

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS
AMERICAS**

CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial

**Rediseño del proceso de planeación de ensamblados de una
empresa de rasuradoras**

AUTOR

Jean Carlos Lizano Huerta

TUTOR

Ing. Luis Cesar Quirós González

LECTOR

Ing. Pablo Barrantes Rivera

San José, Costa Rica, agosto 2023

Resumen ejecutivo

San Francisco S.A. es el nombre ficticio de una empresa encargada de la producción y distribución de rasuradoras, el cual se utiliza a lo largo de este trabajo para proteger la información sensible de la Compañía y de su proveedor de ensamblados, Ensambladora S.A.

El presente proyecto tiene como fin identificar y medir las problemáticas en relación con el proceso de planeación de ensamblados que la empresa San Francisco S.A. realiza. Por ello, se pretende conocer las causas de dichos problemas en aras de plantear una propuesta que se ajuste a las necesidades para su resolución.

En la primera parte del proyecto, se desarrolla el Capítulo I, el cual es introductorio, por lo que incluye los objetivos y desarrolla la problemática. Posteriormente, en el Capítulo II, se explican las herramientas utilizadas a lo largo del proyecto y algunos conceptos generales, y es seguido por el Capítulo III, donde se redacta la metodología a utilizar.

En el Capítulo IV, correspondiente al análisis, se describen las condiciones, las causas y las consecuencias de las problemáticas encontradas durante la investigación, las cuales se reducen a retrabajo debido a falta de materiales y a cambios en el plan de producción por procesos manuales. En el penúltimo capítulo, se incluyen las conclusiones y las recomendaciones, las cuales fueron base para el desarrollo de la propuesta presente en el último capítulo de este proyecto.

Contenido

Dedicatoria	2
Carta de autorización del tutor	3
Carta de revisión filológica	4
Declaración Jurada	5
Solicitud de defensa	6
Resumen ejecutivo	7
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	18
Generalidades de la Empresa	19
Planteamiento del problema	20
Objetivos	22
Objetivo general	22
Objetivos específicos.....	22
Justificación.....	23
Antecedentes	23
Tesis	23
Artículos	28
Proyecciones.....	31
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	32
Conceptos Generales	32
Six Sigma	32
Sistema Lean	33
Control de la producción	33

Planeación de la producción.....	33
Pronósticos	35
Demanda.....	35
Plan maestro de producción	35
Herramientas para Describir el Problema	36
Mapa de cadena de valor	36
Cadena de valor	37
Árbol de necesidades.....	38
Mapa de procesos	39
Herramientas para Medir las Consecuencias	40
Estudio de carga de trabajo	41
Herramientas para Analizar las Causas.....	42
Histograma	43
Pareto.....	44
Ishikawa	45
Herramientas para el Diseño o Propuesta	46
Métrica Lean	47
Sistema de análisis y mejora de tiempos (SAMT)	47
Inventario mínimo	49
Inventario de seguridad	49
Diagrama de flujos de datos	50
Análisis Beneficio costo.....	51
Herramientas para el Control de la Propuesta.....	52
Gantt	52

Cierre del proyecto	54
Herramientas para usar	54
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	55
Enfoque	55
Cuantitativo	55
Cualitativo	56
Mixto	57
Elección de enfoque.	57
Alcance.....	57
Exploratorios	57
Descriptivo	57
Correlacional	58
Elección de alcance	58
Explicativo	58
Diseño.....	59
Diseño experimental.....	59
Diseño no experimental.....	59
Elección de diseño.....	61
Variables.....	61
Muestra.....	63
Instrumentos	64
Recolección de Datos	65
Métodos de Análisis	68
Cronograma.....	68

	11
Diagrama Gantt	69
Diagrama EDT	70
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN	71
Descripción del Problema	71
Planeación del ensamblado	71
Mapeo de procesos	73
Cadena de valor	74
Árbol de necesidades	85
Medición de las Consecuencia	86
Retrabajo	86
Consecuencias de los componentes no conformes.....	89
Desmotivación en el personal	89
Consecuencias del bajo nivel de inventario	90
Análisis de las causas	91
Causas de los cambios en el plan de producción	91
Causas de fallo de órdenes de producción	93
Causas de las no conformidades de componentes.....	96
Desmotivación en el personal	98
Causa del bajo nivel de inventarios.....	99
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	103
Conclusiones	103
Recomendaciones.....	105
CAPÍTULO VI PROPUESTA	106
Propuesta	106

Consideraciones	106
Cambio de medida de planeación.....	107
Automatización y digitalización.....	118
Distribución de la carga laboral	121
Análisis de la propuesta.....	130
Análisis Económico.....	132
Beneficios económicos.....	133
Inversión requerida.....	134
Análisis.....	138
Plan de Implementación	140
REFERENCIAS	141
APÉNDICES	144

Figura 1. Organigrama San Francisco S.A.....	20
Figura 2. Actividades del proceso de planificación de la demanda	24
Figura 3. Cumplimiento del proceso de planificación de la demanda para ACCR	24
Figura 4. Cálculo de Inventario mínimo y máximo	25
Figura 5. Fill Rate.....	25
Figura 6 Cálculo MPS Stability. Diseño de mejora para el proceso de planeación en Coca Cola Industrias	25
Figura 7. <i>Diseño de mejora para el proceso de planeación en Coca Cola Industrias</i>	26
Figura 8 Procedimiento para la evaluación y selección de proveedores.....	27
Figura 9 Análisis de campo de fuerza	28
Figura 10. Cálculo de inventario seguro	29

Figura 11. Inventario mínimo inicial.....	29
Figura 12. Demanda - Capacidad.....	29
Figura 13. Matriz demanda-capacidad.....	30
Figura 14 Definición Six Sigma.....	32
Figura 15. Proceso de planificación, programación y control de la producción.....	34
Figura 16. Tipos de desperdicios.....	37
Figura 17 Árbol de necesidades	38
Figura 18. SIPOC. Definición	40
Figura 19. Tiempo resultante para realizar la actividad	41
Figura 20. Procedimientos para la elaboración de un estudio de carga de trabajo	42
Figura 21. Histograma.....	43
Figura 22. Ejemplo de Pareto	45
Figura 23. Ishikawa.....	46
Figura 24. Eficiencia del ciclo del proceso	47
Figura 25. SAMT	48
Figura 26. Inventario mínimo.....	49
Figura 27. Inventario de seguridad.....	50
Figura 28. Los símbolos básicos de un diagrama de flujo de datos	51
Figura 29. Cálculo de B/C.....	52
Figura 30. Cálculo del B/C con el valor presente	52
Figura 31. Ejemplo diagrama Gantt	53
Figura 32. Proceso del enfoque cuantitativo	56
Figura 33. Calendarización	69
Figura 34. Diagrama EDT	70

Figura 35. Cadena de requerimientos.....	71
Figura 36. Cadena de suministro de materiales ROH	72
Figura 37. Proceso de planeación de ensamblados	73
Figura 38. Mapeo de procesos.....	74
Figura 39. Cambios en el plan de producción	76
Figura 40. MPS del proceso de planeación de ensamblados.....	77
Figura 41. Proceso debido a retrabajo	78
Figura 42. Gráfico de criticidad de no conformidades de componentes de ROH.....	81
Figura 43. Cálculo eNPS	82
Figura 44. Decisión de Inventarios de San Francisco S.A.	83
Figura 45. Árbol de necesidades	85
Figura 46. Proceso de retrabajo.....	86
Figura 47. Causas de los cambios en el plan de producción de ensamblados.....	92
Figura 48. Pareto de frecuencia de fallos	94
Figura 49. Falta de componentes.....	95
Figura 50. Revisión de control de calidad para componentes de ROH.....	96
Figura 51. Causas comunes de no conformidades	97
Figura 52. Desmotivación en el personal de planeación de ensamblados	99
Figura 53. Requerimientos versus capacidad	101
Figura 54. Cantidad de clics en órdenes de producción.....	109
Figura 55. PPP histórico 2023 de Ensambladora S.A.	111
Figura 56. Inventario total versus capacidad de bodega	117
Figura 57. Diagrama flujo de datos ocupación de bodega Ensambladora S.A.	119
Figura 58. Diagrama de flujo para seguimiento de fallos de producción	120

Figura 59. Reporte de componentes a enviar a Ensambladora S.A.	121
Figura 60. Envío de componentes a Ensambladora S.A.	124
Figura 61. Revisión de ocupación de bodega.....	125
Figura 62. Documento de planeación.....	128
Figura 63. Ciclo de planeación.....	131
Figura 64. Métrica Lean del proceso actual	132
Figura 65. Métrica Lean de la propuesta	132
Figura 66. Costos totales versus ahorro	139
Figura 67. Control de proyecto	140
Figura 68. Cotización de segregación de componentes no conformes	145
Figura 69. Órdenes por S.A.....	145
Tabla 1. Variables	62
Tabla 2. Muestra.....	63
Tabla 3 Instrumentos	64
Tabla 4. Recolección de datos.....	65
Tabla 5. Métodos de análisis	68
Tabla 6. Cadena de valor del proceso de planeación	75
Tabla 7. MPS del proceso de planeación de ensamblados.....	77
Tabla 8. No conformidades en componentes de ROH	79
Tabla 9. Nivel de satisfacción de planeadores de ensamblados.....	81
Tabla 10. Evaluación eNPS.....	82

Tabla 11. Valor ESI.....	83
Tabla 12. Inventarios San Francisco S.A.	84
Tabla 13. Cálculo de tiempo por carga laboral	87
Tabla 14. Cálculo de tiempo por toma de tiempo	88
Tabla 15. Cálculo de tiempos debido a retrabajos	88
Tabla 16. Perdida debido a la falta de inventario	91
Tabla 17. Razón de fallos	93
Tabla 18. Descripción de razón de fallos	94
Tabla 19. Porcentaje defectuosos en componentes	97
Tabla 20. Inventario de ensamblados	99
Tabla 21. Requerimientos versus capacidad	101
Tabla 22. Liberación de órdenes de producción por PO	107
Tabla 23. Liberación de órdenes de producción por SA	108
Tabla 24. Requerimientos promedio por día en pallets	112
Tabla 25. Inventario de seguridad para cartuchos y dispensadores por mes en pallets	114
Tabla 26. Inventario mínimo en pallets	115
Tabla 27. Inventario total versus capacidad de bodega	117
Tabla 28. Distribución de carga laboral	122
Tabla 29. Propuesta de cálculo de volumen	127
Tabla 30. Cargas sociales	133
Tabla 31. Beneficios por mes	134
Tabla 32. Inversión debido a inventario de seguridad de cartuchos y dispensadores en dólares	135
Tabla 33. Inversión para el proyecto	137
Tabla 34. Costos de operación	137

Tabla 35. Costos totales versus ahorro en colones.....	138
Tabla 36 Análisis Beneficio/Costo.....	139
Tabla 37. Acuerdos de producción según capacidad y requerimientos por mes.....	144
Tabla 38 Registro de órdenes adicionales debido a fallo de producción	146

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Una correcta planificación de producción permite un tránsito oportuno en los distintos puntos de la cadena de suministro y, a su vez, satisface las demandas y la reacción rápida a las solicitudes de los clientes. Por ello, es una obligación para las compañías del siglo XXI eliminar todos aquellos procesos que no dan un valor agregado a la eficiencia de los procesos y que incrementan los costos de operación:

Hoy en día para ser competitivos en el tema de la economía mundial, las empresas tienen el compromiso de desarrollar estrategias cuyo objetivo es la disminución de los costos de producción y productos con un valor de calidad, distribución adecuada y apoyo al cliente. Por lo tanto, frente al implacable ataque de la competencia mundial, la industria no debe decidir si debe cambiar sino como debe ser el cambio. (Vidal Rodríguez, 2007, p. 79)

La empresa San Francisco S.A. tiene cinco años realizando sus procesos de ensamblados con la compañía Ensambladora S.A, a quien se le han contratado servicios para el ensamblado de overcap (unión entre cartucho y un overcap) y de mango (unión de un cartucho, un mango y un overcap). Con respecto a la planeación, San Francisco S.A, emplea un planeador que ejecuta tareas técnicas que podrían ser reasignadas a otros roles, lo cual permitiría ocuparse de procedimientos meramente de planeación. Así mismo, se requiere de dos senior managers y un director, hecho que, como se menciona en la descripción del problema de este documento, incrementa los costos de operación del Departamento de planeación y su carga laboral.

Debido a esto, el presente estudio propone un rediseño del proceso de planeación de ensamblado de rasuradoras de la empresa San Francisco S.A, el cual parte de una línea de investigación de diseño, desarrollo o mejoramiento de sistemas logísticos o de cadena de suministro en el área de gestión de operaciones o procesos, con el fin de eliminar aquellas tareas no necesarias que actualmente ejecuta el rol que se denomina en el presente trabajo como “planeador”. Igualmente, se propone asignar tareas a otros entes que tienen poca carga laboral dentro de dicha compañía y a lo interno de la proveedora Ensamblados S.A., los cuales no generen riesgos económicos ni de seguridad para la empresa contratadora.

Ahora bien, dicha propuesta se divide en las siguientes secciones. En el capítulo I se plasman generalidades de la empresa San Francisco S.A., se definen los objetivos de investigación, se plantea el problema que actualmente tiene el Departamento de planeación de la empresa

seleccionada y se describe la situación actual. En el Capítulo II, se explican conceptos generales utilizados en el desarrollo de las diferentes etapas de análisis de las causas, las consecuencias, el diseño de propuestas y su control.

En el Capítulo III, se define la metodología base para el desarrollo de la propuesta, la cual incluye instrumentos y herramientas para la recolección y análisis de los datos. En el Capítulo IV, se analiza la situación actual para profundizar en el problema planteado y medir las consecuencias y sus causas. Seguidamente, en el Capítulo V, se proponen conclusiones y recomendaciones de lo investigado y, por último, en el capítulo VI se presenta una propuesta y un plan de implementación.

Generalidades de la Empresa

La presente investigación se elabora en el Departamento de planeación de una empresa dedicada a la producción y comercialización de rasuradoras a lo largo del mundo y con plantas productoras presentes en el continente americano y diferentes países fuera de este. Se utiliza el nombre San Francisco S.A., para proteger los datos sensibles compartidos para la elaboración de este proyecto y plasmados a lo largo del documento. Se protege la información y nombre del proveedor de ensamblados localizado también en el continente americano, el cual se ha denominado Ensamblados S.A. No se presentará información sensible del proveedor para esta investigación más que los procesos relacionados a San Francisco S.A.

