Universidad Autónoma de San Luis Potosí
Facultad de Ingeniería
Centro de Investigación y Estudios de Posgrado

Generación de un sistema de control de identificación de errores en secuencias de órdenes con números de parte variados en una empresa del ramo Automotriz en San Luis Potosí.

T E S I S

Que para obtener el grado de:

Maestra en Planeación Estratégica e Innovación

Presenta:
Ing. Diana Elisa Vázquez de la Fuente

Asesor:
Dr. Vicente Hernández García

Co-asesor:
Dr. Roberto Sarmiento Rebeles

San Luis Potosí, S. L. P. Diciembre de 2024

UASLP
Universidad Autónoma de San Luis Potosí

FACULTAD DE INGENIERÍA

17 de octubre de 2024

ING. DIANA ELISA VÁZQUEZ DE LA FUENTE
P R E S E N T E

En atención a su solicitud de Temario, presentada por los **Dres. Vicente Hernández García y Roberto Sarmiento Rebeles,** Asesor y Coasesor de la Tesis que desarrollará Usted, con el objeto de obtener el Grado de **Maestra en Planeación Estratégica e Innovación**, me es grato comunicarle que en la sesión del H. Consejo Técnico Consultivo celebrada el día 17 de octubre del presente año, fue aprobado el Temario propuesto:

TEMARIO:

"Generación de un sistema de control de identificación de errores en secuencias de órdenes con números de parte variados en una empresa del ramo automotriz en San Luis Potosí"

Introducción.
1. Descripción de un sistema productivo en la industria automotriz en San Luis Potosí y su contexto.
2. Sistemas industriales de control existentes y métodos de resolución de problemas para sistemas complejos en la industria automotriz.
3. Desarrollo de la propuesta formal con base en el análisis de metodologías para identificar y dar solución a problemas en sistemas complejos industriales.
4. Aplicación de la metodología ágil para generar un sistema de control de identificación de errores en secuencias de órdenes con números de parte variados.

Conclusiones.
Referencias.

"MODOS ET CUNCTARUM RERUM MENSURAS AUDEBO"

A T E N T A M E N T E

DR. EMILIO JORGE GONZÁLEZ GALVÁN
DIRECTOR

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSI
FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION

Copia. Archivo
*etn.

www.uaslp.mx

Av. Manuel Nava 8
Zona Universitaria • CP 78290
San Luis Potosí, S.L.P.
tel. (444) 826 2330 al 39
fax (444) 826 2336

UASLP
Universidad Autónoma de San Luis Potosí

FACULTAD DE INGENIERÍA

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS DE POSGRADO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE INGENIERÍA
Área de Investigación y Estudios de Posgrado

DECLARACIÓN

El presente trabajo que lleva por título:

Generación de un sistema de control de identificación de errores en secuencias de órdenes con números de parte variados en una empresa del ramo Automotriz en San Luis Potosí.

se realizó en el periodo Agosto de 2022 a Diciembre de 2024 bajo la dirección del Dr. Vicente Hernández García

Originalidad

Por este medio aseguro que he realizado el trabajo reportado, y la escritura de este documento de Tesis para fines académicos sin ayuda indebida de terceros y sin utilizar otros medios más que los indicados.

Las referencias e información tomadas directa o indirectamente de otras fuentes se han definido en el texto como tales y se ha dado el debido crédito a las mismas.

El autor exime a la UASLP de las opiniones vertidas en este trabajo escrito y asume la responsabilidad total del mismo.

Este trabajo no ha sido sometido como tesis o trabajo terminal a ninguna otra institución nacional o internacional en forma parcial o total, exceptuando el caso cuando existe un convenio específico de doble titulación celebrado entre ambas instituciones.

Se autoriza a la UASLP para que divulgue este documento para fines académicos.

El autor del trabajo escrito, Diana Elisa Vázquez de la Fuente

Generación de un sistema de control de identificación de errores en secuencias de órdenes con números de parte variados en una empresa del ramo Automotriz en San Luis Potosí.

UASLP

Facultad de Ingeniería

CIEP

Para el grado de:

Maestra en Planeación Estratégica e Innovación

Alumno:

Ing. Diana Elisa Vázquez de la Fuente

Asesor:

Dr. Vicente Hernández García

Co-Asesor:

Dr. Roberto Sarmiento Rebeles

Agradecimientos

A mi familia, papás, esposo y mi hermano, por creer en mí y apoyarme en cada paso siempre.
A mi asesor por sus consejos, espacio, tiempo y apertura para lograr el entendimiento de todas las ideas.

Por último, pero no menos importante, quiero darme las gracias
Quiero darme las gracias por creer en mí
Quiero darme las gracias por hacer todo este duro trabajo
Quiero darme las gracias por no tener días libres
Quiero darme las gracias por, por no haberme dado nunca por vencida
Quiero darme las gracias por ser yo en todo momento

Diana, que el entendimiento encontrado y los momentos de reflexión sobre situaciones complejas y difíciles te den una herramienta para enfrentar situaciones inciertas, siempre hay una solución o un camino por encontrar.

INTRODUCCION. 8

1. Descripción de un sistema productivo en la industria automotriz en San Luis Potosi y su contexto 8

1.1 Tema de la tesis 8

1.2 Contexto 8

1.2.1 Antecedentes 8

1.3 Justificación 14

1.4 Objetivos 16

1.4.1 Objetivos Generales 16

1.4.2 Objetivos específicos 17

1.5 Hipótesis o Preguntas de investigación 17

1.6 Alcance 17

2. Sistemas industriales de control existentes y métodos de resolución de problemas para sistemas complejos en la industria automotriz. 19

2.1 Marco Teórico 19

2.1.1 Sistemas de control en procesos industriales 19

2.1.2 Trazabilidad en sistemas productivos 20

2.1.3 Integridad de un proceso 20

2.1.4 Importancia de la trazabilidad en la industria e indicadores 21

2.1.5 Sistemas Poka Yoke y beneficios; métodos de identificación de errores en la industria 22

2.2 Métodos de resolución de problemas en la industria para sistemas complejos 23

2.2.1 Sistemas complejos 23

2.2.2 Las personas en los sistemas complejos y los especialistas 25

2.2.3 Diagramas de Flujo 27

2.2.4 Diagramas de Causa Efecto 29

2.2.5 Herramienta de los 5 porqués 31

2.3 Sistema Resiliente 32

2.3.1 Resiliencia, ¿qué es? 32

2.3.2 Resiliencia en sistemas productivos VUCA 33

3. Desarrollo de la propuesta formal con base en el análisis de metodologías para identificar y dar solución a problemas en sistemas complejos industriales. 34

3.1 Propuesta de la metodología 35

3.1.1. Posible metodología "Análisis Estructurado y Diseño Estructurado" 35

3.1.2. Posible metodología "SW-CMM" el Modelo de Capacidad de Madurez de un Software" 36

3.1.3 Metodología SIPOC 38

Creación de tabla SIPOC. 39

Identificación de fuentes de variación. 40

Identificación de métricos. 41

Generación de oportunidades de mejora. 42

Creación de planes de control. 43

3.1.4 Metodología Ágil: SCRUM 44

Planeación SPRINT/Trabajo pendiente de un producto "Product Backlog": Portafolio de tareas. 45

Reunión de equipo SCRUM. 45

Refinamiento de tareas/reservas o "Backlog refinement": Revisión de las tareas. 46

Revisión de SPRINT "Sprint Review". 47

Retrospectiva. 47

3.2 Marco Metodológico 48

3.2.1 Nivel de la investigación 48

3.2.2 Diseño de la Investigación 48

3.2.3 Población y Muestra de la investigación 48

3.2.4 Diseño Experimental 49

3.2.5 Propuesta metodológica 49

3.2.6 Etapa 1; Planteamiento de situación requerimiento/problema y necesidad a resolver 52

Análisis del requerimiento/problema. 52

Definición del requerimiento/problema para una necesidad. 53

3.2.7 Etapa 2; Observación de la situación y localización del problema 57

3.2.8 Etapa 3; Posibles métodos y herramientas para la resolución al problema 58

3.2.9 Etapa 4; Respuestas esperadas de la aplicación metodológica 63

4 Aplicación de la metodología ágil para generar un sistema de control de identificación de errores en secuencias de órdenes con números de parte variados. 65

4.1 Resultados y Discusión 66

4.1.1 Etapa 1 66

Aplicación y resultado de la aplicación, discusión. 66

4.1.2 Etapa 2 78

Aplicación y resultado de la aplicación, discusión. 78

4.1.3 Etapa 3 85

Aplicación y resultado de la aplicación. 85

4.1.4 Etapa 4 87

Aplicación y resultado de la aplicación, discusión. 87

4.2 Resultados de la investigación 89

4.2.1 Conclusiones fundamentadas, enlazadas y dirigidas con la propuesta 89

Conclusiones 95

I) Discusión o comparativa de los resultados de la investigación con el objetivo de la investigación, respuesta a las preguntas y el objetivo de la investigación. Estado inicial vs Estado Actual (Diagnóstico) 95

i) Discusión o comparativa de los resultados de la investigación con el objetivo de la investigación 95

ii) Respuesta de las preguntas y el objetivo de la investigación “Prio 1”. Estado inicial vs Estado Actual (Diagnóstico) 96

¿Existe una visualización de la integridad de una orden al finalizar el ensamble de la unidad? ¿es posible tener un mecanismo de trazabilidad de la visualización realizada como método de aseguramiento? 96

¿Cómo es posible realizar una revisión y búsqueda del punto de inicio de las afectaciones? . 97

iii) Sobre objetivos, pregunta de investigación - ¿Cómo se observaba el problema en indicadores? ¿qué resultados se obtuvieron? Diferencia entre el inicio con la propuesta. --> ¿Qué seguiría después de la propuesta? 97

Para futuras líneas de investigación 99

Referencias 101

INTRODUCCION.

1. Descripción de un sistema productivo en la industria automotriz en San Luis Potosi y su contexto

De los apartados 1.1 al 1.6 se realiza una explicación sobre el tema de estudio, su contexto, justificación, objetivos o preguntas de investigación, así como el alcance del estudio.

La tesis abarca un sistema productivo complejo en el que se espera generar un sistema de control para un fenómeno de la industria automotriz en el que la personalización solicitada a un producto por parte de un cliente es una de las principales circunstancias y variables del fenómeno a analizar. El negocio solicita tener de estabilidad en su producción para poder responder de manera efectiva al cliente que solicita un producto, por lo que es de primordial importancia conocer controlar de manera estandarizada el proceso de personalización.

1.1 Tema de la tesis

Generación de un sistema de control, mediante el método ágil para identificación de errores y fallas de manera observable, en secuencias de órdenes con números de parte variados, para impresiones con combinaciones únicas y complejas con necesidad de trazabilidad, a fin de que sean rectificados y prevenir recurrencias.

1.2 Contexto

1.2.1 Antecedentes

En el mundo industrial actualmente nos encontramos en la necesidad de adaptarnos rápidamente a los cambios y necesidades que el cliente nos pide, para adaptarnos al mundo que enfrentamos. Por lo que además de necesitar tener hoy un modelo de negocios exitoso, también se requiere de estrategias que te ayuden a diferenciarte y a poder entender que no todos los clientes son iguales

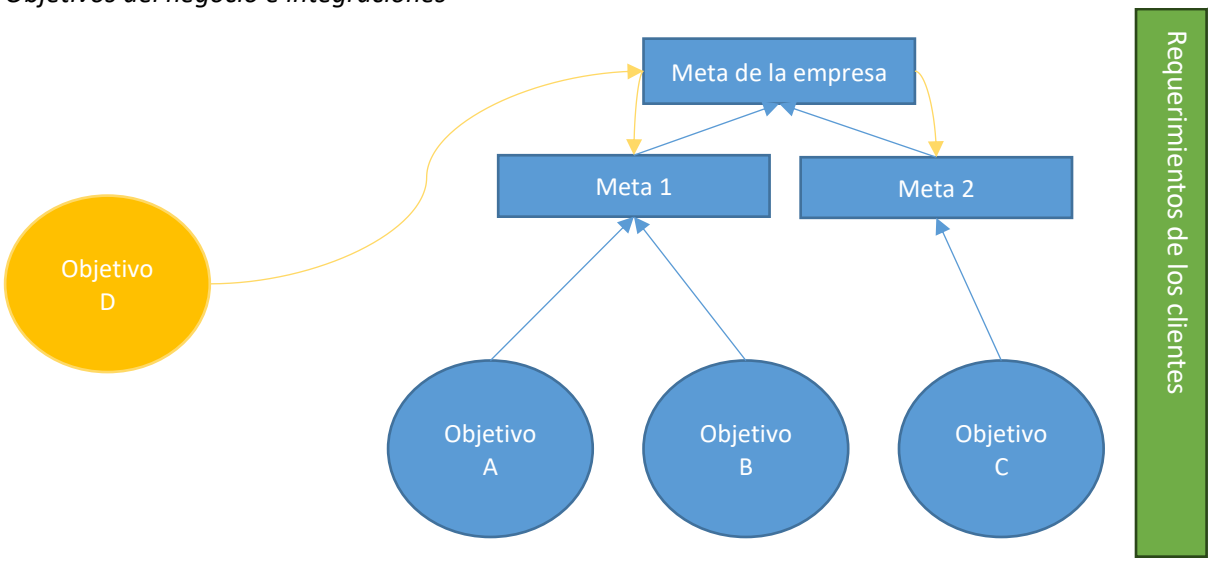
e incluso si llegan a diferenciarse mucho entre ellos, será posible que nuestro negocio pueda retomar su desarrollo hacia un negocio exitoso cuando se llegue a enfrentar a cambios incontrolables en la situación que en ese momento pueda llegar a presenciar (Kim & Mauborgne, 2004-2005).

La industria automotriz es una de las industrias que requieren de innovación continua, preparación constante y desarrollos que la preparen para que pueda ser competitiva y sobrevivir ante las adversidades que pueda llegar a enfrentar, como los nuevos clientes, las nuevas tendencias, los cambios en el medio ambiente, y las nuevas estrategias; la motivación de querer desarrollarse en un mundo sostenible ambientalmente (Naciones Unidas, 2024). De igual manera, las empresas automotrices requieren de sustentabilidad económica, por lo que buscan que se les provea de las mismas piezas para sus ensambles en cualquier parte del mundo, al mismo precio en cualquier parte del mundo donde se ubiquen geográficamente (Sturgeon & Florida, 2000).

Actualmente una empresa automotriz ubicada en México, dedicada al ensamble de unidades automotrices, requiere de realizar implementaciones e integraciones de los requerimientos de clientes para lograr un ensamble exitoso de unidades automotrices y debe de cumplir con los estándares requeridos. De esta manera, los estándares de esta ensambladora en particular requieren de contar con una alineación en objetivos y estándares acorde de la empresa automotriz, del cual forma parte. Las directrices sobre el cómo realizar sus actividades, objetivos y procesos irán directamente relacionados y aplicados, sus ensambles irán acorde a la empresa.

Figura 1

Objetivos del negocio e integraciones



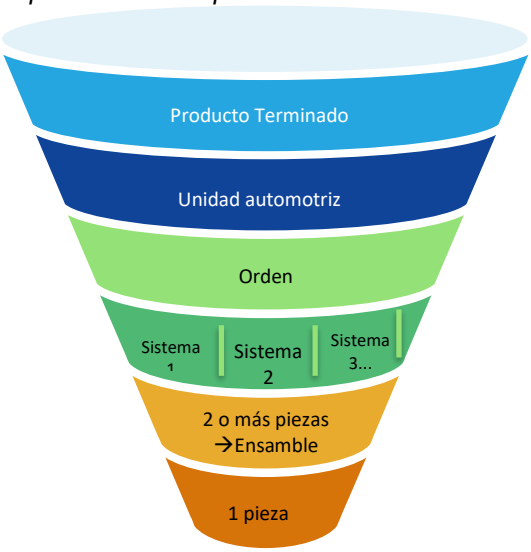
Nota. La figura muestra la integración de un nuevo objetivo a los objetivos actuales alineándose todos al requerimiento del cliente. Fuente: Elaboración propia (2022).

Se le llama y conoce como ensamble a la unión de dos o más piezas o partes. Siguiendo este concepto, se lograría un ensamble al realizar la unión de varias piezas diferentes para obtener como resultado una unidad. De la misma manera, varios subensambles, conformarían un sistema, del cual se tendría un propósito para cada sistema. Varios sistemas de unidades de partes resultarían en un entero. El entero que se forma finalmente es una unidad automotriz. Uno de los subensambles necesarios para la unidad se compone de varias partes, todas necesarias por igual para que pueda establecerse que la unidad automotriz final se encuentra dentro de los requerimientos de cliente. El subensamble del que estaremos hablando contiene distintos números de parte, requerimientos únicos por cliente y se le denomina orden a este subensamble. Cada una de estas órdenes, pertenecen a una unidad automotriz en específico creada para un cliente único.

Estas órdenes son requeridas en la unidad, así como un componente de muchos necesarios para que una unidad se pueda llamar un producto terminado. Por lo que es requerido integrar y estandarizar el proceso, a manera que pueda lograrse la certidumbre que el ensamble ha sido realizado de manera completa sin defectos.

Figura 2

Explicación de un producto terminado en un ensamble



Nota. La figura muestra como desde la percepción más externa se ve el producto terminado, seguido hacia abajo por sus subcomponentes hasta llegar a la parte más pequeña del producto, 1 sola pieza. Fuente: Elaboración propia (2022).

Para la realización de este subensamble, intervienen varios departamentos, cada uno de ellos con una actividad y propósito específico para que el ensamble se encuentre correcto y estandarizado, a estos departamentos cuando interactúan entre ellos, se le llama interfaz. Uno de los departamentos que encabezan la ejecución y aseguramiento de que las ordenes se encuentren integras, es el departamento de planeación. Se habla de integridad, porque la integridad es la cualidad de que algo, ya sea un objeto o persona, se encuentren completos, congruentes, que contenga una totalidad, que contenga todos los datos apropiados y correctos que le pertenezcan.

El departamento de planeación da soporte a que todas las interfaces que intervienen en la integridad de este ensamble cuenten con lo necesario; como puede ser información, software, material, tiempo, para hacer posible un ensamble. Al haber ejecutado apropiadamente y haber resuelto los problemas que pudieron haber surgido, faltas de (información, tiempo, herramientas, configuraciones, etc.…), diferencias entre lo deseado y lo realizado, realiza una entrega del ensamble a los ejecutores diarios del ensamble, para que pueda realizarse el ensamble de manera repetitiva y ordenada. Estandarizada.

Para el ensamble planeado, se transforma los requisitos de cliente en subensambles, a esto se le conoce como orden.

Una orden necesaria de la unidad automotriz, un entero.

Para este proceso, existe la complejidad que la orden mencionada, requiere de alinear los requisitos de cliente, con los procesos de manufactura. Es decir, existen las siguientes interfaces; Sistemas, Planeación, secuencia de Producción, Producción y Software de la máquina.

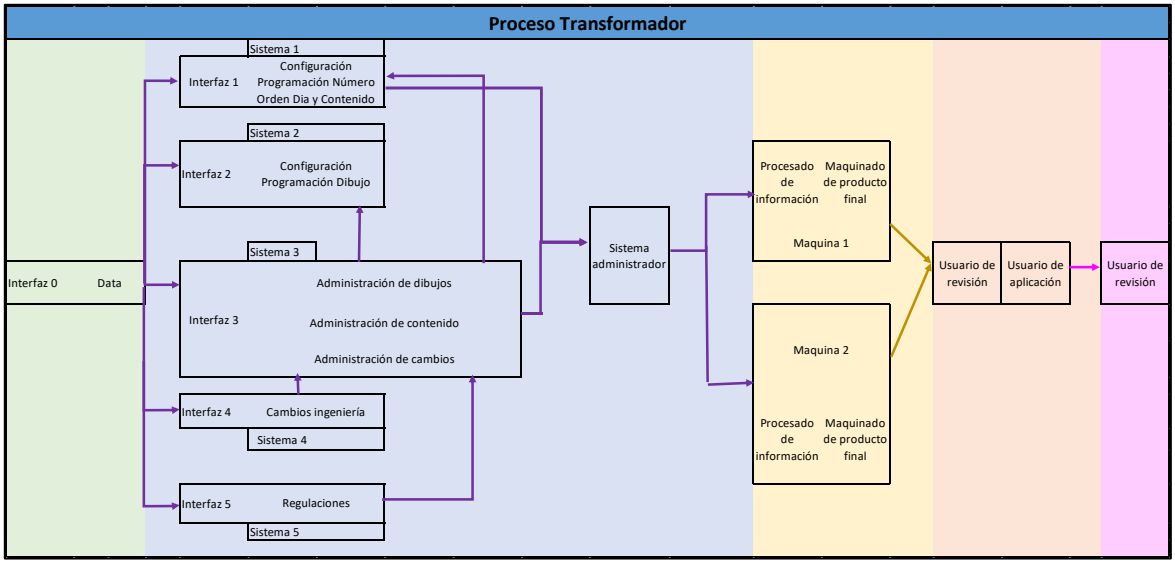
Al final de la interacción de las interfaces, existe una impresora que procesa las órdenes y es alimentada por una secuencia previa realizada, con secuencias y requisitos de cliente. La impresora requiere de configuraciones para poder realizar lo que se requiere y obtener una orden que cumpla ciertas especificaciones que el cliente ha solicitado. Para ello también, se busca tener la información respaldada de las órdenes y asegurar que toda la información requerida, llega al cliente final y asegurar que lo que se ha enviado a cliente, se encuentra completo, el cual se debe de realizar antes de cualquier envío a cliente, debido a que durante el proceso de interacción de las interfaces se cuenta con un proceso, aunque sistémico, humano y de gran complejidad en combinaciones. Un proceso de órdenes secuenciadas únicas que requieren de trazabilidad,

aseguramiento y respaldo para evitar incompletos en el ensamble final y que un ensamble incompleto no se asegure antes de salir de planta a su destino final.

Actualmente se realiza un control sobre las ordenes en el que se puede asegurar hasta cierto punto que se tiene un control de que las ordenes de las unidades se encuentran completas, sin embargo, existe el riesgo que en un punto del proceso se pueda crear un error causado por la secuencia, una orden mal manufacturada, un error de colocación de uno de los subensambles, un retrabajo, un cambio, existe la posibilidad de que la orden se encuentre con algún error. Por lo mismo, los riesgos encontrados podrían provocar problemas en los indicadores generales de la empresa y afecta la estabilidad del proceso. Se tiene en consideración el alcance y el impacto que los errores en este subensamble pueden producir, por lo que se ve la necesidad de minimizar o eliminar los riesgos existentes en la medida de lo posible y colocar controles sobre estos riesgos.

Figura 3

Imagen descriptiva del proceso transformador



Nota. Figura del proceso transformador en el que se muestra con distintos colores los puntos de cambio o transformación del proceso, así como las interfaces, sistemas y procesos que se encuentran en este. Fuente: Elaboración propia (2022).

1.3 Justificación

Para que un proceso pueda ser llamado estable, se requiere del proceso encontrarse en control, para ello el proceso en sí mismo no se encontraría con variaciones o de encontrarse, estas serían mínimas. Se le conoce como estabilidad a la capacidad de algo para permanecer o mantenerse en equilibrio después de haber atravesado una perturbación, y de haber perdido la estabilidad al reestablecerse y regresar a la estabilidad, se le llamaría un proceso resiliente. Para el caso de estudio, sería que, al haber pasado por un problema en la manufactura, un error de la secuencia, un retrabajo, una implementación en línea que sufrió de un daño, cualquier afectación en el subensamble que genere o haya generado una falta en la integridad de este o incluso de haber atravesado alguna situación, que exista el mecanismo que permita que la estabilidad del proceso que sea eficaz, rápido y sencillo el detectar lo que sucedió y que no llegue a cliente final esta

Figura 4

Imagen descriptiva de las ordenes en un proceso inestable contra un proceso estable en control



Nota. A la izquierda de la imagen se encuentra una figura significando la inestabilidad y posibles causantes de ella, en el centro las ordenes involucradas con sus perturbaciones a manera de ciclo de cambio y a la derecha, la estabilidad encontrada con algunos ejemplos de lo que podría dar estabilidad. Fuente: Elaboración propia (2022).

afectación. A los procesos estables, se les puede mejorar, desarrollar e innovar. Para poder obtener un proceso en control, se requiere de un estándar. El estándar en este caso sería identificar en una herramienta, la obtención del mismo resultado del proceso mismo, todas las veces que se produzca una orden.

