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

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE ACADEMIA SENPAI PARA EL DESARROLLO DE CAPACIDADES EN HERRAMIENTAS LEAN SIX SIGMA EN UNA INDUSTRIA FARMACÉUTICA UBICADA EN LA ZONA 3 DE MIXCO, GUATEMALA



Firmado electrónicamente por: José Francisco Goméz Rivera
Motivo: Informe final PREGRADOPOSTGRADO
Fecha: 24/04/2024 17:35:09
Lugar: Facultad de Ingeniería, USAC.

Mario Roberto Noriega Chávez

Asesorado por el MSc. Ing. Edgar Ernesto Guevara Velásquez

Guatemala, abril de 2024

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE ACADEMIA SENPAI PARA EL DESARROLLO DE CAPACIDADES EN HERRAMIENTAS LEAN SIX SIGMA EN UNA INDUSTRIA FARMACÉUTICA UBICADA EN LA ZONA 3 DE MIXCO, GUATEMALA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MARIO ROBERTO NORIEGA CHÁVEZ
ASESORADO POR EL MSC ING EDGAR ERNESTO GUEVARA VELÁSQUEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, ABRIL DE 2024

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. José Francisco Gómez Rivera (a. i.)
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Ing. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Ing. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

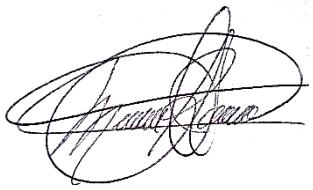
DECANO	Ing. José Francisco Gómez Rivera (a. i.)
EXAMINADOR	Ing. Edgar Darío Alvarez Cotí
EXAMINADOR	Ing. Victor Hugo Garcia Roque
EXAMINADORA	Inga. Sidny Massiel Godinez Bautista
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE ACADEMIA SENPAI PARA EL DESARROLLO DE CAPACIDADES EN HERRAMIENTAS LEAN SIX SIGMA EN UNA INDUSTRIA FARMACÉUTICA UBICADA EN LA ZONA 3 DE MIXCO, GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 11 de noviembre de 2022.



Mario Roberto Noriega Chávez

ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
FACULTAD DE INGENIERÍA

EEPFI-PP-1907-2022
Guatemala, 11 de noviembre de 2022

Director
César Ernesto Urquizú Rodas
Escuela Ingenieria Mecanica Industrial
Presente.

Estimado Ing. Urquizú

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

El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el Diseño de Investigación titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE ACADEMIA SENPAI PARA EL DESARROLLO DE CAPACIDADES EN HERRAMIENTAS LEAN SIX SIGMA EN UNA INDUSTRIA FARMACÉUTICA UBICADA EN LA ZONA 3 DE MIXCO, GUATEMALA**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Área de Operaciones - Excelencia operacional**, presentado por el estudiante **Mario Roberto Noriega Chávez** carné número **201314582**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en ARTES en Gestion Industrial.

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

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Edgar Ernesto Guevara Velásquez
Ingeniero Industrial
Colegiado No. 15,404

Mtro. Edgar Ernesto Guevara Velásquez
Asesor(a)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
ESCUELA DE POSTGRADO
FACULTAD DE INGENIERIA
DE GUATEMALA

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

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCIÓN
ESCUELA DE POSTGRADO

Mtro. Edgar Dario Alvaréz Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EEP-EIMI-1552-2022

El Director de la Escuela Ingenieria Mecanica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE ACADEMIA SENPAI PARA EL DESARROLLO DE CAPACIDADES EN HERRAMIENTAS LEAN SIX SIGMA EN UNA INDUSTRIA FARMACÉUTICA UBICADA EN LA ZONA 3 DE MIXCO, GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Mario Roberto Noriega Chávez**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Mtro. César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela Ingenieria Mecanica Industrial

Guatemala, noviembre de 2022

Decanato
Facultad e Ingeniería

24189101- 24189102

LNG.DECANATO.OIE.155.2024

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE ACADEMIA SENPAI PARA EL DESARROLLO DE CAPACIDADES EN HERRAMIENTAS LEAN SIX SIGMA EN UNA INDUSTRIA FARMACÉUTICA UBICADA EN LA ZONA 3 DE MIXCO, GUATEMALA**, presentado por: **Mario Roberto Noriega Chavez** después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Firmado electrónicamente por: José Francisco Goméz Rivera
Motivo: Informe final PREGRADOPOSTGRADO
Fecha: 24/04/2024 15:20:54
Lugar: Facultad de Ingeniería, USAC.

Ing. José Francisco Gómez Rivera
Decano a.i.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DECANO a.i.
Facultad de Ingeniería

Guatemala, abril de 2024

Para verificar validez de documento ingrese a https://www.ingenieria.usac.edu.gt/firma-electronica/consultar-documento

Tipo de documento: Correlativo para orden de impresión Año: 2024 Correlativo: 155 CUI: 2352658290101

Escuelas: Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, - Escuela de Ciencias, Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS). Postgrado Maestría en Sistemas Mención Ingeniería Vial. Carreras: Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Ciencias y Sistemas. Licenciatura en Matemática. Licenciatura en Física. Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESEM). Guatemala, Ciudad

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por haberme permitido recibir salud y vida hasta este día. Por ser mi soporte en los momentos difíciles y mi guía en los días de incertidumbre, y por brindarme inteligencia para completar este proyecto.

Mis padres

Victor y Sonia Noriega por su esfuerzo constante para brindarme el regalo de la educación, y confiar en que correspondería a sus esfuerzos completando mis estudios universitarios. Por el apoyo emocional, sus consejos, palabras de ánimo y sobre todo el amor incondicional que me brindaron, que me permitió crecer y avanzar en mi vida personal y profesional.

AGRADECIMIENTOS A:

Mi esposa	Laura Morales por estar a mi lado y brindarme su apoyo incondicional, motivándome constantemente con sus palabras y actos de amor y principalmente por mostrarme con su ejemplo que los objetivos se pueden cumplir con esfuerzo y disciplina.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por permitirme el acceso a educación superior y permitir mi crecimiento como profesional.
Mtro. Ing. Edgar Guevara	Por brindarme su tiempo y conocimiento para asesorarme en la elaboración de mi protocolo de tesis.
Mi hermano	Por mantener alto el estándar académico en el hogar y marcar la ruta para la superación profesional en mi vida, siendo ejemplo de constancia y dedicación.
Mis amigos	A todos aquellos que de alguna u otra forma pusieron su granito de arena y me permitieron culminar mis estudios universitarios a nivel licenciatura.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES V
LISTA DE SÍMBOLOS VII
GLOSARIO IX
1. TÍTULO DE INVESTIGACIÓN 1
1.1. Línea de investigación 1
2. INTRODUCCIÓN 3
3. ANTECEDENTES 5
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 11
4.1. Contexto general 11
4.2. Descripción del problema 11
4.3. Formulación del problema 12
4.3.1. Pregunta central 12
4.3.2. Preguntas auxiliares 13
4.4. Delimitación del problema 13
5. JUSTIFICACIÓN 15
6. OBJETIVOS 17
6.1. General 17
6.2. Específicos 17
7. NECESIDAD DE LA ESQUEMA Y SOLUCIÓN 19
8. MARCO TEÓRICO 23
8.1. Lean six sigma 23
8.1.1. Cinturón blanco 24
8.1.2. Cinturón amarillo 24
8.1.3. Cinturón verde 24
8.1.4. Cinturón negro 25

8.1.5. Maestro cinturón negro 25
8.2. Herramientas del sistema *lean six sigma* 25
8.3. Lean manufacturing 26
8.3.1. Modelo estratégico 27
8.3.2. Hoshin Kanri 28
8.3.3. Value Stream Mapping 29
8.3.4. Eventos Kaizen 29
8.3.5. Desperdicios o mudas 30
8.3.5.1. Kanban 31
8.3.5.2. SMED 31
8.3.5.3. Metodología 5´s 32
8.3.6. TPM (mantenimiento productivo total) 33
8.3.7. Variabilidad o mura 34
8.3.7.1. Seis sigma 35
8.3.7.2. Ciclo DMAIC 35
8.3.7.3. AMEF (análisis de modo y efecto de fallas) 37
8.4. La capacitación 38
8.5. Proceso de la capacitación 39
8.5.1. Diagnóstico de la necesidad de capacitación (DNC) 41
8.5.1.1. Análisis de la estrategia organizacional 42
8.5.1.2. Análisis estructural 44
8.5.1.3. Diseño del programa de capacitación 45
8.5.1.4. Ejecución del programa de capacitación 46
8.5.1.5. Evaluación de los resultados 47
9. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDO 49

10. METODOLOGÍA 51
10.1. Características del estudio 51
10.1.1. Enfoque 51
10.1.2. Alcance 51
10.1.3. Diseño 52
10.2. Unidad de análisis 52
10.3. Variables 52
10.4. Fases del estudio 54
10.4.1. Análisis de la estrategia organizacional 54
10.4.2. Análisis estructural 54
10.4.3. Diagnóstico de la necesidad de capacitación 54
10.4.4. Diseño del programa de capacitación 55
10.4.5. Logística para la ejecución del programa de capacitación 55
10.4.6. Ejecución del programa de capacitación 55
10.4.7. Seguimiento del plan anual 55
10.4.8. Evaluación del desempeño 56
11. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN 57
12. CRONOGRAMA 59
13. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO 61
13.1. Presupuesto 61
REFERENCIAS 63
APÉNDICES 67

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

Figura 1. Esquema de solución 22
Figura 2. Enfoque estratégico 28
Figura 3. Variabilidad de resultados 34
Figura 4. Cambios debido a la capacitación 39
Figura 5. El proceso de capacitación 40
Figura 6. Preparación de un programa de capacitación 41
Figura 7. Pasos para levantar inventario DNC 43
Figura 8. Estructura organizacional 44
Figura 9. La programación de la capacitación 46
Figura 10. Cronograma de investigación 59

TABLAS

Tabla 1. Unidad de análisis 53
Tabla 2. Presupuesto de proyecto 61

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
%	Porcentaje

GLOSARIO

AMEF	Análisis de modo y efecto de fallas.
Capacitación	Conjunto de actividades didácticas, orientadas a ampliar los conocimientos, habilidades y aptitudes del personal que labora en una empresa.
Diagnóstico	Es el proceso de reconocimiento, análisis y evaluación de una cosa o situación para determinar sus tendencias, solucionar un problema o remediar un mal.
DMAIC	Definir, medir, analizar, controlar y mejorar.
DNC	Diagnóstico de la necesidad de capacitación.
Evaluación	Determina la cantidad de conocimiento adquirido como resultado del proceso de enseñanza y aprendizaje dado en un periodo y sobre un tema determinado.
Heijunka	Palabra que proviene del japonés que significa nivelación. Método Lean utilizado para reducir las desigualdades en procesos de producción y reducir posibilidades de sobrecarga.

Hoshin Kanri	Proviene del japonés Hoshin que significa dirección y Kanri que significa control. Sistema de planificación y ejecución de estrategias que permite que los trabajadores se alineen hacia los mismos objetivos.
Indicador	Es una característica específica, observable y medible que puede ser usada para mostrar cambios y progresos que está haciendo un programa hacia el logro de un resultado específico.
JIT	Justo a tiempo.
Just in time	Metodología creada para la organización de la producción cuyo objetivo es el de contar únicamente con la cantidad necesaria de producto, en el momento y lugar justo. En español se denomina sistema justo a tiempo.
Kaizen	Palabra compuesta por dos vocablos, kai que significa cambio y zen que significa bondad. Filosofía basada en realizar acciones sencillas en las que participan todos los trabajadores de una empresa para detectar problemas y soluciones.
Kanban	Palabra japonesa formada por Kan, que significa visual y Ban que significa tarjeta. Elemento sencillo y visual del TPS que se utiliza para solicitar componentes cuando son requeridos, manteniendo el mínimo de *stock* en el área de producción.

