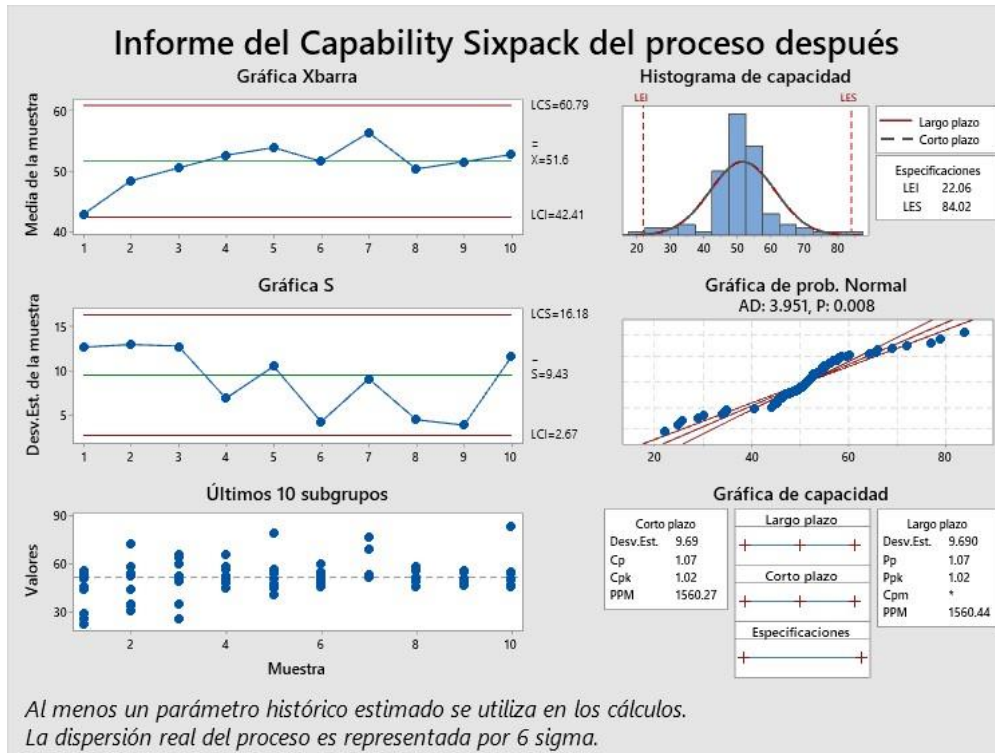


Se puede observar que la media del tiempo del proceso de pre validación se encuentra en 51.055 segundos. Los datos se encuentran mas centrados a la media y con una desviación estandar de 9.69.

4.4.- Capacidad del nuevo proceso.

Ilustración 27

Informe de capacidad del proceso de pre validación mejorado.



Los nuevos datos muestran un proceso medio estable. Donde los datos están más centrados con un PPM de 1560.44

Tabla 22

Tabla de valores para evaluar proceso. (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2009, pág. 102)

TABLA 5.1 Valores del C_p y su interpretación.		
VALOR DEL ÍNDICE C_p	CLASE O CATEGORÍA DEL PROCESO	DECISIÓN (SI EL PROCESO ESTÁ CENTRADO)
$C_p \geq 2$	Clase mundial	Se tiene calidad Seis Sigma.
$C_p > 1.33$	1	Adecuado.
$1 < C_p < 1.33$	2	Parcialmente adecuado, requiere de un control estricto.
$0.67 < C_p < 1$	3	No adecuado para el trabajo. Es necesario un análisis del proceso. Requiere de modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria.
$C_p < 0.67$	4	No adecuado para el trabajo. Requiere de modificaciones muy serias.

Debido a que se muestran valores del $PP = 1.07$ y de $PPk = 1.02$ y CP de 1.07 se compara con la tabla 5.1 de valores de indicadores de capacidad, donde se puede concluir que el proceso $CP < 1.33$, esto es, que el proceso es adecuado pero requiere un control estricto

Tabla 23 Niveles de sigma en proceso. Las partes por millón de oportunidades según (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2009, pág. 113)

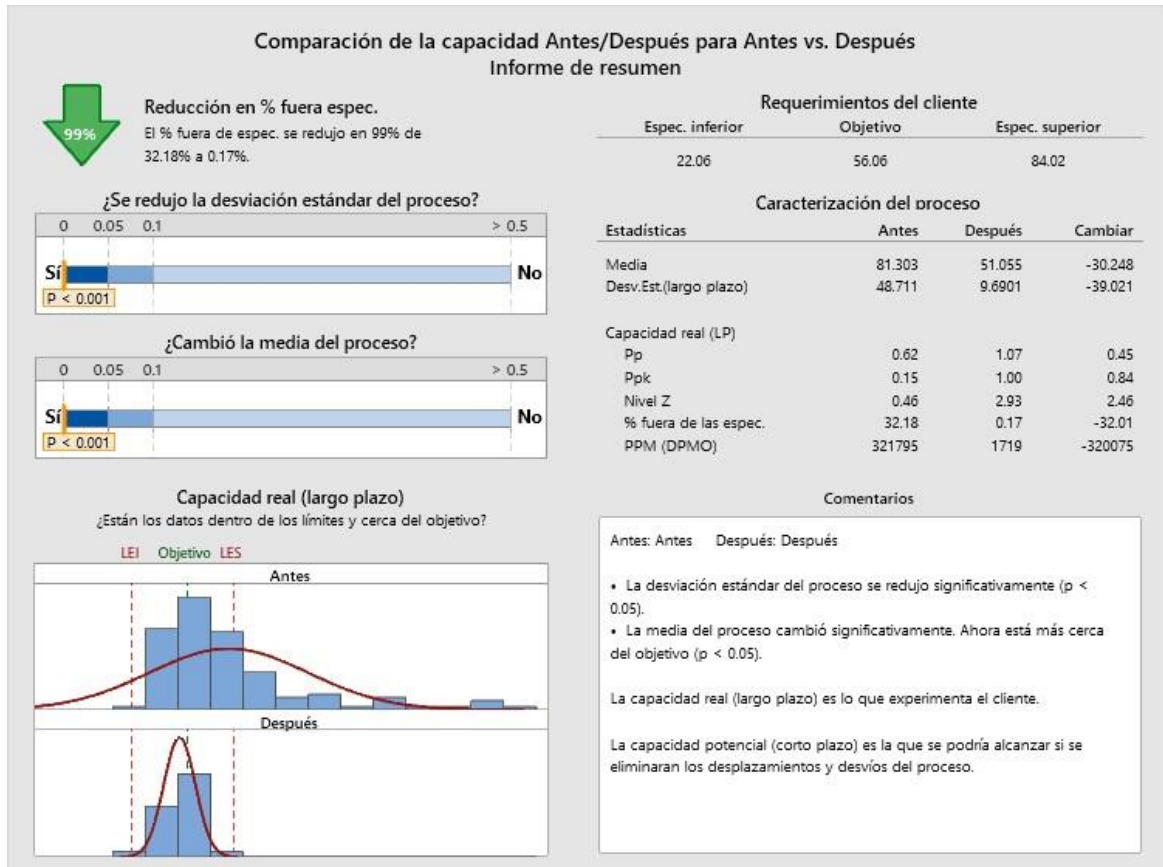
TABLA 5.4 Reducción de defectos al subir el número de sigmas de un proceso.			
PASAR DE	A	FACTOR DE REDUCCIÓN DE DEFECTOS	REDUCCIÓN PORCENTUAL
2 sigmas (308 537 PPM)	3 sigmas (66 807 PPM)	5	78%
3 sigmas (66 807 PPM)	4 sigmas (6 210 PPM)	11	91%
4 sigmas (6 210 PPM)	5 sigmas (233 PPM)	27	96%
5 sigmas (233 PPM)	6 sigmas (3.4 PPM)	68	99%