Se genera un problema al tener órdenes únicas por su contenido. Por lo que la manera de control se ve restringida a un método y no a la comprobación misma del contenido de la información, sería tener una visualización del cómo se ve una orden única completa, una orden íntegra. Esto porque como requerimiento para que se pueda decir que se encuentra integro el ensamble, se requiere que se encuentre también completo el ensamble de una unidad de cliente, se requiere que cuente con todas sus partes, se requiere que una orden única de cliente se encuentre completa y se compruebe que la orden única cuenta con todas sus partes necesarias. Un indicador de defectos, completitud. Para ello, se propone generar un control que soporte las variaciones que pueden generarse en la implementación o la ejecución de las órdenes y lograr además una trazabilidad en la información que contienen las órdenes diariamente.

Para lograr la propuesta de tener trazabilidad, estabilidad, aseguramiento de proceso del subensamble, aseguramiento de la integridad de la unidad y del entregable a cliente, se requeriría de tener un identificador de la orden con un mecanismo de trazabilidad. Y siendo que son órdenes únicas, también se propone generar una trazabilidad dependiendo de las órdenes que se produzcan en un día de producción. Se sugiere implementar un estándar de verificación de ensamble completo que otorgue soporte y validez al ensamble completo de una parte en la unidad requerida. Lo cual permitiría reconocer la orden en su punto de la secuencia, guardar la información de la orden en un sistema seguro y físicamente que las personas que se encuentran en contacto con la orden puedan observar cuando una orden se encuentra integra y si ha pasado por algún tipo de variación. Sería una adición a un sistema ya existente, de un mecanismo de

seguridad para el ensamble y la producción. Esto, porque funciona de manera análogo a una cadena con una serie de cuentas que siguen un patrón, por mecanismos separados del subensamble, se podría asegurar la totalidad del ensamble y diferentes aseguramientos en distintos puntos de la línea de ensamble y no solamente en el punto de ejecución de la integración de la orden en línea con sus distintos subensambles con patrón.

El conocimiento de cómo es una orden integra y cómo se ve, no permanece a lo largo de la línea de producción, se queda en el conocimiento de los ejecutores principales. Ahora con la propuesta mencionada, la integridad sería observada y verificada con un punto de control al finalizar el ensamble de la orden. Aumentando la transparencia de un subensamble completo. Incluso de los subensambles que por su naturaleza no permiten tener los controles que algunos otros subensambles de la misma naturaleza ya cuentan.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivos Generales

Conseguir indicadores que den soporte a trazabilidad, visualización, e identificación de las variaciones de proceso que funcionarían a su vez en indicadores de defectos y de reclamos, así como reducción de impactos graves a la estabilidad del proceso.

Obtener también el correcto direccionamiento de la solución a los posibles errores que pudieran cometerse y/o encontrarse y la solución en sí misma de los errores, mucho antes que generen un problema grave con el cliente final o se provoquen retrasos derivados de los posibles errores causando insatisfacción en el cliente final. Incluso a grandes rasgos, lograr una protección del nombre de la marca y de las finanzas involucradas en este proceso. Evitar repercutir el tener un subensamble u órdenes con algún tipo de error, desviación y/o daño que provoque costos para deshacer los errores y enmendarlos.

1.4.2 Objetivos específicos

Se buscan varios objetivos.

A) Identificar una orden como integra; la colocación completa de un subensamble sin daños.

B) Identificar el punto inicio de una variación en el proceso para soporte para momentos de búsqueda de soluciones.

C) Asegurar que una revisión ha sido realizada

1.5 Hipótesis o Preguntas de investigación

En el siguiente estudio, se identifican las preguntas de investigación sobre el subensamble y las ordenes de las unidades.

Una orden ha sido colocada de manera completa; porque se identifican por separado cada uno de los subensambles, sin embargo, se ha encontrado que algunas ocasiones los subensambles colocados muestran pérdidas en su integridad, errores o daños, por lo que se busca una visualización de que la orden que está completa, ¿existe una visualización de la integridad de una orden al finalizar el ensamble de la unidad? Y, ¿es posible tener un mecanismo de trazabilidad de la visualización realizada como método de aseguramiento?

Los errores y variaciones que afectan usualmente a los subensambles de la orden pueden en ocasiones ocurrir a partir de una unidad en específico, dependiendo de la complejidad de la combinación que contenga, y a partir de esa unidad con esa combinación específica, ¿cómo es posible realizar una revisión y búsqueda del punto de inicio de las afectaciones?

1.6 Alcance

Encontrar una solución que genere seguimiento, trazabilidad y un estándar a órdenes con combinaciones de partes únicas, aplicado en un proceso del área de ensamble donde se aplica un

sistema de secuencias de órdenes en impresiones, esto por medio de una solución como método estandarizado para la verificación del ensamble integro de la orden de partes de una unidad. El poka yoke es un escaneo que generará trazabilidad y dará soporte a futuros requerimientos para tener visualización de dónde y cuándo se realizó un ensamble. Proporcionará estabilidad al proceso y permitirá generar innovaciones o mejoras a partir de un punto en el tiempo.

2. Sistemas industriales de control existentes y métodos de resolución de problemas para sistemas complejos en la industria automotriz.

En el apartado 2 se incluye la teoría sobre la base del razonamiento utilizado para el análisis de la tesis que nos ayude a explicar el fenómeno observado con herramientas ya conocidas, en las que se les aplica innovación para adaptarlas de manera que nos aporten una guía de solución.

Se muestra conocimiento sobre un sistema complejo en el que se explican sus cualidades y por qué se le considera complejo, los controles que existen para el campo industrial considerando las definiciones de trazabilidad en sistemas industriales del día de hoy, para poder reconocer además el significado de un proceso integro y la definición de integridad aplicada en el ámbito productivo e industrial. Y, muy importante, las personas en sus divisiones aplicadas a la industria como especialistas o generalistas para poder actuar de manera resiliente con herramientas ante un ambiente volátil, incierto, complejo y ambiguo.

2.1 Marco Teórico

2.1.1 Sistemas de control en procesos industriales

Dentro de la denominación de proceso se les considera a todas esas actividades secuenciadas que requieren de recursos destinados a un mismo objetivo (Jaen). De llamarse un proceso industrial, se hace referencia a una serie de actividades y recursos destinados a la transformación de una materia prima en un producto final y que generalmente tendrá como destino final su consumo en grandes cantidades o en masa (Robotics, 2020). A esto se le agregaría la definición de control de acuerdo a Fayol en la que el grupo de actividades secuenciadas son realizadas de la manera en la que se planearon en un principio y son verificadas tanto las instrucciones que se han dado como la coherencia o concordancia que pueden llegar a tener con los principios iniciales. Así, se tendría como objetivo de este control, el encontrar cuestiones para ser corregidas y prevenir futuras

reincidencias. Esto también hace referencia a sistemas capaces pero inestables en los que el proceso funciona de manera adecuada, sin embargo, en momentos de causas especiales de variación el control no es alcanzado y se presenta un proceso inestable (Gutierrez Pulido & de la Vara Salazar, 2009).

2.1.2 Trazabilidad en sistemas productivos

La trazabilidad de acuerdo con la Norma ISO 8402 es definida como la habilidad de encontrar históricamente la aplicación o ubicación de un ítem por medio de registros identificables, indicando cómo es que debería de estar sucediendo la identificación de un ítem y la manera en cuanto a tiempo se refiere. Es el ubicar en el tiempo un punto exacto de un suceso y de reconocer el suceso que en ese momento fue realizado (Olsen & Borit, 2013).

Siguiendo esta definición, dentro de un sistema productivo en el cual se tiene la transformación de un ítem de una materia prima a un producto final, se identificaría la trazabilidad en un sistema productivo como la habilidad de poder definir los puntos de cambio y/o transformación por los que ha pasado un producto.

2.1.3 Integridad de un proceso

La integridad considera la coherencia entre lo que se observa y/o percibe y las acciones que respaldan las actividades, se ejemplifica en la acción de una persona que le gusta el café, va a preferir tomar café sobre tomar té, de manera burda.

Como se explica en el artículo de integridad de producto de la revista de Negocios de Harvard; la integridad de producto contiene dos dimensiones, una dimensión referida a la parte interna de un producto y una parte externa del producto, tomando como interno la robustez entre lo que se puede apreciar físicamente de un producto y entre el propósito para lo que fue diseñado como la estructura que se siguió para que su diseño pudiera ser coherente con la estructura de este.

Además de denotar que organizacionalmente esta integridad es posible gracias a la coordinación entre funciones cruzadas que puede existir en la relación del dueño del producto y el cliente. Para la integridad de un producto externamente, se refiere al desempeño que tendría un producto contra las expectativas de la persona que se encuentre adquiriendo ese producto (Fujimoto, 1998).

De acuerdo a la definición de proceso (Robotics, 2020) se consideraría que un proceso tendría una transformación de un producto, el cual sería ofrecido a un consumidor o a un cliente por lo que la integridad de un proceso sería; un proceso coherentemente desarrollado para que los pasos de transformación del producto puedan ser robustos a lo largo de la secuencia de creación del producto para que así como se tiene un diseño de un producto, al llegar a la realización del producto, este pueda ser considerado íntegro.

2.1.4 Importancia de la trazabilidad en la industria e indicadores

Considerando la trazabilidad según (Olsen & Borit, 2013). Un punto en el tiempo donde existió una transformación se apuntaría a que la trazabilidad de un producto asegure la documentación de los puntos de cambio de un producto a través de la cadena de suministro y su producción. Para fines de este marco teórico se hace referencia a su producción solamente.

La existencia de trazabilidad; saber de manera eficaz el punto de cambio en el que un producto pudo haber tenido algún error en su producción o algún tipo de defecto. Considerando como defecto una alteración en el proceso que podría causar o que ha causado una diferencia entre lo que se pide entregar y lo entregado (Provider, 2022). Además permite resolver las interrogantes de; qué ha sucedido, cuándo ha sucedido, quién participó en el proceso, qué clientes fueron afectados y se aseguraría como resultado la calidad del producto así como la prevención de errores en la producción, se podría aumentar la calidad del producto y la calidad del proceso, así

como la obtención de procesos más eficientes y reducción de costos, eficiencia operacional , mejorar la administración de retornos de producto, incremento en la satisfacción del cliente y cumplimiento de normas de conformidad (GmbH, 2021).

Así como se ha planteado que la trazabilidad ayuda a resolver interrogantes, mejorar procesos y brindar calidad a los clientes. El impacto que existiría de la falta de la trazabilidad evitaría que existieran indicadores que controlen la calidad, que se conozca si un producto ha sido terminado en su totalidad, si se ha pasado por todos los pasos necesarios para que un producto pueda ser denominado terminado y en un proceso se consideraría que se ha incurrido en diferencias entre lo solicitado y lo otorgado a un cliente, características internas vs externas (Fujimoto, 1998).

2.1.5 Sistemas Poka Yoke y beneficios; métodos de identificación de errores en la industria

Los sistemas Poka Yoke por Shingo (Shingo) se clasifican en 3 tipos; inspecciones de criterio, inspección informativa, inspección subsecuente. Para lo que la inspección de criterio crea una separación entre lo que está considerado como bueno o aceptable de un proceso y lo considerado como malo o no aceptable de un proceso, generando un proceso de descarte sobre lo que no cumple lo solicitado. La inspección informativa se enfoca en obtener datos y dependiendo de los datos, tomar una acción correctiva. La inspección de fuente revisa el origen de la falla para corregir lo encontrado y evitar una reincidencia.

Cuando se une el concepto de Poka Yoke (Shingo) con el concepto de trazabilidad (Zhang, 2011), resultaría en un sistema Poka Yoke soportando la trazabilidad de un ítem que ha pasado por un proceso transformador para obtener un producto final y poder reconocer cuando algo ha sucedido durante la cadena de suministro y así poder tanto encontrar el defecto o desviación del proceso, así como tratar el defecto dependiendo de la manera en la que ha sucedido y promover una robustez al proceso que genere soluciones a las desviaciones encontradas y promueva la

estabilidad en el proceso. Considerando la estabilidad como la consistencia con la que un proceso cuenta para mostrar un valor en promedio con respecto a las perturbaciones o defectos que ese proceso pueda llegar a presentar, por lo que esa consistencia en el tiempo denotaría que un proceso es estable o que se encuentra en control (Wachs, 2009).

Algunos métodos utilizados para la trazabilidad de un producto son; códigos alfanuméricos, códigos de barras, sistemas de identificación de radiofrecuencia RFID, sistemas de información geográfica GIS y sistemas de posición global GPS, por nombrar algunos (Zhang, 2011).

Por lo que un Poka Yoke soporta la identificación de errores para promover la estabilidad de un proceso y la trazabilidad ligaría un sistema de verificación de desviaciones para ayudar al uso de recursos eficientes de un sistema productivo industrial.

2.2 Métodos de resolución de problemas en la industria para sistemas complejos

2.2.1 Sistemas complejos

Los sistemas complejos comprenden un sistema como una organización hacia un objetivo al cual se le suma una interacción entre distintas partes en grandes grupos. Las interacciones entre las distintas partes pueden ser a un nivel uno a uno específica o localmente, así como una interacción múltiple a nivel global del sistema que comprende. Las interacciones tendrán comportamientos o maneras de relacionarse entre ellos que podrían tener o no tener interacciones externas. Por lo que el poder entender y apreciar el funcionamiento de un sistema complejo no puede ser comprendido por el conocimiento o aprendizaje de una de las partes, sino del entendimiento de la interacción y funcionamiento de todas las partes para poder tener una idea del funcionamiento global del sistema.

Los sistemas complejos cuentan con:

- Interacciones; las cuales pueden ser entre las mismas partes que se encuentran en el sistema de una manera única o múltiple, así como probablemente también con su entorno. Por lo que, si bien se entendería la interacción, para poder comprender el funcionamiento habría que entender cómo es que el medio ambiente afecta a las interacciones (M. De Domenico, 2019).
- Emergencia; se le llama al suceso en el que usualmente la suma de una parte a otra agregaría una parte más a ella y con ello se entendería el comportamiento de 2 componentes, sin embargo, para el suceso de emergencia esto no aplica de manera directa, ya que la suma de una parte a otra mostraría un comportamiento nuevo y diferente al existente. Significando que la existencia de un componente no explicaría siempre el mismo comportamiento de otro componente si no se observa el sistema a nivel macroscópico (M. De Domenico, 2019).
- Dinámica; a través del tiempo los sistemas cambiarán sus estados, tomando como significado de estado al conjunto de variables que contiene el sistema o de las variables de las cuales depende para tener cierto estado específico. Las cuales dependiendo del medio ambiente que las rodee, irán adaptándose (M. De Domenico, 2019).
- Autoorganización; la interacción entre una parte y otra del sistema pueden cambiar su manera de organizarse, creando secuencias y patrones de manera espontánea, no existe un control central que determine siempre la misma organización (M. De Domenico, 2019).
- Adaptación; la respuesta de un sistema complejo puede cambiar dependiendo del entorno y crecer a partir de ello o desarrollarse permitiendo una evolución, en vez de permanecer en la búsqueda del mejor sistema estable, se responde a las

necesidades del ambiente para el mejor resultado incluso si necesita descomponerse o eliminarse alguna parte del sistema, demostrando resiliencia por medio de la recuperación de un sistema funcional después de una perturbación (M. De Domenico, 2019).

- Interdisciplinariedad; existen sistemas complejos en distintos y múltiples áreas de estudio, lo cual permite encontrar soluciones emergentes que pueden ser adaptadas a sistemas diferentes al originario (M. De Domenico, 2019).

En la industria un sistema complejo mostraría distintas variables que irían cambiando y adaptándose al entorno por lo que no siempre se tendría el mismo resultado para un producto obtenido, sin embargo, existirían patrones entre las variables del sistema transformador del producto que proporcionarían una base para poder encontrar una similitudes que pudieran ser controladas independientemente de las variaciones que vayan siendo adaptadas a través del tiempo dependiendo de los clientes y los productos desarrollados. Un sistema inteligente.

Por lo mismo, en la industria de realizarse una planeación para lograr un objetivo, se requeriría de la identificación de los patrones esenciales en la composición de un sistema complejo para que así el sistema de evaluación del resultado del sistema transformador o sistema productivo de este nuevo producto pudiera ser adaptado y generar la trazabilidad de la que previamente se ha hablado en otros apartados (Skrimizea, Haniotou, & Parra, 2018).

2.2.2 Las personas en los sistemas complejos y los especialistas

El concepto de emergente dentro de un sistema complejo contempla el entendimiento de la relación a nivel general que dos objetos específicos contienen dentro de un sistema. Es decir, la emergencia describiría el comportamiento de un grupo por un todo en conjunto y no por sus partes únicas de las cuales se encuentre compuesto. En cuanto a las funciones que las partes de

un sistema complejo y con la propiedad de emergente, se explica la operación que realiza una de sus partes en función de la relación que esta parte tiene dentro del sistema, en otras palabras, a esto se le llamaría una red de trabajo en la que cada parte de esta red tiene una función y un propósito único en la que su existencia está basada en la meta en común del propósito para la que el sistema fue creado, a lo cual se le denominaría, el ecosistema del sistema (Insitute & Bar-Yam, 2011).

En un sistema complejo en donde interactúan las personas, una red de personas dedicadas a un solo propósito, tendrían un sistema sobre el cual trabajan para poder lograr ese objetivo en común que se tiene, cada una de las personas en este sistema tendría una relación específica entre una persona y otra. En cuanto a las relaciones específicas que se tuvieran, entre cada relación única existiría un propósito que permitiría el funcionamiento del sistema de una manera exitosa para el logro del objetivo.

Las personas expertas o especialistas son las que cuentan con la capacidad por conocimientos y habilidades, de aplicar de la manera en la medida apropiada sus habilidades y conocimientos de maneras variadas para lograr un objetivo (Weinstein, 1993). Estas habilidades y conocimientos pueden haber sido obtenidos por el continuo desarrollo de una habilidad o por el aprendizaje de un conocimiento y su continua búsqueda de adaptaciones de este conocimiento a nuevas situaciones, ya sea que ha sido algo aprendido con el tiempo y trabajado o una persona con facilidades de desarrollo progresivo conforme lo experimentado (Ericsson & Towne, 2010).

Un especialista en un sistema complejo, por lo tanto, aprendería con el tiempo basándose en sus conocimientos sobre nuevas maneras de adaptar sus soluciones a los problemas que enfrentaría en distintas situaciones y de la misma manera, sería capaz de adaptar su conocimiento a la

relación de interacción que tuviera con otras personas especialistas para lograr el objetivo en común.

2.2.3 Diagramas de Flujo

Un diagrama de acuerdo con el diccionario de Oxford representa gráficamente el funcionamiento de alguna cosa (Dictionary, 2022). Un diagrama de flujo muestra las actividades que se realizan para un procesamiento de un producto, así como sus pasos. Puede ser tan detallado como se requiera a lo que se le llamaría un diagrama de flujo de alto nivel el cual muestra a grandes rasgos las actividades realizadas para la realización de un objetivo o la creación de un producto, un diagrama de alto nivel considera el estado temprano de un proyecto en el cual se conoce lo que es necesario realizar para lograr algún objetivo, sin embargo, de encontrarse en la necesidad de tener una descripción más profunda de los pasos necesarios para el desarrollo de un objeto o producto se puede realizar un diagrama de flujo detallado el cual se observaría como si fuera un acercamiento a los pasos existentes de una fase temprana de una creación de un producto (Walsh-Kelly, 2015).

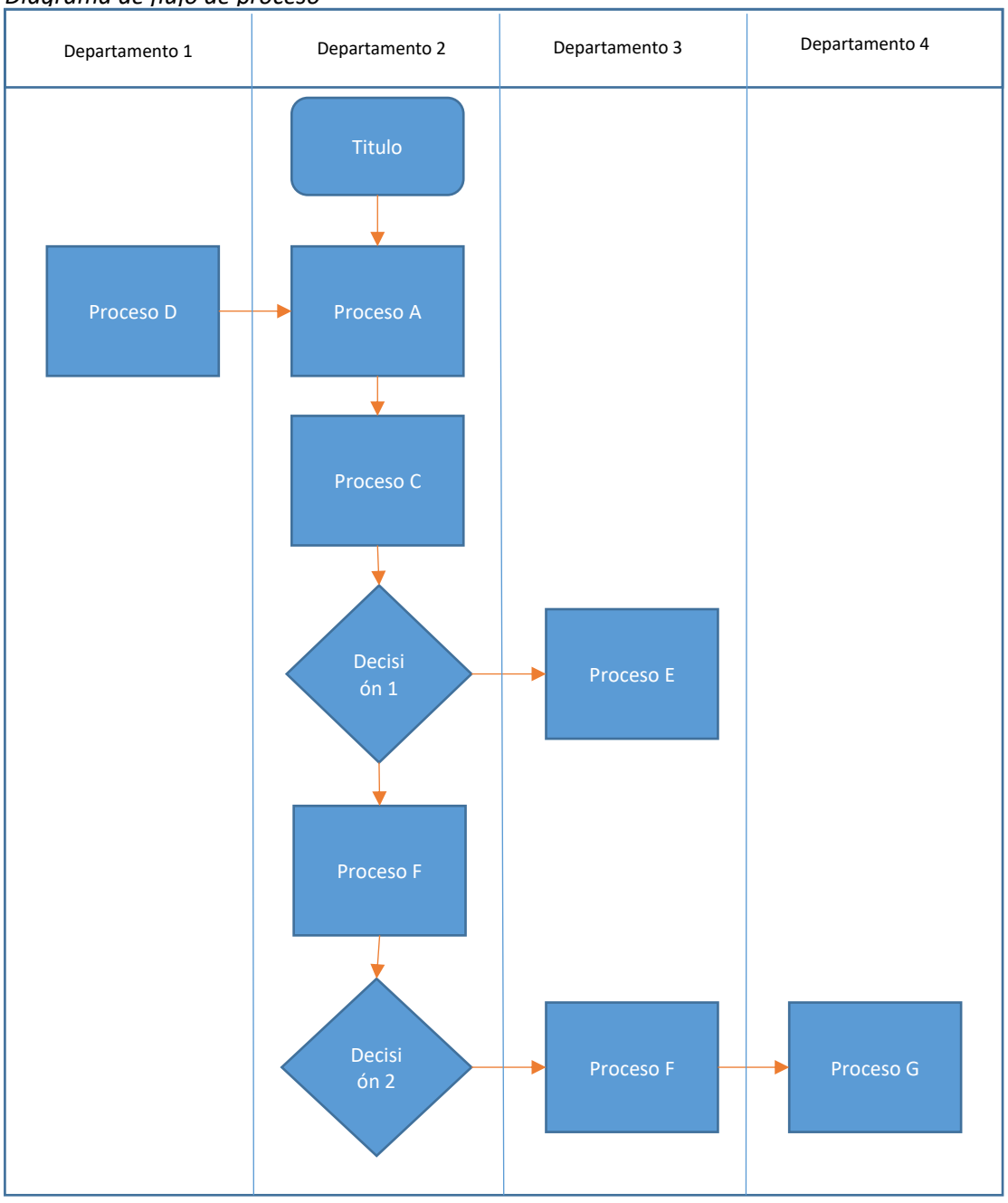
Un diagrama de Flujo se encuentra compuesto por figuras geométricas como son; Círculos ovalados, para indicar el inicio o fines de un proceso, rectángulos o cuadrados que indican una acción o una instrucción sobre una actividad y diamantes, los cuales muestran una decisión a tomar (Walsh-Kelly, 2015).

Los diagramas de flujo resultan útiles para determinar el proceso que pasa un objeto. Funcionan para plantear de manera visual las decisiones que se toman en un proceso, así como los caminos que sigue un producto para su creación y muestra el desarrollo que va logrando un producto. Para un sistema complejo, resulta de bastante utilidad el poder observar cómo una parte del proceso puede llegar a tener un impacto en una u otra parte de la creación de un objeto. Es claro y permite

observar mejoras o caminos que podrían ser optimizados, así como los patrones que pueden o no ser cíclicos mostrando de igual manera los patrones existentes en el proceso y sistema (Walsh-Kelly, 2015).

Figura 5

Diagrama de flujo de proceso



Nota. Ejemplo de un diagrama de flujo de proceso con carriles de departamentos para poder identificar de una manera más adecuada al fenómeno las interfaces y sus acciones. Fuente: Elaboración propia (2022).

2.2.4 Diagramas de Causa Efecto

Es una de las herramientas que se utilizan en los sistemas de mejora continua de calidad. Muestra las posibles causas y efectos que se pueden encontrar en un sistema y como es un sistema complejo, existen distintas y múltiples variables que tengan causas y efectos diferentes.

