

**UNIVERSIDAD CENTRAL
VICERRECTORÍA ACADÉMICA**

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**EVALUACIÓN Y MEJORA DE LOS TIEMPOS DE ATENCIÓN
DEL DEPARTAMENTO TECNICO EN EL AREA DE EPOXY EN
COMPONENTES C.R.**

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN MODALIDAD DE TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO
ACADÉMICO DE BACHILLERATO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

ESTUDIANTE: JOSÉ JOAQUÍN CÉSPEDES FLORES

TUTOR: ING. ROCÍO HERRERA

**SEDE METROPOLITANA, COSTA RICA
ABRIL, 2024**

CONTENIDO

CONTENIDO	I
TABLAS	III
FIGURAS	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTOS.....	VI
EPÍGRAFE.....	VII
RESUMEN	VIII
CAPÍTULO I. PROBLEMA.....	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.2 OBJETIVOS	3
1.2.1 <i>Objetivo general</i>	3
1.2.2 <i>Objetivos específicos</i>	3
1.3 JUSTIFICACIÓN	4
1.4 ANTECEDENTES	4
1.4.1 <i>Antecedentes nacionales</i>	4
1.4.2 <i>Antecedentes internacionales</i>	5
1.5 PROYECCIONES	6
1.5.1 <i>Alcances</i>	6
1.5.2 <i>Limitaciones</i>	6
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 HERRAMIENTAS INGENIERILES	8
2.1.1 <i>Metodología DMAIC</i>	8
2.1.2 <i>Lluvia de ideas</i>	8
2.1.3 <i>Análisis FODA</i>	9
2.1.4 <i>Multivoto</i>	10
2.1.5 <i>Diagrama de Ishikawa</i>	10
2.1.6 <i>Diagrama de Pareto</i>	11
2.1.7 <i>Metodología Kanban</i>	12
2.1.8 <i>Diagramas de Recorrido</i>	13
2.1.9 <i>Diagramas de Gantt</i>	14
2.1.10 <i>Diagramas de Flujo</i>	15
2.1.11 <i>Gemba Walk</i>	16
2.1.12 <i>Pensamiento A3</i>	17
2.1.13 <i>Kaizen</i>	18
2.1.14 <i>Mejora continua</i>	19
2.1.15 <i>SIPOC</i>	20
2.1.16 <i>Plan de capacitación</i>	21
2.1.17 <i>Reuniones de seguimiento</i>	22
2.1.18 <i>OKR</i>	22
2.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA.....	23
2.2.1 <i>Objetivo</i>	23
2.2.2 <i>Antecedentes históricos</i>	23
2.2.3 <i>Ubicación geográfica</i>	26
2.2.4 <i>Estructura organizacional</i>	27
2.2.5 <i>Cantidad de empleados</i>	27
2.2.6 <i>Tipos de productos</i>	28
2.2.7 <i>Mercado de exportación</i>	28
2.2.8 <i>Descripción general del proceso productivo</i>	28

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO.....	30
3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	31
3.2 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN	32
3.3 FUENTES DE INFORMACIÓN	34
3.3.1 <i>Sujetos de información</i>	34
3.4 VARIABLES DE ANÁLISIS	34
3.5 INSTRUMENTOS	37
3.6 PROCESO PARA LA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS	37
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	38
4.1 DEFINIR	39
4.1.1 ANÁLISIS FODA	39
4.1.1.1 ANÁLISIS DE LOS FACTORES	39
4.1.2 DIAGRAMA DE FLUJO	41
4.1.3 DIAGRAMA DE SIPOC	42
4.2 MEDIR.....	43
4.2.2 PRONÓSTICO DE LA DEMANDA	45
4.2.3 SIMULACIÓN DE LA CAPACIDAD ACTUAL.....	46
4.3 ANALIZAR	46
4.3.1 PENSAMIENTO A3.	47
4.3.2 LLUVIA DE IDEAS	47
4.3.3 DIAGRAMA DE ISHIKAWA.	48
4.3.4 MULTIVOTO.....	49
4.3.5. DIAGRAMA DE PARETO	51
CAPÍTULO V. PROPUESTA	57
5.1 MEJORAR.....	58
5.2 CONTROLAR	65
5.2.1. OKR	65
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	67
CONCLUSIONES.....	68
RECOMENDACIONES	68
REFERENCIAS.....	69
APÉNDICES Y ANEXOS	73

TABLAS

Tabla 2.2.1: Cantidad de empleados por área	28
Tabla 3.1: Variables de la investigación por objetivo específico	35
Tabla 4.2.1: Seguimiento de equipos EPOXY durante Q3.....	43
Tabla 4.2.2: Resultados del seguimiento de equipos EPOXY durante Q3.....	44
Tabla 4.2.3: Comentarios del seguimiento de equipos EPOXY durante Q3.	44
Tabla 4.2.2.1: Tabla de cantidad de servidores Q2.....	45
Tabla 4.3: Distancias de recorrido.	54
Tabla 5.1: Detalle de Flex para el turno nocturno en el área de EPOXY.	58
Tabla 5.2: Detalle de los equipos que se encuentran validados.	61
Tabla 5.3: Tabla de inversión de propuestas.....	63

FIGURAS

Figura 2.1.1: Metodología DMAIC	8
Figura 2.1.2: Ejemplo de Luvia de ideas	9
Figura 2.1.3: Análisis FODA	9
Figura 2.1.4: Multivoto	10
Figura 2.1.5: Diagrama de Ishikawa	11
Figura 2.1.6: Diagrama de Pareto	12
Figura 2.1.7: Metodología Kanban	13
Figura 2.1.8: Diagrama de recorrido	14
Figura 2.1.9: Diagrama de Gantt	15
Figura 2.1.10: Diagrama de flujo	16
Figura 2.1.11: Gemba Walk	17
Figura 2.1.13: ¿Qué es el Pensamiento A3?	18
Figura 2.1.14: Kaizen	19
Figura 2.1.15: Mejora continua	20
Figura 2.1.16: Diagrama de SIPOC	21
Figura 2.1.18: Plan de capacitación	22
Figura 2.1.19: OKR	23
Figura 2.2.1: Mapa satelital de Componentes C.R.	27
Figura 2.2.2: Diagrama de flujo general	28
Figura 3.2: DMAIC	32
Figura 3.2: Esquema de análisis de datos	37
Figura 4.1.1: Análisis FODA	39
Figura 4.1.2: Diagrama de flujo	41
Figura 4.1.3: Diagrama de SIPOC	42
Figura 4.2.2.1: Gráfico de la demanda versus entregas en Q2 2023	45
Tabla 4.2.2.1: Tabla de cantidad de servidores Q2	45
Figura 4.2.3.1: Detalle de simulación	46
Figura 4.2.3.2: Detalle de Simulación, cantidad de unidades producidas en un turno de 12 horas	46
Figura 4.3.1: Pensamiento A3	47
Figura 4.3.3: Diagrama de Ishikawa	49
Figura 4.3.4: Multivoto	49
Figura 4.3.5: Tabla de Pareto	51
Figura 4.3.5: Gráfico de Pareto	52
Figura 4.3.6: Diagrama de Recorrido	53
Figura 4.3.7: Tabla de fallos recurrentes	55
Figura 5.1: Kanban de Seguimiento de Equipos	62
Figura 5.2: Gantt de actividades	65
Figura 5.2.1: OKR técnicos de EPOXY	65

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres que me enseñaron la importancia de ser constante y fiel al momento de realizar un trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento a mi esposa e hija por todo el soporte, la ayuda y el tiempo brindado para completar esta misión.

EPÍGRAFE

*“Más siempre atrás nos ladran,
Ladran con fuerza... Quisieran los perros del potrero
Por siempre acompañarnos
Pero sus estridentes ladridos
Sólo son señal de que cabalgamos...”*

Johann Wolfgang von Goethe.

RESUMEN

Se llevó a cabo un estudio sobre los Componentes C.R. en el área de ensamblaje de EPOXY, con el objetivo de reducir el tiempo de baja presente en los equipos y, de esta manera, mejorar la cantidad de unidades entregadas al cliente final.

Tras la implementación de varias herramientas ingenieriles, se logró mejorar en un 4,51 % la cantidad de unidades al cierre del tercer trimestre de 2023, teniendo en cuenta que la demanda aumentó en un 0,73 %.

Al concluir el estudio, quedan tareas que se están llevando a cabo y mejorando en el actual cuatrimestre del año en curso.

CAPÍTULO I. PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Durante los meses comprendidos entre abril y junio del año 2023, la empresa Componentes C.R. ha enfrentado problemas en la entrega puntual de los productos terminados a los clientes, lo cual ha afectado los indicadores de producción del segundo cuatrimestre. Para hacer frente a esta situación, se ha llegado a un acuerdo con los clientes para entregar los productos pendientes mediante un plan de recuperación que se extenderá a lo largo de una semana. En consecuencia, se está llevando a cabo un seguimiento de la producción durante el tercer cuatrimestre del año.

Por lo tanto, se realizará un estudio de los tiempos de asistencia del personal técnico en el área de EPOXY, que es el área propensa a generar cuellos de botella debido a la complejidad del proceso de ensamblaje, los tiempos de conversión y las interrupciones en el funcionamiento de los equipos, todos los cuales podrían afectar el resultado de la producción durante el tercer cuatrimestre.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Evaluar y mejorar el tiempo de atención del área técnica de los tiempos de los equipos presentes en el área de EPOXY, mediante la metodología DMAIC, para generar mejoras que se logren mantener en el tiempo y aumentar la producción.

1.2.2 Objetivos específicos

- Definir cuáles son los cuellos de botella que afectan la producción en el área de EPOXY.
- Generar gráficas que permitan analizar los indicadores de espera de técnicos en el área de EPOXY.
- Analizar las causas que provocan falta de capacidad área de EPOXY para atención de la demanda.
- Generar controles y herramientas que permitan el mejoramiento y seguimiento de la producción en el área de EPOXY.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El estudio que se va a realizar tiene como propósito inicial implementar soluciones mediante la metodología *Define, Measure, Analyze, Improve y Control* (DMAIC), con el fin de nivelar la producción según la demanda para el cierre del tercer cuatrimestre del año en curso. Se busca, a partir del desarrollo de herramientas ingenieriles, lograr la reducción de los tiempos en que los equipos se encuentran de baja en Componentes C.R. por medio de identificar que fenómenos se encuentran afectando directamente la capacidad de la producción del producto final en los últimos dos cuatrimestres del año 2023.

1.4 ANTECEDENTES

1.4.1 Antecedentes nacionales

El autor Vásquez (2021) en su trabajo titulado “Mejora del tiempo de proceso de análisis y verificación de la dirección de ejercicio profesional del Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica” (Trabajo de graduación para optar por el título de Licenciatura en Ingeniería Industrial de la Universidad Latina de Costa Rica) deja claro cómo el manejo de los tiempos y la capacidad de realizar una mejora continua en los procesos generan un valor agregado para los clientes, tanto externos como internos, que buscan un servicio de calidad. Como indica Vásquez (2021), “Lo que no se mide no se puede controlar, y lo que no se controla no se mejora”. Las herramientas que ayudan con esta premisa y que fueron implementadas en este trabajo incluyen Diagramas de Ishikawa, Multivoto, entrevistas, etc., siempre en búsqueda de ofrecer un servicio de calidad al cliente.

Rodríguez (2021) en su Trabajo de graduación para optar por el título de Licenciatura en Ingeniería Industrial con énfasis en Logística, titulado “Actualización de estándares de producción, tiempo de ciclo, personas y factor de eficiencia en las líneas de producción “Pantera” de Viant Costa Rica para el control de producción y mejora de reabastecimiento de material” de la Universidad Latina de Costa Rica, nos presenta cómo es el proceso de intentar realizar mejoras en una empresa médica con sede en Heredia. Se basa en su propuesta con la herramienta DMAIC, generando a partir de un análisis FODA los principales puntos de la empresa para iniciar una gestión exitosa que permita estudiar los métodos y tiempos de trabajo presentes en la empresa, facilitando mejoras en programación, controles y costos dentro del proceso de manufactura.

Bolaños (2022) en su trabajo titulado “Implementación de mejora en los tiempos de llenado de la empresa Interquin de Grecia, S.A.” (Trabajo de graduación para optar por el título de Licenciatura en Ingeniería Electromecánica de la Universidad Latina de Costa Rica) nos muestra dos temas importantes. Inicialmente, trabaja en mejorar el tiempo de empaquetado del producto en los galones para la exportación. Sin embargo, también señala una variación en la cantidad de producto que se envía al cliente final, lo que genera un

retrabajo asociado a que un operador debe completar el llenado del porcentaje faltante en cada galón.

Astúa (2018) en su trabajo final de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial con énfasis en mejora continua, titulado “Reducción del tiempo en el cambio de molde segmentado mediante el método DMAIC y la herramienta SMED en la empresa Bridgestone Costa Rica, en el periodo de enero hasta agosto del 2018” de la Universidad Latina de Costa Rica, muestra el impacto positivo de seguir la herramienta DMAIC y las propuestas realizadas con la metodología SMED en la empresa Bridgestone de Costa Rica. Estas herramientas en conjunto brindan un impacto positivo en la mejora de los tiempos en más de un 50%, lo que demuestra que al utilizar las herramientas adecuadas se pueden obtener resultados positivos en cualquier labor.

Cid y Núñez (2018) en su tesis “Propuesta de mejora en el sistema de inventarios y la automatización del reporte de producción de la línea de interruptores en la empresa *Microtechnologies*, Costa Rica” (Trabajo final de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial con énfasis en Mejora Continua en la Universidad Latina de Costa Rica), muestran cómo se realiza un seguimiento de los inventarios en la empresa *Microtechnologies* Costa Rica, y cómo el uso de diferentes indicadores como eficiencias y desperdicios en los tiempos de entrega puede ayudar a gestionar y mejorar el trabajo desarrollado, siendo uno de los puntos de mejora en la atención del personal técnico.

1.4.2 Antecedentes internacionales

Velazco (2023) en su trabajo titulado “Optimización de tiempos de atención de fallas en redes de distribución de energía eléctrica” (Trabajo de graduación para optar por el título de Magíster en Ingeniería Eléctrica con énfasis en Sistemas de Potencia) de la Universidad Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, ofrece una serie de recomendaciones basadas en herramientas ingenieriles como Diagramas de Flujo, Teoría de Colas y Cadenas de Markov. Estas herramientas generan un panorama claro al utilizarlas de manera práctica para mejorar los tiempos de atención ante fallos en la red de servicio eléctrico en Bogotá. El objetivo es brindar un mejor servicio a los usuarios y evitar el detrimento económico, así como mejorar la imagen de la empresa.

Divulgación LEAN (2020) en el artículo titulado “Técnica SMED. Reducción Del Tiempo De Preparación”, se explica cómo utilizar el método SMED, ofreciendo una alternativa que brinda flexibilidad en la gestión de las plantas de producción, facilitando entregas con periodos cortos y manteniendo los costos operativos. La herramienta también ayuda a eliminar el tiempo de espera entre lotes, optimizando el proceso. Se describen las cinco etapas del método SMED y se proporcionan ejemplos de avances en cada una de estas etapas, concluyendo con la estandarización del proceso para lograr el objetivo de reducir el tiempo de preparación ante un *setup* o cambio de lote.

Ortiz (2010) en el 4th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management XIV Congreso de Ingeniería de Organización denominado “Reducción de tiempos de preparación. Un enfoque práctico”, presenta un seguimiento especial

utilizando la herramienta SMED en dos ejemplos de empresas con el mismo objetivo de reducir tiempos. En uno de los casos, se utiliza un diagrama de Gantt para dar seguimiento a los procesos, mientras que en el otro se emplea un diagrama de cuadrillas para obtener información completa. Se destaca que todas las mediciones y cambios dependen del compromiso de los operadores para realizar las tareas en el tiempo adecuado.

Bazán y Pereda (2017) en su trabajo de graduación para optar por el título de Ingeniería Industrial, titulado “Propuesta de mejora en la gestión operacional y logística para incrementar la rentabilidad de la empresa DHL Supply Chain Ltda. Sede Lapa – Sao Paulo” de la Universidad Privada del Norte, muestran las actividades generadas por las recomendaciones basadas en cadenas de suministros y diagramas de flujo de los procesos en la planta. Implementando la metodología de LEAN *Manufacturing*, se eliminan desperdicios tanto en la parte de creación como operativa, lo que resulta en un aumento del 68% en actividades productivas.

Nathan y González (2020) en su artículo titulado “Lean Six Sigma, Una metodología aplicada a procesos reales”, brindan una explicación del uso de herramientas ingenieriles como DMAIC y Lean Six Sigma, útiles para realizar análisis de procesos y definir recomendaciones para su implementación en la industria.

1.5 PROYECCIONES

1.5.1 Alcances

El presente estudio se lleva a cabo en la empresa Componentes C.R., en el área de EPOXY, y se enfoca en las causas y soluciones de los tiempos de inactividad de los equipos, principalmente aquellos que repercuten en una falta de atención por parte de los técnicos del área. De esta manera, se desarrolla un plan de mejora para dar seguimiento a estos tiempos, un estudio de la capacidad de la planta alineado con los gráficos de pronóstico de la demanda y la proposición de alternativas de solución que eliminen los tiempos de inactividad y optimicen el uso del recurso humano, con el fin de aumentar la capacidad de la planta.

Con las alternativas de solución propuestas, se espera que la empresa elimine las causas raíz que generen retrasos mediante la metodología DMAIC y la implementación de herramientas de control que garanticen la sostenibilidad de las soluciones a largo plazo.

1.5.2 Limitaciones

No se visualizan limitaciones durante el desarrollo del presente estudio.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

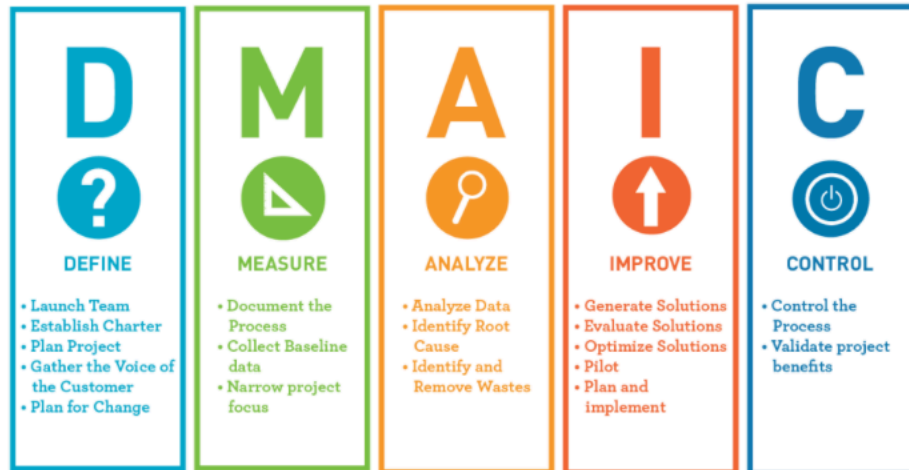
2.1 HERRAMIENTAS INGENIERILES

A continuación, se detallan las herramientas y conceptos ingenieriles que se tuvieron en cuenta para el desarrollo del presente estudio.

2.1.1 Metodología DMAIC.

DMAIC es un ciclo de mejora basado en datos que ayuda a las organizaciones a medir y mejorar su rendimiento. DMAIC es el acrónimo de cinco pasos: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. El objetivo principal de DMAIC es identificar y eliminar los residuos en un proceso empresarial. Esto puede lograrse mediante la aplicación de herramientas y técnicas Lean y Six Sigma. DMAIC puede ser una forma eficaz de mejorar el rendimiento de la empresa, ya que puede ayudar a identificar y resolver problemas, implementar mejoras y realizar un seguimiento de los resultados (Safetyculture 2023).

Figura 2.1.1: Metodología DMAIC.



