

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

DISEÑAR E IMPLEMENTAR UN MODELO DE
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA LA EMPRESA
SOLUCIONES DE ELECTRICIDAD Y
METALMECÁNICA S.A, UBICADA EN MORAVIA,
SAN JOSÉ PRIMER CUATRIMESTRE DEL AÑO 2024.
PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR
POR LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA
INDUSTRIAL.

MEYLLER SALAZAR CASCANTE.

ING. ROBERTO SÁNCHEZ MORALES, MFSA.

Heredia, 2024

DECLARACIÓN JURADA

DECLARACIÓN JURADA

Yo Meyller Salazar Cascante, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 112840831 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Licenciatura, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: DISEÑAR E IMPLEMENTAR UN MODELO DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA LA EMPRESA SOLUCIONES DE ELECTRICIDAD Y METALMECÁNICA S.A., es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. en fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los 9 días del mes de agosto del año dos mil veinticuatro.



Firma del estudiante

Cédula 1-1284-0831

ACTA DE APROBACIÓN

CARTA DEL TUTOR

San José, 26 de abril del 2024

Señores
Carrera Ingeniería Industrial
Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

El estudiante Meyller Salazar Cascante, cédula de identidad número 112840831, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado "Diseñar e implementar un modelo de distribución de planta para la empresa Soluciones de Electricidad y Metalmecánica S.A, ubicada en Moravia, San José primer cuatrimestre del año 2024", el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Industrial.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	10%
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	20%
C)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	30%
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	20%
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	20%
	TOTAL		100%

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,

ROBERTO
 SANCHEZ
 MORALES (FIRMA)

Firmado digitalmente por
 ROBERTO SANCHEZ MORALES
 (FIRMA)
 Fecha: 2024.04.26 14:08:58
 -05'00'

Roberto Sánchez Morales
Cédula identidad No 900810622

ACTA DE APROBACIÓN

CARTA DE LECTOR

San José, 30 junio 2024

Universidad Hispanoamericana
Sede Llorente
Carrera

Estimado señor

El estudiante Meyller Salazar Cascante, cédula de identidad 1-1284-0831, me ha presentado para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado “Diseñar e implementar un modelo de distribución de planta para la empresa Soluciones de Electricidad y Metalmecánica S.A. ubicada en Moravia. San José primer cuatrimestre del año 2024”, el cual ha elaborado para obtener su grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y análisis de datos, la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre éstos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública.

Atentamente,

**LUIS JAVIER
SALAS
ROMERO
(FIRMA)**

Firmado
digitalmente por
LUIS JAVIER SALAS
ROMERO (FIRMA)
Fecha: 2024.06.30
13:49:22 -06'00'

Ing. Luis Salas Romero

1-1014-0116

Carné N°: II-39585

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN



**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION**

San José, viernes, 9 de agosto de 2024.

Señores:

Universidad Hispanoamericana
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Meyller Salazar Cascante, con número de identificación 112840831, autor (a) del trabajo de graduación titulado DISEÑAR E IMPLEMENTAR UN MODELO DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA LA EMPRESA SOLUCIONES DE ELECTRICIDAD Y METALMECÁNICA S.A., presentado y aprobado en el año 2024 como requisito para optar por el título de **Licenciatura**, SÍ / NO autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,

Meyller Salazar C.
Insertar nombre
Insertar documento de Identidad



**ANEXO 1 (Versión en línea dentro del Repositorio)
LICENCIA Y AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA PUBLICAR Y
PERMITIR LA CONSULTA Y USO**

Parte 1. Términos de la licencia general para publicación de obras en el repositorio institucional

Como titular del derecho de autor, confiero al Centro de Información Tecnológico (CENIT) una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, el autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito.

b) Autoriza al Centro de Información Tecnológico (CENIT) a publicar la obra en digital, los usuarios puedan consultar el contenido de su Trabajo Final de Graduación en la página Web de la Biblioteca Digital de la Universidad Hispandamericana

c) Los autores aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

d) Los autores manifiestan que se trata de una obra original sobre la que tienen los derechos que autorizan y que son ellos quienes asumen total responsabilidad por el contenido de su obra ante el Centro de Información Tecnológico (CENIT) y ante terceros. En todo caso el Centro de Información Tecnológico (CENIT) se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

e) Autorizo al Centro de Información Tecnológica (CENIT) para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

f) Acepto que el Centro de Información Tecnológico (CENIT) pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

g) Autorizo que la obra sea puesta a disposición de la comunidad universitaria en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en las "Condiciones de uso de estricto cumplimiento" de los recursos publicados en Repositorio Institucional.

SI EL DOCUMENTO SE BASA EN UN TRABAJO QUE HA SIDO PATROCINADO O APOYADO POR UNA AGENCIA O UNA ORGANIZACIÓN, CON EXCEPCIÓN DEL CENTRO DE INFORMACIÓN TECNOLÓGICO (CENIT), EL AUTOR GARANTIZA QUE SE HA CUMPLIDO CON LOS DERECHOS Y OBLIGACIONES REQUERIDOS POR EL RESPECTIVO CONTRATO O ACUERDO.

 **REPÚBLICA DE COSTA RICA**
Tribunal Supremo de Elecciones
Cédula de Identidad

1 1284 0831




1 1284 0831

Nombre: **MEYLLER**
1° Apellido: **SALAZAR**
2° Apellido: **CASCANTE**
C.C:



Número de Cédula: **1 1284 0831**
Fecha de Nacimiento: **23 05 1985**
Lugar de Nacimiento: **HOSPITAL CENTRAL SAN JOSE**
Nombre del Padre: **NELSON SALAZAR MURILLO**
Nombre de la Madre: **VIRIA RUTH CASCANTE DIAZ**
Domicilio Electoral: **CENTRO SAN PABLO HEREDIA**
Vencimiento: **06 02 2034**







004785211

DEDICATORIA

A mi querida mamá,

A través de los años, has sido mi consejera más sabia y mi fuente inagotable de amor incondicional. Gracias por ser mi ejemplo de perseverancia y por creer en mí incluso cuando dudaba de mí mismo. Este logro es también tuyo, mamá. Te dedico estas palabras con todo mi amor y gratitud.

¡Gracias por todo!

AGRADECIMIENTO

Estimado profesor tutor, a mi padre, tío y pareja.

En este día tan especial, quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mi profesor tutor por su invaluable contribución a mi proceso de obtención de mi título universitario. Su orientación experta, su dedicación y su compromiso con mi crecimiento académico han sido fundamentales para alcanzar este logro. Cada sesión de tutoría con usted fue una oportunidad para aprender y crecer, y sus comentarios y sugerencias fueron la brújula que guió mi investigación y escritura.

A mi querido padre, por ser mi fuente constante de inspiración y ejemplo de que si se quiere si se puede; a mi querido tío, cuya sabiduría y orientación han sido una guía invaluable; y a mi increíble pareja, por compartir este viaje conmigo, brindándome amor incondicional, respaldo emocional y motivándome a alcanzar mis metas. Sin su apoyo, este logro no habría sido posible. Cada uno de ustedes ha sido una parte fundamental de este viaje, y les estoy profundamente

agradecido por su presencia constante y su contribución a mi éxito académico. Este logro no solo es mío, sino también de ustedes. Gracias por ser mi mayor fuente de apoyo y por ser la razón por la cual celebramos juntos este hito tan significativo en mi vida.

Con gratitud,

Meyller Salazar Cascante.

TABLA DE CONTENIDOS

ACTA DE APROBACIÓN	3
DEDICATORIA.....	8
AGRADECIMIENTO	8
TABLA DE CONTENIDOS	10
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO	13
1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	14
1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN EN DONDE SE REALIZARÁ EL PROYECTO	15
1.2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ORGANIZACIÓN	16
1.2.2 ANTECEDENTES DEL CONTEXTO DE LA EMPRESA.....	17
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.3.1 DEFINICIÓN Y MEDICIÓN DEL PROBLEMA	18
1.3.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	19
1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO	20
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	20
1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	20
1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES	21
1.5.1 ALCANCES.....	21
1.5.2 LIMITACIONES	22
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	23
2.1 MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL	24
2.2 MARCO CONCEPTUAL ATENIENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO	26
2.2.1 Estudios de tiempos y movimientos	26
2.2.2 Diagrama de Cuerdas	27
2.2.3 Entrevistas.....	29
2.2.4 Diagrama de Gantt	30
2.2.5 Metodología 5s	31
2.2.6 Metodología DMAIC.....	32
2.2.7 5 porqués (5 whys).....	36
2.2.8 SIPOC.....	37
2.2.9 Diagrama Ishikawa	40

2.2.10 Diagrama Pareto.....	42
2.2.11 Diagrama de Flujo	43
2.2.12 Objetivos y Resultados Clave (OKR)	45
2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO	47
2.4 ANTECEDENTES DEL PROYECTO O EXPERIENCIAS SEMEJANTES.....	48
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE TRABAJO	57
3.1 Metodología para la definición del problema.....	58
3.2 Metodología para la medición y respaldo cualitativo de proyecto.....	59
3.3 Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio.....	59
3.4 Metodología para la implementación de proyecto.....	60
3.5 Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de los resultados	61
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE CAUSAS RAÍZ	63
4.1 Descripción de la situación actual.....	64
4.1.2 Diagrama de flujo del proceso actual	65
4.1.3 Diagrama SIPOC	67
4.1.4 Diagrama Ishikawa	68
4.1.5 Diagrama de Pareto.....	69
4.1.6 Diagrama de Cuerdas	70
4.1.7 5 Porqués (5 Whys)	74
CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN.....	75
5.1 Soluciones propuestas	77
5.2 Argumentos y despliegue de propuesta	78
5.3 Implementación de la metodología 5S	80
5.4 Utilización del diagrama de cuerdas	86
5.5 Creación de bodega	89
5.6 Control.....	92
5.7 Análisis financiero	95
Cálculo de VAN y TIR	97
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	100
Conclusiones	101
Recomendaciones	103
CAPÍTULO VII: BIBLIOGRAFÍA	104

CAPÍTULO VIII: ANEXOS.....	108
Capacitación impartida	109

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto de graduación se realizará en la empresa SEMSA Soluciones de Electricidad y Metalmecánica S.A. en su planta de operaciones ubicada en Moravia, San José.

El área de trabajo en la que se va a realizar el proyecto tiene una superficie de 54 metros cúbicos, con las dimensiones de 3 metros de ancho por 6 metros de largo por 3 metros de alto.

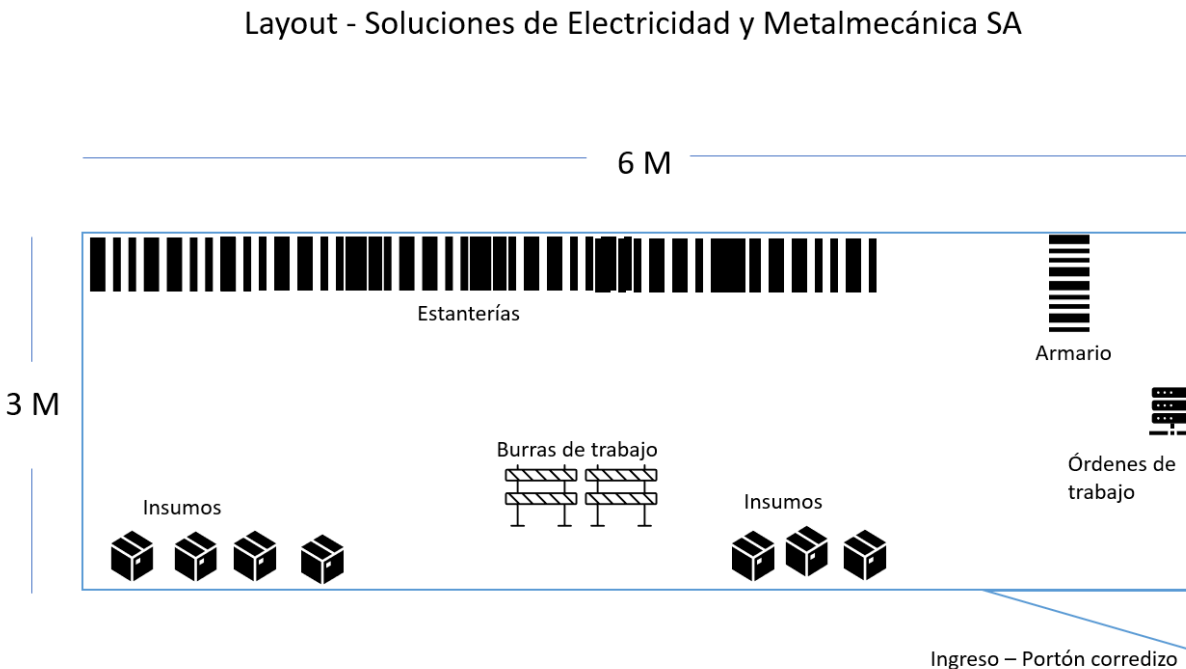
Al momento de iniciar con el proyecto se valida que el lugar se encuentra abarrotado de insumos básicos y producto terminado, todos estibados en el suelo. Se realiza el cálculo de la tasa de utilización del espacio que consiste en medir los metros cúbicos ocupados por almacenamiento (configuración actual) entre los metros cúbicos totales del lugar, dando como resultado una tasa de utilización del 22.22%.

Se encuentran dos áreas de almacenamiento:

1. Dimensiones $2\text{m} \times 2\text{m} \times 2\text{m} = 8\text{m}^3$
2. Dimensiones $2\text{m} \times 2\text{m} \times 1\text{m} = 4\text{m}^3$

Para un total de 12m^3 de almacenamiento / $54\text{ m}^3 * 100 = 22.22\%$ de tasa de utilización del espacio.

Figura 1

LAYOUT – SEMSA

Fuente: Elaboración propia

1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN EN DONDE SE REALIZARÁ EL PROYECTO

Soluciones de Electricidad y Metalmecánica S.A. SEMSA es una empresa PYME que fue fundada por Don Juan Carlos Valerio Rodríguez, en el año mil novecientos noventa y ocho, en la provincia de San José, Costa Rica en el distrito de Pavas. Inicialmente como una empresa

dedicada a la fabricación de soportes para paneles solares, actualmente la empresa cuenta con 3 empleados directos y 8 empleados indirectos.

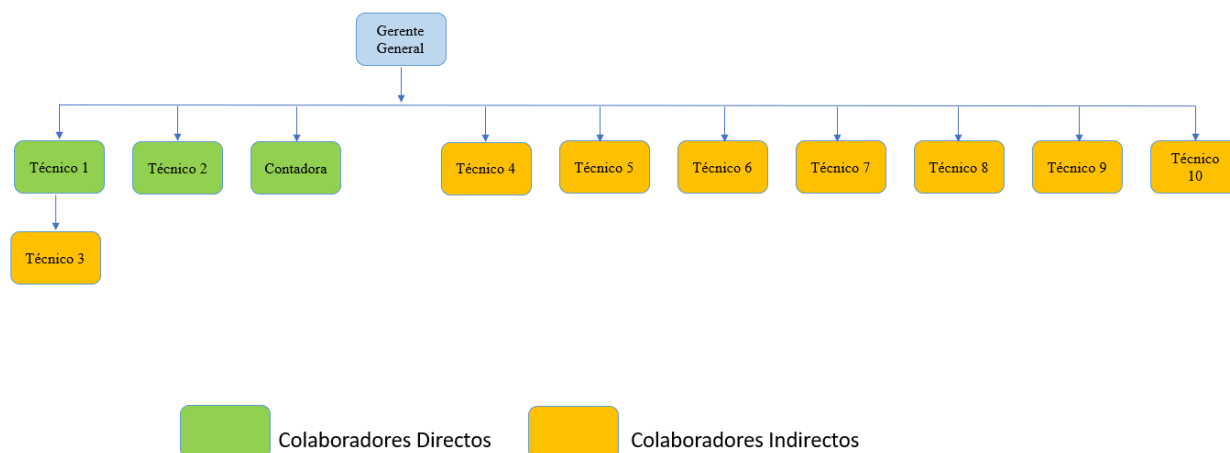
Misión: Nuestra misión es brindar soluciones eléctricas y metalmecánicas de calidad excepcional, que superen las expectativas de nuestros clientes en Costa Rica. Nos comprometemos a ofrecer servicios y productos innovadores, confiables y eficientes, con un enfoque en la excelencia técnica y la satisfacción del cliente.

Visión: Ser líderes reconocidos en el mercado costarricense como proveedores de soluciones eléctricas y metalmecánicas de vanguardia. Aspiramos a ser la primera opción para nuestros clientes, ofreciendo tecnología de punta, servicio personalizado y resultados sobresalientes.

1.2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ORGANIZACIÓN

Figura 2

ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA SEMSA



Fuente: Elaboración propia

1.2.2 ANTECEDENTES DEL CONTEXTO DE LA EMPRESA

El gerente de SEMSA, Don Juan Carlos está consciente de la problemática y vio la oportunidad de aprovechar este proyecto y así lograr un objetivo que se había estado posponiendo por falta de conocimiento y tiempo.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Al visitar las instalaciones de la empresa se encontró un problema con respecto al entorno desordenado, se presenta dificultad para encontrar herramientas e insumos, lo que lleva a una pérdida de tiempo buscando los artículos necesarios, impidiendo un desarrollo óptimo de las tareas diarias.

Esta falta de organización aumenta el riesgo de accidentes que puede causar lesiones graves e incapacitantes.

Las herramientas, al no contar con un lugar específico y organizado corren el riesgo de dañarse o deteriorarse debido al almacenamiento inadecuado.

Se evidencia la necesidad de mantener un espacio de trabajo organizado y limpio ya que es fundamental para maximizar la productividad y garantizar un entorno seguro. Las personas que se ven afectadas son los dos colaboradores operarios y Don Juan Carlos (gerente y dueño de la empresa)

1.3.1 DEFINICIÓN Y MEDICIÓN DEL PROBLEMA

Al realizar un Gemba walk en el lugar se logra identificar que el problema se desarrolla en proceso de construcción y armado de los paneles eléctricos de control para uso industrial, se denota la no existencia de un lugar para resguardar los insumos básicos como cajones metálicos, breakers, botoneras, rieles metálicos y cable de diferentes diámetros por lo que con el tiempo se van amontonando en cualquier espacio vacío y directamente en contacto con el suelo por lo que el polvo, humedad y cualquier otro agente contaminante puede afectar la calidad de los mismos. Esta práctica hace que nadie conozca que insumos están disponibles; los colaboradores a al momento de buscar algún componente deben rebuscar entre las cajas, sacando lo que allí encuentren, moviendo cajas estibadas una sobre la otra con la esperanza de encontrarlo ya que recuerdan a ver visto el componente en alguna parte, esta acción hace que aumente el tiempo de búsqueda y recuperación. Se denota también las deficiencias en la ubicación de las herramientas las cuales están amontonadas en un cajón metálicos, una encima de la otra, sin orden alguno y se observó que otras herramientas se encuentran regadas por todo el lugar como en el caso de los taladros.