Lean manufacturing	En español manufactura esbelta. Es una metodología que trata de optimizar el sistema de producción y reducir o eliminar las tareas que no añaden valor.
Muda	Palabra que proviene del japonés que significa desperdicio.
Mura	Palabra que proviene del japonés que significa variabilidad.
Muri	Palabra que proviene del japonés que significa sobrecarga.
OEE	Eficiencia general de los equipos.
Poka Yoke	Palabra en japonés que significa a prueba de errores. Método enfocado en prevenir y disminuir errores en los procesos.
Seiketsu	Palabra que proviene del japonés que significa estandarizar. Su objetivo es establer normas y procedimientos para la metodología 5´s.
Seiri	Palabra que proviene del japonés que significa seleccionar. Su objetivo es eliminar lo innecesario del área de trabajo.

Seiso	Palabra que proviene del japonés que significa limpiar. Su objetivo es reducir y evitar ensuciar en las áreas de trabajo.
Seiton	Palabra que proviene del japonés que significa organizar. Su objetivo es tener áreas específicas y ordenadas para cada cosa.
Shituske	Palabra que proviene del japonés que significa seguimiento. Su objetivo es mantener y seguir implementando la metodología 5´s.
SMED	Cambio de matriz en menos de diez minutos.
TPM	Mantenimiento productivo total.
Variable	Es una palabra que representa aquello que varía o que está sujeto a algún tipo de cambio. Se trata de algo que se caracteriza por ser inestable, inconstante y mudable.
VSM	Mapa de flujo de valor.

1. TÍTULO DE INVESTIGACIÓN

Diseño de la investigación de academia senpai para el desarrollo de capacidades en herramientas *lean six sigma* en una industria farmacéutica ubicada en la zona 3 de mixco, guatemala

1.1. Línea de investigación

La línea de investigación para este proyecto es la excelencia operacional, ya que busca desarrollar proyectos de eficiencia y mejora continua a través del conocimiento adquirido en herramientas que ofrece una certificación de *lean six sigma*.

2. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo consiste en la implementación de una sistema de capacitaciones enfocado a transferir conocimientos y capacidades en herramientas de *lean six sigma* a todo el departamento de producción, desde el gerente de producción hasta el personal operativo y de empaque, esto permitirá que no solamente el personal administrativo participe en la propuesta e implementación de proyecto de mejora, sino que también el personal operativo y de empaque pueda desarrollar propuestas de mejora e implementar proyectos enfocados a incrementar la eficiencia en las líneas de producción y empaque en una industria farmacéutica ubicada en la zona 3 de Mixco, de la Ciudad de Guatemala, donde se dedican a la fabricación de medicamentos de venta libre.

Actualmente la empresa en estudio se dedica a la fabricación de medicamentos de venta libre, cuenta con ocho líneas de empaque divididas en líneas de empaque de producto efervescente y líneas de empaque de producto estándar y también cuentan con un área de formulación en la que se fabrican las mezclas que se utilizan para el procesamiento de algunos medicamentos.

La empresa cuenta con una sola planta de producción relacionada a medicamentos y busca mantener la calidad del producto a precios accesibles, por esta razón las exigencias para cumplir los objetivos son altas y se busca la participación del 100 % del personal de producción en el desarrollo e implementación de proyectos, por lo que es necesario que el personal cuente con conocimientos y capacidades de uso de herramientas que permita la implementación de mejoras en las líneas de producción.

El informe final de investigación estará conformado por cinco capítulos los cuales estarán conformados de la siguiente manera:

En el capítulo 1 se presentarán los antecedentes tomados como referencia para estabilizar la investigación bajo argumentos sólidos, los cuales serán obtenidos a través de artículos de investigación, y libros relacionados al tema de capacitaciones y *lean six sigma*.

En el capítulo 2 se presentará el marco teórico, en el cual se sintetizará la información teórica necesaria para conocer las herramientas de análisis y métodos de mejora relacionados al sistema *lean six sigma* y el proceso de implementación de un plan de capacitaciones para implementar la academia Senpai.

En el capítulo 3 se presentara el desarrollo de la investigación, la misma se llevará a cabo con la comprensión y conocimiento de los objetivos estratégicos de la empresa, la estructura organizacional y el recurso humano.

El capítulo 4 presentará los resultados del trabajo de graduación que se plantearán con base en los objetivos específicos, mismos que se deben cumplir completamente para obtener los resultados deseados.

En el capítulo 5, conforme los resultados obtenidos se presentará la discusión de resultados de forma descriptiva, esta misma explicará detalladamente el cumplimiento de los objetivos específicos planteados para la investigación.

3. ANTECEDENTES

En la última década se ha observado un incremento en el deseo de las empresas por ser más competitivas, esto debido a los grandes retos para satisfacer las necesidades de los clientes, provocando que las empresas busquen la manera de incrementar los niveles de productividad por medio de las metodologías que se han creado a lo largo del tiempo. Una de las formas que han conseguido implementar metodologías de mejora es por medio del conocimiento y la experiencia de sus ingenieros los cuales se encuentran en posiciones de jefatura y supervisión buscando la manera de implementar métodos y así mismo capacitar al personal operativo en los métodos que se desean implementar. Otra forma de lograr esto es por medio de asesores expertos en el tema que se desea implementar, por lo general esto va enfocado a capacitar al nivel de jefatura y supervisión y así obtener los conocimientos necesarios para desarrollar los proyectos de forma efectiva por medio de herramientas que permitan no sólo planificar sino también desarrollar y culminar cualquier proyecto de mejora que permita obtener márgenes de ganancia y reducción de costos.

Una de las metodologías que se ha tornado muy de moda es el sistema *lean six sigma*, la cual es la unión de la metodología *Six Sigma* y *lean manufacturing*. *Six Sigma* se enfoca en la calidad buscando reducir la variabilidad en los parámetros de calidad con el fin de reducir al máximo los defectos y el enfoque principal del *lean manufacturing* es la reducción de los desperdicios (muda) y la variabilidad (mura) a través de distintas herramientas como el las 5´s, TPM, Poka Yoke, Kanban, entre otros. Existen varios factores que pueden impedir la integración del *lean six sigma* a los procesos administrativos y de

fabricación como la falta de liderazgo, la falta de compromiso, falta de recursos, el no contar con el conocimiento necesario; pero existen investigaciones que hablan acerca de los beneficios que se pueden obtener o que se han obtenido tras implementar en un orden específico y adecuado, observando las necesidades de la empresa.

Tal es el caso de una empresa que se dedica a la fabricación de zumo de frutas la cual había estado sufriendo de costos y desperdicios excesivos.

Aplicando las herramientas DMAIC (definición, medida, análisis, mejora y control), VSM (mapeo de flujo de valor) y diagrama de causa y efecto. Los resultados del estudio arrojaron una reducción de un 50 % en los desperdicios y un aumento del 7 % en los beneficios de la empresa (Kharub *et. al.*, 2021).

También podemos analizar el trabajo que corresponde a Cermeño (2019), quien realizó el *Desarrollo del Sistema Lean Six Sigma para la Detección y Eliminación de Fallas en el Proceso de Tejidos de Polipropileno*. En este trabajo se utilizaron herramientas de análisis para determinar la situación actual de la empresa de las áreas, los métodos y los procesos, como el diagrama de Ishikawa y análisis FODA. Para determinar la eficiencia actual y el nivel de desperdicio se utilizó el historial de bobinas producidas y rechazadas en el primer cuatrimestre del 2017, obteniendo como resultado un de rechazo del 0.74 %, un rendimiento del 99.26 % y un nivel sigma de 3.9.

El trabajo se desarrolló principalmente en el área de extrusión para sacos, por mal embobinado de los hilos, hilos transparentes, hilos con Denier fuera del parámetro superior, entre otros. El método utilizado fue *lean six sigma*, aplicando la mejora continua (Kaizen) para estandarizar los procesos y los criterios de calidad y obtener el control de las metas diarias de producción, justo a tiempo

(*Just in Time*) para mantener un proceso continuo y evitando la sobreproducción para mejorar la gestión de los materiales, producto en proceso y producto terminado, también se implementó sistemas de inspección en puntos estratégicos, así como inspecciones intermedias de la tolerancia del calibre de los hilos, todo esto por medio de la gestión de la calidad total, además se integraron al proceso de producción el sistema Poka Yoke, 5´s, gráficas de control X-R y el índice de productividad OEE para determinar la eficiencia diaria de los equipos.

La implementación de estas herramientas asociadas al *lean six sigma* confirmó los beneficios que se pueden obtener a través de esta metodología obteniendo como datos finales un rechazo del 0.3306 %, un rendimiento del 99.6693 % y un nivel sigma de 4.3.

Otro trabajo que podemos analizar corresponde a Corzo y Teccsi (2019), que realizó la *Aplicación del Lean Six Sigma para la optimización del proceso de distribución de la corporación Lindley S.A. en el Mercado Productores, Lima 2018 – 2019*, el cual es un proyecto de factibilidad, apoyado por la investigación de campo utilizando encuestas de satisfacción de todos los clientes determinando que el 65 % de los clientes no están satisfechos con el tiempo de entrega de la mercadería, el 80 % esta insatisfecho por la asesoría comercial y el 90 % menciona haber recibido menos de lo solicitado. También se observó de forma directa el proceso de distribución utilizando listas de verificación para la toma de datos, se realizaron tomas de tiempos del proceso de distribución de bebidas en el Mercado Productores y un análisis de los documentos relacionados a la venta y distribución del producto por medio de análisis estadísticos y utilizando como población y muestra del estudio para la hipótesis los 23 clientes del canal vertical de la Corporación Lindley en el Mercado de Productores, desde enero 2018 hasta agosto 2019, determinando que solo el 26 % de los clientes se encuentran

satisfechos con los tiempos de entrega y solo el 21 % se encuentra satisfecho con la asesoría comercial.

Este trabajo permitió verificar los beneficios de utilizar la metodología *lean six sigma* aplicado a los procesos de distribución, logrando un incremento de sigma de 1.54 a 2.25, un incremento de 26 % a 69 % en la satisfacción del cliente en los tiempos de entrega y un incremento del 21 % al 60 % en la satisfacción en la asesoría comercial.

Un cuarto trabajo de Calderón (2019), que lleva por título: *Implementación de la Metodología Lean Six Sigma para Mejorar la Productividad de una Empresa de Plásticos*, el cual trata sobre un proyecto de investigación que muestra el impacto de implementar el sistema de *lean six sigma* en los procesos de producción utilizando la metodología DMAIC (definir, medir, analizar, mejorar y controlar), 5´s y la estandarización del trabajo. El problema principal radica en la fabricación de planchas de policarbonato, al presentar gramajes muy dispersos respecto del gramaje objetivo de 1050 gr/m² provocando incremento de los costos de fabricación, además se generan grandes cantidades de merma entre 10,000 a 12,000 Kg de resina por errores por parte del personal como confusiones en abastecimiento de lotes, retraso en la entrega de materia prima, vencimiento de los lotes, contaminación cruzada, entre otros. Adicional a esto un kilogramo de resina de policarbonato tiene un costo de 2.2 a 2.5 dólares dependiendo del valor en el que se encuentre el mercado. Este conjunto de problemas ha afectado de manera directa la productividad en el área de producción provocando que no se cumpla la meta diaria de producción de acuerdo con el objetivo planificado.