Las partes por millón de oportunidades según (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2009, pág. 113) Muestran que el proceso se encuentra con un $PPM = 1560.44$ defectos por millón. El proceso pasa de 1 y 2 sigmas a 4 sigmas lo que significa una reducción del 91% de acuerdo con la tabla de valoración.

4.5.- Comparación de capacidad antes/después.

Ilustración 28

Gráfica de comparación de capacidad del proceso de pre validación antes/después.



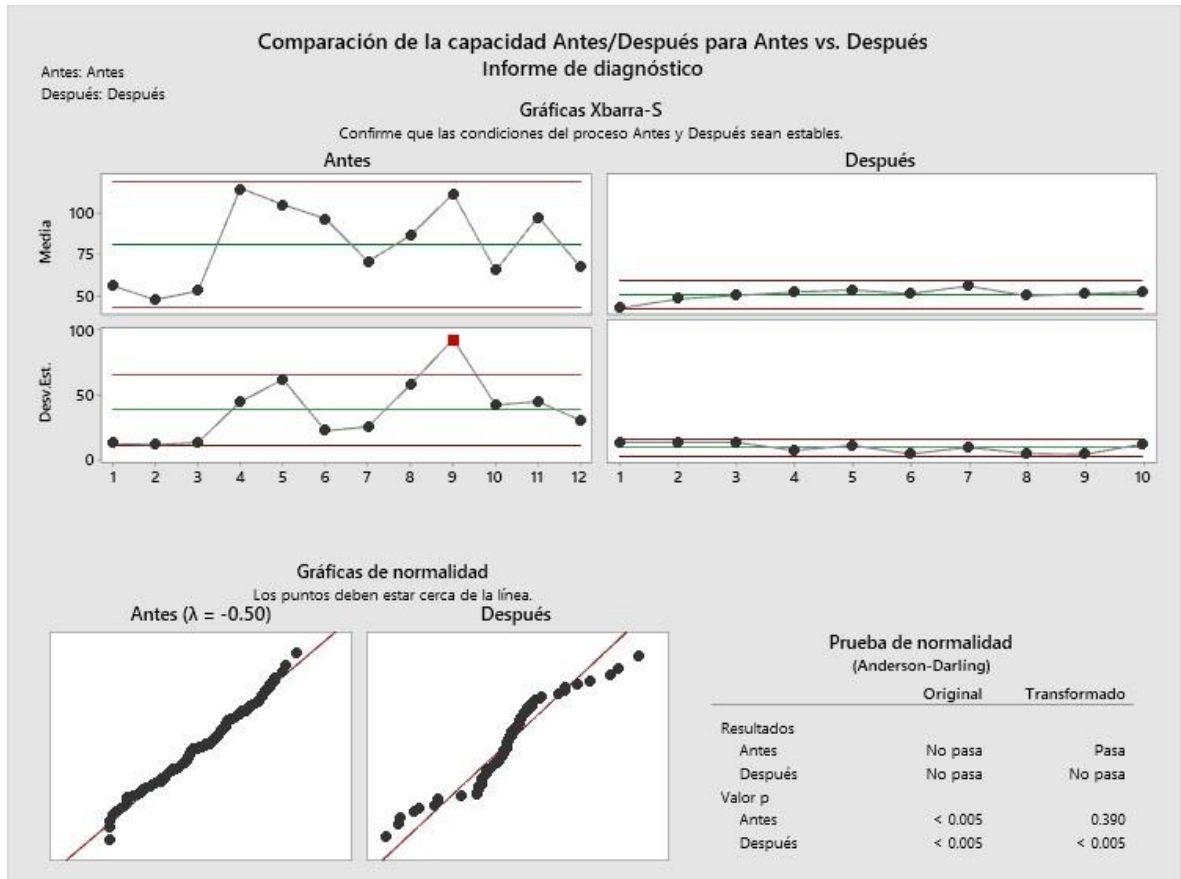
Los datos antes se encontraban fuera de los límites del tiempo permitido del proceso de pre validación, y siempre hacia una tendencia de mayor tiempo. Con el nuevo proceso se puede observar que los datos ya están mayormente dentro de los límites permitidos para los tiempo del proceso, manteniendo estandarizado el tiempo promedio.

4.6.- Gráfica de control antes/después.

Gráfica de control del nuevo proceso.

Ilustración 29

Gráficas de control antes/después.



La tendencia de los datos antes se mantenía al alza debido al cuello de botella en el proceso de validación y chequeo acumulando así poco espacio en el área de trabajo haciendo así que cada operador se tardara cada vez más tiempo. Con el nuevo proceso en pre validación, ayuda a que el cuello de botella desaparezca.

4.7.- Antes/después proceso de checado y estiba.

Ilustración 30

Gráfica de velocidad del proceso de validación de productos y estiba - área de embarques antes.



Debido al proceso inestable de pre validación, el tiempo del embarque se veía afectado por la acumulación desordenada de diablos y por la falta de organización en los equipos. La cantidad de diablos por hora en el proceso de chequeo y validación era de 38 diablos por hora y en el proceso de estiba era de 30 diablos por hora por estibador.

Ilustración 31

Gráfica de velocidad del proceso de validación de productos y estiba - área de embarques después.