Fue evidente el mal aprovechamiento del espacio, espacios mal organizados pueden aumentar el riesgo de accidentes, ya que lo colaboradores puede tropezar con materiales mal ubicados o inclusive enfrentarse con obstáculos en caso de una emergencia.

Al tratarse de desperdicios electrónicos estos pueden incluir componentes peligrosos como baterías, cables, circuitos, sobrante de varillas, rieles metálicos y platinas que, si no se manejan adecuadamente, pueden causar incendios, explosiones y descargar eléctricas, por tal razón, al no contar con un espacio exclusivo para la gestión de desperdicios aumenta el riesgo de accidente y

lesiones. Los residuos electrónicos a menudo contienen materiales tóxicos, como plomo, cadmio y mercurio. Estos materiales pueden filtrarse al suelo y al agua causando contaminación ambiental y afectando la salud pública. Los desperdicios electrónicos se acumulan en lugares de trabajo o muy cerca de ellos causando desorden y ocupando espacios que podrían usarse de manera más productiva.

1.3.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Este proyecto se realizará para dar soluciones prácticas y realizables a la empresa SEMSA en temas relacionados con el desorden, falta de aseo, mal aprovechamiento del espacio físico, carencia de un lugar para almacenar y resguardar los insumos básicos utilizados en la construcción y confección de paneles de control eléctricos para uso industrial y el almacenamiento de paneles eléctricos terminados. Para poder llevar a cabo este proyecto se utilizarán herramientas ingenieriles estudiadas y aprendidas a lo largo de la carrera con el fin de dar soluciones con fundamento científico y académico aplicado a un caso de la vida real. SEMSA, al igual que muchas PYMES del país fueron creadas por que vieron la oportunidad de poder brindar sus servicios a un público específico y aportar a la economía nacional creando fuentes de empleo, lo cual está muy bien; pero nunca hubo una asesoría de como distribuir de la mejor manera el espacio físico del lugar, hacer uso de metodologías ingenieriles para optimizar la eficiencia, fomentar la creación de una cultura organizacional, prácticas para mantener el

orden y aseo, por lo cual se identificó como una gran oportunidad realizar este proyecto con mucho agrado y entusiasmo de poner en práctica lo aprendido en la carrera y a su vez; generar un beneficio para Don Juan Carlos y sus colaboradores. Después de exponer y explicar al gerente de SEMSA lo que se proyecta hacer en el lugar, el qué, cómo y cuándo y conversar de los beneficios que se pueden obtener luego de realizar las mejoras mencionadas se cuenta con la aprobación de Don Juan Carlos y se da inicio al proyecto. Se realizará una inversión de dinero para realizar dichas mejoras al lugar.

1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un modelo de la distribución de la planta utilizando la metodología DMAIC con la finalidad de maximizar la utilización del espacio actual del 22.22%, así como también mejorar la posición de las estaciones de trabajo en relación a la distancia actual de 2 metros donde se encuentran las herramientas

1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Definir las expectativas del gerente de la empresa para la planta.
- Identificar los principales problemas y áreas de mejora en el diseño actual.
- Analizar las causas raíz de los problemas identificados en la fase de medición.

- Implementar un nuevo layout de planta que optimice el flujo de trabajo y minimice los desperdicios.
- Establecer un sistema de control y seguimiento continuo para garantizar que los beneficios se mantengan lo largo del tiempo.

1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES

1.5.1 ALCANCES

El proyecto se enfoca en diseñar e implementar un modelo de la distribución de la planta utilizando la metodología DMAIC con la finalidad maximizar la utilización del espacio, ubicación de las herramientas e insumos, así como también mejorar las estaciones de trabajo.

La disponibilidad de presupuesto puede restringir las opciones de diseño y la adquisición de nuevos equipos y herramientas tecnológicas.

El proyecto se desarrollará entre los meses de octubre de 2023 y febrero de 2024.

El desarrollo de este proyecto beneficiará no solo a SEMSA, sino a las otras 2 empresas socias-hermanas AMPERE y PROJECT MASTER ya que comparten espacios comunes tipo condominio.

1.5.2 LIMITACIONES

El proyecto se limita a los 54 metros cúbicos disponibles para realizar la distribución de planta.

Todo cambio o moviendo a realizar de los muebles, máquina, estanterías, herramientas, estaciones de trabajo etc, deberá realizarse en días laborales de lunes a viernes de 8:00 a 17:00, no se trabaja los sábados.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.

2.1 MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

A lo largo de esta sección, se busca brindar al lector una idea más clara sobre los temas tratados, así como las generalidades de la carrera de Ingeniería Industrial, herramientas y metodología utilizada para el abordaje integral de este proyecto.

La exigencia de los mercados globales obliga a las empresas a mantener ventajas competitivas que les permita mantener altos estándares de calidad, procesos que permitan la entrega fluida del producto y al menor costo posible.

La Ingeniería Industrial comprende los procesos de diseñar, mejorar, planificar e implementar sistemas que integran personas, materiales y equipamiento. Gracias a su experiencia especializada y un sólido dominio de disciplinas como las ciencias matemáticas, físicas y sociales, junto con los principios y técnicas de diseño y análisis de ingeniería, esta disciplina capacita para anticipar, definir y valorar los resultados que se obtendrán de dichos sistemas.

Según las diferentes definiciones, un ingeniero industrial, es un agente de la productividad, por lo que debe involucrarse en los diferentes procesos industriales, con el propósito de optimizar el rendimiento de los sistemas.

La finalidad de este capítulo es apoyar teóricamente el presente proyecto de graduación. según Palella & Martins (2010) "el marco teórico de destacar la estrecha relación existente entre la teórica, la práctica, el proceso de investigación y el entorno" (p.62)

Para el cual se consultaron investigaciones previas en la materia, y se establecieron las bases teóricas y los conceptos básicos.

Según Meyers & Stephens (2010) existen cinco tipos de proyectos que involucran la distribución de instalaciones de manufactura: Nueva Planta, nuevo producto, cambios en el diseño del producto, reducción de costos y rearrreglo de instalaciones obsoletas.

El diseño de una nueva planta debe ser uno de los proyectos más gratificantes y enriquecedores en los que un ingeniero industrial puede trabajar, y en donde se puede lograr mayor impacto en la rentabilidad de una compañía y en los colaboradores. Este tipo de proyectos tiene muy pocas restricciones debido a que no hay que preocuparse por instalaciones ya existentes.

Regularmente las compañías se encuentran desarrollando nuevos productos, cuando esto sucede por lo general designan un área desocupada de la planta o construyen una expansión para anexar el nuevo producto, este debe incorporarse al resto del flujo de trabajo de la planta y usualmente comparte algunos equipos con los viejos productos.

En muchas ocasiones las compañías se ven en la necesidad de realizar modificaciones en el diseño de sus productos, con la intención de adaptarse al mercado y mantenerse competitivas, estos cambios requieren de una revisión de la distribución actual, debido a que cada uno de ellos puede afectar el flujo de materiales.

Los proyectos de reducción de costos se producen cuando se detectan mejoras en la distribución actual, que pueden lograr un aumento en la producción con la misma fuerza laboral y equipos de manejo de materiales, o alcanzar el mismo nivel de producción con menos recursos, en estos casos el ingeniero industrial realiza una propuesta que debe tener un retorno de la inversión (ROI por sus siglas en inglés) de dos años o menos.

Los proyectos de rearrreglo de instalaciones obsoleta, surgen cuando se tiene una distribución muy deficiente que requiere ser mejorada para convertirla en una planta más productiva, el procedimiento es exactamente el mismo al diseño de una nueva planta, sol que con más restricciones como: techos bajos, fosas, paredes existentes.

2.2 MARCO CONCEPTUAL ATENIENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO

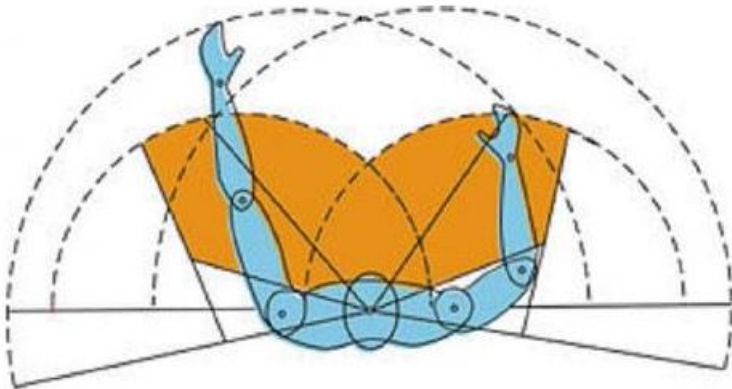
2.2.1 Estudios de tiempos y movimientos

El estudio de tiempos y movimientos es una de las herramientas más importantes de la ingeniería industrial, este es básicamente un análisis detallado de la forma y el tiempo que toma ejecutar una tarea determinada con el fin de recolectar datos de una forma precisa.

Este análisis debe considerar no solo las actividades específicas de un proceso que el responsable está llevando a cabo, sino que también debe contemplar todos los posibles factores externos o imprevistos que puedan surgir durante la investigación. Es crucial prestar una atención especial al factor humano, ya que este puede influir en los resultados del estudio, ya sea aumentando o disminuyendo la velocidad de ejecución de una tarea.

En algunas ocasiones, este tipo de investigaciones pueden conducir a la sustitución de la mano de obra humana por motivos relacionados con la seguridad, aspectos económicos y avances tecnológicos, especialmente en situaciones donde tareas repetitivas y monótonas pueden ser fácilmente asumidas por maquinaria.

Figura 3

ÁREA DE TRABAJO DE UN OPERARIO

Fuente: Gaes médica.

2.2.2 Diagrama de Cuerdas

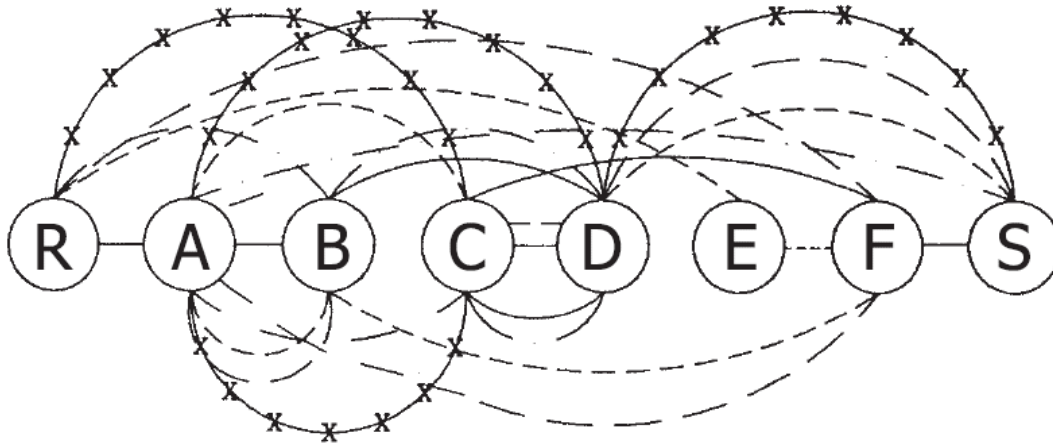
El diagrama de cuerdas, también conocido como diagrama de espagueti o de hilos, es una herramienta visual utilizada en diversos campos, incluyendo la ciencia de datos, la visualización de información, la teoría de grafos y la comunicación visual.

En un diagrama de cuerdas, los círculos representan los equipos, estaciones de trabajo o máquinas y las conexiones entre ellos indican el flujo. “Las líneas que muestran el flujo entre círculos adyacentes van desde la mitad de un círculo hasta la mitad del otro. En el caso de que se omita un departamento, la línea se trazará por encima de los círculos. Cuando el flujo es en dirección contraria, es decir, un retroceso (dirigido hacia "R"), la línea que representa el flujo se dibuja debajo de los círculos”. Meyer. F. Stephens. M (2006)

“En un primer intento las máquinas se dispondrían primero en orden alfabético y después se revisaría su eficiencia” Meyer. F. Stephens. M (2006). Se debe definir el número de partes que van a utilizar en el diagrama de cuerdas, para efectos teóricos vamos a decir que tenemos cinco partes o productos y que tenemos siete estaciones de trabajo o máquinas. En una distribución perfecta se requiere que las cinco partes o productos pasen por las siete estaciones o etapas una única vez lo que nos da cinco por siete, treinta cinco etapas (número ideal). Se realiza el diagrama de cuerdas para cada uno de las cinco partes o productos y se cuentan los movimientos. A continuación; se suman esos movimientos y se divide treinta cinco entre el número obtenido, esto nos da como resultado la eficiencia del proceso dispuesto en forma alfabética. Ahora; se realiza los movimientos de las máquinas o estaciones de trabajo para marcar la nueva ruta de movimientos. Una vez realizado los ajustes y movimientos de las estaciones o máquinas se vuelve a realizar un diagrama de cuerdas y se compara con el primer resultado. La intención es que se logre conseguir la eficiencia máxima posible.

Figura 4

DIAGRAMA DE CUERDAS



Fuente: Diseño de Instalaciones de manufactura y manejo de materiales (página 141)

2.2.3 Entrevistas

La recopilación de datos en una investigación es de gran relevancia, ya que proporciona información directa que se relaciona con los objetivos del estudio, permitiendo así la toma de medidas que tengan un mayor impacto en la organización.

Antes de llevar a cabo una entrevista de carácter investigativo, es esencial tener una comprensión clara de los objetivos que se desean lograr y de los recursos necesarios para alcanzarlos. También se debe considerar el plazo temporal de la investigación y explorar las posibles vías de

comunicación para llevar a cabo la encuesta, ya sea a través de correo electrónico, alguna forma de aplicación digital o mediante videoconferencias en plataformas en línea.

2.2.4 Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt es una herramienta gráfica ampliamente utilizada en la gestión de proyectos que permite visualizar y planificar las actividades a lo largo del tiempo. Desarrollado por Henry L. Gantt a principios del siglo XX, este diagrama se ha convertido en una herramienta fundamental en la planificación y control de proyectos.

Consiste en una barra horizontal que representa el tiempo total del proyecto, dividida en segmentos más pequeños que representan las tareas o actividades específicas a realizar. Cada tarea se representa mediante una barra en el diagrama, cuya longitud indica la duración estimada de la actividad. Además, las barras pueden superponerse para mostrar dependencias entre tareas.

El diagrama de Gantt proporciona una visión clara y estructurada del cronograma del proyecto, lo que facilita la identificación de las fechas de inicio y finalización de cada tarea. Esto ayuda a los investigadores o las personas que lo estén utilizando a asignar recursos de manera eficiente, establecer prioridades y gestionar el tiempo de manera efectiva.

Además, el diagrama de Gantt permite detectar posibles cuellos de botella, identificar la ruta crítica del proyecto (conjunto de tareas que determinan la duración total del proyecto) y realizar ajustes en el plan en caso de cambios o imprevistos.

2.2.5 Metodología 5s

La metodología de las 5S (eses) se creó en la compañía Toyota en los años 60, son un conjunto de prácticas y actividades de gestión visual que se desarrollan con el objetivo de crear condiciones de trabajo que permitan la ejecución de tareas o labores de forma organizada, ordenada y limpia. Estas prácticas están destinadas a mejorar la eficiencia, la organización y la seguridad en el lugar de trabajo. Las 5S provienen de términos japoneses, cada uno de los cuales comienza con la letra "S", y representan las siguientes etapas:

Seiri (Clasificación):

Objetivo: Eliminar elementos innecesarios.

Accionable: Separar los elementos necesarios de los innecesarios. Mantener solo lo esencial en el área de trabajo.

Seiton (Orden):

Objetivo: Organizar el espacio de trabajo.

Accionable: Organizar los elementos necesarios de manera eficiente para facilitar el acceso y la identificación. Un sitio para cada cosa, y cada cosa en su sitio.

Seiso (Limpieza):

Objetivo: Mantener limpio y ordenado el lugar de trabajo.

Accionable: Establecer estándares de limpieza. Limpiar y mantener el área de trabajo constantemente. Identificar y corregir las causas de la suciedad.

Seiketsu (Normalización):

Objetivo: Establecer procedimientos y estándares para mantener las 3S anteriores.

Accionable: Documentar y estandarizar las prácticas de clasificación, orden y limpieza. Crear un sistema para asegurar que estas prácticas se sigan de manera constante.

Shitsuke (Disciplina):

Objetivo: Desarrollar hábitos y conductas para mantener las 5S.

Accionable: Fomentar la responsabilidad y la disciplina a los estándares establecidos.

Al realizar una implementación exitosa de las 5S no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también contribuye a la seguridad en el lugar de trabajo, la moral de los colaboradores y la calidad de los productos. Además, las 5S a menudo se consideran como la base para implementar otras metodologías de mejora continua, como Lean Manufacturing.

2.2.6 Metodología DMAIC

Dentro de la estrategia de mejora conocida como Seis Sigma, la cual tiene como principal función la búsqueda continua de la mejora en los procesos en que se implementa, y es definida como una filosofía de gestión que se esfuerza por reducir los defectos para producir un proceso o un servicio impecable. Dentro de esta metodología nace la herramienta DMAIC.

DMAIC es un instrumento metodológico de resolución de problemas enfocado en el mejoramiento de procesos existentes, este se deriva del Seis Sigma el cual fue desarrollada por el ingeniero de Motorola Bill Smith en 1984. Las siglas corresponden a: define, mide, analiza, mejora (improve en inglés) y controla.

DMAIC está basada en información estadística, por lo tanto, considera primordial la recolección de datos, y generar credibilidad en estos, con la intención de obtener mejoras en los procesos de la empresa.