Fuente: Go productivity, 2020

2.1.2 Lluvia de ideas

La lluvia de ideas, también conocida como tormenta de ideas o *brainstorming*, es una técnica para generar ideas nuevas, espontáneas y creativas con el fin de solucionar un problema. Este método fue desarrollado en 1939 por Alex Osborn, un ejecutivo de publicidad. En su libro "Your Creative Power" (Tu poder creativo), Osborn subraya que el éxito depende del poder creativo, no solo en el área de negocios, sino también en todas las esferas de la vida. A su vez, señala que la creatividad a menudo termina sofocada porque las personas involucradas en el proceso creativo rechazan rápidamente las ideas innovadoras. Según él, todos tienen el potencial para desarrollar habilidades creativas (Escuela Británica de Artes Creativas y Tecnología, 2023).

Figura 2.1.2: Ejemplo de Luvia de ideas



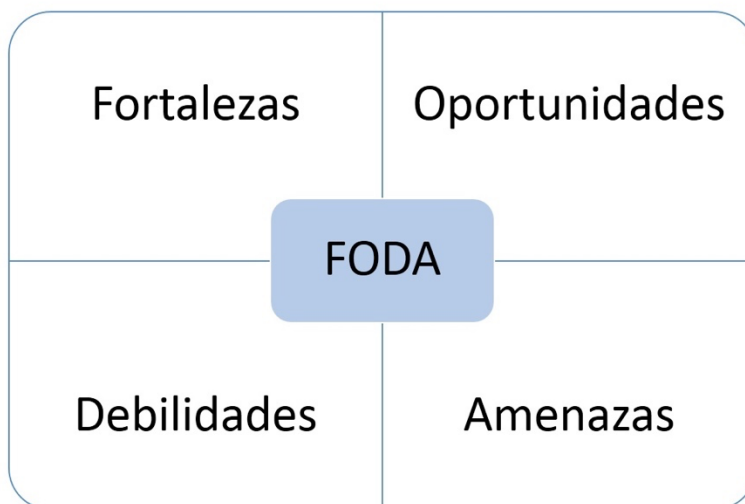
Fuente: [Burts](#)

2.1.3 Análisis FODA.

Buscando orientación en el estudio de las fortalezas de la organización, se consideran tanto los recursos que posee como la calidad de estos, entre otros aspectos. Asimismo, se investigan las amenazas externas, como las relacionadas con el ámbito político o social.

Es importante señalar que el FODA es una herramienta fundamental en la administración y en el proceso de planificación. De hecho, este estudio facilita la elaboración de un plan de negocios, permitiendo fortalecer la parte de oportunidades. Además, proporciona una visión clara de la situación real en la que se encuentra la empresa o proyecto, lo que posibilita la planificación de estrategias futuras (Riquelme Leiva, 2023).

Figura 2.1.3: Análisis FODA



Fuente: Riquelme Leiva, 2023

2.1.4 Multivoto.

La multivotación es un procedimiento sencillo y estructurado que se aplica para seleccionar, entre una amplia lista de elementos, aquellos que son más significativos y merecen mayor consideración.

Cuando disponemos de una gran cantidad de ideas u opciones, la dificultad estriba en trabajar con ese alto número. Con la multivotación, esa amplia gama de elementos se reduce, lo que permite al equipo centrarse en unas pocas opciones más apropiadas e importantes (Aiteco Consultores, SL, 1999-2023).

Figura 2.1.4: Multivoto



TABLA MULTIVOTO

EJEMPLO DE TABLA RESUMEN DE VOTO DE 10 MIEMBROS

<i>Errores</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Incompleto	1	3	4	1	1
Equivocado	8	1	1	0	0
Quebrado-ajado	2	2	5	1	0
Bolsas rotas	7	1	1	0	1
Mal entarimado	1	2	1	4	2
Lugar incorrecto	0	0	3	2	5

ING. JORGE ACUÑA, Ph.D. 20

Fuente: SlidePlayer.es Inc, 2023

2.1.5 Diagrama de Ishikawa.

Este esquema, también conocido como diagrama de causa-efecto, se basa en la premisa de que todo problema tiene una causa, es decir, algo que está mal en un proceso. Por lo tanto, es necesario identificar de dónde surgen las acciones que están contribuyendo a ese problema.

Otro valor de este método es su flexibilidad para adaptarse a cualquier industria, actividad, área, contexto o situación (HubSpot Inc., 2023).

Figura 2.1.5: Diagrama de Ishikawa.

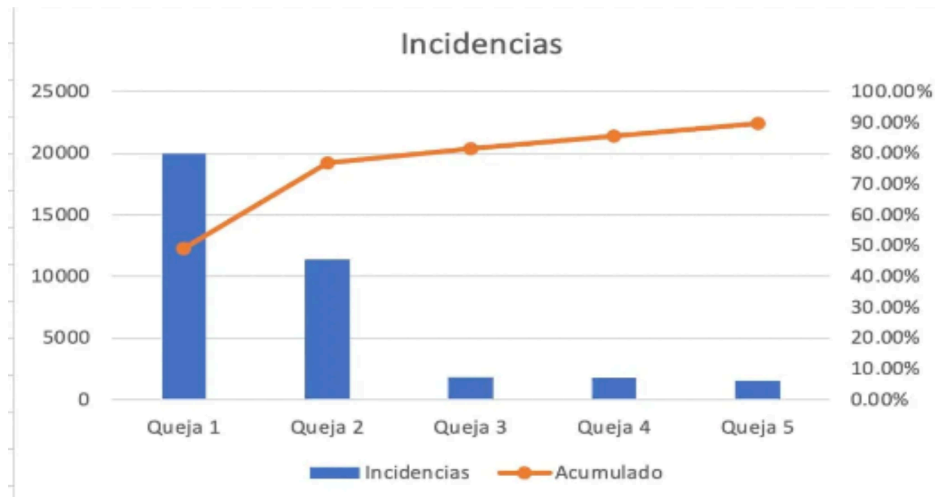


Fuente: HubSpot Inc., 2023

2.1.6 Diagrama de Pareto.

Los diagramas de Pareto son herramientas visuales diseñadas para establecer prioridades y dirigir los esfuerzos hacia los factores más apremiantes, asignando un orden para la resolución de cada asunto. Esta herramienta es fundamental para la planificación estratégica, ya que es necesario saber cuál será el proceso que seguir, qué es más importante y cómo se relacionan todos los aspectos a resolver (HubSpot Inc, 2023).

Figura 2.1.6: Diagrama de Pareto.



Fuente: HubSpot Inc., 2023

2.1.7 Metodología Kanban.

La metodología Kanban está ganando gran popularidad en corporaciones y empresas de todo el mundo como una manera de gestionar el trabajo de forma fluida. Proveniente de Japón, Kanban es un símbolo visual que se utiliza para desencadenar una acción. A menudo se representa en un tablero Kanban para reflejar los procesos de su flujo de trabajo.

Una tarea, representada por una tarjeta Kanban, se moverá a través de las diversas etapas de su trabajo hasta su finalización. A menudo se habla de ella como un método de extracción, de forma que usted tira de sus tareas a través de su flujo de trabajo, ya que permite a los usuarios mover libremente las tareas en un entorno de trabajo basado en el equipo (Kanban tool, 2009-2023).

Figura 2.1.7: Metodología Kanban.



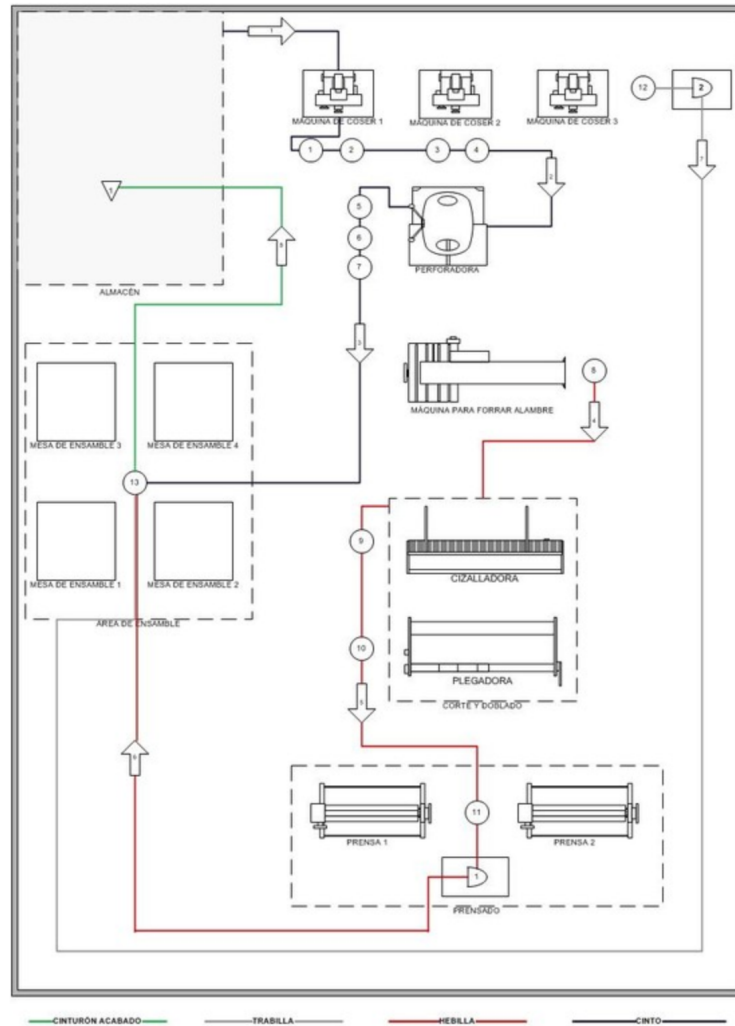
Fuente: Kanban tool, 2009- 2023

2.1.8 Diagramas de Recorrido.

Consiste en un plano (que puede ser o no a escala) de la planta o sección donde se desarrolla el proceso objeto del estudio. En este diagrama se registran todos los diferentes movimientos del material, indicando con su respectivo símbolo y numeración cada una de las actividades, y el lugar donde estas se ejecutan.

El diagrama de recorrido permite visualizar los transportes, los avances y el retroceso de las unidades, los "cuellos de botella", los sitios de mayor concentración, etc., a fin de analizar el trabajo para ver qué se puede mejorar (eliminar, combinar, reordenar, simplificar).

Figura 2.1.8: Diagrama de recorrido.



Fuente: Ingeniería Industrial online, 2023

2.1.9 Diagramas de Gantt.

El diagrama de Gantt es una herramienta de gestión de proyectos que busca agilizar y cumplir con los objetivos de entrega. Permite ver las tareas, qué equipo o personas son responsables de cada una, el tiempo de duración de cada actividad y las fechas programadas para que se cumplan (HubSpot Inc., 2023).

Figura 2.1.9: Diagrama de Gantt.



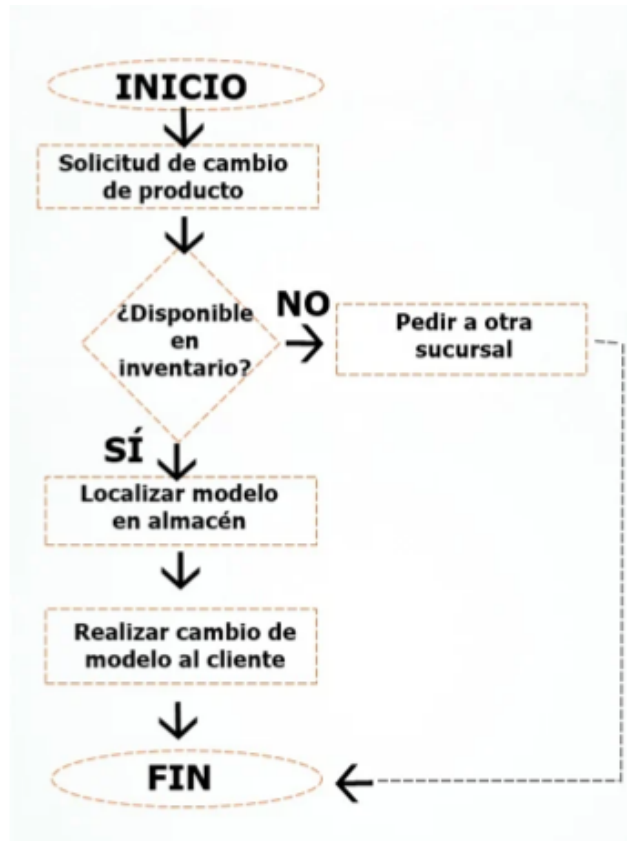
Fuente: HubSpot Inc., 2023

2.1.10 Diagramas de Flujo.

Los diagramas de flujo sirven para analizar las capacidades de una organización y para determinar de manera general a los actores, pasos y procesos que se deben cumplir para alcanzar un objetivo. Podríamos decir que con estos diagramas se puede trazar un mapa de ruta.

Si eres consciente de tus recursos y de los talentos que integran tu compañía, será más fácil implementar una acción. Por ejemplo, si quieres mejorar la productividad de tu equipo, deberás comenzar por capacitar a tus líderes; ellos deberán motivar a los trabajadores para que cumplan las metas. En el último paso, tus líderes deberán evaluar el desempeño. Si no haces esto de manera ordenada, seguramente no lograrás elevar la productividad (HubSpot Inc., 2023).

Figura 2.1.10: Diagrama de flujo.



Fuente: HubSpot Inc., 2023

2.1.11 Gemba Walk.

Un *Gemba Walk* es un recorrido por el lugar de trabajo cuyo objetivo es observar a los empleados, preguntarles sobre sus tareas e identificar mejoras en la productividad. El término se deriva de las palabras japonesas "*Gemba*" o "*Gembutsu*", que significan "el lugar real", por lo que suele definirse literalmente como el acto de ver dónde ocurre el trabajo real. Un paseo *Gemba* es un método lean sencillo pero potente que realizan los empresarios para promover la mejora continua (Safetyculture 2023).

Figura 2.1.11: Gemba Walk.

Paseo eficaz por el Gemba	Paseo Gemba ineficaz
Realizar la observación de los empleados en el lugar de trabajo real	Hacer suposiciones o recabar información mientras se está en una sala de conferencias o reuniones
Hacer observaciones y tomar nota de los procesos que se llevan a cabo	Juzgar el trabajo de los empleados y pensar qué debe corregirse en todo lo que está mal
Obtenga información de los trabajadores y aprenda de ella	Encontrar fallos en lugar de observar los procesos
Preguntar qué enfoques y métodos funcionan bien y cuáles necesitan ser mejorados	Dar una opinión personal y mostrar prejuicios

Fuente: Safetyculture, 2023

2.1.12 Pensamiento A3.

Primero, analicemos brevemente la mentalidad que el pensamiento A3 busca desarrollar. Se puede resumir en 7 elementos:

Pensamiento Lógico - A3 representa un proceso de pensamiento basado en pasos.

Presentación de la información de manera objetiva - aquí no hay planes o agendas ocultas. Resultados y Procesos - compartir los resultados que se lograron y los medios usados para lograrlos. Compartir únicamente información esencial y mostrarla en formato visual siempre que sea posible. Cualesquiera que sean las acciones que se tomen, estas deben estar alineadas con la estrategia y los objetivos de la empresa.

El objetivo está en desarrollar una perspectiva coherente que pueda adaptarse a lo largo de toda la organización.

Desarrollo de un enfoque estructurado para la resolución de problemas. (Kanbanize 2023).

Figura 2.1.13: ¿Qué es el Pensamiento A3?

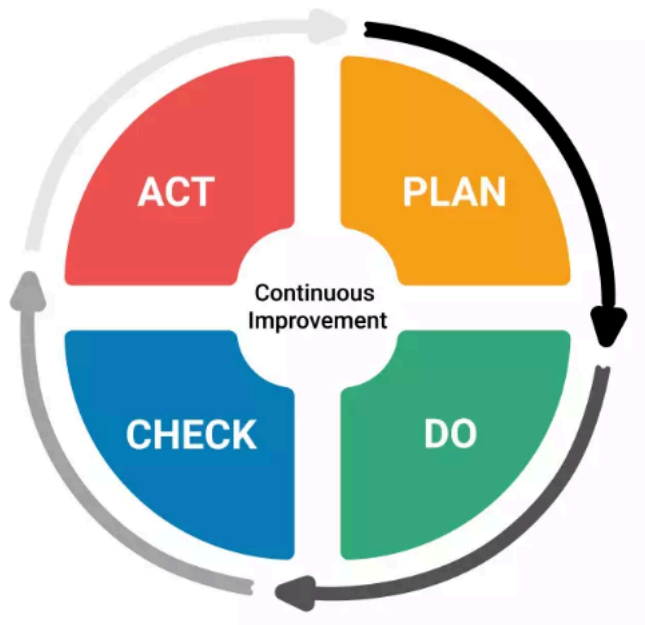


Fuente: Kanbanize, 2023

2.1.13 Kaizen.

Generalmente, este enfoque ofrece pequeñas mejoras mientras que la cultura de pequeñas mejoras alineadas y la estandarización conducen a cambios significativos en términos de mejora general de la productividad. La metodología Kaizen incluye hacer cambios, monitorear los resultados y luego ajustar (Kanbanize, 2023). La planificación a gran escala y la extensa programación de proyectos son reemplazadas por experimentos más pequeños, que se pueden ajustar rápidamente cuando se sugieren nuevas mejoras (Kanbanize 2023).

Figura 2.1.14: Kaizen.



Fuente: Kanbanize, 2023

2.1.14 Mejora continua.

El término mejora continua puede ser muy abstracto si no se le ubica en un contexto específico. Explicado brevemente, es un esfuerzo nunca acabado por lograr la perfección en todo lo que haces. En el *Lean management*, la mejora continua también se conoce como *Kaizen*. El primer paso para aplicar la mejora continua en tu cultura de gestión es comprender la teoría que hay detrás. Con el fin de prepararte para la mejora continua, debes crear un entorno adecuado dentro de tu empresa (Kanbanize 2023).

Figura 2.1.15: Mejora continua.



Fuente: Kanbanize, 2023

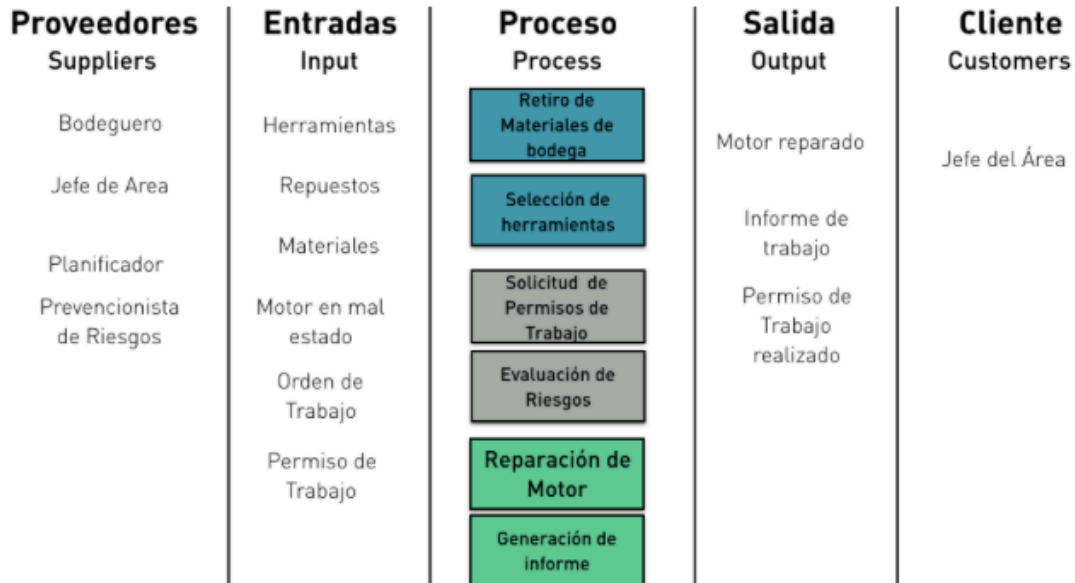
2.1.15 SIPOC.