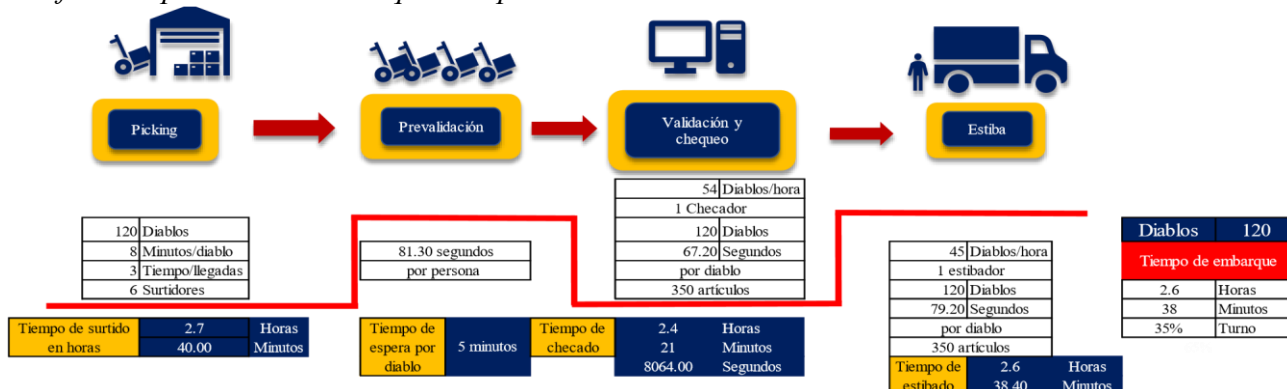


Con el nuevo proceso pensado en lineamientos LEAN y Kaisen, los equipos de trabajo entendieron la importancia de ayudar y trabajar en equipo. Esto se ve resaltado en el incremento del tiempo de sistema y la capacidad de chequeo donde se aumenta a 54 diablos por hora y una cantidad menor de diablos desperdiciados, ya que el sistema en conjunto de pre validación a validación de productos se encuentra más ágil.

4.8.- Estado nuevo de embarques

Ilustración 32

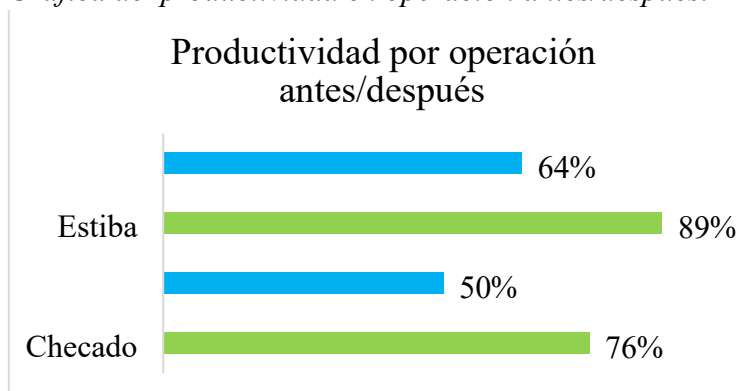
Grafica del proceso de embarques después



Se observa que con el nuevo proceso el cuello de botella desaparece del proceso de validación y chequeo, tardando menos tiempo.

Ilustración Gráfica de chequeo y estiba antes y después.33

Gráfica de productividad en operación antes/después.



Verde- antes Azul después.

Por operación el incremento de la operación va de un 26% en chequeo y 25% también en estiba.

Ilustración 34

Gráfica de aumento de productividad por operación

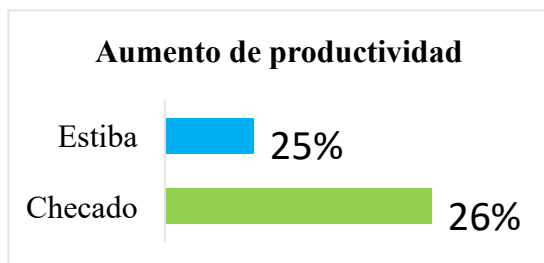


Ilustración 36

Gráfica de porcentaje de turno por embarque antes



Ilustración 35

Gráfica de porcentaje de turno por embarque después



Tabla 24

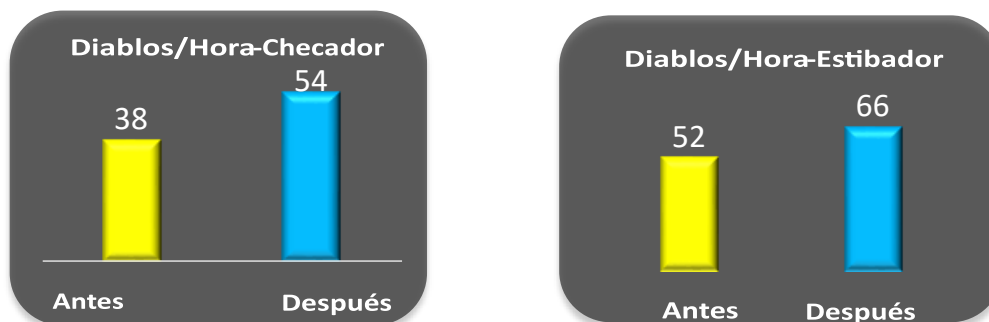
Tiempos de embarque antes/después

Antes		Después	
Diablos	120	Diablos	120
Tiempo de embarque		Tiempo de embarque	
4.57	Horas	2.6	Horas
34.39	Minutos	38.4	Minutos
55%	Turno	35%	Turno

Anteriormente por embarque de 120 diablos por surtir se tardaban un 55% del turno, es decir, 4 horas con 34 minutos promedio. Con ayuda del nuevo proceso y la filosofía LEAN y Kaisen el proceso de carga es menor llegando a tardar 2 horas con 38 minutos promedio con una participación del 35% del turno. Esto refleja un aumento de productividad del 20% en este tipo de embarques.

Ilustración 37

Gráfica de diablos por hora en checado y estiba antes/después



La velocidad de checado y estiba es importante ya que es donde se aprecia el tiempo de ciclo de todo el proceso. Al afectar a estos dos procesos últimos se pierde el equilibrio de todo el tiempo necesario para cada embarque.

5. Controlar

5.1.- Check list

Para este proceso se hará uso de un check list creado con los puntos importantes según las 5's. Se evaluará el comportamiento de los equipos según su organización, orden y limpieza.

Check list 5'S de proceso de prevalidación.

Evaluación de metodología 5s



Central de Viveros del Sureste,
S. de C.V.

Checador _____

Fecha _____ Turno: _____ Evaluador _____

Evaluación de organización			Si	No
1	Tarjetas en su lugar			
2	Retiro de objetos innecesarios			
3	Personal completo			
4	Metodo de trabajo			
5	Cordinación entre equipo			
6	Area de trabajo por equipo			
7	Bolsas para emplaye			
Total			0	0

Evaluación de orden			Si	No
1	Diablos ordenados correctamente			
2	Números ordenados por color			
3	Botes de basura en su lugar			
4	Patines de carga en su lugar			
5	Tarimas en su lugar			
6	Evitar embotellamiento			
Total			0	0

Evaluación de limpieza			Si	No
1	Area sin basura			
2	Tarjetas limpias			
3	Botes vacios			
4	Emplaye recogido			
6	Carton en su lugar			
Total			0	0

Limpiar

Insertar

5.2.- Calificaciones de 5'S.