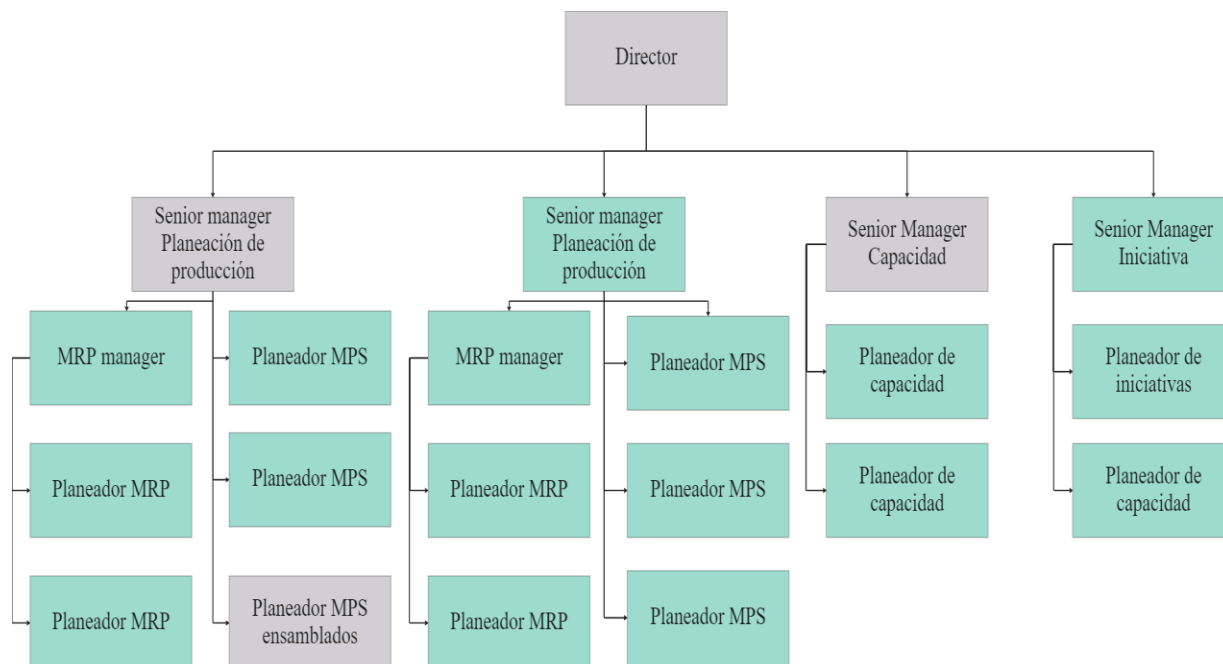
San Francisco S.A. es una empresa con más de 100 años de trayectoria y plantas en diferentes partes del mundo, la cual distribuye, entre otros productos, rasuradoras. Nace en medio de una crisis financiera mundial, pero posee una alta comercialización de jabones y otros productos debido a su alta calidad en esos años. Además, ha sabido cuando dejar de comercializar un producto y dedicarse a otro, por lo que, desde su fundación, ha tenido un gran éxito.

A continuación, en la, a la vez, no se proporcionará información confidencial o sensible en el organigrama que se presenta a continuación.

Figura 1, se presenta el organigrama del Departamento de planeación de San Francisco S.A. Los colores grises representan aquellas posiciones que tienen relación directa con Ensambladora S.A., en particular el “planeador MPS ensamblados”. Así mismo, no se proporcionará información confidencial o sensible en el organigrama que se presenta a continuación. Cabe mencionar que, debido a la protección de datos de la Empresa, no se incluye el número total de posiciones, sino

una cantidad representativa de los roles primordiales, a la vez, no se proporcionará información confidencial o sensible en el organigrama que se presenta a continuación.

Figura 1. Organigrama San Francisco S.A.



Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

Planteamiento del problema

La empresa San Francisco S.A., dedicada a la producción de rasuradoras y con su planta en México, cuenta con el proveedor denominado Ensambladora S.A., el cual posee un modelo conocido como Inter Plant y provee componentes ensamblados como cartuchos con overcap, además de mangos, cartuchos y overcap también ensamblados. Igualmente, dicha ensambladora cuenta con un personal capacitado en el análisis de capacidad de su planta y la compra de componentes e insumos usados para sus procesos, con lo cual, posteriormente, planean la producción partiendo de los requerimientos que San Francisco S.A. comparte para cada uno de sus códigos.

Por su parte, San Francisco S.A. cuenta con una persona capacitada en planeación, quien se limita a hacer tareas técnicas como la creación y la liberación de las órdenes de producción, la comprobación de requerimientos proporcionados por el sistema de San Francisco S.A., la solicitud de envío de componentes a Ensambladora S, A, para su respectiva transformación y el aviso de

prioridades con respecto a los códigos urgentes. Ahora bien, según el planeador de ensamblados, gran parte de su tiempo es dedicado a retrabajos en liberación de órdenes de producción debido a fallas de entrega por parte del proveedor. A la vez, se requiere la atención de dos *seniors managers* y el director del Departamento de planeación para temas que necesitan ser escalados.

La disponibilidad de una persona, tal como el planeador, completamente destinada a la atención de Ensambladora S.A. y cuyas capacidades en el área de planeación van más allá de las tareas técnicas mencionadas, más dos *seniors managers* y un director que, ocasionalmente, invierten de su tiempo en la planeación con Ensambladora S.A.

Todos ocupándose de un proveedor con la capacidad de administrar sus operaciones de manera independiente y con poca supervisión, pero que ha demandado mucha atención por parte de San Francisco S.A., incrementan la carga de trabajo del Departamento y, por consecuencia, los costos de operación. Así mismo, desenfocan de lo urgente e importante que puede estar ocurriendo en dicho departamento en relación con el negocio de San Francisco S.A.

En este sentido, cabe mencionar que, históricamente, quienes han ocupado la posición del planeador de ensamblados han mostrado desmotivación por el poco ejercicio de sus funciones como tal, ya que, al final, las decisiones del cuándo, cómo y cuánto producir las toma el proveedor, partiendo de las capacidades de línea y limitaciones generales, por lo que el planeador, según su perspectiva, únicamente transfiere el requerimiento a Ensambladora S.A. y ocupa gran parte de su tiempo en los retrabajo que genera este proveedor en los procesos.

Debido a lo anterior, la gerencia del Departamento de planeación de Francisco S.A. necesita realizar un rediseño en el proceso de planeación de ensamblados para que su proveedor sea más independiente y requiera aún menos atención por parte de dicho departamento. A su vez, requiere reasignar tareas a otros roles que puedan ejercer funciones técnicas o al proveedor Ensambladora S.A., eliminar aquellos deberes que no provean un valor agregado a la eficiencia del proceso de planeación y, por último, simplificar y automatizar procedimientos para la reducción de tiempo de su ejecución.

De ahí que, con este rediseño de proceso, se desea llegar al punto de eliminar el recurso de la persona planeadora o disminuir al máximo sus tareas para que otra del Departamento de planeación, de materiales u otras áreas pueda hacerse cargo junto con las tareas que ya tenga. Así

mismo, se pretende disminuir las tareas y, en consecuencia, la carga de trabajo de los dos *seniors managers* y del director del Departamento.

Para ello, es necesario estudiar la viabilidad de este cambio, pues podría significar un incremento en los costos de los componentes que Ensambladora S.A. proporciona a San Francisco S.A., así como la revisión de contratos e incoterms entre ambas compañías en aras de realizar ajustes para su posterior aplicación. Por último, es primordial establecer un canal de comunicación entre diferentes departamentos de la Empresa encargados de áreas legales, financieras y de documentación para este rediseño de proceso.

Para resolver dicho problema explicado, se ha planteado la siguiente interrogante.

¿Cómo rediseñar el proceso de planeación de ensamblados en una empresa de producción de rasuradoras para lograr la reducción de la carga laboral equivalente a un planeador en el Departamento de planeación?

Objetivos

Se han determinado los siguientes objetivos que marcan los pasos a seguir durante la elaboración de esta tesis:

Objetivo general

Rediseñar el proceso de planeación de ensamblados de una empresa de producción de rasuradoras para la reducción de la carga laboral en el Departamento de planeación.

Objetivos específicos

Describir el proceso de planeación de ensamblados que está afectando la carga de trabajo de San Francisco S.A.

Medir el impacto de los procedimientos en el proceso de planeación.

Analizar las causas de la carga de trabajo generada por el proveedor.

Elaborar una propuesta de rediseño del proceso de planeación de ensamblados.

Diseñar un mecanismo de control de la implementación de la propuesta.

Justificación

El Departamento de planeación de San Francisco S.A. requiere de un rediseño de su proceso de planeación de ensamblados para su proveedor Ensamblados S.A. Esto con el fin de eliminar todas las tareas que se ejecutan en el proceso y que no generen valor, así como automatizar los deberes que puedan ser ejecutados por algún sistema actual de la Compañía y redistribuir algunos a otros roles luego de haberlos simplificado y asignar otros que no generen ningún riesgo a la seguridad San Francisco S.A. al proveedor en aras de reducir la carga laboral del planeador en dicho departamento.

Por ello, el presente proyecto resuelve la situación que actualmente cruza el Departamento de planeación, donde se ha destinado a una persona en la posición de planeador para ejecutar tareas técnicas y servir como un canal de comunicación entre Ensambladora S.A. y San Francisco S.A., si bien dicha persona posee capacidades técnicas para ejecutar tareas específicas de planeación, las cuales lleva a cabo debido a la duplicidad de recursos, considerando al personal de Ensambladora S.A. y brindándole a este proveedor la capacidad de operar más independiente en comparación a como lo realiza hoy en día.

Así, el beneficio brindado por este proyecto se representa en la reducción de costos en la planeación de ensamblados que involucra a diez familias de productos de rasuradoras. Así mismo, se puede asignar al planeador, quien actualmente se encarga del proveedor mencionado, tareas que le permitan desarrollarse de mejor manera en su rol evitando desmotivación en su equipo, lo cual promueve un proceso más eficiente. Posteriormente, este modelo de planeación de proveedores puede ser replicado para otros proveedores de productos adicionales dentro de la Compañía.

Antecedentes

En esta sección se describen las herramientas, las conclusiones y las formas de trabajo que realizaron otras personas en la elaboración de proyectos similares a este en tesis y artículos científicos los cuales se utilizarán como una fuente de metodologías y base para la realización del presente proyecto

Tesis

En la tesis titulada *Rediseño del proceso de planeación y gestión de inventario, compras y ventas de audio Accesorios de Costa Rica* (Acuña et al., 2018) se destaca la importancia y el

propósito de la planeación de la demanda, el cual tiene el fin de alcanzar el nivel de servicio preestablecido que se requiere, por lo que se elaboró el rediseño de la planeación en aras de mejorar el nivel de servicio. En este documento, se establecen las siguientes actividades en el proceso de planificación de la demanda, como se muestra en la Figura 2.

Figura 2. Actividades del proceso de planificación de la demanda



Nota: Acuña, et al (2018)

En dicha proyecto, se concluye que la implementación de pronósticos colaborativos y pronósticos estadísticos colaboran en la disminución del sesgo en las proyecciones de ventas y la incorporación de mejores hábitos de compras de productos, materia prima e insumos, así como la implementación de la herramienta ACCR, disminuyendo el tiempo invertido en las actividades que estructuran dichos procesos. Igualmente, se utiliza una escala Likert para la verificación del cumplimiento del proceso, tal como se observa en la Figura 3.

Figura 3. Cumplimiento del proceso de planificación de la demanda para ACCR

Actividades	Teoría planteada	Cumplimiento en Audio Accesorios de Costa Rica
Recolección de datos	100%	75%
Pronóstico estadístico	100%	25%
Pronóstico crítico	100%	0%
Pronóstico consensual	100%	0%
Planeación de la demanda dependiente	100%	0%
Liberación de pronóstico	100%	25%
Evaluación del proceso		21%

Nota: Acuña et al (2018)

Por su parte, en la tesis *Propuesta de rediseño de la cadena de suministros en la empresa Repuestos Remaq* (Hernández, 2018), se hace uso de cálculos de mínimos y máximos para la administración de inventarios, y se calcula el punto de reorden y la cantidad de pedido, tal como se muestra en la Figura 4.

Figura 4. Cálculo de Inventario mínimo y máximo

$$\text{Existencia mínima} = \text{Consumo mínimo diario} * \text{Tiempo de reposición}$$

$$\text{Punto de reorden} = (\text{Consumo medio diario} * \text{Tiempo de reposición}) + \text{Existencia mínima}$$

$$\text{Existencia máx} = (\text{Consumo máximo diario} * \text{Tiempo de reposición}) + \text{Existencia mínima}$$

$$\text{Cantidad de pedido} = \text{Existencia máxima} - \text{Existencia actual}$$

Nota: Acuña, et al (2018)

Por otro lado, Hernández (2018) también utilizar cálculo Fill Rate para determinar el rango de servicio que se brinda, el cual se propone como un indicador de éxito para monitorear la administración de los inventarios de la empresa. Por ello, en la Figura 5, se presenta la ecuación para el cálculo del Fill Rate.

Figura 5. Fill Rate

$$\text{Fill rate} = \frac{\text{Unidades vendidas}}{\text{Unidades vendidas}}$$

Nota: Hernández (2018)

En la tesina *Diseño de mejora para el proceso de planeación en Coca Cola Industrias* (López, 2019), se implementa la medida MPS como indicador de la estabilidad de la planeación, como se muestra en la Figura 6, considerando las cantidades producidas y las cantidades planeadas y obteniendo la razón de estas.

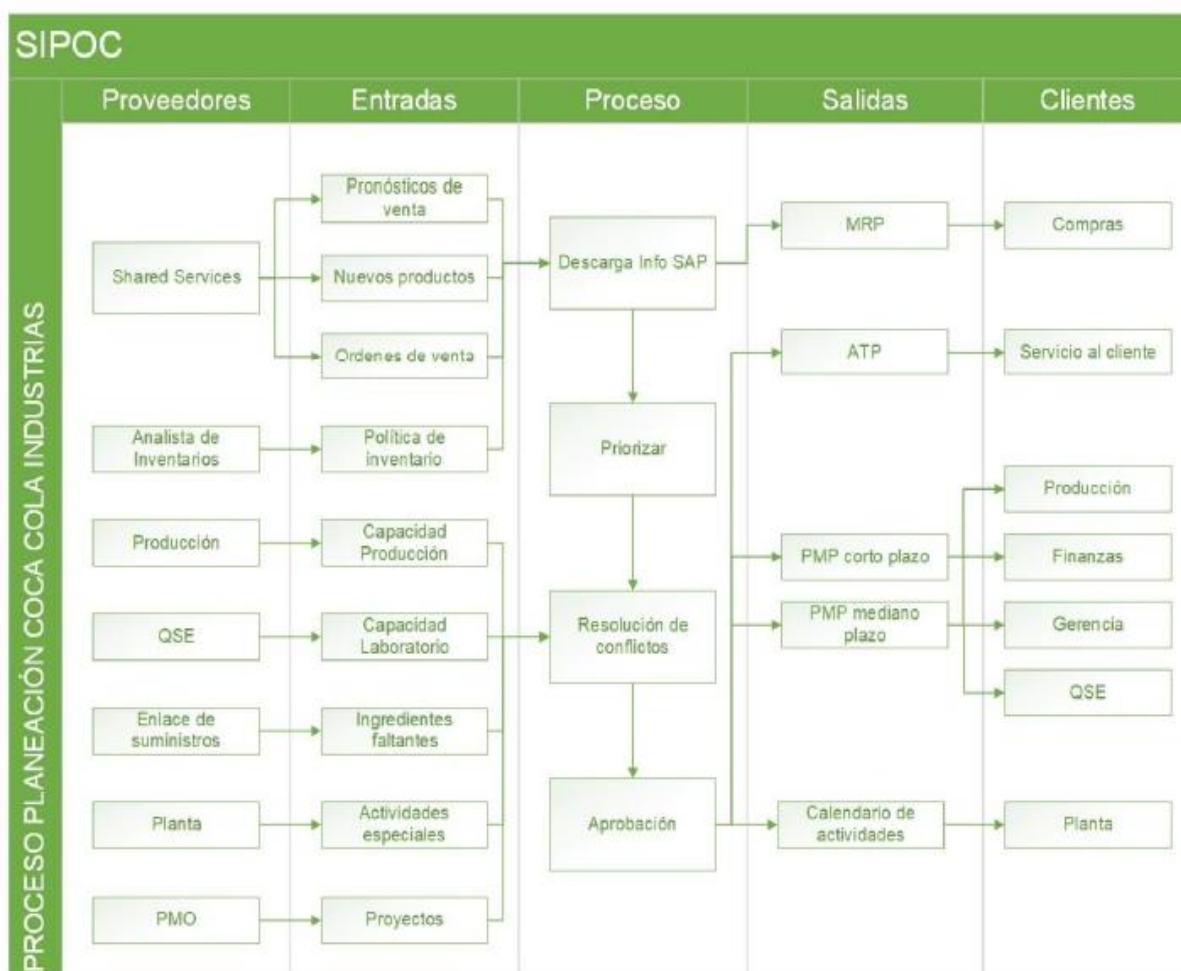
Figura 6 Cálculo MPS Stability. Diseño de mejora para el proceso de planeación en Coca Cola Industrias

$$\text{MPS Stability} = \frac{\text{Cantidad producida}}{\text{Cantidad planeada}}$$

Nota: Lopez (2019)

Simultáneamente, se utiliza un diagrama SIPOC para el mapeo de procesos para la facilidad de definición del proceso de planeación, estableciendo elementos a considerar en relación con proveedores, entradas en el proceso de planeación, realización del proceso de planeación, productos de salida de la planeación y el cliente final de cada elemento considerado, tal como se muestra en la Figura 7.