Clasificación de las cinco fases método DMAIC

A continuación, se detalla cada una de las fases de esta herramienta ingenieril:

Definir:

DMAIC comienza una vez que se ha identificado el problema que se debe resolver. Es necesario reflexionar sobre las mejoras que se pueden realizar y centrarse en las más relevantes y viables. Por lo tanto, es preciso llegar a una definición lo más precisa posible de los requisitos que debe cumplir el proceso (expectativas de los clientes de este). Estos requisitos deben analizarse y jerarquizarse, y en terminología Seis Sigma se denominan habitualmente CTQ (Critical To Quality). En este paso se define lo que se hará y cuál es el resultado esperado al final de la ejecución del ciclo.

Medir:

La segunda etapa consiste en la medición del proceso actual y en la recolección de datos fiables que se documentan como referencia a lo largo del proyecto, y se utilizarán al final para comparar y comprobar los resultados obtenidos. En esta etapa se debe determinar una línea base para conocer la capacidad del proceso, esta línea debe plantearse para poder demostrar que hubo mejorías en el proceso al final del proyecto. Es importante también complementar esta etapa de

medición con un mapa de flujo del proceso, para conocer cuáles son las etapas o entradas críticas del proceso y poder mejorarlo.

Esta etapa tiene como objetivo abordar diferentes preguntas fundamentales, como: ¿Cuál es la naturaleza y desarrollo del proceso? ¿Qué pasos específicos conforman dicho proceso? ¿Qué indicadores de calidad son relevantes y qué variables de proceso parecen tener una mayor influencia en estos indicadores? ¿Cuál es la relación entre los indicadores de calidad del proceso y las necesidades del cliente? ¿Cómo se recopila la información necesaria? ¿Cuál es la precisión y exactitud del sistema de medición? ¿Cuál es el estado operativo actual del proceso?

Analizar:

En la tercera fase, análisis, el equipo analiza los datos de resultados actuales e históricos. Se desarrollan y comprueban hipótesis sobre posibles relaciones causa efecto utilizando los métodos estadísticos pertinentes.

En esta etapa se seleccionan y se aplican procesos de análisis a los datos recolectados en la etapa de Medir y se estructura un plan de mejoras potenciales a ser aplicado en el siguiente paso. Las preguntas por contestar durante esta etapa son: “¿Qué variables de proceso afectan más la calidad (variabilidad del proceso) y cuáles podemos controlar? ¿Qué es de valor para el cliente? ¿Cuáles son los pasos detallados del proceso? ¿Cuántas observaciones necesito para sacar conclusiones?” (Ocampo y Pavón, 2012). Entre los métodos más comúnmente usadas se encuentran: Diagramas de causa efecto, Estudio de correlación, Prueba de Chi-Cuadrado, T y F, Diagrama de flujo.

Mejora:

En la fase de mejora, el equipo trata de determinar la relación causa-efecto (relación matemática entre las variables de entrada y la variable de respuesta que interese), para predecir, mejorar y optimizar el funcionamiento del proceso. Se deben identificar posibles soluciones. En esta etapa se desarrollan, implementan y validan alternativas de mejora para el proceso. Para hacer esto se requiere de una lluvia de ideas que genere propuestas, las cuales deben ser probadas usando corridas piloto dentro del proceso. La habilidad de dichas propuestas para producir mejoras al proceso debe ser validada para asegurar que la mejora potencial es viable. De estas pruebas y experimentos se obtiene una propuesta de cambio en el proceso, es en esta etapa en donde se entregan soluciones al problema. Algunas de las preguntas que deben de contestarse antes de pasar a la siguiente etapa son: “¿Qué opciones se tienen? ¿Cuáles de las opciones parecen tener mayor posibilidad de éxito? ¿Cuál es el plan para implementar el nuevo proceso (opciones)? ¿Qué variables de desempeño usar para mostrar la mejora? ¿Cuántas pruebas necesito correr para encontrar y confirmar las mejoras? ¿Esta solución está de acuerdo con la meta de la compañía? ¿Cómo implemento los cambios?” (Ocampo y Pavón, 2012).

Control:

Finalmente, una vez establecida la manera de mejorar el desempeño del proceso, se necesita encontrar como asegurar que la solución pueda sostenerse a lo largo del tiempo. Para esto debe de diseñarse e implementarse una estrategia de control que asegure que los procesos sigan corriendo de forma eficiente. Las interrogantes por responder en esta etapa son: ¿Están los resultados obtenidos relacionados con los objetivos, entregables definidos y criterio de salida del proyecto? Una vez reducidos los defectos, ¿cómo pueden los equipos de trabajo mantener los defectos controlados? ¿Cómo se puede monitorear y documentar el proceso? Para responder a

estas preguntas se requerirán de ciertas alternativas tales como el control estadístico mediante gráficos comparativos, diagramas de control y técnicas no estadísticas tales como la estandarización de procesos, controles visuales, planes de contingencia y mantenimiento preventivo, métodos de planificación, etc.

2.2.7 5 porqués (5 whys)

Esta metodología se originó en el Sistema de Producción Toyota (TPS) y es una herramienta fundamental en la metodología Lean. La técnica de los "5 porqués" o 5 whys en su versión inglés se basa en el principio fundamental de buscar la causa raíz de un problema en lugar de simplemente tratar los síntomas superficiales. Este enfoque se alinea con la filosofía Lean, que busca eliminar desperdicios y optimizar procesos mediante la identificación y resolución de las causas fundamentales de los problemas. Al repetir la pregunta ¿Por qué? de manera repetitiva, se promueve una reflexión más profunda sobre las posibles causas subyacentes, lo que ayuda a evitar conclusiones precipitadas y a identificar factores ocultos que pueden contribuir al problema. Al centrarse en las causas fundamentales, los equipos o la persona que está desarrollándolo pueden identificar intervenciones prácticas y factibles que aborden directamente el problema en su origen, evitando soluciones costosas o complicadas que no aborden verdaderamente la causa raíz.

Por ejemplo, si un equipo de producción encuentra un defecto en un producto, en lugar de simplemente abordar el síntoma del defecto, aplicarían los "5 porqués" para descubrir por qué ocurrió el defecto. El ejercicio se desarrollaría así:

¿Por qué ocurrió el defecto? **R/** Porque la pieza estaba mal ensamblada.

¿Por qué estaba mal ensamblada la pieza? **R/** Porque el operario no recibió la capacitación adecuada.

¿Por qué no recibió el operario la capacitación adecuada? **R/** Porque no hay un programa formal de capacitación en el departamento.

¿Por qué no hay un programa formal de capacitación en el departamento? **R/** Porque el departamento de recursos humanos no lo ha implementado.

¿Por qué el departamento de recursos humanos no lo ha implementado? **R/** Porque no se ha asignado presupuesto para la formación del personal.

En este ejemplo, la causa raíz del defecto se identifica como la falta de asignación de presupuesto para la formación del personal en el departamento de recursos humanos. Al abordar esta causa raíz, el equipo puede tomar medidas para implementar un programa de capacitación formal y prevenir futuros defectos en el producto.

2.2.8 SIPOC

Un diagrama SIPOC es una herramienta utilizada en la gestión de procesos para comprender y documentar los elementos clave de un proceso.

Su nombre se compone de las siglas S.I.P.O.C. que significan Suppliers (Proveedores), Inputs (Entradas), Process (Proceso), Outputs (Salidas) y Customers (Clientes).

Estos cinco elementos representan las partes principales involucradas en un proceso y sus interacciones.

A continuación, se realiza la descripción de cada uno:

Proveedores (Suppliers): Son las fuentes que suministran las entradas necesarias para el proceso.

Estas pueden ser personas, departamentos, sistemas, o incluso recursos externos como proveedores de materiales o servicios.

Entradas (Inputs): Son los recursos, materiales, información o datos que se requieren para ejecutar el proceso. Estas entradas son proporcionadas por los proveedores y son utilizadas como insumos dentro del proceso.

Proceso (Process): Son las series de actividades o pasos que transforman las entradas en salidas.

Este es el corazón del SIPOC y representa el flujo de trabajo o las operaciones que ocurren dentro del proceso.

Salidas (Outputs): Son los resultados o productos generados por el proceso después de que las entradas hayan sido transformadas. Estas salidas pueden ser productos físicos, servicios, informes, datos procesados, etc.

Clientes (Customers): Son los destinatarios o receptores de las salidas del proceso. Pueden ser clientes internos o externos, partes interesadas, departamentos posteriores en la cadena de suministro, etc.

Pasos para realizar un SIPOC:

Identificar el proceso: Determinar el proceso específico que se va a analizar y documentar.

Reunir información: Recolectar información relevante sobre el proceso, incluyendo las entradas, salidas, proveedores y clientes involucrados.

Mapear el proceso: Describir secuencialmente las actividades o pasos que componen el proceso.

Identificar proveedores y clientes: Determinar quiénes son los proveedores que suministran las entradas al proceso y quiénes son los clientes que reciben las salidas.

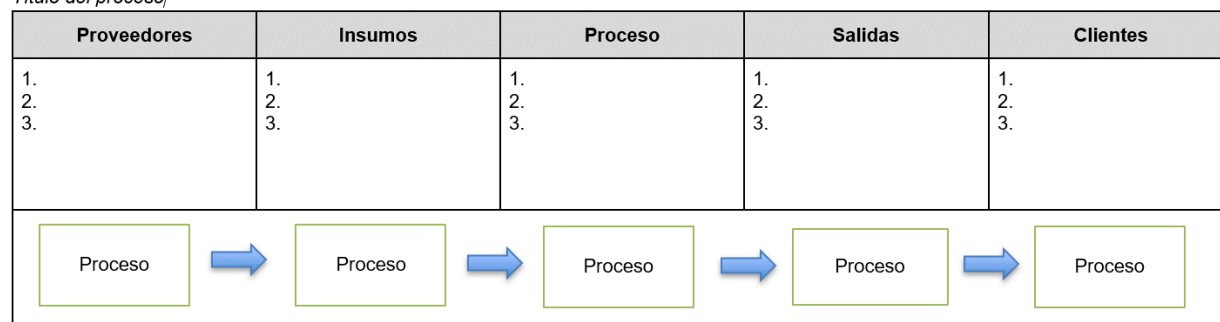
Completar la tabla SIPOC: Crear una tabla que contenga las columnas para proveedores, entradas, proceso, salidas y clientes, y complete cada una con la información recopilada.

Validar y revisar: Verificar la precisión y la integridad de la información recopilada con las partes interesadas relevantes y realizar ajustes según sea necesario.

Figura 5

DIAGRAMA SIPOC

Título del proceso/



Fuente: Elaboración propia.

2.2.9 Diagrama Ishikawa

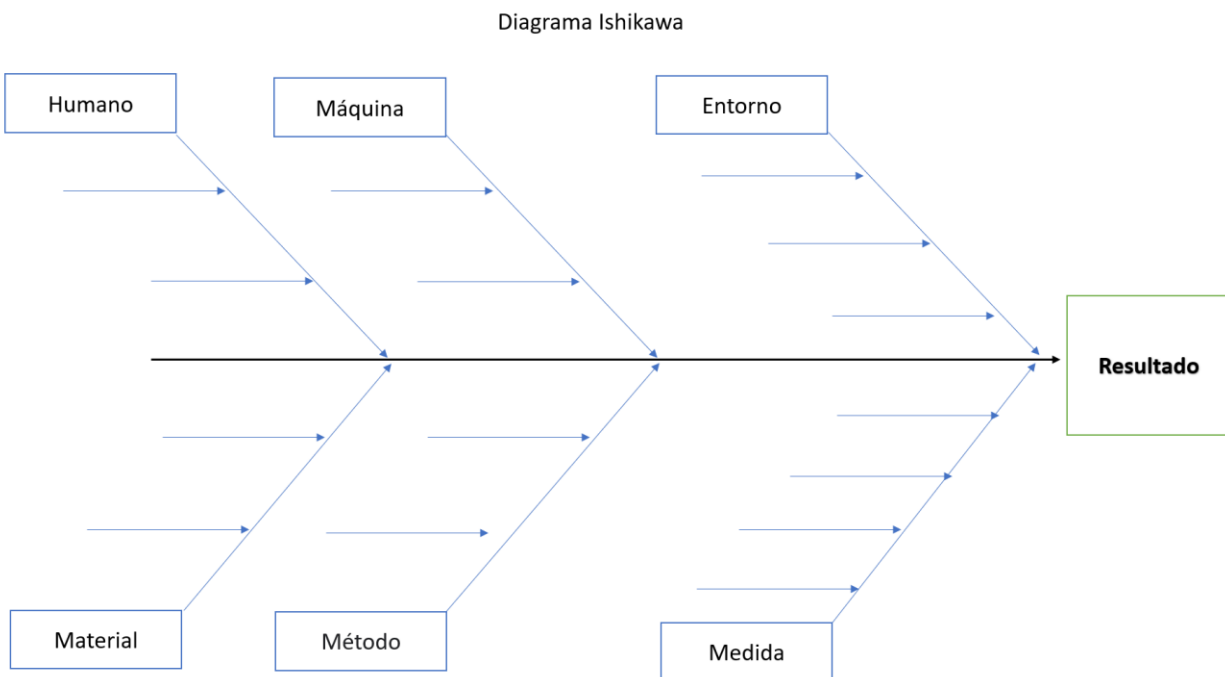
Esta herramienta fue desarrollada por Kaoru Ishikawa, un químico industrial y experto en control de calidad. El propósito de este diagrama es establecer una conexión entre un problema específico en nuestros procesos y los distintos factores que contribuyen a su aparición.

Al identificar estos factores, podemos analizarlos y tomar medidas para mejorar la calidad de nuestros productos o servicios.

Este enfoque también se conoce como el "diagrama de espina de pescado". Uno de los desafíos más significativos que la industria enfrenta en la actualidad se relaciona con la resistencia al cambio en los procesos existentes.

Figura 6

DIAGRAMA CAUSA-EFECTO



Fuente: Elaboración propia.

Karou Ishikawa propuso que la clasificación de datos de un proceso, mediante el uso de las 5 causas representadas en el diagrama, las cuales son:

- Materia.
- Maquinaria.
- Medición.
- Mano de obra.
- Método.

Se comienza a listar todas las posibles causas que podrían contribuir al problema. Se recomienda invitar a un equipo de personas con conocimiento en el área para que aporten sus ideas y sugerencias. Cada causa potencial se anota en la "espina" correspondiente.

Una vez que se ha identificado todas las causas posibles, se debe iniciar a analizar su relevancia y prioridad. Algunas de las causas pueden estar relacionadas entre sí o ser subcausas de otras. El equipo puede discutir y categorizar las causas en términos de su importancia y efecto en el problema principal.

Una vez que se han identificado y priorizado las causas, se debe desarrollar un plan de acción para abordar cada una de ellas. Esto puede incluir la implementación de mejoras en los procesos, cambios en los procedimientos, capacitación de personal o cualquier otra medida necesaria para resolver el problema.

Es altamente recomendado dar seguimiento a las acciones tomadas para abordar las causas y verificar si han tenido un impacto positivo en la resolución del problema. Si es necesario, se ajusta el plan de acción y continúa monitoreando el progreso.

2.2.10 Diagrama Pareto

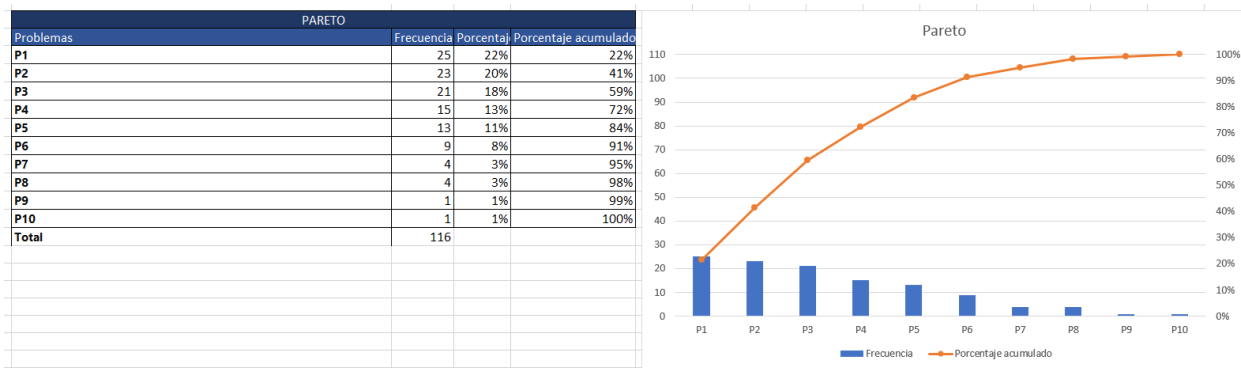
Esta herramienta es "Es una representación gráfica de los datos obtenidos sobre un problema, que ayuda a identificar cuáles son los aspectos prioritarios que hay que tratar". Domenech, J. (2018). Es una herramienta de análisis que se utiliza en diversos campos, desde la gestión empresarial hasta la calidad del producto y la resolución de problemas. Su nombre proviene del economista italiano Vilfredo Pareto, quien observó que aproximadamente el 80% de las riquezas en Italia estaban en manos del 20% de la población. Este principio se ha aplicado en muchas áreas, incluida la ingeniería industrial.

El concepto principal detrás del diagrama de Pareto es que, una pequeña cantidad de causas (o factores) contribuye a la mayoría de los efectos (o resultados). El diagrama de Pareto ayuda a identificar y priorizar estos factores críticos, lo que permite a las organizaciones enfocar sus esfuerzos y recursos en las áreas que generarán el mayor impacto.

La construcción de un diagrama de Pareto requiere varios pasos. Primero, se recopilan datos relevantes sobre el problema o la situación que se está analizando. Luego, estos datos se clasifican en categorías y se calcula la frecuencia o el impacto de cada categoría. Una vez que se tienen estos datos, se ordenan las categorías en orden descendente, desde la más importante hasta la menos importante. El siguiente paso es trazar un gráfico de barras donde cada barra representa una categoría y su altura representa su frecuencia o impacto. Además, se agrega una línea que muestra el porcentaje acumulado de cada categoría. Esto permite visualizar rápidamente cuáles son las categorías más significativas y cuáles contribuyen en mayor medida al problema.

Figura 7

DIAGRAMA PARETO



Fuente: Elaboración propia.