Tabla 25

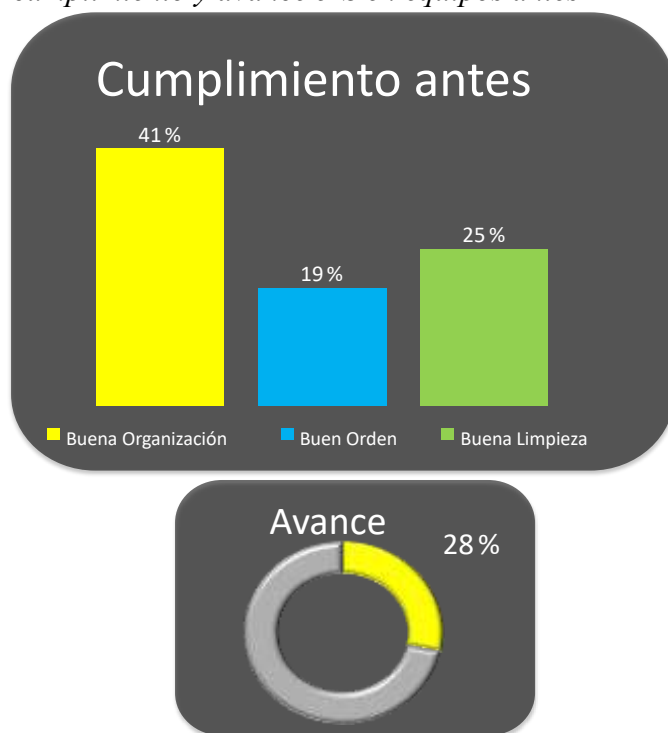
Calificaciones de 5'S antes

	Organización		Orden		Limpieza	
	Buena Organización	Mala Organización	Buen Orden	Mal Orden	Buena Limpieza	Mala Limpieza
	3	4	1	5	1	4
	4	3	2	4	1	4
	3	4	1	5	2	3
	3	4	0	6	2	3
	2	5	1	5	1	4
	2	5	0	6	0	5
	3	4	2	4	1	4
	3	4	2	4	2	3
Sub totales	23	33	9	39	10	30
Totales	56		48		40	
Avance	41%	59%	19%	81%	25%	75%
Avance total	28%	72%				

Las calificaciones obtenidas se resumen en esta tabla donde se obtuvieron 8 muestras o calificaciones durante el turno de trabajo.

Ilustración 38

Gráfica de cumplimiento y avance 5'S en equipos antes



Como se observa en la gráfica, se tenía un avance del 28% anteriormente, esto debido a la

falta de compromiso de las personas, no tener las cosas en su lugar o a la mano, no respetar áreas de trabajo y dejar todo mal ordenado.

Tabla 26

Calificaciones 5'S después

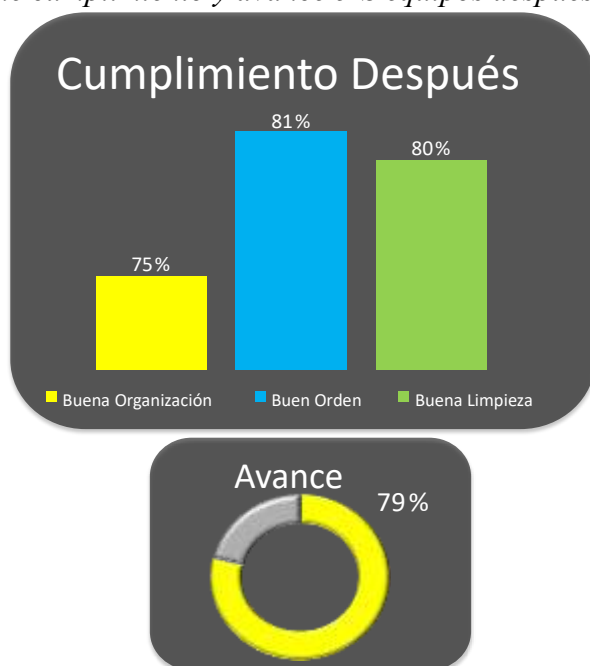
	Organización		Orden		Limpieza	
	Buena Organización	Mala Organización	Buen Orden	Mal Orden	Buena Limpieza	Mala Limpieza
	6	1	5	1	3	2
	5	2	5	1	5	0
	5	2	5	1	5	0
	6	1	5	1	4	1
	4	3	5	1	4	1
	5	2	4	2	4	1
	5	2	5	1	4	1
	6	1	5	1	3	2
Sub totales	42	14	39	9	32	8
Totales	56		48		40	
Avance	75%	25%	81%	19%	80%	20%
Avance total	79%	21%				

Las muestras obtenidas ya con el nuevo proceso se resumen en la nueva tabla de calificaciones.

Gráfica de cumplimiento de 5'S después.

Ilustración 39

Gráfica de cumplimiento y avance 5'S equipos después



Se observa un cambio en los datos de cada calificación. Ahora con el nuevo proceso se observa que la organización en los equipos aumento, esto debido al compromiso de parte de supervisores, checadores y surtidores y un cambio en la cultura de trabajo. Aún con un 79% de avance se tienen expectativas para tener mejoras y aumentar esa calificación.

VII. RESULTADOS.

Los resultados se verán calificados mediante el cumplimiento de los objetivos específicos.

- Reducir los tiempos por turno de factores que no agregan valor.

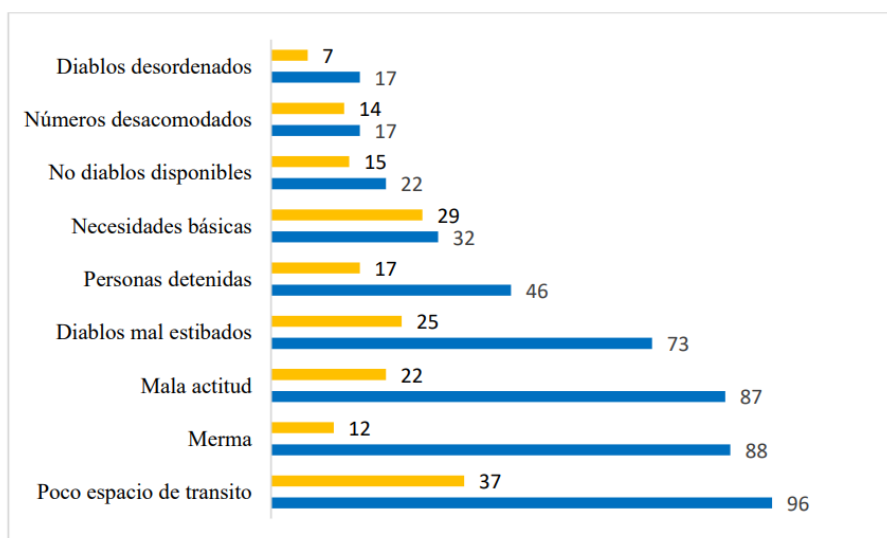
Tabla 27

Tabla de minutos de factores improductivos antes/después.