Figura 7. Diseño de mejora para el proceso de planeación en Coca Cola Industrias



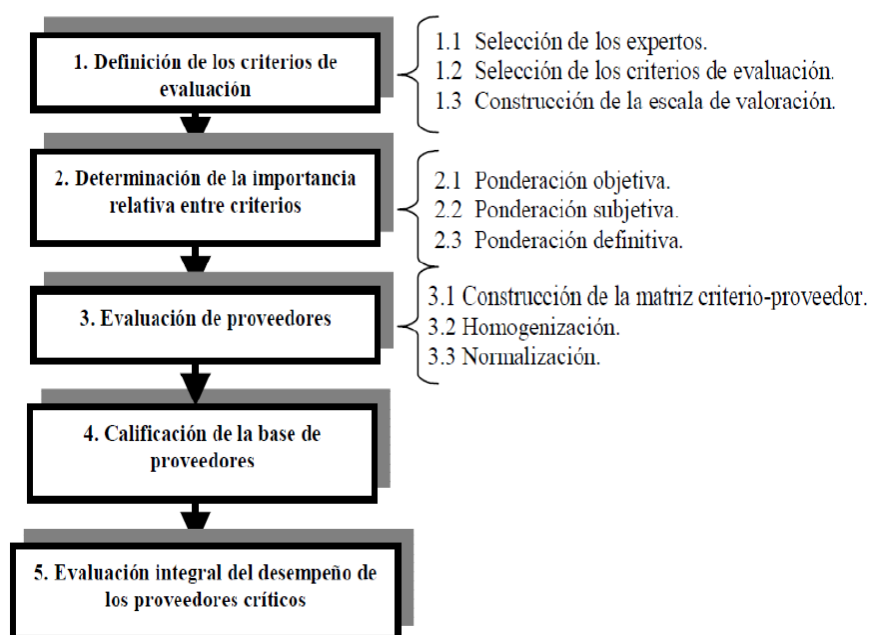
Nota: (Lopez, 2019).

Además, se hace uso de herramientas de pronósticos para la planeación de la demanda de cada uno de los códigos de productos; sin embargo, no se menciona el modelo de selección de los pronósticos con respecto al error que estos generan. Se concluye que una familia de productos tiene un error alto y que eso conlleva a que se produzcan cantidades incorrectas y el plan maestro de producción se deba modificar continuamente.

En la tesis *Análisis de la planeación en el departamento de tecnologías de información de Arkkosoft durante el segundo cuatrimestre del 2020* (González, 2020), se hace eco de la importancia de las metodologías ágiles en los procesos de planeación, por lo que se menciona que los pilares fundamentales de las metodologías ágiles son el trabajo colaborativo y en equipo. Sin embargo, el proyecto no alcanzó a concluir el impacto que la metodología ágil podría tener en la implementación en un proceso de planeación

Finalmente, en la tesis *Diseño de un sistema de gestión de riesgos de la cadena de abastecimiento* (Barrantes, 2020), se ha planteado un sistema para la calificación de proveedores, por lo que se explica que la valoración de los proveedores es importante ya que más del 50% de los defectos de calidad es ocasionado por la compra de materiales defectuosos. En la Figura 8, se muestran criterios cuantitativos utilizados en la propuesta en dicha investigación.

Figura 8 Procedimiento para la evaluación y selección de proveedores



Nota: Barrantes (2020)

Artículos

En el artículo “El rediseño de procesos como herramienta de mejora elaborado” (Jaya et al., 2018), se destaca la importancia de indicadores que permitan medir el rendimiento en las actividades llevadas a cabo en cada uno de los procesos de manera permanente. Las métricas pueden ser diversas y adaptables a la realidad de cada una de las empresas y procesos considerando las situaciones actuales del proceso en cuestión. Así mismo, se refiere a la implementación de un PHVA como guía de lo que se desea mejorar.

De ahí que se plantea una herramienta llamada “Análisis de campo de fuerza” como método para identificar aquellas posibles amenazas o fortalezas en una tarea realizada, lo cual podría ser usado en un sistema de rediseño de procesos, como se presenta la Figura 9. Por último, se mencionan múltiples herramientas que se pueden emplear como Los 5 porqués, Método Six Sigma, Mejora Dmaic, entre otros.

Figura 9 Análisis de campo de fuerza



Nota: Jaya, et al (2018)

En el artículo “Aggregate Planning for Probabilistic Demand with Internal and External Storage” (Biazzi, 2018), se implementa el cálculo de inventario de seguridad en el proceso de planeación con base en la ecuación de la Figura 10. Así mismo, se incluye el cálculo del inventario mínimo inicial usando la ecuación de la Figura 11.

Figura 10. Cálculo de inventario seguro

$$ES = Z * dp$$

Nota: Biazzi (2018)

Figura 11. Inventario mínimo inicial

$$El\ min = D * ES$$

Nota: Biazzi (2018)

Además, en dicho artículo se implementaron modelos de regresión lineal probabilístico y determinístico; sin embargo, se concluye que no hay diferencia significativa en el resultado de su implementación en el resultado final de la planeación.

En adición, el artículo “Reference Model in BPMN for Conceptual Modelling of Master Planning Schedule (Cremonini y Da Silva, 2020) representa una serie de paso para el proceso de la planeación de la producción que se resumen en realizar un *forecast* de la demanda, seguido de un plan maestro de la producción preliminar para luego hacer una revisión de los datos y, finalmente, crear un plan maestro de la producción final.

A la vez, en dicho documento se implementó un *software* para la creación del plan maestro de producción, concluyendo que este sistema y proceso mejora sustancial al proceso de planeación; no obstante, se necesitó de intervención humana para una supervisión permanente posterior a la planeación.

En otro artículo “Planeación de las capacidades de producción de una empresa de producción de muebles en Cuba” (Estevez et al., 2022), se hace uso del coeficiente de utilización de la capacidad para determinar cuándo la producción planeada ocupó la capacidad real de la línea de producción con base en la ecuación de la Figura 12.

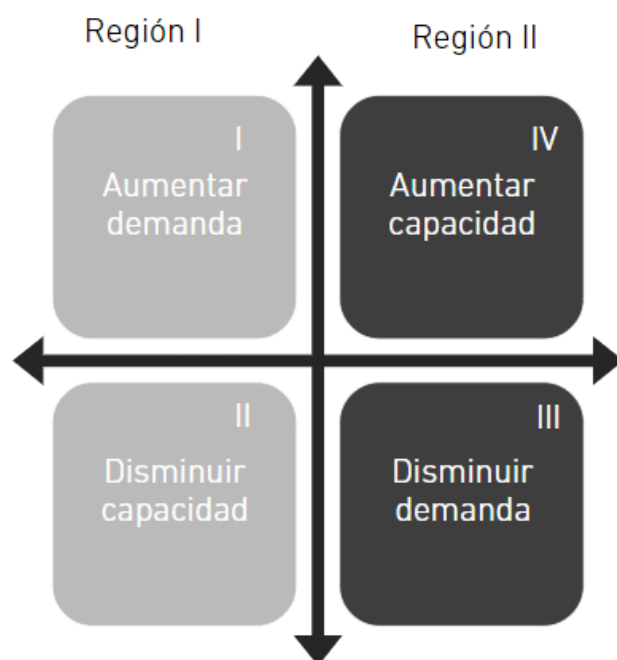
Figura 12. Demanda - Capacidad

$$\frac{Demanda}{Capacidad}$$

Nota: Estevez, et al (2022)

Igualmente, se implementó la matriz demanda-capacidad para conocer qué tanto de la demanda se puede llegar a producir con respecto a la capacidad teórica. Dicha matriz se presenta en la Figura 13 como referencia, pues constituye una parte crucial en su investigación.

Figura 13. Matriz demanda-capacidad



Nota: Estevez, et al (2022)

Los autores concluyen que la implementación de las dos herramientas mencionadas contribuyó al progreso de la planeación de la producción a largo plazo al identificar las oportunidades de mejora a tiempo. Lo anterior le permitió a la empresa donde se desarrollaron estas herramientas ampliar la capacidad de producción, además de incrementar las utilidades de la compañía.

En el artículo “Metodología para el pronóstico de la demanda integrando el diseño de escenarios” (Fernández López et al., 2023), se hace referencia a la planificación por medio de escenarios en el proceso y periodo productivo. En este sentido, se destacan tres metodologías llamadas “las 3 grandes escuelas”: la lógica e intuitiva, la prospectiva y tendencia probabilística. En todas se define el objeto de estudio y se identifican las tendencias y factores de cambio en la planificación para, posteriormente, establecer hipótesis a considerar en el plan final.

Con dicha metodología propuesta, se concluye que esta permitió suplir un vacío teórico en diferentes sectores estratégicos de Cuba donde se necesitan herramientas cuantitativas y cualitativas para un mejor proceso en la toma de decisiones. A la vez, se determina que la metodología podría ser aplicada en situaciones que requieran analizar la demanda en serie cronológica en distintos escenarios futuros.

Proyecciones

Para la presente tesis, se plantean las siguientes proyecciones que servirán como una ruta a seguir para alcanzar los objetivos del presente proyecto en relación con el rediseño del proceso de planeación de ensamblados.

- Se pretenderá rediseñar el proceso de planeación de ensamblados para San Francisco S.A.
- Se realizarán tomas de tiempo a los procedimientos en el proceso de planeación de ensamblados.
- Se identificarán posibles riesgos de seguridad para la compañía de los roles que se desean redistribuir.
- Se presentarán tareas técnicas que podrán ser reasignadas a otros roles al interior de la compañía y otros al proveedor.
- Se evidenciarán deberes que no agreguen un valor al proceso de planeación para su futura eliminación.
- Se expondrán causas de retrabajo en el proceso de planeación.
- Se establecerá un plan de implementación para el presente proyecto.
- Se revisarán y propondrán mejoras de los parámetros de planeación para brindar una mejor estabilidad de los sistemas de planeación.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

En este capítulo se plantean conceptos generales que sirven de base para el desarrollo del proyecto, así como herramientas que se utilizan en cada una de las secciones para entender de manera amplia lo que se describe. Por ello, el propósito es que los conceptos queden explicados para entendimiento de todo el público lector.

Conceptos Generales

A continuación, se presentan conceptos generales utilizados a lo largo de la investigación y que se incluyen para fortalecer la comprensión del lector. Por otro lado, se presentan herramientas ingenieriles implementadas en el análisis de la situación y propuesta del presente proyecto.

Six Sigma

Six Sigma se ha convertido en una metodología clave para la mejora de procesos industriales y Luis Socconini (2020) la define de la siguiente manera:

Como filosofía de trabajo, Six Sigma significa mejora continua de procesos y productos apoyados en la aplicación de la metodología DMAIC (definir, medir, analizar, mejorar y controlar). Esta metodología incluye principalmente el uso de herramientas estadísticas, además de otras de apoyo. (p. 19)

Igualmente, dicho autor representa el ciclo de Six Sigma en cinco etapas diferentes: definir, medir, analizar, mejorar y controlar en su traducción al español, representadas en la figura 14.

Figura 14 Definición Six Sigma



Nota: Socconini (2020)

Como métrica, Six Sigma representa una manera de medir el desempeño de un proceso en cuanto a su nivel de productos o servicios fuera de especificación. Como meta, un proceso con nivel de calidad Six Sigma significa estadísticamente tener un nivel de clase mundial al no producir servicios o productos defectuosos. (p. 19)

Sistema Lean

María Asunción Martínez Mayoral y Javier Morales Socuéllamos (2022) explican lo siguiente sobre el sistema Lean:

El método Lean para producción y fabricación es una colección de prácticas de negocios, estrategias y métodos que se enfocan en la eliminación de los desperdicios (o desechos) y la mejora continua dentro de la organización. Lean es equivalente a velocidad, y se aplica tanto a procesos de fabricación como a servicios. (p. 13)

A la vez, destacan, en relación con las actividades con y sin valor añadido, que “La identificación de las actividades con y sin valor añadido, así como de los diversos tipos de desperdicios en un sistema de producción o servicio, son claves para entender el sistema Lean” (p. 13). Por último, subrayan que los principios básicos del Sistema Lean son: la visibilidad y eliminación de desperdicio, estrategia y flexibilidad, simplicidad y mejora continua.

Control de la producción

Gisela Monsalve (2018) comenta, en relación con el control de la producción, que “Controlar la producción”, permite verificar diferentes factores a través de evaluaciones periódicas, que toma en cuenta: la capacidad de operación, demanda de los clientes, etc., sino que también debe proyectar esta evaluación para tomar estos factores en su estado actual y futuro” (p. 23).

En este sentido, según Sarache (2003), citado por Monsalve (2018), cabe destacar que: “el control de producción se puede definir como la toma de decisiones y acciones que son necesarias para corregir el desarrollo de un proceso, de modo que se apegue al plan trazado” (p. 23).