Se utilizó como técnica de recopilación de datos el análisis documentario de los registros y reportes de trabajo del área de producción trabajados en

formato Excel los cuales fueron analizados por medio del *software* estadístico Minitab, y la muestra utilizada fue una línea de fabricación de un total cinco líneas.

Este estudio de investigación demostró los beneficios que se obtienen en la productividad al implementar la metodología *lean six sigma* en un área de producción de plásticos, obteniendo una reducción en la variabilidad de 1066.50 gr/m² a 1050.95 gr/m², una reducción en la desviación estándar de 17.9 gr/m² a 11.22 gr/m², también se observó un incremento en el nivel sigma de 1.95 a 4.17, todo esto se logró por medio de la herramienta DMAIC. Adicional se obtuvo una reducción del 37.9 % por medio de la metodología 5´s y una reducción de los artículos no conformes del 6.5 % al 4 %.

Todos estos estudios de investigación demuestran los beneficios que se pueden obtener a través de la implementación de la metodología de *lean six sigma* y de lo importante que es contar con personal que tenga el conocimiento de estas herramientas. Cabe destacar que el objetivo del proyecto en curso no es implementar directamente la metodología *lean six sigma* en la plata de producción, sino complementar los conocimientos de los diferentes niveles jerárquicos del personal asignado a la administración y operación de los procesos de producción, en herramientas de *lean six sigma* por medio de los cinturones blanco, amarillo, verde y negro logrando la implementación de una academia interna que mantenga de forma constantes el desarrollo de las capacidades del personal operativo y administrativo para el incremento de las propuestas e implementación de proyectos Kaizen y Lean, esto con el fin de lograr los objetivos de producción y calidad propuestos por gerencia.

Si bien no hay mayor información de estudios de investigación específicamente de una academia interna en alguna industria que hable específicamente del desarrollo de capacidades *lean six sigma*, existen muchas

instituciones que se dedican a entrenar y certificar a los niveles de mandos medios en esta metodología y que las empresas contratan para poder obtener resultados similares a los que se han mencionado anteriormente con el objetivo de incrementar la eficiencia de la producción y lograr la reducción de costos, además de brindar a los niveles de jefatura y supervisión las herramientas que necesitan para desarrollar mejoras, esto principalmente porque el personal interno ya cuenta con la experiencia y el conocimiento de los procesos que se realizan en sus respectivas áreas. También se ha demostrado por medio de diferentes estudios e investigaciones el impacto que tiene en la productividad laboral el desarrollo y la implementación de planes y estrategias de capacitación a nivel interno y externo.

Tal es el caso del trabajo de investigación de Rojas (2018), el cual se denomina Capacitación y Desempeño Laboral, la cual se desarrolló en el área operativa de una Tenería. En este trabajo se manejaron varios conceptos relacionados al análisis de la enseñanza, las necesidades de la capacitación, métodos de evaluación, desempeño laboral, evaluación del desempeño, entre otros. Esto con el objetivo de demostrar el impacto que tiene la capacitación en la industria.

La población estudiada estuvo conformada por 36 colaboradores de la Tenería San Miguel de Quetzaltenango y se utilizó una encuesta para recolectar información, la cual demostró que el 95 % del personal considera que la capacitación aporta positivamente al desempeño laboral y el 92 % considera que la capacitación es fundamental para el alcance de los objetivos propuestos por la empresa, adicional a esto el 96 % de los colaboradores mencionan un incremento en la motivación y el empoderamiento en sus actividad laboral.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

4.1. Contexto general

En los últimos años las exigencias para el cumplimiento de objetivos en la Planta de Producción se han incrementado, generando la necesidad de incrementar la propuesta de proyectos no solamente por parte de jefatura y supervisión, sino también por parte del personal operativo. Actualmente se han desarrollado e implementado proyectos, pero sin el uso de herramientas que faciliten la gestión de los proyectos, adicional a esto las propuestas de proyectos únicamente provienen de las observaciones en las líneas de producción realizadas por los supervisores y jefatura ya que el personal operativo no cuenta con el conocimiento de herramientas de mejora continua y solamente el 37.5 % tiene conocimientos técnicos operativos que faciliten la identificación de mejoras en las áreas de trabajo, provocando que el personal no tenga la capacidad ni la seguridad de plantear de forma clara un proyecto. Debido a esto se observó la necesidad de crear una estructura Lean claramente definida que tome en cuenta a todo el personal del departamento de Producción.

4.2. Descripción del problema

A partir del año 2020 las exigencias para el cumplimento de los objetivos se incrementaron, anterior a esto las iniciativas de mejora eran muy pocas y muchas de ellas solo se quedaban en fase de propuesta y análisis, ya que no existía un seguimiento constante para lograr la implementación de los proyectos, tampoco se promovía una cultura de mejora continua que motivaran en el Departamento de Producción las propuestas de proyectos.

La siguiente las propuestas por parte del personal de supervisión de iniciativas de proyectos de mejora continua incrementaron, pero la aprobación de proyectos fue mínima, debido a que las habilidades de los supervisores estaban más enfocadas a la gestión de la producción y documentación y no al desarrollo de proyectos.

Debido a la necesidad de cumplir con los objetivos estratégicos de producción, se busca obtener el involucramiento no solo de jefatura y supervisión, sino también del personal operativo, los cuales ejecutan directamente las tareas de fabricación y empaque y conocen de primera mano las necesidades que se presentan día a día en las líneas de producción, pero debido a que el personal que cuenta con conocimientos técnicos operativos es bajo, las propuestas de proyectos son mínimas.

Partiendo de estas observaciones se busca proveer estas habilidades y conocimientos a todo el departamento de producción a través de la academia SENPAI, basada en la metodología *lean six sigma* ya que esta metodología cuenta con herramientas enfocadas directamente a la mejora continua.

4.3. Formulación del problema

En la siguiente sección se incluye la pregunta central y las preguntas auxiliares enfocadas al proyecto de investigación y el desarrollo del mismo.

4.3.1. Pregunta central

¿De qué manera la creación de una academia interna con diferentes niveles de formación enfocados a conocimientos de herramientas *lean six sigma*

influye en la efectividad y eficacia de la implementación de proyectos que permitan el aumento de la eficiencia de la producción?

4.3.2. Preguntas auxiliares

- ¿Qué niveles de estructura organizacional deben de existir para implementar con eficiencia la academia SENPAI y entregar con eficacia los conocimientos en herramientas *lean six sigma* a los diferentes niveles?

- ¿Qué nivel de conocimiento debe ser entregado a cada nivel de cinturón de acuerdo con el perfil de la estructura Lean?

- ¿Qué método de evaluación de resultados es el más adecuado para determinar el nivel de conocimiento adquirido y el costo/beneficio?

4.4. Delimitación del problema

El presente trabajo se desarrollará para incrementar el desarrollo de proyectos que contribuyan a la eficiencia, calidad y ahorros y se llevará a cabo en una industria farmacéutica ubicada en la zona 3 de Mixco.

Delimitado únicamente para la estructura del departamento de producción: gerencia, jefatura, supervisión, documentación, materiales, personal operativo y de empaque.

El tiempo que se tomará la implementación de la academia será de un año aproximadamente.

5. JUSTIFICACIÓN

La implementación de una academia interna que se enfoque en desarrollar conocimientos en herramientas de *lean six sigma* a los diferentes niveles jerárquicos permitirá incrementar la capacidad de planteamiento de proyectos de mejora, principalmente del nivel operativo que es el personal que se encuentra de forma directa en los procesos de producción y pueden observar en primera línea las necesidades que van surgiendo. Esto permitirá que no solo jefatura y supervisión aporten a la propuesta de proyectos de mejora, sino que creará un mayor nivel de confianza en el personal operativo ya que contarán con la capacidad de desarrollar propuestas por medio de metodologías y herramientas otorgadas por medio de las capacitaciones dadas en la academia.

De esta forma se espera incrementar el indicador de calidad a través de la revisión de protocolos de forma óptima, reducción de desviaciones y mayor capacidad de análisis para determinar las CAPA´s (corrective action/preventive action) que permitan desarrollar soluciones que mitiguen la causa raíz por la cual se generó una desviación.

También se otorgarán las herramientas necesarias para iniciar con la estandarización de los procesos a mayor escala, logrando abarcar todas las actividades relacionadas al proceso de manufactura que formen parte de los paros planeados por medio de guías de arranque, limpiezas, cambios de formato, cambios de lote, operación y lubricación.

Además, a través del incremento de proyectos, principalmente por las nuevas propuestas por parte del personal operativo, se espera aportar un 1 % de

incremento por línea a los indicadores de OEE (eficiencia global) y ahorros en el departamento de producción, obteniendo ahorros de Q10,000.00 por proyecto Quick Wins implementado.

6. OBJETIVOS

6.1. General

Implementar la Academia SENPAI con distintos niveles de formación Lean (cinturón blanco, amarillo, verde y negro).

6.2. Específicos

1. Definir los niveles de la estructura organizacional Lean para el departamento de producción por medio de la matriz de competencia y el diagnóstico de la necesidad de capacitación.

2. Diseñar el programa de capacitación y el método e implantación basado en el análisis de la audiencia.

3. Determinar el nivel de conocimiento adquirido y el costo/beneficio por medio de la evaluación de resultados.

7. NECESIDAD DE LA ESQUEMA Y SOLUCIÓN

La principal necesidad que se cubrirá con esta investigación es la implementación de una academia interna que se enfoque en desarrollar conocimientos en herramientas de *lean six sigma* a los diferentes niveles jerárquicos permitirá incrementar la capacidad de planteamiento de proyectos de mejora, esto con la meta de cumplir con los objetivos estratégicos planteados por el equipo gerencial.

Existen riesgos que se pueden generar durante el proceso de implementación que pueden frenar el proceso de implementación de la academia, ya que al ser una planta de producción y con exigencia diarias, se puede dificultar la disponibilidad del equipo operativo y de empaque para poder brindar las capacitaciones, anidado a esto los capacitadores pueden no disponer del tiempo necesario debido a la carga laboral que se genera por el cumplimiento de sus actividades diarias, también puede afectar el espacio físico debido a la necesidad de cumplir con los normativos de seguridad, en el cual se debe mantener dos metros de distancia, reduciendo la cantidad de personas por espacio físico de las salas de capacitaciones, debido a esto se observa la necesidad de crear un plan de capacitación bastante detallado que elimine los inconvenientes que se puedan generar en el camino de la implementación de la academia.

A continuación, se definirán las bases en las que se dividirá el proceso de planificación e implementación de la academia Senpai:

- Fase 1: análisis de la estrategia organizacional: en esta etapa se debe analizar la estrategia organizacional, para conocer hacia dónde debe llegar el personal y poder guiar mejor el proceso de desarrollo del personal, se tiene un tiempo estimado de realización de 5 días.

- Fase 2: análisis estructural: en esta etapa se debe identificar factores determinantes de la estructura organizacional y competencias con las que cuenta el recurso humano, con el fin de programar capacitaciones oportunas y eficientes, se tiene un tiempo estimado de realización de 20 días.