Antes		Después	
Factores	Minutos	Factores	Minutos
Poco espacio de transito	96	Poco espacio de transito	37
Merma	88	Merma	12
Mala actitud	87	Mala actitud	22
Diablos mal estibados	73	Diablos mal estibados	25
Personas detenidas	46	Personas detenidas	17
Necesidades básicas	32	Necesidades básicas	29
No diablos disponibles	22	No diablos disponibles	15
Números desacomodados	17	Números desacomodados	14
Diablos desordenados	17	Diablos desordenados	7

Ilustración 40

Gráfica de minutos de factores improductivos por turno antes/después



Azul- antes. Amarillo-después.

Con el nuevo proceso, se puede tener más productivo al personal, evitando así que aparezcan desperdicios de tiempo y de personal. Se disminuyó el tiempo de cada factor improductivos

por turno, lo que genera una confianza en saber que se prestará mayor atención en sacar los embarques con mayor velocidad.

- Reducir el tiempo promedio del proceso de pre validación.

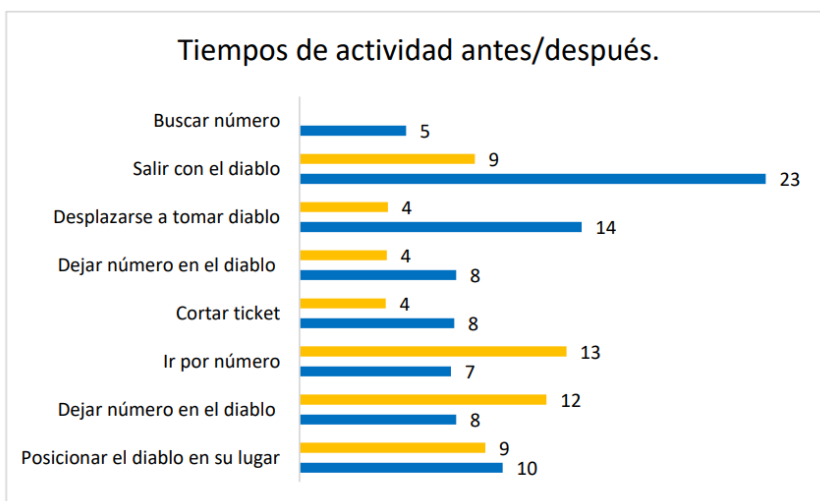
Tabla 28 *Tabla de tiempos del proceso de pre validación antes/después.*

Antes	
Actividades	Minutos
Posicionar el diablo en su lugar	10
Dejar número en el diablo	8
Ir por número	7
Cortar ticket	8
Dejar número en el diablo	8
Desplazarse a tomar diablo	14
Salir con el diablo	23
Buscar número	5
Total	81.43

Después	
Actividades	Minutos
Posicionar el diablo en su lugar	9
Pasar diablo a checador	12
Tomar Número	13
Cortar ticket	4
Dejar número en el diablo	4
Desplazarse a tomar diablo	4
Salir con el diablo	9
Total	56.1

Ilustración 41

Gráfica comparativa de tiempos de actividad en proceso de pre validación antes/después

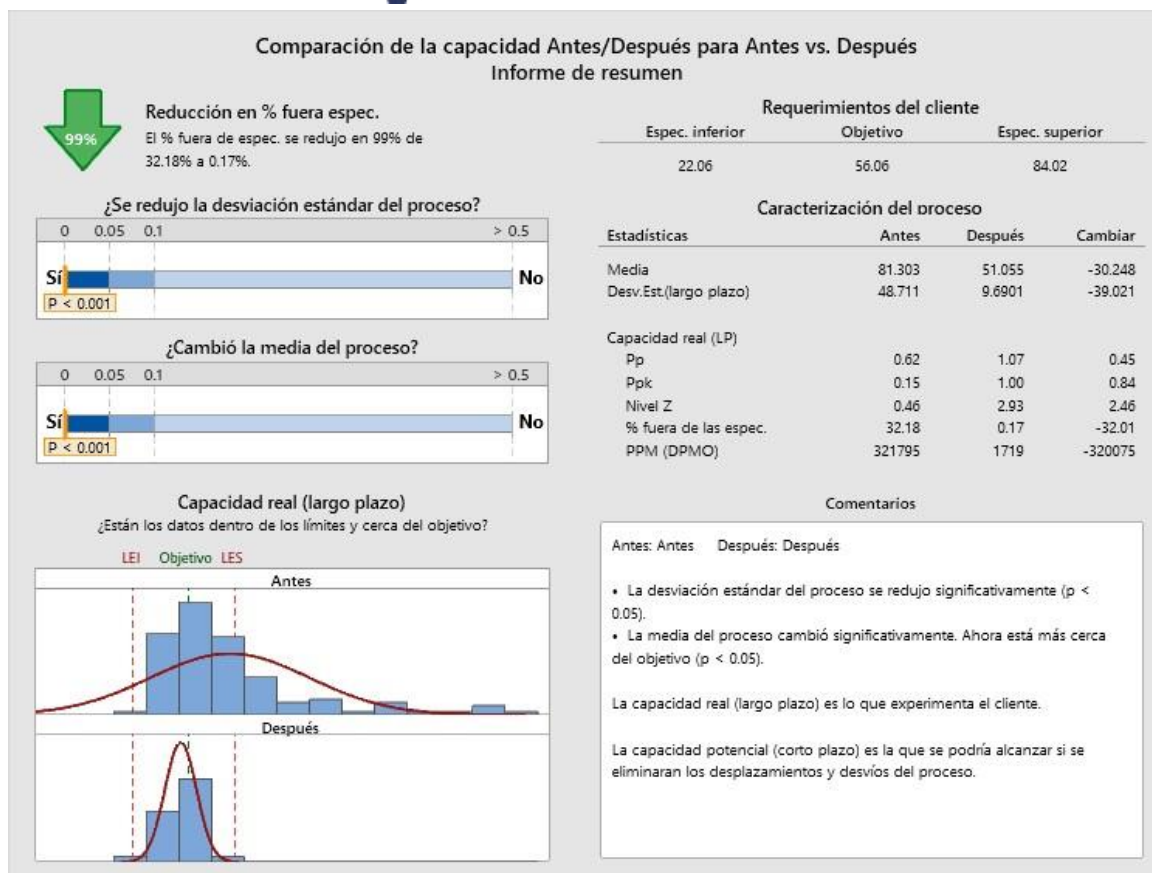


Color amarillo antes. Color azul después. Los tiempos son en segundos.

- Mejorar la capacidad del proceso de pre validación.

Ilustración 42

Gráfica de comparación de capacidad del proceso de pre validación antes/después.