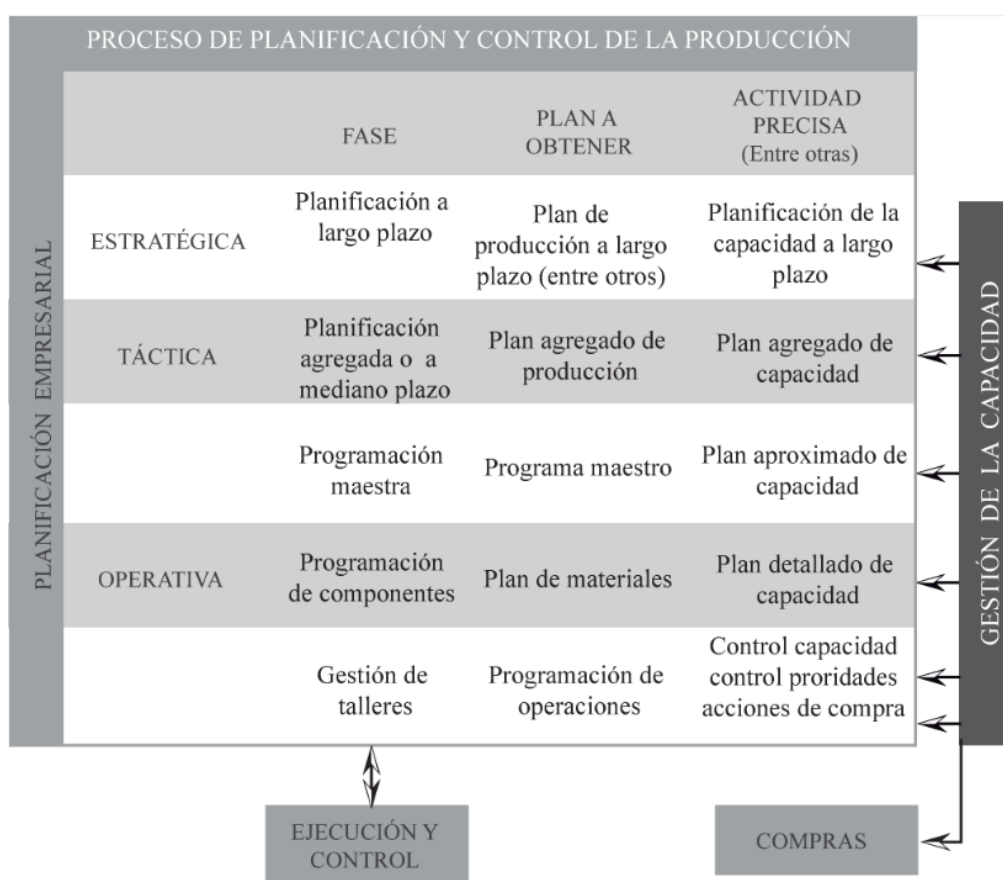
Planeación de la producción

En el libro titulado *Planificación de operaciones de manufactura y servicios*, Monsalve (2018), citando a otros autores, define planificación como:

La planeación o planificación es el primer proceso del ciclo administrativo denominado inicialmente por Henry Fayol (Estambul, 1841 - París, 1925), quien llamó a los cuatro elementos de la administración (planeación, organización, dirección y control) y que posteriormente Edward W. Deming perfecciona en lo que se conoce como el ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar). (p. 19)

De ahí que la autora presenta el proceso de planificación y control de la producción como se visualiza en la Figura 15.

Figura 15. Proceso de planificación, programación y control de la producción



Nota: Monsalve (2018)

Unido a esto, Monsalve (2018) se refiere a la planeación de la producción como “La programación de la producción” al argumentar que:

La programación de la producción está constituida por la corriente de entrada de materiales que se utilizan en las operaciones desarrolladas en los procesos; abarca

la conversión de los recursos (mano de obra/empleados, materiales/materia prima/insumos, máquinas/herramientas, métodos de trabajo/procedimientos, medios monetarios, medios logísticos, supervisión/dirección, etc.) en producto terminado, que constituye el potencial de salida. (p. 22)

Pronósticos

En el área de la planeación de la producción, el pronóstico da el inicio del cuánto, cómo y cuándo producir y comprar materia prima. Para ello, Monsalve (2018) menciona que “Los pronósticos constituyen la información de inicio del ciclo de planificación y control de la producción, su cálculo se da a partir de métodos analíticos y científicos que permiten la valoración anticipada de la cuantía de una variable” (p. 26).

En esta misma línea, Castro (2008), citado por Monsalve (2018), se refiere al pronóstico como “una estimación de un evento futuro, que se hace mediante el empleo de un método específico, y que es utilizado para fines de planificación” (p. 26). Igualmente, menciona que existen tres tipos de pronósticos: según el horizonte del tiempo, según el entorno económico y según el procedimiento empleado (técnicas cualitativas y cuantitativas).

Demanda

Sin demanda no tiene sentido generar una producción, por lo que Monsalve (2018) comenta que “demanda es la cantidad de productos (bienes tangibles o servicios) requeridos por un cliente en un determinado periodo de tiempo; es la variable más importante para pronosticar puesto que a partir de los valores que tome en el futuro se determinarán las demás decisiones empresariales” (p. 26).

Plan maestro de producción

Estevez et al. (2022) argumentan que:

El plan maestro de producción (MPS) determina el volumen de producción final de cada producto a fabricar en el horizonte de tiempo a corto plazo determinado por la organización; este define qué, cuánto y cuándo es lo que se va a hacer, desagregando el plan agregado de producción en unidades específicas de acuerdo con los requerimientos de la empresa. (p. 36)

Herramientas para Describir el Problema

En este segmento se explican las herramientas a emplearse en la etapa de descripción de la problemática. Sobre esta, Eduardo Escobedo y Luis Socconini (2021) mencionan que “El objetivo más importante de la fase inicial es definir adecuadamente el proyecto DMAIC a desarrollar para cumplir con los siguientes propósitos” (p. 21).

En esta línea, también destacan estos fines:

- Asegurar que los proyectos de mejora están lineados y priorizados con respecto a la estrategia de la organización.
- Estandarizar la identificación de proyectos de mejora para evitar decisiones no basadas en datos o depender de personas.
- Evitar que la cantidad de proyectos asignado por proceso o área rebasen la capacidad de recursos humanos acordada.
- Crear el sistema que lleve a la organización a identificar de manera periódica oportunidades de mejora en los procesos. (p. 21)

Mapa de cadena de valor

Mónica García y Antonio Amador (2019) se refieren acerca del Mapa de cadena de valor en los siguientes términos:

El mapeo de la cadena de valor es una herramienta que te permite la representación gráfica del estado actual y futuro del sistema de producción, con el objetivo de que los usuarios tengan un mejor entendimiento de las actividades de desperdicio que necesitan ser eliminadas. Esta herramienta potente y sencilla, alinea y distingue el verdadero valor del producto como ninguna otra herramienta. El punto fuerte de esta herramienta es su utilidad y su simplicidad. (p 71)

De ahí que dichos autores proponen los siguientes pasos para la implementación de esta herramienta:

- Selección de un área crítica productiva.
- Preparación del mapa del estado actual.
- Análisis del mapa del estado actual.
- Mapa del estado futuro.

- Cálculo del Tack Time.
- Implementación de las mejoras.

Cadena de valor

Martínez Mayoral y Morales Socuélamos (2022) mencionan lo siguiente acerca del valor agregado en los procesos:

Considerando la regla de Pareto, que se ha contrastado cierta en multitud de empresas y servicios, el 20% de los recursos/actividades producen el 80% de los desperdicios. Así pues, hoy encontrando y mejorando ese 20% de recursos basura, se conseguirá una reducción importante en los desperdicios hoy y por lo tanto se hoy repercutirá positivamente nos beneficios. (p. 13)

Además, destacan una serie de tipo de desperdicio como se visualiza en la Figura 16.

Figura 16. Tipos de desperdicios

SIGLA	TÉRMINO	SIGNIFICADO
D	<i>Defective Production.</i> Producción defectuosa	Los defectos provocan costes tangibles (desperdicios, retrabajo, ...) e intangibles (insatisfacción del cliente, pérdida de mercado.
O	<i>Overprocessing.</i> Sobrepesado	No hay necesidad de aplicar más procesado a elementos que ya cumplen las especificaciones del cliente.
W	<i>Waiting.</i> Espera	El tiempo que un componente ha estado esperando en el proceso de fabricación no puede ser facturado al cliente.
N	<i>Non-Used Employee Talent.</i> Infrautilización del talento	Infrautilizar el talento de los empleados representa costes difíciles de cuantificar, pero a la postre negativos para la organización. La mejora continua alude no sólo a procesos sino también a las personas.
T	<i>Transportation.</i> Transporte	El transporte que no aporta valor se considera desperdicio. Además, el proceso de mover el producto expone al producto a posibles pérdidas y daños.
I	<i>Inventory.</i> Inventario	Mantener un inventario disponible ocasiona costes y desperdicio en otras áreas.
M	<i>Motion.</i> Movimiento	Movimientos innecesarios en el procesado (máquinas, operadores, ...) genera desgastes evitables y reduce eficiencia.
E	<i>Excessive Production.</i> Producción en exceso	Una producción que supera la demanda puede incrementar defectos y aumentar los costes de almacenaje.

Nota: Martínez y Socuéllamos (2022)

También, ambos autores proponen lo siguiente:

En el entorno Lean, hoshih (brújula) identifica la eliminación sistemática del desperdicio (hoy todo aquello que resulta improductivo, inútil o no aporta valor sin ser necesario) y se realiza a través de 3 pasos.

- Reconocer el desperdicio y el valor añadido en nuestro proceso.
- Actuar para eliminar el desperdicio aplicando la técnica Lean más adecuada.
- Estandarizar el trabajo con mayor carga de valor añadido para posteriormente volver a iniciar el ciclo de mejora. (pp. 13-14)

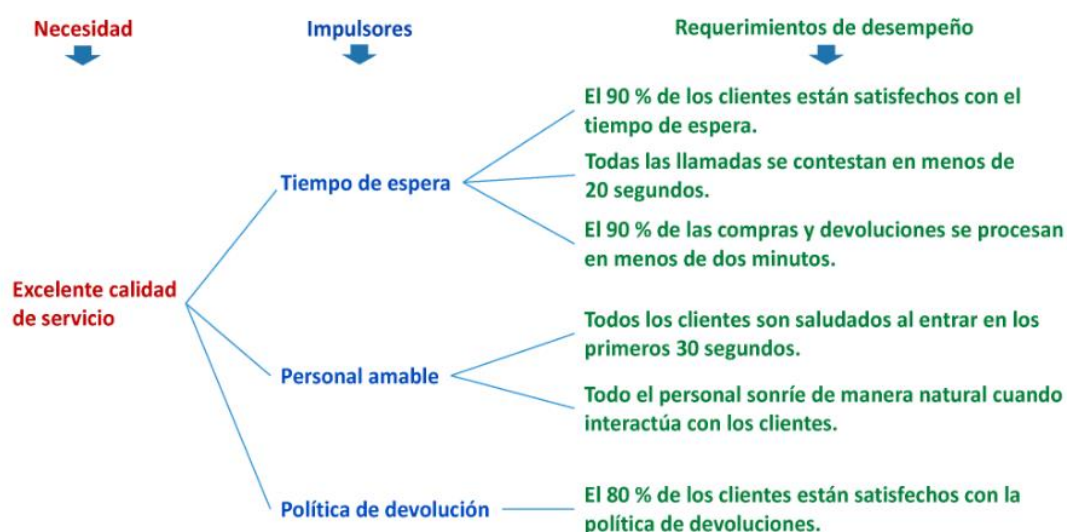
Árbol de necesidades

Socconini (2020) subraya lo siguiente acerca del árbol de necesidades:

Los árboles de necesidades o árboles CTQ se utilizan para identificar las necesidades clave de los clientes y traducirlas a requerimientos específicos al diseñar un producto o servicio. Esto es lo que un producto o servicio debe ofrecer a los clientes para satisfacerlos. (p. 49)

Dentro de este tema, dicho autor destaca como procedimientos a seguir los siguientes pasos: identificar las necesidades claves, identificar los impulsores de la calidad e identificar los requerimientos de desempeño, sintetizados en la Figura 17.

Figura 17 Árbol de necesidades



Nota: Socconini (2020)

Mapa de procesos

Un mapa de proceso es usado, según Socconini (2020), para “administrar el proceso de mejora y tener un nivel elevado de conciencia sobre todas las actividades de una compañía” (p. 66). De ahí que existen tres mapas de proceso: Mapa de proceso (PMAP), SIPOC y Cross-Functional. A partir de lo planteado por diversos autores, el primero nos permite representar los procesos y sus interrelaciones, identificando los procedimientos y etapas de un proceso en un orden ejecucional.

Ahora bien, ¿cuál es esa pregunta que puede separar los buenos beneficios de los malos? Una bien simple: ¿recomendaría esta empresa, producto o servicio a un amigo o a un colega? De esto, el NPS es el parámetro que se genera.

SIPOC

Socconini (2020) se refiere al SIPOC definiéndolo como:

... un recurso que proporciona una perspectiva gráfica de las etapas del proceso global con empresas proveedoras clave, entradas, salidas y personas usuarias de los resultados (salidas) del proceso. Es una herramienta que permite analizar un proceso en cuanto a sus parámetros para conocer plenamente su impacto en la cadena de valor. (p. 73)

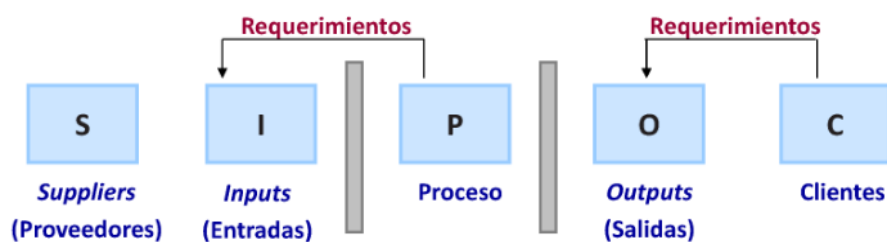
Siguiendo lo anterior, también menciona las partes de un diagrama SIPOC, tal como se muestra en la Figura 18:

- Proveedores Proporcionan las entradas al proceso.
- Entradas Recursos que el proceso requiere.
- Requerimientos de las entradas Lo que el proceso requiere de las entradas (medibles, cuantificables).
- Proceso La actividad que transforma las entradas en salidas.
- Salidas Productos o servicios proporcionados.
- Clientes Quienes establecen los requerimientos de las salidas.
- Requerimientos de las salidas Lo que los clientes requieren de las salidas (medibles, cuantificables). (p. 73)

Además, Socconini (2020) determina los pasos para la realización de un SIPOC:

- Identificar el proceso y sus límites.
- Identificar las salidas del proceso.
- Identificar los clientes para cada salida.
- Listar los requerimientos para cada salida.
- Identificar las entradas del proceso.
- Identificar los proveedores para cada entrada.
- Hacer una lista de los requerimientos para cada entrada.
- Realizar un análisis y obtener conclusiones. (p 74)

Figura 18. SIPOC. Definición



Nota: Socconini (2020)

Herramientas para Medir las Consecuencias

Para la etapa de la medición de las consecuencias, Escobedo y Socconini (2021) escriben los tres siguientes pasos:

- Describir el proceso detalladamente para comprender los puntos de decisión y la funcionalidad de las operaciones.
- Evaluar el sistema de medición para cuantificar los errores asociados con las métricas. Obtener datos del proceso.
- Clasificar los datos y realizar mediciones iniciales para verificar el desempeño del proceso, estimar la línea base y facilitar el análisis en la siguiente fase. (p. 51)

Estudio de carga de trabajo

En *Guía para la realización de Estudios de Cargas de Trabajo en las Instituciones cubiertas por el Régimen del Servicio Civil*, Marvin Quesada Núñez y Mónica Abarca Abarca (2016) proponen que el estudio de carga de trabajo:

Puede ser útil para medir trabajos de tipo administrativo y de carácter intelectual donde es difícil la aplicación de otras técnicas. Consiste en determinar el tiempo de una actividad con base en estimaciones de tiempos realizados por personas que tienen un buen conocimiento de éstas. A estas personas se les solicita un tiempo mínimo, un tiempo promedio y un tiempo máximo para realizar la actividad dentro de un caso normal, sin tomar en cuenta los tiempos de las situaciones extremas que se den ocasionalmente. (p. 4)

Unido a esto, explican que:

Consiste en determinar el tiempo de una actividad con base en estimaciones de tiempos realizados por personas que tienen un buen conocimiento de éstas. A estas personas se les solicita un tiempo mínimo, un tiempo promedio y un tiempo máximo para realizar la actividad dentro de un caso normal, sin tomar en cuenta los tiempos de las situaciones extremas que se den ocasionalmente. (p. 4)

Igualmente, detallan cómo se efectúa el cálculo del tiempo resultante para la realización de las actividades, utilizando como base la Figura 19.