- Fase 3: diagnóstico de necesidades de capacitación: se debe analizar la situación actual del personal y las posibles brechas en las competencias actuales del personal, para determinar los conocimientos y habilidades en *lean six sigma* que debe poseer el recurso humano de acuerdo a sus competencias y nivel en el que se encuentre en la estructura organizacional, se tiene un tiempo estimado de 40 días.

- Fase 4: diseño del programa de capacitación: se debe realizar el programa de la capacitación, planificar las acciones, determinar los objetivos, el recurso humano que se debe ser capacitar, los métodos de entrega de los contenidos, también quienes son las personas encargadas de transmitir la información, se tiene un tiempo estimado de 40 días.

- Fase 5: logística para la ejecución del programa de capacitación: se debe determinar las fechas y horarios en los que se realizarán las capacitaciones, salas de conferencias para ubicación del personal, para garantizar la eficiencia de la capacitación y la disponibilidad del personal, se tiene un tiempo estimado de 15 días.

- Fase 6: ejecución del programa de capacitación: se debe determinar el método correcto de entrega para transmitir la información de la mejor manera, desarrollar las habilidades requeridas, y determinar procesos de evaluación de la capacitación, se tiene un tiempo estimado de 30 días.

- Fase 7: seguimiento del plan anual: se debe dar seguimiento constante al plan de capacitación, para determinar cambios en los temas de capacitación y verificar refuerzos de contenido, se tiene un tiempo estimado de 10 días.

- Fase 8: evaluación del programa de capacitación: se debe determinar que el programa de capacitación alcanzó los objetivos propuestos y conocer si satisfizo la necesidad de la organización, se tiene un tiempo estimado de 120 días.

El desarrollo de todas las fases tiene un tiempo de 280 días hábiles para su desarrollo.

Figura 1.

Esquema de solución



Nota. El diagrama muestra el esquema de la solución. Elaboración propia, realizado con Word.

8. MARCO TEÓRICO

En esta sección se presenta la información teórica necesaria para respaldar el trabajo sobre la implementación de la academia SENPAI, enfocada en otorgar conocimiento en herramientas *lean six sigma* en una industria farmacéutica en la zona 3 de Mixco.

8.1. Lean six sigma

El *lean six sigma* es un sistema el cual su enfoque principal es mejorar los procesos a través de la combinación de dos metodologías, *lean manufacturing* y *six sigma*. El objetivo del *lean manufacturing* es eliminar los despilfarros conocidos como muda a través de una serie de herramientas y el objetivo de Six Sigma es llevar al máximo nivel de perfección la calidad del producto a través de métodos estadísticos.

Existen instituciones que se encargan de certificar a las empresas que desean mejorar sus niveles de calidad y eficiencia en sus áreas de trabajo, dividiendo las certificaciones en distintos niveles llamados cinturones y estos se clasifican en, cinturón blanco, cinturón amarillo, cinturón verde, cinturón negro y maestro cinturón negro.

El trasfondo de los colores es una comparación con los niveles de cinta que se usan en las artes marciales. En las artes marciales no se puede subir de nivel a menos de que el aprendiz demuestre sus habilidades, este mismo objetivo tiene los colores en los cinturones en el *lean six sigma*, demostrar que se han adquirido los conocimientos por cada nivel y así poder pasar al siguiente nivel.

Estos niveles de certificación manejan distintos tiempos de capacitación de menor a mayor y cada nivel incluye el tiempo del anterior.

8.1.1. Cinturón blanco

Tiene habilidades de liderazgo y ha adquirido los conocimientos básicos de la metodología para generar concientización sobre la necesidad y los beneficios de la mejora continua en sus áreas de trabajo, por ejemplo, mantiene su área limpia y ordenada, gestiona su tiempo correctamente y realizan su trabajo con calidad y en tiempo. Continuamente buscan identificar oportunidades de mejora, cuentan con la motivación y la disposición a participar en soluciones y proyectos de mejora.

8.1.2. Cinturón amarillo

Tiene conocimientos básicos en la metodología y tiene la capacidad de reducir costos y aumentar la eficiencia por medio proyectos Kaizen que ejecuta de manera constante y están enfocados principalmente a pequeños proyectos, mantienen ordenados y estandarizados todos los procesos de trabajo manteniendo la calidad. Lideran equipos de mejora y solución de problemas, tienen la capacidad de entrenar cinturones blancos. Cuentan con conocimientos de la metodología DMAIC.

8.1.3. Cinturón verde

Tiene un conjunto muy poderoso de herramientas ya que cuentan con los conocimientos de las herramientas del cinturón amarillo, adicional a esto cuenta con conocimientos básicos en métodos estadísticos *six sigma* y con conocimientos más profundos en herramientas Lean como el DMAIC, también

tiene la capacidad de reducir costos e incrementar la eficiencia del área en la que se encuentren, aseguran el sostenimiento de sus áreas y generan información para la decisión de datos. Lideran pequeños proyectos y tiene la capacidad de entrenar cinturones amarillos y dar soporte a los proyectos liderados por los mismos.

8.1.4. Cinturón negro

Cuenta con amplios conocimientos en métodos estadísticos y Lean, su rol principal es evaluar áreas de oportunidad de mejora, cuantificar el impacto financiero y dirigir proyectos de alto nivel y mejora continua en toda la cadena de valor que generan grandes beneficios a las empresas, también como un experto en las herramientas Lean y Six Sigma capacita y entrena a equipos enfocados en la implementación de proyectos.

8.1.5. Maestro cinturón negro

Cuenta con gran experiencia en todos los conceptos del sistema *lean six sigma* y con la capacidad de aplicarlos fácilmente y ejecutarlos correctamente, tiene experiencia y ha liderado proyectos estratégicos. se dedican a desarrollar las habilidad y conocimientos en métodos *six sigma* y Lean a los cinturones negros.

8.2. Herramientas del sistema *lean six sigma*

El sistema *lean six sigma* utiliza la combinación de varias filosofías, metodologías y herramientas que implementadas correctamente permiten un análisis profundo de la situación actual de la empresa lo cual sirve de guía para

entender las necesidades reales y la forma correcta de actuar ante estas necesidades, logrando así el incremento de la productividad.

Este sistema se transmite en varios niveles lo que permite que existan equipos con diferente nivel de conocimiento, cada nivel superior conoce y entiende los conceptos del nivel anterior, esto con el fin de lograr equipos con estructuras de trabajo que apliquen diariamente en su puesto las herramientas otorgadas.

8.3. Lean manufacturing

> Se puede definir como un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación del desperdicio o excesos, entendiendo como exceso toda aquella actividad que no agrega valor en un proceso, pero sí costo y trabajo. Esta eliminación sistemática se lleva a cabo mediante trabajo con equipos de personas bien organizados y capacitados. Debemos entender que *lean manufacturing* es el esfuerzo incansable y continuo para crear empresas más efectivas, innovadoras y eficientes (Bodek). (Socconini, 2019, p. 11)

El objetivo principal del *lean manufacturing* es incrementar la productividad a través de varias estrategias que involucren a todo el personal y todas las actividades que agregan valor, eliminando esfuerzos en aquellas que no agregan valor.

Socconini (2019) menciona que la productividad se ve afectada por los recursos disponibles y que estos limitan los resultados que se pueden obtener, estas limitantes fueron nombradas por los ingenieros japoneses como las 3 Mu:

- Muri = sobrecarga
- Mura = variabilidad
- Muda = desperdicio

El sistema *lean six sigma* utiliza la combinación de varias filosofías, metodologías y herramientas que implementadas correctamente permiten un análisis profundo de la situación actual de la empresa lo cual sirve de guía para entender las necesidades reales y la forma correcta de actuar ante estas necesidades, logrando así el incremento de la productividad.

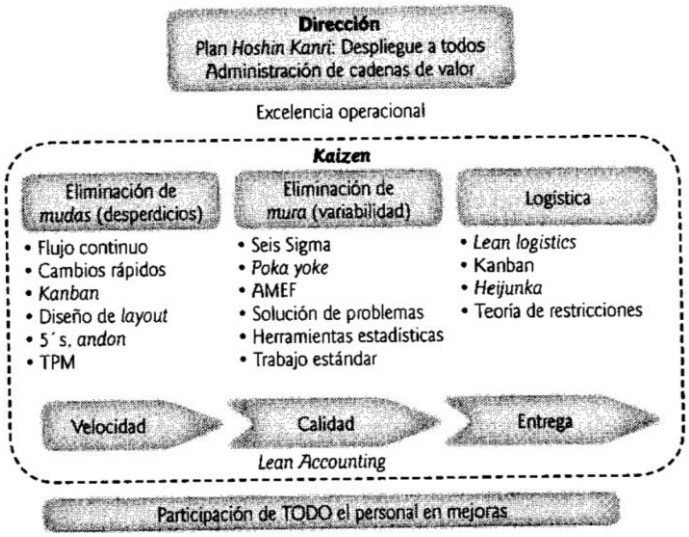
8.3.1. Modelo estratégico

> En cualquier negocio, la meta por lograr es la satisfacción del cliente y la rentabilidad sostenida. Este mensaje de la meta de la compañía revela un evidente interés no solo en darles a los clientes lo que piden, sino en ir más allá buscando su verdadera satisfacción. Además, esto debe lograrse de manera económica, sin derrochar los recursos que los accionistas de la empresa han depositado en ella. Así pues, la rentabilidad se refiere a que todos aquellos relacionados con el producto o la marca, así como con los clientes, proveedores, trabajadores y accionistas, deberán buscar que el negocio genere ganancias. (Socconini, 2019, p. 12)

El objetivo principal de este sistema es la liquidez del negocio, si bien se busca ganar-ganar, dando satisfacción del cliente, el principal enfoque de este sistema es lograr la rentabilidad del negocio a través de un sistema perfectamente estructurado logrando la eliminación de muri y mudas.

Figura 2.

Enfoque estratégico



Nota. Sistema perfectamente estructurado para eliminar desperdicios. Adaptado de L. Socconini (2019). *Lean manufacturing paso a paso*. (p.12). https://www.academia.edu/40610819/Lean_Manufacturing_Paso_A_Paso_Luis_Socconini_pdf

8.3.2. Hoshin Kanri

Hoshin Kanri es una herramienta que permite analizar las actividades y resultados de una empresa, enfocando sus esfuerzos en la misión, visión y objetivos estratégicos los cuales serán medibles por medio de indicadores de desempeño, esto provee un enfoque claro a toda la organización. También

permite la coordinación entre diversos departamentos y funciones, evitando la duplicación de esfuerzos que no contribuyan al cumplimiento de los objetivos.

8.3.3. Value Stream Mapping

> Un mapa de valor es una representación gráfica de elementos de producción e información que permite conocer y documentar el estado actual y futuro de un proceso, es la base para el análisis de valor que se aporta al producto o servicio, y es la fuente del conocimiento de las restricciones de una empresa, ya que permite visualizar en dónde se encuentra el valor y en donde el desperdicio.
>
> En el mapa de valor podemos observar y entender el flujo de la información y el flujo de los materiales, ya que una empresa de manufactura no sólo fabrica bienes, sino que también produce información. (Socconini, 2019, p. 104)

En resumen, busca el análisis profundo de todas las actividades que se realizan para entregar el producto final a un cliente.