El diagrama de Ishikawa o diagrama de causa efecto, por la figura que asemeja a un esqueleto de pescado; se escriben en sus extremos las categorías principales y como subíndices de estas categorías principales, las posibles causas de estas categorías principales teniendo como eje central el efecto a resolver o el problema a resolver. Un diagrama de Causa Efecto en la punta de sus espinas suele llevar la categoría de una M, en especial 7M's haciendo referencia a las variables que afectarían a un problema como son: Material, Método, Máquina, Administración Hombre, Medidas, Medio Ambiente, las "M" hacen referencia al origen inglés de las palabras aquí mencionadas en español. (Andersen, 2007).

Para realizar el diagrama de causa efecto;

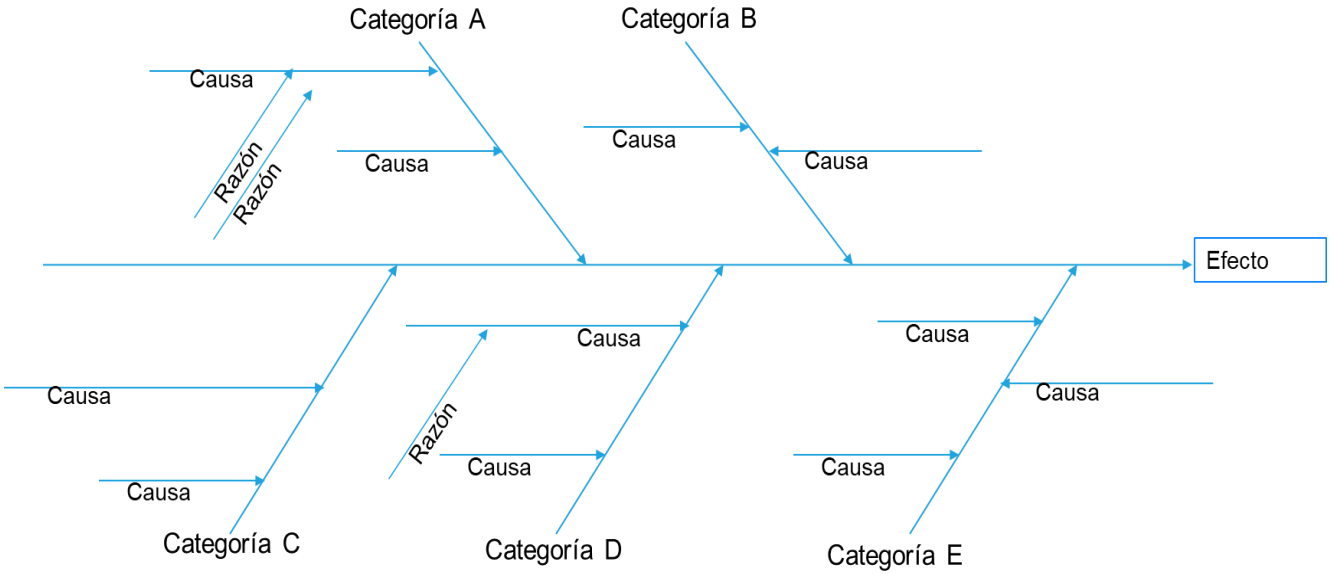
1. Se solicita de distintas personas que tengan conocimiento sobres las áreas principales a analizar.
2. Se describe claramente cuál es el efecto para las causas que están buscando.
3. Se utiliza un medio grande como un pizarrón en donde se pueda dibujar el efecto en la punta extrema de una de las ramas del diagrama.
4. Se identifican las categorías principales a analizar. En cuanto a un sistema complejo se determinarían las principales categorías a analizar que estarían generando posibles causas de un efecto. Ya sea la gente, el medio ambiente, las máquinas, los métodos de trabajo, las mediciones, los tipos de procesos, el

personal, el medio ambiente de trabajo, las condiciones en las que se realiza el trabajo, la cultura, la estructura organizacional, el medio ambiente físico y lo que se requiera analizar que se considere importante para el estudio de causa efecto.

5. Se generará una lluvia de ideas que de posibles causas a los efectos por lo que el tener especialistas es necesario para esta parte y poder tener una visión más amplia del efecto que se está creando, para sistemas complejos esto es importante porque existirán áreas fuertes para unos que para otros no lo serán y proporcionará valor al estudio, así como claridad a futuro.
6. Analizar las posibles causas.

Figura 6

Diagrama Ishikawa o causa-raíz



Nota. Ejemplo de un diagrama Ishikawa. En este caso, se explica ~~como~~cómo se puede colocar una categoría con una letra subsecuente, sin embargo, esta se adapta del modelo original que contiene el principio de las 7M´s para generar mayor concordancia con el fenómeno de estudio. Fuente: *(Andersen, 2007)*

2.2.5 Herramienta de los 5 porqués

La herramienta de los 5 porqués facilita el entendimiento de la causa raíz o la causa origen de un problema al realizar la pregunta del porqué como su nombre lo dice, 5 veces (Network, 2022).

Otorga como beneficio el conocer qué fue lo que sucedió y a dar una lógica de razonamiento al porqué un evento se encuentra en cierto estado y con ello aprender y prevenir que lo que ha ocurrido, vuelva a suceder. Esto, porque una vez que se descubre el origen del problema, cualquier situación derivada de este origen, sería eliminado, al trabajar y eliminar el origen del problema.

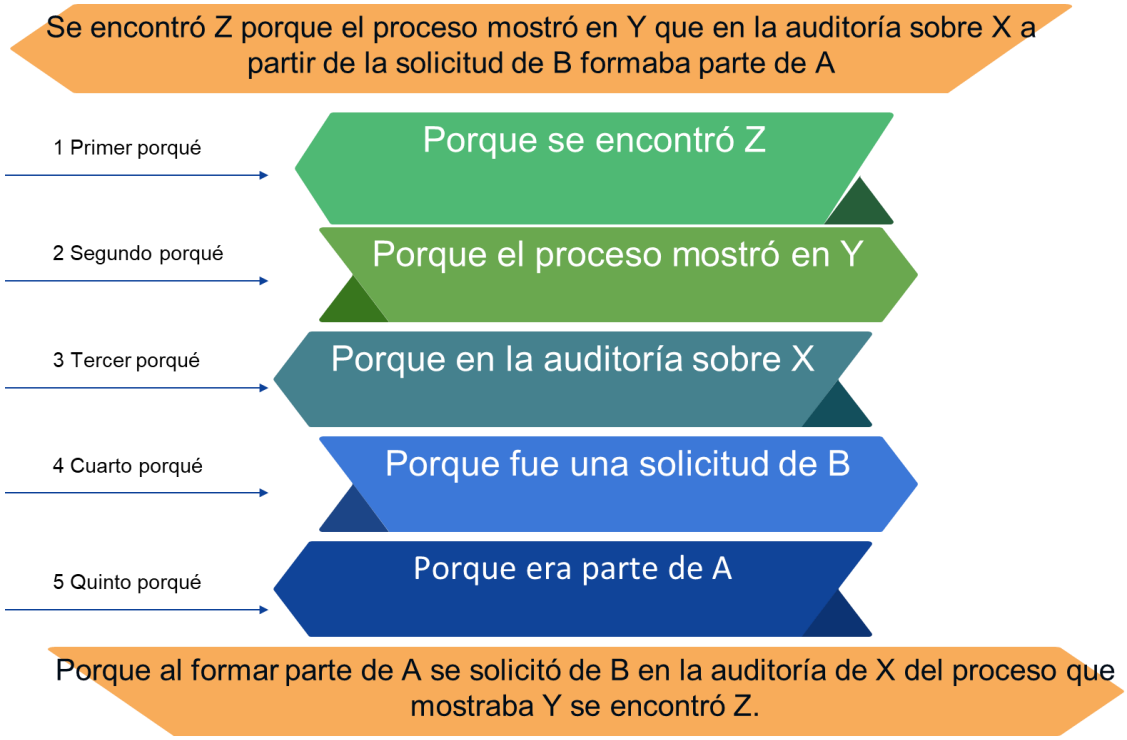
La primera pregunta va relacionada de manera general al porqué existe la situación problema, la segunda pregunta va derivada de la respuesta al primer interrogante y así sucesivamente hasta completar 5 preguntas.

Sin embargo, es muy importante que la lectura de estas respuestas sea coherente tanto leyendo del primer interrogante hasta la quinta interrogante, como de la quinta interrogante a la primera interrogante (Software, 2022).

Esto significaría para un sistema complejo, el descubrimiento de un origen de varios posibles a una situación de varias que se planteen en ese análisis de causa raíz.

Figura 7

Diagrama explicativo de un 5 porqué



Nota. La imagen muestra el funcionamiento de un 5 porqués cuando se lee de arriba hacia abajo y de abajo hacia arriba con el mismo resultado de lectura. Fuente: Elaboración propia (2022).

2.3 Sistema Resiliente

2.3.1 Resiliencia, ¿qué es?

La resiliencia nace cuando una persona ha atravesado una adversidad y después de esta, obtiene una mayor capacidad y consigue la habilidad de seguir adelante y de crear un mundo mejor para sí mismo, así como de mantener u obtener salud y estabilidad mental inclusive después de experimentar adversidades (Helen Herrman, 2011).

2.3.2 Resiliencia en sistemas productivos VUCA

Un sistema productivo se reconoce por tener un objeto que pasa a través de una transformación, un proceso y como resultado obtenemos un ítem diferente, un producto. Si, a esto se le agrega el concepto VUCA, que corresponde a las siglas de Volatilidad, Incertidumbre, Complejidad y Ambigüedad, nos referimos a un sistema en el que tenemos un producto ubicado en un medio ambiente VUCA. En específico nos referiremos a la volatilidad, la cual es la falta de un patrón repetitivo o tendencia predecible en un medio ambiente que cambia rápidamente (Burcu, Ana, & António, 2022).

El mundo globalizado en el que se vive hoy en día, provoca la necesidad de ubicarse en un ambiente VUCA para considerar que los productos que estamos generando requieren de subsistir y los modelos de negocios actuales deben de considerar que nos encontramos en un ambiente que requiere de agilidad, resiliencia, enfoque, adaptabilidad y apertura para poder tener un sistema de administración o de negocios exitoso en el que la empresa pueda ofrecer un producto que será exitoso y que la empresa será capaz de sobrevivir a estos cambios volátiles en el mundo. Precisamente por lo mencionado, es de suma importancia el contar con procesos productivos en los que se puedan generar productos que sean personalizados con un corto tiempo de producción, es decir, adaptarnos rápidamente a lo que el cliente solicite. De manera que se tendría que enfocar el producto en la calidad y considerar la calidad, como Deming explicaba; que la calidad depende de los procesos.

Enfocando el concepto de resiliencia sobre sistemas productivos, entonces significaría que las operaciones de los procesos requieren de calidad y que además, requieren de adaptarse o ajustarse a los constantes cambios globalizados, lidiar con variaciones al proceso de manera efectiva y eficaz, entender el entorno en el que el cliente se ubica y que como efecto final se pueda tener la capacidad de que nuestro sistema productiva sobreviva y adapte los

requerimientos que cualquier pueda llegar a tener. Es decir, entender de dónde proviene el cliente, ayudará a mejorar el sistema productivo de manera que se le pueda entregar la calidad adecuada a sus necesidades y que no se desmorone el sistema de producción en el proceso, sino que resulte exitoso (Felicjan, Piotr, Jan, & Edward, 2006).

3. Desarrollo de la propuesta formal con base en el análisis de metodologías para identificar y dar solución a problemas en sistemas complejos industriales.

En los apartados 3 y 4 se muestran metodologías que podrían ser aplicables al fenómeno de estudio y se encuentran 2 tipos de metodologías probables y 1 metodología mixta en la que se aplican herramientas de Calidad de Deming, en unión con herramientas de la metodología ágil para dar una solución realista y efectiva ante el fenómeno mostrado.

Las metodologías probables consisten en metodologías utilizadas para el desarrollo de software para problemas complejos que requieren de constantes modificaciones y desarrollo, la metodología mixta aplica conceptos base teóricos capaces de mostrar las ideas de las metodologías probables, para ser efectuadas y aplicadas por medio de una planeación y análisis en la que las herramientas resulten en un sistema de control ante el fenómeno mostrado en esta tesis. Con innovación de herramientas ya conocidas en el ámbito industrial y de calidad, como la herramienta de Causa-Raíz, 5 porqués, el diagrama de Ishikawa, dan apertura a un SIPOC en el que se puede dar como resultado un sistema de control a un proceso complejo.

3.1 Propuesta de la metodología

La metodología propuesta para encontrar una solución a la problemática consta de la unión de varias herramientas para búsqueda de causa raíz, así como de la identificación de los principales actores del sistema y sus interacciones con otros sistemas, es por eso por lo que se propone utilizar la metodología SIPOC, soportada en herramientas como los 5 porqués, el diagrama de Ishikawa, el diagrama de flujo de proceso y la metodología ágil: SCRUM. Esto debido a que se busca llegar a herramientas que muestren indicadores para detectar si un sistema se encuentra en un estatus positivo o negativo a manera de que se puedan definir soluciones eficaces, acertadas y bien dirigidas, así como la evitación de la repetibilidad de errores.

3.1.1. Posible metodología "Análisis Estructurado y Diseño Estructurado"

Existen metodologías similares como "el Análisis Estructurado y el Diseño y estructurado", el cual funciona a manera de un diagrama de caja en donde se pueden observar entradas y salidas de un sistema, el cual tiene como objetivo principal, el reducir la complejidad de un sistema de software. Como su nombre lo indica, contiene 2 fases; el análisis estructurado y el diseño de la estructura, proporciona con el resultado de las fases un modelo lógico en el que un sistema complejo puede resolver problemas de manera sistemática. Sus conceptos básicos son los siguientes:

- Descomposición Funcional" SA/SD"; reducir un sistema complejo a uno simple por medio de funciones que puedan ser segregadas del sistema y administradas de manera separada.
- Diagramas de Flujo de Información "DFDs"; representaciones gráficas de cómo es el flujo de la información en un sistema.
- Diccionario de Información; Repositorio de información sobre los elementos utilizados en el software.

- Diseño estructurado “SA/SD”; utiliza técnicas de diseño para desarrollar la arquitectura de un software, especifica estructuras, interfaces y algoritmos.
- Programación modular “SA/SD”; técnicas de programación modular

Esta metodología propondría una manera de simplificar el proceso complejo en el que se encuentra el tema de estudio de esta tesis, sin embargo, sería necesario aun así implementar más herramientas para que se llegara al alcance de desarrollo de herramientas, debido a que lo que propone la metodología de análisis y diseño estructurado, deriva en la creación de software por medio de códigos basados en los módulos encontrados en el análisis de la fase 1 de la metodología (YOO, 2023) (GeeksForGeeks, 2023) (T, 1978) (Mylopoulus, 2004).

3.1.2. Posible metodología “SW-CMM” el Modelo de Capacidad de Madurez de un Software”

Otra metodología en la que podría llegar a encontrarse una solución a la búsqueda de herramientas de esta tesis es el “SW-CMM” el Modelo de Capacidad de Madurez de un Software”, el cual tiene base en el desarrollo de una solución ante el problema de mejorar el software de algunas organizaciones que requería madurez en procesos considerados caóticos como parte de la unión del SEI o Instituto de Ingeniería de Software, un centro de desarrollo e investigación pagado por el departamento de defensa de Estados Unidos operado por la Universidad de Carnegie. Como objetivo, la metodología ofrece obtener control de los procesos para el desarrollo de software y una manera de desarrollar un software de manera congruente y ordenada, además de tener bases en la búsqueda de la calidad de procesos y de establecer una estrategia de objetivos orientada a las metas de la compañía en cuestión. Además de incluir en su teoría el conocimiento del ISO 9000, comparaciones a Deming, Juran, Crosby, Garbin, Feigenbaum y Taguchi.

Esta metodología cuenta con 5 niveles:

1. Inicial; Se reconoce que el sistema cuenta con procesos caóticos donde distintas interfaces realizan actividades individuales, pocos procesos se encuentran mapeados y el éxito depende de los esfuerzos individuales de los participantes.
2. Repetitividad; Se implementan algunos procesos básicos de administración de proyectos para contabilizar el costo, tiempos y funcionalidad del proyecto.
3. Definición; Se crea un estándar de las actividades por medio de documentar los procesos, estandarizarlos e integrarlos a una familia de procesos en un software. Normalmente, esto va de la mano de los procesos que cada organización utiliza a su medida y que ha creado para el funcionamiento apropiado de la organización.
4. Administración; Medidas detalladas del software de proceso utilizado y de las medidas de calidad que se utilizan en ese momento, son recopiladas. Se entiende de manera controlada y cuantitativa los procesos de software y del producto.
5. Optimización; Se realizan procesos de mejora continua por medio de una retroalimentación cuantitativa y de dirigir ideas y tecnologías innovadoras.

La metodología “CMM” muestra una base sobre sistemas complejos que requieren de encontrar ganancias económicas y mejoras en la capacidad de un proceso a largo plazo, sin embargo, su enfoque va centrado a evaluar el desarrollo de un sistema de software que hasta el nivel 4 de 5 nos daría una base en la búsqueda de herramientas de control para el sistema en cuestión que se basa más en la complejidad de las interfaces de personas que de procesos lógicos de programación, además de requerir de un periodo largo para encontrar una solución a un problema como un desarrollo de software y en este caso, el tiempo es esencial y se requiere de soluciones casi inmediatas (proyectos de 1 -6meses). Esta metodología brinda orientación sobre dónde y en qué punto de madurez se encuentra un proceso, sin embargo, no incluye un modelo de implementación de administración de proyectos (McCollum, 2004) (Paulk, 1995).

3.1.3 Metodología SIPOC

La metodología SIPOC se consideró como una de las posibles metodologías para encontrar una solución al problema descrito en este tema de investigación. Esto, porque permite observar las relaciones encontradas entre los distintos personajes que se encuentran en un sistema y las relaciones e interacciones que tienen desde el inicio de la cadena de valor hasta el fin de la cadena, por considerar Proveedores y Clientes. Además de permitir la generación de planes de control y generar oportunidades de mejora para los proyectos (Banerjee, 2022).

La metodología SIPOC consiste en la descripción de los siguientes elementos: Proveedores (S), Entradas(I), Proceso (P), Salidas(O), Clientes(C) (Banerjee, 2022). Los clientes (C) son las personas que obtendrán un beneficio de lo que les sea provisto. Las Salidas (O) son los resultados netos de lo que se obtiene de los procesos, los métodos y el sistema analizado, por lo que se mostrará en este apartado de lo que es capaz de realizar o brindar el sistema. El Proceso (P) es la interacción de los sistemas, procesos y métodos, es decir, la transformación por la que pasará el objeto o ítem con lo que se suministre para resultar en una salida. Las Entradas (I) y Proveedores(P) son los recursos base y pueden ser tanto internos como externos, significaría que pueden encontrarse dentro de la organización o fuera de la organización (Scholtes, 1998).

El modelo del SIPOC requiere tener un propósito para poder tener un sistema. Es desarrollado como una versión alternativa del sistema del diagrama de Deming (Scholtes, 1998) (Brown, 2018).

De aplicarse esta metodología en esta tesis se seguirían los siguientes pasos (Banerjee, 2022).

Creación de tabla SIPOC.

Una Tabla SIPOC muestra las 5 columnas de manera vertical y cada columna contempla una parte del acrónimo de SIPOC, ordenadamente a su izquierda y derecha se ira complementando la información.

Figura 8

Figura de un acomodo de SIPOC

Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Clientes
S	I	P	O	C

Nota. Se muestra el primer paso en la creación de un SIPOC que es la identificación de nuestros puntos principales a evaluar según la categoría; S, I, P O, C en un listado. Fuente: (Scholtes, 1998) (Brown, 2018).

Identificación de fuentes de variación.

Para cada una de las categorías, se le coloca un ítem y a cada ítem se le agrupa para encontrar variaciones de cada una de las categorías. De derecha a izquierda, iniciando con el apartado de los clientes.

Figura 9

Categorías de un SIPOC con Ítem correspondiente y Fuentes de Variación

Categoría SIPOC		Item	Fuentes de variación
S	Proveedores	a b c d...	1 2 3...
I	Entradas	e f g h...	1 2 3...
P	Proceso	i j k l...	1 2 3...
O	Salidas	m n o p...	1 2 3...
C	Clientes	q r s t...	1 2 3...

Nota. *Se acomodan los puntos principales de horizontal, el paso previo a un acomodo vertical para cada categoría y a cada categoría se le asignan sus respectivos elementos a evaluar que pueda estar generando una variación. Los ítems darán soporte para especializar lo que se busca analizar de cada categoría evaluada.* Fuente: (Scholtes, 1998) (Brown, 2018).

Identificación de métricos.

Como continuación de la columna de variaciones del paso anterior, se coloca una columna a la derecha de las variaciones y se identifica un métrico para cada variación.

Figura 10

Figura de un SIPOC con Ítem, fuentes de variación y herramientas

Categoría SIPOC		Item	Fuentes de variación	Métricos/ Herramientas
S	Proveedores	a b c d…	1 2 3…	Metrico 1 Metrico 2
I	Entradas	e f g h…	1 2 3…	Metrico 3 Metrico 4
P	Proceso	i j k l…	1 2 3…	Metrico 5
O	Salidas	m n o p…	1 2 3…	Metrico 1 Metrico 2
C	Clientes	q r s t…	1 2 3…	Metrico 6

Nota. En la tabla se muestra la adición de una herramienta que respectivamente mediría una de las variaciones, por eso es por lo que las variaciones cuentan en la tabla con una numeración que va acorde a los métricos que se encuentran para cada variación, con diferencia de las letras colocadas para los ítems a evaluar. Significa que varios ítems pueden agruparse para tener una fuente de variación, también es posible 1 ítem con 1 sola fuente de variación. Pero para el caso de las variaciones, se esperaría que, con una variación, se tuviera 1 métrico, para simplificar lo que está sucediendo con los ítems. Fuente: (Brown, 2018).

Generación de oportunidades de mejora.

Como parte del análisis de los métricos, se entiende la relación entre cada una de las variables involucradas y las oportunidades de mejora existentes para evitar reincidencias.

Figura 11

Explicación de un SIPOC con Ítem, fuentes de variación, métricos o herramientas y oportunidades

Categoría SIPOC		Item	Fuentes de variación	Métricos/ Herramientas	Oportunidades de Mejora
S	Proveedores	a b c d…	1 2 3…	Metrico 1 Metrico 2	Mejora 1 Mejora 2
I	Entradas	e f g h…	1 2 3…	Metrico 3 Metrico 4	Mejora 2 Mejora 3
P	Proceso	i j k l…	1 2 3…	Metrico 5	Mejora 1 Mejora 4
O	Salidas	m n o p…	1 2 3…	Metrico 1 Metrico 2	Mejora 2 Mejora 3
C	Clientes	q r s t…	1 2 3…	Metrico 6	Mejora 4 Mejora 6 Mejora 7

Nota. La columna de mejoras al mostrar números salteados o repetidos en la misma columna, pero segregados acorde el acomodo de los métricos; significaría que se puede encontrar comunalidad de mejoras con los métricos, es decir, que las mejoras serían las que se encuentran dirigidas a los métricos y una mejora puede impactar varios métricos. Fuente: *(Brown, 2018)*.

Creación de planes de control.

Una vez identificados los métricos, se puede generar un control para cada métrico, lo cual tendría como resultado revisiones periódicas o auditorías, así como administración del proceso.