Figura 19. Tiempo resultante para realizar la actividad

$$T = \frac{TM + 4 Tp + Tm}{6}$$

Nota: Núñez y Abarca (2016)

En dicha figura, caben tener en cuenta los siguientes elementos:

TM: Tiempo máximo

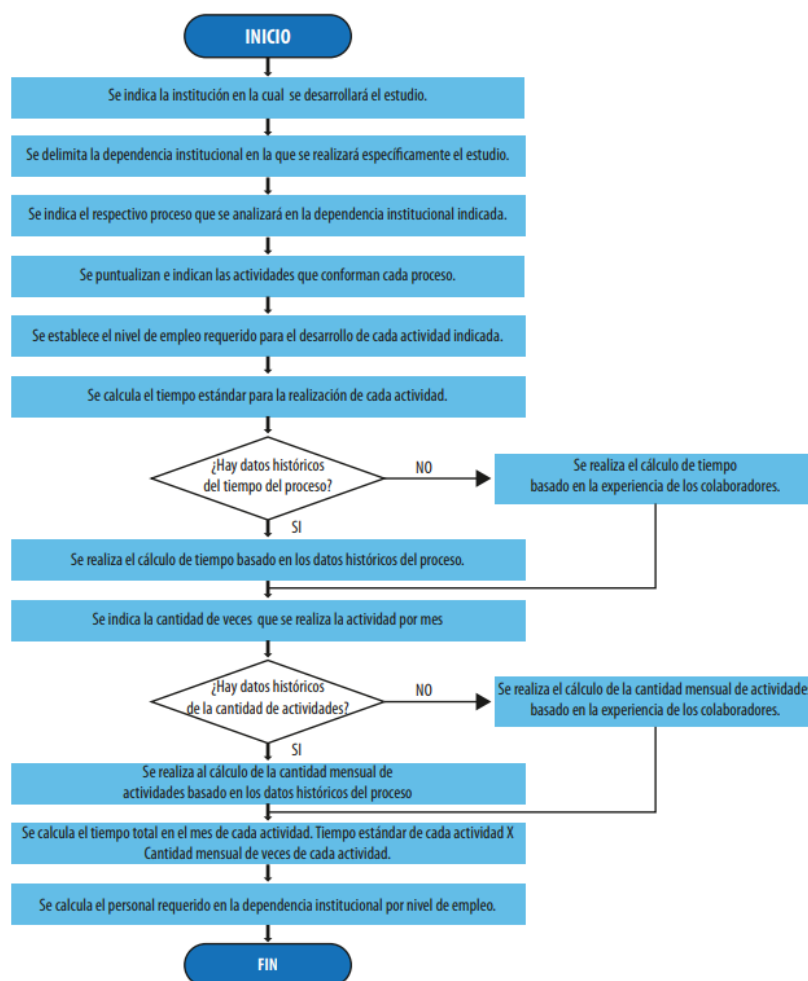
Tm: Tiempo mínimo

Tp: Tiempo promedio

T: Tiempo resultante

Por último, Quesada Núñez y Abarca Abarca (2016) destacan los pasos a seguir para la elaboración de un estudio de cargas de trabajo, los cuales se observan en la Figura 20. Se menciona que los datos a utilizar para la realización de dicho estudio pueden ser tanto históricos como provenientes de la experiencia de quien ejecuta; sin embargo, advierten que es recomendable hacer uso de datos históricos de existir.

Figura 20. Procedimientos para la elaboración de un estudio de carga de trabajo



Nota: Núñez y Abarca (2016)

Herramientas para Analizar las Causas

Acerca de la etapa del análisis de las causas, Escobedo y Socconini (2021) plantean que:

El análisis en la metodología DMAIC representa la etapa decisiva, ya que es aquí en donde se reconocen las causas de los problemas y las principales fuentes de

variación, y se determina fundamentalmente el camino a seguir en las siguientes etapas del proyecto. El objetivo primordial de esta fase es establecer las variables significativas, lo que permitirá establecer las variables que atacaremos en la fase Mejorar. (p. 135)

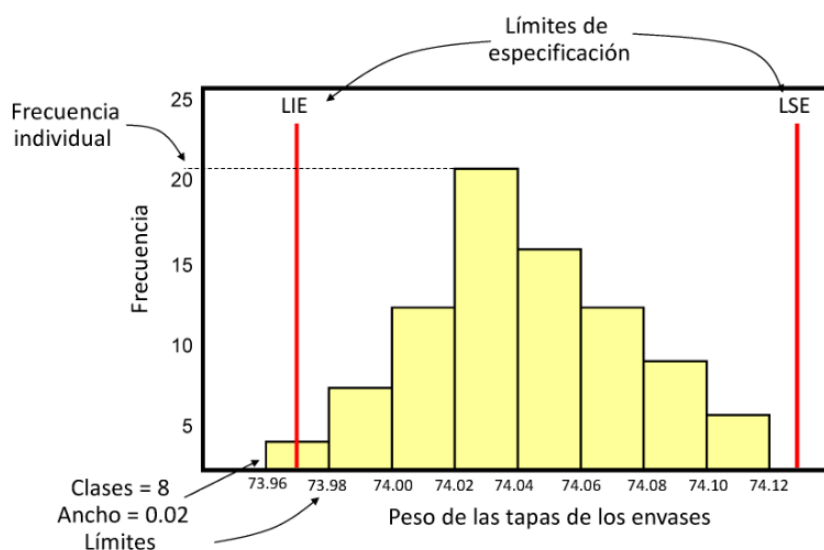
Histograma

Escobedo y Socconini (2021) expresan que el histograma: “Se utiliza cuando se quiere comprender mejor una variable”, específicamente:

- El desempeño actual del proceso.
- La distribución de los datos.
- La comparación contra las especificaciones.
- La obtención de cálculos básicos de probabilidad. (p. 107)

Para ilustrar lo anterior, se presenta un ejemplo de un histograma en la Figura 21.

Figura 21. Histograma



Nota: Escobedo y Socconini (2021)

Por su parte, Roberto Herrera y Tomás Fontalvo (2021) enumeran los siguientes pasos para la creación de un histograma:

1. Identificar el problema de calidad.
2. Estratificar los datos.

3. Metodología y tiempo de recolección de los datos.
4. Diseñe una tabla de registro de los tipos de defectos existente (ítems) en el problema de calidad con sus respectivos totales, los totales acumulados, la composición porcentual y el porcentaje acumulado.
5. Organice estos datos de acuerdo a la cantidad.
6. Dibuje dos ejes verticales y un eje horizontal.
7. En el eje horizontal coloque tantos intervalos como ítems existan.
8. Construya para cada intervalo una barra y dibuje la curva acumulada. (p. 36)

Pareto

El Pareto se ha convertido en una herramienta de uso diverso y Herrera y Fontalvo (2021) mencionan al respecto que:

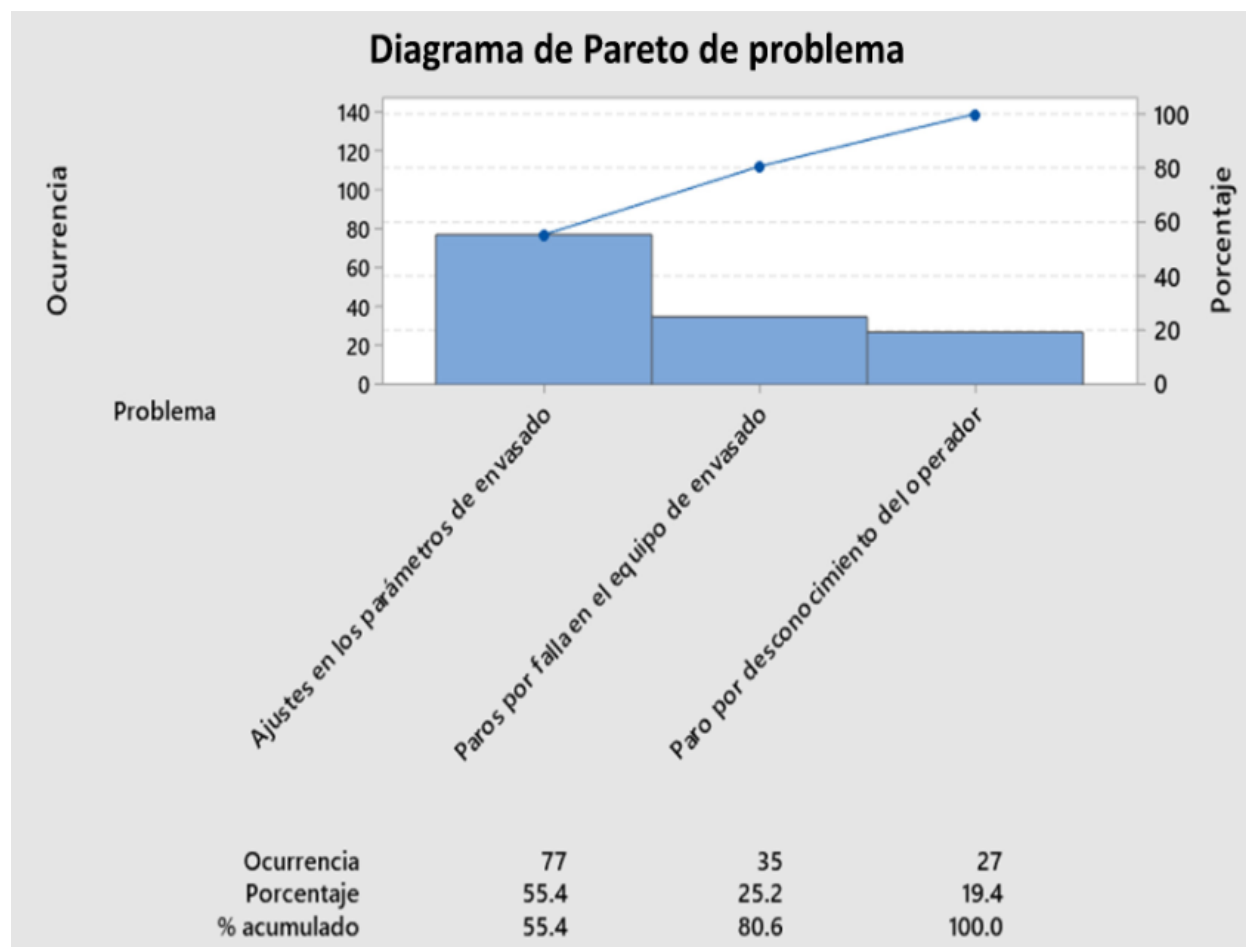
También conocido como el análisis de Pareto. Su objetivo principal es separar los problemas de calidad en pocos defectos vitales, generando el ochenta por ciento (80%) de los problemas de calidad (variabilidad no natural), y los muchos defectos triviales. Porcentajes que son utilizados tradicionalmente, pero que carecen de una rigurosa estadística.

1. Identificar el problema de calidad
2. Estratificar los datos
3. Metodología y tiempo de recolección de los datos
4. Diseñe una tabla de los tipos de defectos existente (ítems) en el problema de calidad con sus respectivos totales, los totales acumulados, la composición porcentual y el porcentaje acumulado.
5. Organice estos datos de acuerdo con la cantidad.
6. Dibuje dos ejes verticales y un eje horizontal.
7. En el eje horizontal coloque tantos intervalos como ítems existan.
8. Construya para cada intervalo una barra y dibuje la curva acumulada.

Es importante recalcar que el diagrama de Pareto se construye basado en la variable o problema de calidad hoy estos pueden ser clasificados como: calidad del proceso: defectos, reparaciones; costos; magnitud de la pérdida; entrega; inventarios y demoras; seguridad; accidentes e interrupciones. (pp. 35-36)

En la Figura 22, se presenta un ejemplo de un diagrama de Pareto; no obstante, es importante mencionar que el estilo puede ser a gusto del autor.

Figura 22. Ejemplo de Pareto



Nota: Escobedo y Socconini (2021)

Ishikawa

Herrera y Fontalvo (2021) mencionan acerca del diagrama ishikawa lo siguiente:

También llamado diagrama de espina de pescado, qué consiste en determinar todos los factores que influyen en el resultado de un proceso.

1. Determina el problema de calidad
2. Encierre la característica de calidad en un cuadro y escríbalo al lado derecho prolongando una línea horizontal a la izquierda de dicho cuadro.

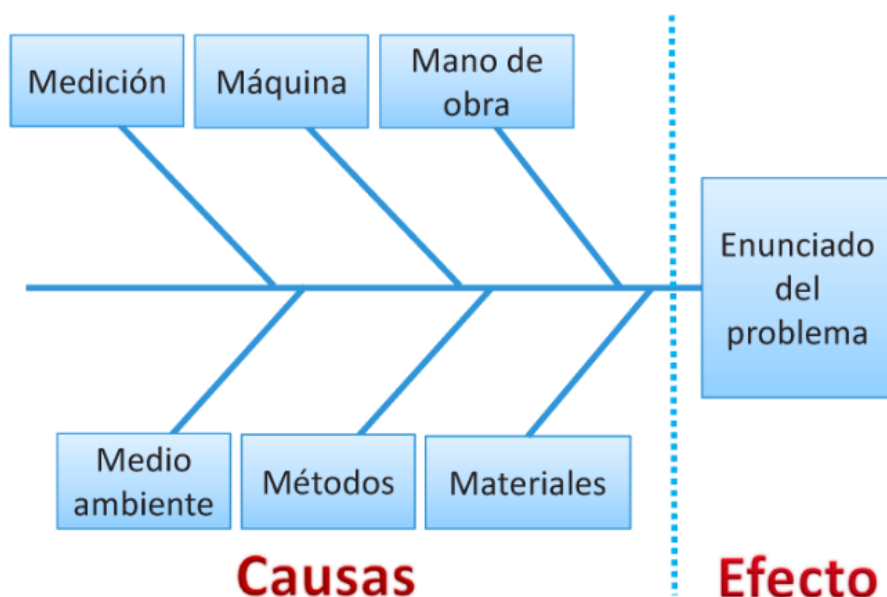
3. Escriba las causas primarias y secundarias que afectan dicho problema de calidad conectándolas a la línea horizontal. (p. 36-37)

Por su parte, Socconini (2020) propone que

Es una herramienta gráfica que se obtiene de una lluvia de ideas, en la que se enlistan de una manera organizada todas las causas de un determinado efecto, con lo cual resulta más fácil separar los problemas y las posibles zonas de mejora. (p. 347)

Con base en lo anterior, en la Figura 23 se presenta un ejemplo de un Ishikawa.