SIPOC son las siglas en inglés de los conceptos proveedor, entradas, proceso, salidas y cliente. No es tanto un mapa como un gráfico que muestra estos elementos clave que estarán involucrados en un proceso o que formarán parte de un nuevo proyecto. Por eso, es una herramienta que se puede implementar antes de diseñar otro tipo de mapeo de procesos. Ayuda a definir trabajos complejos e identificar a todos los responsables en cada una de sus etapas.

Como puedes ver, según tus necesidades, debes elegir un tipo de mapeo de procesos. Pero antes de que busques papel y lápiz para hacer un bosquejo del tuyo, considera lo siguiente para que tengas los elementos básicos para empezar (HubSpot, Inc. 2023).

Figura 2.1.16: Diagrama de SIPOC.

Proceso de Reparación de un Motor



Fuente: Lean Tools, 2017

2.1.16 Plan de capacitación.

Un plan de capacitación es un documento esquematizado que integra los contenidos y dinámicas para enseñar una habilidad específica mediante un programa y conjunto de materiales predeterminados; generalmente, se enfoca en los trabajadores de una organización para adquirir o reforzar conocimientos y experiencias (HubSpot, Inc. 2023).

Figura 2.1.18: Plan de capacitación.

PLAN DE CAPACITACIÓN PARA TECNO SA DE CV

CAPACITADOR	Manuel Ortega Ramírez	CARGO	Jefe de Capacitación
APROBADOR	María González Molina	CARGO	Director de Desarrollo de Personal

NECESIDADES	Se implementó un nuevo proceso en la organización que requiere manejo de base de datos.
OBJETIVO	Capacitar al equipo de TI para gestionar la base de datos conforme al nuevo proceso para que le den continuidad al trabajo del área.

CURSO	APROBADO POR	FECHA	DESCRIPCIÓN DEL CURSO	CAPACITADOR
Base de Datos / nuevo proceso	María González	01 al 02 de Marzo	Gestión de base de datos, su diseño y mantenimiento, mejores prácticas. Temas: <ul style="list-style-type: none"> Proceso interno. Uso de las bases de datos. Nuevo software para gestión de bases de datos. Práctica. 	Uc. Raúl Salinas Ing. Sebastián Lara

CRONOGRAMA	FECHA	HORA	RESPONSABLE
Proceso interno	01 de Marzo	9:00 h	Uc. Raúl Salinas
Uso de base de datos	01 de Marzo	11:00 h	Uc. Raúl Salinas
Nuevo software para gestión de base de datos	02 de Marzo	12:00 h	Ing. Sebastián Lara
Práctica	02 de Marzo	14:00 h	Ing. Sebastián Lara

Fuente: HubSpot Inc., 2023

2.1.17 Reuniones de seguimiento.

El seguimiento de un proyecto consiste en la supervisión y el monitoreo del cumplimiento de los planes establecidos para alcanzar un objetivo empresarial. Gracias a este se pueden realizar acciones correctivas, prevenir riesgos y optimizar la productividad de un equipo (HubSpot, Inc. 2023).

2.1.18 OKR.

OKR (*Objectives and Key Results*) significa "Objetivos y Resultados Clave". Es una metodología de trabajo que alinea las acciones y esfuerzos de una organización hacia objetivos comunes; tiene como propósito hacer que fluya el trabajo como un todo para conseguir los resultados clave (HubSpot, Inc. 2023).

Figura 2.1.19: OKR.

OBJETIVO UNO	Crear un modelo de trabajo híbrido para todos los trabajadores.	PROGRESO
RESULTADO CLAVE 1:	Consultar la disponibilidad de horarios de los trabajadores para presentarse en las instalaciones laborales.	100%
RESULTADO CLAVE 2:	Generar nuevos contratos laborales que estipulen el formato de trabajo.	50%
RESULTADO CLAVE 3:	Financiar los equipos de trabajo que serán otorgados a los trabajadores para el cumplimiento de sus tareas.	25%

OBJETIVO DOS	Aumentar en un 20% el número de visitas al blog del sitio web.	PROGRESO
RESULTADO CLAVE 1:	Analizar el desempeño del sitio en motores de búsqueda.	10%
RESULTADO CLAVE 2:	Actualizar los contenidos de las entradas en el blog de acuerdo con la demanda de los internautas.	0%
RESULTADO CLAVE 3:	Generar de 5 a 10 artículos semanales para colgar en el blog.	0%

OBJETIVO TRES	Optimizar los procesos de cierre de año fiscal.	PROGRESO
RESULTADO CLAVE 1:	Monitorear la declaración en el pago de impuestos de forma mensual.	0%
RESULTADO CLAVE 2:	Regularizar los atrasos en las declaraciones de periodos vencidos.	0%
RESULTADO CLAVE 3:	Incorporar un sistema de facturación automatizado y para el cumplimiento de las obligaciones fiscales.	0%

Fuente: HubSpot Inc., 2023

2.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

A continuación, se presentan los detalles más importantes de la empresa Componentes C.R., donde se llevará a cabo el estudio.

2.2.1 Objetivo

Creamos tecnología revolucionaria que mejore la vida de todas las personas sobre la tierra (Componentes C.R., 2023).

2.2.2 Antecedentes históricos

Componentes C.R., la primera compañía de microprocesadores del mundo, fue fundada en 1968 por Gordon E. Moore y Robert Noyce. Inicialmente, consideraron llamar a la empresa Moore Noyce, pero sonaba mal, por lo que eligieron las siglas de *Integrated Electronics*, en español Electrónica Integrada, como nombre. Al nacer, tuvo problemas de marca ya que esta pertenecía a una cadena hotelera, situación que se resolvió con su adquisición. La compañía comenzó fabricando memorias antes de dar el salto a los microprocesadores. Hasta los años 70 fueron líderes gracias al competitivo mercado de las memorias DRAM, SRAM y ROM.

El 15 de noviembre de 1971, lanzaron su primer microprocesador: el Componentes C.R. 4004, diseñado para facilitar el diseño de calculadoras. En lugar de tener que diseñar varios circuitos integrados para cada parte de la calculadora, crearon uno que, según un programa almacenado en memoria, podía realizar diversas acciones, es decir, un microprocesador.

Poco después, el 1 de abril de 1972, Componentes C.R. anunció una versión mejorada de su procesador. Se trataba del 8008, y su principal ventaja sobre otros modelos, como el Componentes C.R. 4004, fue la capacidad de acceder a más memoria y procesar 8 bits. La velocidad de su reloj alcanzaba los 740 kHz.

En abril de 1974, lanzaron el Componentes C.R. 8080, con una velocidad de reloj de hasta 2 MHz, permitiendo direccionamiento de 16 bits, un bus de datos de 8 bits y acceso fácil a 64 KB de memoria. Posteriormente, Componentes C.R. anunció el tan esperado primer ordenador personal, llamado Altair, cuyo nombre proviene de un destino de la nave Enterprise en un episodio de la popular serie de televisión Star Trek. Este ordenador tenía un coste de alrededor de 400 dólares de la época, y el procesador multiplicaba por diez el rendimiento del anterior, gracias a sus 2 MHz de velocidad y una memoria de 64 KB.

Sin embargo, el ordenador personal no se convirtió en tal hasta la aparición de IBM en el mercado. Esto sucedió en dos ocasiones en junio de 1978 y 1979, cuando se presentaron los microprocesadores 8086 y 8088, que formaron parte del denominado IBM PC, que vendió millones de unidades de ordenadores. El más potente de los dos procesadores era el 8086, con un bus de 16 bits, velocidades de reloj de 5, 8 y 10 MHz, 29000 transistores utilizando tecnología de 3 micras y hasta un máximo de 1 MB de memoria direccionable. En cuanto al procesador 8088, era idéntico al 8086 excepto por tener un bus de 8 bits en lugar de 16, siendo más económico y obteniendo mejor aceptación en el mercado. Cabe mencionar que el procesador 8086 es tan conocido y probado que incluso en 2002 la NASA estaba adquiriendo microprocesadores 8086 de segunda mano.

El 1 de febrero de 1982, Componentes C.R. dio un nuevo giro a la industria con la aparición de los primeros 80286 (el famoso "286"), con una velocidad entre 6 y 25 MHz y un diseño mucho más cercano a los actuales microprocesadores. Como principal novedad, cabe destacar el hecho de que por fin se podía utilizar la denominada memoria virtual, que en el caso del 286 podía llegar hasta 1 GB.

El 286 tiene el honor de ser el primer microprocesador utilizado para crear ordenadores clónicos en masa y gracias al sistema de "licencias cruzadas", apareció el primer fabricante de clónicos "IBM compatible": Compaq, que utilizando dicho microprocesador empezó a fabricar equipos de escritorio en 1985 y a utilizar los microprocesadores que Componentes C.R./IBM sacaban al mercado.

En 1986, apareció el Componentes C.R. 80386, conocido como 386, con una velocidad de reloj entre 16 y 40 MHz, destacando principalmente por ser un microprocesador con arquitectura de 32 bits. Cabe destacar también que la producción de microprocesadores "80386" ha continuado hasta ahora, y Componentes C.R. afirmó en 2006 que terminaría

finalmente de producirlos en septiembre de 2007. Parece ser que actualmente este microprocesador todavía se usa bastante para sistemas empujados.

En 1988, Componentes C.R. desarrolló un poco tarde un sistema sencillo para actualizar los antiguos 286 gracias a la aparición del 80386SX, que sacrificaba el bus de datos para dejarlo en uno de 16 bits, pero a menor costo. Estos procesadores irrumpieron con la explosión del entorno gráfico Windows, desarrollado por Microsoft unos años antes, pero que no había tenido la suficiente aceptación por parte de los usuarios.

El 10 de abril de 1989, apareció el Componentes C.R. 80486DX, de nuevo con tecnología de 32 bits y como novedades principales, la incorporación del caché de nivel 1 (L1) en el propio chip, lo que aceleraba enormemente la transferencia de datos de este caché al procesador, así como la aparición del coprocesador matemático. Luego de ello, lanzaron hasta dos versiones más de DX: en 1992 el i486 DX2 a 50 y 66 MHz y en 1994 el i486 DX4 a 75-100 MHz enfocado a procesadores de gama alta.

En 1989, lanzaron el 486 que alcanzó velocidades entre 16 y 100 MHz y una curiosidad: según Wikipedia fue nombrado "i486" por fallo judicial que prohibió el uso de marcas con números.

Por ello, el siguiente microprocesador en ser lanzado, en mayo de 1993, fue conocido como "Pentium". Estos procesadores, que partían de una velocidad inicial de 60 MHz, han llegado hasta los 200 MHz, algo que nadie había sido capaz de prever unos años antes. Con una arquitectura real de 32 bits, se usaba de nuevo la tecnología de .8 micras, con lo que se lograba realizar más unidades en menos espacio.

El 27 de marzo de 1995, el procesador Pentium Pro supuso para los servidores de red y las estaciones de trabajo un aire nuevo, tal y como ocurrió con el Pentium en el ámbito doméstico. La potencia de este procesador no tenía comparación hasta entonces, gracias a la arquitectura de 64 bits y el empleo de una tecnología revolucionaria como la de .32 micras, lo que permitía la inclusión de cinco millones y medio de transistores en su interior. El procesador contaba con un segundo chip en el mismo encapsulado, que se encargaba de mejorar la velocidad de la memoria caché, lo que resultaba en un incremento del rendimiento sustancial. Las frecuencias de reloj se mantenían como límite superior en 200 MHz, partiendo de un mínimo de 150 MHz.

Una evolución que demostró Componentes C.R. hace muy poco con un nuevo procesador, denominado Pentium II, que es simplemente un nuevo ingenio que suma las tecnologías del Pentium Pro con el MMX. El Pentium II es el procesador más rápido de cuantos ha comercializado Componentes C.R. Por el momento, en un futuro cercano además de contar con la arquitectura de 0.25 micras, podremos disfrutar de una de 0.07 para el año 2011, lo que supondrá la introducción en el procesador de mil millones de transistores y alcanzando una velocidad de reloj cercana a los 10000 MHz, es decir, 10 GHz.

La tecnología MMX, aunque no podemos considerarla como un procesador en sí mismo, sería injusto no hablar de ella en un informe como este. Es uno de los mayores avances

que ha dado Componentes C.R. en la presente década, y según ellos mismos, todos los procesadores que fabriquen a partir de mediados del próximo año llevarán incorporada esta arquitectura. Para su desarrollo, se analizaron un amplio rango de programas para determinar el funcionamiento de diferentes tareas: algoritmos de descompresión de vídeo, audio o gráficos, formas de reconocimiento del habla o procesamiento de imágenes, etc. El análisis reveló que numerosos algoritmos usaban ciclos repetitivos que ocupaban menos del 10% del código del programa, pero que en la práctica consumían el 90% del tiempo de ejecución. De este modo, nació la tecnología MMX, compuesta por 57 instrucciones y 4 tipos de datos nuevos, que se encargan de realizar esos trabajos cíclicos consumiendo mucho menos tiempo de ejecución. Antes, para manipular 8 bytes de datos gráficos se requerían 8 repeticiones de la misma instrucción; ahora, con la nueva tecnología, se puede utilizar una única instrucción aplicada a los 8 bytes simultáneamente, obteniendo de este modo un incremento del rendimiento de 8x.

Componentes C.R. domina el mercado de los microprocesadores. Actualmente, el principal competidor de Componentes C.R. en el mercado es *Advanced Micro Devices* (AMD), empresa con la que Componentes C.R. tuvo acuerdos de compartición de tecnología: cada socio podía utilizar las innovaciones tecnológicas patentadas de la otra parte sin ningún costo.

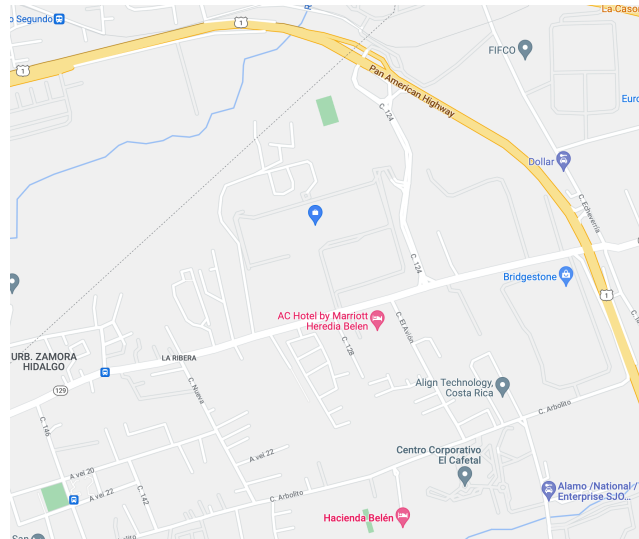
Dentro de los microprocesadores de Componentes C.R., podemos destacar las tecnologías multinúcleo implementadas en los procesadores Pentium D y Core 2 Duo, la tecnología móvil Centrino desarrollada para el mercado de ordenadores portátiles y la tecnología *Hyper-Threading* integrada en los procesadores Componentes C.R. Pentium 4. El 6 de junio de 2005, Componentes C.R. llegó a un acuerdo con Apple Computer, por el cual Componentes C.R. proveerá procesadores para los ordenadores Apple, realizándose entre 2006 y 2007 la transición desde los tradicionales IBM. Finalmente, en enero de 2006 se presentaron al mercado las primeras computadoras de Apple, una portátil y otra de escritorio, con procesadores Componentes C.R. Core Duo de doble núcleo.

La Ley de Moore: El Dr. Gordon Moore, uno de los fundadores de Componentes C.R., formuló en el año 1965 una ley que se ha venido a conocer como la "Ley de Moore", la cual plantea que el número de transistores de un chip se duplica cada dieciocho meses. Esta afirmación, que en un principio estaba destinada a los dispositivos de memoria, pero también a los microprocesadores, ha cumplido con la ley. Esta ley significa para el usuario que cada dieciocho meses, de forma continua, pueda disfrutar de una tecnología mejor, algo que se ha venido cumpliendo durante los últimos 30 años, y se espera que siga vigente en los próximos quince o veinte años (Componentes C.R., 2023)

2.2.3 Ubicación geográfica

La ubicación de la empresa es 500 m al este de la Bridgestone, en la provincia de Heredia.

Figura 2.2.1: Mapa satelital de Componentes C.R.



Fuente: Google Maps, 2019.

2.2.4 Estructura organizacional

Al más alto nivel, Componentes C.R. se organiza en divisiones en gran medida autónomas. Componentes C.R. utiliza equipos de administración matricial y funciones cruzadas para adaptarse a las condiciones cambiantes. Algunos de estos equipos incluyen lo siguiente:

- Finanzas
- Recursos humanos
- Tecnología de la información
- Grupo de arquitectura Componentes C.R.
- Componentes C.R. Capital
- Laboratorios Componentes C.R.
- Asuntos legales y corporativos
- Grupo de ventas y marketing
- Grupo de software y servicios
- Grupo de tecnología y fabricación

Fuente: (Componentes C.R., 2023).

2.2.5 Cantidad de empleados

La cantidad de empleados por área se muestra en el siguiente cuadro.

Tabla 2.2.1: Cantidad de empleados por área

<i>Técnicos en el área de EPOXY</i>	Cantidad
<i>Turno 1</i>	3
<i>Turno 2</i>	5
<i>Turno 3</i>	5
<i>Turno 4</i>	4
Total	17

Fuente: Componentes C.R., 2023.

2.2.6 Tipos de productos

Procesadores para Servidores.

2.2.7 Mercado de exportación

Mundial

2.2.8 Descripción general del proceso productivo.

Figura 2.2.2: Diagrama de flujo general



Fuente: Elaboración propia

Este es el diagrama del proceso general desde que se recibe la materia prima del proveedor, hasta iniciar el ensamblaje del procesador para servidores, realizado en Componentes C.R.

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

En esta trabajo queda claro que el proceso de investigación y las estrategias mencionadas están adecuadas a las necesidades, contexto y recursos, así como al planteamiento del problema.

El proyecto se llevará a cabo con un enfoque mixto, lo que implica trabajar con análisis cuantitativos y cualitativos. En el análisis cuantitativo se examinarán los datos relacionados con variables específicas, centrándose en este caso en el estudio de los tiempos de baja del área de EPOXY de la empresa. En el análisis cualitativo se analizarán los datos recopilados sobre los procesos ejecutados y estudiados, con el fin de determinar cuál es el proceso más adecuado para llevar a cabo el control y la documentación necesarios para el seguimiento y la atención requerida.

3.2 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

El método de esta investigación se basará en el desarrollo de un DMAIC, con el objetivo de lograr una mejora continua en los procesos y tiempos del área de EPOXY.

Figura 3.2: DMAIC



Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior se muestra la metodología y el uso de las herramientas, así como su aplicación en cada una de las etapas desarrolladas en el DMAIC, con el fin de crear una guía para el desarrollo del proyecto en Componentes C.R.

Definir.

Para lograr definir la situación actual de la empresa, se realizará un análisis FODA con su matriz de estrategias para identificar las fortalezas y oportunidades que permitan aprovecharlas, además de detectar las debilidades y amenazas para minimizar su impacto. También se utilizará un SIPOC para comprender la funcionalidad de la empresa y un diagrama de flujo para identificar los clientes a los que se suministra y aquellos que requieren del producto producido en el área de EPOXY.

Medir.

En este punto, se creará un diagrama de control para identificar las tendencias y los tiempos que excedan los límites máximos permitidos en el área de EPOXY. Además, se llevarán a cabo *Gemba Walks* de manera semanal para validar y recopilar información sobre los aspectos que podrían afectar directa o indirectamente el tiempo de atención de las averías.