Figura 12

Explicación de un SIPOC con Plan de Control acorde a las oportunidades de mejora y sus métricos

Categoría SIPOC		Item	Fuentes de variación	Métricos/ Herramientas	Oportunidades de Mejora	Plan de Control
S	Proveedores	a b c d…	1 2 3…	Metrico 1 Metrico 2	Mejora 1 Mejora 2	Mensual
I	Entradas	e f g h…	1 2 3…	Metrico 3 Metrico 4	Mejora 2 Mejora 3	Quincenal
P	Proceso	i j k l…	1 2 3…	Metrico 5	Mejora 1 Mejora 4	Bimestral
O	Salidas	m n o p…	1 2 3…	Metrico 1 Metrico 2	Mejora 2 Mejora 3	Quincenal
C	Clientes	q r s t…	1 2 3…	Metrico 6	Mejora 4 Mejora 6 Mejora 7	Anual

Nota. La última columna es llamada plan de control porque para cada métrico y variación se destinaría un tiempo en el que se hará revisión de estos métricos encontrados para poder mantener una trazabilidad hacia el pasado de cómo es que se han comportado los ítems evaluados con respecto de sus variaciones y poder observar mejoras o saber cuándo ha sido un punto importante en el tiempo en el que se ha o mantenido la estabilidad o se ha generado inestabilidad en el proceso. *(Brown, 2018)*

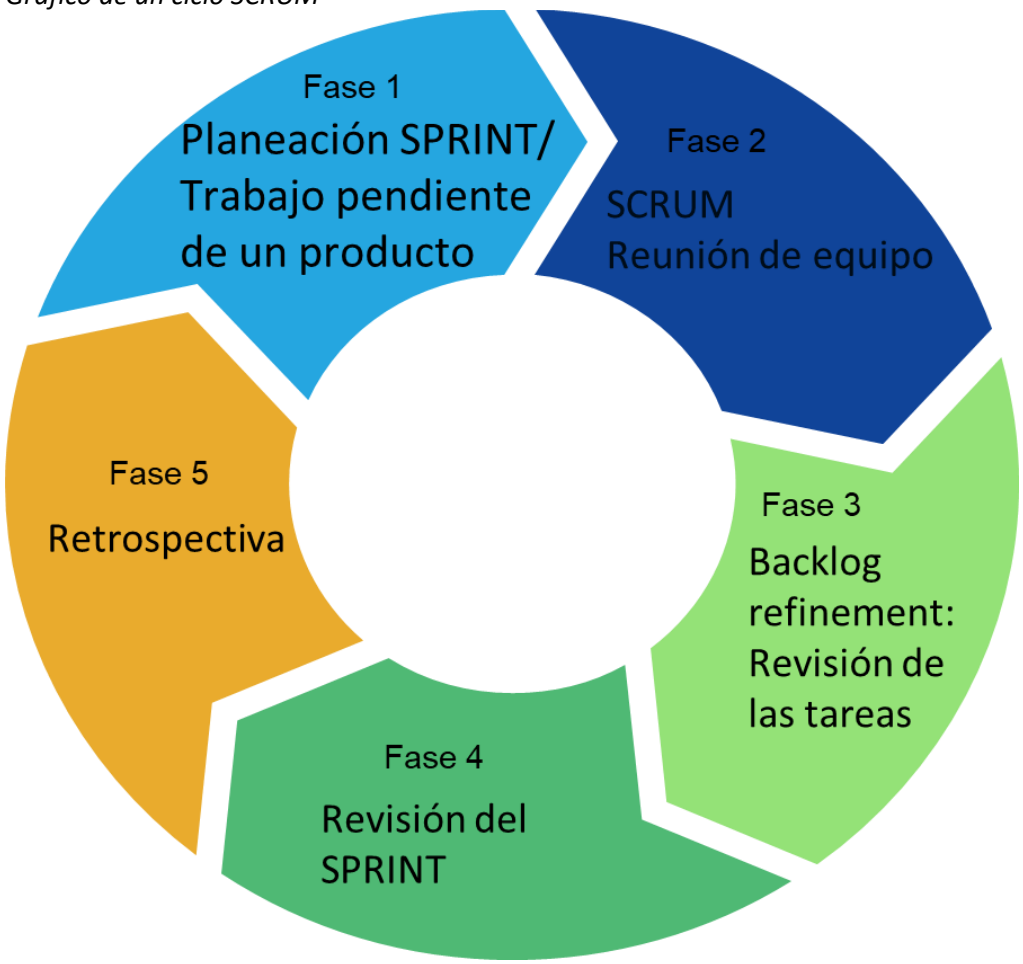
3.1.4 Metodología Ágil: SCRUM

Metodología que se adapta a sistemas en constante cambio y capaces de tener soluciones en poco tiempo con equipos pequeños de trabajo. Se originó en el sistema de "TPS o Sistema de Producción de Toyoda" y en el ciclo OODA: Observar, Orientarse, Decidir-Actuar, de la aviación de combate para tomar decisiones (Sutherland, 2015).

Se propone utilizar la siguiente metodología debido a la naturaleza de la búsqueda de una solución para un sistema complejo en el que se encuentran involucradas múltiples áreas de trabajo.

Figura 13

Gráfico de un ciclo SCRUM



Nota. Imagen gráfica de un ciclo de SCRUM con sus fases y sus nombres. Fuente: *(Sutherland, 2015)*.

Planeación SPRINT/Trabajo pendiente de un producto “Product Backlog”: Portafolio de tareas.

Establecimiento de tareas a realizar, en esta etapa de la metodología se colocan las tareas que cada miembro relevante al proyecto para el desarrollo de la solución se encuentra involucrado. Personas y tareas, así como cantidad de sprints o fases necesarias para cumplir el objetivo, cada uno respectivos a las tareas (ILIMIT, 2022).

Reunión de equipo SCRUM.

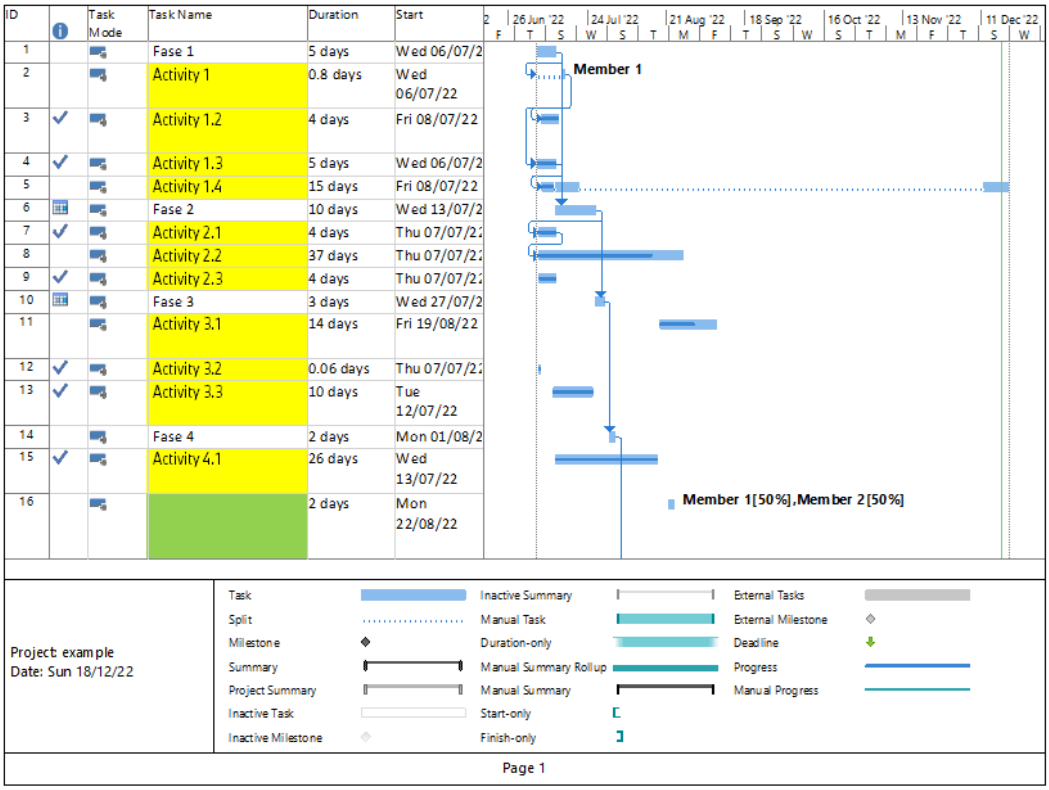
Se realiza una reunión como alineación con las personas y las tareas requeridas para el cumplimiento de objetivos. En la reunión se logrará entender el objetivo de todo el proyecto planeado para la solución, así como los límites que cada especialista tiene que no le permita avanzar en sus tareas para buscar una solución antes de desarrollar las siguientes tareas y evitar futuros paros y retrasos en la aplicación de las tareas (ILIMIT, 2022).

Refinamiento de tareas/reservas o “Backlog refinement”: Revisión de las tareas.

Las tareas encontradas dentro de cada fase se revisan y evalúan para saber cuánto tiempo tomará realizar una actividad, así como su esfuerzo requerido, los inconvenientes encontrados se resuelven. Se genera un diagrama de GANNT.

Figura 14

Visualización de un gráfico ejemplo de actividades de un proyecto con sus tiempos



Nota. En la imagen se muestra un ejemplo de cómo se vería el listado de actividades a realizar y su división en subactividades para poder completar una actividad general, la duración de las actividades y también si una actividad es necesaria para realizar la actividad subsecuente o si pueden ser realizadas de manera paralela para completar las fases de un proyecto. También en porcentajes se va a mostrar si se tienen personas en proyecto y su porcentaje de carga de trabajo para poder pronosticar si las actividades van a ser una carga de trabajo regular o si se va a necesitar de personal que ayude en el proyecto o un tiempo de trabajo más largo. Realizado con MS Project. Fuente: Elaboración propia de un Diagrama de Gantt *(Wallace & Gannt, 2010) (ILIMIT, 2022)*.

Revisión de SPRINT “Sprint Review”.

Reuniones de seguimiento donde se muestran los resultados de cada tarea obtenida. Se busca como resultado una retroalimentación o validación sobre el resultado de las tareas y la ejecución de ellas. Se genera un diagrama de tiempo vs esfuerzo involucrado por actividad para saber el tiempo de cada tarea, una planeación de capacidad (ILIMIT, 2022).

Retrospectiva.

Es la última reunión donde se revisa el objetivo del proyecto, el producto realizado en esta etapa debe de cumplir con el objetivo. Y se incluyen lecciones aprendidas sobre lo encontrado durante todo el proyecto. Se utiliza la herramienta JIRA como un tablero de seguimiento de las actividades y cierre del proyecto (ILIMIT, 2022).

3.2 Marco Metodológico

3.2.1 Nivel de la investigación

El nivel de la siguiente investigación es de carácter descriptivo y explicativo.

Descriptivo, debido a que mostrará las propiedades del proceso de secuencias de ordenes con números de parte variados y características importantes de los fenómenos que se relacionan con el proceso, como la complejidad con respecto a diferentes clientes que solicitan dichas órdenes o clientes. Además de poder identificar las características controlables y las no controlables del proceso.

Es de carácter explicativo porque busca encontrar las causas de los posibles errores o fenómenos que pudieran llegar a existir en el proceso de números de parte variados para lograr un mayor entendimiento del proceso, así como las condiciones en las que se podrían llegar a manifestar dichos fenómenos.

3.2.2 Diseño de la Investigación

La siguiente investigación muestra un diseño no experimental donde se analizará en los últimos 2 años la tendencia de los clientes y sus solicitudes en cuanto a las órdenes requeridas del proceso. Por esto mismo también es una investigación Transaccional descriptiva en la que se busca encontrar las causas en la pérdida de integridad para ciertos clientes en sus órdenes y con ello corroborar que la orden de un cliente se encuentre integra o completa al finalizar su procesado (subensamble), así como otorgar una visualización de una orden integra.

3.2.3 Población y Muestra de la investigación

La población para esta tesis se considera como una población de 195 clientes en total, de los cuales se les nombrará cliente 1 a cliente 195. Limitándolo debido a la complejidad del comportamiento de cada cliente, al cliente 1, cliente 2, cliente 3 y cliente 4.

Para muestra de la investigación, se considerará el número de parte específico para los clientes 1,2,3 y 4. Se ha definido para esta investigación por manera empírica los clientes de mayor complejidad y mayor volumen para tener una investigación representativa con respecto a su mencionada complejidad y un número de parte de mayor criticidad de acuerdo con el negocio. El Cliente 1 cuenta con el NP1, el Cliente 2 cuenta con el NP2, el Cliente 3 cuenta con el NP3 y el cliente 4 cuenta con el NP4.

3.2.4 Diseño Experimental

En esta investigación se considerará como variable independiente los controles; indicadores como casillas de verificación y direccionamiento de errores, utilizados para que los hallazgos considerados como variable dependiente, se vean disminuidos y rastreados con mayor eficiencia, tener la capacidad de identificar una orden integra con todos los subensambles que contenga la orden, identificar puntos de variación y asegurar que una orden ha sido revisada como integra.

3.2.5 Propuesta metodológica

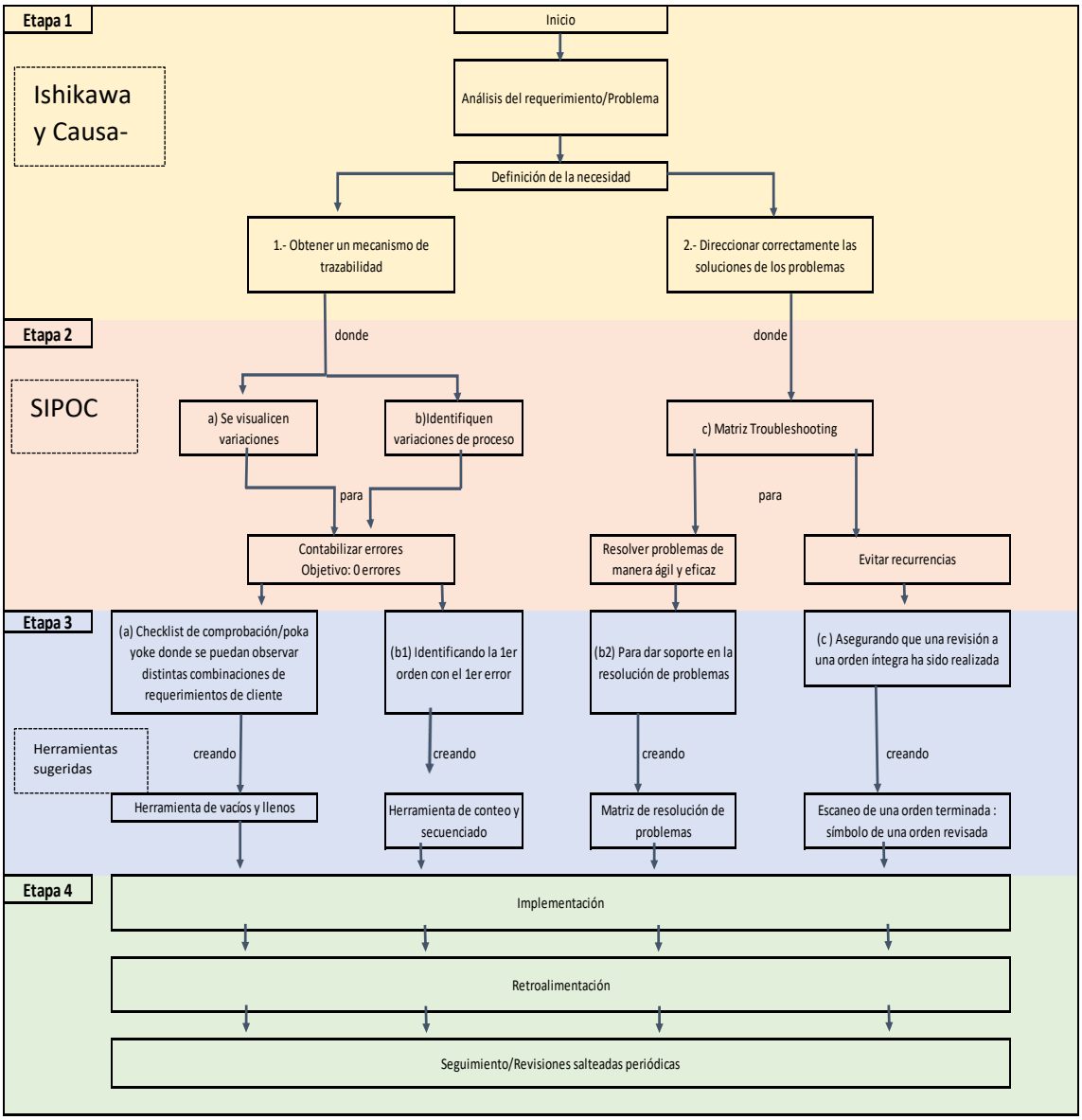
Para la propuesta metodológica, se encontrarán las siguientes 4 etapas. Cada una destinada a un objetivo por alcanzar que nos ayude en la continuación de la etapa subsecuente; las 4 etapas son las siguientes:

1. **Etapa 1**, como objetivo, ayudará a responder a la pregunta, ¿Qué es lo que está sucediendo y qué se necesita solucionar?, por medio de la herramienta 5 porqués y de un Ishikawa.
2. **Etapa 2**, como objetivo, ayudará a responder a la pregunta, ¿Cómo observar el problema y cómo localizar el problema dentro de nuestro sistema?, por medio de la herramienta SIPOC.

3. **Etapa 3**, como objetivo, ayudará a responder a la pregunta, ¿Cuáles son los posibles métodos de resolución al problema enfrentado y qué herramientas pueden dar soporte a estas soluciones encontradas?, por medio del análisis realizado de las 2 etapas previas.
4. **Etapa 4**, como objetivo, ayudará a responder a la pregunta, ¿Cómo obtenemos una retroalimentación del sistema para saber que lo analizado y planteado en las etapas previas ha brindado estabilidad al sistema?

Figura 15

Elaboración propia explicativa de la propuesta metodológica de las fases para el sistema



Nota. En el diagrama se hace referencia en cuanto a los colores a la figura 3 del proceso transformador. En esta figura 15 se muestra cómo sería la aplicación de etapas, aplicando el concepto de la metodología ágil, para cada etapa se aplicaría 1 ciclo hasta verlo cerrado para proceder a la siguiente etapa. La etapa 1 muestra la definición de la necesidad, la etapa 2 cómo es el que las necesidades serán solventadas con la necesidad de herramientas que respondan a esas necesidades, el objetivo del estudio del fenómeno. En la etapa 3 se definen las probables herramientas que con soporte de las herramientas SIPOC, ISHIKAWA han tenido mejor visualización del fenómeno. Por último, la etapa 4, la manera en la que se podría tener la sostenibilidad de la estabilidad de proceso al mantener las herramientas. Fuente: Elaboración propia gráfica de la propuesta metodológica (2022).

3.2.6 Etapa 1; Planteamiento de situación requerimiento/problema y necesidad a resolver

En esta etapa de la propuesta se plantea la situación en la que posiblemente se encuentre un problema y requiera ser identificado el requerimiento de manera exacta para el problema presentado, causado por una inestabilidad al proceso o irregularidades en el proceso como interrupciones que no permiten un funcionamiento fluido y continuo en el proceso, afectando su equilibrio.

Análisis del requerimiento/problema.

Para ello, es necesario saber exactamente qué es lo que está sucediendo en el proceso y realizarse preguntas como las siguientes para poder reconocer el alcance de la situación:

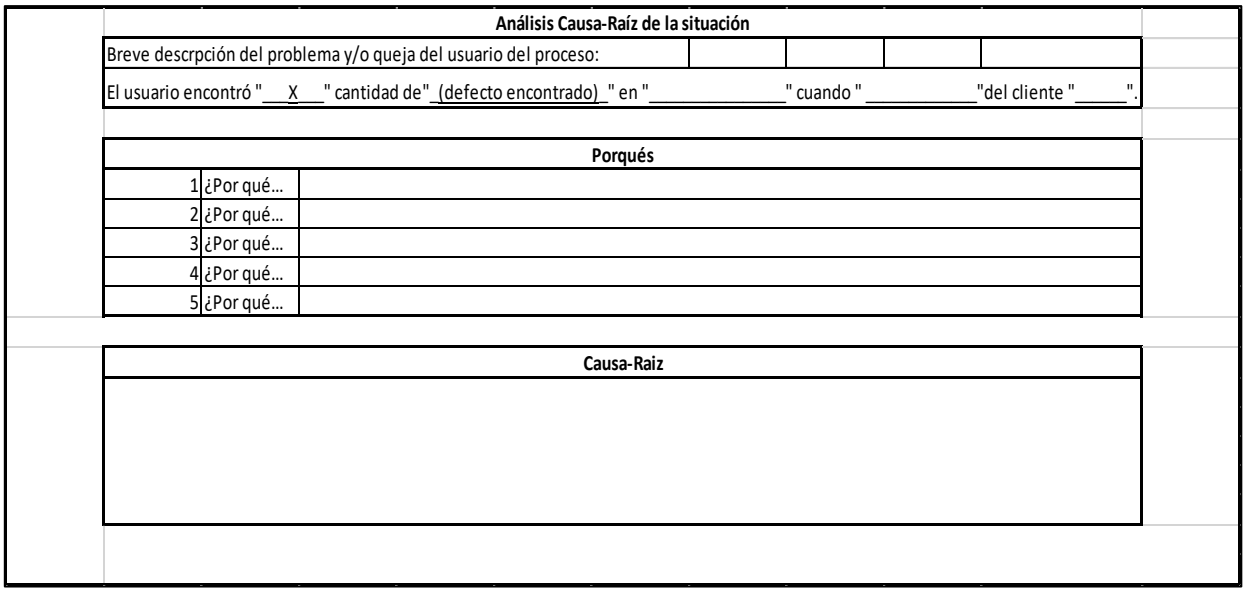
- ¿Qué es lo que está sucediendo?
- ¿Desde cuándo está sucediendo la situación presentada?
- ¿Quiénes son las interfaces involucradas en dado caso que la situación tenga afectaciones a otras áreas o interfaces inherentes al proceso?
- ¿Esta situación se ha presentado con anterioridad o es una situación nueva a la que se le está enfrentando?
- ¿Existe información previa sobre una situación similar que haya ocurrido previamente?
- ¿Si no ha ocurrido previamente, es una situación que involucra exclusivamente a la máquina que realiza el proceso o son personas las que se están enfrentando a la situación?

Se realizará un 5 porqué en el que se puedan responder las interrogantes de una manera secuenciada y lógica, permitiendo entender cuál es el problema con claridad, objetividad y exactitud.

El 5 porqué se realizará de acuerdo con el punto explicado en el apartado 2.2.5. y se aplicará de la manera siguiente:

Figura 16

Figura de la aplicación del análisis de causa-raíz para el fenómeno de estudio



Análisis Causa-Raíz de la situación				
Breve descrpción del problema y/o queja del usuario del proceso:				
El usuario encontró "___X___" cantidad de" _(defecto encontrado)_" en "_____" cuando " _____"del cliente "_____".				

Porqués		
1	¿Por qué…	
2	¿Por qué…	
3	¿Por qué…	
4	¿Por qué…	
5	¿Por qué…	

Causa-Raiz

Nota. Para el análisis del fenómeno se aplican las herramientas mencionadas en la metodología, para esta aplicación, se realizó una tabla en la que se fue segregando cada uno de los porqués para tener como resultado una posible causa-raíz del fenómeno. Fuente: Elaboración propia de un formato 5 porqués (2022).

Definición del requerimiento/problema para una necesidad.

Una vez que se ha realizado una primer exploración de la situación se puede iniciar un planteamiento de la posible necesidad a la que se está teniendo presente, es posible que sea una necesidad de solución inmediata o que sea una solución que requiera de más tiempo y soporte de personal especializado y externo al proceso, tanto la necesidad de una herramienta que soporte la búsqueda del origen de un problema o situación como la posibles reacciones existentes en la

afectación al problema, es decir; ¿de dónde viene exactamente el problema? Y, ¿qué se puede hacer con ese problema o situación exactamente para que se pueda reaccionar en la siguiente ocasión de una manera más rápida y ágil?, como la de promover la flexibilidad que una persona que enfrente ese problema pueda solucionarlo por medio del entendimiento de las soluciones previamente encontradas a distintas soluciones.

Para ello, el 5 porqués determinará con exactitud el problema o situación a la que se enfrenta y la posible lógica del problema real enfrentado, y la aplicación del diagrama Ishikawa permitirá observar las interfaces como las personas, las máquinas, los sistemas, el medio ambiente y lo que se relacione alrededor del problema/situación para poder tener una visión y entendimiento del panorama y contexto que puede tener la presente situación/problema para tener localizadas las áreas de oportunidad con exactitud.