Figura 23. Ishikawa



Nota: Socconini (2021a)

Herramientas para el Diseño o Propuesta

Para la fase de mejora, diseño o propuesta del proyecto, Escobedo y Socconini (2021) establecen los siguientes objetivos durante la ejecución de esta etapa:

- Proponer nuevas condiciones en los procesos para optimizar su desempeño y alcanzar los objetivos planteados en la etapa.
- Establecer los beneficios asociados con la solución propuesta, estimados por el equipo y aprobados por la dirección de la empresa. Investigar.
- Resolver los potenciales modos de fallo para el nuevo proceso.

- Implementar y validar las mejoras. (p. 199)

Métrica Lean

Según Martínez Mayoral y Morales Socuéllamos (2022):

La velocidad en Lean se cuantifica a través de “eficiencia del ciclo del proceso” (process cycle efficiency), que se define como el coeficiente entre el tiempo total de valor añadido (amount of value-added time), esto es, el trabajo que un cliente reconocería como necesario para crear el producto o servicio, y el tiempo total de producción (total lead time), esto es, el tiempo total que se invierte en la elaboración, desde el principio hasta el final dado. (p. 17)

Con base en esto, se presenta la Figura 24 para el cálculo de eficiencia de ciclo del proceso (Métrica Lean).

Figura 24. Eficiencia del ciclo del proceso

$$\text{Eficiencia de ciclo del proceso} = \frac{\text{Tiempo de valor añadido}}{\text{Tiempo total de producción}}$$

Nota: Martínez y Socuéllamos (2022)

Sistema de análisis y mejora de tiempos (SAMT)

Mauricio Lefcovich (2009), en su libro titulado como *Cambio rápido de herramientas y reducción en tiempos de preparación nueva y más amplia versión del SMED*, enumera una serie de pasos para la aplicación de la herramienta SAMT en aras de reducir y mejores tiempos en un proceso.

1. Se procede a relevar el proceso de preparación.
2. Durante la etapa anterior, se expresa las actividades de manera resumida y capturando el tiempo insumido, ordenamiento y secuencia.
3. Capturar de las actividades planteadas las formas, medios, útiles, componentes y toda información relevante.
4. Representar las mediciones en un control estadístico de procesos: Determinar tiempos medios, límites de control superior e inferior, análisis de variaciones.
5. Representar en un histograma cada actividad.

6. Determinar tiempos medios para cada actividad y de cada elemento cuantificado.
7. Se procede a analizar cada una de las actividades mediante las seis preguntas fundamentales: ¿Qué? ¿Quién? ¿Cuándo? ¿Dónde? ¿Cómo? y Por qué? De tal forma se podrá determinar para cada actividad:
 - Sí realmente es necesaria, y de no serlo proceder a su eliminación ·
 - Quién lo hace y quién debería hacerlo, en función a conocimientos, experiencias y aptitudes necesarias.
8. Determinar las principales actividades críticas en relación mayor tiempo que emplea para enfocar en ellas los esfuerzos de reducción, se puede usar un diagrama de Pareto para su análisis.
9. Se escoge el problema a resolver en relación con los tiempos que se invierten usando herramientas de resolución de problemas y utilizando un diagrama Ishikawa para su representación
10. Tormenta de idea de soluciones para el problema con el objetivo de generar variedad de propuestas.
11. Seleccionar la mejor propuesta en términos de recursos, seguridad y tiempo de ejecución.

Figura 25. SAMT

Nº	Actividad	Tiempo	Activ.Críticas	Eliminar	Combinar	Reordenar	Simplificar	Mecanizar Automatizar	Paralelo	Nuevo Tiempo

Nota: Lefcovich (2009)

Inventario mínimo

Es indispensable conocer el inventario mínimo de componentes y materiales a tener en una bodega para hacer frente a las necesidades de la cadena de suministro de Ensambladora S.A. puesto que impacta directamente al servicio de San Francisco S.A. Para ello, Antonia Cruz Fernández (2017), en su libro *Gestión de inventarios. COML0210*, define el inventario mínimo como lo siguiente: “El stock mínimo en la empresa es la cantidad mínima que permite atender la demanda de la mercancía sin que existan problemas de escasez en el almacén.” (p. 120).

Igualmente, utiliza la ecuación de la Figura 26 para el cálculo del inventario mínimo y menciona al respecto que: “Para su cálculo se debe tener en cuenta el tiempo que el proveedor tarda en entregar la mercancía en el almacén de la empresa, así como la demanda media que se tiene del producto” (p. 120).

Figura 26. Inventario mínimo

$$SM = Q \times D$$

- $SM = stock$ mínimo
- $Q =$ cantidad media consumida
- $D =$ días de entrega del proveedor

Nota: (Fernández, 2017)

Inventario de seguridad

Los inventarios se convierten en un elemento indispensable en toda cadena de suministro. Para lograr un correcto funcionamiento de esta, se debe lograr un cálculo correcto, por lo que Cruz Fernández (2017) propone la ecuación de la Figura 27 para el cálculo del inventario de seguridad y comenta lo siguiente al respecto:

La demanda del consumidor sobre el producto de la empresa no siempre es fácil de calcular y, en ocasiones, es muy inestable. Para poder cubrir estos des-ajustes y fluctuaciones de la

demanda del producto, la empresa puede contar en el inventario con el stock de seguridad, cubriendo el mínimo de mercancía necesaria para que no se rompa el stock y la empresa se quede sin mercancía. (p. 123)

Figura 27. Inventario de seguridad

$$SS = (Pme - Pe) \times Dm$$

- SS = *stock* seguridad
- Pme = plazo máximo entrega
- Pe = plazo de entrega
- Dm = demanda media

Nota: (Fernández, 2017)

Diagrama de flujos de datos

Los diagramas de flujos de datos constituyen una herramienta necesaria cuando se requiere hacer digitalización de procesos. De ahí que Kendall y Kendall (2011) explican que “Los diversos modelos gráficos muestran los límites del sistema y la información que utiliza” (p. 29), y agregan que:

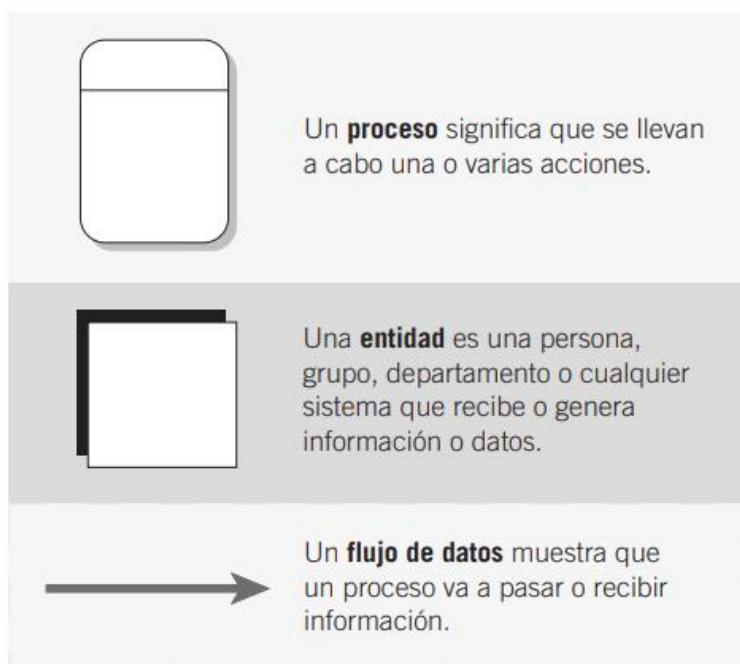
Los diagramas de flujo de datos se enfocan en los datos que fluyen hacia el sistema y salen de él, además del procesamiento de estos datos. Podemos describir con detalle estos componentes básicos de todo programa computacional y utilizarlos para analizar la precisión e integridad del sistema. (p. 29)

Igualmente, destacan en la Figura 28 los símbolos básicos para la creación de un diagrama de flujo, sobre la cual comentan lo siguiente:

... el diagrama de flujo de datos a nivel de contexto emplea sólo tres símbolos: 1) un rectángulo con esquinas redondas, 2) un cuadrado con dos bordes sombreados y 3) una flecha. Los procesos transforman los datos entrantes en información de salida y el nivel de contenido tiene sólo un proceso, que representa a todo el sistema

completo. La entidad externa representa a cualquier entidad que suministra o recibe información del sistema, pero que no forma parte del mismo. Esta entidad puede ser una persona, un grupo de personas, un puesto o departamento corporativo o, inclusive, otros sistemas. Las líneas que conectan a las entidades externas con el proceso se llaman flujos de datos y representan los datos. (p29)

Figura 28. Los símbolos básicos de un diagrama de flujo de datos



Nota: Kendall, K & Kendall, J (2011)

Análisis Beneficio costo

El análisis beneficio/costo se utiliza en este proyecto para definir si este es viable económicamente. Sobre el tema, Alvarado (2014) argumenta que: “La relación expone una razón, la cual indica en qué proporción los beneficios son más grandes que los costos” (p. 113). En la Figura 29, dicho autor propone cómo calcular la razón del beneficio costo, entendiendo como beneficio y des beneficio lo siguiente:

El concepto de la relación propone que por beneficios deberá entenderse todos aquellos conceptos que proporcionan una ventaja económica al promotor del proyecto, como son utilidades y reembolsos, entre otros; mientras que los desbeneficios son todos aquellos conceptos que ofrecen una desventaja o impacto

económico, pudiéndose mencionar multas o pagos por deducibles. En tanto que los costos están representados por la inversión inicial. (p. 113)

Figura 29. Cálculo de B/C

$$\frac{B}{C} = \frac{\text{beneficios} - \text{desbeneficios}}{\text{costos}}$$

Nota: Alvarado (2014)

En esta misma línea, Alvarado (2014) destaca que el valor presente es necesario para el cálculo del B/C, por lo que ambos datos del numerador y denominador deben presentarse en una misma unidad de tiempo. Por ello, propone la ecuación de la Figura 30 y explica que: “...el cálculo de la relación B/C requiere que los beneficios y los costos se encuentren en la misma unidad de tiempo, ya que no se pueden combinar montos en futuro, anualidades o presente...” (p. 113).

Figura 30. Cálculo del B/C con el valor presente

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum VPB}{\sum VPC}$$

Nota: Alvarado (2014)

Herramientas para el Control de la Propuesta

A continuación, se presentan las herramientas utilizadas en el control de la propuesta, las cuales pueden ejecutarse cuando la empresa San Francisco S.A. implemente las propuestas presentadas durante el desarrollo de esta tesis.

Gantt

En relación con el diagrama de Gantt, Socconini (2021b) escribe en *Lean Six Sigma Yellow Belt*:

- Un diagrama de Gantt es una herramienta de planificación de proyectos que representa gráficamente las tareas que deben completarse en un proyecto.
- Fue inventado por Henry L. Gantt en 1917.
- El diagrama de Gantt también proporciona una forma gráfica de evaluar el progreso del proyecto.
- Programar actividades y tareas del proyecto
- Evaluar rápidamente el progreso del proyecto en cualquier momento
- Supervisar la finalización de un proyecto con respecto al tiempo y las actividades
- Asignar responsabilidades del proyecto a los miembros del equipo (es decir, tareas y actividades). (p.186)

A continuación, en la Figura 31, se muestra un ejemplo de un diagrama Gantt.

Figura 31. Ejemplo diagrama Gantt

	Duración	Inicio	Fin	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
DEFINIR	13	06/01/2020	19/01/2020																	
Definir el proyecto, desarrollo de la carta de proyecto	7	06/01/2020	13/01/2020																	
Definir el proceso y métricos del problema	3	13/01/2020	16/01/2020																	
Formación del equipo	2	16/01/2020	18/01/2020																	
Aprobación del proyecto	1	18/01/2020	19/01/2020																	
MEDIR	16	18/01/2020	03/02/2020																	
Mapear el proceso	2	18/01/2020	20/01/2020																	
Analizar los sistemas de medición	2	20/01/2020	22/01/2020																	
Medir el desempeño del proceso	2	22/01/2020	24/01/2020																	
Definir la línea base	10	24/01/2020	03/02/2020																	
Revisar y actualizar estatus del proyecto	0	03/02/2020	03/02/2020																	
ANALIZAR	28	03/02/2020	02/03/2020																	
Analizar las limitantes de la productividad	8	03/02/2020	11/02/2020																	
Determinar las variables críticas del proceso	10	11/02/2020	21/02/2020																	
Determinar los modos y efectos de falla	10	21/02/2020	02/03/2020																	
Revisar y actualizar estatus del proyecto	0	02/03/2020	02/03/2020																	
MEJORAR	25	02/03/2020	27/03/2020																	
Determinar las mejoras a implementar	10	02/03/2020	12/03/2020																	
Estimar los beneficios para el proceso mejorado	5	12/03/2020	17/03/2020																	
Determinar y ajustar los modos de falla	5	17/03/2020	22/03/2020																	
Implementar y verificar los cambios al proceso	5	22/03/2020	27/03/2020																	
Revisar y actualizar estatus del proyecto	0	27/03/2020	27/03/2020																	
CONTROLAR	17	27/03/2020	13/04/2020																	
Implementar acciones de control	9	27/03/2020	05/04/2020																	
Implementar plan control con el dueño del proceso	2	05/04/2020	07/04/2020																	
Implementar plan de análisis mensual de logros	5	07/04/2020	12/04/2020																	
Documentar las lecciones aprendidas	1	12/04/2020	13/04/2020																	
Terminación formal del proyecto	0	13/04/2020	13/04/2020																	

Nota: Escobedo y Socconini (2021)

Cierre del proyecto

Al finalizar de ejecución de todos los proyectos, es necesario darles una correcta finalización, por lo que Escobedo y Socconini (2021) proponen las siguientes etapas:

Documentación. Asegurarse de documentar todas las lecciones aprendidas, en especial las soluciones a los problemas afrontados durante la ejecución del proyecto, en un expediente que incluya la información generada.