Analizar.

En este paso, se evaluarán las causas raíz que provocan los tiempos de inactividad presentes en el área de EPOXY. Para ello, se realizará una lluvia de ideas para generar posibles causas en una reunión con el personal de trabajo. También se utilizará un diagrama de Ishikawa para identificar los factores que influyen, un Multivoto para clasificar las causas mediante una puntuación otorgada por los trabajadores, un diagrama de Pareto para determinar las causas que requieren corrección y se creará un cuadro de pensamiento A3 para llevar a cabo un análisis completo del estado actual, los pasos a seguir y el estado ideal al que se desea llegar.

Mejorar.

Después de recopilar toda la información posterior al análisis, se implementará un plan de capacitación basado en las posibles causas que generan estos problemas. Se llevará a cabo un programa 5S con auditorías diarias para garantizar un espacio adecuado para la eficiencia en la toma de materiales y herramientas. Además, se implementará la mejora continua con un *Kaizen* mensual que permitirá realizar un seguimiento de los pequeños avances en el proceso.

Controlar.

En este paso, se planteará un seguimiento implementando un Kanban que permitirá asignar *tickets* para controlar las tareas asignadas a cada técnico. Adicionalmente, se establecerán OKR para cada técnico, los cuales serán evaluados en cada reunión

mensual para analizar el cumplimiento, y se utilizará un diagrama de Gantt para establecer las actividades a realizar y sus respectivos tiempos de implementación.

3.3 FUENTES DE INFORMACIÓN

Para la elaboración de este proyecto, la recolección de información se llevó a cabo mediante los datos históricos generados por la empresa.

3.3.1 Sujetos de información

Dentro del presente estudio se incluyen cuatro técnicos, tres operarios y dos supervisores del área de EPOXY.

3.4 VARIABLES DE ANÁLISIS

A continuación, se presenta la tabla de variables.

Tabla 3.1: Variables de la investigación por objetivo específico

Objetivo específico	Variable	Definición conceptual	Operacionalización	Instrumentalización
Definir cuáles son los tiempos que afectan la producción en el área de EPOXY.	Causas Criticas	Los factores son elementos que influyen, intervienen y determinan el modo de una cosa o situación	Analizar la situación actual y con los datos recaudados identificar los factores contribuyentes.	Análisis FODA. Diagramas de Flujo SIPOC Lluvia de ideas Diagrama de Ishikawa Diagrama de Pareto Multivoto
Generar gráficas que permitan medir los indicadores en el área de EPOXY.	Histogramas	Es el resultado de las variables de estudio que se generan mediante una intervención	Cuantificar los elementos que generan la mayor cantidad de los tiempos Down	<i>Wemba Walk</i> Proyecciones de demanda Histogramas
Analizar las causas que provocan los tiempos de desatención en el área de EPOXY.	Priorización	Se considera el origen de algo	Aplicar diferentes herramientas para establecer cuales son las causas criticas presente en el estudio	Análisis de Plan de ventas vs plan de producción Diagrama de Pareto
Generar herramientas que permitan estandarizar el seguimiento en el área de EPOXY.	Estandarizar	Es una idea que se le manifiesta de forma abierta a alguien para lograr un fin	Con los resultados obtenidos generar controles y mejoras orientadas al proceso de mejora continua	Kanban OKR

<p>Generar controles y herramientas que permitan estandarizar el seguimiento en el área de EPOXY.</p>	<p>Propuestas</p>	<p>Es una idea que se le manifiesta de forma abierta a alguien para lograr un fin</p>	<p>Con los resultados obtenidos generar controles y mejoras orientadas al proceso de mejora continua</p>	<p>Diagramas de Gantt Kanban OKR</p>
---	-------------------	---	--	--

Fuente: Autor

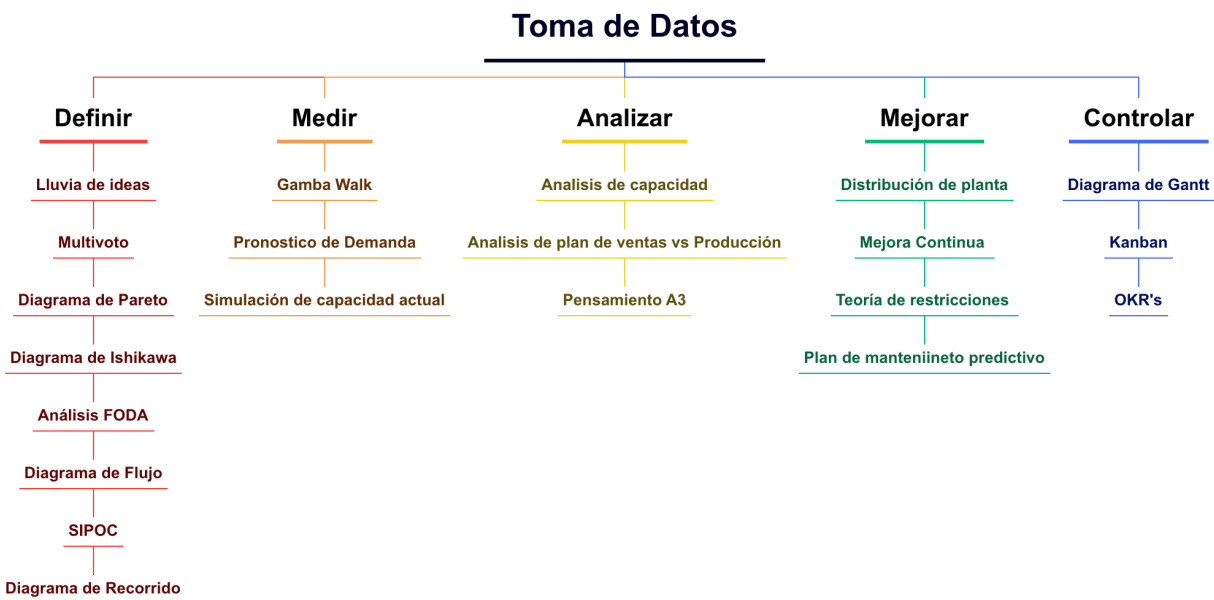
3.5 INSTRUMENTOS

Para la recolección de datos, el estudio implementa los tiempos de baja en el área de EPOXY.

3.6 PROCESO PARA LA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

El siguiente esquema muestra los pasos que se ejecutaron para obtener los datos, realizar el análisis de los mismos y, además, la implementación de mejoras.

Figura 3.2: Esquema de análisis de datos.



Fuente: Autor

En la figura anterior se muestran cada uno de los pasos a seguir en el estudio, en el cual se implementará la metodología DMAIC, junto con el detalle de cada herramienta utilizada en cada ramificación de la metodología en uso.

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Actualmente, el estudio se lleva a cabo en la empresa Componentes C.R., ubicada en Heredia, Belén. Esta empresa se dedica al ensamblaje y pruebas de procesadores. Durante el segundo cuatrimestre del año en curso, se ha identificado un problema para entregar los pedidos a los clientes. Por lo tanto, se recomienda realizar un estudio de los tiempos de baja en el área de EPOXY, que es uno de los cuellos de botella en la fábrica.

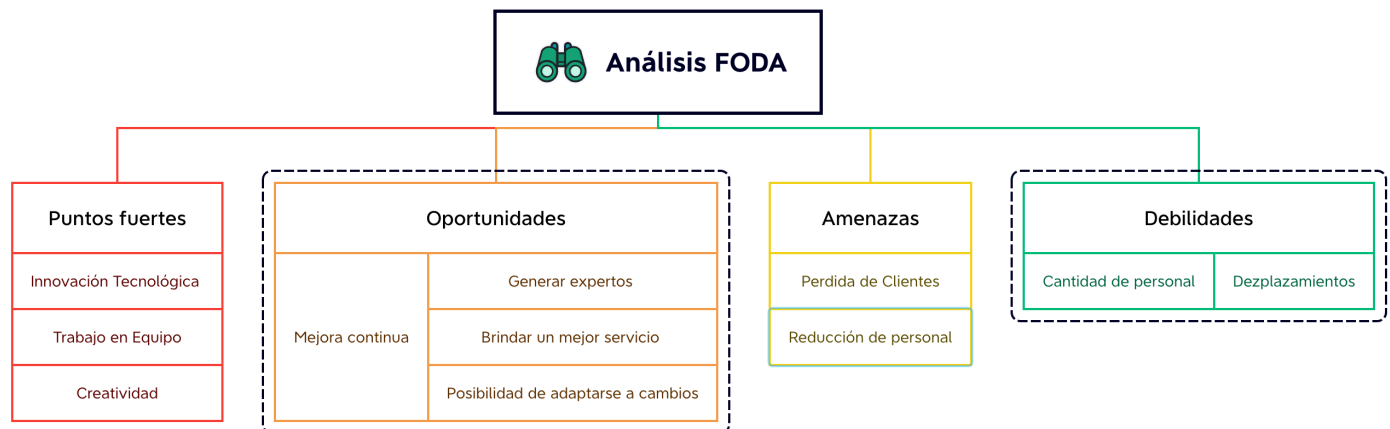
4.1 DEFINIR

Para definir la situación actual de la empresa, se realizará un análisis FODA con su correspondiente matriz de estrategias. Este análisis permitirá identificar las fortalezas y oportunidades para aprovechar, así como las debilidades y amenazas para minimizar. Además, se utilizará un SIPOC para comprender la funcionalidad de la empresa, así como un diagrama de flujo para determinar qué clientes suministran y cuáles requieren del producto que se produce en el área de EPOXY.

4.1.1 Análisis FODA

Se llevará a cabo un análisis FODA para comprender la situación actual del área de EPOXY. Este análisis proporcionará una visión más amplia de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas presentes en dicha área.

Figura 4.1.1: Análisis FODA.



Fuente: Autor

En la figura anterior se muestran algunos de los factores que se poseen en el área de EPOXY.

4.1.1.1 Análisis de los factores

Fortalezas.

1. Innovación tecnología.

Al ser una empresa líder en el segmento de procesadores a nivel mundial, se encuentra en constante evolución, creando nuevos productos que contribuyen al avance y desarrollo de procesadores innovadores que marcan un cambio en el mundo.

2. Trabajo en equipo.

Uno de los valores más relevantes en Componentes C.R., lo que permite la ayuda y el acompañamiento constante en todas las áreas de la empresa.

3. Creatividad.

Para Componentes C.R., es fundamental que todos los colaboradores tengan la facilidad de generar ideas creativas que ayuden a impulsar la empresa y mejorar las condiciones para todos en ella, ya sea mediante la generación de proyectos de reducción de costos o de desperdicios, así como la creación de canales que contribuyan al ambiente laboral.

Oportunidades.

1. Generar expertos.

Este es uno de los puntos en los que se está trabajando desde el inicio del tercer cuatrimestre del año en curso, generando oportunidades de capacitación tanto local como en el extranjero para optimizar la capacidad del recurso humano presente en la planta.

2. Brindar un mejor servicio.

Este punto está orientado tanto al cliente interno como externo, asegurando que los procesos realizados en el área de EPOXY sean transparentes para no afectar los tiempos de entrega, los cuales fueron afectados en el segundo cuatrimestre de este año.

3. Posibilidad de adaptarse al cambio.

Durante este año, la empresa Componentes C.R. ha logrado lanzar tres productos nuevos, los cuales son producidos únicamente en el país, y se presenta la oportunidad de crear ocho productos nuevos para el próximo año.

Amenazas.

1. Pérdida de clientes.

Debido a los retrasos presentados en el cuatrimestre anterior, se han recibido quejas de varios clientes por la demora en las entregas de los productos, por lo que si continúa la misma tendencia, existe la posibilidad de que los clientes busquen proveedores que no tengan este problema.

2. Reducción del personal.

De presentarse el punto anterior, su principal consecuencia sería la disminución en la producción, lo cual podría llevar a una reducción en la cantidad de personal de la empresa para atender los futuros pedidos.

Debilidades.

1. Cantidad de personal.

Actualmente, se cuenta con cuatro técnicos certificados para atender un total de trece líneas de producción, las cuales están formadas por siete equipos diferentes, lo que conlleva una complejidad elevada y se refleja en la cantidad de veces que los equipos se encuentran fuera de servicio.

2. Desplazamientos.

Dado que se tienen 16 líneas productivas en el área de EPOXY, hay cuatro líneas que presentan un enorme desplazamiento entre sí, generando tiempos elevados de atención debido a la distancia y al cambio de vestimenta del área.

4.1.2 Diagrama de flujo.

A continuación, se muestra un diagrama de flujo resumido del proceso de producción de Componentes C.R.:

Figura 4.1.2: Diagrama de flujo.



Fuente: Autor

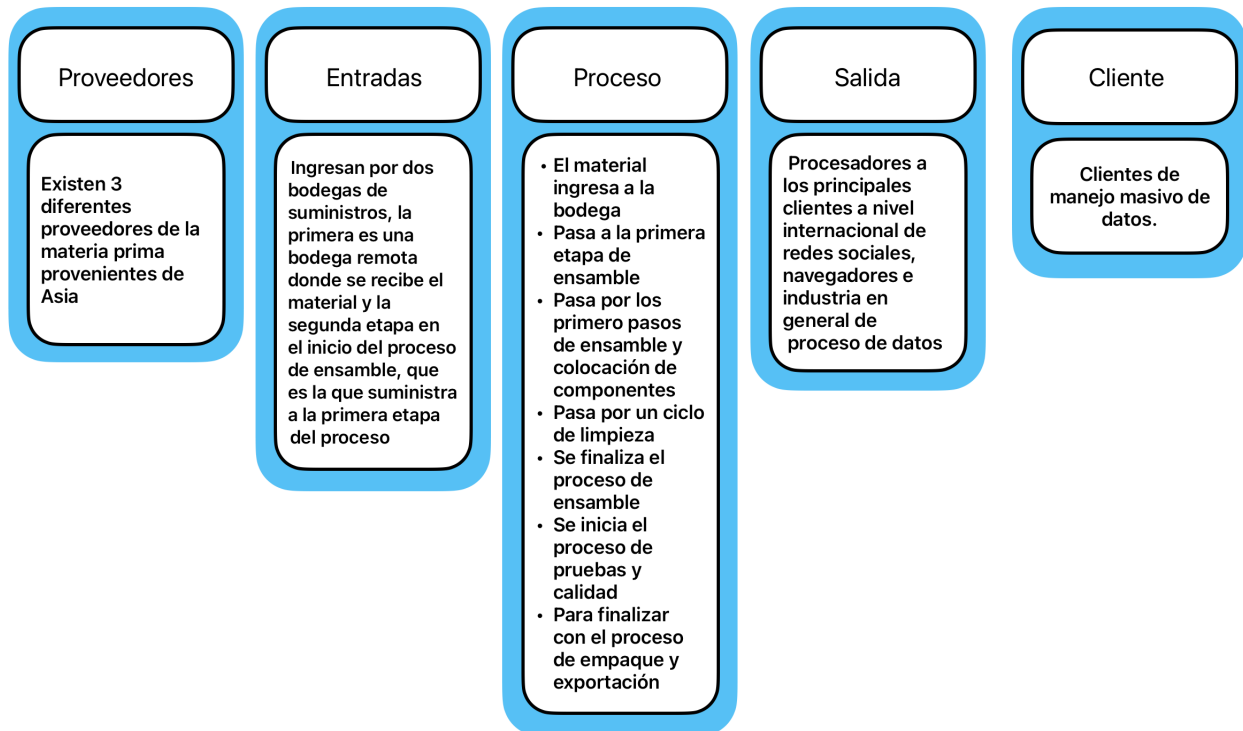
En la figura anterior se presenta el proceso básico y resumido de elaboración de un procesador en Componentes C.R.

Se solicita el material a la bodega para iniciar el ensamble inicial. Posteriormente, se realiza la primera marca con láser para dar seguimiento durante el proceso de ensamble. Después de esto, se lleva a cabo una segregación del producto para separar los proveedores, y se le agrega la primera capa de componentes. Luego de este proceso, se inicia el primer ciclo de limpieza para eliminar posibles puntos de contaminación. Se procede a realizar la unión entre las partes principales del procesador, para luego pasar al segundo ciclo de limpieza. Se ingresa al área de EPOXY, donde se generan barreras que ayudan a evitar cortocircuitos en la parte exterior de la unidad. Después de esto, se ingresa a un horno para realizar un curado del material, cerrando así la última etapa de limpieza antes de pasar a las pruebas de estrés y velocidad. Finalmente, se marcan nuevamente con láser para el cliente final y se empacan para su exportación.

4.1.3 Diagrama de SIPOC.

Este diagrama nos ayuda a tener una comprensión más sencilla de quiénes están involucrados en todo el proceso de construcción.

Figura 4.1.3: Diagrama de SIPOC.



Fuente: Autor

En la figura anterior, podemos ver el detalle de la cadena de producción de Componentes C.R. al momento de generar un pedido, así como quiénes son los principales contribuyentes en el proceso de fabricación de los procesadores.

4.2 MEDIR

4.2.1 Gemba Walk.

Se ha establecido una rutina para validar de manera aleatoria el estado en que se encuentran los equipos. Los operadores tienen asignado un equipo específico y no se realizarán cambios durante el período de Q3, con el fin de llevar un mejor seguimiento del comportamiento del equipo.

Tabla 4.2.1: Seguimiento de equipos EPOXY durante Q3.

Seguimiento de mal registro de estado

Equipo	WW36	WW37	WW38	WW39	WW40	WW41	WW42	WW43	WW44	WW45	WW46	WW47	WW48	WW49	WW50	WW51	Total de auditorias
EXP102	✓				✓								✓				3
EXP103		✓								✓			✓			✓	4
EXP104			✓										✓				2
EXP105	✓								✓					✓			3
EXP106			✓					✓			✓						3
EXP107											✓						1
EXP108	✓					✓				✓	✓						4
EXP109		✓												✓		✓	3
EXP110			✓					✓								✓	3
EXP111																✓	1
EXP112			✓						✓							✓	3
EXP113		✓												✓			2
EXP114				✓			✓					✓					3
EXP115				✓					✓			✓				✓	4
EXP116				✓				✓		✓		✓					4

Fuente: Autor

En la tabla anterior se muestran las diferentes auditorías realizadas en los *Gemba Walks* durante el período de Q3, y en los diferentes equipos donde se llevaron a cabo. Este tipo de verificación se realizó de manera aleatoria en los equipos que trabajaron durante más tiempo durante el Q3. Por lo tanto, los equipos EXP107 – EXP111 solamente tienen 1 auditoría respectivamente, ya que solo trabajaron 1 semana durante el Q3.

Las auditorías se llevaron a cabo en el turno de la noche, los miércoles, jueves, viernes y sábado. Esto se implementó como un plan piloto para generar un seguimiento y una cultura de validación del estado del equipo al inicio del turno.

Tabla 4.2.2: Resultados del seguimiento de equipos EPOXY durante Q3.

Resultados de mal registro de estado

Equipo	WW36	WW37	WW38	WW39	WW40	WW41	WW42	WW43	WW44	WW45	WW46	WW47	WW48	WW49	WW50	WW51
EXP102	✗	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-
EXP103	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	✓	-	-	✓
EXP104	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-
EXP105	✗	-	-	-	-	-	-	-	✗	-	-	-	-	✓	-	-
EXP106	-	-	✓	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	✓	-	-	-
EXP107	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-
EXP108	✗	-	-	-	-	✓	-	-	-	✗	✓	-	-	-	-	-
EXP109	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	✓
EXP110	-	-	✗	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	✓	-
EXP111	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-
EXP112	-	-	✓	-	-	-	-	-	✗	-	-	-	-	-	✓	-
EXP113	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-
EXP114	-	-	-	✗	-	-	✗	-	-	-	-	✓	-	-	-	-
EXP115	-	-	-	✓	-	-	-	-	✓	-	-	✓	-	-	-	✓
EXP116	-	-	-	✗	-	-	-	✗	-	✓	-	✓	-	-	-	-

Fuente: Autor

En la tabla anterior se muestra el resultado luego de cada auditoría realizada.