El diagrama Ishikawa o diagrama de causa efecto como se explica en el apartado 2.2.4. Se aplicará de la siguiente manera con los apartados indicados como se muestra a continuación porque es importante para este proyecto ser exactos en las definiciones de que se está analizando un sistema del que ha se conocen quienes son por ejemplo en una categoría general el “Hombre” del diagrama Ishikawa, así como las siguientes categorías representadas con una flecha de transformación a un concepto diferente aplicado al problema, proceso y sistema presentado para su solución:

- Hombre→Usuario/Interfaz; Se define como Usuario o Interfaz en el diagrama al “Hombre” debido a que los actores principales a analizar en este proceso solamente pueden ser las interacciones de entrada al sistema o las interacciones de salida al sistema, sin embargo, esto significa que si bien el problema puede encontrarse en un ajuste de configuración del sistema, como se consideraría para un problema de origen o configuración del sistema,

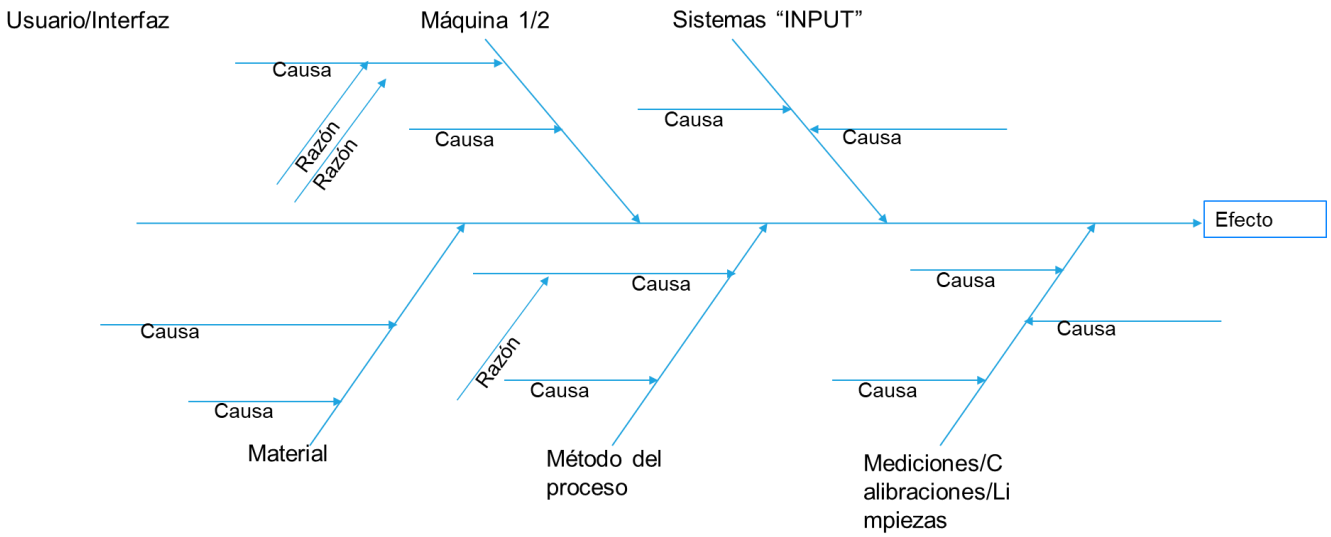
bien podría ser también un problema del manejo del usuario o del trabajo del usuario, debido a que el usuario también puede ser un intermediario para la entrega final del producto final del proceso analizado.

- Máquina→ Máquina 1 o 2; Para el análisis realizado, se limita solamente a 2 máquinas que realizan el mismo trabajo de proceso transformador del material a producto, sin embargo, sus utilizaciones pueden ser diferentes, por lo tanto , puede que una máquina presente de una manera más recurrente algún tipo de problema por desgaste natural de uso de la máquina o que por mantenimientos que se realizaron a destiempo, se presenten afectaciones a las máquinas y deben evaluarse ambas máquinas para correlacionar problemas y similitudes o segregar causas.
- Entorno→ Sistemas "INPUT"; Los sistemas "INPUT" al ser un proceso complejo en el que se depende de varios sistemas para lograr un mismo objetivo, se deben analizar si los sistemas se encuentran funcionando apropiadamente para descartar alguna causa que genere un problema mayor y evitar buscar soluciones en una parte del proceso final, cuando el proceso inicial es el que se encuentra incorrecto, es decir, ayudar a administrar el tiempo de resolución del problema y ser más eficientes.
- Material→ Material; Para la transformación del producto, en este sistema analizado solamente existe un material por lo que se deja la categoría como Material para que se indique si sus propiedades físicas pueden ser un determinante o no del problema.
- Método→ Método del proceso; Como método se especifica que se refiere al proceso, es decir, lo que pudiera llegar a causar un problema en los pasos a seguir para obtener un resultado positivo, un producto correcto e íntegro sin defectos; puede ser la manera del proceso que se ha realizado para configurar una orden, o si la configuración de un paso del proceso se ha saltado, es decir, la calidad del proceso.

- Medida→ Mediciones/Calibraciones/Limpiezas; En este apartado se hace referencia a calibraciones, debido a que el material se “calibra” o se revisa antes de ser colocado en la maquinaria para evitar problemas al momento de encontrarse funcionando o en proceso, las limpiezas de la máquina son esenciales para un correcto funcionamiento de este proceso, debido a que se encuentra un polvillo como viruta en el procesado de cada orden y esto entorpece el funcionamiento de la máquina provocando errores de calidad y defectos en el producto, así como desencadenantes que puedan dañar otras partes del sistema de la máquina.

Figura 17

Diagrama Ishikawa propuesto y adaptado para el análisis del fenómeno y su causa-raíz



Nota. Para el fenómeno a analizar, se realizó un cambio en el ISHIKAWA, el medio ambiente fue cambiado por el sistema INPUT o entradas al proceso, esto porque de analizarse el medio ambiente, no se podría realizar algún tipo de cambio, puesto que queda fuera del alcance de lo que se puede controlar en un proceso como el que se busca estabilizar. Sin embargo, los sistemas al ser de importancia para el proceso transformador son los que se toman en consideración para poder ser evaluados en el análisis de causa-raíz. Fuente: Elaboración propia (2022).

3.2.7 Etapa 2; Observación de la situación y localización del problema

Con la información previamente encontrada, se procederá a realizar un análisis SIPOC en el que se tomará como información base, los resultados obtenidos de la herramienta 5 porqués y de la herramienta Ishikawa. Con la información obtenida se creará el primer cuadro SIPOC en donde se ordenará la información de quiénes son los involucrados en el problema a analizar y resolver, como son; las descripciones del Proveedores, Entradas, Proceso, Salidas, y Clientes, se realizará para cada uno de estos apartados un listado de quiénes son los proveedores, cuáles son las entradas al proceso, cuál es el proceso a realizar, cuáles son las salidas en el proceso y quiénes son los clientes involucrados en el proceso. Con esto, se podrá entender quiénes son las interfaces y principales contribuidores al proceso para poder realizar un análisis sobre la situación real y sobre la situación que probablemente se esté presentando. Es decir, para cada uno de los aspectos listados en, por ejemplo, Proveedores, se deberá relacionar una posible variación que pueda encontrarse presente. Así mismo, se encontrarán distintas variaciones para los proveedores y se buscará correlacionarse estas variaciones para obtener un métrico que de soporte a su medición y poder obtener un indicador que nos refleje cuando las variaciones están por debajo de lo esperado o cuando han aumentado más de lo esperado y así poder realizar una trazabilidad de la variación y de aquello que posiblemente una vez que se tiene un entendimiento del problema, se pueda observar un patrón de lo que se encuentre afectando la estabilidad del proceso.

La herramienta SIPOC y su definición se encuentra en el apartado 3.1.3.

Aplicado y unido lo revisado y analizado del diagrama Ishikawa se daría soporte con datos para el siguiente SIPOC a realizar:

Figura 18

SIPOC aplicado al fenómeno de acuerdo con Ishikawa previamente mostrado

Categoria SIPOC		Item	Fuentes de variación	Metricos	Oportunidades de Mejora	Plan de control (Periodicidad)
S	Proveedores(Personas): Hombre-->Usuario/Interfaz Entorno-->Sistemas "INPUT"	a b c d...	1 2 3...			
I	Entradas(Sistemas e información): Hombre-->Usuario/Interfaz Entorno-->Sistemas "INPUT-DATA"	e f g h...	1 2 3...			
P	Proceso: Material-->Material Método-->Método del proceso Máquina--> Máquina 1/2 Medida-- >Mediciones/Calibraciones/Limpiezas	i j k l...	1 2 3...			
O	Salidas: Orden integra	m n o p...	1 2 3...			
C	Clientes: Usuario Final-Producción	q r s t...	1 2 3...			

Nota. Para la etapa 2 se menciona el ISHIKAWA para poder entender el fenómeno y poder mapear el proceso para poder entender dónde se encuentran las variaciones que generan inestabilidad al proceso, se va de lo general del fenómeno a lo específico con el soporte del SIPOC. Fuente: Elaboración propia de un SIPOC adaptado para el análisis basado en información de un ISHIKAWA (2022).

3.2.8 Etapa 3; Posibles métodos y herramientas para la resolución al problema

Con el resultado de la aplicación del SIPOC, se habrán encontrado indicadores relacionados a cada una de las variables con las que cuenta el proceso analizado y que requiere de un control.

Se dividirán las herramientas en incisos a, b1, b2 y c.

Para poder visualizar e identificar las variaciones del proceso se requiere de contabilizar los errores y tener un objetivo a seguir, el mismo que tiene como objetivo buscado, el tener “0” errores. Para ello, se considerarán el inciso a y b1.

Como inciso a, la herramienta a desarrollar será un checklist de comprobación o un poka yoke donde se puedan observar distintas combinaciones de requerimientos de cliente; esto será observado por medio de rectángulos que muestren vacíos y llenos.

Como inciso b1, se identificará la primera orden con el primer error que pueda llegar a encontrarse en una orden. Esto será realizado por medio de una herramienta que funcione como un contador que indique qué número de orden es, como un folio y este indicara el número en el que se encuentra de la secuencia, considerando que la secuencia a analizar, es una secuencia diaria de un número finito de órdenes, es decir, en un día por ejemplo, podrían llegar a existir 365 órdenes, y el folio al inicio del día indicaría el número 1 y al final del día el número 365, por lo que si se encuentra un problema en la orden 125, sabremos que la orden 124 se deberá revisar para poder saber que la orden 124 fue el final de una secuencia sin errores y correcta o que se debe proceder a una investigación más profunda para encontrar la orden de la secuencia en la que el primer error fue realizado.

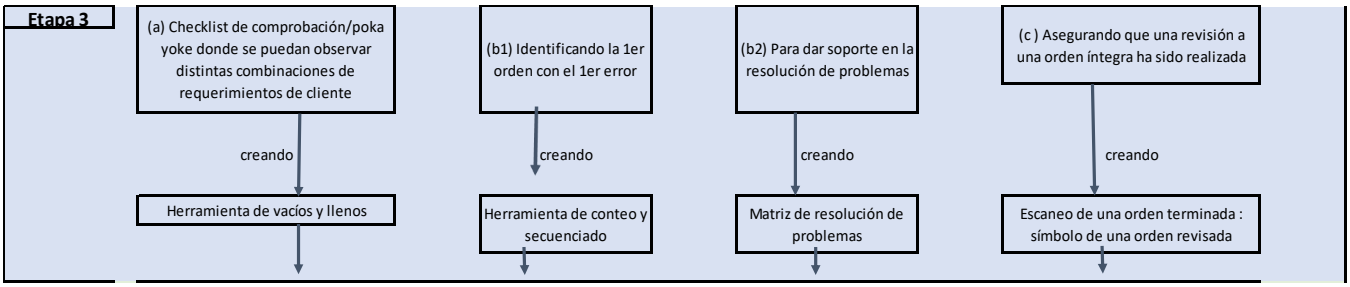
Como inciso b2, en soporte del inciso b1, pero con un propósito más indicado al direccionamiento de errores y soluciones ágiles, se propone realizar una matriz de resolución de problemas y lecciones aprendidas, de esta manera se podrán identificar posibles alteraciones al sistema.

Como inciso c, para evitar recurrencias en los errores y asegurar que una orden ha sido revisada y controlada, y que se encuentra íntegra, se realizará un escaneo de la orden el cual simbolizará que la orden ha sido revisada. El escaneo consiste en un código QR el cual contendrá el número de orden y del producto escaneado y observado como íntegro. La información será almacenada en un

sistema de trazabilidad en el cuál de existir en el futuro alguna búsqueda a su revisión, podrá ser consultada siempre y cuando la orden siga en proceso, el cual es el alcance del sistema.

Figura 19

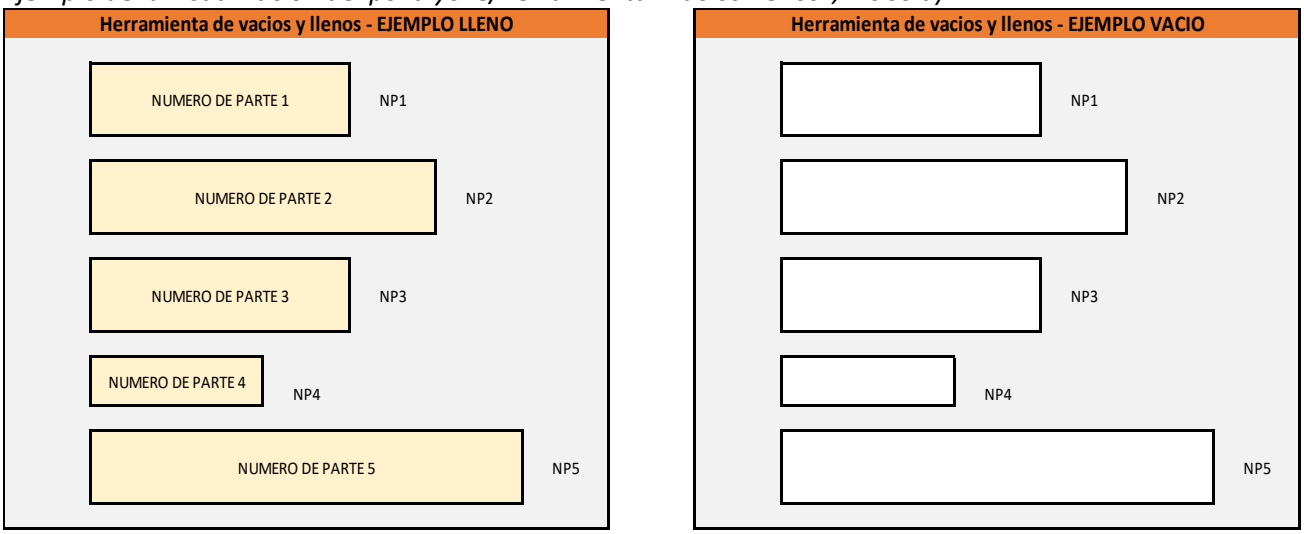
Figura de la etapa 3 con explicación para el entendimiento de los incisos y referencias



Nota. Elaboración propia explicativa de la etapa 3 para entendimiento de los incisos y referencias. De izquierda a derecha, el inciso "a" indicando la necesidad de una herramienta que funcione a manera de checklist de comprobación para la cual se genera la herramienta de vacíos y llenos. El inciso b1, menciona la herramienta para generar la identificación de errores en la secuencia de datos y poder encontrar un punto de inicio del error. Para el inciso b2, para el soporte de resolución de problemas se propone una matriz de solución y para el inciso c, como aseguramiento de una orden revisada, la creación de un escaneo de la orden. La imagen muestra de manera ordenada en la etapa 3 la creación de las herramientas para entender que herramienta sería necesaria crear para cada pregunta mostrada en las etapas anteriores. Fuente: Elaboración propia (2022).

Figura 20

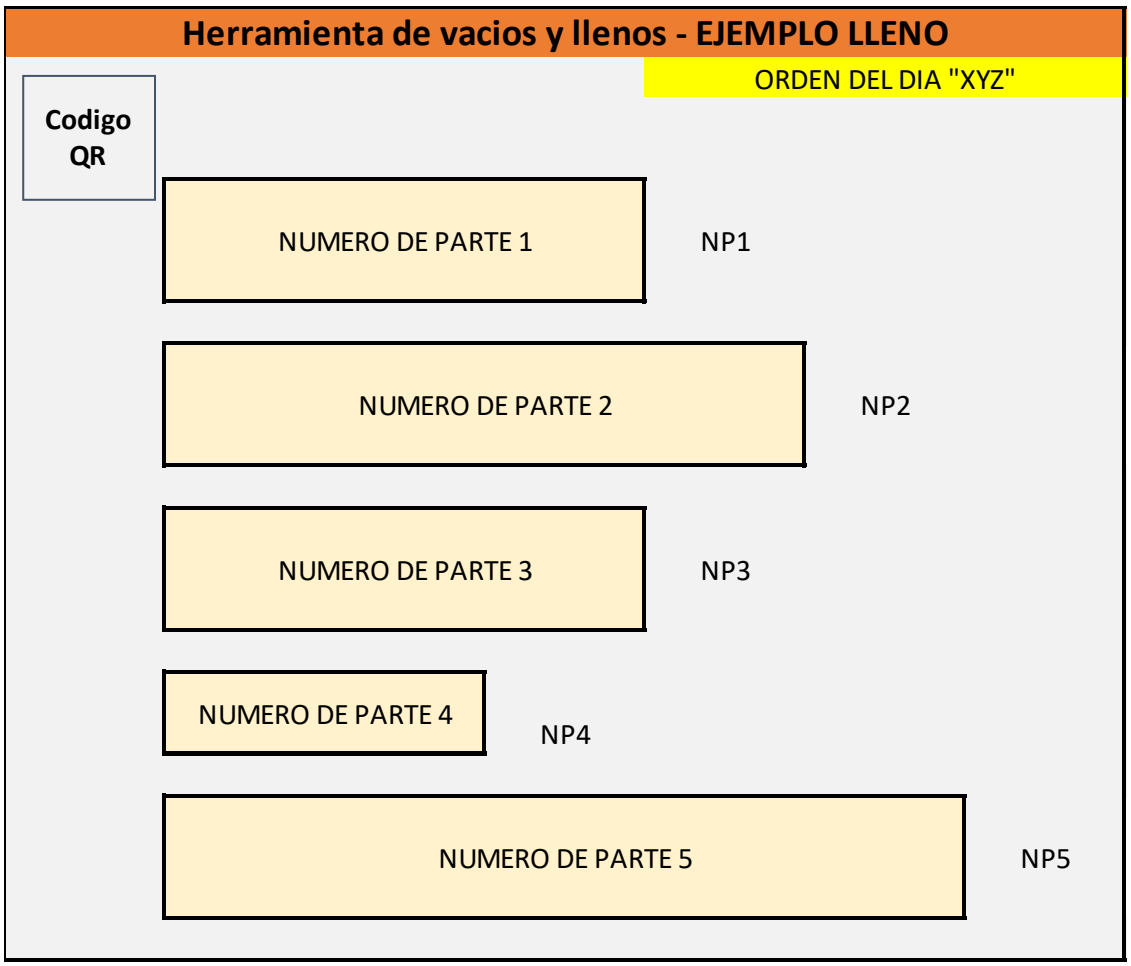
Ejemplo de la visualización del poka yoke/herramienta "vacíos-llenos", inciso a)



Nota. En el ejemplo mostrado a la izquierda se ejemplifica con amarillo claro cómo es que el ~~numero~~número de parte con un numero consecutivo se encontraría presente en la herramienta, en el lado derecho, se muestra como el ejemplo se encuentra en blanco sin la presencia de los números de parte, lo que significaría que los números de parte ya se encuentran ensamblados en la unidad por no estar presentes en la hoja. Fuente: Elaboración propia (2022).

Figura 21

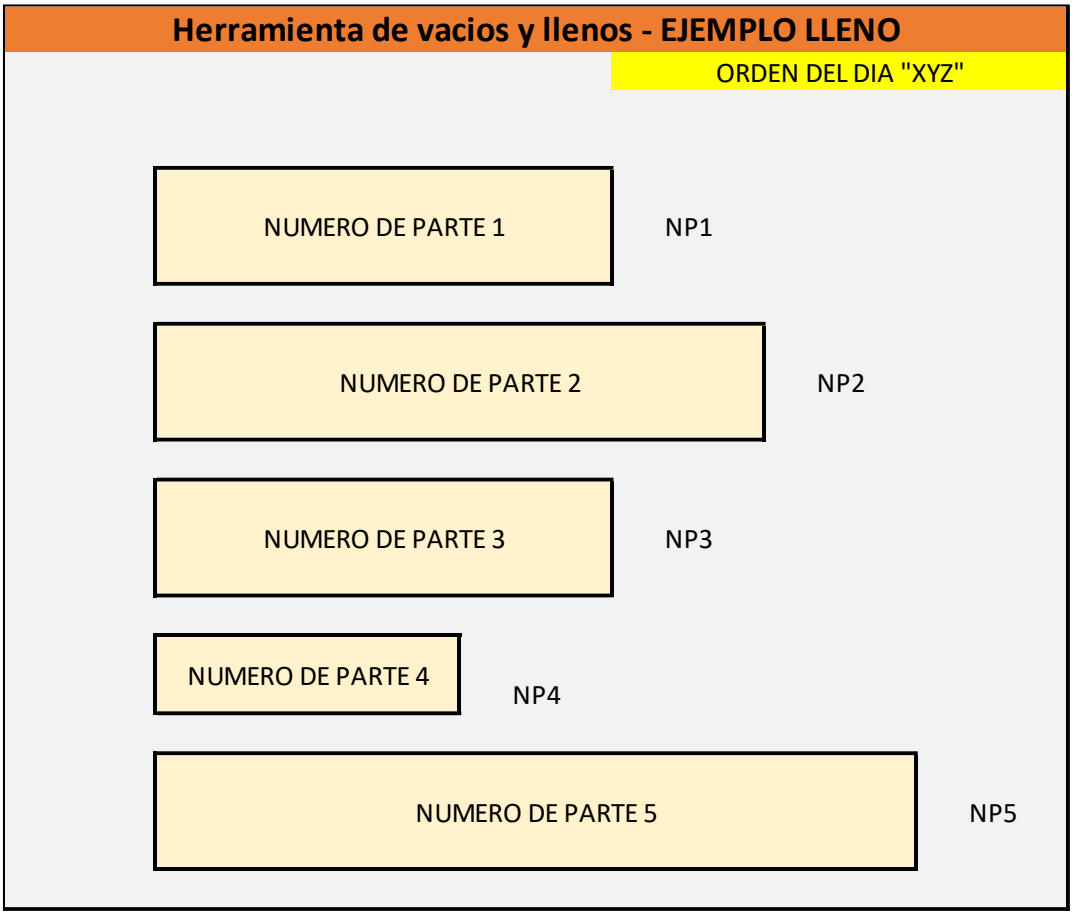
Ejemplo de una visualización de un ejemplo de una orden para escanear. El QR es un ejemplo de:



Nota. En este ejemplo se muestra el lugar en dónde se colocaría el código QR para lograr un escaneo de la orden y guardar el ~~numero~~número de orden ensamblada en la unidad. Fuente: Elaboración propia (2022).

Figura 22

Ejemplo de la visualización de la herramienta de conteo y secuenciado en amarillo



Nota. En esta figura se muestra el apartado en donde se colocaría el ~~numero~~número de secuenciado de la orden en números simples que sean fáciles de detectar para una persona que está llevando la secuencia de las ordenes, de pasar a combinaciones de códigos a secuencia de números simples del 1 al 9999. Fuente: Elaboración propia (2022).

3.2.9 Etapa 4; Respuestas esperadas de la aplicación metodológica

De acuerdo con las herramientas de los incisos a, b1, b2, y c, para obtener un resultado positivo, se aplicarán por medio del sistema ágil cada una de estas herramientas e incisos, para permitir un seguimiento de cada una de las herramientas indicadas, así como la adaptabilidad del personal que utilizará el sistema y lograr una apropiación del sistema en su día a día.

Para realizar estas implementaciones, se buscará a un equipo de expertos en las interfaces que competa, es decir, un equipo de especialistas que den soporte en la implementación del sistema. El equipo de soporte consistirá en una persona de sistemas, una persona de control de la producción, una persona de planeación de procesos, una persona de ingeniería, una persona de producción y una persona de mantenimiento.

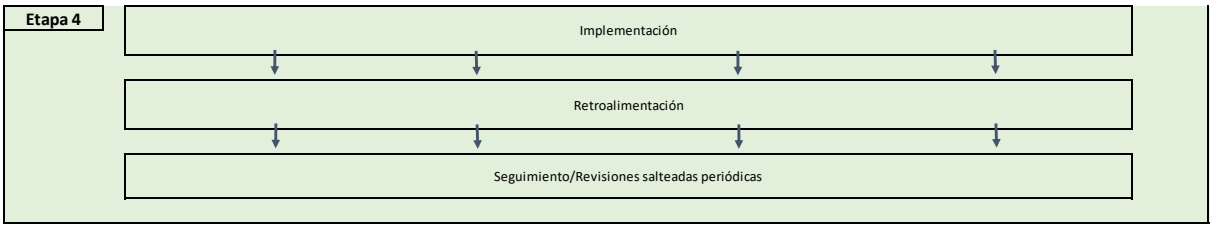
Se realizará una preparación de los requisitos que cada inciso requiere, como materiales, sistemas, configuraciones e información de soporte que ayude a una implementación exitosa. Una vez que se tienen preparados los requisitos, se convocará al equipo para designar alcances, soportes y responsabilidades de cada interfaz y afectaciones que cada uno de los expertos en su área pueda observar para evitar impactos en la estabilidad del proceso ya establecido.