2.2.11 Diagrama de Flujo

De acuerdo con Gálvez "Un diagrama de flujo es la representación gráfica de un proceso, es decir, muestra gráficamente el flujo de acciones a seguir para cumplir con una tarea específica". Gálvez, J (2019). Su objetivo principal es proporcionar una representación clara y concisa de un proceso o sistema, lo que facilita la comprensión y la comunicación entre diferentes partes interesadas. Un diagrama de flujo consta de una serie de símbolos y líneas que representan diferentes elementos y acciones dentro del proceso. Los símbolos normalmente utilizados son:

Inicio/Fin: Representado por un óvalo, indica el inicio y el final del proceso.

Proceso: Representado por un rectángulo, indica una acción o actividad dentro del proceso.

Decisión: Representado por un rombo, indica un punto en el proceso donde se toma una decisión.

Conector: Representado por un círculo, indica la conexión entre diferentes partes del diagrama.

Flujo: Representado por una flecha, indica la dirección del flujo de actividades.

El proceso de construir un diagrama de flujo implica varios pasos:

En primer lugar, se identifican y definen las actividades o pasos del proceso que se va a representar.

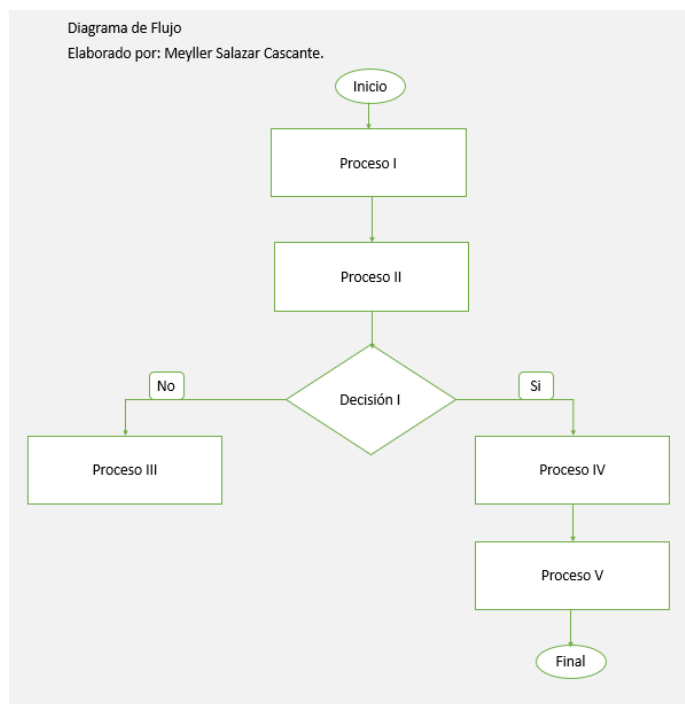
Luego, se eligen los símbolos apropiados para cada actividad y se dibuja el diagrama de acuerdo con la secuencia lógica del proceso.

Es importante mantener la simplicidad y la claridad en el diseño del diagrama para que sea fácil de entender para todas las personas.

Los diagramas de procesos tienen varios beneficios, ayudan a visualizar y comprender procesos complejos de manera más clara, esto facilita la identificación de posibles cuellos de botella, redundancias o áreas de mejora dentro del proceso. Además, los diagramas de flujo pueden utilizarse como herramienta de comunicación efectiva entre diferentes equipos, departamentos o partes interesadas, ya que proporcionan una representación visual común del proceso en cuestión. También son útiles para la documentación y el análisis de sistemas. Permiten a las personas identificar y entender la interacción entre diferentes componentes de un sistema y cómo se relacionan entre sí.

Figura 8

DIAGRAMA DE FLUJO



Fuente: Elaboración propia.

2.2.12 Objetivos y Resultados Clave (OKR)

"Es una metodología de planificación colaborativa para materializar estrategias y dar seguimiento a las metas prioritarias de cualquier empresa, equipo o individuo". Valenzuela, I. (2022, abril 4). Los OKRs (Objectives and Key Results) por sus siglas en inglés son un marco de gestión utilizado para establecer y alcanzar objetivos de manera efectiva dentro de una organización o empresa. Ha sido popularizado por Andy Grove en Intel y adoptado posteriormente por compañías como Google y muchas otras, se ha convertido en una práctica común en empresas de diferentes industrias debido a su capacidad para alinear y enfocar los esfuerzos de equipos y colaboradores hacia metas estratégicas.

Los "objetivos" son metas ambiciosas y cualitativas que una organización, equipo o individuo se esfuerza por lograr en un período de tiempo determinado, generalmente trimestral.

Los "resultados clave" (Key Results) son medidas cuantitativas y específicas que se utilizan para evaluar y medir el progreso hacia la consecución de los objetivos. Estos resultados clave son indicadores claros y medibles del progreso y se utilizan para evaluar el rendimiento y el logro de los objetivos establecidos. Los resultados clave deben ser desafiantes pero alcanzables, y su cumplimiento debe contribuir significativamente al logro del objetivo general.

La implementación de OKRs sigue un proceso estructurado que incluye varios pasos:

Establecimiento de objetivos: En esta etapa, se definen los objetivos de alto nivel que la organización o equipo busca lograr en un período de tiempo específico.

Definición de resultados clave: Una vez establecidos los objetivos, se identifican y definen los resultados clave que ayudarán a medir el progreso hacia esos objetivos. Estos resultados clave deben ser cuantificables y específicos.

Comunicación y alineación: Es de suma importancia comunicar los OKRs de manera clara y transparente a todos los niveles de la organización para garantizar su comprensión y alineación. Esto implica asegurarse de que cada colaborador y equipo entienda cómo sus actividades contribuyen al logro de los OKRs organizacionales.

Seguimiento y revisión: Durante el período en el que se establecen los OKRs, es importante realizar un seguimiento regular del progreso hacia los resultados clave y revisarlos

periódicamente para realizar ajustes si es necesario. Esto permite una respuesta ágil a los cambios en el entorno empresarial y la reasignación de recursos según sea necesario.

Figura 9

OBJETIVOS Y RESULTADOS CLAVE

ESTABLECIMIENTO DE OBJETIVO OKR

NOMBRE DE LA EMPRESA	PREPARADO POR	FECHA
NOMBRE EMPRESA	Meyller Salazar	1-1-2024

Objetivo	Resultado clave	Métrica
Objetivo	Resultado Clave	Métrica

Fuente: Elaboración propia.

2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO

Con la elaboración de este proyecto no se incumple, altera o modifica la regulación vigente nacional del Código Eléctrico de Costa Rica en el cual estipula en su inciso 90.4 Exigencia de cumplimiento “Este Código es de acatamiento obligatorio para todos los profesionales responsables con competencia para diseñar, instalar, renovar, modificar, adicionar, supervisar, aprobar, verificar y revisar los sistemas eléctricos de acuerdo a las infraestructuras señaladas en 90.2(B) de este Código y el Reglamento para el Trámite de Planos y la Conexión de los Servicios Eléctricos, Telecomunicaciones y de otros en Edificios del Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica, publicado el Diario Oficial La Gaceta N° 217 del 5 de noviembre del 2004”. Flores, S.-C. D. N. (2013).

2.4 ANTECEDENTES DEL PROYECTO O EXPERIENCIAS SEMEJANTES

El diseño de una planta es un proceso complejo que implica la integración de diversas disciplinas y la consideración de numerosos factores para lograr una operación eficiente y segura. En este contexto, compartir experiencias semejantes de proyectos de diseño de planta se convierte en una fuente valiosa de aprendizaje e inspiración. Estas experiencias ofrecen perspectivas prácticas, lecciones aprendidas y soluciones innovadoras que enriquecen el conocimiento colectivo en el ámbito del diseño industrial.

Al explorar proyectos similares, se descubren desafíos comunes que enfrentan los Ingenieros Industriales en temas de diseño, optimización del espacio, la distribución de equipos, la implementación de tecnologías sostenibles y la consideración de normativas y estándares industriales. Cada proyecto es único, pero las experiencias compartidas proporcionan una base sólida para abordar problemas recurrentes y fomentan el intercambio de mejores prácticas.

Las lecciones extraídas de proyectos previos no solo informan las decisiones estratégicas, sino que también nutren la creatividad y la innovación. Estos relatos proporcionan un contexto realista que va más allá de la teoría, ofreciendo una visión práctica sobre cómo superar obstáculos y optimizar procesos. A medida que nos sumergimos en estas narrativas, encontramos que la colaboración entre profesionales, la adaptabilidad y la atención a los detalles son elementos cruciales que emergen como hilos conductores en el diseño de planta.

Para esta investigación, se exploró en la biblioteca virtual de la Universidad Hispanoamérica y se encontró la tesina desarrollada por María José Espinoza Vásquez, su proyecto se titula "Mejora de procesos productivos utilizando herramientas de distribución de planta y diseño de métodos

en la PYME RECOMARES DEL PACÍFICO para el 1er semestre del año 2022" Espinoza, M. (2022)

La investigación se llevó a cabo en la empresa RECOMARES DEL PACÍFICO y el planteamiento del problema fue el siguiente "El diseño y distribución de la planta se considera un problema para la Pyme, ya que su principal actividad es el almacenamiento de pescado y mariscos, y a su vez, el almacenaje de equipos de pesca que utilizan los pescadores de la empresa" Espinoza, M. (2022).

El objetivo principal de la investigación fue "Proponer un plan de mejora de los procesos productivos utilizando herramientas de distribución de planta y diseño de métodos para el aprovechamiento adecuado de los recursos de la Pyme Recomares del Pacífico" Espinoza, M. (2022).

La investigadora realizó un diagnóstico de la PYME en relación a su productividad versus su falta de espacio físico para almacenar más productos del mar. Utilizó la metodología DMAIC y herramientas como Lean Manufacturing, Kaizen, 5s y diagrama de relaciones. Obtuvo evidencia que la PYME cuenta con falencias que repercuten en la productividad de la empresa.

Realizó una redistribución de espacios, instaló racks en áreas de recibo, capacitó al personal en 5s, Kaizen, además; solicitó que todo el personal se capacitara en manejo de alimentos en el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA).

Luego de aplicar herramientas ingenieriles y hacer modificaciones obtuvo "Se establecen propuestas de rediseño, diseño y distribución que permitieron a la empresa la obtención de una mejor productividad por medio de la optimización de espacios en el centro de acopio y área de bodega, generando espacio para incorporar 2 neveras más, dando al centro de acopio 2200kg

extra para almacenaje de materia prima, y dando estructura a la organización de la planta mediante la utilización de estantería liviana”. Espinoza, M. (2022)

La investigadora concluye que "Se identifican oportunidades de mejora en la distribución y diseño de espacios para la optimización de los procesos y materiales mediante la creación de un nuevo diseño y distribución de planta que se ajusta a las necesidades del centro de acopio dando orden, reacomodo y señalización de neveras con tipo de producto Espinoza, M. (2022).

Una segunda tesis consultada en la biblioteca digital de la Universidad Hispanoamericana fue desarrollada por María Fernanda Marín Fernández su proyecto se titula " Rediseño de la distribución de planta en el Gimnasio Xclusive” Marín, M. (2023). La investigación se llevó a cabo en la empresa Gimnasio Xclusive ubicado en Rohrmoser, Costa Rica. El planteamiento del problema fue el siguiente “La compañía Xclusive Gym actualmente cuenta con un área de 315 m² para un total de 200 clientes semanales, esta área no ha recibido mantenimiento en los últimos 3 años, inclusive sus máquinas no reciben un periódico mantenimiento preventivo por lo cual se han incrementado un 30% las quejas de los socios dado que no encuentran espacio, orden o no encuentran maquinas en buen funcionamiento de las máquinas”. Marín, M. (2023).

El objetivo principal de la investigación fue “Rediseñar la distribución de planta y el plan de mantenimiento preventivo con el fin de cumplir las expectativas del cliente en el gimnasio Xclusive Gym”. Marín, M. (2023).

De acuerdo con la investigadora después de analizar los espacios y sus dimensiones, realizar un análisis de las personas en espera para usar las maquinas, realizar un croquis aéreo de las instalaciones, realizar diagramas de las rutinas más frecuentes y diagramas de relación de

actividades, encuestas a los clientes a través de Google survey, y realizar un diagrama Ishikawa; propuso un nuevo layout para la distribución de la planta, un nuevo diagrama relación de actividades más frecuentes, un plan de mantenimiento preventivo para las maquinas; lo que requirió una inversión de ₡ 4 220 000 colones y que la empresa para poder hacerle frente a dicho monto tomó la decisión de aumentar a 2000 mil colones la matrícula. De acuerdo con sus cálculos la empresa empezó a recibir el retorno de inversión a los 3 meses de haber realizado el aumento. La investigadora dentro de sus varias conclusiones indica que " La propuesta de redistribución realizada para el Gimnasio Xclusive, mejorara notablemente el proceso de cada cliente al realizar su rutina, disminuyendo los retrasos y creando un ambiente cómodo para los clientes" Marín, M. (2023).

La tercera tesis consultada en la biblioteca digital de la Universidad Hispanoamericana fue desarrollada por Bryan López Marín y su proyecto lleva por título "Propuesta de distribución de planta para el taller de enderezado y pintura López durante el segundo cuatrimestre del 2023" López, B. (2023). Este proyecto se desarrolló en la empresa llamada Taller de enderezado y pintura López ubicado en Hatillo, San José. El planteamiento del problema fue "La necesidad de mejorar los puestos de trabajo en el taller debido a que no existen espacios adecuados a cada proceso, a definir estaciones, porque no cuenta con ellas, para manejar los procesos en línea, las grandes trayectorias que recorren los colaboradores en la planta, la ubicación de algunas herramientas pesadas, que deben ser trasladadas de un lugar a otro sin que existan espacios fijos para ubicarlas" López, B. (2023).

El objetivo principal de la investigación fue “Optimizar los procesos del área de reparación de vehículos mediante una redistribución de planta, para el aumento de la eficiencia operativa de la empresa”. López, B. (2023).

Luego de aplicar herramientas ingenieriles tales como: Diagrama de flujo, diagrama de distancias, tomas de tiempos, diagrama de afinidad, lluvia de ideas y multivoto el investigador propuso siete propuestas de las cuales cuatro no tienen costo sino más bien son buenas prácticas a implementar. "Propuesta 1: Nuevos espacios de oficina (Mezanine), Propuesta 4: definir un nuevo sector para enderezado, Propuesta 5: acondicionar las áreas con herramientas para tener a mano" López, B. (2023). El proyecto tiene lleva una inversión de ₡ 19 746 008.07 colones y de acuerdo con los cálculos que el investigador realizó, el tiempo de retorno de la inversión es de 22.3 meses. “De las propuestas planteadas se logró implementar una en su totalidad, otras de manera parcial y algunas quedaron en trámite, esto por la naturaleza que conlleva realizar temas constructivos”. López, B. (2023).

Dos conclusiones a las que llega el investigador en su proyecto son "Al definir un sector de enderezado se define un área nueva demoliendo la actual oficina y dentro de este sector se pueden ubicar las herramientas de tipo pesado que se utilizan para las reparaciones de golpes en un vehículo, por lo que también se elimina el trayecto y manipulación de estas herramientas pesadas a lo largo de la planta ya que estarán sectorizadas en esta área" y "El taller al hacer entrega de los materiales al iniciar labores, los trabajadores no deben de hacer trayectos dentro de la planta cada vez que los necesiten sino que los tendrían a mano." López, B. (2023).

La cuarta tesis abordada en esta investigación es internacional, se trata de una tesis realizada en Riobamba-Ecuador por el investigador Sergio Alejandro Abarca Sánchez, su proyecto lleva por nombre “Diseño de una planta industrial para la clasificación y procesamiento de desechos sólidos en el cantón Guano” Abarca, S. (2020). La investigación se realizó en un vertedero de basura en el cantón Guano, Ecuador. El planteamiento del problema fue “Esta presente investigación determinó que el mal manejo de los residuos sólidos que se da en la celda emergente (tiradero de basura) produce una serie de afectaciones tanto al Medio Ambiente (al agua, suelo y aire), como a la salud y bienestar de los habitantes que residen cerca de este botadero, debido a que se produce un crecimiento de moscas, mosquitos, ratas, y perros, y también de malos olores, estos factores antes nombrados son los medios para que se produzcan dichas afectaciones”. Abarca, S. (2020).

El objetivo principal de la investigación fue " Realizar un diseño de una Planta Industrial para la clasificación y procesamiento de Desechos Sólidos en el Cantón Guano". Abarca, S. (2020). La estructura de este proyecto varía a lo que estamos acostumbrados a ver acá en Costa Rica y específicamente la metodología solicita por la Universidad Hispanoamericana, esto no da una nueva perspectiva sobre otras formas de presentar un proyecto de investigación. A continuación, se indica el procedimiento de dicho proyecto:

“Procedimiento de la Investigación

Para el desarrollo de la investigación se realizó en el presente orden:

- Levantamiento de información y análisis de los Residuos Sólidos producidos en el Cantón Guano y su respectiva proyección para futuros años.

- Realización de los respectivos Diagrama de Recorrido de los Productos, tanto para el Módulo 1: Clasificación de Residuos Sólidos, como para el Módulo 2: Secado y Carbonización de Residuos Sólidos.
- Análisis y cotización de maquinarias y sus respectivas capacidades.
- Aplicación de la Metodología SLP y Realización del primer bosquejo del Diseño de la Planta Industrial.
- Diseño, Aplicación, Tabulación e Interpretación de las encuestas y entrevistas en la Parroquia Valparaíso para la justificación de la problemática.
- Realización del Diseño de la Planta Industrial Detallada”. Abarca, S. (2020)

En la sección de diseño de la solución el investigador aplica varias herramientas ingenieriles como son: la metodología SLP (Systematic LayOut Planning), realiza un croquis muy detallado del lugar, donde se aprecia muy bien la ubicación de modulo 1 y 2, realiza un diagrama del recorrido del proceso de clasificación de residuos sólidos, realizó un diagrama del recorrido del proceso de carbonización de los residuos sólidos, también utilizó un diagrama relacional de recorridos y/o actividades, y por ultimo realizó un diagrama de relacional de espacios. El investigador concluye que " Los procesos que se van a realizar dentro de la Planta Industrial, son los de Clasificación de Residuos Sólidos (Módulo 1) , en este se dividirán estos residuos por tipos (residuos orgánicos e inorgánicos) y diámetros (mayores a 50 mm y menores a 50 mm) y del primer proceso se obtendrá lo que comúnmente se conoce como Biomasa (Residuos Sólidos con diámetros < a 50 mm, casi siempre son residuos orgánicos), este material servirá de materia prima para el segundo proceso, que es el Procesamiento de los Residuos Sólidos (Módulo 2), que se realizará mediante un proceso llamado Pirólisis, y se trata de quemar al vacío todos estos

residuos que ingresan, además de que se obtienen subproductos (Carbón Vegetal, Alquitrán de Madera y Vinagre de Madera), dicho proceso no es dañino para el ambiente. " Abarca, S. (2020).