Entrega del proyecto. El equipo de mejora debe entregar al dueño del proceso y a todos los involucrados la documentación completa generada en cada fase, los problemas que se presentaron y las soluciones aplicadas, las memorias de cálculo y toda aquella información que sea útil para resolver situaciones durante la operación cotidiana.

Presentación de resultados. Se ha de realizar el cierre ante la dirección de la empresa, exhibiendo los logros tanto operacionales como financieros. Es recomendable, además, promocionarlo ante todos los miembros de la organización para contar con su apoyo en futuras iniciativas. (pp. 289-290)

Herramientas para usar

En el presente proyecto se pretenden utilizar cada una de las herramientas mencionadas en el desarrollo del Marco teórico, por lo que se describen en dicha sección en aras de establecer la línea de acción. Para la descripción del problema, se utilizan flujos de procesos y gráficos que presenten el proceso de planeación de Ensambladora S.A. Así mismo, se parte de una cadena de valor para recopilar las problemáticas que el equipo de planeación indique y, con base en esto, se lleva cabo la realización de la investigación. Seguidamente, se utiliza la herramienta de estudio de carga de trabajo para describir las consecuencias que los problemas descritos conllevan.

Aunque los gráficos se establecieron para usarse en la descripción del problema, se utilizan a lo largo del capítulo de análisis de la situación con el objetivo de realizar un estudio más exhaustivo. A su vez, son usados en el análisis de las causas junto a las herramientas de Pareto e Ishikawa. Por último, para la propuesta, se usan herramientas como mapa de cadena de valor e inventario de seguridad y otras como el Gantt y el *checklist* de cierre del proyecto para el control de la propuesta.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

Los autores Roberto Hernández y Christian Mendoza (2018) argumentan que los enfoques cuantitativos y cualitativos son los mejores métodos para realizar investigaciones y obtener conocimientos en diferentes áreas y tipos de ciencias; a su vez, proponen rutas para resolver problemas de investigación. En este capítulo se detallan los tipos de enfoque, así como su alcance y diseño. También, se definen cada uno de estos ejes para esta investigación.

Enfoque

El enfoque cualitativo, el cuantitativo o el mixto son las posibles opciones para dirigir una investigación y cada una posee sus propias características y áreas de estudio que permite abarcar. Estos enfoques significan una ruta a seguir por la persona investigadora al momento de realizar su proyecto pues brindan señales y pasos con el fin de mantenerla siempre con la dirección que la investigación debe tomar a partir de la temática escogida.

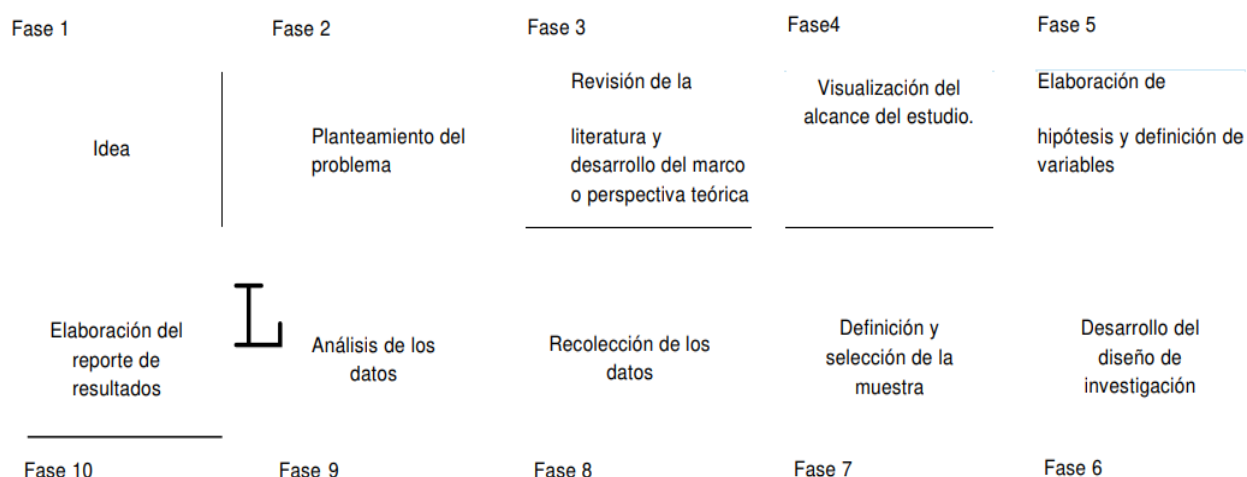
Cuantitativo

Hernández y Mendoza (2018) denominan al enfoque cuantitativo como una ruta que:

Actualmente, representa un conjunto de procesos organizados de manera secuencial para comprobar ciertas suposiciones. Cada fase precede a la siguiente y no podemos eludir pasos, el orden es riguroso, aunque desde luego, podemos redefinir alguna etapa. Parte de una idea que se delimita y, una vez acotada, se generan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o perspectiva teórica. De las preguntas se derivan hipótesis y determinan y definen variables; se traza un plan para probar las primeras (diseño, que es como "el mapa de la ruta"); se seleccionan casos o unidades para medir en estas las variables en un contexto específico (lugar y tiempo); se analizan y vinculan las mediciones obtenidas (utilizando métodos estadísticos), y se extrae una serie de conclusiones respecto de la o las hipótesis. (pp. 4-5)

Debido a esto, Hernández y Mendoza (2018), describen que la ruta cuantitativa se usa cuando se desea conocer magnitudes numéricas del comportamiento de un fenómeno para finalmente probar una hipótesis. (p. 5). En la Figura 32 se presentan las seis fases que dichos autores destacan dentro de un enfoque cuantitativo.

Figura 32. Proceso del enfoque cuantitativo



Nota: Hernández y Mendoza (2018)

Cualitativo

Niglas (2010) conceptualiza, citado por Hernández y Mendoza (2018), que: “El término cualitativo tiene su origen en el latín ‘qualitas’, el cual hace referencia a la naturaleza, carácter y propiedades de los fenómenos” (p. 7).

En este sentido, Hernández y Mendoza (2018) detallan lo siguiente sobre este enfoque:

Con el enfoque cualitativo también se estudian fenómenos de manera sistemática. Sin embargo, en lugar de comenzar con una teoría y luego "voltear" al mundo empírico para confirmar si esta es apoyada por los datos y resultados, el investigador comienza el proceso examinando los hechos en sí y revisado los estudios previos, ambas acciones de manera simultánea, a fin de generar una teoría que sea consistente con lo que está observando que ocurre. (p. 7)

Así mismo, agregan que:

Las investigaciones cualitativas suelen producir preguntas antes, durante o después de la recolección y análisis de los datos. La acción indagatoria se mueve de manera dinámica entre los hechos y su interpretación, y resulta un proceso más bien "circular" en el que la secuencia no siempre es la misma, puede variar en cada estudio. (p. 8)

Mixto

Hernández y Mendoza (2008) explican que:

Los métodos mixtos o híbridos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos tanto cuantitativos como cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (denominadas metainferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio. (p 10)

Elección de enfoque.

Este proyecto de investigación es de enfoque cuantitativo ya que parte de análisis numéricos y estadísticos para estimar mejores procesos. Así mismo, se realiza un estudio de carga laboral para estimar los tiempos de ejecución de las tareas del planeador de nsamblados y se analizan los procesos que demanden mayor tiempo de ejecución por el planeador y aquellos que no necesitan ser ejecutados, así como sus causas.

Alcance

Hernández y Mendoza (2008) subrayan que “Los alcances son cuatro: exploratorio, descriptivo, correlacional y explicativo. No representan clases o tipos de investigación, ni son mutuamente excluyentes, sino que constituyen puntos entrelazados de un continuo de causalidad” (p. 106).

Exploratorios

En relación con los estudios exploratorios, los autores mencionados destacan que:

Los estudios exploratorios se llevan a cabo cuando el propósito es examinar un fenómeno o problema de investigación nuevo o poco estudiado, sobre el cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes. Es decir, cuando la revisión de la literatura reveló que tan solo hay guías no investigadas e ideas vagamente relacionadas con el problema de estudio, o bien, si deseamos indagar sobre temas y áreas desde nuevas perspectivas. (p. 106)

Descriptivo

Igualmente, Hernández y Mendoza (2008) observan que:

Los estudios descriptivos pretenden especificar las propiedades, características y perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, miden o recolectan datos y reportan información sobre diversos conceptos, variables, aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno o problema a investigar. En un estudio descriptivo el investigador selecciona una serie de cuestiones (que, recordemos, denominamos variables) y después recaba información sobre cada una de ellas, para así representar lo que se investiga (describirlo o caracterizarlo). (p. 108)

Correlacional

Hernández y Mendoza (2008) establecen que: “Este tipo de estudios tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que existe entre dos o más conceptos, categorías o variables en un contexto en particular.” (p. 109). De ahí que, en relación con la cantidad de variables o conceptos vinculados con este tipo de estudio, aclaran que:

En ocasiones solo se analiza la relación entre dos conceptos o variables, pero con frecuencia se ubican en el estudio vinculaciones entre tres, cuatro o más variables. Los estudios correlacionales, al evaluar el grado de asociación entre las variables, primero miden cada una de ellas (presuntamente relacionadas) y las describen, y después cuantifican y analizan la vinculación. (p. 109)

Elección de alcance

Este proyecto posee un alcance explicativo dado que busca responder la pregunta sobre cómo rediseñar el proceso de planeación de ensamblados y cómo dicho modelo permite construir una propuesta para una futura implementación si así la Empresa lo decide. A la vez, se busca explicar el fenómeno que ocurre con el proceso mencionado y conocer sus causas, consecuencias y la relación entre sus variables, por lo que también tiene un vínculo con el alcance correlacional.

Explicativo

Según Hernández y Mendoza (2008), a diferencia de los tipos de estudios mencionados, “Los estudios explicativos van más allá de la descripción de fenómenos, conceptos o variables o del establecimiento de relaciones entre estas; están dirigidos a responder por las causas de los eventos” (p. 110).

Diseño

En este segmento se explican los tipos diseños experimentales y no experimentales, este último con sus subgrupos denominados como transaccionales, descriptivos, correlacionales y longitudinales. Se describe en qué consisten y cuál es su área de uso e importancia. Por último, se define el tipo de diseño que este proyecto emplea para su investigación y propuesta.

Diseño experimental

Hernández y Mendoza (2018) refieren que “Los diseños experimentales manipulan y prueban tratamientos, estímulos, influencias o intervenciones (denominadas variables independientes) para observar sus efectos sobre otras variables (las dependientes) en una situación de control” (p. 152).

Además, dichos autores aclaran que los diseños experimentales se utilizan cuando se desea establecer el efecto de una causa que se manipula. Sin embargo, no todo se puede poner a experimentación:

Desde luego, hay ocasiones en que no podemos o no debemos experimentar. Por ejemplo, es imposible evaluar las consecuencias que una supernova provocada por nosotros podría tener sobre un conjunto de planetas (¿qué ser humano puede hacerlo?). (p. 152)

Por ello, establecen tres requisitos básicos para la aplicación de la experimentación:

1. Manipulación intencional de una o más variables independientes.
2. Medición de las variables dependientes.
3. Control sobre la situación experimental. (p. 152)

Diseño no experimental

Hernández y Mendoza (2018) hacen referencia al diseño experimental de la siguiente manera:

Podría definirse como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de estudios en los que no haces variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables. Lo

que efectúas en la investigación no experimental es observar o medir fenómenos y variables tal como se dan en su contexto natural, para analizarlas. (p. 175)

Para aclarar la diferencia entre diseño no experimental y diseño experimental, los autores mencionados establecen el siguiente ejemplo de cómo se realizaría un estudio al hacer enojar a una persona: “No experimento Hacer enojar intencionalmente a una persona y ver sus reacciones. Experimento, Ver las reacciones de esa persona cuando llega enojada” (p. 175).

Diseño transaccional

Hernández y Mendoza (2018) conceptualizan que:

Estos diseños pueden tener un alcance exploratorio, descriptivo, correlacional o explicativo; y abarcar uno o más grupos o subgrupos de personas, objetos o indicadores; así como diferentes comunidades, situaciones o eventos. Por ejemplo, analizar el efecto de un impuesto introducido por el gobierno federal sobre la liquidez de empresas de servicio de distintos giros (restaurantes, hoteles, etc.) en una provincia de un país. Pero siempre, la recolección de los datos ocurre en un momento o periodo único. (p. 177)

Por ende, destacan que el propósito de un diseño transaccional es:

1. Describir variables en un grupo de casos (muestra o población), o bien, determinar cuál es el nivel o modalidad de las variables en un momento dado.
2. Evaluar una situación, comunidad, evento, fenómeno o contexto en un punto del tiempo.
3. Analizar la incidencia de determinadas variables, así como su interrelación en un momento, lapso o periodo. (p. 176)

Diseño exploratorio

Según Hernández y Mendoza (2018), el diseño exploratorio incluye estudios que “... tienen como propósito comenzar a estudiar variables potenciales en un momento específico” (p. 177).

Diseño descriptivo

En cuanto al diseño descriptivo, Hernández y Mendoza (2018) destacan lo siguiente: “Recordemos que estos estudios buscan indagar el nivel o estado de una o más variables en una

población; en este caso, en un tiempo único” De ahí que subrayan: “[los] Diseños transeccionales descriptivos Indagan la incidencia de las modalidades, categorías o niveles de una o más variables en una población; son estudios puramente descriptivos” (p. 178).

Diseños correlacionales

Vinculado con los diseños transversales, Hernández y Mendoza (2018) anuncian: “Estos diseños son útiles para establecer relaciones entre dos o más categorías, conceptos o variables en un momento determinado; a veces, únicamente en términos correlacionales, otras en función de la relación causa-efecto (causales)” (p. 178).

Diseño longitudinal

En cuanto al diseño longitudinal, Hernández y Mendoza (2018) advierten que:

En ciertas ocasiones, el interés del investigador es analizar cambios al paso del tiempo en determinadas categorías, conceptos, sucesos, variables, contextos o comunidades, o bien, las relaciones entre estas; aún más, a veces ambos tipos de cambios. Entonces puedes disponer de los diseños longitudinales, los cuales recolectan datos en diferentes momentos o periodos para hacer inferencias respecto al cambio, sus determinantes y consecuencias. Tales puntos o periodos regularmente se especifican de antemano. (p 180)

Elección de diseño

Este proyecto tendrá un diseño no experimental transaccional pues se pretende analizar datos y el estado del proceso de planeación de ensamblados de diciembre a mayo de 2023 de la empresa San Francisco S.A., por lo que no se realizan experimentos sino una propuesta luego de dicho análisis.

Variables

Hernández y Mendoza (2018), en su libro *metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*, explican que: “...una variable es una propiedad o concepto que puede variar y cuya fluctuación es susceptible de medirse u observarse (Capaz de adquirir diferentes valores que pueden ser registrados por un instrumento de medición)” (p. 125). Por ende, las variables que se presentan a continuación, en la Tabla 1, son obtenidas a partir de los objetivos específicos planteados inicialmente y sirven para el análisis de los datos recolectados.