8.3.4. Eventos Kaizen

> Un evento kaizen es una cadena de acciones realizadas por equipos de trabajo cuyo objetivo es mejorar los resultados de los procesos existentes. Mediante estas acciones, los dueños de los procesos y los operadores

> pueden realizar mejoras significativas en su lugar de trabajo que se traducirán en beneficios de productividad (y como consecuencia, de rentabilidad) para el negocio. (Socconini, 2019, p. 130)

Algo que hay que entender de un evento kaizen es que no se espera que sea una actividad demasiado elaborada, ya que el objetivo principal es llevar a cabo acciones que mejoren rápidamente los procesos en poco tiempo.

8.3.5. Desperdicios o mudas

"La mejor traducción de la palabra japonesa muda debería ser "exceso. Los siete tipos de desperdicio que afectan negativamente la productividad deben ser bien entendidos, detectados y eliminados o minimizados todos los días en empresas o instituciones" (Socconini, 2019, p.29).

Toyota clasifica en siete grandes grupos los desperdicios o mudas:

- Sobreproducción
- Sobreinventario
- Productos defectuosos
- Transporte de materiales y herramientas
- Procesos innecesarios
- Espera
- Movimientos innecesarios del trabajador.

8.3.5.1. Kanban

"El sistema jalar (pull system) es un sistema de comunicación que permite controlar la producción, sincronizar los procesos de manufactura con los requerimientos del cliente y apoyar fuertemente la programación de la producción" (Socconini, 2019, p. 277).

8.3.5.2. SMED

> SMED por sus siglas en inglés (Single-Minute Exchange of Dies), es una metodología o conjunto de técnicas que persiguen la reducción de los tiempos de preparación de máquinas. Esta se logra estudiando detalladamente el proceso e incorporando cambios radicales en la máquina, utillaje, herramientas e incluso el propio producto, que disminuyan tiempos de preparación. Estos cambios implican la eliminación de ajustes y estandarización de operaciones a través de la instalación de nuevos mecanismos de alimentación/retirada/centrado rápido como plantillas y anclajes funcionales. (Hernándes y Vizán, 2013, p. 42)

Por lo general en una industria no se cuenta con líneas dedicadas a trabajar un solo modelo de un producto, se necesitan realizar cambios de formato para poder trabajar varios productos y hacer más rentable el uso de la maquinaria, pero estos cambios consumen tiempo de fabricación reduciendo la productividad. Para lograr optimizar este proceso no solamente se debe buscar la estandarización, sino también realizar cambios estratégicos en el equipo que

logren que cambios rápidos y también hacer uso de mecanismos que permitan la manipulación rápida de las piezas.

8.3.5.3. Metodología 5´s

> Las 5´s constituyen una disciplina para lograr mejoras en la productividad del lugar de trabajo mediante la estandarización de hábitos de orden y limpieza. Esto se logra implementando cambios en los procesos en cinco etapas, cada una de las cuales servirá de fundamento a la siguiente, para así mantener sus beneficios en el largo plazo. (Socconini, 2019, p.147)

La ventaja de esta metodología es que no se necesita una gran inversión para lograr buenos resultados, ya que solo con mantener ordenado y conocer la ubicación exacta de los artículos necesarios para desempeñar las actividades se puede incrementar la productividad.

Esta metodología cuenta con cinco pasos para su implementación:

- Seiri (seleccionar): consiste en seleccionar únicamente todos los artículos que son necesarios y eliminar todo aquello que no agrega valor a las actividades que se ejecutan.

- Seiton (organizar): de los seleccionado y separado, se debe organizar en áreas específicas los artículos, de manera que se facilite su ubicación al momento de utilizarlos y así mismo puedan colocarse nuevamente en su lugar sin mayor dificultad.

- Seiso (limpiar): el objetivo de esta actividad es poder eliminar todo tipo de suciedad en el área de trabajo, manteniendo el hábito de limpieza y reducción de generación de suciedad.

- Seiketsu (estandarizar): busca implementar procedimientos y material visual que permita la sostenibilidad de la organización y la limpieza.

- Shitsuke (seguimiento): con apoyo de la estandarización se busca lograr el compromiso y el hábito en las personas para desempeñar estas actividades, buscando la mejora continua.

8.3.6. TPM (mantenimiento productivo total)

El mantenimiento productivo total busca prevenir paros por mantenimientos correctivos, reducir los defectos hasta eliminarlos completamente, logrando la participación total de las personas. Esta metodología se enfoca en las máquinas ya que son las que representan más gastos debido a los gastos de reparación.

El TPM también da empoderamiento al operador del equipo para ejecutar limpiezas, lubricación y ajustes menores sin la necesidad de recurrir a un mecánico y eliminar el tiempo de espera de la llegada de un técnico mecánico que realice los ajustes mecánicos. Se debe buscar tener personal capacitado para ejecutar estas actividades para evitar mantenimientos no efectivos y mala operación de los equipos.

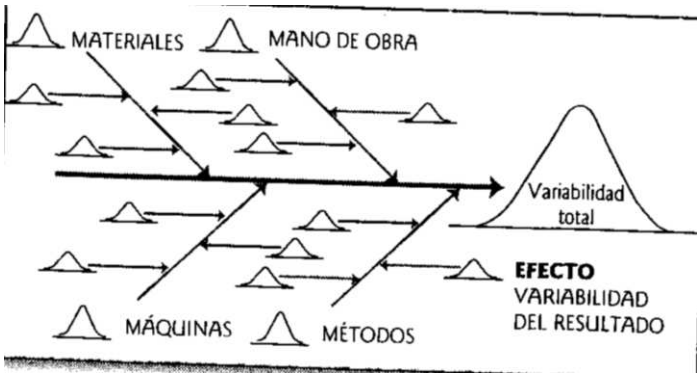
8.3.7. Variabilidad o mura

Se refiere a la falta de uniformidad generada desde los elementos de entrada de los procesos, como los materiales, las especificaciones, el entrenamiento, las habilidades, los métodos y las condiciones de maquinaria; esto produce, a su vez, una falta de uniformidad en los procesos, lo que se traducen la generación de productos o servicios que tampoco son uniformes, es decir, muestran variabilidad. (Socconini, 2019, p. 28)

"La variabilidad es el tema central de estudio y control de metodologías estadísticas como el control estadístico de procesos o seis sigma" (Socconini, 2019, p. 28).

Figura 3.

Variabilidad de resultados



Nota. Diagrama causa y efecto para eliminar variabilidad en los procesos. Adaptado de L. Socconini (2019). *Lean manufacturing paso a paso*. (p.28). https://www.academia.edu/40610819/Lean_Manufacturing_Paso_A_Paso_Luis_Socconini_pdf

8.3.7.1. Seis sigma

Es una metodología que permite medir las variaciones en los procesos por medio de técnicas de estadística, utilizando la desviación estándar para encontrar las variaciones en los procesos respecto del promedio. El nombre seis sigma viene de seis (seis desviaciones estándar entre el promedio y la especificación) y sigma (letra griega utilizada para representar la desviación estándar).

La estructura para seis sigma es la siguiente

- *Master black belt*
- *Black belt*
- *Green belt*
- *Yellow belt*
- *White belt*

Seis sigma utiliza como base para su implementación la metodología DMAIC.

8.3.7.2. Ciclo DMAIC

Es un acrónimo que significa definir, medir, analizar, mejorar, y controlar que se encarga de mejorar, optimizar y estabilizar procesos reduciendo la variabilidad de estos por medio de controles estadísticos. También se encargar de resolver problemas que están relacionados a la eficacia de los procesos, su principal enfoque es la identificación de las causas de un problema y por medio de una serie de pasos desarrolla las soluciones, llevando el problema desde un análisis cualitativo hasta un punto en el que pueda ser medido y resuelto por

medio de herramientas y procesos estadísticos. Esta herramienta por sí sola tiene la capacidad de optimizar procesos y reducir costos.

Es muy importante llevar a cabo esta metodología en el orden que lo establece, ya que esto asegurará la solución del problema que se esté analizando. Las etapas de la metodología DMAIC son las siguientes:

- Definir

Permite reunir toda la información necesaria que permite identificar el problema utilizando herramientas que permiten analizar y profundizar en las posibles causas. Más enfocado al análisis cualitativo.

- Medir

Permite reunir datos cuantitativos funcionales y verídicos que se pueden analizar por medio de métodos estadísticos el estado y la capacidad actual del proceso que se está analizando.

- Analizar

En este paso se realiza el análisis de los datos obtenidos por medio de gráficas, observar con mayor detalle la variabilidad entre cada dato y se inicia con la propuesta de hipótesis.

- Mejorar

Tras analizar las hipótesis y determinar la causa raíz, se inicia con las propuestas de soluciones, basadas en toda la información, análisis y datos

obtenidos en los pasos anteriores. Los gráficos y la información obtenida deben de ser capaces de mostrar dónde se ubica el problema para poder determinar qué aspectos debemos modificar en el proceso y poder pasar a la toma de decisiones.

- Controlar

Después de mejorar el proceso es necesario contar con métodos de control que permitan observar el antes y después, y poder visualizar constantemente si nuestros procesos se encuentran dentro de los establecido. En esta fase el proceso ya se encuentra estandarizado y el proceso es sostenible en el tiempo.

8.3.7.3. AMEF (análisis de modo y efecto de fallas)

EL AMEF es una herramienta muy poderosa que permite identificar fallas en productos y procesos y evaluar objetivamente sus efectos, causas y elementos de detección para evitar su ocurrencia y tener un método documentado de prevención.

Además, el AMEF es un documento vivo en el que podemos almacenar una gran cantidad de datos sobre nuestros procesos y productos, por lo que constituye una fuente invaluable de información. (Socconini, 2019, p. 223)

8.4. La capacitación

La capacitación forma parte fundamental del desarrollo del capital humano, y también del éxito del negocio ya que para lograr este éxito la empresa debe contar con personal competente, expertos en su área de desempeño y que cuenten con habilidades que permitan desarrollar la innovación y la creatividad de las personas en las organizaciones, esto permite mantenerse competitivo ante los desafíos y cambios constantes.

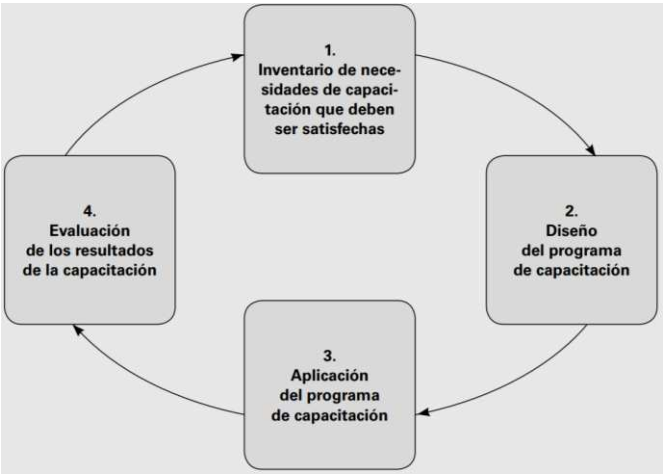
La capacitación permite desarrollar las competencias de las personas, incrementando la productividad, logrando el cumplimiento de los objetivos estratégicos, esto permite agregar valor a la compañía y a las personas de cualquier organización.

Mejilla, Jaramillo y Bravo (2006), citados por Rojas, Cespedes y Bambaren (2020), señalan que:

“Implementarse un sistema de gestión del talento humano por competencias, permitiría que se incremente la productividad del personal y por consiguiente se incrementaría la competitividad de las organizaciones, generando mejor producción” (p. 49).