El quinto proyecto utilizado como referencia para esta investigación también es un trabajo realizado fuera de Costa Rica, específicamente en el país Guatemala, en la Universidad de San Carlos de Guatemala, dicha investigación fue realizada por Lorena Izabel Ortega Gutiérrez, su proyecto se llama "Diseño de una planta industrial para una fábrica de confección de ropa deportiva" Ortega, L. (2019). La investigación se llevó a cabo en la empresa Samy Deportes y el planteamiento del problema fue el siguiente "La finalidad del diseño industrial para este taller es menguar el desorden, evitando de esta manera los defectos que se puedan provocar en las prendas terminadas e ir en busca de una mejora continua". Ortega, L. (2019). El objetivo principal de la investigación fue "Diseñar una planta industrial para un taller de ropa deportiva, optimizando los espacios de los elementos que integran el departamento de producción". Ortega, L. (2019). En la sección de análisis de los problemas la investigadora definió el área de trabajo en 80,02 m² ubicado en un terreno de 280 m², analizó la infraestructura actual de lugar, evaluando los techos, pisos, paredes, ventilación, iluminación, ruidos, distribución actual de las diferentes áreas de trabajo, además realizó un diagrama del recorrido actual de materia prima, levanto un inventario de las máquinas y equipos.

En la sección de implementación la investigadora decide realizar la nueva distribución con base al tipo de distribución por proceso, utilizando la herramienta AutoCAD realiza 5 propuestas de distribución planta. En todas las distribuciones propuestas están contempladas los factores de circulación de aire, ruido, y calor. También realiza los nuevos diagramas de flujo para los procesos de bordado, serigrafía, costura y sublimación.

Dos de las conclusiones a las que llega la investigadora son " El ordenamiento del área de producción propuesto se realizó con varias opciones de flujos de proceso que define cada producto de acorde a las necesidades de los colaboradores de tal manera que no se tengan tiempos de ocio o muertos." Ortega, L. (2019) y "La propuesta para la infraestructura de la planta industrial es, como ya se cuenta con el 50 % de techo de primera categoría, ampliar con el mismo tipo de techo para que la planta cuente, más adelante, con un segundo nivel" Ortega, L. (2019)

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE TRABAJO

La eficiencia y la mejora de los procesos de fabricación son elementos esenciales en la industria moderna. En un entorno global altamente competitivo, las empresas deben buscar constantemente formas de optimizar sus operaciones para aumentar la productividad, la rentabilidad y la sostenibilidad. En este sentido, el diseño y rediseño de las instalaciones juega un papel crucial, ya que tiene un impacto directo en estos aspectos clave para las organizaciones. El objetivo principal de este proyecto de investigación es abordar la optimización del diseño de planta mediante un enfoque cuantitativo. Se utilizarán herramientas y técnicas de análisis numérico para evaluar y mejorar diferentes aspectos operativos.

3.1 Metodología para la definición del problema

En esta etapa, se debe identificar y definir el problema o la oportunidad de mejora. Se establecen los objetivos del proyecto y se delimita el alcance.

Tabla 1

Etapa definir de la metodología DMAIC

Etapa	Objetivo	Herramienta
Definir	Identificar el problema u oportunidad de mejora	Entrevista cara a cara

Fuente: Elaboración propia.

En esta etapa se estableció el compromiso y soporte por parte de la Dirección de la empresa estando informados y comprometidos con el proyecto. Esto ayudó a garantizar el respaldo necesario y la asignación de recursos para el éxito del proyecto.

3.2 Metodología para la medición y respaldo cualitativo de proyecto

En esta etapa, implicó la recopilación de datos relevantes para comprender mejor el estado actual del proceso y establecer una base cuantitativa para la mejora.

Tabla 2

Etapa Medir de la metodología DMAIC

Etapa	Objetivo	Herramienta
Medir	Recopilar datos para evaluar la situación actual	Grupo de Enfoque Entrevista cara a cara

Fuente: Elaboración propia.

En esta etapa se realizó una actividad de grupo de enfoque con todos los colaboradores de SEMSA con la finalidad de obtener información relevante de cómo es el día a día trabajando en la empresa y así escuchar cuáles son las quejas, puntos de vista, observaciones puntuales que permitan obtener datos importantes para la realización del proyecto.

3.3 Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio

En esta etapa lo que se buscó fue entender las causas raíz del problema

Tabla 3

Etapa Analizar de la metodología DMAIC

Etapa	Objetivo	Herramienta
Analizar	Examinar en detalle los datos recopilados durante la fase de medición para identificar la(s) causa(s)	Diagrama de Flujo SIPOC Ishikawa Pareto Diagrama de Cuerdas 5 porqués (5 Whys)

Fuente: Elaboración propia.

Se utilizaron herramientas estadísticas y análisis para comprender la relación entre las variables y determinar las causas raíz del problema.

3.4 Metodología para la implementación de proyecto

En esta etapa, se desarrollaron soluciones y se implementan cambios para abordar las causas raíz identificadas durante la etapa de análisis.

Tabla 4

Etapa Implementar de la metodología DMAIC

Etapa	Objetivo	Herramienta
Implementar	Encontrar una solución al problema	5s Diagrama de Cuerdas

Fuente: Elaboración propia.

Se buscó mejorar el proceso de construcción de los paneles eléctricos para aplicaciones industriales realizando una optimización del espacio, ordenando y aseando el lugar y además de la construcción de estructuras que permitan almacenar de forma adecuada los insumos. Las soluciones se prueban y se ajustan según sea necesario antes de su implementación completa.

3.5 Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de los resultados

La última etapa implicó establecer controles para garantizar que las mejoras implementadas se mantengan a lo largo del tiempo.

Tabla 5

Etapa Controlar de la metodología DMAIC

Etapa	Objetivo	Herramienta
Controlar	asegurar que los cambios realizados sean sostenibles a lo largo del tiempo	Matrices de Responsabilidad RACI OKR

Fuente: Elaboración propia.

Se establecieron medidas preventivas y correctivas para mantener el rendimiento mejorado.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE CAUSAS RAÍZ

4.1 Descripción de la situación actual

La empresa Soluciones de Electricidad y Metalmecánica S.A. SEMSA es una empresa PYME que fue fundada por Don Juan Carlos Valerio Rodríguez, en el año mil novecientos noventa y ocho, en la provincia de San José, Costa Rica en el distrito de Pavas. Inicialmente como una empresa dedicada a la fabricación de soportes para paneles solares, actualmente la empresa cuenta con 3 empleados directos y 8 empleados indirectos.

En la actualidad dicha empresa se ha especializado en la construcción, armado, y montaje de paneles de control eléctricos para un gran número de aplicaciones industriales que van desde paneles de controles para aire acondicionado, control de la iluminación, paneles para arranque de motores en secuencia y en forma automática.

El espacio físico disponible es de 53 metros cúbicos (3 metros de ancho, por 3 de alto por 6 de largo) el cual tiene una única entrada que es un portón grande corredizo. En el sitio se encuentran insumos electrónicos estibados en el piso, material de desecho reciclable (cartón) apilado en cualquier espacio disponible, estaciones de trabajo totalmente desordenadas con herramientas regadas por todos lados. No se encuentra en el lugar botiquín de emergencias, ni extintores. El lugar es caliente y posee un único abanico de uso doméstico, además; polvo y residuos de materias primas (puntas de cables, cables, etiquetas, etc.) se encuentran en el piso y se van acumulando una sobre otra debido al tránsito de las personas.

4.1.2 Diagrama de flujo del proceso actual

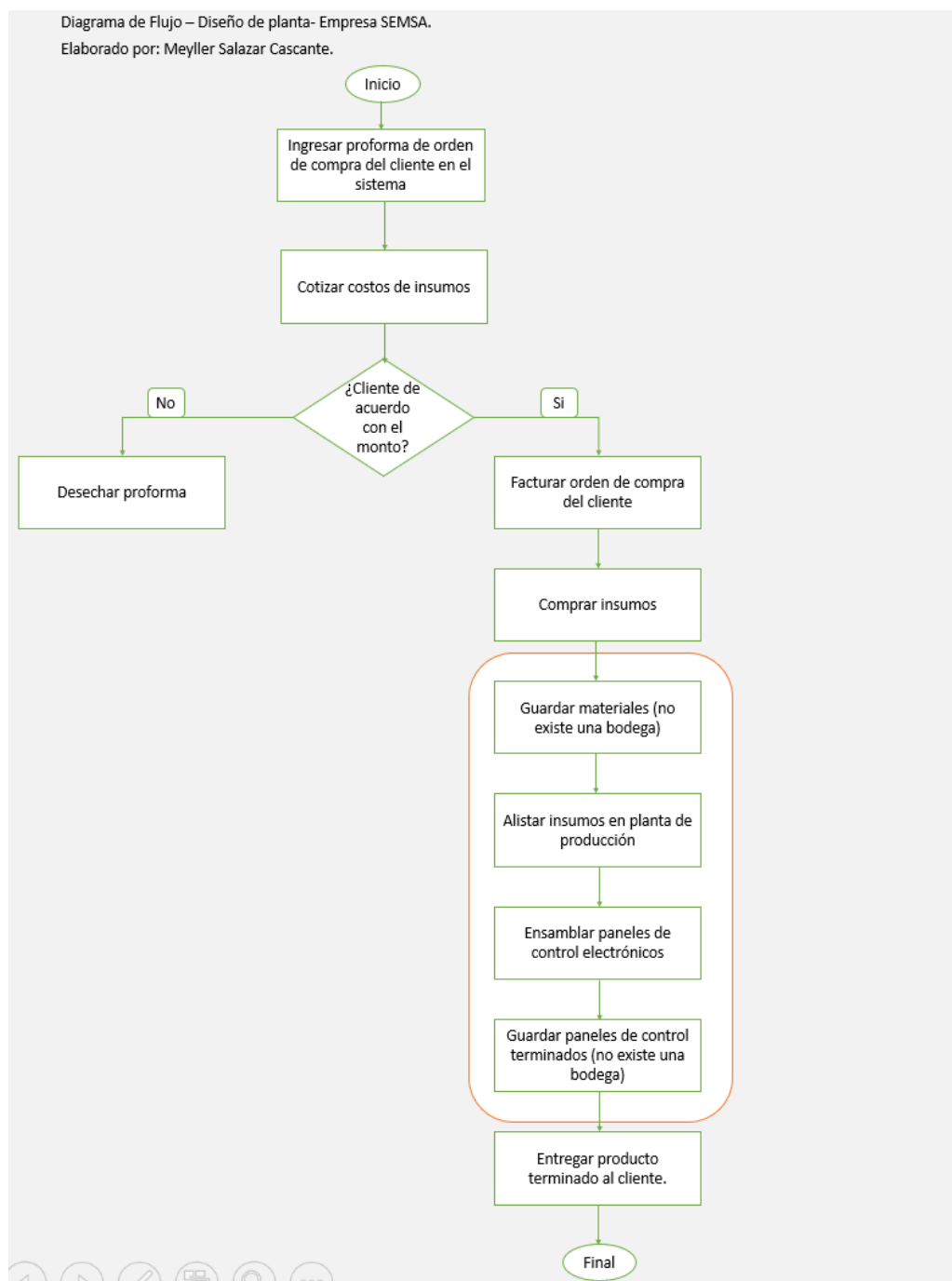
Con el fin de llevar a cabo el diagnóstico de la situación actual, se presenta el diagrama de Flujo del proceso de confección de paneles eléctricos para aplicaciones industriales, ya que es importante comprender de una forma macro los procesos y las actividades que realizan. Estas actividades o funciones que realizan los colaboradores de SEMSA, tareas y decisiones se detallan en el respectivo Diagrama de Flujo que se muestra en la figura #10. Es de hacer notar que, con la aplicación del diagrama de flujo se espera identificar reprocesos y puntos críticos, cuya optimización se pueda alcanzar a través de la propuesta de mejora, así como identificar los proveedores del proceso, las entradas y salidas de este.

Proceso para la fabricación de un panel de control electrónico de aplicación industrial

- Ingresar proforma de orden de compra del cliente en el sistema
- Cotizar costos de los insumos
- ¿Cliente de acuerdo con el monto?
- No, desechar proforma
- Si, facturar orden de compra de cliente
- Comprar insumos
- Guardar los materiales (no existe una bodega)
- Alistar insumos en la planta de producción
- Ensamblar paneles de control eléctricos
- Guardar paneles de control terminados (no existe una bodega)
- Entregar producto terminado al cliente.

Figura 10

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO ACTUAL



Fuente: Elaboración propia.

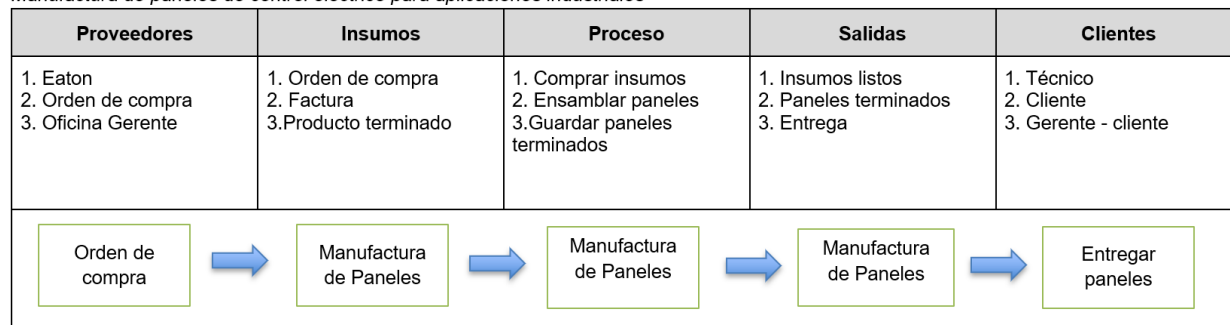
4.1.3 Diagrama SIPOC

Con el propósito de complementar la etapa de diagnóstico de la situación se construyó un diagrama SIPOC del proceso de confección de paneles de control eléctrico para aplicaciones industriales; de esta manera se también se logre visualizar tanto los aspectos considerados en el diagrama de Flujo como con el uso de esta herramienta, para comprender, con detalle los procesos y las actividades que realizan. Con la aplicación de ambas herramientas y con el proceso de observación, se espera identificar, en especial, los puntos críticos del proceso actual, de manera que se analicen las causas y, entre estas, se identifique aquella que permita optimizar el proceso de ensamblaje, mediante la implementación de mejoras que reduzcan los tiempos de elaboración.

Figura 11

DIAGRAMA SIPOC

Manufactura de paneles de control eléctrico para aplicaciones industriales



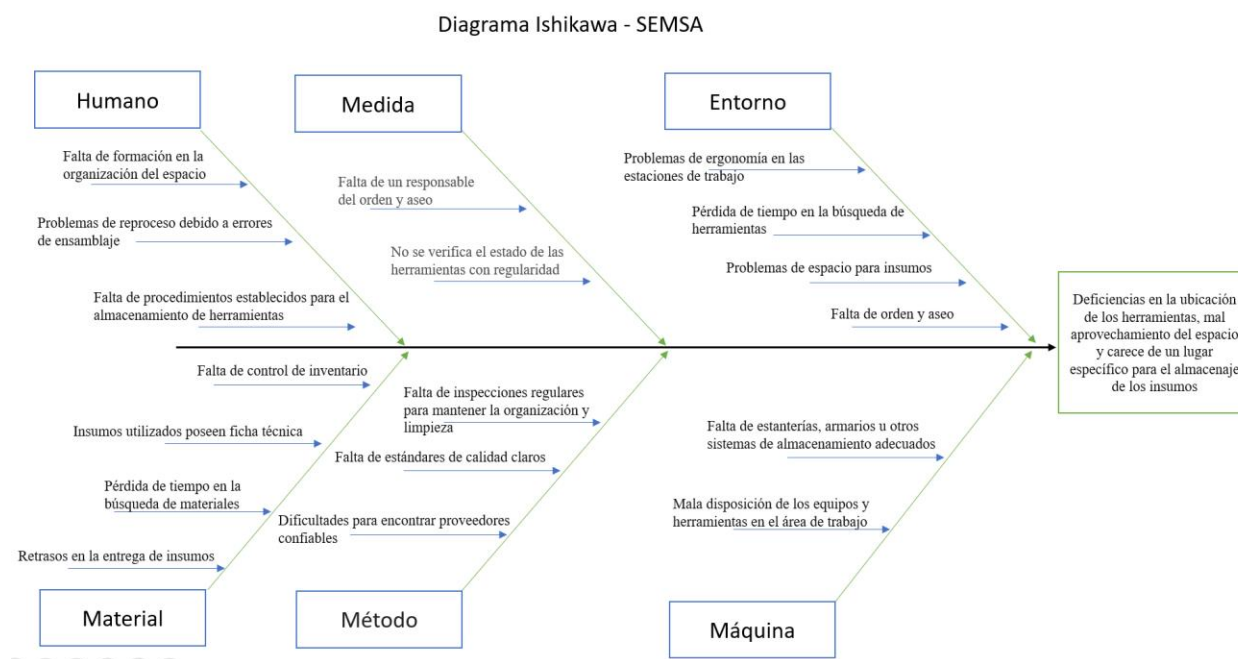
Fuente: Elaboración propia.

4.1.4 Diagrama Ishikawa

Se construyó un diagrama Ishikawa con la intención de descomponer el problema en sus componentes básicos y causas subyacentes. Esto permite entender las diferentes variables que podrían estar contribuyendo al problema en cuestión y ayuda a tener una mejor perspectiva.

Figura 12

DIAGRAMA CAUSA-EFECTO



Fuente: Elaboración propia.