Tabla 4.2.3: Comentarios del seguimiento de equipos EPOXY durante Q3.

Comentarios de resultados de mal registro de estado

Equipo	Comentarios
EXP102	Se encuentra el equipo operando correctamente, pero esta registrado como Setup
EXP103	No presenta problemas de registro de estado
EXP104	No presenta problemas de registro de estado
EXP105	En las dos ocasiones presenta al equipo con el estado DOWN y el equipo esta operando sin problemas
EXP106	No presenta problemas de registro de estado
EXP107	No presenta problemas de registro de estado
EXP108	Se encuentra el equipo operando correctamente, pero esta registrado como Setup
EXP109	No presenta problemas de registro de estado
EXP110	El equipo se encuentra en estado idle, a la espera de material, pero el estado correcto es DOWN esperando parte para ser atendida.
EXP111	No presenta problemas de registro de estado
EXP112	Se encuentra el equipo operando correctamente, pero esta registrado como Setup
EXP113	No presenta problemas de registro de estado
EXP114	Se encuentra el equipo en estado de esperando técnico, el estado correcto es en reparación ya que se esta brindando la asistencia al equipo. Se encuentra el equipo operando correctamente, pero esta registrado como Setup
EXP115	No presenta problemas de registro de estado
EXP116	En las dos ocasiones presenta al equipo con el estado DOWN y el equipo esta operando sin problemas

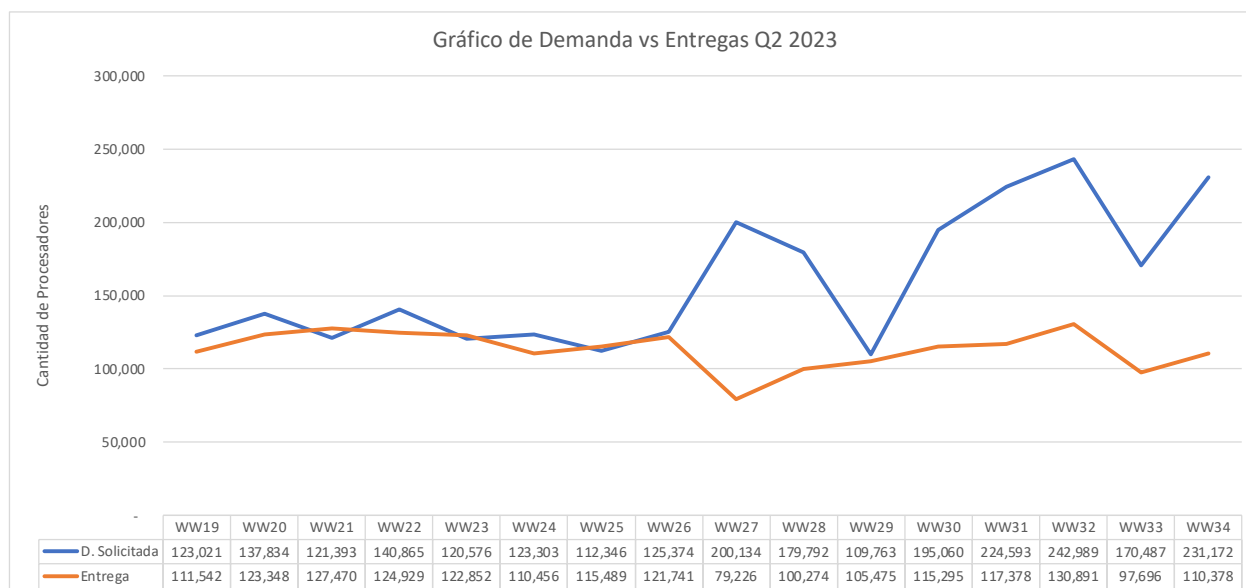
Fuente: Autor

En la tabla anterior se presenta el resultado de cada auditoría realizada en las líneas de producción, así como los eventos encontrados y las recomendaciones realizadas en el momento para registrar correctamente el estado de los equipos.

4.2.2 Pronóstico de la demanda.

Se lleva a cabo un análisis de la demanda presentada en el Q2 de 2023 en el área de EPOXY, con el objetivo de examinar la cantidad de servidores solicitados versus la cantidad entregada.

Figura 4.2.2.1: Gráfico de la demanda versus entregas en Q2 2023.



Fuente: Autor

Como se muestra en el gráfico anterior, a partir de la semana 26 no se logró cumplir con la demanda solicitada, lo que resultó en un cumplimiento del 70,91% de la cantidad total de servidores solicitados al cierre del cuatrimestre.

Tabla 4.2.2.1: Tabla de cantidad de servidores Q2.

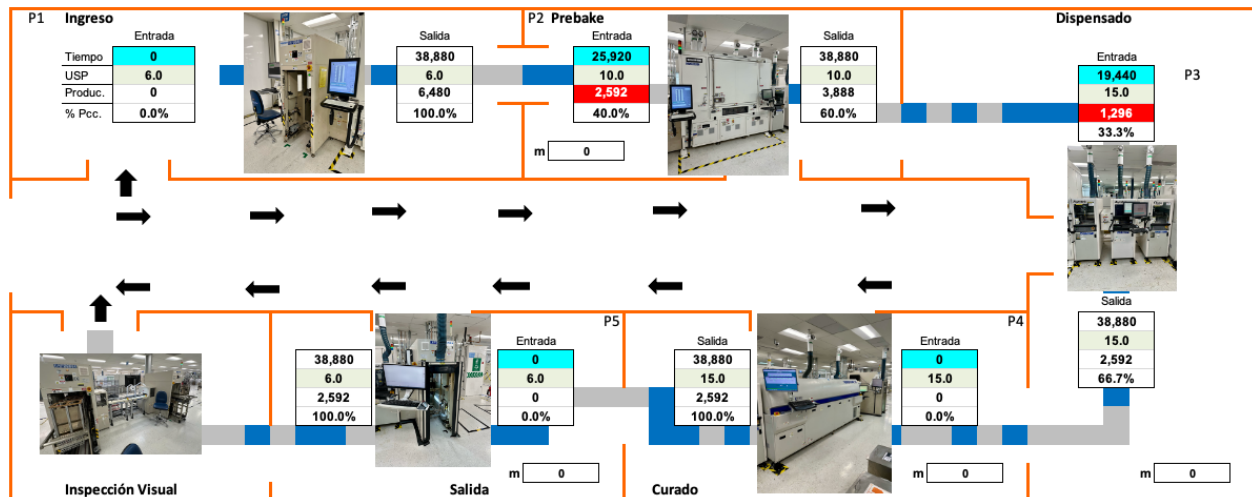
Cantidad de Servidores	Total Q2
D. Solicitada	2,558,702
Entrega	1,814,440
Porcentaje	70.91%

Fuente: Autor

4.2.3 Simulación de la capacidad actual

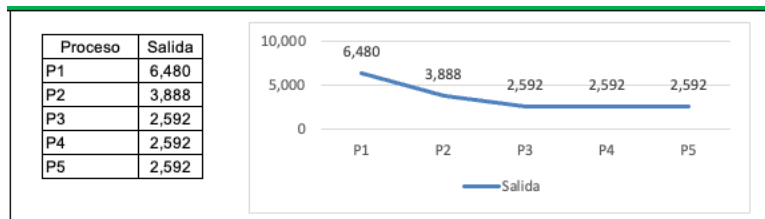
Se lleva a cabo una simulación de la capacidad actual de la línea para identificar los puntos donde se producen cuellos de botella. Esto permitirá focalizarse en las intervenciones necesarias en caso de fallos, dado que cualquier retraso adicional ocasionará un mayor impacto en este proceso.

Figura 4.2.3.1: Detalle de simulación



Fuente: Autor

Figura 4.2.3.2: Detalle de Simulación, cantidad de unidades producidas en un turno de 12 horas.



Fuente: Autor

4.3 ANALIZAR

Se procede a iniciar el proceso de análisis de las posibles causas que estén provocando el incremento de los tiempos de inactividad en el área de EPOXY en Componentes C.R.

4.3.1 Pensamiento A3.

Se lleva a cabo la elaboración de un cuadro de Pensamiento A3 para obtener una comprensión clara de la situación actual, la situación ideal y los pasos a seguir para alcanzar los objetivos del proyecto.

Figura 4.3.1: Pensamiento A3

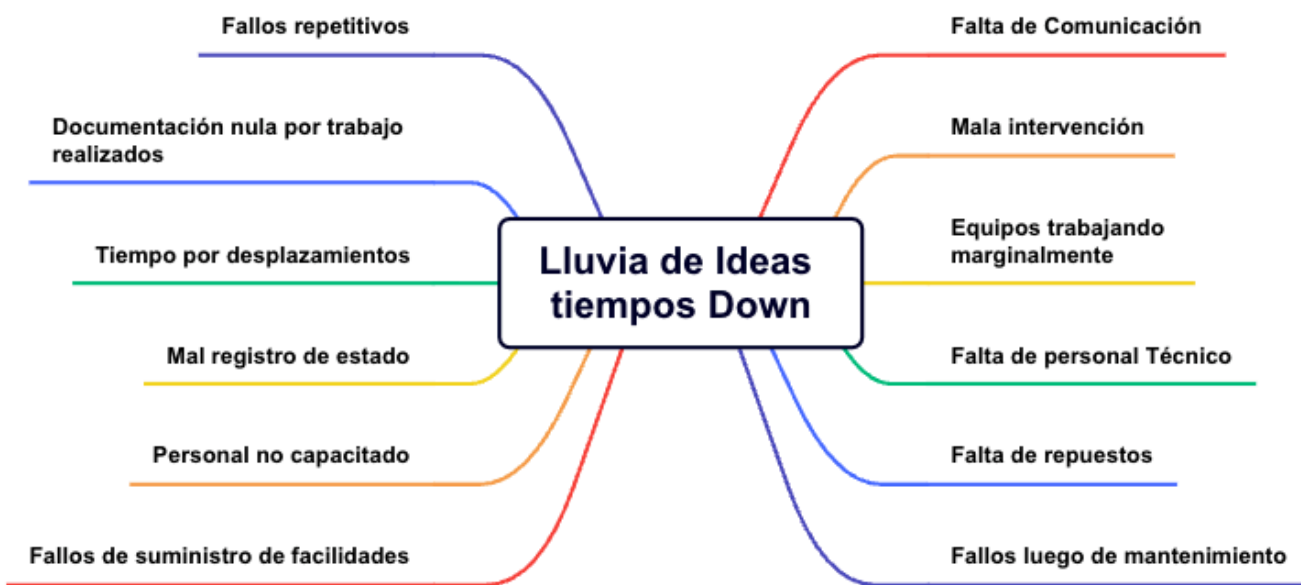
Evaluar y mejorar el tiempo de atención del área técnica de los tiempos de los equipos presentes en el área de EPOXY	
José Joaquín Céspedes Flores	
Fecha 06/04/2024	
<p>Antecedentes:</p> <ul style="list-style-type: none">Al cierre del segundo cuatrimestre del 2023, se entregó un 70.91% de la cantidad total de servidores solicitados. <p>Problema:</p> <ul style="list-style-type: none">La empresa Componentes CR ha presentado problemas en la entrega de los productos terminados en tiempo a los clientes.	<p>Estado Ideal:</p> <ul style="list-style-type: none">Tener un mayor entendimiento de los problemas que generan tiempo down.Lograr entregar el 100% de la demanda solicitada por los clientes en el tercer cuatrimestre del 2023.
<p>Situación Actual:</p> <ul style="list-style-type: none">No se tiene una idea clara de donde se encuentra el problema en la entrega de la producción.Se deben solicitar tiempos extras por la deficiencia del personal en los diferentes turnos.Se notan deficiencias en los operadores al momento del registro de los estados en los equipos.	<p>Pasos a seguir:</p> <ul style="list-style-type: none">Definir cuáles son los cuellos de botella que afectan la producción en el área de EPOXY.Generar gráficas que permitan analizar los indicadores de espera de técnicos en el área de EPOXY.Analizar las causas que provocan falta de capacidad área de EPOXY para atención de la demanda.Generar controles y herramientas que permitan mejorar el seguimiento de la producción en el área de EPOXY.

Fuente: Autor

4.3.2 Lluvia de ideas.

Se lleva a cabo una lluvia de ideas con los técnicos y operadores presentes en el área de EPOXY de Componentes C.R., con el fin de identificar las posibles causas que están impactando actualmente.

Figura 4.3.2: Lluvia de ideas.



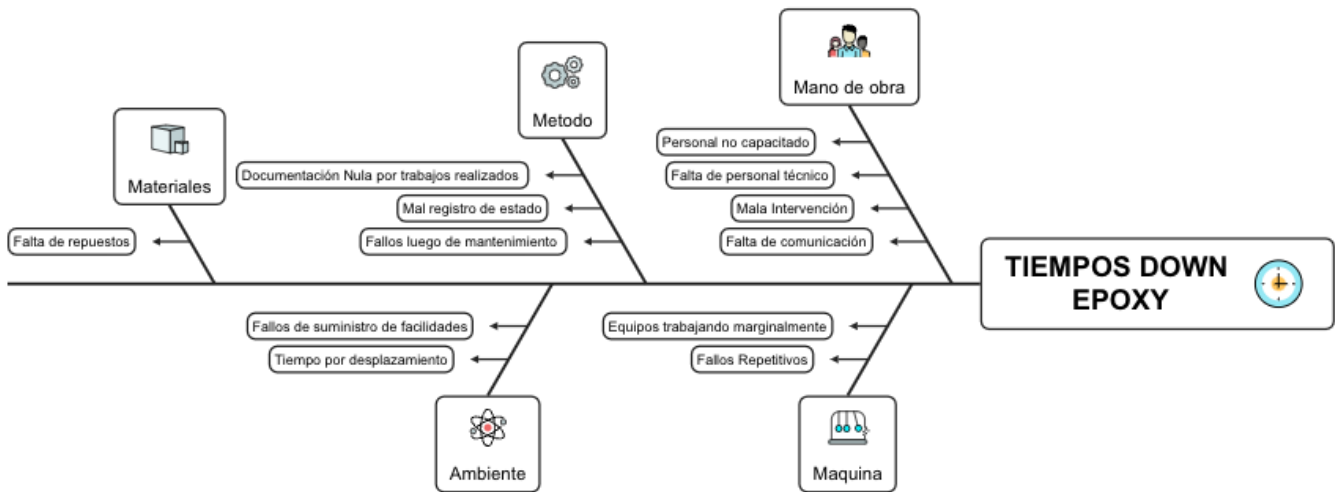
Fuente: Autor

En la figura anterior se muestran las 12 ideas que, según los técnicos y operarios en conjunto, podrían ser los principales factores que afectan el tiempo de inactividad en el área de EPOXY.

4.3.3 Diagrama de Ishikawa.

Se realiza la clasificación de las posibles causas que afectan el área de EPOXY en Componentes C.R.

Figura 4.3.3: Diagrama de Ishikawa.



Fuente: Autor

4.3.4 Multivoto.

En la siguiente figura se muestra el cuadro de Multivoto.

Figura 4.3.4: Multivoto.

Multivoto							
Causas posibles	Oscar	María	Thais	José	David	Total	%
Falta de personal Técnico	10	15	10	20	15	70	14 %
Mal registro de estado	15	10	10	10	10	55	11 %
Fallos luego de Mantenimiento	15	15	10	4	10	54	10.8 %
Personal no Capacitado	15	5	10	10	10	50	10 %
Tiempo por desplazamiento	4	5	5	15	15	44	8.8 %
Fallos repetitivos	7	10	10	10	6	43	8.6 %
Fallos de Suministro de Facilidades	4	10	10	5	10	39	7.8 %
Equipos Trabajando Marginalmente	10	6	10	6	4	36	7.2 %
Mala Intervención	5	5	10	5	5	30	6 %
Documentación Nula por trabajos realizados	5	10	5	5	5	30	6 %
Falta de repuestos	5	5	5	5	5	25	5 %
Falta de comunicación	5	4	5	5	5	24	4.8 %
Totales	100	100	100	100	100	500	100 %

Fuente: Autor

En la figura anterior se proporciona el detalle de la votación realizada por cinco técnicos del área de EPOXY. Cada uno de ellos contaba con 100 puntos para asignar en las diferentes causas de los tiempos de inactividad presentes. La causa "falta de personal técnico" obtuvo la puntuación más alta, con 70 puntos.

4.3.5. Diagrama de Pareto

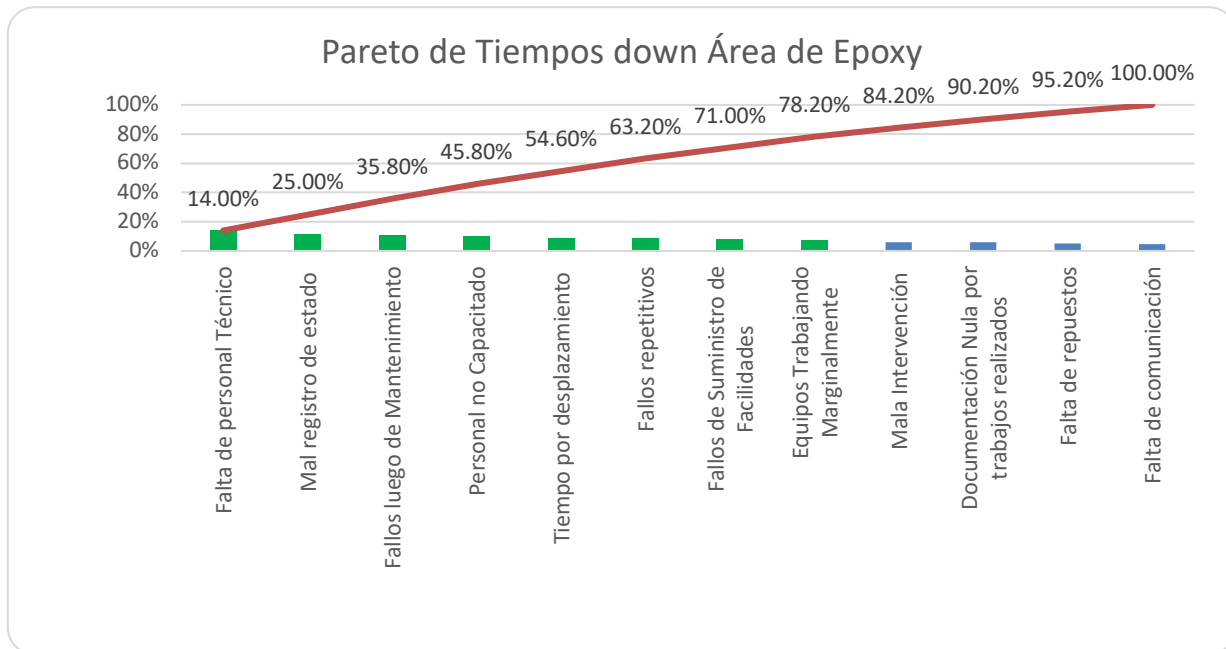
En la siguiente figura se muestra el cuadro de los datos tabulados, con el cual se construye el gráfico de Pareto.

Figura 4.3.5: Tabla de Pareto.

Pareto Componentes CR		
Causas posibles	Frecuencia	% Acumulado
Falta de personal Técnico	14 %	14 %
Mal registro de estado	11 %	25 %
Fallos luego de Mantenimiento	10.8 %	35.8 %
Personal no Capacitado	10 %	45.8 %
Tiempo por desplazamiento	8.8 %	54.6 %
Fallos repetitivos	8.6 %	63.2 %
Fallos de Suministro de Facilidades	7.8 %	71 %
Equipos Trabajando Marginalmente	7.2 %	78.2 %
Mala Intervención	6 %	84.2 %
Documentación Nula por trabajos realizados	6 %	90.2 %
Falta de repuestos	5 %	95.2 %
Falta de comunicación	4.8 %	100 %
Totales		

Fuente: Autor

Figura 4.3.5: Gráfico de Pareto.