Figura 4.

Cambios debido a la capacitación



Nota. Ciclo de la capacitación. Obtenido de I. Chiavenato (2009). *Gestión del talento humano*. (p. 49).
https://www.academia.edu/42223113/Chiavenato_I_2009_Gesti%C3%B3n_del_Talento_Humano

8.5. Proceso de la capacitación

Según Chiavenato (2009), "la capacitación es un proceso cíclico y continuo que pasa por cuatro etapas" (p. 375).

- Diagnóstico: en esta etapa se debe realizar un análisis de las necesidades de capacitación que existen en la organización, de acuerdo con las carencias que se observen durante la recopilación de la información.

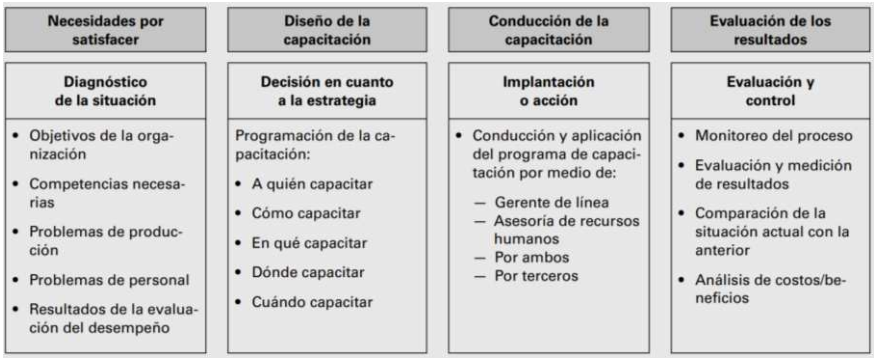
- El diseño: está enfocado en preparar el programa de capacitación de acuerdo con la necesidad diagnosticada.

- La implantación: en esta etapa se ejecuta el programa de capacitación

La evaluación: etapa enfocada verificar el nivel de conocimiento adquirido en las capacitaciones.

Figura 5.

El proceso de capacitación

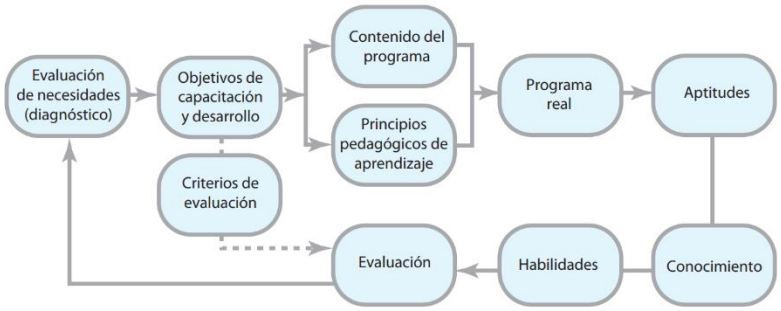


Nota. Las cuatro etapas del proceso cíclico de la capacitación. Obtenido de I. Chiavenato (2009). *Gestión del talento humano*. (p. 375). https://www.academia.edu/42223113/Chiavenato_I_2009_Gesti%C3%B3n_del_Talento_Humano

Por otro lado, Werther y Davis (2008), indican con la siguiente figura la secuencia recomendable antes iniciar con las actividades de capacitación.

Figura 6.

Preparación de un programa de capacitación



Nota. Flujo recomendable antes de iniciar un programa de capacitación. Adaptado de W. Werther y K. Davis. (2008). *Administración de recursos humanos. El capital humano de las empresas*. (p. 375).
https://www.academia.edu/28319507/Administraci%C3%B3n_de_recursos_humanos_6ed_Werther

8.5.1. Diagnóstico de la necesidad de capacitación (DNC)

El diagnóstico de la capacitación es el proceso que permite analizar la situación actual del personal en una organización, brinda un panorama de las necesidades de la empres, identifica las brechas de las competencias del personal, apoya a la toma de decisiones en cuanto al desarrollo del personal, también permite priorizar las necesidades e identificar las áreas de competencias que se necesitan fortalezas y los recursos que se necesitan para lograr la nivelación y desarrollo del personal.

Chiavenanto (2009) indica que:

La primera etapa de la capacitación es levantar un inventario de las necesidades de capacitación que presenta la organización. Esas

necesidades no siempre están claras y se deben diagnosticar con base en ciertas auditorías e investigaciones internas capaces de localizarlas y descubrirlas. (p. 378)

Según Chiavenato (2009), “la realización de un inventario de necesidades de capacitación se puede hacer en razón de cuatro niveles de análisis” (p. 378).

- El análisis organizacional
- El análisis de los recursos humanos
- El análisis de la estructura de puestos
- El análisis de la capacitacion.

8.5.1.1. Análisis de la estrategia organizacional

La estrategia organizacional es la planificación de acciones que permitirá tomar las decisiones que deben de guiar a los integrantes de una empresa para su administración y desarrollo, con el objetivo de incrementar la competitividad. “La organización se describe según se escojan sus metas, se identifiquen los cursos de acción (o estrategias) que mejor le permitan cumplir sus metas y se distribuyan los recursos en la debida forma” (Amador, 2004, párr.8). El cumplimiento de los objetivos empresariales a través de las estrategias planificadas requerirá contar con personal que posea las competencias necesarias, pero también se debe otorgar la nivelación necesaria analizando los puntos débiles de cada persona dentro de la organización, esto con el objetivo de cumplir las metas establecidas.

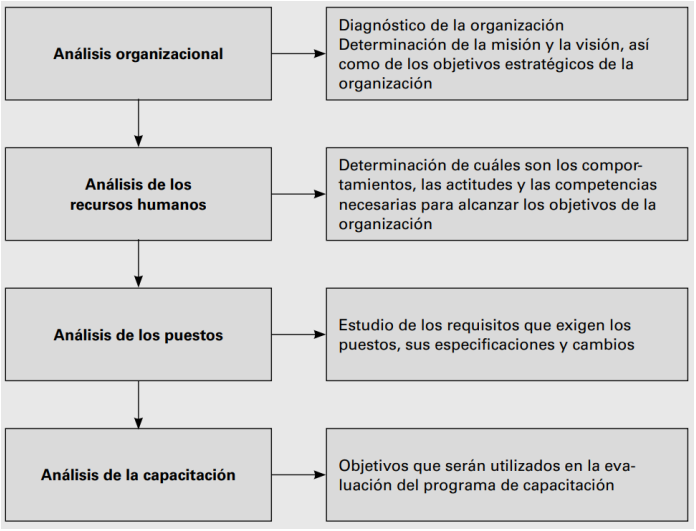
La capacitación se da por los cambios provocados en el sector externo y que afectan directamente el interior de la empresa y que surge como

consecuencia de la necesidad de preparar a sus trabajadores y adaptarse a lo más rápido posible a los cambios sin perder de vista los objetivos, la misión y la visión de la organización. (Parra y Rodríguez, 2014, p.134)

El análisis de la estrategia organizacional es importante para la planificación de la capacitacion, también lo es para el desarrollo de las personas dentro de la organización y el camino que se debe recorrer, ya que del desarrollo que obtenga el personal dependerá el logro de dicha estrategia.

Figura 7.

Pasos para levantar inventario DNC



Nota. Secuencia de aplicación de pasos para levantar un inventario DNC. Adaptado de I. Chiavenato (2009). *Gestión del talento humano*. (p. 134). https://www.academia.edu/42223113/Chiavenato_I_2009_Gesti%C3%B3n_del_Talento_Humano

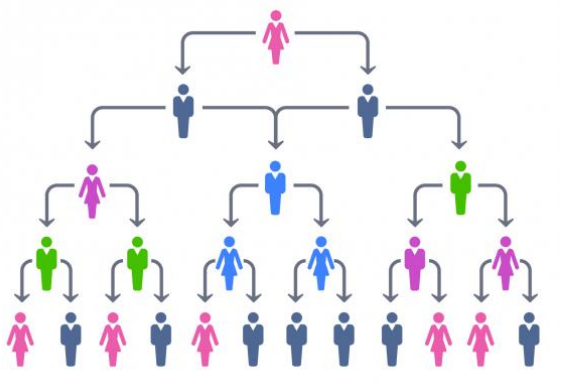
8.5.1.2. Análisis estructural

Este análisis busca obtener los requisitos que se exigen por puestos de trabajo y sus especificaciones, ampliando el panorama de las necesidades, esto se logra a través del análisis de la estructura organizacional con la que cuenta la empresa.

> Estructura organizacional es un sistema utilizado para definir una jerarquía dentro de una organización. Identifica cada puesto, su función y dónde se reporta dentro de la organización. Esta estructura se desarrolla para establecer cómo opera una organización y ayudar a lograr las metas para permitir un crecimiento futuro. (Brume, 2019, p. 8)

Figura 8.

Estructura organizacional



Nota. Ejemplo de una estructura organizacional. Obtenido de LosRecursosHumanos.com (2022). *Tipos de estructuras organizacionales.* (https://www.losrecursoshumanos.com/tipos-de-estructuras-organizacionales), consultado el 1 de octubre de 2022. De dominio público.

Por esta razón es importante contar con una estructura organizacional bien definida, ya que por medio de esta también se puede determinar las necesidades de capacitación.

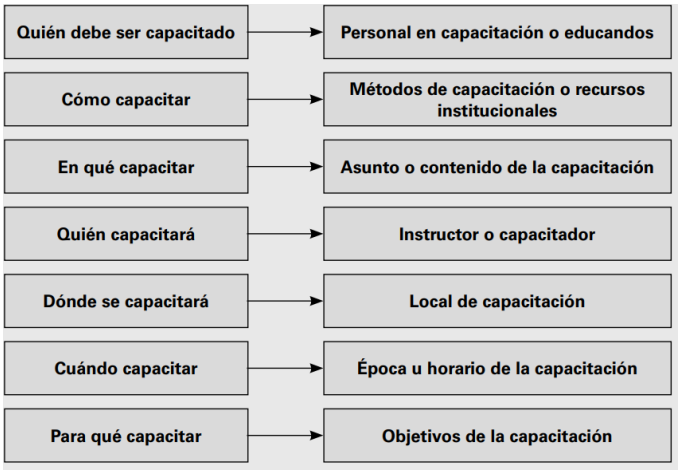
8.5.1.3. Diseño del programa de capacitación

> El diseño de la capacitación consiste en un esfuerzo previo que debe realizar el facilitador para disponer de una estructura básica que le guíe y oriente en su interacción con la dirigencia comunal, consiste en una herramienta que facilitará la organización de los contenidos para su ejecución y para un mejor aprovechamiento del tiempo en la actividad. Más que un gasto de tiempo, planificar es una buena inversión. (Soto, Vargas, y Garcia, 2011, p. 2)

El diseño de la capacitación es sumamente importante ya que este es el que garantiza la asimilación de los contenidos, maximiza el uso del tiempo, define los recursos que se deben utilizar. El diseño permite tomar decisiones que se apeguen a la realidad y que realmente permitan el desarrollo y fortalecimiento de las carencias detectadas en el personal y la organización.

Figura 9.