Los datos antes se encontraban fuera de los límites del tiempo permitido del proceso de pre validación, y siempre hacia una tendencia de mayor tiempo. Con el nuevo proceso se puede observar que los datos ya están mayormente dentro de los límites permitidos para los tiempo del proceso, manteniendo estandarizado el tiempo promedio.

- Maximizar la cantidad de diablos por horas en chequeo y validación.
- Maximizar la cantidad de diablos por hora en estiba.

Ilustración 43

Gráficas de comparación antes /después checado y estiba

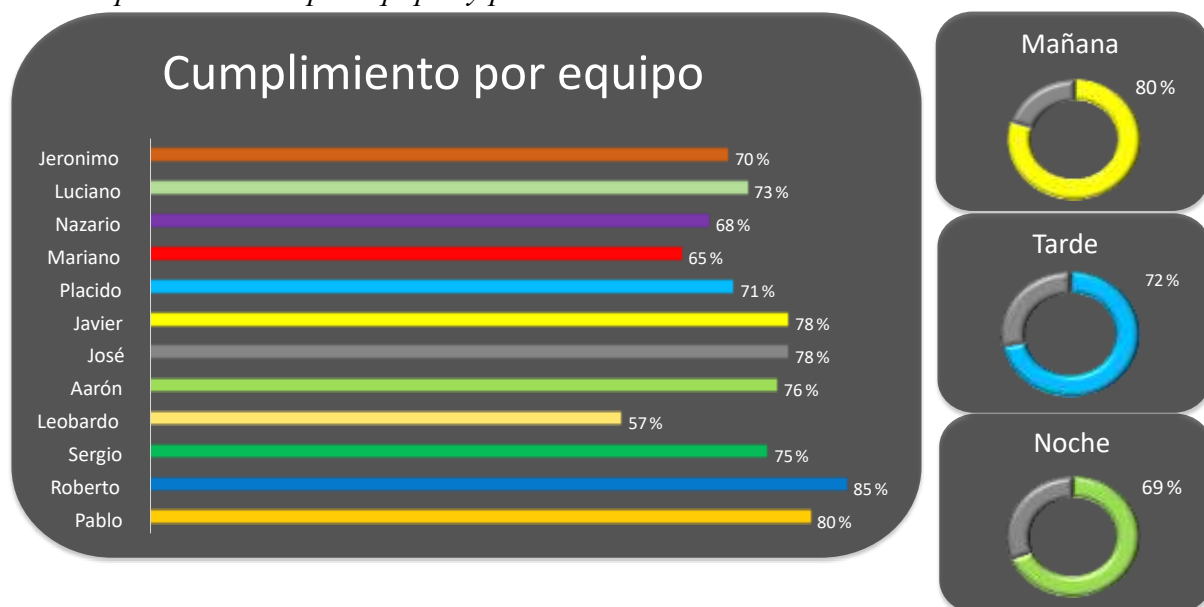


La velocidad de checado y estiba es importante ya que es donde se aprecia el tiempo de ciclo de todo el proceso. Al afectar a estos dos procesos últimos se pierde el equilibrio de todo el tiempo necesario para cada embarque.

- Aumentar las buenas prácticas de trabajo mediante las 5's.

Ilustración 44

Gráfico de cumplimientos 5'S por equipos y por turno



Mediante el check list de 5's, se puede evaluar a los equipos de trabajo en todos los turnos. Para poder entregar una mayor capacidad y productividad cada equipo debe ubicarse con un avance por encima del 75%. Existen mejoras que podrían elevar a los demás equipos a ese

nivel. Ya que cada embarque es diferente, el orden de los pedidos, la cantidad de artículos por cliente y el número de integrantes por equipo es variado, por turno el índice de calificación también puede variar.

VIII. CONCLUSIONES

Haber desarrollado un proyecto de mejora con fundamentos en la filosofía Lean hace entender que no siempre el personal de trabajo está preparado para tal impacto, ya que las formas de vida son distintas en cada una, y dar a conocer los objetivos es importante para que todos sigan el mismo camino, y así abandonen ideas equivocadas, y se acepten las buenas maneras de trabajar, que sean fáciles y entendibles.

Por tanto, se concluye que el sistema que existe entre el proceso de pre validación a chequeo y validación queda optimizado y con un proceso esbelto, y se cumplirá así siempre y cuando siga existiendo control y capacitación sobre fundamentos Kaisen y trabajo en equipo, pues es de esta manera que solamente se logra los objetivos cada día. Quedan abiertas posibilidades de mejora para proyectos futuros, donde la calidad en los procesos es un factor que se necesita mejorar una vez que el nuevo proceso haya tenido avance en el tiempo.

Existen equipos de trabajo que deben mejorar su calidad de trabajo, por lo que examinar por separado cada uno permite exigir el cumplimiento de las normas de trabajo.

Los avances que existen en el mejoramiento del sistema son:

- Estudio de los desperdicios en el proceso y reducción de los tiempos por turno de factores que no agregan valor.

Se redujo el tiempo de presencia de factores improductivos hasta en un 62% permitiendo la actividad productiva en el personal de trabajo.

- Estandarización y reducción del tiempo promedio del proceso de pre validación.

El cual se redujo de 81.43 segundos en proceso de pre validación a 56.06 segundos estandarizados lo cual es una reducción del 31% del tiempo total que se tenía anteriormente dando mayor estabilidad al proceso.

- Mejora en la capacidad del proceso de pre validación.

Mediante el uso y estudio de niveles sigma y la capacidad del proceso se redujo la variación entre trabajadores dentro de los tiempos del proceso, mejorando así en un 91%.

- Maximización de la cantidad de diablos por horas en chequeo y validación.

Se aumento de 38 diablos por hora a 45 diablos por hora registrando un aumento del 26% en su capacidad de operación.

- Maximización de la cantidad de diablos por hora en estiba.

Se aumentó de 30 a 54 diablos por hora registrando un aumento del 25% en su capacidad de operación.

- Implementación de filosofía de mejora continua que dio un aumento de las buenas prácticas de trabajo mediante las 5's.

Se aumentó las buenas prácticas de trabajo de un 28% a 79% de acuerdo evaluaciones de 5'S donde trabajo en equipo y organización son indicadores importantes que ayudan al aumento de productividad.

IX. COMPETENCIAS DESARROLLADAS.

Manejo de herramientas gráficas en el estudio de métodos, tiempos y procesos.

Aplicación y análisis de la estadística descriptiva por medio de softwares estadísticos (minitab) y de hojas de cálculo (Excel).

Analizar y resolver problemas en la cadena de valor en un proceso.

Emplear las 7 herramientas de la calidad para aumentar la productividad, eficiencia y calidad de cualquier proceso, producto o servicio.

Uso de metodología seis sigma para eliminar variaciones en un proceso.