Una vez que se tiene la preparación del equipo lista, se procederá a realizar una implementación de lo revisado, una vez implementado, se realiza un chequeo de que se encuentra en funcionamiento correcto la implementación y se realizan pruebas, en varias series para corregir los errores de la implementación del proceso, que puedan llegar a existir o encontrarse. Al término de las pruebas, se realiza una sesión de retroalimentación con el equipo para cada uno de los incisos encontrados y de no encontrarse puntos o temas abiertos, se cierra inciso por inciso, y se tiene una reunión de cierre y agradecimiento con los involucrados.

Como cierre es importante realizar revisiones salteadas de seguimiento al personal que recibió el proceso de producción para corroborar que todos los procesos implementados funcionen apropiadamente y cuente con la estabilidad buscada.

Figura 23

Explicación de la etapa 4



Nota. Como parte análoga de los conceptos de la metodología ágil, en la que se tiene una última fase en la que se tiene una fase 5 de retrospectiva, en la que se revisa cómo es que está sucediendo la implementación de un cambio o una integración en cuanto a si está siendo aceptada por el sistema actual, que esté funcionando apropiadamente y que si esté mandando el resultado esperado, como sería la retroalimentación de alguna falla, se considera en la etapa 4 el tema de la implementación y el tener una retroalimentación del sistema para el cual se tendría también retroalimentación o revisiones salteadas de tiempo en tiempo para saber si existe algo que se pueda hacer en el proceso para mejorar su uso por el cliente final, el cliente que se encarga del ensamble de los números de parte en la unidad. Fuente: elaboración propia (2022).

4 Aplicación de la metodología ágil para generar un sistema de control de identificación de errores en secuencias de órdenes con números de parte variados.

Del apartado 4 se realiza la aplicación de herramientas ya conocidas como el análisis de causa-raíz, 5 porqués, el diagrama Ishikawa, así como un SIPOC con el pensamiento de la aplicación de un Poka-Yoke ante el fenómeno para poder tener control de un fenómeno que muestra complejidad por las interfaces mostradas durante todo el análisis y ejercicio de aplicación para el análisis del estudio. Siendo que también demuestra que los canales y formatos de la comunicación son de primordial importancia para poder obtener herramientas que funcionen de manera adecuada. Se realiza con el enfoque ágil la implementación de las herramientas ante el fenómeno cuando se generan los análisis por medio de fases que ayuden a estructurar y segregar el fenómeno complejo a un fenómeno que sea simple y más sencillo de comprender para poder demostrar claridad, certeza y, sobre todo, la estabilidad buscada, control.

4.1 Resultados y Discusión

4.1.1 Etapa 1

Aplicación y resultado de la aplicación, discusión.

Herramienta aplicada 1; 5 porqués.

Tabla 1

Aplicación de la herramienta de Análisis Causa-Raíz del fenómeno

	Análisis Causa-Raíz de la situación	
	Breve descripción del problema y/o queja del usuario del proceso: El resultado final del proceso(ordenes) presentan errores en la misma ubicación (mismo número de parte), y el usuario encontró un problema en su producto final, lo identifica como un error en el producto por la imagen que se muestra al no cumplir las expectativas de calidad del usuario, se muestra, en general 2 tipos de errores, que se clasifican como errores tipográficos o errores de omisiones de texto.	
	Porques	
1	¿Por qué…	Se encuentra el proceso inestable y con distintos errores en los resultados del proceso
2	¿Por qué…	Porque el proceso contiene distintas interfaces y subprocesos que afectan de manera diferente al resultado del proceso
3	¿Por qué…	Porque el proceso requiere de flexibilidad y diversidad en sus variantes por las múltiples combinaciones de un cliente
4	¿Por qué…	Porque la personalización del proceso es un identificador clave del cliente
5	¿Por qué…	Porque los clientes requieren de diversos requisitos y el sistema requiere de adaptación al cliente
	Causa-Raíz	

	Los clientes requieren de diversos requisitos y el sistema requiere de adaptación al cliente , y la personalización del proceso es un identificador clave del cliente, porque el proceso requiere de flexibilidad y diversidad en sus variantes por las múltiples combinaciones y/o preferencias de un cliente porque el proceso contiene distintas interfaces y subprocesos que afectan de manera diferente al resultado del proceso y por eso se encuentra inestable y con distintos errores en los resultados del proceso. *estandarización de clientes	

Nota. Se muestra en tabla el análisis realizado al fenómeno encontrado a manera de tabla para mejor entendimiento del lector. Fuente: Elaboración propia (2022).

En la tabla se muestra el análisis de la causa raíz sobre la situación presentada en este problema de estudio. Se muestra en la situación que el problema que indica el usuario es que en una ubicación o número de parte de la orden se encuentra o se presentan errores en la misma ubicación, sin embargo, los errores que se han encontrado, no siempre es el mismo error exacto, pero sí en el mismo número de parte lo cual provoca que no se cumplan las expectativas de calidad del usuario que es el cliente final en esta parte del proceso, los errores se han generalizado en 2 tipos de errores; errores tipográficos y errores de omisiones de texto.

Como paso siguiente se realiza el análisis de esta situación con los 5 porqués, mostrando que para que se pueda decir que es un 5 porqués bien aplicado, es porque al leer del porqué 1 al 5 y del 5 al 1 se puede realizar un entendimiento de la situación, de una manera coherente y lógica.

Al realizar la lectura y revisión de este análisis de causa raíz, se encuentra que los requerimientos de los clientes es una necesidad básica para el proceso y esta situación resulta con la necesidad de tener flexibilidad en un proceso y que es necesario incluso con ese requerimiento de flexibilidad, el tener un sistema estable que permita trabajarse de manera continua y estable sin problemas causados por requerimientos nuevos y diferentes de cada cliente, que aunque cada cliente cuente

con sus generalidades, las especificaciones de cada uno de ellos tienen una base en común de normativas y también el proceso tiene una base común en cómo debe de realizarse el proceso.

Debido a esto que se percibe es necesario trabajar en medidas y herramientas que permitan y promuevan el equilibrio y estabilidad del proceso ante estos cambios posibles a encontrar durante el tiempo que se trabaje con el cliente en cuestión. El cliente no puede tener una lista de requerimientos estandarizados, porque la política es que el cliente tenga opciones y poder de decisión en lo que desea.

Herramienta aplicada 2; Ishikawa.

Tabla 2

Aplicación de la herramienta Ishikawa al fenómeno, apartado del Usuario

Usuario/ Interfaz	
Causa	**Razón**
Desarrolladores de datos	La información desarrollada es inconclusa o no fue recibida
Configurador de datos	Los datos se configuraron con algún error o la lectura de los datos en la configuración no fue la indicada
Administrador de datos	Los datos se administraron a destiempo
Configurador de sistemas	La configuración del telegrama se encontraba errónea y no fue compilada por el sistema
Ingeniería: Mandar nuevos cambios	El cambio de ingeniería no fue entregado a tiempo, no se encontró, no se realizó

Nota. Se muestra el resultado del apartado del Usuario a manera de tabla, la información se ha vaciado de la figura 24, para una mejor lectura. Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 3

Aplicación de la herramienta Ishikawa al fenómeno, apartado del Material

Material	
Causa	**Razón**
Material incorrecto	El material era un material diferente al indicado para el proceso
Material de calidad no aceptable para el proceso	El material no cumplía con el requerimiento final del cliente para poder funcionar de manera adecuada.

Nota. Se muestra el resultado del apartado del Material a manera de tabla, la información se ha vaciado de la figura 24, para una mejor lectura. Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 4

Aplicación de la herramienta Ishikawa al fenómeno, apartado de las Máquinas

Máquina	
Causa	**Razón**
Maquina 1: Tipo 1	Máquina tenía errores/fallas irreparables Afectaciones en piezas o partes Descargas eléctricas Picos de voltaje Piezas dañadas Software caduco
Maquina 2: Tipo 1	
Maquina 3: Tipo 2	
Maquina 4: Tipo 2	

Nota. Se muestra el resultado del apartado de la Máquina a manera de tabla, la información se ha vaciado de la figura 24, para una mejor lectura. Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 5

Aplicación de la herramienta Ishikawa al fenómeno, apartado del Método del proceso

Método del proceso	
Causa	**Razón**
Escritura de datos manual	Error humano de intercambiar letras/números/percepción de información incorrecta
Información en distintos formatos	Falta de estandarización en los datos genera confusiones y ambigüedades
Recepción de información por distintas fuentes	Falta de certeza de haber recibido toda la información

Pasos incorrectos para desplegar la información	Al saltarse alguna interfaz o paso en el proceso, se pueden provocar un error y que alguna parte de un cambio o implementación de datos no sea la adecuada
Múltiples interfaces e interacciones diversas entre ellos	Cada interfaz es una variable, al existir múltiples interfaces o personas, el riesgo es mayor, por error humano

Nota. Se muestra el resultado del apartado del Método del proceso, a manera de tabla, la información se ha vaciado de la figura 24, para una mejor lectura. Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 6

Aplicación de la herramienta Ishikawa al fenómeno, apartado de los sistemas "INPUT" Entradas

Sistemas "INPUT" Entradas	
Causa	**Razón**
Sistema Telegramas	La información no puede ser colocada en la orden y como resultado final, la impresión no contiene información o es saltada
Sistema Administrador de ordenes	Las ordenes no se imprimen o se salta la secuencia de los clientes, provocando ordenes faltantes
Sistema Administrador de contenido de ordenes	Las ordenes presentarán datos incorrectos, el sistema toma decisiones con prioridades, y sin prioridades, el sistema manda información incorrecta.

Nota. Se muestra el resultado del apartado del "Input" Entradas al proceso, a manera de tabla, la información se ha vaciado de la figura 24, para una mejor lectura. Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 7

Aplicación de la herramienta Ishikawa al fenómeno, apartado de las Mediciones

Mediciones/Calibraciones	
Causa	**Razón**
Máquina sucia por falta de limpieza	El material presentará atascos provocando que las ordenes no sean impresas o presenten mutilaciones
Filtros de la máquina sucios por falta de limpieza	La máquina se alentará y provocará errores en las impresiones
Mantenimiento autónomo faltante	Afectaciones en cortes, atasco de material, problemas de lectura y maquinado de la información

Nota. Se muestra el resultado del apartado de Mediciones cambiado a Calibraciones a manera de tabla, la información se ha vaciado de la figura 24, para una mejor lectura. Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 8

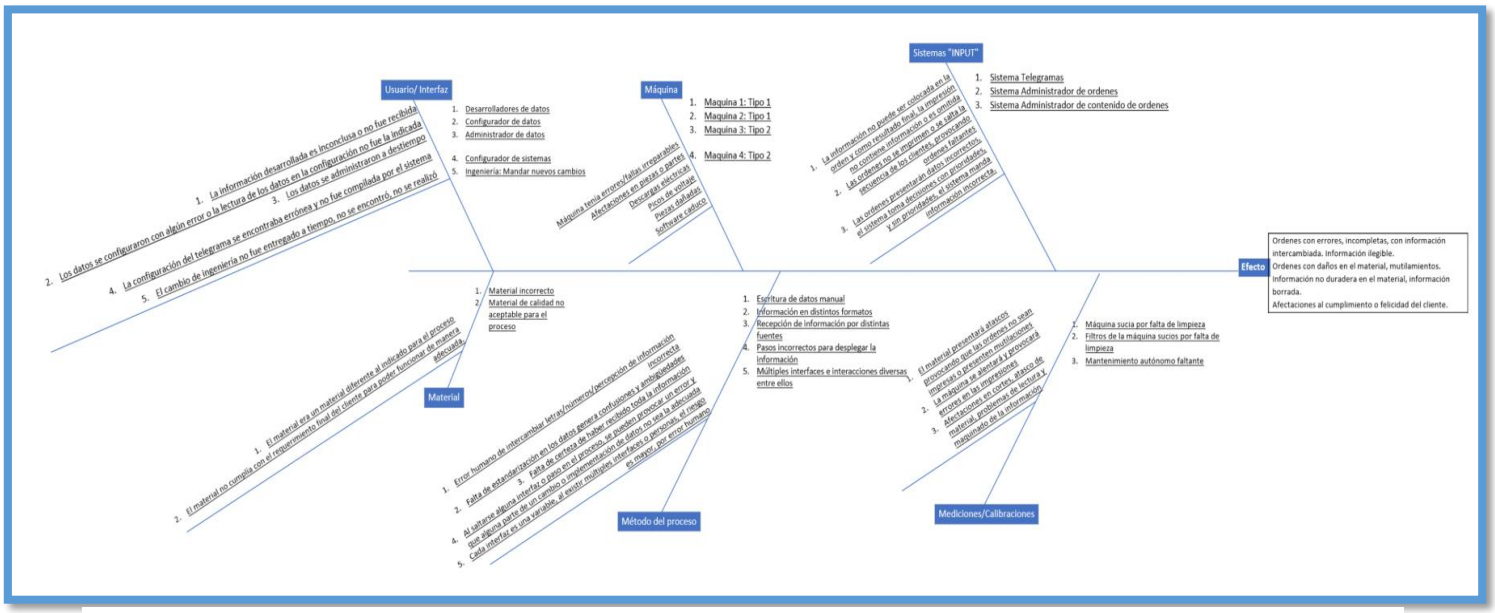
Aplicación de la herramienta Ishikawa al fenómeno, apartado del Efecto

Efecto
Ordenes con errores, incompletas, con información intercambiada. Información ilegible. Ordenes con daños en el material, mutilamientos. Información no duradera en el material, información borrada. Afectaciones al cumplimiento o satisfacción del cliente.

Nota. Se muestra el resultado del apartado del Efecto a manera de tabla, la información se ha vaciado de la figura 24, para una mejor lectura. Fuente: Elaboración propia (2022).

Figura 20

Diagrama Ishikawa aplicado al fenómeno



Nota. En la figura 24 se muestra el diagrama Ishikawa que se ha realizado para el fenómeno encontrado para poder realizar un análisis sobre las variables solicitadas por el diagrama, se han realizado adaptaciones del modelo Ishikawa en el apartado de entradas hacia la adaptación a sistemas de Entradas, porque es un fenómeno sobre datos y no se tienen materiales tangibles en este caso. Otra adaptación realizada es la de mediciones, que, si bien no se realizan mediciones en el fenómeno, se deben de realizar ciertas calibraciones al sistema para poder considerar que se está evaluando un sistema que es capaz pero inestable. Toda la información contenida en esta figura se puede encontrar en las tablas previas para mejor visualización. Fuente: Elaboración propia (2022).

Lo que se observa, cómo se observa, descripción de lo observado y conclusiones de lo realizado.

De la Herramienta Ishikawa mostrada en el punto previo, se observa de las categorías Usuario/Interfaz, Material, Máquina, Método del proceso, Sistemas “INPUT”, Mediciones/Calibraciones; sus distintas causas dependiendo de cada una de las categorías, de la misma manera se hace una correspondencia con las razones, identificadas en el diagrama con números para poder identificar cuál razón va ligada a qué causa. En el diagrama de no encontrarse una numeración significa que se muestra de manera igual una Razón a múltiples causas.

Al final del diagrama y de las tablas que muestran en detalle la información del diagrama, se puede encontrar el efecto causado por estas distintas causas y efectos.

- Usuario/Interfaz
    - Se logra observar cómo cada una de las causas de las personas involucradas en el proceso podrían llegar a presentar algún tipo de razón para algún efecto provocado, en el caso de las personas, se observa el cómo al administrar y manejar datos, se pueden encontrar razones en las que la información llega o no llega, o llega a destiempo o si llega puede presentar algún problema en el intercambio de la información entre alguna parte de la comunicación de las interfaces. Información faltante, incompleta, a destiempo o malinterpretada.

- Material
    - En cuanto al material se encuentra que hay 2 opciones posibles, que el material no sea el apropiado o que la calidad del material no cumpla con el requerimiento del cliente.
- Máquina

- Para la maquinaria, se contemplan distintos equipos, 4 equipos, 2 de un tipo 1 y 2 de un tipo 2, sin embargo, en cuanto a las razones de falla, se presenta que las posibles razones a la causa de provocar algún efecto no deseado en el proceso es el hecho de que no se les haya dado un cuidado apropiado, que alguna situación externa como una descarga eléctrica se presente y el equipo no se encuentre protegido, que el software ya no sea el apropiado para poder tener una buena comunicación con los sistemas actuales de la planta o que se encuentre dañado el material y afecte a las piezas y las piezas en sí a la máquina.

- Método del proceso
  - En el métodos se observa que es en el apartado donde se logran encontrar más causas, lo que significaría más variables, en el proceso, sin embargo, hacen referencia al apartado “Personas/Hombre/Usuario/Interfaz” del proceso, por lo que se puede observar de manera significativa y comprobable que el proceso cuenta en su mayoría con un proceso administrado por personas en la que el método es un método manual de administrar la información y se puede ver comprometido el resultado final del proceso, causando en mayor parte un efecto negativo al proceso y como resultado final, la insatisfacción del cliente. Se observa que la comunicación entre las interfaces es vital y el estándar de comunicación entre ellas es importante por las confusiones y ambigüedades que se presentan en las razones de este análisis.
- Sistemas “INPUT” - Entradas
  - Los sistemas causantes de un efecto pueden ser 3 sistemas, el sistema de telegramas, el sistema administrador de órdenes, y el sistema administrador del contenido de órdenes. Como razones se encuentra que la información no se haya

colocado de manera correcta y que las configuraciones de los sistemas sean incompletas/incorrectas, provocando que las ordenes no se impriman, se impriman de manera incorrecta, o que la información presentada en las impresiones sea información parcial o que muestre algún tipo de error, o que el sistema priorice las decisiones internas de su sistema de manera incorrecta y muestre una información incorrecta.

- Mediciones/Calibraciones
    - Como causas se encuentra que la máquina se encuentre sucia por falta de limpieza o que la falta de limpieza se encuentre en los filtros o que el mantenimiento autónomo de la maquinaria se encuentre ausente. Como razón de ello es que el material presentará atascos por la viruta dentro de la máquina, que las ordenes no sean impresas o presenten mutilaciones y que la máquina ya no funcione, se presenta alentamiento en la impresión, así como errores en la impresión, afectaciones en el corte entre orden y orden, así como problemas de lectura en las impresiones, por lo tanto, un material que no se encuentra dentro de las especificaciones del cliente.
- Efecto
    - El efecto; la comunión de las 6 variables principales resulta en un efecto de un no cumplimiento del requerimiento del cliente y por lo tanto afectaciones a la calidad.
    - Breve descripción del problema y/o queja del usuario del proceso: El resultado final del proceso(ordenes) presentan errores en la misma ubicación, y el usuario encontró un problema en su producto final, lo identifica como un error en el producto por la imagen que se muestra al no cumplir las expectativas de calidad

del usuario, se muestra, en general 2 tipos de errores, que se clasifican como errores tipográficos o errores de omisiones de texto.

- Se observa de todos los apartados, como efecto lo siguiente:
  - Ordenes con errores, incompletas, con información intercambiada.
  - Información ilegible.
  - Ordenes con daños en el material, mutilamientos.
  - Información no duradera en el material, información borrada.
  - Afectaciones al cumplimiento o felicidad del cliente.

En general de la etapa 1 se encuentra al aplicar el Ishikawa y el 5 porqué, que se pueden encontrar en su mayoría errores tipográficos o de omisión de texto en general en los errores del cliente y como contribuidores se encuentran del Ishikawa distintas variantes que agregan complejidad a la distinción exacta de dónde proviene el error o el causante exacto de estos tipos de errores.

4.1.2 Etapa 2

Aplicación y resultado de la aplicación, discusión.

Herramienta aplicada SIPOC.

Figura 21

SIPOC aplicado al fenómeno con lo encontrado como fuentes de variación para cada Ítem existente en el SIPOC

Categoría SIPOC		Ítem	Fuentes de variación	Métricos/Herramientas
S	Proveedores	Desarrollo	Preferencias del cliente	Fuera del alcance de planta
			Requerimientos especiales del cliente	
			Tiempos de cada cliente para su información	
			Nuevas preferencias y decisiones del cliente	
			Información incompleta	
		Ingeniería	Fechas de liberación incorrectas	Verde/Rojo: Checklist +completo/incompleto +Estatus del checklist (Paso 1-3)
			Información incompleta	
			Mala segregación de un cambio "Tipo A y Tipo B" Intercambiados	
		Administrador de la información	Tabla de sistema (desorden) priorización de condicionales	Cantidad de hallazgos: Tabla organizada

			Condicionales en tabla incorrectos o mal acomodados	
			Origen de formato de la información	
			Traspaso de Información	
		Administrador de los tiempos	Fechas inciertas	Cantidad de unidades retrabajadas por implementaciones
			Información a destiempo	
			Comunicación en cambios de ingeniería	
		Configurador de Tecnologías de la Información	Conocimiento de sus propios sistemas	Cantidad de afectaciones: Tablero Online
			Configuraciones nuevas	
			Adaptabilidad del sistema/Flexibilidad	
			Desconocimiento del requerimiento	
I	Entradas	Documento de integración de nueva información	Información faltante; fechas, detalles del requerimiento, claridad en la información	Tablero de comunicación entre interfaces Alineaciones de equipo
		Documento de dibujo de la orden	Numero de parte faltante en la impresora	
			Dibujo mal configurado	

		Fechas para los entregables	Cambios externos: COVID, cambios de producción, etc.…	
		Contenido de la orden	Preferencias de cada cliente	
P	Proceso	Recepción de datos	Formato de la recepción de datos	Tabla de seguimiento de cada cliente, cruzada con sus requerimientos
			Tiempo de la recepción de datos	
			Confirmación de los responsables de cada dato	
		Transformación de los datos a una orden	Múltiples sistemas para la formación de una orden	a) Vacíos y llenos de la orden, b1) así como su contador de las ordenes diarias.
			Distintos números de parte para la formación de una orden	
			Material de/para impresión	
		Revisión del contenido de la información	Distractores	Sistema de visión
			Errores de tipografía	
			Omisiones de letras y/o números	
			Mala lectura de datos	
		Configuración de una orden con su contenido	NA	b2) Matriz de resolución de problemas
		Creación física de la orden	NA	

O	Salidas	Orden completa	Maquina dañada/fuera de servicio	b2) Matriz de resolución de problemas
			Software incompatible/obsoleto	
			Dibujo faltante	
C	Clientes	Producción	Rotura de impresiones	c) Escaneo de la orden
			Mutilación de la impresión/orden/número de parte	
		Cliente final	Afectaciones nacionales/internacionales (COVID, guerras, huelgas, falta de suministros, etc.…).	

Nota. Se encuentran indicados en los cuadros encerrados en líneas verdes las posibles soluciones a la inestabilidad del fenómeno y marcado con incisos la referencia de las soluciones a los objetivos plasmados en los objetivos.

Lo que se observa, cómo se observa, descripción de lo observado y conclusiones de lo realizado.

En el punto anterior se presenta la herramienta SIPOC, aplicada de acuerdo con el proyecto y la búsqueda de indicadores/métricos/herramientas que nos ayuden a cumplir los objetivos del apartado 4.1 y 4.2, Objetivos Generales y Objetivos específicos.

En la Categoría SIPOC se indican los apartados a analizar del SIPOC, en Ítem, se describe de acuerdo con cada una de las categorías, los Proveedores del proceso, entradas, salidas, clientes y los procesos dentro del proceso general a analizar.

Como fuentes de variación se consideran y observan las fuentes de variación que pueden llegar a afectar cada uno de nuestros ítems provocando alguna inestabilidad en cualquier parte del proceso. Y, por último, en la última columna de izquierda a derecha, se encuentra la columna Métricos/Herramientas, que es el métrico encontrado para medir cada una de las variaciones o posibles afectaciones en el sistema de nuestro proceso complejo.

Dentro de todo el SIPOC se puede observar cómo es que interaccionan los apartados y las afectaciones que podrían llegar a tener.

- **S** Proveedores, se observa que son necesarios para la herramienta, sin embargo, el alcance de la planta y del proyecto quedan fuera de este, por lo que no es posible colocar algún tipo de métrico o Herramienta, sin embargo, para poder medirlo, el impacto se puede ver en las fuentes de variación y en el Ishikawa de la herramienta previa en este mismo documento. Lo cual nos brinda orientación sobre la necesidad de un rastreo y esto se puede realizar dentro del alcance del (P) Proceso en el apartado de recepción de datos con la tabla de seguimiento de cada cliente, cruzada con sus requerimientos. Eso solamente para el Ítem de desarrollo, para los siguientes Ítems, como son, Ingeniería, Administrador de la información,

Administrador de los tiempos y Configurados de Tecnologías de la Información, recae la herramienta dentro del control de cada una de las Interfaces que se encuentran en el proceso.