La programación de la capacitación



Nota. Pasos que se deben definir para programar la capacitación. Adaptado de I. Chiavenato (2009). *Gestión del talento humano*. (p.380). https://www.academia.edu/42223113/Chiavenato_I_2009_Gesti%C3%B3n_del_Talento_Humano

8.5.1.4. Ejecución del programa de capacitación

Esta etapa se enfoca en determinar las técnicas que se utilizarán para transmitir la información necesaria y lograr el desarrollo de las competencias necesarias para cerrar las brechas detectadas.

Actualmente hay diferentes métodos de transmitir la información, Chiavenato (2009), menciona las siguientes técnicas de capacitación:

- Lecturas
- Instrucción programada
- Capacitación en clase

- Capacitación por computadora
- *E – learning.*

8.5.1.5. Evaluación de los resultados

En esta etapa se evalúan los resultados del nivel de información transmitida y adquirida por el personal. Existen diversas herramientas para la evaluación, pero nos enfocaremos en el modelo Kirkpatrick.

Correa (2013), menciona que el modelo Kirkpatrick parte de cuatro etapas:

- Reacción
- Aprendizaje
- Comportamiento
- Resultados

Jiménez y Brachino (2010), citados por Correa (2013), indican que estos cuatro componentes permiten determinar la satisfacción del participante con la formación que recibió, medir los conocimientos adquiridos, evaluar la aplicación de las destrezas desarrolladas y valorar si los objetivos planteados se cumplieron.

9. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES
LISTA DE SÍMBOLOS
GLOSARIO
RESUMEN
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
OBJETIVOS
RESUMEN DE MARCO TEÓRICO METODOLÓGICO
TÍTULO DE INVESTIGACIÓN
INTRODUCCIÓN

1. ANTECEDENTES MARCO REFERENCIAL

2. MARCO TEÓRICO

3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES
RECOMENDACIONES
REFERENCIAS
ANEXOS

10. METODOLOGÍA

Se presenta a continuación la ruta que tomará este proyecto de graduación, desde su fase de investigación hasta su fase de desarrollo.

10.1. Características del estudio

A continuación, se muestran los puntos a desarrollar en el estudio del proyecto.

10.1.1. Enfoque

El presente trabajo de graduación tiene un enfoque mixto, ya que está basado en la implementación de una academia enfocada en herramientas *lean six sigma* en la cual se debe realizar el análisis organizacional, de la estructura de puestos y el recurso humano por medio de análisis de contenido de documentos físicos y virtuales que permitirán profundizar en la identificación de los puntos mencionados y detectar la brechas existentes que no permiten el desarrollo de proyectos, además se debe evaluar los resultados y el rendimiento de inversión por la implementación de la academia.

10.1.2. Alcance

El alcance de la investigación será de tipo descriptivo, ya que tiene como objetivo recolectar información sobre la organización, la estructura de puestos y el recurso humano, evaluarla y diseñar un programa de capacitación que se plasmará en documentos escritos que servirá para establecer una base sólida

que permitirá la implementación de la academia y reducir las brechas para incrementar el desarrollo de proyectos en la organización.

10.1.3. Diseño

El diseño adoptado será no experimental ya que la información será obtenida a través de documentos físicos sobre la organización, la estructura de puestos y el recurso humano de la empresa, la cual no será manipulada, ni modificada, solamente se utilizará como base para el diseño del programa de capacitación y la implementación de la academia, las técnicas y herramientas que se utilizarán estarán basadas en el modelo DNC (diagnóstico de la necesidad de capacitación), esto permitirá diseñar y ejecutar de forma objetiva el programa de capacitación.

10.2. Unidad de análisis

La unidad de análisis será la audiencia a la cual se le impartirá las capacitaciones por medio de la academia Senpai.

10.3. Variables

Las variables de estudio, su definición teórica y operativa se definen a continuación:

Tabla 1.

Unidad de análisis

Nombre de la variable	Definición teórica	Definición operativa	Indicador
Establecimiento de la estructura organizacional Lean	Estructura organizacional: Es el sistema mediante el cuál se ordenan y dirigen los diferentes componentes de una organización para alcanzar los objetivos propuestos.	Estructura organizacional de acuerdo con los niveles de cintas para la obtención de la certificación *lean six sigma*	• Perfil profesional del personal (nivel académico, posición en la estructura organizacional)
Elaboración del programa de capacitación para los diferentes niveles Lean	Programa de capacitación: Es un proceso estructurado y organizado por medio del cuál se suministra información y se proporcionan habilidades a una persona para que se desempeñe satisfactoriamente en su trabajo	Establecimiento de los conocimientos y la logística de capacitación para transmitir conocimiento en herramientas *lean six sigma* a todos los niveles de la estructura organizacional de producción	• Audiencia a quien va dirigida la capacitación.
Resultados obtenidos después de la capacitación	Resultados de capacitación: Es el efecto que la capacitación ejerce en el negocio de la organización.	Incremento en la eficiencia de la producción y ahorros como efecto de los conocimientos *lean six sigma* transferidos al personal de producción	• Eficiencia de producción OEE%. Incremento de ahorros. Retorno sobre la inversión ROI.

Nota. Desarrollo de las variables para el proyecto de investigación. Elaboración propia, realizado con Word.

10.4. Fases del estudio

A continuación, se describen las fases en las cuales se divide el desarrollo de la investigación.

10.4.1. Análisis de la estrategia organizacional

En esta etapa se debe evaluar todo lo relacionado a la estrategia organizacional, dentro de esto se incluye la misión, visión, filosofía organizacional, los objetivos estratégicos, objetivos tácticos, acciones estratégicas, esto con el objetivo de alinear las competencias del personal de acuerdo con la estrategia organizacional.

10.4.2. Análisis estructural

En esta etapa se debe evaluar la distribución de funciones y responsabilidades, comportamiento y características del trabajo de cada departamento y puesto, líneas de mando, estilos de liderazgo, cultura de capacitación, recursos disponibles y toma de decisiones.

10.4.3. Diagnóstico de la necesidad de capacitación

En esta etapa se debe analizar la situación actual de la empresa y el personal que exija las nuevas competencias requeridas del personal e indagar sobre las posibles brechas que existen en las competencias que posee el personal de la estructura jerárquica del área de producción que se verán impactados directamente dentro dentro la necesidad de capacitación para cumplir con los objetivos estratégicos.

10.4.4. Diseño del programa de capacitación

En esta etapa se define el plan y el programa de capacitación basados en el DNC, el contenido de los cursos por nivel de cinta, quienes serán capacitados, y quien se encargará de dar la capacitación.

10.4.5. Logística para la ejecución del programa de capacitación

En esta etapa se debe determinar la logística que se tomará para impartir las capacitaciones, la disponibilidad del personal para tomar las capacitaciones, el tiempo que será requerido por sesión, si se requiere espacio físico o se determinará algún otro método de entrega de la información.

10.4.6. Ejecución del programa de capacitación

Para ejecutar esta etapa se debe haber completado los pasos anteriores para determinar los métodos y técnicas de entrega que se utilizarán para transmitir la información de los contenidos de la forma en la que mejor se adapte al personal.

10.4.7. Seguimiento del plan anual

En esta etapa se debe dar seguimiento al plan anual de capacitaciones, cada cuanto tiempo debe recibir nuevamente el personal los cursos relacionados a su nivel y quienes contarán con las competencias necesarias para subir de nivel de cinturón.

10.4.8. Evaluación del desempeño

En esta etapa después se debe verificar el cumplimiento de los objetivos de la capacitación, evaluar el desempeño de la capacitación y analizar el ROI que se obtendrá de la implementación de la academia.

11. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Se tomará como base inicial la información de todo lo relacionado a los objetivos de la empresa, estructura organizacional, información sobre las competencias del recurso humano, para obtener una visión más amplia del panorama de la empresa y su enfoque actual.

Después de obtener y analizar esta información se ejecutará el diagnóstico de necesidades de capacitación, por medio de observación, entrevista, encuesta o revisión documental, el cual permitirá ampliar la información de las competencias actuales del personal, identificar brechas y áreas de competencias que se necesitan fortalecer, conocer los recursos con los que cuenta la empresa. En el DNC se inicia definiendo la situación ideal, después se procede a identificar la situación real y finalmente se realiza un análisis de las diferencias.

Al identificar las necesidades de capacitación se utilizará una matriz de competencias en el cual se podrá colocar toda la información recopilada y realizar el diseño del programa de capacitación con el contenido que debe transmitirse al recurso humano, también se debe diseñar el plan anual de capacitaciones para implementar la academia Senpai.

Al tener el diseño del programa de capacitación se debe organizar la logística de la ejecución de la capacitación, horarios, fechas, lugar en el que se impartirá, para que pueda establecerse el mejor horario y no afectar los tiempos de producción, también se debe seleccionar los métodos por lo que se transmitirá la información al recurso humano, buscando que estén de acuerdo con su nivel académico y a su rol dentro de la empresa.

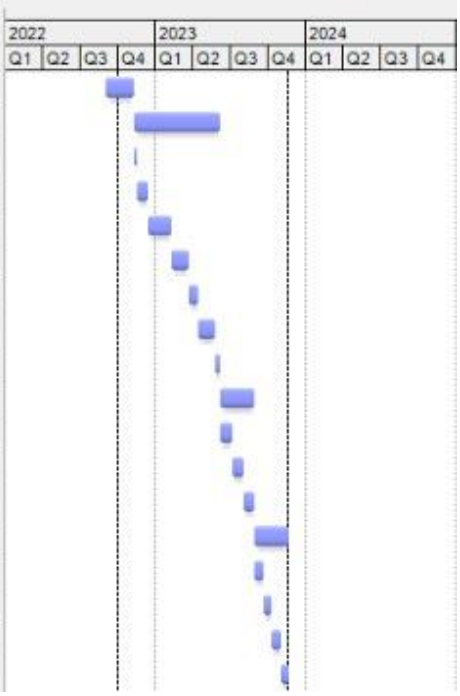
Finalmente, después de ejecutado el programa de capacitación se debe evaluar el desempeño de las capacitaciones y determinar el retorno de la inversión por medio de los ahorros generados por la implementación de proyectos, que a su vez deben observarse en la eficiencia de la producción.

12. CRONOGRAMA

Figura 10.

Cronograma de investigación

	Task name	Length
1	Aprobación de protocolo	50 d
2	Ejecucion de la investigación	150 d
3	Fase 1: Análisis de la estrategia organizacional	5 d
4	Fase 2: Análisis estructural	20 d
5	Fase 3: Diagnóstico de necesidades de capacitación	40 d
6	Fase 4: Plan anual de capacitación	30 d
7	Fase 5: Logistica de capacitación	15 d
8	Fase 6: Desarrollo de la capacitación	30 d
9	Fase 7: Seguimiento anual	10 d
10	Elaboración del informe final	60 d
11	Redacción de prestanción de resultados	20 d
12	Redacción de discusión de resultados	20 d
13	Redacción de conclusiones	20 d
14	Aprobación del informe final	60 d
15	Aprobación del asesor	15 d
16	Aprobación del coordinador	15 d
17	Aprobación del revisor	15 d
18	Aprobación de la Escuela de Postgrado de Ingeniería	15 d



Nota. Cronograma para la elaboración y aprobación de proyecto de investigación. Elaboración propia, realizado con Visio.

13. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

13.1. Presupuesto

A continuación, se presenta el presupuesto estimado para la implementación de la academia Senpai para el desarrollo de capacidades en herramientas *lean six sigma* en una industria farmacéutica:

Tabla 2.