Fuente: Autor

En la figura anterior se muestra el orden de las causas que generan un mayor impacto en los tiempos de inactividad del área de EPOXY de Componentes C.R.

Posibles causas a evaluar:

1. Falta de personal técnico

Se atribuye esta causa al hecho de que actualmente hay 16 líneas de producción en el área de EPOXY y solamente 4 técnicos para brindar soporte, lo cual significa que, en caso de incapacidad, entrenamiento o incluso durante los tiempos de comida, solo 3 técnicos están presentes en el área al mismo tiempo.

2. Mal registro de estado

Durante la operación de la línea de producción, se requiere realizar configuraciones en la línea, lo que implica cambios de válvulas u otros elementos consumibles en los diferentes equipos de la línea de producción. Sin embargo, los operadores rara vez recuerdan actualizar el estado de "Inactivo" a "En producción", lo que resulta en datos incorrectos en las mediciones. Este problema se abordó durante la rutina del *Gemba Walk*, lo que permitió mejorar la forma en que se registran los estados de los equipos.

3. Fallos luego de mantenimiento

Durante el presente año, se ha implementado un equipo encargado de realizar mantenimiento preventivo en las líneas de producción del área de EPOXY. Sin embargo, actualmente no se cuenta con la experiencia adecuada, lo que resulta en fallos después de la intervención.

4. Personal no capacitado

Se han producido rotaciones en el personal operativo, lo que ha creado una sensación de falta de experiencia y ha afectado la fluidez del trabajo, que anteriormente se realizaba a mayor velocidad.

5. Tiempo por desplazamiento.

Dentro del área de EPOXY, existe un desplazamiento significativo, ya que está dividida en dos ambientes. El área "100k" alberga la mayor concentración de equipos, mientras que en el área "10k" solo se encuentran 3 equipos. Esta división requiere un cambio de indumentaria y un recorrido de 225 metros cada vez que un técnico necesita brindar soporte a los equipos. Este recorrido se muestra en la siguiente imagen.




Figura 4.3.6: Diagrama de Recorrido.



Fuente: Autor

En el diagrama anterior se muestra el recorrido entre los pisos de producción, los cuales se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 4.3: Distancias de recorrido.

Figura	Distancia
	125 m
	25 m
	75 m

Fuente: Autor

En la tabla anterior se detalla la distancia de los recorridos entre las áreas de EPOXY. La distancia de 125 m corresponde a la sala de 100k, donde solamente se requiere usar gabacha y protectores para los zapatos.

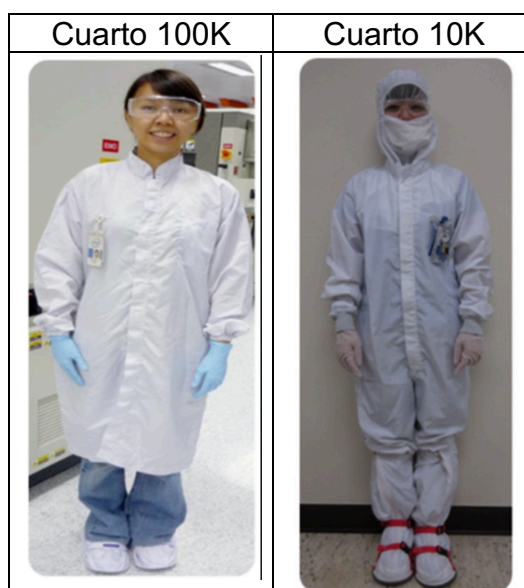
En la estrella de color amarillo se encuentra la sala donde se debe realizar el cambio de la gabacha y los protectores de los zapatos para vestir ropa normal.

La distancia de 25 m es la distancia entre salas. En este caso, la estrella amarilla representa el cambio necesario para ingresar al cuarto de 100k, mientras que el triángulo verde indica el ingreso al 10k.

En el triángulo de color verde se encuentra la sala donde se ingresa con ropa normal y se debe realizar el cambio a un enterizo, botas altas, estilo pasamontañas y guantes de neopreno, ya que se trata de un cuarto con condiciones de cuarto limpio, con un máximo de 10 mil partículas por millón.

La distancia de 75 m corresponde al trayecto desde el ingreso de la sala hasta la primera máquina de EPOXY en el cuarto del 10k.

Figura 4.3.1: Comparación de Indumentaria en el cuarto de 100k versus 10K.



Fuente: Autor

En la figura anterior se muestran las dos vestimentas que se utilizan en las dos áreas presentes en el piso de ensamblaje. Además, existe la variable de que cada dos semanas se deben realizar cambios en todos los elementos de cada tipo de vestimenta.

6. Fallos repetitivos.

Durante el proceso de recopilación de datos, se identificaron los eventos que ocurrieron durante el Q2 y en qué submódulos se presentaron. Estos se detallan a continuación en la siguiente figura:

Figura 4.3.7: Tabla de fallos recurrentes

Alarm / Root Cause	Repair Code	Entity / Sub Entity	Equipment Type	Total Hours from: Q3'23 to: Q3'23
CARRIER JAM	CARRIER JAM			40.22
				40.22
unloader failure	unloader failure			23.52
				23.52
S922 (Disp): Asymtek Failure Root Cause				18.87
Air pressure abnormal	Air pressure abnormal	ASV00026	UF3	9.08
		ASV00020	UF3	3.97
		ASV00038	UF1	1.38
		ASV00029	UF2	0.40
		ASV00037	UF2	0.28
				15.10
				15.10
CONV BELT ISSUE	BELT ISSUE	HFO00004	REFLOW	6.66
		HFO00009	REFLOW	4.45
				11.11
				11.11
Carrier jam, roller stuck	Carrier jam, roller stuck	HVO00011	VCO	4.46
		HVO00005	VCO	4.19
				8.65
				8.65
Conveyor wheel issue	Conveyor wheel issue			6.66
				6.66
Conveyor module issue	Conveyor module issue			5.20
				5.20
PC/SW issue	PC/SW issue			3.60
				3.60

Fuente: Autor

Se observa que la mayor cantidad de horas se destina a reparar un atasco en el carril del horno de precocinado. La causa raíz de este evento es una mala ejecución al realizar un ajuste en los niveles, por lo que se le da énfasis en mitigar estas horas destinadas a reprocesos.

7. Fallos de suministro de facilidades

Como se muestra en la tabla anterior, durante el mes de septiembre se presentaron fallos en el suministro de PCW (Suministro de Agua para el Proceso). Durante este mes, las fallas acumuladas sumaron 3,60 horas de tiempo inactivo.

8. Equipos trabajando marginalmente.

Se presentan fallos en las máquinas donde los equipos pueden continuar el proceso, aunque no con una disponibilidad del 100%. Los equipos pueden seguir operando, pero con una degradación de hasta un 50%, lo que significa que los lotes de producción tardan el doble en este período.

CAPÍTULO V. PROPUESTA

5.1 MEJORAR

Las propuestas de mejora son las siguientes:

1. Falta de personal: Se realiza el análisis en el tercer trimestre y se presenta un programa piloto para implementar un horario flexible para los técnicos del área de EPOXY, con el fin de abordar el problema de la falta de personal.

Tabla 5.1: Detalle de Flex para el turno nocturno en el área de EPOXY.

Flex Q3 técnicos de EPOXY

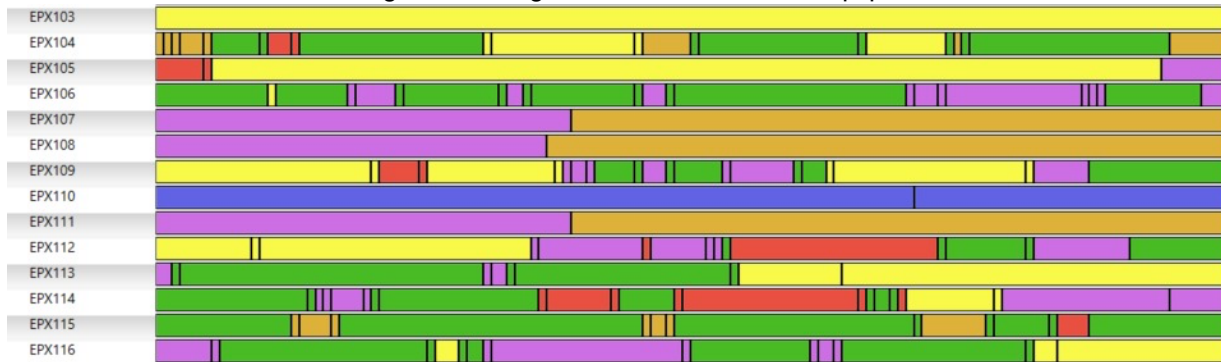
	WW36	WW37	WW38	WW39	WW40	WW41	WW42	WW43	WW44	WW45	WW46	WW47	WW48	WW49	WW50	WW51
Turno 4																
Bernal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bryan	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Daniel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Esteban	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Martin	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Warner	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Turno 6																
Jose	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Luis	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Juan	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Mario	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Fuente: Autor

En la tabla anterior se muestra un ejemplo del horario flexible implementado durante el cuarto trimestre. Este es un ejemplo de los dos turnos nocturnos, los cuales fueron implementados en los 4 turnos, generando así la presencia de al menos cinco técnicos durante cada turno, lo que mejora el tiempo de atención sin necesidad de contratar nuevo personal.

2. Mal registro de estado: Se coordinará un entrenamiento de reforzamiento dirigido por el equipo de entrenamiento para los operarios, con el objetivo de mejorar el registro de estados. Para más detalles sobre los tiempos, ver el Gantt del próximo capítulo. Después de realizar la rutina y el seguimiento del *Gemba Walk*, estos son los resultados, así como una visualización de la situación durante el segundo trimestre.

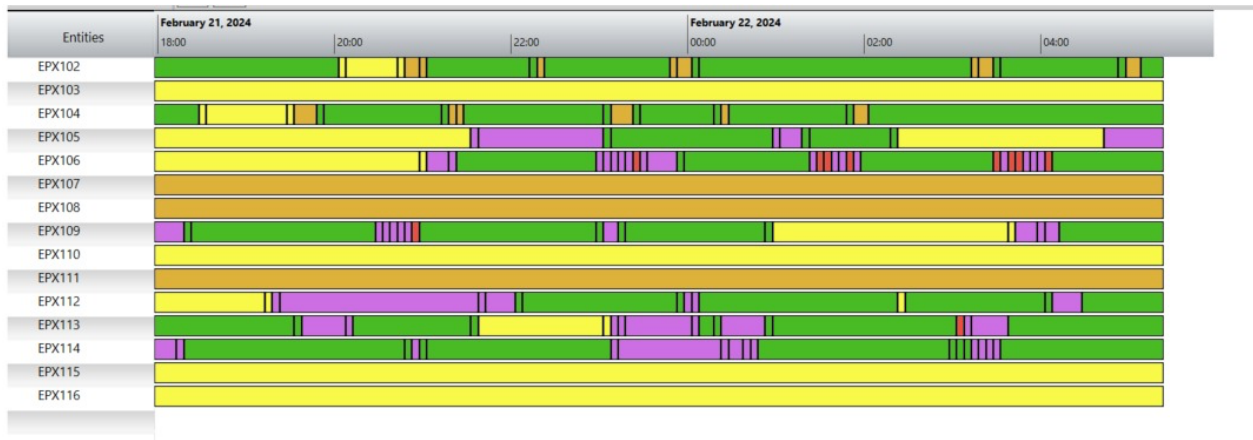
Figura 5.2: Registro de estados de los equipos en Q2.



Fuente: (Componentes C.R., 2023).

En la imagen anterior se muestra que en los equipos EPX112 y EPX114 hay una barra de color rojo, la cual indica el tiempo en que el equipo estuvo inactivo debido a un registro incorrecto del estado del equipo, ya que los dos operadores no estaban atentos a los cambios en el mismo.

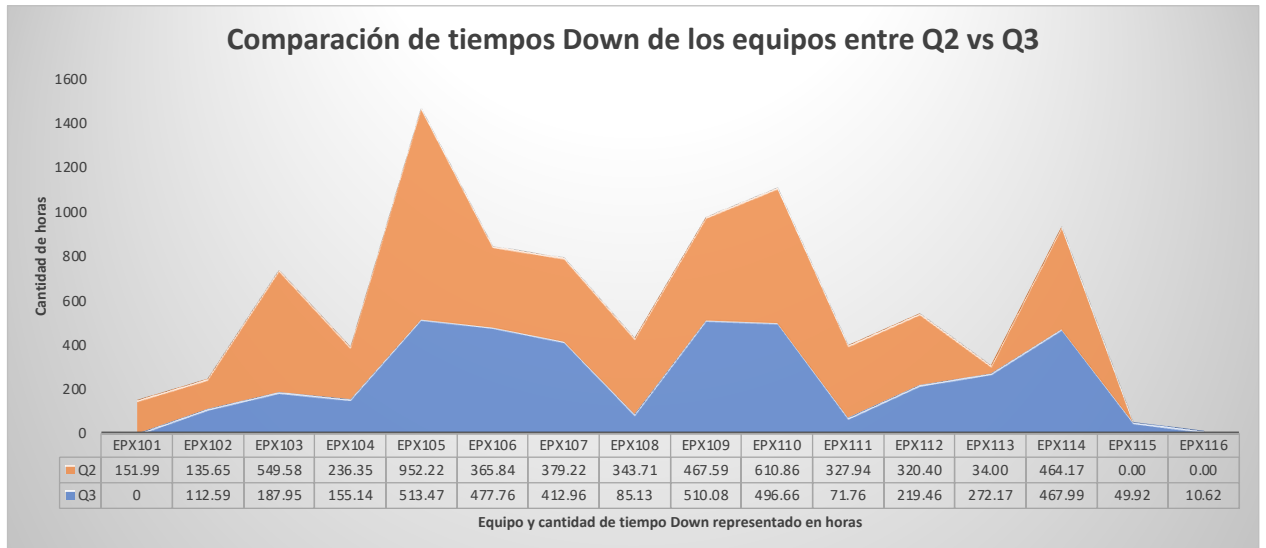
Figura 5.2.1: Registro de estados de los equipos en Q3.



Fuente: (Componentes C.R., 2023).

En la imagen anterior se observa que, luego de implementar las caminatas y el seguimiento a los equipos, los tiempos de inactividad causados por falta de atención se han reducido al mínimo, lo que justifica el proceso de seguimiento.

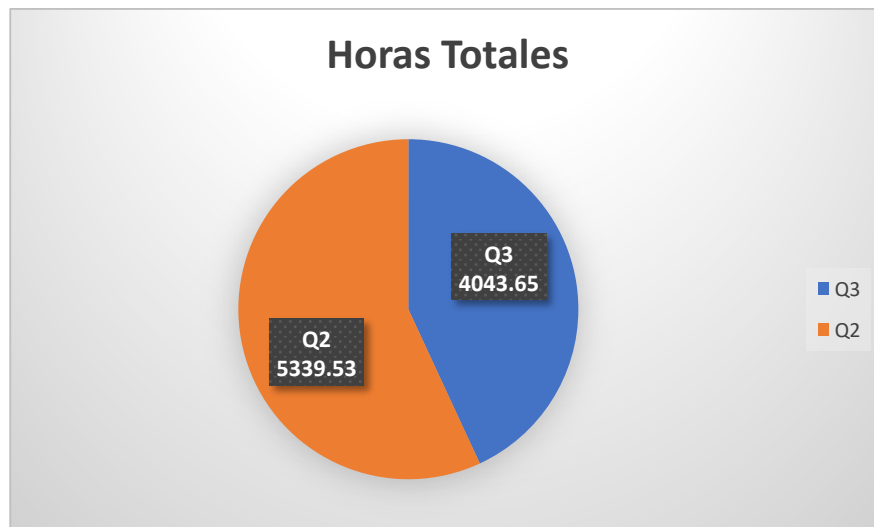
Figura 5.2.2: Comportamiento de los tiempos down entre Q2 y Q3.



Fuente: Autor

En la figura anterior se muestra el comportamiento de los tiempos de inactividad durante los dos periodos estudiados. El área naranja representa el segundo trimestre (Q2), durante el cual no se estaba realizando un seguimiento de los tiempos en que los equipos no eran productivos, mientras que el área azul indica el progreso gradual de la implementación de las propuestas.

Figura 5.2.3: Comportamiento de los tiempos down totales entre Q2 y Q3.



Horas Totales	Q2	Q3	Delta
	5339.53	4043.65	1295.88

Fuente: Autor

En la figura anterior se muestra una disminución en la cantidad de horas en que los equipos estuvieron inactivos, lo que equivale a un estado no productivo. Se observa una reducción de 1295,88 horas en el tercer trimestre (Q3), durante el cual se implementaron las propuestas.

3. Fallos posteriores a mantenimientos: Se están llevando a cabo dos acciones simultáneamente. La primera consiste en un plan de recertificación para los técnicos del equipo de mantenimiento, dirigido por el equipo de entrenamiento. La segunda acción implica la integración de los técnicos más experimentados de los cuatro turnos con el equipo de mantenimiento, con el objetivo de formar un grupo orientado a eliminar problemas después de una intervención. Este plan será desarrollado por cada uno de los supervisores de turno para identificar qué técnico asumirá estas funciones adicionales.
4. Personal mal capacitado: Se eliminará mediante los planes establecidos en los puntos 2 y 3.
5. Tiempos de desplazamiento: Se está colaborando con el departamento de Ingeniería Industrial para actualizar los equipos que se encuentran en el 100k, de modo que todos los equipos tengan la capacidad de trabajar con todos los productos. Esto generaría una disminución en los tiempos de desplazamiento de los técnicos al atender una avería, reduciendo 20 minutos en cada atención que requiera desplazamiento.

Tabla 5.2: Detalle de los equipos que se encuentran validados.

Process Family	Operation	Total Recipes	EPX102	EPX104	EPX105	EPX106	EPX107	EPX109	EPX110	EPX112	EPX113	EPX114	EPX115	EPX116
			EPXWC	EPXWC	EPXZA	EPXYB	EPXYB	EPXZA	EPXZA	EPXYB	EPXZA	EPXZA	EPXVB	EPXZA
CLXXCP	1225	1	Y										Y	Y
CPXXCP	1225	2	Y	Y		D	D			D		Y	D	
EMRMCP	1225	5			Y			Y	D		Y	Y		Y
EMRXCP	1225	3				Y	Y			Y				
GNRXCP	1225	1						Y						
IOXHCP	1225	6	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	E	Y	Y		
IOXHJT	1225	6	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y		Y	Y		
IOXXCP	1225	7	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	E	Y	Y		
SFHD1S	1225	1									Y			
SFHD2S	1225	1									Y			
SFHDCC	1225	1									Y			
SPR112	1225	2				Y	Y							
SPR12S	1225	1				Y	Y			Y				
SPRMCP	1225	7			Y			Y	D		Y	Y		Y
SPRWSP	1225	7			Y			Y	Y		Y	Y		Y
SPRXCP	1225	2				Y	Y			Y				
SPRXCS	1225	3				Y	Y			Y				

Fuente: (Componentes C.R., 2023).

En la tabla anterior se muestra el progreso durante el cuarto trimestre (Q4) por parte del departamento de Ingeniería para utilizar los equipos ubicados en el área del 100k, con el fin de reducir los tiempos de desplazamiento.

- Fallos repetitivos: Se ha iniciado un proyecto dirigido por el supervisor del turno 6 y los ingenieros del módulo para crear un sistema de tiquetes utilizando la metodología KANBAN para dar seguimiento a los fallos que ocurren de manera repetitiva. Se adjunta una imagen de las pruebas realizadas antes de implementar el plan piloto en producción en los cuatro turnos.