Generación de planes de mejora continua para sostener los resultados obtenidos en la implementación.

Implementación de herramientas Lean como: 5'S, procesos estandarizados y sistema Kanban.

X. FUENTES DE INFORMACIÓN

Hernández Matías, J. C., & Vizán Idoipe, A. (2013). Lean manufacturing conceptos, técnicas e implantación. Madrid: Fundación eoi.

ILibrary. (2022). Obtenido de Carta de control: <https://1library.co/article/carta-decontrol-control-estad%C3%ADstico-de-procesos.zxv3nwwy>

ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES Producción y cadena de suministros. (2009). En R. B. C HASE, R. F. , & N. J. A QUILANO, *ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES Producción y cadena de suministros* (pág. 408). México, D.F.: MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Administración de operaciones. Conceptos y casos contemporáneos. (2011). En R. G. Schroeder, S. Meyer Goldstein, & M. Rungtusanatham. México: MCGRAWHILL/INTERAMERICANA EDITORES, S. A. de C. V.

Appvizer.es. (Diciembre de 2020). Obtenido de Lean y Kanban: guía práctica para la gestión de proyectos ágiles: <https://www.appvizer.es/revista/organizacionplanificacion/gestion-proyectos/lean-y-kanban>

Atlasconsultora.com. (Marzo de 2021). Obtenido de ¿Qué es y cómo se implementa estándar de trabajo?: <https://www.atlasconsultora.com/estandarizacion-del-trabajo/>

Carrasco, J. B. (2019). GESTIÓN DE PROCESOS. En J. B. Carrasco, *GESTIÓN DE PROCESOS* (pág. 22). SANTIAGO DE CHILE: EDITORIAL EVOLUCIÓN S.A. .

Consuunt. (2022). Obtenido de ¿Qué es el Método DMAIC?: <https://www.consuunt.es/metodo-dmaic/>

Fundamentos de probabilidad y estadística primera edición. (2018). En J. L. Devore. Ciudad de México.: Cengage Learning Editores S.A de C.V.

Fundamentos de probabilidad y estadística primera edición. (2018). En J. L. Devore. Ciudad de México: Cengage Learning Editores S.A de C.V.

Gutiérrez Pulido, H., & de la Vara Salazar, R. (2009). CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD Y SEIS SIGMA Segunda edición. México: MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Ingenieriaindustrialonline. (Octubre de 2019). Obtenido de Mapa de Flujo de Valor (VSM): <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/mapa-de-flujo-de-valor-vsm/>

Ingenieriaindustrialonline. (2022). Obtenido de Suplementos del Estudio de tiempos: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/suplementos-del-estudio-de-tiempos/>

ISO tools. (2022). Obtenido de ¿Qué es un checklist y cómo se debe utilizar?: <https://www.isotools.org/2018/03/08/que-es-un-checklist-y-como-se-debe-utilizar/>

KAISEN INSTITUTE. (2022). Obtenido de Historia del Desarrollo de la Metodología KAIZEN™: <https://es.kaizen.com/evolucion-de-kaizen>

Lifeder. (2021). Obtenido de Distribución exponencial: <https://www.lifeder.com/distribucion-exponencial/>

Mecalux.es. (2022). Obtenido de El método Poka-Yoke explicado en 5 ejemplos: <https://www.mecalux.es/blog/poka-yoke>

Psicologiymente.com. (Mayo de 2019). Obtenido de Análisis de Varianza (ANOVA): qué es y cómo se usa en estadística: <https://psicologiymente.com/cultura/analisis-de-varianzaanova>

Rodriguez, J. (2022). *Hubspot.* Obtenido de Método Kaizen: definición, pasos y ejemplos: <https://blog.hubspot.es/sales/metodo-kaizen>

Sigmagrupoconsultor.com. (2022). Obtenido de TRABAJO ESTANDARIZADO (MANUFACTURA): <https://sigmagrupoconsultor.com/trabajo-estandarizado.html>

SPCgroup. (2022). Obtenido de DMAIC “LAS 5 FASES PARA LA MEJORA DE LOS PROCESOS”: <https://spcgroup.com.mx/dmaic-las-5-fases-para-la-mejora-de-los-procesos/>

Support.minitab. (2022). Obtenido de Gráfica de probabilidad: <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/21/help-and-how-to/graphs/graphbuilder/probabilityplot/#:~:text=Una%20gr%C3%A1fica%20de%20probabilidad%20presenta%20cada%20valor%20en,que%20la%20distribuci%C3%B3n%20ajustada%20forme%20una%20l%C3%ADnea%20recta.>

Support.minitab.com. (2021). Obtenido de Gráficas de control de variables en Minitab: <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/20/help-and-how-to/quality-and-processimprovement/control-charts/supporting-topics/understanding-variables-controlcharts/variables-control-charts-in->

minitab/#::~text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20una%20gr%C3%A1fica%20de

W. NIEBEL, B., & Freivalds, A. (2009). Ingeniería industrial Métodos, estándares y diseño del trabajo. Duodécima edición. México, D.F.: MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

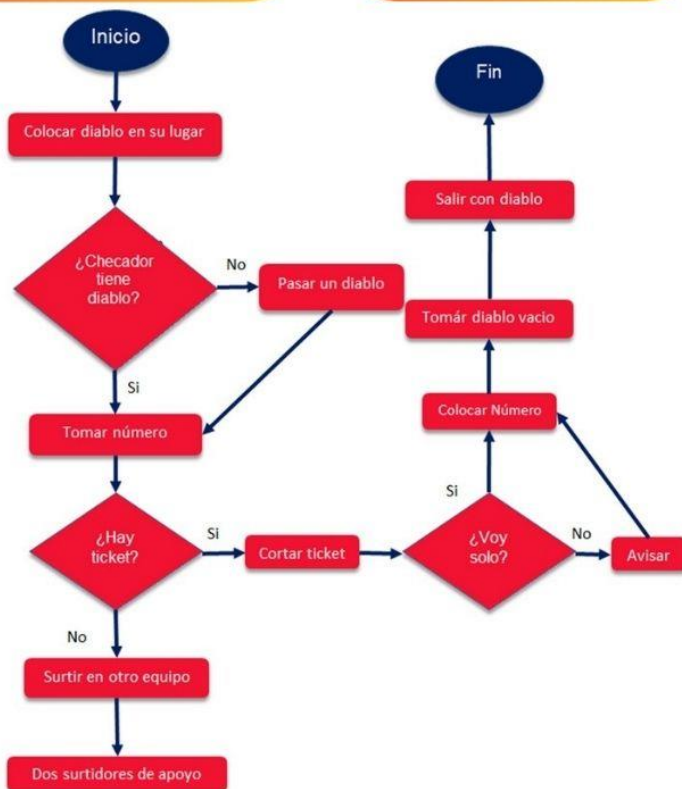
XI. ANEXOS

Cronograma de actividades.