Presupuesto de proyecto

Item		Cantidad	Costos (Q)	Fuente de financiamiento
Recurso humano	Asesor	1	Q 0.00	No aplica
	Investigador	1	Q 0.00	No aplica
	Personal operativo de la empresa	76	Q 0.00	No aplica
Recursos materiales	Útiles y papelería	1	Q 1,000.00	Propia
Recursos físicos	Gasolina	-	Q 4,000.00	Propia
Recursos tecnológicos	Computadora	1	Q 5,000.00	Propia
Equipo	No aplica	-	Q 0.00	No aplica

Nota. Presupuesto para el proyecto de investigación. Elaboración propia, realizado con Word.

El presupuesto será cubierto por el investigador en un 100 %, siendo esta una suma total de Q 10,000.00.

REFERENCIAS

Amador, F. (10 de abril de 2002). *La planeación estratégica en el proceso administrativo*. Gestiopolis. https://www.gestiopolis.com/la-planeacion-estrategica-en-el-proceso-administrativo

Brume, M. (2019). *Estructura Organizacional*. Institución Universitaria Itsa https://www.unibarranquilla.edu.co/docs/ESTRUCTURA-ORGANIZACIONAL.pdf

Calderón, J. (2020). *Implementación de la metodología Lean Six Sigma para mejorar la productividad en una empresa de plásticos* [Tesis de maestría, Universidad Ricardo Palma de Perú]. Archivo digital. https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/3280/ind

Cermeño, R. (2019). *Desarrollo del sistema Lean Six Sigma para la detección y eliminación de fallas en el proceso de tejidos de polipropileno* [Tesis de licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Archivo digital. http://www.repositorio.usac.edu.gt/13787/1/Rodmy%20Javier%20Cerme%C3%B1o%20Torres.pdf

Calderón, J. (2020). Manual de operación y mantenimiento para turbina Pelton en Hidroeléctrica El Recreo. Prentice Hall

Chiavenato, I. (2009). *Gestión del Talento Humano*. McGraw-Hill. https://www.academia.edu/42223113/Chiavenato_I_2009_Gesti%C3%B3n_del_Talento_Humano

Correa, L. (2013). *Evaluación de un Programa de Capacitación Profesional de una Institución de Educación Superior de Puerto Rico* [Tesis de doctorado, Nova Southeastern University de Estados Unidos]. Archivo digital. https://ponce.inter.edu/cai/tesis/lmcorrea/index.pdf

Corzo, E., y Teccsi, M. (2019) *Aplicación del Lean Six Sigma para la optimización del proceso de distribución de la corporación Lindley S.A. en el Mercado Productores, Lima 2018 – 2019.* [Tesis de licenciatura, Universidad Ricardo Palma de Perú]. Archivo digital. https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/4026/IND-T030_72976985_T%20%20%20CORZO%20M%C3%89NDEZ%20ERICK%20SANDRO.pdf?sequence=1.

Hernándes, J. y Vizán, A. (2013). *Lean Manufacturing conceptos técnicas e implantación.* Fundación EOI. https://www.academia.edu/49328503/LEAN_MANUFACTURING_CONCEPTOS_T%C3%89CNICAS_E_IMPLANTACI%C3%93N

Kharub, M., Ruchitha, B., Hariharan, S., y Shanmukha, N. (2021). Aumento de beneficios para pequeñas y medianas empresas utilizando Lean Six Sigma. *Materialstoday Proceedings, 56*(5), 2591-2595. https://www.researchgate.net/publication/354828640_Profit_enhancement_for_small_medium_scale_enterprises_using_Lean_Six_Sigma

Parra, C y Rodríguez, F. (2014). La capacitación y su efecto en la calidad dentro de las empresas. *Revista de investigación desarrollo e investigación, 6*(2), 131-143. http://dx.doi.org/10.19053/20278306.4602

Rojas, F. (2018). *Capacitación y Desempeño Laboral* [Tesis de licenciatura, Universidad Rafael Landívar de Guatemala]. Archivo digital. http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2018/05/43/Rojas-Francisco.pdf

Rojas, J., Cespedes, R., y Bambaren, L. (2020). Gestión del Talento Humano y su Incidencia en la Productividad Laboral del Personal Operativo en la Empresa FISIM SAC Huánco – 2015. *Balance´s, 8*(11), 48-55. https://revistas.unas.edu.pe/index.php/Balances/article/view/194/207

Socconini, L. (2019). *Lean manufacturing paso a paso*. Alfaomega. https://www.academia.edu/40610819/Lean_Manufacturing_Paso_A_Paso_Luis_Socconini_pdf

Soto, M., Vargas, L. y Garcia, H. (2011). *Manual para el diseño de las actividades de capacitación*. http://www.dinadeco.go.cr/sitio/ms/2%20Servicios/2.2%20Capacitaci%C3%B3n/2.2.2%20Guias%20y%20manuales/2.2.2.5%20Manual%20%20para%20dise%C3%B1o%20de%20una%20capacitaci%C3%B3n/dise%C3%B1o%20de%20una%20capacitaci%C3%B3n.pdf

Werther, W y Davis, K. (2008). *Administración de Recursos Humanos El Capital Humano de las Empresas*. McGraw-Hill. https://www.academia.edu/28319507/Administraci%C3%B3n_de_recursos_humanos_6ed_Werther

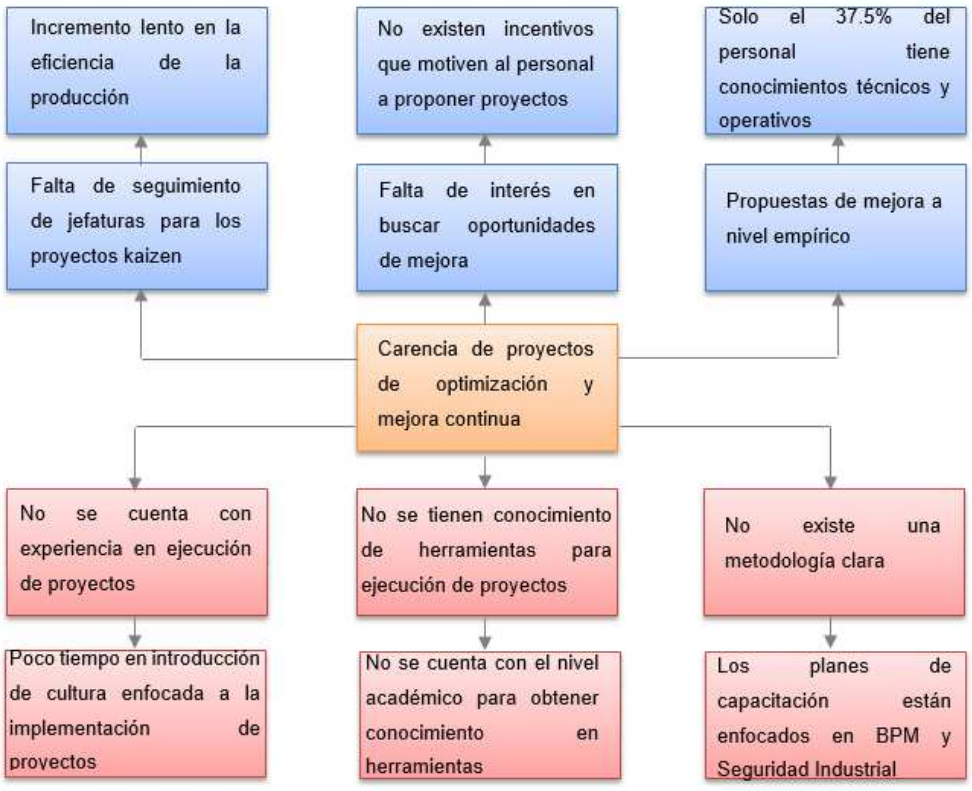
APÉNDICES

- Árbol de problemas

A continuación, se presenta la herramienta utilizada para detectar el problema que dio origen al proyecto de investigación:

Apéndice 1.

Árbol de problemas



Nota. Diagrama del árbol de problemas para el proyecto de investigación. Elaboración propia.

- Matriz de coherencia

En los últimos años las exigencias para el cumplimiento de objetivos en la planta de producción en términos de calidad y eficiencia se han incrementado, generando la necesidad de contar con una estructura lean claramente definida que tome en cuenta a todo el personal del departamento de producción debido a que actualmente el equipo de supervisores tiene conocimientos lean.

A continuación, se presenta la herramienta utilizada para detectar el problema que dio origen al proyecto de investigación:

Apéndice 1.

Matriz de coherencia

Objetivos	Variables	Indicadores	Técnicas e Instrumentos	Metodología
Incrementar la eficiencia de la producción por medio de la creación de la Academia SENPAI con distintos niveles de formación Lean.	• Eficiencia de la producción	• Eficiencia por medio del KPI OEE% • Cumplimiento del volumen de producción	• Conocimientos y herramientas Lean Six Sigma desarrollados en la academia SENPAI	• Identificar oportunidades de mejora en las líneas de producción e implementar proyectos de mejora por medio del sistema Lean Six Sigma

Continuación del Apéndice 1.

Objetivos	Variables	Indicadores	Técnicas e Instrumentos	Metodología
Definir los niveles de la estructura organizacional Lean para el departamento de producción	Establecimiento de la estructura organizacional Lean	Perfil profesional del personal (nivel académico, posición en la estructura organizacional	• Matriz de competencias Análisis de los objetivos organizacionales, estructura de puestos y del recurso humano	• Identificación de las competencias del personal Determinación de la estructura de capacitación Lean por medio del levantamiento de inventario de las necesidades de capacitación DNC, analizando los objetivos organizacionales, la estructura de puestos y observando y analizando el recurso humano
Diseñar el programa de capacitación y el método de implantación basado en los niveles de la estructura Lean y el análisis de la audiencia	• Elaboración del programa de capacitación para los diferentes niveles Lean	• Audiencia a quien va dirigida la capacitación	• Matriz de capacitación • Técnicas de capacitación • Documento para la sesión de capacitación	• Determinación de los objetivos y contenido de la capacitación de acuerdo con el personal que debe ser capacitado, por medio de la matriz de competencias • Determinación de métodos y técnicas de capacitación, que mejor se adapten al personal. • Determinación de la logística de la capacitación

Continuación del Apéndice 1.

Objetivos	Variables	Indicadores	Técnicas e Instrumentos	Metodología
Determinar el nivel de conocimiento adquirido y el costo/beneficio por medio de métodos de evaluación de resultados	• Resultados de la capacitación	• Eficiencia de producción OEE% • Retorno sobre la inversión ROI • Incremento de ahorros	• Encuestas, entrevistas y grupos focos enfocadas a investigar la satisfacción capacitación • Pruebas escritas, ejercicios de aplicación o simulación, juego de roles. • Observación directa del trabajador, entrevista directa a jefes o al mismo participante para determinar el nivel de aprendizaje, evaluación 360 • Análisis de indicadores, eficiencia de producción, incremento de ahorros • Análisis del indicador ROI.	• Método Kirkpatrick • Determinación de la reacción de la capacitación por medio de la satisfacción del cliente • Determinación del nivel de aprendizaje por medio de los conocimientos y habilidades adquiridas • Determinación del desempeño derivado de las nuevas habilidades aprendidas y la adopción de nuevas actitudes • Determinación de los resultados por medio de los efectos en la organización, derivados de la capacitación • Evaluación de la rentabilidad de la capacitación por medio de los beneficios obtenidos.

Nota. Matriz de coherencia para el proyecto de investigación. Elaboración propia.