Figura 5.1: Kanban de Seguimiento de Equipos



Fuente: Componentes C.R. 2023

- Fallos en el sistema de Facilidades: Se trabajará en la documentación de los incidentes. Sin embargo, es complicado prevenir estos incidentes.

8. Equipos trabajando de manera marginal: Se está colaborando con el departamento de compras para tener disponible un stock de repuestos que nos permita intervenir los equipos de manera oportuna.

Ganancias económicas

La siguiente tabla demuestra la inversión aproximada para esta solución:

Tabla 5.3: Tabla de inversión de propuestas.

Descripción del Costo	Cantidad de días Realizando la tarea	Costo considerando cargas sociales
Encargado de Entrenamiento al Dep. Técnico	8	₡249 362,34
Encargado de Entrenamiento a los Operarios	8	₡165 173,45
Encargado de Aplicaciones	12	₡247 760,17
Total de inversión	28	₡662 295,96

Fuente: Ministerio de Trabajo. 2024

Esta tabla muestra la inversión aproximada para las soluciones de entrenamiento y la implementación del sistema de tiquetes Kanban

Resumen de ganancias proyectadas.

Tabla 5.4: Tabla de ganancias proyectadas en tiempo de producción.

Horas Totales	Q2	Q3	Delta
	5339.53	4043.65	1295.88

Fuente: Autor

En la tabla anterior se muestra un incremento de 1 295 horas, luego de realizar las propuestas iniciales.

Tabla 5.5: Tabla de ganancias proyectadas expresadas en dólares americanos.

Cantidad de procesadores equivalentes al 4.51%	846
Precio promedio de Procesador	\$ 5,000.00
Ganancia en Dolares	\$ 4,227,728.94
Tipo de cambio	₺ 510.00
Monto total de Ganancias	₺ 2,156,141,759.53

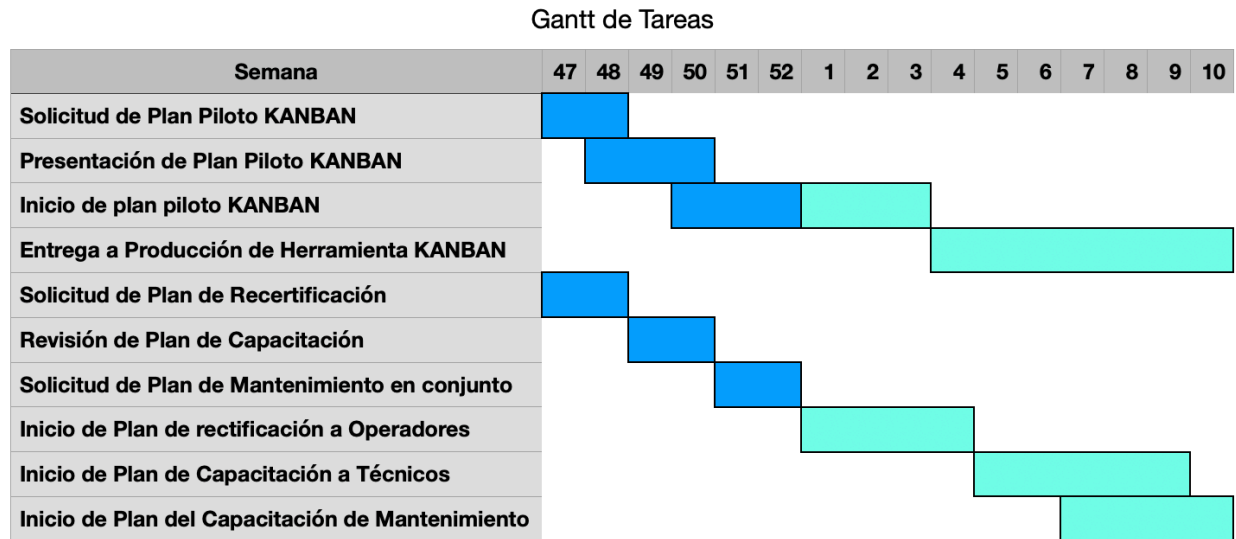
Fuente: Autor

En la tabla anterior se muestra la ganancia obtenida después de la mejora de tiempos. Al utilizar un precio promedio de venta de \$5 000,00 por unidad, el ingreso en ventas asciende a \$4 227,72. Esto fundamenta el trabajo realizado en los últimos cuatro meses del año 2023.

5.2 CONTROLAR

Plazos de entrega de los planes anteriormente mencionados.

Figura 5.2: Gantt de actividades.



Fuente: Autor

En la figura anterior se muestra la distribución de las tareas a desarrollar y las fechas de entrega. Las tareas de color azul representan las desarrolladas en el año en curso, mientras que las de color cian son las que se llevarán a cabo en el próximo año 2024.

5.2.1. OKR

Dado el resultado presentado en el tercer trimestre de 2023, se establecen OKR para cada uno de los técnicos del área de EPOXY. Esto con el fin de dar continuidad al seguimiento realizado durante el plan piloto y compartirlo en todos los turnos.

Figura 5.2.1: OKR técnicos de EPOXY.

Objective	Key Result	Goals/"As Measure By"	Q1
Grow the talent through technical training	KR1.1: 100% completion of compulsory training timely	1.1.1: 100% on-time Mandatory training completion, NPI, TCR and Spec training R&U posted	Met Key Result
		1.1.2: 0 scheduled certification delays	Met Key Result
	KR1.2: Meet all L2-L3 Certification requirements	1.2.1: 0 lack-of-practice induced decertification	Met Key Result
		1.2.2: 100% L2 cert package for pre-defined tools to increase flexibility (5-7 Subtool at Assembly) and 2 (Test) , gain at least 1 L3 operation certification (Yearly Goal)	Met Key Result
		1.2.3: Achieve L3/FSE-E/Tool master assessment	Met Key Result
	1.2.4: 2 BKM/knowledge sharing per quarter	Met Key Result	
Quality and Safety are compelling differentiators for TEG	KR2.1: Full SOP compliance on Safety	2.1.1: 100% completion of pre-requisite Safety Gen Core training timely (e.g. COHE, BES, Ergo, HAZCOM) etc	Met Key Result
		2.1.2: 3 GC closure per quarter Safety	Missed Key result
		2.1.3: 0 violation of PTP use for activities out of spec	Met Key Result
	KR2.2: Report out Safety and Control Good Catches	2.2.1: 0 finding during COHE & LOTO audits for PMs & Troubleshooting	Met Key Result
		2.3.1: 0 YIs due to violation SOP/miss operation incident	Met Key Result
	KR2.3: Full SOP compliance on Quality	2.3.2: 0 SOP/RFC violation/miss operation induced quality control incident (XRB) or near miss	Met Key Result
		2.3.3: 0 SOP knowledge gap detected thru audits	Met Key Result
	KR2.4: Report out Quality and Control Good Catches	2.4.1: 3 GC per quarter Quality	Missed Key result
2.4.2: 0 quality events without MTP ticket		Met Key Result	
TEG is recognized as an efficient and cost effective organization	KR3.1: Enable a project or an idea to Save at least \$250 or avoid impact in department budget	3.4.1: Identify spares in good conditions to be send to IHR and keep tracking	Met Key Result
		3.4.2: Zero wiings escalations due to incorrect Machine ID/cost center	Met Key Result
		3.4.3: Identify spares in good conditions to be returned as harvest	Met Key Result
		3.4.4: Return unused parts to wings and document RMAs when required	Met Key Result
Achieve World Class Operations Excellence	KR4.1: Meet USDT/ SDT indicators	4.1.1: Consistently demonstrate the capability of recovering the tool effectively without repeated triggering similar issues timely. (Judgement needed from Managers through observation)	Met Key Result
		4.1.2: Achieve 80% SD use to achieve 100% NPI ramps and 100% Cycle Time goals for each CRAT product	Met Key Result
		4.1.3: Meet AV of the limiter tool 90% of the time.	Missed Key result
		4.1.4: Meet 100% equipment MOR (Availability, EUPH)	Met Key Result
	KR4.2: Meet Perfect PM indicators	4.2.1: Achieve 90% Perfect PM (execution time and 48h warranty), conversion and Set Up goals	Met Key Result

Fuente: Autor

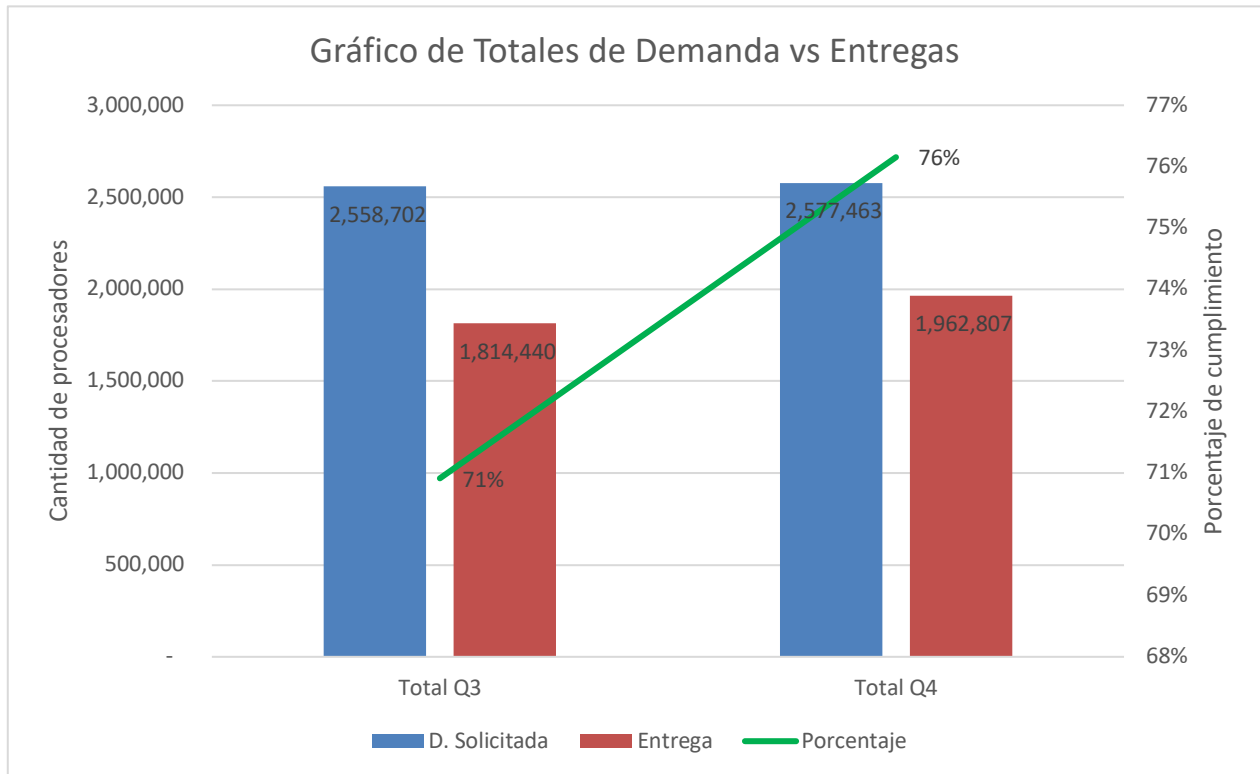
En la figura anterior se muestra el detalle de los OKR, enfocados en el punto número 4, centrándose en el punto número 4 donde se detallan las metas que deben alcanzarse para ser evaluadas al cierre de cada cuatrimestre.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A continuación, se detallan las principales conclusiones y recomendaciones obtenidas en el desarrollo del presente estudio.

Conclusiones

- Se reforzó el método de comunicación entre los turnos.
- Se realizó un primer plan de capacitación para los operarios y técnicos.
- Porcentaje de incremento de la demanda de Q2 a Q3 0,73%
- Se realizó una mejora de un 4,51% en la entrega de procesadores en el Q3.



Recomendaciones

- Continuar con el plan de capacitaciones de los operadores y los técnicos.
- Continuar con el movimiento de los equipos, para no tener el área de EPOXY en dos cuartos diferentes.

REFERENCIAS

Libros

- Barrantes Echavarría, R. (2014). *Investigación: Un camino al conocimiento un enfoque cualitativo, cuantitativo y mixto*. San José, Costa Rica: EUNED.
- Bernal Torres, C. (2010). *Metodología de la investigación: administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. Bogotá D.C., Colombia: Pearson Educación Ltda.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, M. (2014). *Metodologías de la investigación*. Sexta Edición, México: McGraw Hill.
- Molina, Z. (1997). *Planeamiento Didáctico: Fundamentos, principios, estrategias y procedimientos para su desarrollo*. Primera edición, EUNED: San José, Costa Rica.

Proyectos de investigación.

- Astúa, Y. (2018). *Reducción del tiempo en el cambio de molde segmentado mediante el método DMAIC y la herramienta SMED en la empresa Bridgestone Costa Rica, en el periodo de enero hasta agosto del 2018*. (Trabajo final de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial con énfasis en Mejora Continua). Universidad Latina de Costa Rica, sede de Heredia.
- Bazán, A., Pereda, S. (2017). *Propuesta de mejora en la gestión operacional y logística para incrementar la rentabilidad de la empresa Dhl Supply Chain Ltda. Sede Lapa – Sao Paulo* (Trabajo de graduación para optar por el título de Ingeniera Industrial). Universidad Privada del Norte. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/27188>
- Bolaños, J (2022). *Implementación de mejora en los tiempos de llenado de la empresa Interquin de Grecia, S.A.* (Trabajo de graduación para optar por el título de Licenciatura en Ingeniería Electromecánica) Universidad Latina de Costa Rica, sede de Heredia.
- Cid, M., Núñez, M. (2018). *Propuesta de mejora en el sistema de inventarios y la automatización del reporte de producción de la línea de interruptores en la empresa Microtechnologies, Costa Rica*. (Trabajo final de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial con énfasis en Mejora Continua). Universidad Latina de Costa Rica, sede de Heredia.
- Divulgación LEAN (2020). *Técnica SMED. Reducción Del Tiempo De Preparación*. <http://lean.cdiconsultoria.es>
https://repositorio.ulatina.ac.cr/bitstream/20.500.12411/1600/1/TFG_Ulatina_Jonathan_Bolaños_Alfaro_20170210638.pdf

https://repositorio.ulatina.ac.cr/bitstream/20.500.12411/867/1/TFG_Ulatina_Yustin_Astua_Bermudez.pdf

Nathan, M., González, G. (2020). *Lean Six Sigma, Una metodología aplicada a procesos reales*. <https://www.izertis.com/es/-/blog/lean-six-sigma-una-metodologia-aplicada-a-procesos-reales>

Ortiz, F.I (2010). *Reducción de tiempos de preparación. Un enfoque práctico*. (4th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management XIV Congreso de Ingeniería de Organización). http://adingor.es/congresos/web/uploads/cio/cio2010/LEAN_MANUFACTURING_AND_CONTINUOUS_IMPROVEMENT/1029-1036.pdf

Rodríguez, D. (2021). *Actualización de estándares de producción, tiempo de ciclo, personas y factor de eficiencia en las líneas de producción "Pantera" de Viant Costa Rica para el control de producción y mejora de reabastecimiento de material*. (Trabajo de graduación para optar por el título de Licenciatura en Ingeniería Industrial con énfasis en Logística). Universidad Latina de Costa Rica. https://repositorio.ulatina.ac.cr/bitstream/20.500.12411/1691/1/TFG_Ulatina_David_Rodriguez_Gutierrez_20160220021.pdf

Vásquez, V. (2021). *Mejora del tiempo de proceso de análisis y verificación de la dirección de ejercicio profesional del Colegio Federado De Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica* (Trabajo de graduación para optar por el título de Licenciatura en Ingeniería Industrial). Universidad Latina de Costa Rica Sede San Pedro. https://repositorio.ulatina.ac.cr/bitstream/20.500.12411/1447/2/TFG_Ulatina_Valeria_Vasquez_Aguilar_20150120190.pdf

Velazco, E. (2023). *Optimización de tiempos de atención de fallas en redes de distribución de energía eléctrica* (Trabajo de graduación para optar por el título de Magister en Ingeniería Eléctrica Con énfasis en Sistemas de Potencia). Universidad Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. <https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/2271>

Fuentes de Internet

Aiteco Consultores, SL. (1999-2023). Multivotación: Seleccionando las Mejores Ideas. <https://www.aiteco.com/multivotacion-seleccionando-las-mejoresideas/>

Análisis FODA. (2023). *Análisis FODA*. <https://www.analisisfoda.com>.

Asq Org. (2005). *El Retorno de Inversión*. <http://asq.org/quality-progress/2005/05/problem-solving/el-retorno-de-inversion.html>

Asq Org. (2005). *El Retorno de Inversión*. <http://asq.org/quality-progress/2005/05/problem-solving/el-retorno-de-inversion.html>

EBAC. (2023). *Que es la lluvia de ideas y como hacerla*. <https://ebac.mx/blog/que-es-la-lluvia-de-ideas>.

HubSpot, Inc. (2023). Diagrama de Flujo, 15 herramientas de planeación estratégica estelares para 2023 <https://blog.hubspot.es/marketing/herramientas-planeacion-estrategica>

HubSpot, Inc. (2023). Diagrama de Gantt, 15 herramientas de planeación estratégica estelares para 2023 <https://blog.hubspot.es/marketing/herramientas-planeacion-estrategica>

HubSpot, Inc. (2023). Diagrama de Pareto, 15 herramientas de planeación estratégica estelares para 2023 <https://blog.hubspot.es/marketing/herramientas-planeacion-estrategica>

HubSpot, Inc. (2023). Diagrama de SICOP, Mapeo de procesos: qué es, cómo realizarlo y las mejores herramientas <https://blog.hubspot.es/marketing/mapeo-de-procesos>

HubSpot, Inc. (2023). Plan de capacitación de una empresa: fases, objetivos y ejemplos <https://blog.hubspot.es/marketing/plan-de-capacitacion>

HubSpot, Inc. (2023). *Qué es el diagrama de Ishikawa, para qué sirve, cómo crearlo y ejemplos*. <https://blog.hubspot.es/sales/diagrama-ishikawa>.

HubSpot, Inc. (2023). Qué es el seguimiento de un proyecto y cómo hacerlo <https://blog.hubspot.es/marketing/seguimiento-de-proyectos>

HubSpot, Inc. (2023). Qué son los OKR, para qué sirven y ejemplos <https://blog.hubspot.es/marketing/los-objetivos-smart-no-siempre-bastan>

Ingeniería Industrial online. (2023). Diagrama de Recorrido. <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/ingenieria-de-metodos/diagrama-de-recorrido/>.

Kanban tool (2009-2023). ¿Por qué utilizar la metodología Kanban? <https://kanbantool.com/es/metodologia-kanban>

Kanbanize (2023). ¿Qué es el Pensamiento A3? <https://kanbanize.com/es/gestion-lean/mejora-continua/resolucion-de-problemas-a3>

Kanbanize (2023). ¿Qué es Kaizen? <https://kanbanize.com/es/gestion-lean/mejora-continua/que-es-kaizen>

Kanbanize (2023). ¿Qué es la Mejora Continua? <https://kanbanize.com/es/gestion-lean/mejora-continua/que-es-la-mejora-continua>

Leantools. (2017). Diagrama de SICOP, <https://www.herramientaslean.com/mapeo-de-procesos-sipoc/>

Project Management Institute, Inc. (2020). *¿Qué es un Project Charter?* <https://www.pmi.org/learning/library/project-charter-template-improving-planning-process-1986>

Psicología y Mente. (s.f.). *Registro anecdótico: qué es y cómo se usa en psicología y educación.* <https://psicologiaymente.com/clinica/registro-anecdótico>

SafetyCulture (2023). Cómo el método DMAIC puede ayudar a su empresa a mejorar su rendimiento. <https://safetyculture.com/es/temas/dmaic/#:~:text=DMAIC%20es%20una%20metodología%20de,los%20residuos%20en%20sus%20procesos.>

SafetyCulture (2023). Paseo por el Gemba: Significado, proceso y ejemplos <https://safetyculture.com/es/temas/gemba-walk/>

Teoría General del Sistema. (2010). *Diagramas causales.* <http://teoriageneralsistema.blogspot.com/2010/11/diagramas-causales-un-diagrama-causal.html>

APÉNDICES Y ANEXOS

Sistema de seguimiento de estados donde se muestran los equipos de EPOXY.