- **I** Entradas, se observan y encuentran los documentos que se utilizan durante el proceso para indicar tiempos, especificar el requerimiento y las herramientas que se requieren para la orden como lo es el dibujo de la orden o la base/esqueleto donde la información debe de ser integrada. En sus variaciones se observa que los fallos que se pueden llegar a encontrar quedan fuera del control interno o del alcance de las interfaces, ya que son requerimientos especiales de cada cliente, también se observa que las fechas se encuentran fuera del alcance de las interfaces del proceso, debido a que se depende de cuándo sea realizado el pedido del cliente o desee algún nuevo requerimiento o característica especial. Sin embargo, lo que fortalece a la estabilidad en estas variaciones y decisiones externas, es la comunicación que se debe de encontrar dentro de las interfaces y que se promueve a través de un tablero de comunicación y alineaciones realizadas con tiempo para evitar afectaciones.
- **P** Proceso, en el apartado de proceso se observan 5 procesos por los que la información pasa en el orden mostrado de arriba hacia abajo en la tabla del SIPOC, como variaciones, se puede notar que son dependientes de la manera en la que se lee la información recibida por las interfaces y por la manera en la que es traducida de una fuente a otra para su implementación, dejando la información en el trabajo de cada una de las interfaces para transformarla de acuerdo a los requerimientos, por lo que en este apartado de proceso es en dónde se derivan los objetivos del proyecto y se puede observar que en esta parte, el proceso, es un

proceso humano, donde los errores son inevitables por la gran diversidad de datos que se encuentran para cada cliente. Se observa con los incisos a), b1) y b2) se da soporte y se ha encontrado en dónde se pueden generar métricos que ayuden a reducir/eliminar las variaciones dentro del proceso que afecten la estabilidad y lograr una estabilidad constante en el proceso.

- **S** Salidas, en este apartado se observa el resultado final del proceso, una orden completa en la que las variaciones que pueden afectar son variaciones a la orden física como que se encuentre mutilada o rota o incluso que aparezca con números de parte faltantes debido a un dibujo faltante, para ello, el soporte o resultado del SIPOC muestra que la Matriz de resolución de problemas sería a herramienta indicada para resolver lo que se encuentre sucediendo en ella. Esto porque si se observa también en conjunto con los últimos 2 ítems del proceso; configuración de una orden con su contenido y creación física de la orden, se observa que no tienen una variación única, sino que aplicando la herramienta de Ishikawa previamente mostrada, se puede ver que hay distintas afectaciones y es necesario realizar una matriz que una las distintas combinaciones que pudieron haber afectado y generado una variación en la salida de la orden al momento de la creación de esta.
- **C** Cliente, por medio del SIPOC, se puede ver que tanto producción como el cliente final son quienes reciben la información física en forma de una orden y podrán ver si la orden se encuentra íntegra, y para ello, sería necesario escanear la orden para verificar que el cliente está de acuerdo con lo que ha recibido y que se encuentra de acuerdo con sus requerimientos, así como garantizar la felicidad del cliente.

De la etapa 2 se busca lograr dirigir el problema a cada uno de los posibles tipos de contribuidores existentes en el fenómeno de este proceso complejo, por lo cual también se encuentra de acuerdo con la metodología del SIPOC, las fuentes de variación para este mapeo de contribuidores y también un posible métrico o herramienta que ayudaría a solucionar parte de los objetivos planteados al inicio de esta tesis. El detalle se encuentra en la tabla SIPOC y sus relaciones se encuentran con los incisos y los marcos en verde.

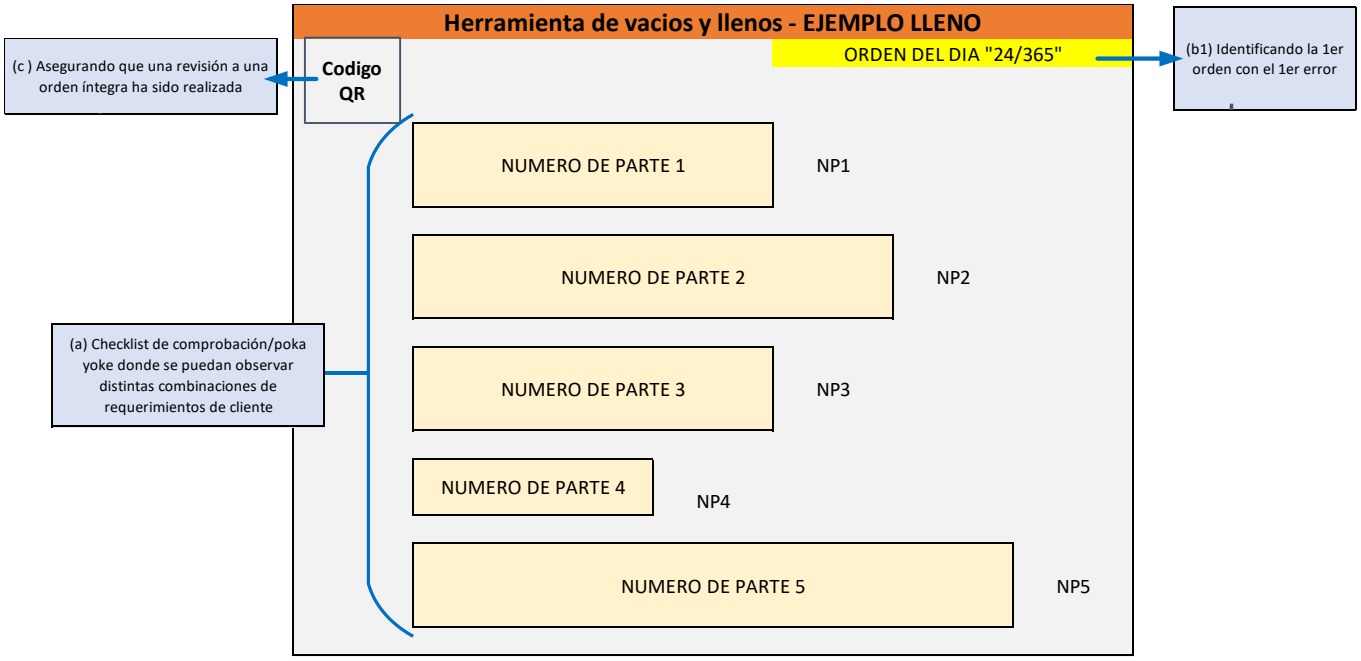
4.1.3 Etapa 3

Aplicación y resultado de la aplicación.

Herramientas resultantes a, b1, b2, y c.

Figura 22

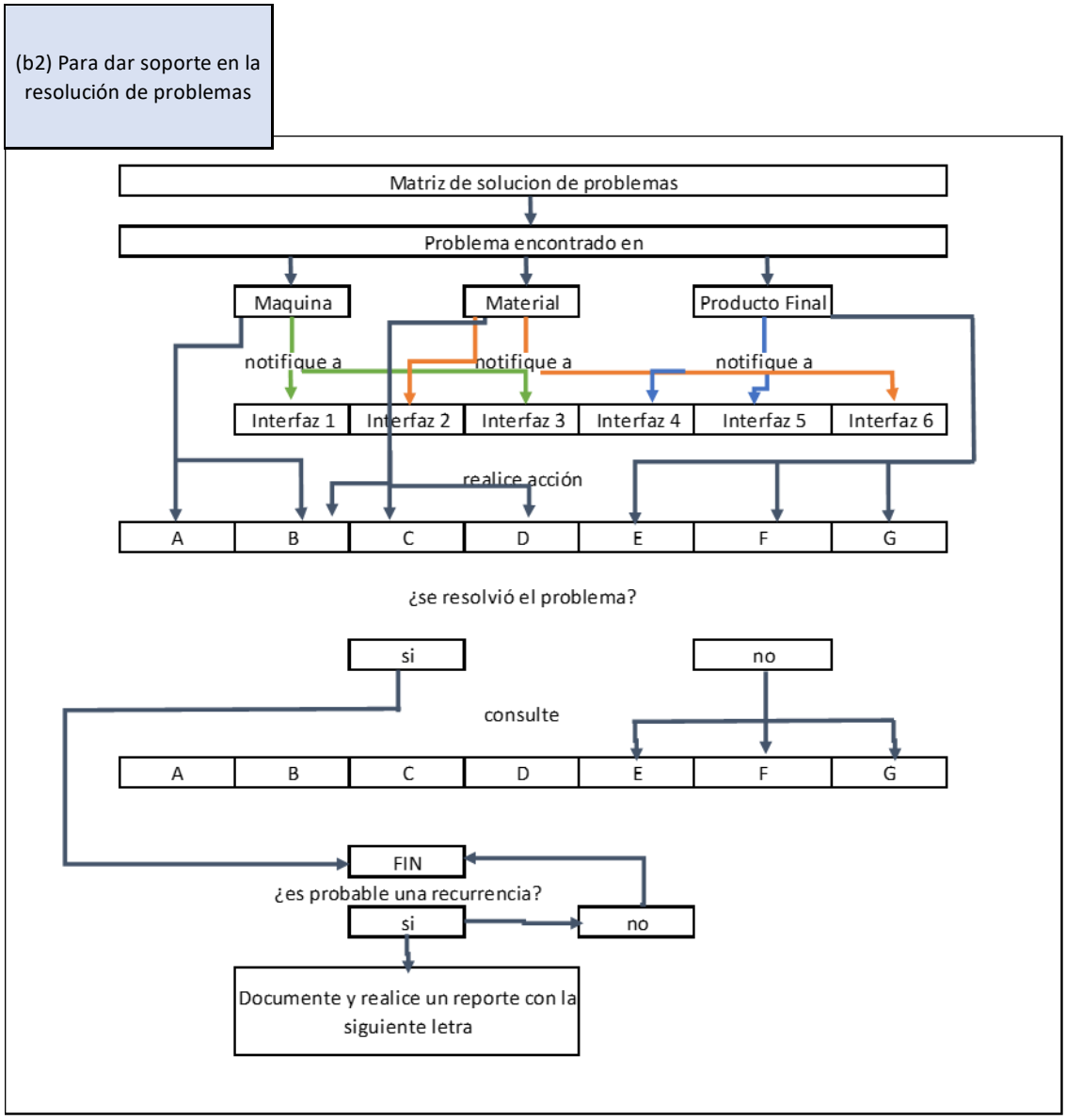
Imagen ejemplo explicativa del Poka Yoke del fenómeno con descripciones de los incisos objetivos



Nota. Para la figura 25 se hace una correlación entre el poka-yoke, que es la herramienta de vacíos y llenos contra las preguntas realizadas al inicio de este documento. Fuente: Elaboración propia (2022).

Figura 236

Propuesta del diagrama de toma de decisiones para matriz de decisiones



Nota. La figura 26 muestra a modo de propuesta una matriz tentativa de resolución de problemas relacionados con los puntos de la matriz de Ishikawa para los problemas más comunes encontrados en el proceso. Fuente: Elaboración propia (2022).

Lo que se observa, cómo se observa, descripción de lo observado y conclusiones de lo realizado.

Discusión;

De la matriz propuesta se sugiere primero ubicar el problema en la Máquina, el material o el producto final, ya que, dependiendo de donde se observe el problema, o sea encontrado el problema, se podrá notificar a la interfaz con mayor involucramiento en el tipo de error encontrado y dará indicaciones que funcionarían en la resolución del problema y a futuro, tener una solución en caso de que el problema se vuelva a presentar.

Se propone la matriz en esta secuencia de decisiones, debido a que las interfaces se encuentran en constante comunicación y al ser expertos de su propio sistema/área, pueden y son capaces de identificar la causa-raíz más acercada al problema y tener en existencia una solución ante el problema presentado.

Para la etapa 3 se obtiene como resultado una herramienta a manera de poka-yoke que a raíz del SIPOC generaría claridad sobre si una orden se encuentra completa o no. Lo que ayudaría a responder la pregunta de la etapa 3, si se tiene una posible solución o herramienta ante estas variaciones que se han encontrado en el SIPOC, el mapeo de los contribuidores en el Ishikawa y 5 porqués.

4.1.4 Etapa 4

Aplicación y resultado de la aplicación, discusión.

Sostenibilidad: Entendimiento del sistema complejo y sus actores.

Un sistema complejo como el mostrado en esta investigación demuestra que existen múltiples clientes o actores que cada uno funciona como un cliente y cada uno de ellos va a querer o solicitar distintas cosas o distintas variantes de su pedido en cualquier requisición, sin embargo, se puede entender y conocer el perfil de cada uno de estos clientes para poder catalogarlos en un

cliente “General” o un cliente “Especial” que requiere de números de parte específicos o cualidades especiales en algún número de parte.

Además de que se puede llegar a encontrar un patrón o secuencia que de soporte al momento de observar la herramienta de vacíos y llenos para tener presente la manera en que una orden se ve para un cliente y cómo se ve para otro cliente.

Considerando los resultados del sistema y de sus actores, se encuentra que es de lo más importante el reconocer además las fortalezas de cada una de las interfaces así como sus actividades de las que tanto se encuentra responsable como de las que NO se encuentra responsable para poder lograr una delimitación adecuada del problema o de la situación experimentada para así evitar que se recurra en correr en círculos y quedar constantemente en el ciclo de la Fase 4 del sistema ágil en el que se trabaja continuamente en sesiones de retroalimentación para resolver los puntos que puedan encontrarse pendientes de trabajar. El objetivo es que el sistema sea capaz de resolver el punto abierto y lograr llegar a la fase 5 de cierre.

4.2 Resultados de la investigación

4.2.1 Conclusiones fundamentadas, enlazadas y dirigidas con la propuesta

Tabla 9

Resumen explicativo de la relación de las fuentes de variación encontradas con sus posibles soluciones

Categoria SIPOC	Fuentes de variación	Metricos/Herramientas
Proceso	Múltiples sistemas para la formacion de una orden	a) Vacíos y llenos de la orden, b1) así como su contador de las ordenes diarias.
	Distintos numeros de parte para la formación de una orden	
	Material de/para impresión	
	Distractores	Sistema de visión
	Errores de tipografía	
	Omisiones de letras y/o números	
	Mala lectura de datos	
	NA	b2) Matriz de resolución de problemas
	NA	
Salidas	Maquina dañada/fuera de servicio	b2) Matriz de resolución de problemas
	Software incompatible/obsoleto	
	Dibujo faltante	
Clientes	Rotura de impresiones	c) Escaneo de la orden
	Mutilacion de la impresión/orden/numero de parte	
	Afectaciones nacionales/internacionales(COVID, guerras, huelgas, falta de suministros, etc…)	

Nota. La tabla 9 muestra una Reducción de SIPOC para explicación de los incisos para el alcance de esta investigación para un entendimiento conciso de la información mostrada previamente. Fuente: Elaboración propia (2022).

En la imagen de la tabla reducida del SIPOC, se muestra en el apartado de Proceso, Salidas y Clientes, el resultado de los indicadores que se buscaban a manera de métricos/herramientas para el objetivo General.

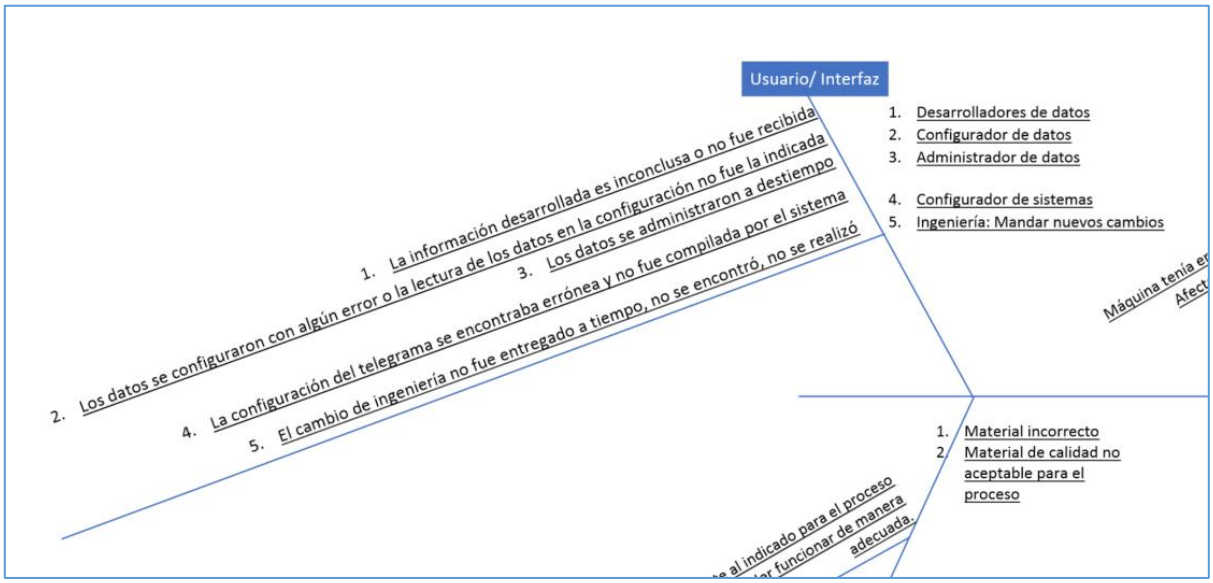
De la misma manera, para cada una de las variaciones en el proceso, se buscaba encontrar cuáles eran las variaciones que afectaban al proceso por los múltiples sistemas que se encontraban enlazados con las distintas interfases y distintos procesos en la creación de una orden con distintos números de parte.

Por lo que se justifica el tener un escaneo de la orden para poder asegurar el respaldo de que se ha cumplido con los requerimientos del cliente incluso ante variaciones externas que pudieran llegar a presentarse en el mundo actual.

En cuanto al proceso se encuentra el inciso a) en el que se contaría con la Herramienta de vacíos y llenos de la orden y el inciso b1) como un contador de las ordenes diarias para las variaciones encontradas en el proceso y una propuesta de b2) una matriz de resolución de problemas ante variaciones que no son identificadas pero que pueden observarse en el diagrama Ishikawa con relación al Usuario/Interfaz, el Método del proceso, y los sistemas “INPUT”.

Figura 24

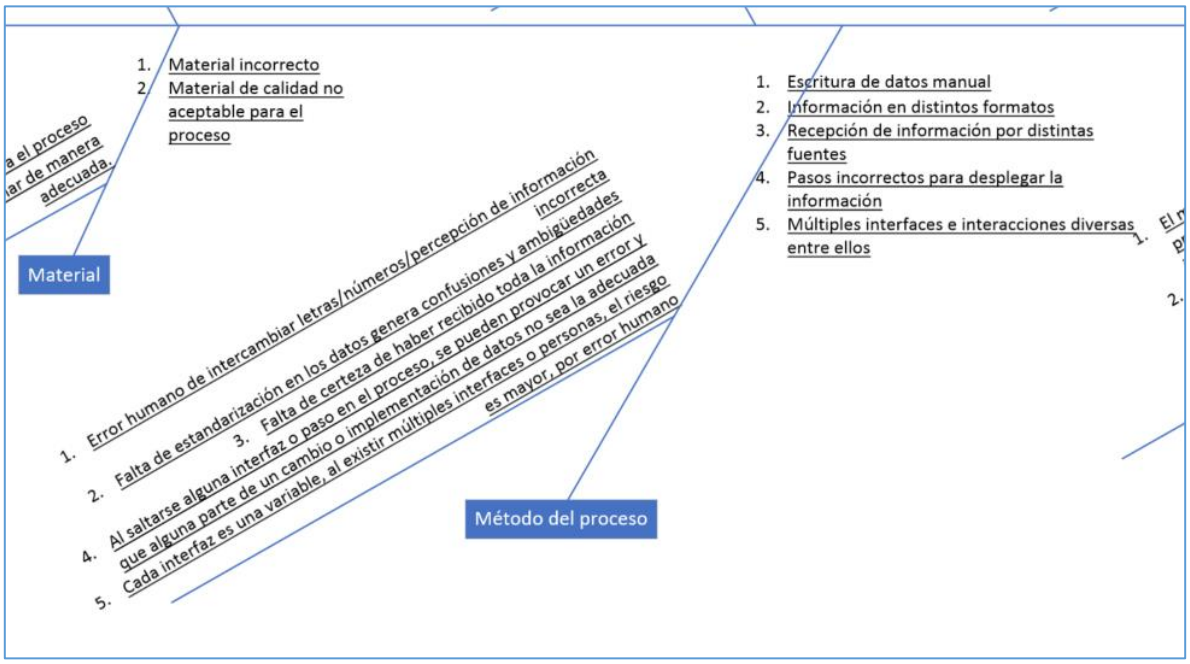
Imagen del apartado Usuario/Interfaz del diagrama Ishikawa



Nota. En la figura 27 se muestra lo encontrado del Ishikawa para el Usuario/Interfaz, mostrando que las interfaces cuando no tienen una comunicación correcta se pueden encontrar distintos errores, en este caso se han identificado 5 tipos de errores en la comunicación. Fuente: Elaboración propia (2022).

Figura 25

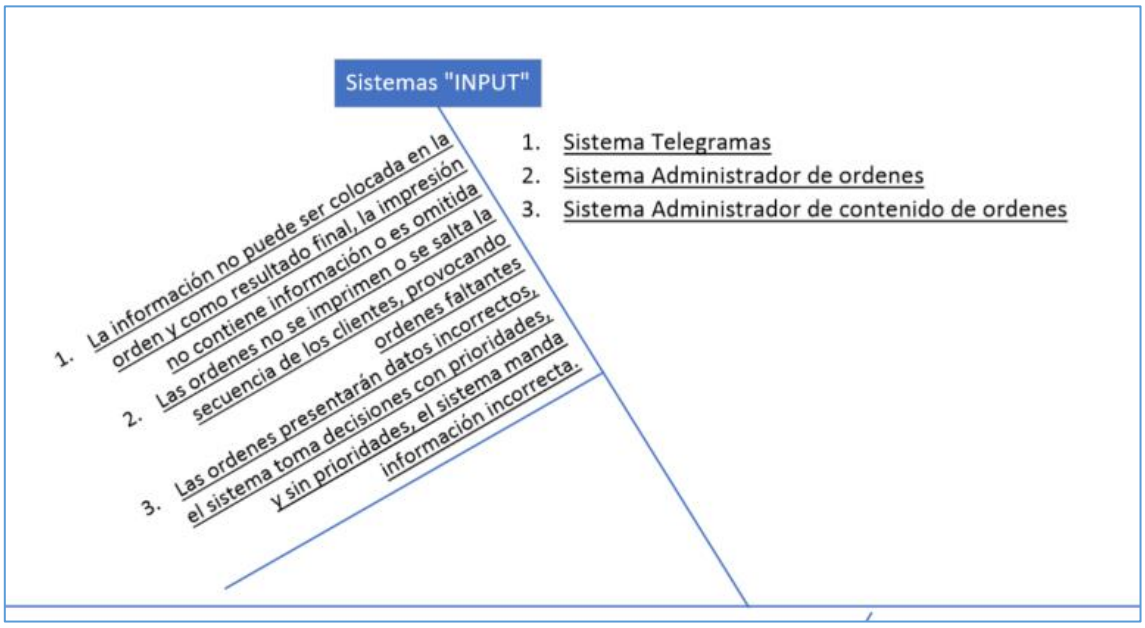
Imagen del apartado Método del proceso del diagrama Ishikawa



Nota. En la figura 28 se muestra la información obtenida del análisis Ishikawa para el Método del proceso, resultando en 5 errores basados en la incertidumbre de la información de no saberse completamente si los datos recibidos han sido todos o se ha implementado información que no sea la adecuada. Fuente: Elaboración propia (2022).