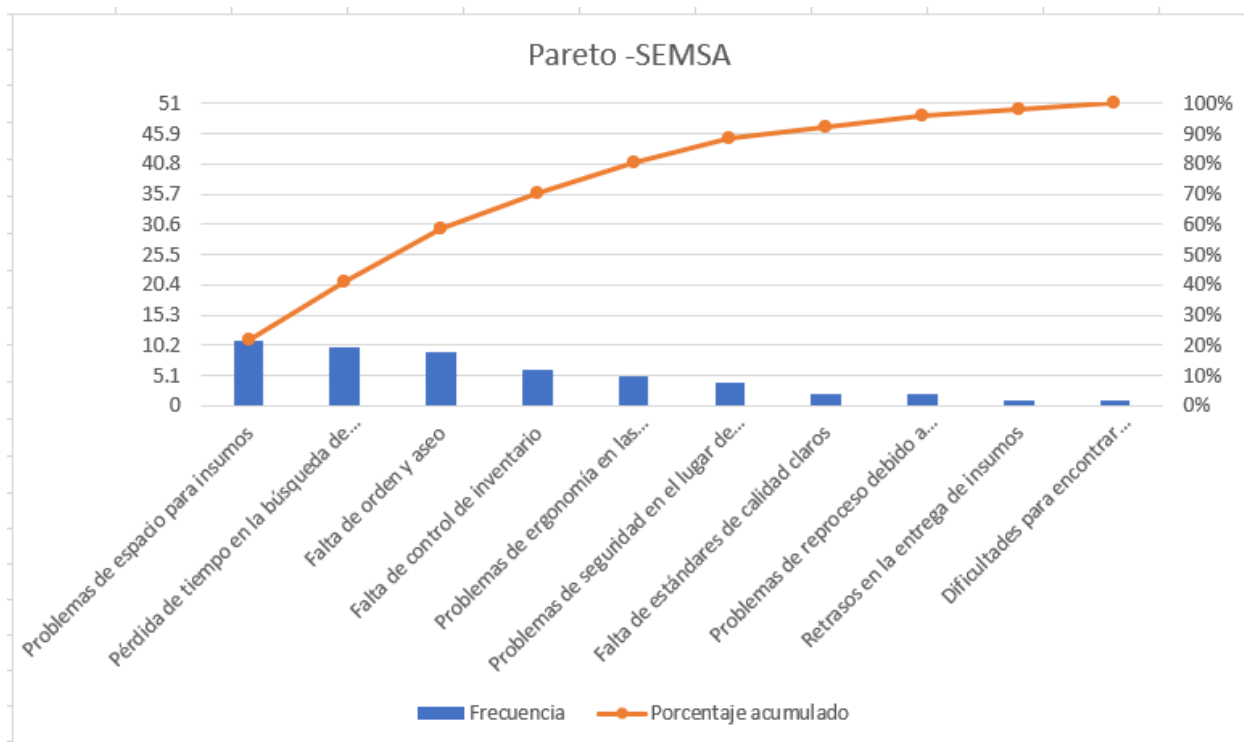
Una vez construido el diagrama de Ishikawa, se realizó una reunión con los colaboradores directos e indirectos para mostrarles lo realizado, se inició con la discusión de si éstas subcausas eran válidas o no y luego de practicar un multivoto con los colaboradores se definió las causas raíz.

4.1.5 Diagrama de Pareto

Figura 13

DIAGRAMA DE PARETO-SEMSA

PARETO-SEMSA			
Problemas	Frecuencia	Porcentaj	Porcentaje acumulado
Problemas de espacio para insumos	11	22%	22%
Pérdida de tiempo en la búsqueda de herramientas y materiales	10	20%	41%
Falta de orden y aseo	9	18%	59%
Falta de control de inventario	6	12%	71%
Problemas de ergonomía en las estaciones de trabajo	5	10%	80%
Problemas de seguridad en el lugar de trabajo	4	8%	88%
Falta de estándares de calidad claros	2	4%	92%
Problemas de reproceso debido a errores de ensamblaje	2	4%	96%
Retrasos en la entrega de insumos	1	2%	98%
Dificultades para encontrar proveedores confiables	1	2%	100%
Total	51		



Fuente: Elaboración propia.

Al realizar un análisis Pareto, utilizando la información obtenida del diagrama Ishikawa se pone en evidencia qué:

Los problemas de espacio para insumos.

La pérdida de tiempo en la búsqueda de herramientas y materiales.

La falta de orden y aseo.

Falta de control de inventarios.

Problemas de ergonomía en las estaciones de trabajo.

Representan el 20% de las causas que generan el 80% de los problemas en SEMSA.

4.1.6 Diagrama de Cuerdas

Se realiza un diagrama de Cuerdas para obtener el porcentaje de eficiencia de como estas dispuestas las estaciones de trabajo en SEMSA. A cada estación de trabajo se le asigna una letra única para evitar repetirlas y crear confusión a la hora de la elaboración del diagrama, la letra se asignó en base a su función/activada que se realiza en ella. A continuación, se indica cada uno de las estaciones de trabajo y su letra asociada:

Orden de trabajo (R)

Bodega (B)

Perforar (P)

Doblar (D)

Unir/Soldar (U)

Armar (A)

Cablear (C)

Testear (T)

Foto (F)

Salida/Empaque (S)

Para realizar el primer ejercicio se utilizó como base teórica el libro titulado Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales, tercera edición en donde indica el procedimiento de cómo realizar el diagrama de forma correcta "Con algo de creatividad, las máquinas se dispondrían primero en orden alfabético y después se revisaría su eficiencia".

Meyer. F. Stephens. M (2006) pág. 141. Como punto de referencia se tomaron tres paneles eléctricos para uso industrial a los cuales se le asignó las letras romanas: I, II, III.

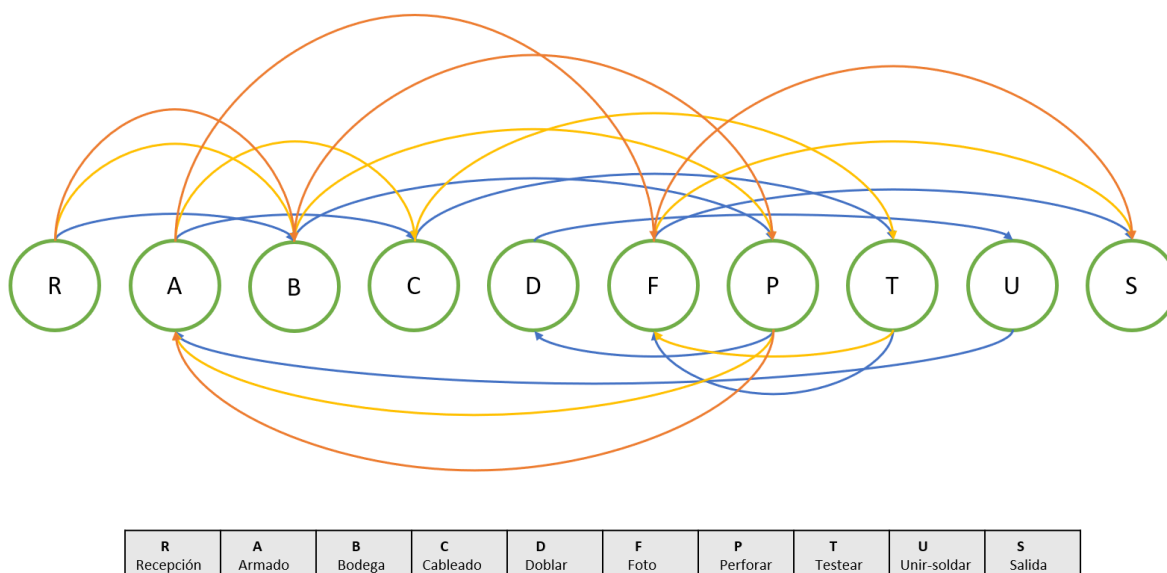
Se utilizó la fórmula: Eficiencia: número de etapas por tres (los tres paneles) entre número de etapas recorridas y el resultado por cien.

Una distribución perfecta requeriría que se movieran los paneles solo veinticuatro etapas. En éste primer intento se movieron setenta y tres veces, aplicando la fórmula dio como resultado una eficiencia de treinta tres por ciento.

Figura 14

DIAGRAMA DE CUERDAS – PRIMER INTENTO

Diagrama de Cuerdas - SEMSA - Distribución alfabética



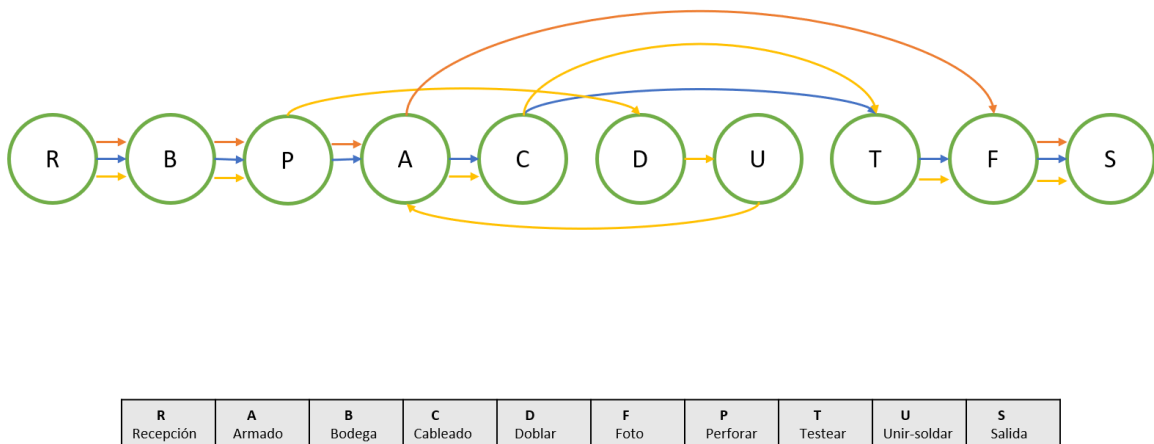
Fuente: Elaboración propia.

En un segundo intento, se acomodaron las estaciones de trabajo o actividades a realizar en la forma en que se encuentran distribuidas actualmente. Realizando el nuevo diagrama se obtuvo como resultado una eficiencia del setenta y tres por ciento.

Figura 15

DIAGRAMA DE CUERDAS – SEGUNDO INTENTO

Diagrama de Cuerdas - SEMSA - Distribución original




Fuente: Elaboración propia.

Estos resultados serán de vital importancia en la etapa de implementación ya que analizará una vez un diagrama de cuerdas en el cual se realizarán moviendo de las estaciones de trabajo para averiguar si existe o no una mejor distribución que haga el proceso de construcción de los paneles eléctricos más eficiente.

4.1.7 5 Porqués (5 Whys)

Figura 16

5 PORQUÉS

		TÉCNICA DE ANÁLISIS "5 PORQUE'S"															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>(1) PARTICIPANTES</th> <th>CARGO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Meyller Salazar</td> <td>Investigador</td> </tr> <tr> <td>William</td> <td>Técnico</td> </tr> <tr> <td>Manuel</td> <td>Técnico</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>		(1) PARTICIPANTES	CARGO	Meyller Salazar	Investigador	William	Técnico	Manuel	Técnico					<table border="1"> <thead> <tr> <th>(2) DESCRIPCIÓN DE LA NO CONFORMIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>¿Por qué es necesario hacer un rediseño de la planta donde construyen paneles de control eléctricos de uso industrial?</td> </tr> </tbody> </table>		(2) DESCRIPCIÓN DE LA NO CONFORMIDAD	¿Por qué es necesario hacer un rediseño de la planta donde construyen paneles de control eléctricos de uso industrial?
(1) PARTICIPANTES	CARGO																
Meyller Salazar	Investigador																
William	Técnico																
Manuel	Técnico																
(2) DESCRIPCIÓN DE LA NO CONFORMIDAD																	
¿Por qué es necesario hacer un rediseño de la planta donde construyen paneles de control eléctricos de uso industrial?																	
(3) RESPUESTAS																	
1. ¿POR QUÉ?	Porqué existe una pérdida de tiempo en la búsqueda de herramientas y materiales																
2. ¿POR QUÉ?	Porqué las herramientas y los materiales no tienen un lugar específico designados a estar																
3. ¿POR QUÉ?	Porqué los insumos y herramientas se "acomodan" en donde se pueda ya que no se cuenta con mucho espacio																
4. ¿POR QUÉ?	Porqué el lugar es pequeño y al estar todo tan acumulado no permite mantener el orden y el aseo																
5. ¿POR QUÉ?	Por qué no tiene la costumbre de ordenar y asear hasta que no sea realmente necesario																
(4) CAUSA RAIZ																	
La falta de una cultura organizacional que priorice la limpieza y el orden en el lugar de trabajo, debido a una falta de conciencia sobre la importancia de mantener un entorno limpio y ordenado para la eficiencia y seguridad en el área de trabajo.																	

Fuente: Elaboración propia.

Con la información obtenida y los datos recopilados de las diferentes herramientas ingenieriles aplicadas permite tener bases sólidas para poder implementar soluciones prácticas y viables en proyecto.

CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN

Una vez finalizadas las etapas de definir, medir y completar el análisis de los datos mediante las herramientas de diagrama de flujo, Pareto, SIPOC, diagrama de Cuerdas y 5 Porqués, se descubrió que las causas raíz son varias y se detallan a continuación:

Deficiencias en la ubicación de los herramientas y mal aprovechamiento del espacio.

No existe un lugar específico para el almacenaje de los insumos.

No existe un lugar dentro de la planta dedicado o exclusivo para el manejo de los desperdicios.

Antes de iniciar con cualquier cambio o movimiento en SEMSA, estos resultados fueron compartidos con el gerente Don Juan Carlos en una reunión que se llevó a cabo en sus instalaciones y una vez terminada la exposición Don Juan Carlos validó la propuesta que se le presentó.

Como parte de las actividades de implementación, se plantea inicialmente un cronograma GANTT para tener claro y mapeado que día se inicia, la distribución de las actividades en los días y fecha de finalización de las mejoras.

C3- No existe un lugar dentro de la planta dedicado o exclusivo para el manejo de los desperdicios.	S1-5S
---	-------

Fuente: Elaboración propia.

5.2 Argumentos y despliegue de propuesta

Tabla 7

IMPLEMENTACIÓN

Argumento	Propuesta
Debido a las condiciones de desorden y falta de aseo que se encontró en SEMSA se ve la necesidad y la oportunidad para implementar 5S	Se realizó una exposición sobre el tema dirigido a el gerente de SEMSA, colaboradores y gerentes de las empresas amigas.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8

CONSOLIDACIÓN DE LA PROPUESTA

Argumento	Propuesta
En la presentación se explicó en que consiste la metodología 5s y los beneficios que se	La propuesta es aceptada por el gerente de SEMSA y es de mucho agrado para los gerentes de las empresas que comparten el

<p>pueden obtener al realizar una implementación.</p> <p>Además, se propone la creación de una bodega que llevará un costo económico por la utilización de materiales para su construcción.</p>	<p>mismo edificio ya que SEMSA será el ejemplo de cómo luce una implementación de 5S.</p>
---	---

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9

CONTROL, EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO

Argumento	Propuesta
<p>Se explica la necesidad de designar nuevas responsabilidades a los colaboradores de SEMSA para lograr el control y seguimiento de la metodología 5S y así se mantenga a lo largo del tiempo.</p>	<p>El gerente de SEMSA da la orden a los colaboradores de seguir las indicaciones que en este proyecto se realicen, además; se designó a una colaborada indirecta como fiscal para dicho cumplimiento.</p>

Fuente: Elaboración propia.

5.3 Implementación de la metodología 5S

El día veintidós de diciembre del año 2023 se da inicio con la implementación de la metodología 5S en SEMSA. Se inicia a las ocho de la mañana y se cuenta con la presencia del gerente Don Juan Carlos y uno de los colaboradores.

El detalle de cada una de las etapas se describe a continuación:

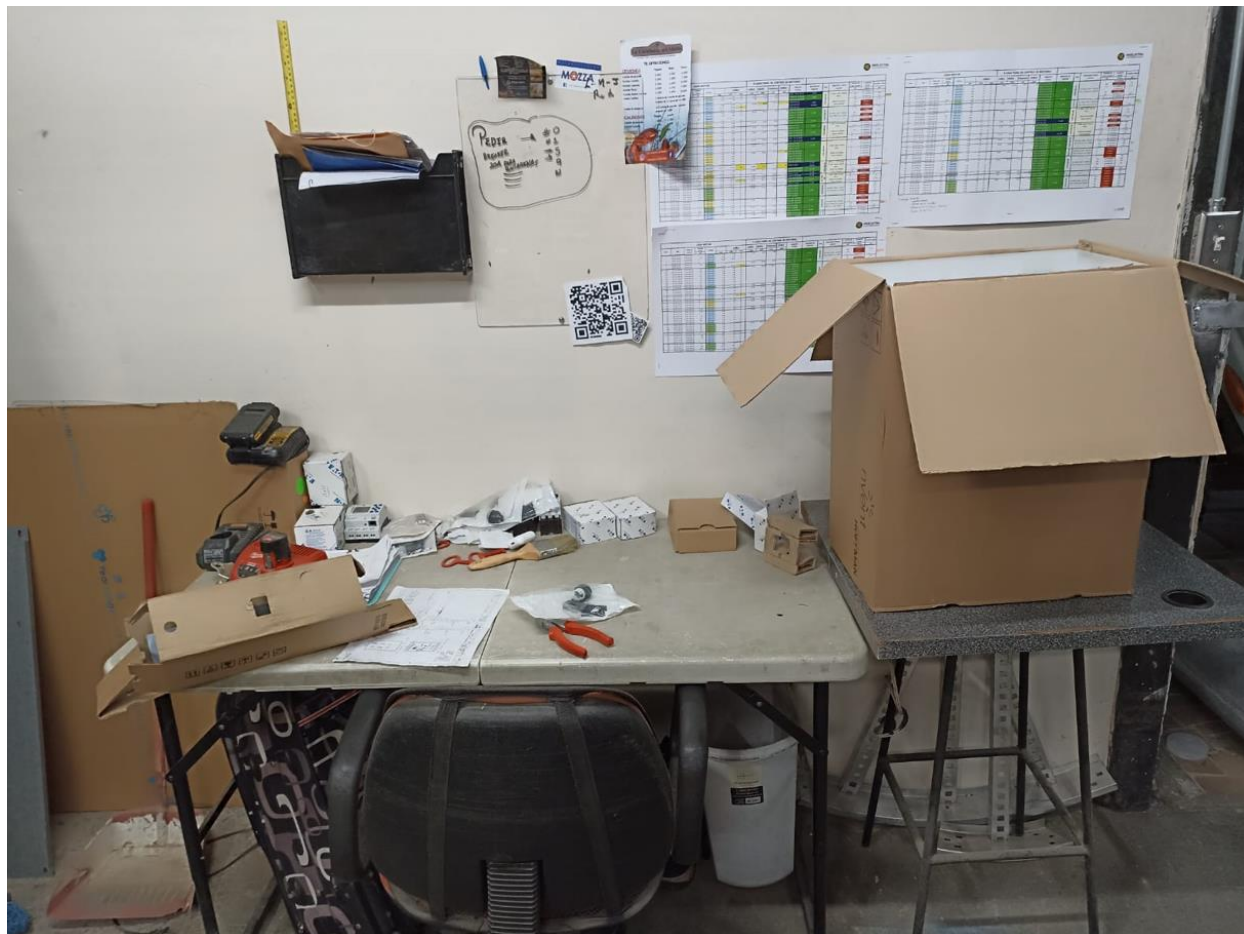
Seiri (Clasificación):

El punto de inicio fue la entrada del lugar y moviéndose hacia la izquierda en contra de las manecillas del reloj.