Base de datos donde se tomaron los datos de los tiempos down del área de EPOXY.

SQLPathFinder 3 (Main - 28279) - [usdt dDATA.VG2 (L0)]

File Query Connect Tools Help

Show All Rows

Columns Filters Joins

	AndOr	()	Column	Operator	Value	()	Level	Key
1	AND		a0.interval_start_date	Between	1-MAY-2023 0...		v,0	
2	AND		a0.entity	Is Not Null			v,0	
3	AND		a0.facility	=	'A06'		v,0	
4	AND		a0.entitygroup3	Like List	'EPX%'		v,0	
5	AND		a1.entity	Like List	'EPX%'		v,0	
6	AND		a1.bxn_date	>=	06-May-2023 0...		v,0	

Clear
Del
Up
Down

Shows the image of key if this is a potential index to use in the search. May also store an E if this column is transformed to an Expression. You can use an Expression to compare one column with another column versus comparing a column with some set of values

SQLPathFinder 3 (Main - 28279) - [usdt dDATA.VG2 (L0)]

SQLPathFinder Query Log

Options
Clear Screen (Del) Run Command (F8) Cancel (F10) Show Query Output (F12) Close

Results:

202318	3	C	202318.3	EPX	UHF	UHF00019	EPX112	HIRATA UNLOADER	PM MD	PI
202319	2	C	202319.2	EPX	UHF	UHF00019	EPX112	HIRATA UNLOADER	UNSCDL DT MD	UI
202319	4	F	202319.4	EPX	UHF	UHF00019	EPX112	HIRATA UNLOADER	PM MD	PI
202320	2	F	202320.2	EPX	UHF	UHF00019	EPX112	HIRATA UNLOADER	PM MD	PI
202322	3	F	202322.3	EPX	UHF	UHF00019	EPX112	HIRATA UNLOADER	PM MD	PI
202322	3	F	202322.3	EPX	UHF	UHF00019	EPX112	HIRATA UNLOADER	WEEKLY PM MD	PI
202324	2	F	202324.2	EPX	UHF	UHF00019	EPX112	HIRATA UNLOADER	PM MD	PI
202324	2	F	202324.2	EPX	UHF	UHF00019	EPX112	HIRATA UNLOADER	WEEKLY PM MD	PI
202325	2	F	202325.2	EPX	UHF	UHF00019	EPX112	HIRATA UNLOADER	PM MD	PI
202326	2	F	202326.2	EPX	UHF	UHF00019	EPX112	HIRATA UNLOADER	PM MD	PI
202320	2	F	202320.2	ASSY	UHF	UHF00021	EPX114	UNLOADER MODULE	UNSCDL DT MD	UI
202320	6	A	202320.6	ASSY	UHF	UHF00021	EPX114	UNLOADER MODULE	PM MD	PI
202321	3	F	202321.3	ASSY	UHF	UHF00021	EPX114	UNLOADER MODULE	PM MD	PI
202322	3	F	202322.3	ASSY	UHF	UHF00021	EPX114	UNLOADER MODULE	PM MD	PI
202324	6	A	202324.6	ASSY	UHF	UHF00021	EPX114	UNLOADER MODULE	PM MD	PI
202325	2	F	202325.2	ASSY	UHF	UHF00021	EPX114	UNLOADER MODULE	PM MD	PI
202326	2	F	202326.2	ASSY	UHF	UHF00021	EPX114	UNLOADER MODULE	PM MD	PI

Done. 12930 row(s) returned ... 01-Apr-2024 17:36:54

SQLP>

Shows the image of key if this is a potential index to use in the search. May also store an E if this column is transformed to an Expression. You can use an Expression to compare one column with another column versus comparing a column with some set of values

SQLPathFinder Query Log

Options

Clear Screen (Del) Run Command (F8) Cancel (F10) Show Query Output (F12) Close

Results:

202324	1	C	202324.1	ASSY	UHF	UHF00017	EPX110	UNLOADER MODULE	UNSCDL DT MD	UNSCDL DT	2023-06-10 19:36:23	2023-06-10 22:03:25	2.45
202324	5	A	202324.5	ASSY	UHF	UHF00017	EPX110	UNLOADER MODULE	FM MD	FM	2023-06-15 15:27:26	2023-06-15 15:27:33	0.0
202325	2	F	202325.2	ASSY	UHF	UHF00017	EPX110	UNLOADER MODULE	FM MD	FM	2023-06-19 10:59:19	2023-06-19 11:15:48	0.27
202326	2	F	202326.2	ASSY	UHF	UHF00017	EPX110	UNLOADER MODULE	FM MD	FM	2023-06-26 08:28:11	2023-06-26 08:41:13	0.22
202318	3	C	202318.3	ASSY	UHF	UHF00018	EPX111	VNAT EPOXY HIRATA UNLOADER	FM MD	FM	2023-05-02 14:01:46	2023-05-02 14:04:26	0.04
202320	1	F	202320.1	ASSY	UHF	UHF00018	EPX111	VNAT EPOXY HIRATA UNLOADER	REPAIR MD	REPAIR	2023-05-14 06:40:12	2023-05-14 07:01:51	0.36
202320	3	F	202320.3	ASSY	UHF	UHF00018	EPX111	VNAT EPOXY HIRATA UNLOADER	FM MD	FM	2023-05-16 15:56:50	2023-05-16 16:11:39	0.25
202320	4	D	202320.4	ASSY	UHF	UHF00018	EPX111	VNAT EPOXY HIRATA UNLOADER	REPAIR MD	REPAIR	2023-05-17 10:44:37	2023-05-17 10:47:49	0.05
202321	2	F	202321.2	ASSY	UHF	UHF00018	EPX111	VNAT EPOXY HIRATA UNLOADER	FM MD	FM	2023-05-22 09:25:01	2023-05-22 14:03:52	4.65
202323	6	C	202323.6	ASSY	UHF	UHF00018	EPX111	VNAT EPOXY HIRATA UNLOADER	WAIT TECH MD	WAIT TECH	2023-06-08 19:25:14	2023-06-08 19:31:44	0.11
202324	5	A	202324.5	ASSY	UHF	UHF00018	EPX111	VNAT EPOXY HIRATA UNLOADER	FM MD	FM	2023-06-15 15:00:28	2023-06-15 15:10:46	0.17
202325	2	F	202325.2	ASSY	UHF	UHF00018	EPX111	VNAT EPOXY HIRATA UNLOADER	FM MD	FM	2023-06-19 08:02:24	2023-06-19 11:19:06	3.28
202325	2	F	202325.2	ASSY	UHF	UHF00018	EPX111	VNAT EPOXY HIRATA UNLOADER	FM MD	FM	2023-06-19 12:43:01	2023-06-19 13:39:04	0.93
202326	2	F	202326.2	ASSY	UHF	UHF00018	EPX111	VNAT EPOXY HIRATA UNLOADER	FM MD	FM	2023-06-26 09:04:42	2023-06-26 09:15:00	0.17
202318	3	C	202318.3	EPX	UHF	UHF00019	EPX112	HIRATA UNLOADER	FM MD	FM	2023-05-02 14:13:42	2023-05-02 14:18:07	0.07
202319	2	C	202319.2	EPX	UHF	UHF00019	EPX112	HIRATA UNLOADER	UNSCDL DT MD	UNSCDL DT	2023-05-08 08:01:17	2023-05-08 08:27:12	0.43
202319	4	F	202319.4	EPX	UHF	UHF00019	EPX112	HIRATA UNLOADER	FM MD	FM	2023-05-10 10:28:33	2023-05-10 10:29:15	0.01
202320	2	F	202320.2	EPX	UHF	UHF00019	EPX112	HIRATA UNLOADER	FM MD	FM	2023-05-15 08:15:50	2023-05-15 10:54:25	2.64
202322	3	F	202322.3	EPX	UHF	UHF00019	EPX112	HIRATA UNLOADER	FM MD	FM	2023-05-30 14:48:54	2023-05-30 14:58:12	0.16
202322	3	F	202322.3	EPX	UHF	UHF00019	EPX112	HIRATA UNLOADER	WEEKLY FM MD	FM	2023-05-30 14:59:08	2023-05-30 14:59:26	0.0
202324	2	F	202324.2	EPX	UHF	UHF00019	EPX112	HIRATA UNLOADER	FM MD	FM	2023-06-12 10:30:18	2023-06-12 11:10:25	0.67
202324	2	F	202324.2	EPX	UHF	UHF00019	EPX112	HIRATA UNLOADER	WEEKLY FM MD	FM	2023-06-12 12:23:51	2023-06-12 12:24:12	0.01
202325	2	F	202325.2	EPX	UHF	UHF00019	EPX112	HIRATA UNLOADER	FM MD	FM	2023-06-19 11:17:42	2023-06-19 11:29:53	0.2
202326	2	F	202326.2	EPX	UHF	UHF00019	EPX112	HIRATA UNLOADER	FM MD	FM	2023-06-26 09:01:15	2023-06-26 09:13:37	0.21
202320	2	F	202320.2	ASSY	UHF	UHF00021	EPX114	UNLOADER MODULE	UNSCDL DT MD	UNSCDL DT	2023-05-15 08:49:38	2023-05-15 09:00:22	0.18
202320	6	A	202320.6	ASSY	UHF	UHF00021	EPX114	UNLOADER MODULE	FM MD	FM	2023-05-19 10:19:07	2023-05-19 10:19:43	0.01
202321	3	F	202321.3	ASSY	UHF	UHF00021	EPX114	UNLOADER MODULE	FM MD	FM	2023-05-23 13:44:31	2023-05-23 13:54:11	0.16
202322	3	F	202322.3	ASSY	UHF	UHF00021	EPX114	UNLOADER MODULE	FM MD	FM	2023-05-30 16:18:08	2023-05-30 16:32:30	0.24
202324	6	A	202324.6	ASSY	UHF	UHF00021	EPX114	UNLOADER MODULE	FM MD	FM	2023-06-16 08:48:54	2023-06-16 14:41:31	5.88
202325	2	F	202325.2	ASSY	UHF	UHF00021	EPX114	UNLOADER MODULE	FM MD	FM	2023-06-19 11:33:48	2023-06-19 11:46:01	0.2
202326	2	F	202326.2	ASSY	UHF	UHF00021	EPX114	UNLOADER MODULE	FM MD	FM	2023-06-26 09:05:19	2023-06-26 09:09:29	0.07

Done. 12930 row(s) returned ... 01-Apr-2024 17:36:54

SQLP>

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	
1	WW	DOW	shift	DATE	MODULE	TOOL_TYPE	ENTITY	ENTITYID	entity_description	EVENT	down_state	DOWNDATE	UP_DATE	TOTAL_HRS
2	202318	5	B	202318.5	ASSY	AHM	AHM00001	EPX103	VNAT EPOXY ASYMTEK HM	SCDL DT MD	SCDL DT	3/5/2023 21:21	3/5/2023 23:12	1.85
3	202319	5	F	202319.5	ASSY	AHM	AHM00001	EPX103	VNAT EPOXY ASYMTEK HM	SETUP SDT MD	SETUP SDT	11/5/2023 15:12	11/5/2023 15:39	0.45
4	202320	5	A	202320.5	ASSY	AHM	AHM00001	EPX103	VNAT EPOXY ASYMTEK HM	SETUP SDT MD	SETUP SDT	18/5/2023 11:39	18/5/2023 12:09	0.51
5	202320	5	A	202320.5	ASSY	AHM	AHM00001	EPX103	VNAT EPOXY ASYMTEK HM	SETUP SDT MD	SETUP SDT	18/5/2023 14:34	18/5/2023 15:11	0.61
6	202321	1	C	202321.1	ASSY	AHM	AHM00001	EPX103	VNAT EPOXY ASYMTEK HM	UNSCDL DT MD	UNSCDL DT	20/5/2023 20:10	20/5/2023 20:10	0.01
7	202321	1	C	202321.1	ASSY	AHM	AHM00001	EPX103	VNAT EPOXY ASYMTEK HM	SCDL DT MD	SCDL DT	20/5/2023 20:11	20/5/2023 21:01	0.83
8	202321	1	C	202321.1	ASSY	AHM	AHM00001	EPX103	VNAT EPOXY ASYMTEK HM	SCDL DT MD	SCDL DT	20/5/2023 23:20	21/5/2023 00:28	1.14
9	202321	3	F	202321.3	ASSY	AHM	AHM00001	EPX103	VNAT EPOXY ASYMTEK HM	PM MD	PM	23/5/2023 08:04	23/5/2023 12:18	4.22
10	202321	4	E	202321.4	ASSY	AHM	AHM00001	EPX103	VNAT EPOXY ASYMTEK HM	REPAIR MD	REPAIR	23/5/2023 22:45	23/5/2023 22:54	0.15
11	202321	4	E	202321.4	ASSY	AHM	AHM00001	EPX103	VNAT EPOXY ASYMTEK HM	OUT CNTRL MD	OUT CNTRL	24/5/2023 01:02	24/5/2023 01:05	0.05
12	202322	3	F	202322.3	ASSY	AHM	AHM00001	EPX103	VNAT EPOXY ASYMTEK HM	UNSCDL DT MD	UNSCDL DT	30/5/2023 09:40	30/5/2023 09:46	0.1
13	202323	4	E	202323.4	ASSY	AHM	AHM00001	EPX103	VNAT EPOXY ASYMTEK HM	UNSCDL DT MD	UNSCDL DT	6/6/2023 19:34	6/6/2023 19:35	0.02
14	202323	4	E	202323.4	ASSY	AHM	AHM00001	EPX103	VNAT EPOXY ASYMTEK HM	SCDL DT MD	SCDL DT	6/6/2023 19:36	6/6/2023 20:48	1.21
15	202323	4	E	202323.4	ASSY	AHM	AHM00001	EPX103	VNAT EPOXY ASYMTEK HM	SCDL DT MD	SCDL DT	7/6/2023 01:28	7/6/2023 01:44	0.26
16	202323	4	E	202323.4	ASSY	AHM	AHM00001	EPX103	VNAT EPOXY ASYMTEK HM	SCDL DT MD	SCDL DT	7/6/2023 04:54	7/6/2023 05:32	0.64
17	202323	7	C	202323.7	ASSY	AHM	AHM00001	EPX103	VNAT EPOXY ASYMTEK HM	UNSCDL DT MD	UNSCDL DT	10/6/2023 04:13	10/6/2023 04:35	0.37
18	202324	2	F	202324.2	ASSY	AHM	AHM00001	EPX103	VNAT EPOXY ASYMTEK HM	SETUP SDT MD	SETUP SDT	12/6/2023 09:49	12/6/2023 10:49	1
19	202325	3	F	202325.3	ASSY	AHM	AHM00001	EPX103	VNAT EPOXY ASYMTEK HM	PM MD	PM	20/6/2023 08:15	20/6/2023 13:37	5.36
20	202318	3	C	202318.3	ASSY	AHM	AHM00002	EPX105	HEATER MODULE	PM MD	PM	2/5/2023 08:18	2/5/2023 16:20	8.04
21	202320	5	A	202320.5	ASSY	AHM	AHM00002	EPX105	HEATER MODULE	SCDL DT MD	SCDL DT	18/5/2023 10:24	18/5/2023 13:04	2.67
22	202321	2	E	202321.2	ASSY	AHM	AHM00002	EPX105	HEATER MODULE	SETUP SDT MD	SETUP SDT	21/5/2023 20:11	21/5/2023 21:13	1.04
23	202321	2	E	202321.2	ASSY	AHM	AHM00002	EPX105	HEATER MODULE	SETUP SDT MD	SETUP SDT	22/5/2023 01:24	22/5/2023 02:41	1.28
24	202321	6	C	202321.6	ASSY	AHM	AHM00002	EPX105	HEATER MODULE	SETUP SDT MD	SETUP SDT	25/5/2023 22:06	25/5/2023 23:41	1.59
25	202321	6	C	202321.6	ASSY	AHM	AHM00002	EPX105	HEATER MODULE	SETUP SDT MD	SETUP SDT	26/5/2023 02:54	26/5/2023 03:25	0.52

OKR's de componentes C.R.

Objective	Key Result	Goals/"As Measure By"	Q1
Grow the talent through technical training	KR1.1: 100% completion of compulsory training timely	1.1.1: 100% on-time Mandatory training completion, NPI, TCR and Spec training R&U posted	Met Key Result
		1.1.2: 0 scheduled certification delays	Met Key Result
	KR1.2: Meet all L2-L3 Certification requirements	1.2.1: 0 lack-of-practice induced decertification	Met Key Result
		1.2.2: 100% L2 cert package for pre-defined tools to increase flexibility (5-7 Subtool at Assembly) and 2 (Test) , gain at least 1 L3 operation certification (Yearly Goal)	Met Key Result
		1.2.3: Achieve L3/FSE-E/Tool master assessment	Met Key Result
1.2.4: 2 BKM/knowledge sharing per quarter	Met Key Result		
Quality and Safety are compelling differentiators for TEG	KR2.1: Full SOP compliance on Safety	2.1.1: 100% completion of pre-requisite Safety Gen Core training timely (e.g. COHE, BES, Ergo, HAZCOM) etc	Met Key Result
		2.1.2: 3 GC closure per quarter Safety	Missed Key result
		2.1.3: 0 violation of PTP use for activities out of spec	Met Key Result
	KR2.2: Report out Safety and Control Good Catches	2.2.1: 0 finding during COHE & LOTO audits for PMs & Troubleshooting	Met Key Result
		2.3.1: 0 Yis due to violation SOP/miss operation incident	Met Key Result
	KR2.3: Full SOP compliance on Quality	2.3.2: 0 SOP/RFC violation/miss operation induced quality control incident (XRB) or near miss	Met Key Result
		2.3.3: 0 SOP knowledge gap detected thru audits	Met Key Result
	KR2.4: Report out Quality and Control Good Catches	2.4.1: 3 GC per quarter Quality	Missed Key result
2.4.2: 0 quality events without MTP ticket		Met Key Result	
2.4.3: 0 quality events without MTP ticket		Met Key Result	
TEG is recognized as an efficient and cost effective organization	KR3.1: Enable a project or an idea to Save at least \$250 or avoid impact in department budget	3.4.1: Identify spares in good conditions to be send to IHR and keep tracking	Met Key Result
		3.4.2: Zero wings escalations due to incorrect Machine ID/cost center	Met Key Result
		3.4.3: Identify spares in good conditions to be returned as harvest	Met Key Result
		3.4.4: Return unused parts to wings and document RMAs when required	Met Key Result
Achieve World Class Operations Excellence	KR4.1: Meet USDT/ SDT indicators	4.1.1: Consistently demonstrate the capability of recovering the tool effectively without repeated triggering similar issues timely. (Judgement needed from Managers through observation)	Met Key Result
		4.1.2: Achieve 80% SD use to achieve 100% NPI ramps and 100% Cycle Time goals for each CRAT product	Met Key Result
		4.1.3: Meet AV of the limiter tool 90% of the time.	Missed Key result
		4.1.4: Meet 100% equipment MOR (Availability, EUPH)	Met Key Result
KR4.2: Meet Perfect PM indicators	4.2.1: Achieve 90% Perfect PM (execution time and 48h warranty), conversion and Set Up goals	Met Key Result	