Figura 26

Imagen del apartado Sistemas "INPUT" del diagrama Ishikawa

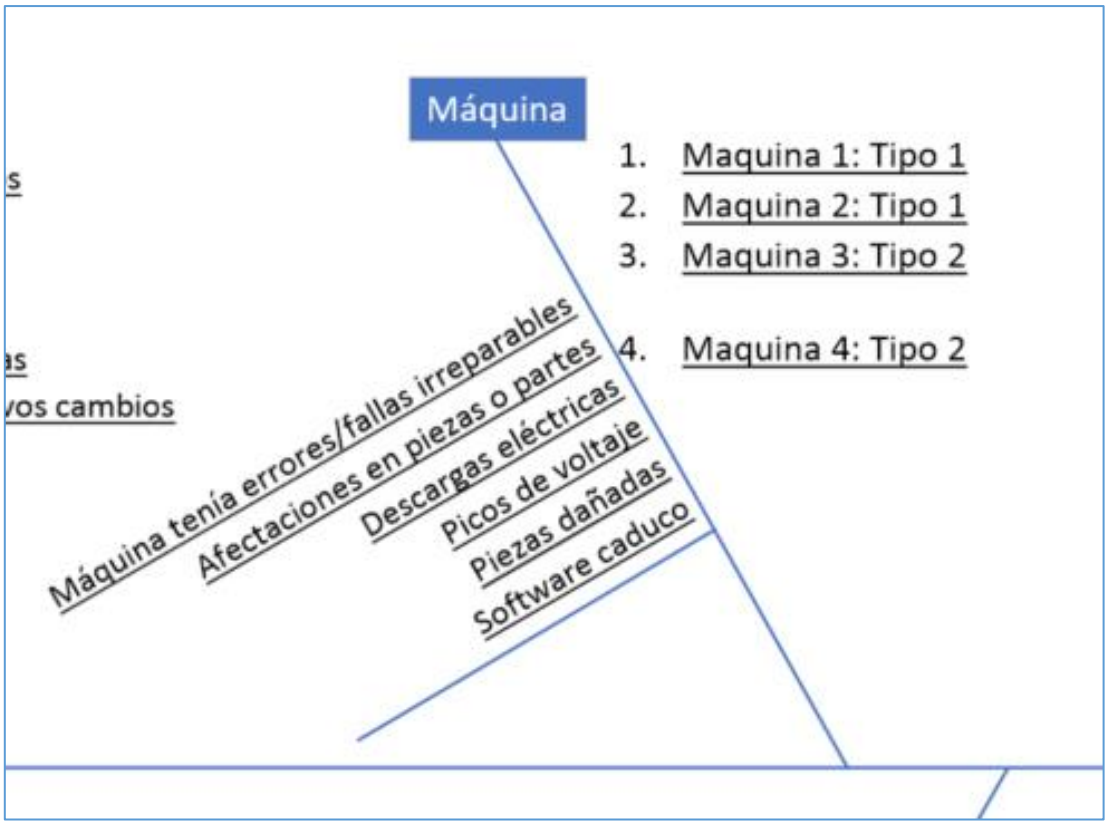


Nota. En la figura 29 se encuentran las entradas al fenómeno, se encuentran 3 sistemas convergiendo y 3 errores en estos sistemas, todos se encuentran basados en la manera en la que la información se procesa y se entiende por cada uno de los sistemas. Fuente: Elaboración propia (2022).

Con las salidas y los clientes en el análisis SIPOC se puede encontrar que la solución de indicador encontrada es b2) Matriz de resolución de problemas y c) Escaneo de la orden terminada. Al encontrarse estas soluciones en las salidas, se demuestra que el proceso depende de las interfaces administradoras y desarrolladoras de los datos, mientras que, para las salidas y el cliente, las variaciones provienen de las máquinas, del material y de los sistemas.

Figura 27

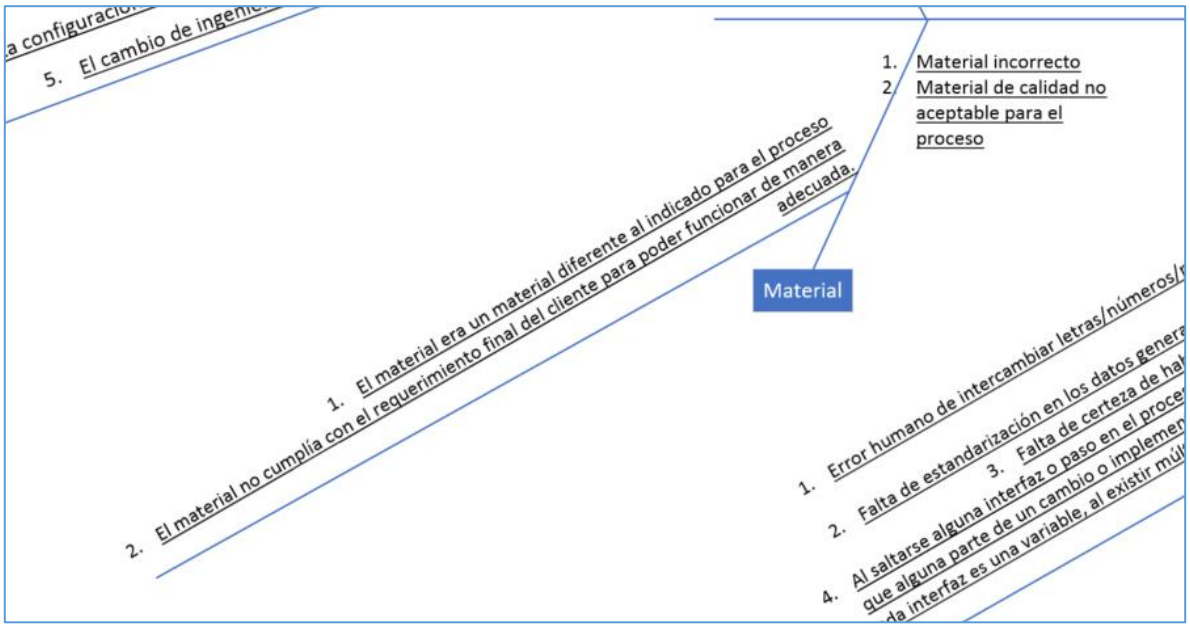
Imagen del apartado Máquina del diagrama Ishikawa



Nota. La figura 30 muestra lo encontrado para el Ishikawa en el apartado Máquina. Para la máquina se encuentran 4 máquinas de 2 tipos, las cuales comparten 6 posibles errores. Fuente: Elaboración propia (2022).

Figura 28

Imagen del apartado Material del diagrama Ishikawa



Nota. Para la figura 31 se muestra en el diagrama Ishikawa el apartado de Material, se separan en 1 y 2 para poder indicar que, de las máquinas encontradas, que son 2 tipos, se pueden encontrar 2 tipos de errores para cada máquina. Fuente: Elaboración propia (2022).

Conclusiones

I) Discusión o comparativa de los resultados de la investigación con el objetivo de la investigación, respuesta a las preguntas y el objetivo de la investigación. Estado inicial vs Estado Actual (Diagnóstico)

i) Discusión o comparativa de los resultados de la investigación con el objetivo de la investigación

De los resultados de la investigación se logra concluir que existen 2 diferentes niveles, uno de ellos se destina a las interfaces o a las personas y el segundo nivel, se destina a los sistemas y máquinas que intervienen en el proceso, se pueden generalizar o simplificar las variaciones en "Hombres" y "Máquinas" para poder determinar si es una variación que pudo haber sido evitada, remediada o si pudo haber ya sucedido, en cuanto a si se trata del primer nivel y de ser del segundo nivel, se podría también catalogar como variaciones que pueden ser externas e inevitables como el mundo o el entorno en el que se rodee el cliente solicitando alguna orden o semi-internas, porque podría ser alguna variable destinada a la máquina o al sistema que fue afectado por una persona o un riesgo no detectado previamente, como actualizaciones de software o de sistemas, o preparaciones a la máquina que eviten fallos eléctricos, o en la computadora de la máquina, por ejemplo.

De la investigación y aplicación de las herramientas se logra encontrar indicadores que den soporte a la trazabilidad, visualización e identificación de los contribuidores a las variaciones de proceso, así como contribuidores, además de que se logra describir el fenómeno de una manera estructurada y separada sobre las posibles afectaciones al sistema investigado, considerando que es una investigación descriptiva y explicativa del fenómeno mostrado en esta tesis.

Dentro de lo investigado también se puede encontrar que la cantidad de números de parte con la combinación de clientes y que algunos clientes comparten números de parte, cuando se encuentran en la situación de compartir un numero de parte, se genera mayor complejidad debido a que si bien tienen varias partes en común, lo que los hace únicos como clientes debe ser cuidadosamente integrado con todas las interfaces del proceso para no generar un caso.

ii) Respuesta de las preguntas y el objetivo de la investigación "Prio 1". Estado inicial vs Estado Actual (Diagnóstico)

Las preguntas se plantean con el objetivo de encontrar indicadores que ayuden y den soporte ante los problemas que se encuentren en el sistema del proceso de una orden de números de parte variados.

¿Existe una visualización de la integridad de una orden al finalizar el ensamble de la unidad? ¿es posible tener un mecanismo de trazabilidad de la visualización realizada como método de aseguramiento?

Se logra encontrar correspondencia a las variaciones del proceso por medio del SIPOC y del ISHIKAWA un POKA-YOKE en el que se pueden visualizar los distintos números de parte contenidos en una orden. Inicialmente se encuentra que se tienen los números de parte, sin embargo, no existía el orden en el que se puede observar que una orden se encuentra completa o integra. De acuerdo con las variaciones encontradas para el proceso, se puede corroborar si se encuentra faltante un número de parte en alguna posición en especial de la unidad. Actualmente con la identificación de los números de parte y de encontrar una secuencia en la instalación de los números de parte, se pueden encontrar patrones y medidas en las que cada cliente se le pueda llegar a catalogar de acuerdo con su complejidad.

El POKA-YOKE presentado serviría como mecanismo de trazabilidad, al existir de manera física. En el presente no existe un perfil único por cliente para poder mostrar cómo es que se distingue un cliente de otro, sin embargo, es algo que para ayudar a la estabilidad de proceso se sugeriría para futuras implementaciones e investigaciones de los perfiles del cliente.

¿Cómo es posible realizar una revisión y búsqueda del punto de inicio de las afectaciones?

Esto es posible con el contador encontrado en las órdenes, se conoce que existe cierto número de ordenes diarias y por turno, por lo que de tener algún cambio en el volumen y de encontrarse un día en específico una orden, se le puede monitorear de acuerdo con el número de orden de ese día en específico y reconocer cuándo es probable que un número de orden se haya encontrado afectado.

Antes de encontrarse esta solución el sistema cuando tenía alguna orden que tenía un posible error, era complicado ubicarlas en la numeración de orden, ya que cada orden cuenta con su identificador, los números no son siempre exactos o precisos con alguna secuencia, sin embargo, hoy con el contador se puede identificar en 4 dígitos la secuencia diaria y mejorar los tiempos de sorteo de las órdenes, de manera que para las personas que trabajan con las órdenes, les es más sencillo saber incluso, cuando la secuencia de órdenes, se ha saltado alguna orden y esto a su vez promover a que el sistema tenga una revisión, porque pudo haber sido afectado por algún factor externo a los que normalmente se trabaja con las interfaces.

iii) Sobre objetivos, pregunta de investigación - ¿Cómo se observaba el problema en indicadores? ¿qué resultados se obtuvieron? Diferencia entre el inicio con la propuesta. --> ¿Qué seguiría después de la propuesta?

Como conclusión de esta investigación, se puede reconocer que el proceso cuenta con la complejidad de tener distintos y varios sistemas para la generación de un mismo resultado, el cual

puede llegar a presentar múltiples errores al final de su generación, sin embargo, es importante saber reconocer en dónde se origina el problema y quién es el indicado para resolver el problema. Por lo que sería necesario generar un documento en el que se indiquen las responsabilidades de las distintas interfaces, así como el soporte que pueden brindar en caso de alguna eventualidad. Para ello también es importante reconocer que existen los especialistas en cada interfaz y son los más indicados para reconocer en dónde podría encontrarse una falla que provoque un error en el resultado final de la orden y también poder identificar si es una mezcla de distintos errores en las interfaces, por lo que es importante también saber cuándo y dónde buscar, y tener una secuencia de decisiones ordenadas que ayuden a facilitar la búsqueda de los errores, que pueden ser errores "generales" o "mezclados", de la misma manera, que es necesario saber si se ve influenciado o afectado por las personas o por las máquinas y los materiales.

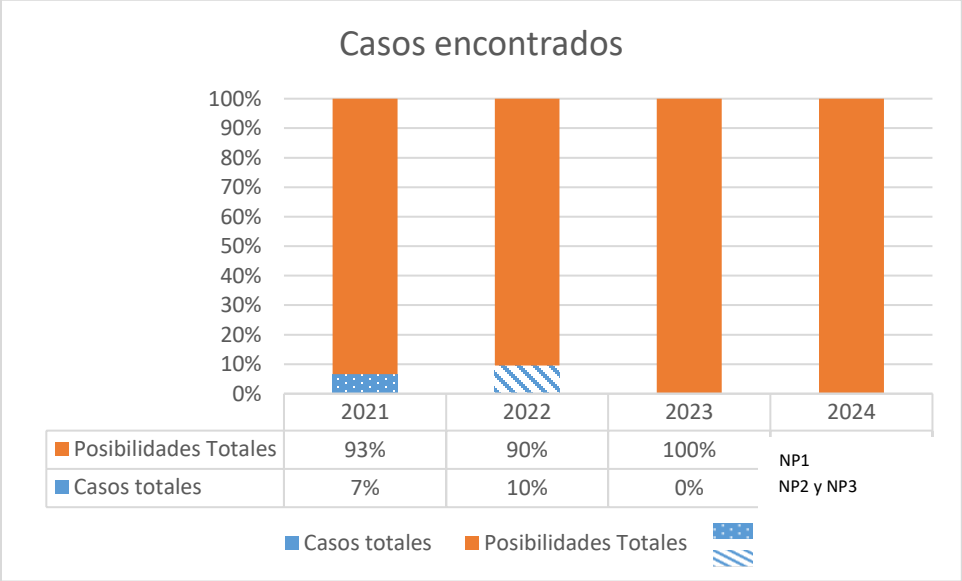
El resultado a esta investigación provee de un orden en la información y la manera de implementar los datos que permite identificar cuales herramientas ya existen y cuáles herramientas son necesarias desarrollar, en los objetivos se lograron identificar algunas preguntas que llevan a los incisos, a, b, y c. Y de esta manera también se logra abrir el panorama a muchas otras variaciones que quedan dentro del alcance del proceso que promoverían estabilidad al proceso y a futuro, la generación de un sistema que contenga los puntos necesarios para que sea un sistema robusto y que facilite el trabajo tanto a las interfaces como a los clientes y una mayor satisfacción al cliente final.

Durante el desarrollo de esta tesis, se pudo distinguir que para el numero compartido por los 4 clientes, tenía cambios principales en 1 de los 15 apartados de sus requerimientos que cambiaba dependiendo del cliente y era en un cliente aplicable y en el resto no.

Antes del análisis del sistema con un fenómeno complejo e inestabilidad se encontró lo siguiente mostrado en la tabla contra el ahora que se encuentra con la siguiente situación, al inicio de esta tesis, se estudian 4 clientes, sin embargo, quedaron al final del estudio 3 clientes:

Figura 32

Casos encontrados durante el análisis del fenómeno en 2021. Para 2022 se muestran los casos encontrados a partir de las distintas medidas aplicadas para el fenómeno mediante el método ágil y las herramientas mencionadas en esta Tesis.



Nota. Para la tabla mostrada se evalúo la información de 1 único número de parte con los casos encontrados durante los años 2021, 2022 y 2023. Se consideran posibles casos encontrados por la cantidad de tipos de datos que consideraba el número de parte evaluado, siendo que para esos tipos de datos (100%), se encuentran casos en esos apartados en un (7%), un (93%) sin ser afectado para el año 2021. Para el año 2022 se tiene un incremento del 3% y para el año 2023, no se tiene registro de algún caso con respecto al número de parte evaluado. Del resultado se puede también encontrar que el número de parte analizado en el fenómeno se encontró en el año 2021, para el año 2022 los casos encontrados fueron en 2 números de parte distintos al número de parte de 2021, por lo que, si bien se siguen encontrando casos, el número de parte analizado en el fenómeno logró mostrar un cambio en la reincidencia de sus casos. Para el año 2023 y 2024 no se han encontrado casos sobre el número de parte evaluado en 2021 o algún otro. El total de números de parte de 2021 a 2022 era de 16 números de parte diferentes. Fuente: Elaboración ~~propia(~~propia (2022).

Para futuras líneas de investigación

Los pasos siguientes, serían con los puntos o herramientas encontrados, el ubicar las herramientas que están en desarrollo y las herramientas que faltarían por implementar para robustecer el proceso, así como la creación del perfil de los clientes o sus características más importantes de acuerdo con sus números de parte.

Como, por ejemplo, una tabla de seguimiento de cliente y especializarla en los números de parte más comunes que puede llegar a tener, y seguir mejorando el sistema de visión que se encuentra actualmente en desarrollo para el contenido interno de cada número de parte.

Un proceso con varios sistemas internos, genera un sistema complejo, y se agrega mayor complejidad cuando existen distintas interfaces, y cada una es especialista de su propio sistema, por lo que es de vital importancia la comunicación entre cada una de las interfaces y las distintas verificaciones que se pueden llegar a encontrar en cada paso del proceso, así como la identificación esencial de las interacciones entre cada una de las interfaces, así como la búsqueda de objetivos entre cada una de las interfaces, que ayuden a lograr el objetivo final de todo el proceso en conjunto, que sería la orden final íntegra. Es necesaria cada parte por igual en el proceso de la generación de órdenes y es muy importante reconocer cada paso y parte del proceso para identificar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que tiene el sistema, sin ello, sería muy difícil llegar a tener una visión como la del SIPOC y es importante generar también un tablero general del proceso en donde se puedan observar, a manera de generar conciencia sobre la importancia del proceso y su impacto con el cliente.

Referencias

Andersen, B. (2007). Cause and effect Chart. In B. Andersen, *Business Process Improvement Toolbox* (pp. 128-129).

Banerjee, D. (2022). *ISIXSIGMA.* Retrieved from https://www.isixsigma.com/tools-templates/sipoc-copis/sipoc-beyond-process-mapping/

Brown, C. (2018). Why and how to employ the SIPOC model. *Jurnal of Business Continuity & Emergency Planning Volume 12 Number 3*, 1-13.

Burcu, T., Ana, J.-S., & António, C. (2022). Clarifying the conceptual map of. *International Journal of Organizational Analysis*, 22.

Dictionary, O. (2022). Retrieved from https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/diagram_2#:~:text=%2F%CB%88da%C9%AA%C9%99%C9%A1r%C3%A6m%2F-,%2F%CB%88da%C9%AA%C9%99%C9%A1r%C3%A6m%2F,%2C%20how%20something%20works%2C%20etc.

Ericsson , A., & Towne, T. (2010, Abril 22). *WIREs Wiley Interdisciplinary Reviews*. Retrieved from Expertise: https://wires.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/wcs.47

Felicjan, R., Piotr, M., Jan, S., & Edward, C. (2006). A Concept of Resilience in Production Systems. *In Preceedings of the 24th International Conference of the System Dynamics Society*, 26.

Fujimoto, T. (1998). *Harvard Business Review.* Retrieved from https://hbr.org/1990/11/the-power-of-product-integrity

GeeksForGeeks. (2023, 06 05). *Structured Analysis and Structured Design (SA/SD)*. Retrieved from GeeksForGeeks.ORG: https://www.geeksforgeeks.org/structured-analysis-and-structured-design-sa-sd/

GmbH, N. V. (2021, Agosto 16). Retrieved from https://nc-vision.com/what-is-traceability-and-why-is-it-so-important/?lang=de

Gutierrez Pulido, H., & de la Vara Salazar, R. (2009). *Control Estadístico de Calidad Seis Sigma.* México, D.F.: Mc Graw Hill.

Helen Herrman, M. h.-G. (2011). What is resilience? *The Canadian Journal of Psyquiatry*, 8.

ILIMIT. (2022, Marzo 18). *Metodología SCRUM: Qué es y cómo implementarlo.* Retrieved from https://www.ilimit.com/blog/metodologia-scrum/

Insitute, N. E., & Bar-Yam, Y. (2011). *Concepts: Emergence*. Retrieved from https://necsi.edu/emergence#:~:text=The%20concept%20of%20emergence%20as,together%20forming%20a%20larger%20system.

Jaen, U. d. (n.d.). *Criterio 5: Procesos: ROIG, Albert, "L' Avaluació de La Qualitat A La Gestió Documental", Lligall. Revista Catalana.* Retrieved from

https://www.ujaen.es/servicios/archivo/sites/servicio_archivo/files/uploads/Calidad/Criterio5.pdf

Kim, W. C., & Mauborgne, R. (2004-2005). *Blue Ocean Strategy.* Harvard Business Review Press.

M. De Domenico, D. B. (2019). *Complexity Explained.* Retrieved from https://web.archive.org/web/20200912160430/https://complexityexplained.github.io/ComplexityExplained%5bSpanish%5d.pdf

McCollum, W. R. (2004). *Process Improvement in Quality Management Systems: A case Study Analizing Carnegie Mellon's Capability Maturity Model (CMM).* Trafford Publishing.

Mylopoulus, J. (2004). *Computer Science University of Toronto.* Retrieved from A.SADT Lecture Chapter 3 Structured Analysis and Design Technique (SADT): https://www.cs.toronto.edu/~jm/2507S/Notes04/SADT.pdf

Naciones Unidas. (2024, Abril 28). *Objetivos de Desarrollo Sostenible.* Retrieved from Desarrollo Sostenible: https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/

Network, W. o. (2022). *The "Five Whys" Analysis*. Retrieved from https://www.weahsn.net/toolkits-and-resources/quality-improvement-tools-2/five-whys-analysis/

Olsen, P., & Borit, M. (2013, Febrero). *How to define Traceability.* Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/257346417_How_to_define_traceability

Paulk, M. (1995). *The Capability Maturity Model Guidelines for Improving the Software Process.* Michigan University.

Pérez Porto, J. M.-R. (2017, Agosto 10). *Definición de ensamble - Qué es, Significado y Concepto. Definicion.de.* Retrieved from https://definicion.de/ensamble/

Provider, Q. G. (2022). Retrieved from https://www.qualitygurus.com/defect-definition-and-causes/

Robotics, E. (2020, Noviembre 4). Retrieved from https://www.edsrobotics.com/blog/proceso-industrial-que-es/#:~:text=Un%20proceso%20industrial%20es%20todo,Industrial%2C%20en%20el%20siglo%20XVIII.

Scholtes, P. (1998). *Making Things Happen Getting Things Done The Leader's Handbook A guide to inspiring your people and managing the daily workflow.* Mc Graw Hill .

Shingo, S. (n.d.). Zero Quality Control: Source Inspection and the Poka-yoke System. Portland, Oregon, USA: Productivity Press .

Skrimizea, E., Haniotou, H., & Parra, C. (2018, Junio 7). *SAGE Journals.* Retrieved from On the ‘complexity turn’ in planning: An adaptive rationale to navigate spaces and times of uncertainty: https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1473095218780515

Software, T. (2022). *Root Cause Analysis Explained: Definition, Examples, and Methods*. Retrieved from https://www.tableau.com/learn/articles/root-cause-analysis

Sturgeon, T., & Florida, R. (2000). *Globalization and Jobs in the Automotive Industry. A Study by Carnegie Mellon University and the Massachusetts Institute of Technology.* Cambridge, Massachussets; Pittsburgh, Philadelfia: MIT IPC Globalization Working Paper 01-003.

Sutherland, J. (2015). Scrum: El Arte de Hacer El Doble de Trabajo En La Mitad de Tiempo. In J. Sutherland. OCEANO.

T, D. (1978). *Structured Analysis and Systems Specification.* Prentice Hall.

Wachs, S. (2009). *What is the Relationship between Process Stability and Process Capability?* Retrieved from Integral Concepts: https://www.integral-concepts.com/wp-content/media/What-is-the-Relationship-between-Process-Stability-and-Process-Capability.pdf

Wallace, C., & Gannt, H. (2010). *The Gantt Chart, a Working Tool of Management.* New York: Nabu Press.

Walsh-Kelly, C. (2015, 8 26). *UNC School of Medicine.* Retrieved from Department of Neurosurgery: https://www.med.unc.edu/neurosurgery/wp-content/uploads/sites/460/2018/10/Flow-chart-Process-Flow.pdf

Weinstein, B. D. (1993). *Springer Link*. Retrieved from What is an expert?: https://link.springer.com/article/10.1007/BF00993988#citeas

YOO, J. (2023, 06 05). *DEPENDABLE SOFTWARE ENGINEERING.* Retrieved from College of Information and Communication KONKUK UNIVERSITY, LECTURE STRUCTURED ANALYSIS AND STRUCTURED DESIGN: http://dslab.konkuk.ac.kr/class/2015/15SE/Lecture%20Note/Introduction%20to%20SASD.pdf

Zhang, T. (2011). The Role of Traceability in Sustainable Supply Chain Management. Göteborg, Sweden: Chalmers University of Technology.