En esta etapa implicó separar los elementos necesarios de los innecesarios en el área de trabajo, se encontró órdenes de trabajos (nuevos y anteriores) en las estaciones de trabajo, cajas de cartón vacías en las estaciones de trabajo, así como en el piso del lugar, también se halló herramientas en mal estado (quebradas) y gran cantidad de trozos de cable eléctricos esparcidos por todo el lugar.

Fotografía 1

DESORDEN



Fuente: Elaboración propia.

Se procedió con la revisión de todos y cada de los elementos presentes en el lugar. A medida que se iba avanzando se preguntaba al colaborador de SEMSA si el artículo, herramienta, caja, y lo que parecía ser insumos era necesario o no, todo lo que no era necesario o estaba roto se eliminó del lugar. Se desechó dos bolsas de basura estilo jardinera de 85 centímetros de ancho por 120 centímetros de largo, además; de una gran cantidad de cajas de cartón las cuales se llevaron al centro de reciclaje de la municipalidad de Moravia.

El día diecinueve de enero del dos mil veinticuatro se dio inicio a la segunda etapa de la metodología 5S llamada Seiton (Orden).

Seiton (Orden):

Después de clasificar todos los objetos, la siguiente etapa fue organizar los elementos necesarios de manera sistemática y eficiente tomando en cuenta las estaciones de trabajo y procurando hacer los desplazamientos más cortos entre las herramientas e insumos.

Se asignó un lugar específico para cada elemento, insumo y herramienta con etiquetas claras y visibles que indiquen su ubicación.

Esta organización facilita la identificación rápida de herramientas y materiales, reduciendo el tiempo perdido buscando elementos necesarios.

Fotografía 2

UN LUGAR PARA CADA COSA



Fuente: Elaboración propia.

La tercera etapa llamada Seiso (limpieza) se realizó el día veintiséis de enero del dos mil veinticuatro a las 8 de la mañana.

Seiso (Limpieza):

En esta etapa, se limpió toda el área de trabajo, pisos, paredes y techo, además; se procedió a desechar todo aquello que no era necesario. Es importante mencionar que las mesas de trabajo, burras y demás estaciones de trabajo fueron pintadas en su totalidad.

Fotografía 3

LIMPIEZA



Fuente: Elaboración propia.

La limpieza ayuda a prevenir accidentes, reduce el desgaste de equipos y contribuye a un ambiente de trabajo más seguro y agradable.

El día nueve de febrero del año dos mil veinticuatro se visita empresa para trabajar en la estandarización de las 5S, se hace una reunión de reforzamiento con los colaboradores se habla con el gerente de la importancia de ser constantes.

Seiketsu (Normalización):

Ya implementadas las primeras tres Ss (Clasificación, Orden y Limpieza), se establecieron procedimientos y estándares para mantener estas prácticas de manera constante, se crearon controles visuales fáciles de entender de cómo estaba antes y como debe estar ahora.

Se desarrollan y se implementan rutinas para asegurar que las 5S se conviertan en hábitos arraigados en la cultura organizacional.

Fotografía 4

NORMALIZACIÓN



Fuente: Elaboración propia.

Se realizó una capacitación impartida por el desarrollador de este proyecto sobre la metodología 5s a todos los colaboradores directos e indirectos, gerente de SEMSA y gerentes de las empresas que comparten espacios comunes con SEMSA, se propició un ambiente seguro y de confianza para poder realizar cualquier tipo de consulta y aclarar las dudas que iban surgiendo a lo largo de la capacitación.

A continuación, se mencionan de las rutinas que se desarrollaron para SEMSA:

- Al inicio de la jornada se dedica quince minutos para barrer y limpiar el lugar, así como desechar cualquier desperdicio o basura.

- Quince minutos antes de terminar la jornada, se debe acomodar el lugar, las herramientas se deben colocar en el lugar que les corresponde, los insumos guardados en el lugar que se le designó, se debe barrer todo el lugar y sacar la basura.

El día veintitrés de febrero del año en curso se visita la empresa nuevamente con la intención de hablar con los colaboradores y el gerente y escuchar sus opiniones sobre cómo han manejado el orden y el aseo de lugar desde que se implementaron las 5s.

Shitsuke (Disciplina):

En esta etapa final de la implementación de las 5s, se promueve la disciplina personal y grupal para mantener las buenas prácticas de las 5S a largo plazo.

Los colaboradores son alentados a seguir las normas establecidas, a autorregular su comportamiento y a corregir cualquier desviación de las prácticas de las 5S.

Se fomenta la responsabilidad individual y colectiva en el mantenimiento del entorno de trabajo ordenado, limpio y seguro.

5.4 Utilización del diagrama de cuerdas

En este apartado se explica y se desarrolla el uso que se le dio al diagrama de cuerdas para la obtención de una mejora del 16% en la eficiencia del trabajo.

En el capítulo IV se utilizó el diagrama de cuerdas para determinar el porcentaje de eficiencia en el proceso de ensamblaje de paneles de control eléctricos para uso industrial y se obtuvo un

porcentaje de eficiencia del setenta y tres por ciento en su distribución original o encontrada, ver figura 18.

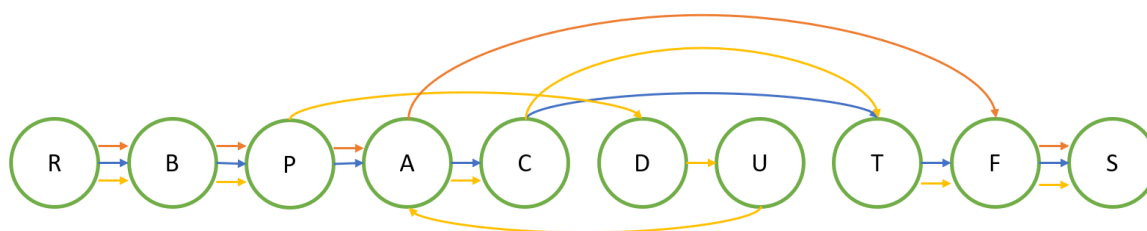
Se realizaron varias combinaciones en busca de una que permitiera obtener un porcentaje de eficiencia superior al que se está manejando. Se realizaron dos movimientos de dos estaciones-acciones del proceso de ensamblaje, los puestos de D (doblar) y U (Unir-Soldar) se colocaron seguido de P (Perforar). Se construye un nuevo diagrama de Cuerdas para medir la nueva distribución. Al realizar los movimientos de estaciones-acciones anteriormente mencionados se logró obtener un incremento de 16% en la eficacia del proceso, pasando de un 73% a un 89%.

Es importante destacar que se logró no solo un incremento en la eficiencia, sino que también se logró eliminar las devoluciones o regresos de una estación a otra lo cual se puede visualizar en la figura 19.

Figura 18

DIAGRAMA DE CUERDAS – Distribución Original

Diagrama de Cuerdas - SEMSA - Distribución original



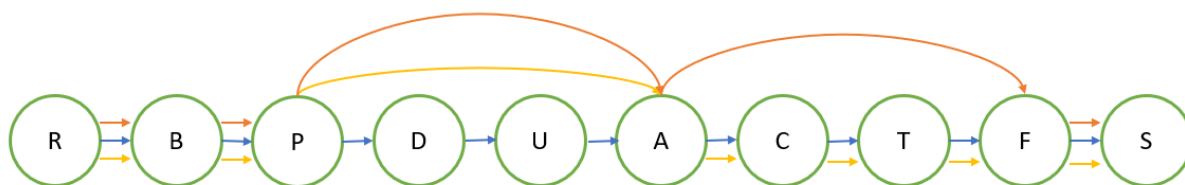
R	A	B	C	D	F	P	T	U	S
Recepción	Armado	Bodega	Cableado	Doblar	Foto	Perforar	Testear	Unir-soldar	Salida

Fuente: Elaboración propia.

Figura 19

DIAGRAMA DE CUERDAS-SEMSA

Diagrama de Cuerdas - SEMSA - Distribución mejorada



R	A	B	C	D	F	P	T	U	S
Recepción	Armado	Bodega	Cableado	Doblar	Foto	Perforar	Testear	Unir-soldar	Salida

Fuente: Elaboración propia.

5.5 Creación de bodega

En las múltiples reuniones que se realizaron con el gerente de SEMSA, Don Juan Carlos Valerio se conversó de la necesidad de hacer una bodega para almacenar insumos, herramientas que se usan con muy poca frecuencia, productos terminados y cualquier otro bien que sea necesario resguardar y que sean almacenados de una forma adecuada que garantice que no se van a estropear por vencimiento, humedad u olvido de su existencia. Se logró persuadir al gerente de SEMSA explicándole los beneficios de tener una bodega, se le comentó que era necesario realizar una inversión para acondicionar de forma ideal la bodega (construcción de estantes,

compra de lámpara de luz, abanico, señalizaciones, etc.) al cual accedió a realizar. A continuación, se detalla las razones de peso para la toma de decisión:

- Mejora la seguridad laboral al evitar la acumulación de materiales en áreas de trabajo
- Contribuye a la imagen profesional y ordenada de la empresa frente a clientes y proveedores
- Optimización del espacio
- Facilita el acceso rápido a los productos y herramientas necesarias
- Ayuda a prevenir daños y desperdicios en los materiales almacenados
- Ayuda a mantener la limpieza y orden del lugar

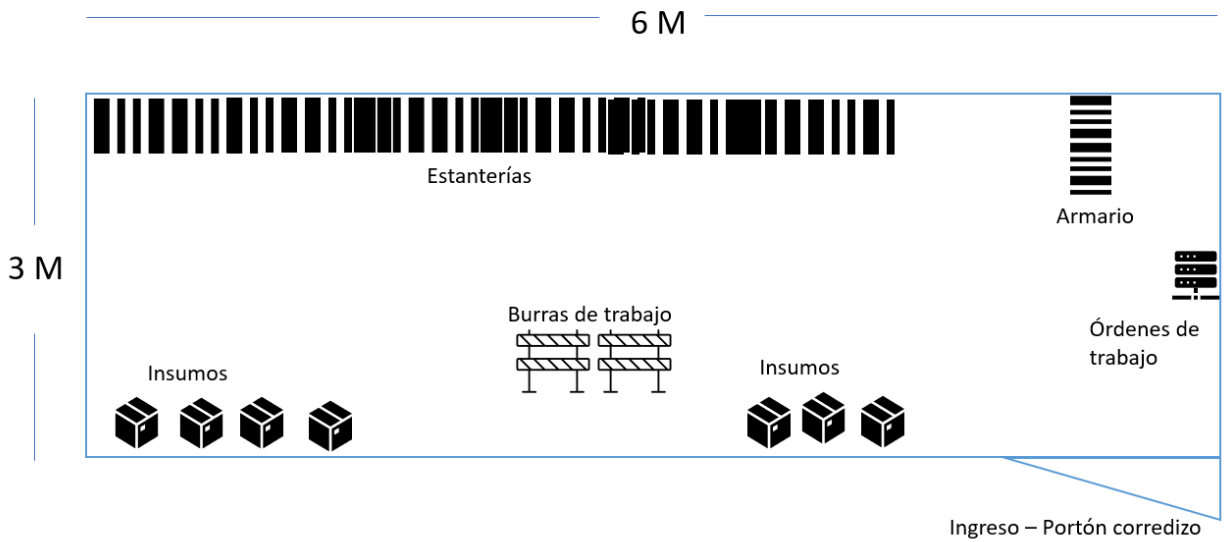
Es importante mencionar que anteriormente los insumos se colocaban en el piso y los productos terminados (paneles de control eléctricos para uso industrial) se guardaban en la oficina del gerente.

En una conversación que sostuvo el gerente de SEMSA con el administrador del lugar, acordaron la habilitación y disposición del espacio contiguo al que estaba destino para SEMSA. Fue una negociación y acuerdo interno de los socios, gerente y administrador. Se trata de un área de 5.6 metros de largo, por 3 de ancho por 3 de alto; lo que representa un área de 50.4 metros cúbicos que sumados a los 54 metros cúbicos del área de trabajo original nos da una un total de 104.4 metros cúbicos que se usarán para la nueva distribución del lugar.

Figura 20

ANTIGUO LAYOUT

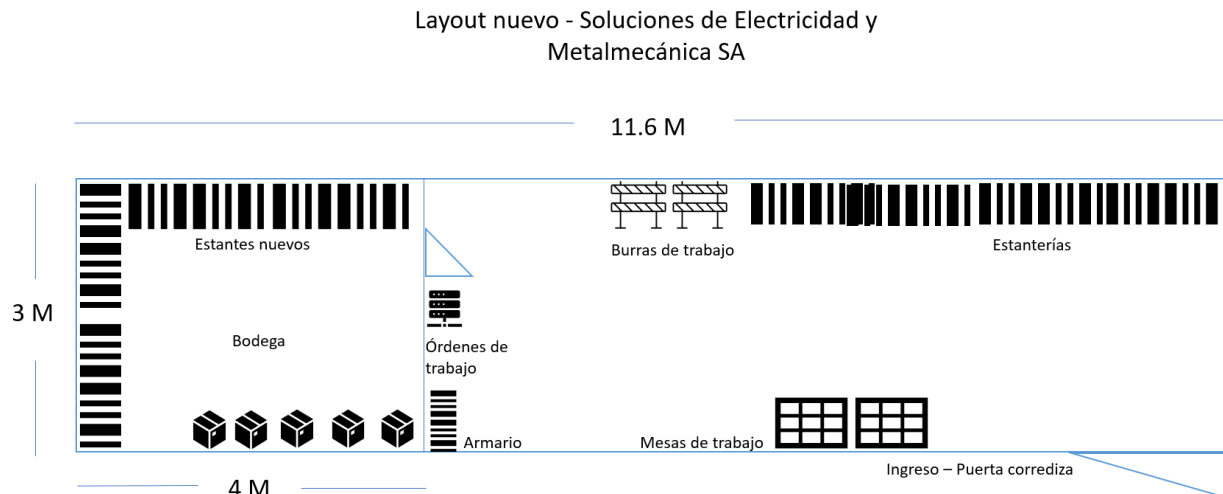
Layout - Soluciones de Electricidad y Metalmecánica SA



Fuente: Elaboración propia.

Figura 21

NUEVO LAYOUT



Fuente: Elaboración propia.

En el apartado de análisis financiero se detallará la lista de materiales y así como también todos los demás artículos que fueron necesarios para acondicionar de forma adecuada el nuevo espacio.

Fue necesario construir estantes nuevos con tubo estructural de 1' x 2' y angular de 1' en 2mm, además; fue necesario colocar una lámpara de techo estilo industrial (blanca con dos tubos fluorescentes) y un abanico.

5.6 Control

En este apartado de control se elaboró una matriz de responsabilidades (RACI) por sus siglas en inglés para definir y asignar acciones a los colaboradores para el mantenimiento, control y

permanencia en el tiempo de las 5s. Acá se definió claramente quién es responsable, quién debe aprobar, quién debe ser consultado y quién debe ser informado en relación con las actividades de mantenimiento de 5S. Esto elimina confusiones y malentendidos, asegurando que cada colaborador comprenda claramente lo que se espera de ellos.

La matriz RACI nos ayuda a evitar duplicaciones de esfuerzos y es crucial para el mantenimiento efectivo de la metodología 5S, ya que proporciona claridad en los roles y responsabilidades, fomenta la responsabilidad personal, mejora la coordinación y la colaboración.

Figura 22

MATRIZ DE RESPONSABILIDADES

Mantenimiento de 5s

Realizado por: Meyller Salazar C.

fecha: 29/01/2024

Tareas	Juan Carlos	William	Manuel	Camila
Realizar una inspección visual una vez a la semana	R	C	C	I
Barrer el lugar al iniciar labores	A	R	R	I
Sacar la basura fuera del área de trabajo todos los días	I	R	R	A
Premiar el cumplimiento de 5s	R			I
Verificar que todas las herramientas estén en su debido lugar al finalizar la jornada	I	R	R	C
Realizar mantenimiento a las herramientas	A	R	C	I
Emplear los controles visuales (fotografías)	A	R	R	I
Mantener la bodega ordenada	I	R	R	I
Establecer un programa regular de limpieza profunda	R	C	C	I
Fomentar la participación del personal en la mejora continua	A	I	I	R
Promover una cultura de responsabilidad compartida	R	I	I	C

Leyenda:

R = Responsable
A = Aprueba
C = Consultado
I = Informado

Fuente: Elaboración propia.

Además de la matriz de responsabilidades también se creó un OKR (Objectives and Key Results) por sus siglas en inglés que es un marco de gestión que se utiliza para establecer y alcanzar objetivos dentro de una organización. Consiste en definir objetivos claros y específicos que se desean lograr, junto con resultados clave que sirven como medidas para determinar el progreso hacia esos objetivos. Las metas deben ser ambiciosas pero alcanzables y una particularidad que poseen es que está bien no haber alcanzado la meta, lo importante fue realizar las acciones que nos conducirán a esa meta y poder tener documentado todo lo que se hizo (progreso) para alcanzarlo. La intención que se busca con el uso de esta herramienta es que ayude con el mantenimiento, control y formación de la cultura organizacional de SEMSA.

Figura 23

OKR SEMSA

ESTABLECIMIENTO DE OBJETIVO OKR

NOMBRE DE LA EMPRESA	PREPARADO POR	FECHA
SEMSA	Meyller Salazar	2-24-2024

Objetivo	Resultado clave	Métrica
Mantener un entorno de trabajo ordenado y limpio	Promover la participación del personal	Solicitar a los colaboradores al menos 3 sugerencias de mejora por mes durante los próximos tres meses.