Diagrama de actividades																								
Semana	Etapas	Actividad	Responsable	Inicio	Termino	Total de días	22-ago-22	29-ago-22	05-sep-22	12-sep-22	19-sep-22	26-sep-22	03-oct-22	10-oct-22	17-oct-22	24-oct-22	31-oct-22	07-nov-22	14-nov-22	21-nov-22	28-nov-22	05-dic-22	12-dic-22	
1	Definir	Definir ideas	Jorge	22/08/2022	20/09/2022	29																		
2			Jorge	22/08/2022	03/09/2022	12																		
3	Medir	Medir productividad y tiempos	Jorge	05/09/2022	24/09/2022	19																		
4			Jorge	05/09/2022	24/09/2022	19																		
5			Jorge	05/09/2022	24/09/2022	19																		
6	Analizar	Analizar datos y relacionar financieramente	Jorge	26/09/2022	08/10/2022	12																		
7			Jorge	26/09/2022	08/10/2022	12																		
8	Mejorar	Diseño de propuestas	Jorge	10/10/2022	22/10/2022	12																		
9			Jorge	10/10/2022	22/10/2022	12																		
10			Jorge	24/10/2022	29/10/2022	5																		
11		Ejecución y comparación	Jorge	31/10/2022	12/11/2022	12																		
12	Jorge		31/10/2022	12/11/2022	12																			
13	Controlar	Estandarizar	Jorge	14/11/2022	03/12/2022	19																		
14			Jorge	14/11/2022	03/12/2022	19																		
15			Jorge	14/11/2022	03/12/2022	19																		
16	Cierre y presentación	Entrega	Jorge	05/12/2022	10/12/2022	5																		
17			Jorge	12/12/2022	17/12/2022	5																		

Folletos de pláticas a

trabajadores.



Calidad en el
proceso

Producto correcto
Cantidad correcta
Menor tiempo

**“La calidad es
dar a los
clientes lo que
quieren”. Sam
Walton.**

**“La calidad no
es un acto, es un
hábito”.
Aristóteles.**



8 Desperdicios

- 01 Sobreprocesamiento
- 02 Movimiento
- 03 Inventario
- 04 Transportación
- 05 Talento desperdiciado
- 06 Esperas
- 07 Sobreproducción
- 08 Defectos

Misión

Creer de manera rentable y equilibrada proporcionando a nuestros clientes un valor agregado que incluya precios competitivos, distribución surtido eficaz y asesoría de un negocio que nos permita alcanzar un beneficio mutuo de ganar-ganar

Visión

Ser parte del negocio de nuestros clientes mediante un trato comercial diferenciado que genera fidelidad, permita expandirnos a otros mercados, abrir nuevos CEDIS y captar mas clientes alcanzando así la permanencia de la empresa el desarrollo de nuestro capital humano y rentabilidad deseada.

Principios

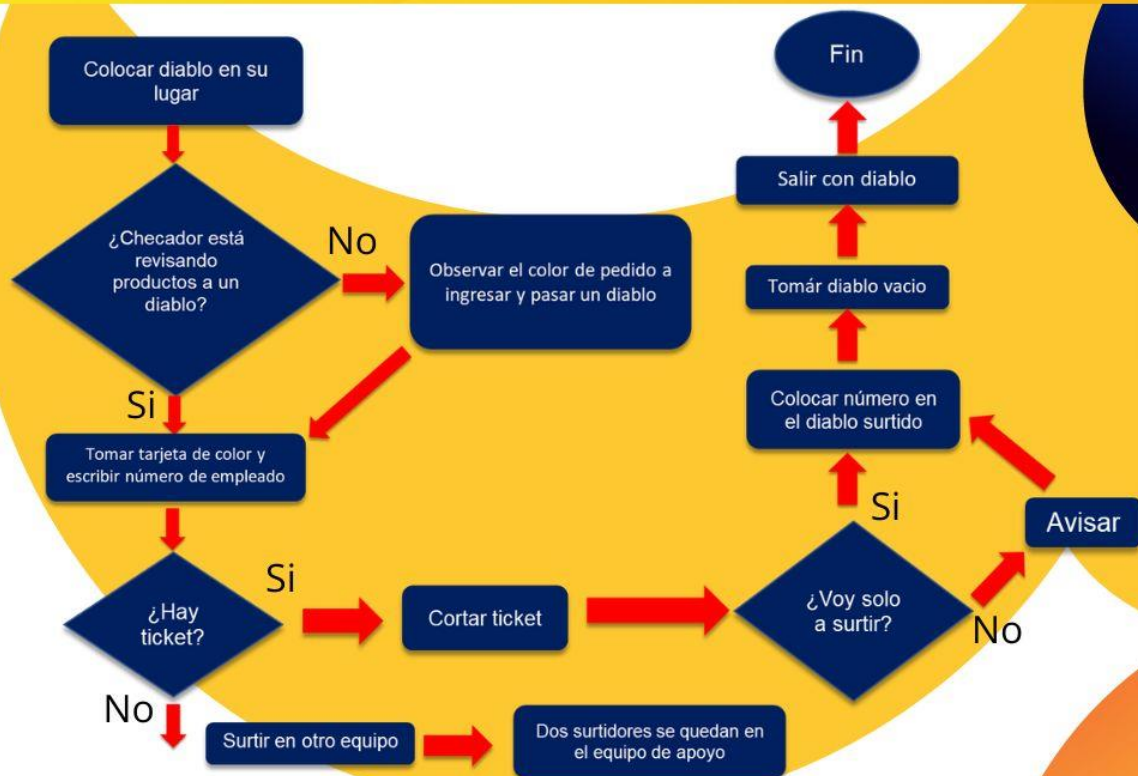
1. Hacerlo bien a la primera
2. Excluir actividades que no añaden valor
3. Mejora continua
4. Procesos pull
5. Flexibilidad



Introducción a la filosofía Lean.

Es una cultura empresarial flexible, abierta a la mejora constante, que implica lograr en el tiempo justo lo que quieres con la cantidad y calidad perfectas y con el mínimo despilfarro

Proceso estandar



8 desperdicios



¡Eliminemos desperdicios y actividades que no agregan valor a los procesos de la empresa y fomentemos la creatividad en nuestra organización!

1.- Exceso de producción

Producir más de lo que se solicitó.

2.- Transporte

Largos recorridos para trasladar mercancía, pero de regreso.

3.- Talento humano

La creatividad desaprovechada impacta negativamente en la empresa.

4.- Defectos

Mercancía rota o en mal estado.

5.- Inventario

Exceso de inventario que ocupa espacio y por lo tanto espacio desaprovechado.

6.- Tiempo de espera

Paro indefinido del proceso.

7.- Re procesos

Realizar un mismo proceso erróneamente más de dos veces.

8.- Movimientos

La falta de organización, implica que se generen movimientos innecesarios.