Fuente: Elaboración propia.

5.7 Análisis financiero

La toma de decisiones financieras es un elemento crítico para el éxito y la sostenibilidad de cualquier proyecto que se lleve a cabo. Entre las herramientas más utilizadas para evaluar la viabilidad de un proyecto se encuentran el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Estas métricas proporcionan a los administradores de negocios información clave sobre la rentabilidad y la conveniencia de un proyecto de inversión.

Se calculará el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) para determinar la rentabilidad esperada del proyecto en función de la inversión inicial y la tasa de descuento requerida (inflación del año 2023 para Costa Rica 5.19%).

En el capítulo anterior se mencionó la construcción de una bodega y también compra de materiales para realizar las mejoras en el lugar. A continuación, se muestra la lista de materiales utilizados para realizar las mejoras:

Tabla 10

LISTA DE MATERIALES

Inversión			
Artículo	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
Tubo Estructural 1x2'	16	₡ 9,850	₡ 157,600
Angular 1' 2 mm	2	₡ 11,595	₡ 23,190
Soldadura 6013 1/8'	5	₡ 3,995	₡ 19,975
Galón Pintura Anticorrosiva	1	₡ 17,950	₡ 17,950
Brocha 3'	1	₡ 1,995	₡ 1,995
Galón diluyente	1	₡ 8,995	₡ 8,995
Bandeja para pintura	1	₡ 2,795	₡ 2,795
Disco de corte 4 1/2'	8	₡ 2,095	₡ 16,760
Lámina Plywood 9mm 1.22 x 2.44	5	₡ 22,750	₡ 113,750
Rótulo Salida de Emergencia	3	₡ 2,995	₡ 8,985
Rótulo Extintor	1	₡ 2,996	₡ 2,996
Extintor	1	₡ 12,995	₡ 12,995
Tornillo Gypsum punta fina 1 1/2' 50 uds	4	₡ 550	₡ 2,200
Lámpara para techo	1	₡ 15,450	₡ 15,450
Abanico para techo	1	₡ 43,250	₡ 43,250
Botiquín de emergencias	1	₡ 13,950	₡ 13,950
Subtotal			₡ 462,836
Impuestos			₡ 42,924
Mano de obra			₡ 60,000
Transporte			₡ 50,000
Total			₡ 615,760

Fuente: Elaboración propia.

El costo de la mano de la mano de obra para la construcción de nuevas estanterías para la bodega se calculó de la siguiente manera:

Tabla 11

CÁLCULO DE COSTO DE MANO DE OBRA

Mano de Obra		
Soldador	₡ 600,000	Salario Mensual
Horas al mes	160	
Costo por hora	₡ 3,750	
Horas requeridas	16	
Total mano de obra	₡ 60,000	

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo de VAN y TIR

Si bien los libros de literatura de Ingeniería Económica nos proporcionan el paso a paso y las fórmulas para realizar los cálculos, en este proyecto se hizo uso de la herramienta Excel con las correspondientes fórmulas =NPV (net present value) VAN en español y =IRR (internal rate of return) TIR en español para obtener dichos cálculos.

Tabla 12

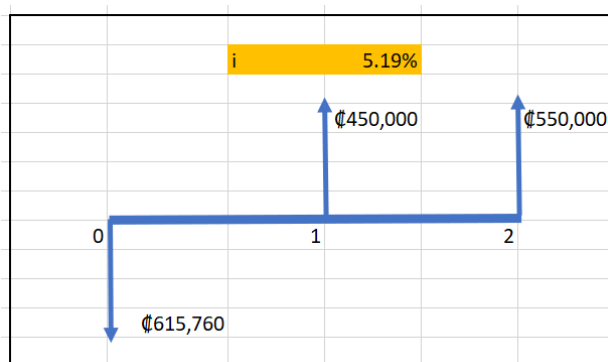
CÁLCULO DE VAN Y TIR

TMAR	5.19%	
SEMSA		
	Años	Inversión inicial
	0	-₡615,760
	1	₡450,000
	2	₡550,000
VAN		₡384,240
TIR		38%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13

DISTRIBUCIÓN EN EL TIEMPO



Fuente: Elaboración propia.

Se utilizó una Tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR) de “5.19% ya que esa fue el porcentaje de inflación en Costa Rica para el año 2023” Statista Research Department (2023).

Al realizar el cálculo del Valor Actual Neto se observa que el VAN es positivo cumpliendo con lo que exige la teoría de $VAN > 0$ significando que la inversión produciría beneficios sobre la inversión inicial que se requiere, por lo que puede ser un buen proyecto de inversión.

Por su parte al efectuar el cálculo del TIR se observa que es de un 38% para este proyecto el cuál es superior a la TMAR utilizada 5.19%, comprobando por ambas técnicas que el proyecto es viable. SEMSA es una empresa PYME que trata de aprovechar de la mejor manera los recursos disponibles. Los ingresos mencionados en la tabla #13 para el segundo y tercer año son una estimación con base a una afirmación del gerente de SEMSA. De acuerdo con Don Juan Carlos, históricamente se logra obtener en promedio esos ingresos por la venta de materiales valorizables

(platinas de cobre, sobrante de cable de diferentes calibres, aluminio, hierro, baterías, tableros electrónicos, etc) que se recogen durante el año y se venden para que sean reciclados por empresas dedicadas a esta actividad.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Con la realización de este proyecto y participar en la implementación de las soluciones fue muy enriquecedor para el investigador ya que tuvo la oportunidad de “ensuciarse las manos” en todas las etapas y consiguió aplicar herramientas ingenieriles estudiadas durante la carrera.

Como objetivo general de este proyecto fue diseñar e implementar un modelo de la distribución de la planta utilizando la metodología DMAIC con la finalidad de maximizar la utilización del espacio actual del 22.22% que luego de la creación de una bodega para almacenar insumos básicos y resguardo de productos terminados gracias a la ampliación del área total de lugar a 104.4 m^3 , dicha bodega tiene las dimensiones de 3 metros de ancho por 4 metros de largo y 3 metros de alto lo que nos da como resultado una capacidad total de espacio para almacenaje de 36 m^3 y una tasa de utilización de 34.48%, que al realizar la resta de la tasa de utilización presente menos la tasa de utilización anterior nos arroja una mejora de 12.26% en capacidad de almacenaje, pasando de una capacidad máxima de 12 m^3 a 36 m^3 , lo que nos da una diferencia de 24 m^3 de espacio disponible. También se realizó una clasificación de las herramientas de acuerdo a su frecuencia uso, de mayor uso a menor uso y estas se colocaron en un panel de madera, cada una con su espacio específico a una distancia de no más de medio metro de la estación de trabajo; lo que nos resuelta en un ahorro de desplazamiento de 1 metro y 50 centímetros de distancia en comparación con la distribución original. Al realizar esta modificación nos ahorramos tiempos en desplazamiento, movimientos innecesarios y pérdidas de tiempo en la búsqueda de la herramienta necesaria.

En conclusión:

- Se logró definir las expectativas del gerente de la empresa para la planta, esto se realizó en la sección del capítulo I del proyecto.
- En el capítulo III metodología de trabajo se identificaron los principales problemas y áreas de mejora en el diseño actual.
- Se analizaron las causas raíz de los problemas identificados en la fase de medición y se abordó en el capítulo IV análisis de causas raíz.
- La implementación de un nuevo layout de planta que optimice el flujo de trabajo y minimice los desperdicios se logró realizar en la etapa del capítulo V diseño e implementación de la solución.
- Con la implementación de una matriz de responsabilidad RACI y un OKR se estableció un sistema de control y seguimiento continuo para garantizar que los beneficios se mantengan lo largo del tiempo, también realizado en la etapa del capítulo V diseño e implementación de la solución

Recomendaciones

- Mantener un compromiso firme por parte del dueño de SEMSA con la metodología 5S para garantizar su éxito a largo plazo.
- Fomentar la cultura de la mejora continua entre el personal, incentivando la presentación de sugerencias y la participación en iniciativas.
- Promover la aplicación de las 5S en todas las áreas de SEMSA, incluyendo comedor y áreas administrativas.
- Establecer un sistema de incentivos para promover la cultura de 5s y que esta sea adoptada como propia.

Para continuar avanzando hacia el camino de la mejora continua e ir incorporando metodologías ingenieriles que funcionen y que se puedan adaptar a SEMSA podemos evaluar la opción de implementar un ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act) planificar cambios basados en análisis de datos, implementarlos, validarlos y ajustarlos según sea necesario.

Podemos evaluar la opción de establecer indicadores de desempeño que sirvan para definir métricas claras para evaluar la eficiencia de la producción, tiempos de ciclo, tasas de defectos y costos operativos.

La formación continua a los colaboradores de forma regular sobre nuevas tecnologías, métodos de trabajo eficientes y prácticas de seguridad.

También se puede realizar pruebas pilotos para probar nuevas tecnologías o procesos de la industria eléctrica antes de una implementación completa

CAPÍTULO VII: BIBLIOGRAFÍA

Abarca, S. (2020) Diseño de una planta industrial para la clasificación y procesamiento de desechos sólidos en el cantón Guano.

<http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/6789/3/8.%20Trabajo%20Escrito%20Proyecto%20de%20Investigaci%c3%b3n%20%28Documento%20Final%20-%20Sergio%20Abarca%29.pdf>

Domenech, J. (2018) Edu.mx. Diagrama de Pareto.

https://www.uteq.edu.mx/files/docs/Curso_Estadistica_MARS/Diagrama_de_Pareto.pdf

Espinoza, M. (2022) Mejora de procesos productivos utilizando herramientas de distribución de planta y diseño de métodos en la PYME RECOMARES del pacifico para el 1er semestre del año 2022. <http://13.87.204.143/xmlui/bitstream/handle/123456789/8560/IND-1005.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Flores, S.-C. D. N. (2013). Sistema Costarricense de Información Jurídica. Reforma Reglamento de Oficialización del Código Eléctrico de Costa Rica para la Seguridad de la Vida y de la Propiedad (RTCR 458:2011) Pgrweb.go.cr.

https://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=77291&nValor3=96805&strTipM=TC

Gabriel Baca Urbina, Margarita Cruz Valderrama, Isidro Marco Antonio Cristóbal Vásquez, Gabriel Baca Cruz, Juan Carlos Gutiérrez Matus, Arturo Andrés Pacheco Espejel, Ángel Eustorgio Rivera González, María Guadalupe Obregón Sánchez (2014). Introducción a la ingeniería industrial (P.15). México. Grupo Editorial Patria.

Gandarillas. M (2020) Ergonomía laboral. (s/f). Gaesmedica.com.

<https://www.gaesmedica.com/es-es/ergonomia-quirurgica/ergonomia-laboral>

Gálvez, J (2019) Diagramas de Flujo. Unidades de Apoyo para el Aprendizaje - CUAIEED - UNAM. <https://uapa.cuaieed.unam.mx/sites/default/files/minisite/static/8ef6714f-44fb-4385-9696-cdf07b82c989/UAPA-diagramas-flujo/index.html>

López, B. (2023) Propuesta de distribución de planta para el taller de enderezado y pintura López durante el segundo cuatrimestre del 2023.

<http://13.87.204.143/xmlui/bitstream/handle/123456789/8560/IND-1190.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Marín, M. (2023) Rediseño de la distribución de la planta en el Gimnasio Xclusive.

<http://13.87.204.143/xmlui/bitstream/handle/123456789/7714/IND-1059.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Meyer, F. Stephens, M (2006) Diseño de Instalaciones de manufactura y manejo de materiales (página 141)

Meyers, F. & Stephens, M.P. (2010) Manufacturing Facilities Design and Material Handling. New Jersey: Pearson Education.

(Ocampo y Pavón, 2012) aplicación de la metodología DMAIC de Seis Sigma con simulación discreta y técnicas multicriterio Redalyc.org.

<https://www.redalyc.org/pdf/2331/233148815002.pdf>

Ortega, L. (2019) Diseño de una planta industrial para una fábrica de confección de ropa deportiva.

<http://www.repositorio.usac.edu.gt/11707/>

Palella, E.; & Martins, F. (2010). Metodología de la investigación Cuantitativa. Caracas: DEDUPEL

Polinaris. G. (2020) Comprar la metodología DMAIC en relación con el manual de procedimiento administrativo <http://13.87.204.143/xmlui/bitstream/handle/cenit/6189/ADM-1227.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Statista Research Department (2023). Costa Rica: tasa de inflación anual 2015-2028.

Statista.<https://es.statista.com/estadisticas/1190003/tasa-de-inflacion-costa-rica/>

Universidad ISO. (27 junio 2022). La lógica del Diagrama SIPOC [Video]. Youtube.

<https://www.youtube.com/watch?v=u26ZrDiy2zM>

Valenzuela, I. (2022). ¿QUÉ ES OKR? Agile Scrum PERSONAS.

<https://www.agilescrum.cl/post/aprendiendo-okr>

CAPÍTULO VIII: ANEXOS

Capacitación impartida



5s "Organizando Espacios de Trabajo para el Éxito"



Ingeniería
Industrial

Capacitación 5S

Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke.

Objetivo: Mejorar la eficiencia, la calidad y la seguridad en el lugar de trabajo.

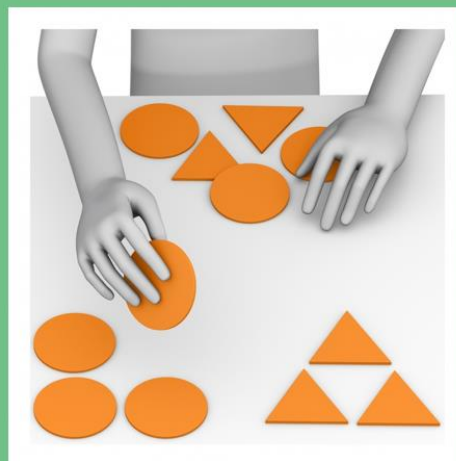


Seiri (Clasificación)

Seiri: Eliminación de elementos innecesarios.

Beneficios: Reducción de desorden, optimización del espacio.

Ejemplos: Clasificación de herramientas, documentos y suministros.

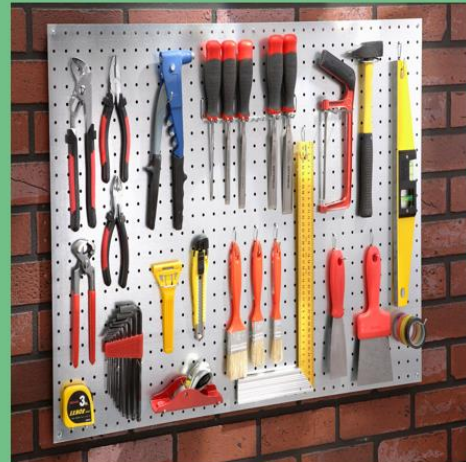


Seiton (Orden)

Seiton: Organización del espacio de trabajo.

Beneficios: Ahorro de tiempo, facilita la identificación de recursos.

Ejemplos: Diseño de estaciones de trabajo eficientes, etiquetado claro.



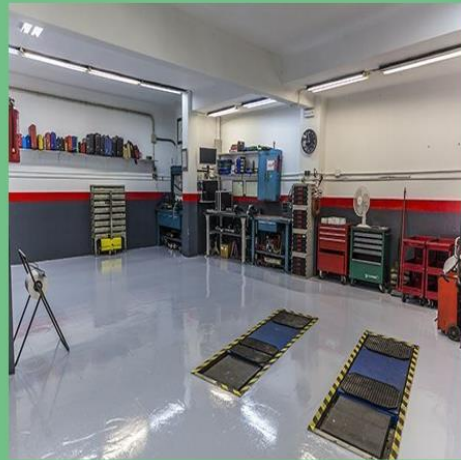
Un sitio para cada cosa, y cada cosa en su sitio

Seiso (Limpieza)

Seiso: Mantenimiento de la limpieza y orden.

Beneficios: Mejora de la seguridad, prevención de desperdicios.

Ejemplos: Programa de limpieza regular, responsabilidades definidas.

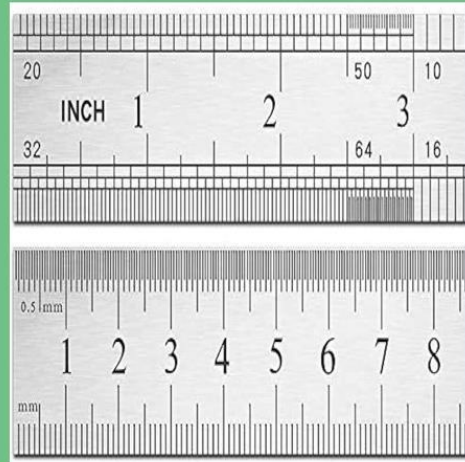


Seiketsu (Estandarización)

Seiketsu: Creación de normas y procedimientos.

Beneficios: Consistencia en la operación, reducción de errores.

Ejemplos: Documentar y estandarizar las prácticas de clasificación, orden y limpieza.



Shitsuke (Disciplina)

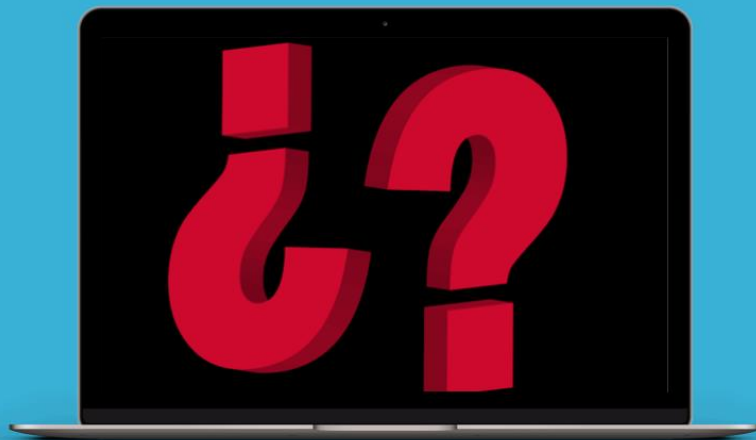
Shitsuke: Mantenimiento de las 5S como hábito.

Beneficios: Sostenibilidad, mejora continua.

Ejemplos: Auditorías regulares, reconocimiento y recompensas.



Preguntas



Fuente: Elaboración propia.