Tabla 1. Variables

Objetivo específico	Variable	Conceptual	Operacional	Instrumental
Describir el proceso de planeación de ensamblados que lleva a cabo San Francisco S.A.	Proceso de planeación	“...es el acto que al conocer el presente y lo que se desea obtener en el futuro, con la esperanza de disipar el riesgo y la incertidumbre que se interponen en la consecución de los resultados esperados” (Torres y Martínez, 2014, p. 101).	Tiempo invertido / Tiempo disponible	Cálculo de tiempos de carga laboral
Medir el impacto de los procedimientos en el proceso de planeación.	Impacto de los procedimientos en la planeación	“Valoración de la incidencia en el cumplimiento de los objetivos estratégicos o metas de la organización.” (Medina et al, 2019, párr. 34)	Venta no realizada/meses	Suma de venta no realizada
Analizar las causas de la carga de trabajo generada por el proveedor.	Causas	“Aquello que se considera como fundamento u origen de algo” (Real Academia Española, 2022)	Número de veces que falta componentes /meses	Hoja de recolección de datos
Elaborar una propuesta de rediseño del proceso de planeación de ensamblados.	Rediseño	"Diseño es un concepto cuya etimología remite a la lengua italiana: diseño. Puede tratarse de un esquema o configuración; de una planificación; de la idea o disposición original de algo;	Tiempo proyectado a invertir/ tiempo disponible actual	Hoja de recolección de datos.

		o de la forma que tiene una cosa" (Pérez y Merino, 2014, párr. 1)		
Diseñar un mecanismo de control de la implementación de la propuesta.	Mecanismo de control	"Consiste en verificar si todo se realiza conforme al programa adoptado, a las órdenes impartidas, y a los principios admitidos. Tiene la finalidad de señalar las fallas y los errores, a fin de que se pueda repararlos y evitar su repetición. Se aplica a todo, a las cosas, a las personas y a los actos (Ochsenius, 2019, p. 193).	Propuestas aplicadas / total de propuestas	<i>Checklist</i>

Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

Muestra

A continuación, en la Tabla 2, se presentan los indicadores usados para obtener los tipos de muestras y las unidades de muestreo respectivas para el posterior análisis de los datos. En este sentido, cabe mencionar que: “La muestra es, en esencia, un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población” (Hernández, 2014, p 207).

Tabla 2. Muestra

Indicador	Tipo de muestra	Unidad de muestreo	Fórmula
Proceso de planeación	No probabilístico	Tiempo	Total de datos del periodo de Diciembre a Mayo 2023
Impacto de los procedimientos en la planeación	Probabilísticos	Costos	Total de datos del periodo de Diciembre a Mayo 2023

Indicador	Tipo de muestra	Unidad de muestreo	Fórmula
Causas	Probabilístico	Número de veces que falta componentes	Total de datos del periodo de Diciembre a Mayo 2023
Rediseño	No probabilístico	Tiempo proyectado a usar versus el tiempo actual disponible	Datos de simulación de realización de proceso
Mecanismo de control	No probabilístico	Número de propuestas aplicadas	No aplica

Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

Instrumentos

Los instrumentos se presentan en la Tabla 3 a partir de los indicadores, considerando los objetivos específicos de esta investigación, para así determinar instrumentos a usar y los recursos a lo largo de este trabajo.

Tabla 3 Instrumentos

Indicador	Instrumento	Recursos requeridos
Tiempo	Diagrama de flujo de proceso, estudio de tiempo por carga de trabajo	Humanos (Planeador), Computadoras, Diagramas
Costos	Tabla	Registros
Número de veces que falta componentes	Microsoft List	Humanos (Planeador), Ishikawa, Recursos informáticos
Tiempo proyectado a usar versus el tiempo actual disponible	Tabla	Gráficos, Computadora, libros
Número de propuestas aplicadas	Lista de chequeos, Gantt	Humanos (Planeador), sistemas informáticos, contratos

Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

Recolección de Datos

En la Tabla 4 se presentan los indicadores obtenidos a partir de los objetivos específicos utilizados para determinar los métodos y fuentes en la recolección de datos, así como estimar los beneficios obtenidos a partir de estos.

Tabla 4. Recolección de datos

Indicador	Fuente de datos	Método de recolección de datos	Beneficios esperados
Tiempo	Planeador de ensamblados	Con ayuda de un Sipoc y de un diagrama de flujo de proceso, se programan reuniones con el planeador de ensamblados en aras de realizar un mapeo de proceso. Se plantean consultas del paso a paso que el planeador lleva a cabo en cada uno de los procesos, seguido de un “Shadowing”, lo cual implica una observación al planeador mientras ejecute la tarea para comprobar y complementar lo recopilado. Se hace un estudio de tiempo por carga de trabajo de método de los estándares subjetivos. Se crea una hoja de Excel con todos los procesos que se mapearon en la descripción del problema, se cita al planeador y se le consultan los tiempos medios, mínimo y máximo para las tareas de los procesos de planeación de frecuencia mensual. Lo anterior se lleva a cabo por medio de reuniones virtuales.	Conocimiento de los tiempos resultantes de la ejecución de tareas de planeación

Indicador	Fuente de datos	Método de recolección de datos	Beneficios esperados
		Para los procesos de frecuencia diaria o frecuencia semanal, e realiza un estudio de tiempo donde, luego de calcular la magnitud de la muestra, se procede a colocar reuniones para medirle el tiempo de ejecución de dichas tareas y, posteriormente, se anota el dato en el Excel realizado previamente. Este estudio toma entre la semana 9 y 10 del 2023.	
Costos	Registro de San Francisco S.A.	Se analizan los datos que San Francisco S.A. mantiene en relación con las ventas que se dejaron de percibir en el periodo de diciembre 2023 a mayo 2023 de aquellos códigos de ensamblados debido a los problemas encontrados. Se hace la suma de las ventas no percibidas y se divide en total de meses considerados. Se grafican los datos según mes para su visualización.	Conocer las pérdidas en ventas no realizadas debido a las problemáticas encontradas
Número de veces que faltan componentes	Planeador de San Francisco S.A. y planeador de Ensamblados S.A.	Se realiza un sistema de Microsoft List donde Ensamblados S.A. plantea las solicitudes de órdenes adicionales de producción que generen un retrabajo para el planeador de ensamblados y así poder cuantificar sus causas. Estos datos se almacenan en la herramienta mencionada para posteriormente tabularlas y cuantificarlas. Por otro lado, se cuenta con	Entender la cantidad de tarea que se realiza en el proceso de planeación

Indicador	Fuente de datos	Método de recolección de datos	Beneficios esperados
		una base de datos de los últimos dos meses del año 2022 entregados por el planeador y se obtienen para luego proceder a su análisis.	
Tiempo proyectado a usar versus el tiempo actual disponible	Otros planeadores de la Compañía con proveedores similares	Se lleva a cabo una simulación con el planeador de ensamblados para ejecutar aquellos procesos nuevos o que se propongan cambiar para tomar el tiempo de ejecución y proceder a su tabulación. Por otro lado, para aquellos procesos propuestos y ya existentes para otros proveedores, se plantea un estudio de tiempo por carga de trabajo de sus planeadores específicos.	Obtener un estimado de los tiempos por cada actividad en el rediseño del proceso
Número de propuestas aplicadas	Propuesta de rediseño	La propuesta diseñada para esta tesis sirve como de fuente de datos para diseñar un mecanismo de control para esta. El rediseño del proceso brinda los procesos y pasos a seguir, por lo que para la realización del mecanismo se detallan dichos pasos y procesos en un <i>checklist</i> y diagramas de Gantt para su posterior aplicación	Obtener pasos para el control de la aplicación

Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

Métodos de Análisis

En la Tabla 5, al igual que en las tablas anteriores, se presentan los métodos de análisis a realizar, así como los usos y programas que se pueden implementar, partiendo de los indicadores obtenidos de los objetivos específicos.

Tabla 5. Métodos de análisis

Indicador	Análisis por realizar	Programa	Uso
Tiempo	Representación de datos obtenidos versus tiempo estándar	Excel	Tabular en gráficos
Costos	Suma de las ventas no percibidas	Excel	Representación en gráficos
Número de veces que faltan componentes	Representación de datos en diagrama de Pareto	Excel.	Representación en Pareto
Tiempo proyectado a usar versus el tiempo actual disponible	Gráfico comparativo del número de actividades vs. el tiempo del proceso actual y el proceso de rediseño	Excel.	Representación en gráficos
Número de propuestas aplicadas	Diagramas, Gráficos, tablas	Excel	Representación en gráficos

Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

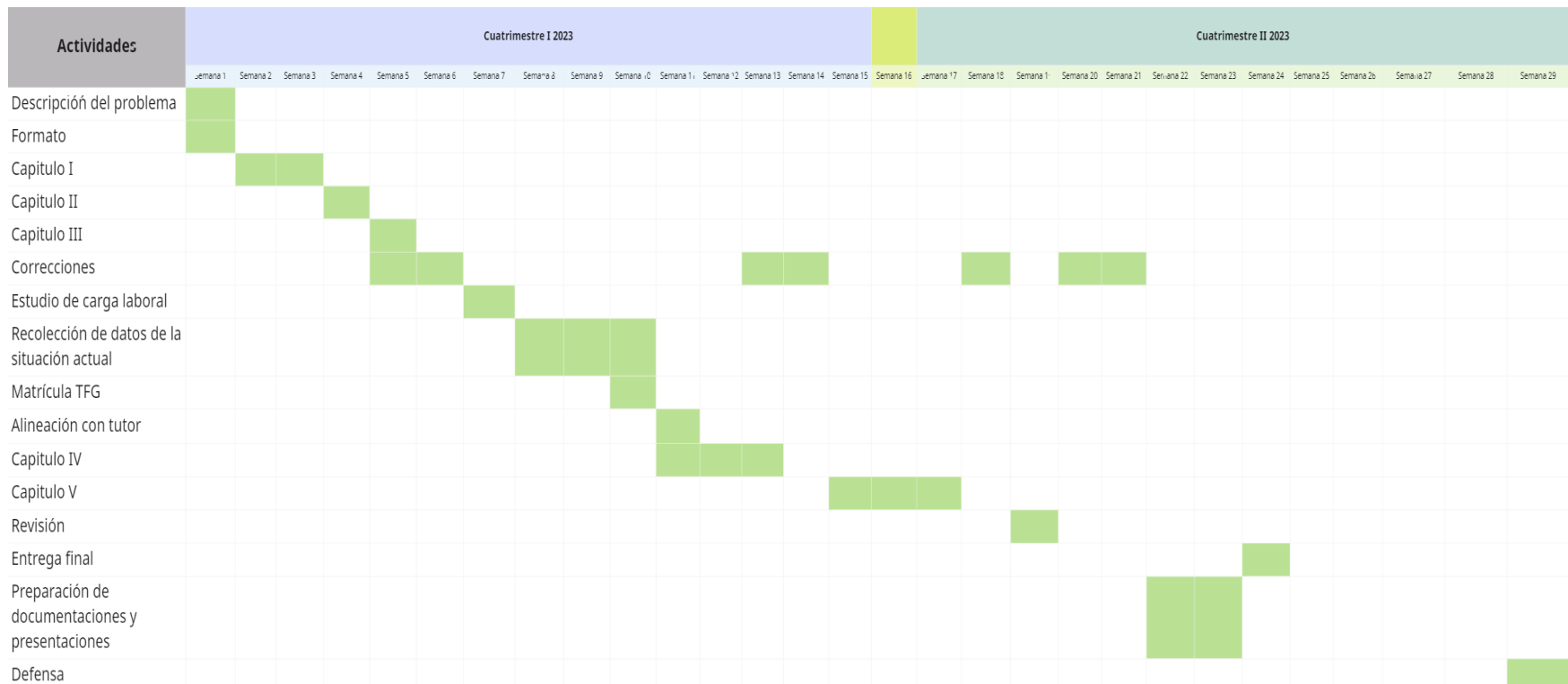
Cronograma

A continuación, se presentan los cronogramas para este proyecto y el diagrama Gantt denota el proceso de ejecución e investigación. Posteriormente, el diagrama EDT presenta el contenido de dicho proyecto y su estructura a lo largo de los capítulos, abarcando hasta dos niveles de títulos. Esto sirve para tener una guía en la programación semanas y en la estructura.

Diagrama Gantt

En la Figura 33, se muestra la calendarización de este proyecto, la cual ayuda a realizarlo de una forma ordenada y congruente considerando los tiempos de entrega y los estipulados para el cumplimiento de cada una de las partes, así como su entrega final.

Figura 33. Calendarización

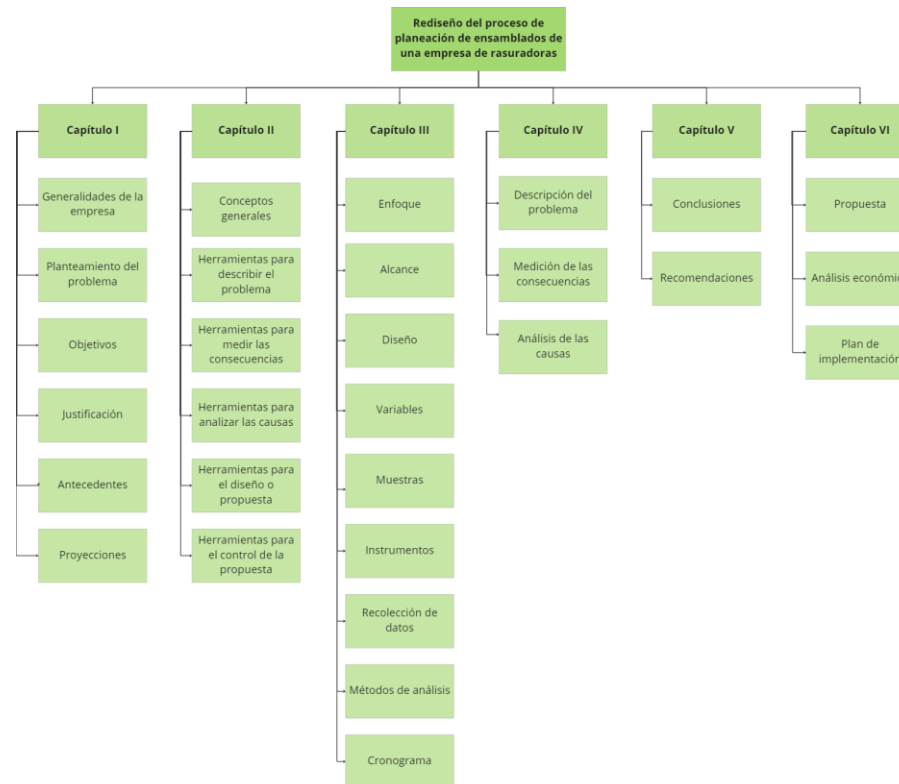


Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

Diagrama EDT

A continuación, en la Figura 34, se presenta la organización por capítulo del proyecto. Esta es de utilidad para tener una guía a seguir en la elaboración del documento final según los requerimientos necesarios. El diagrama abarca dos niveles de los títulos; sin embargo, existirán otros segmentos como Título 3, Título 4 y hasta Título 5 para detallar la información presentada.

Figura 34. Diagrama EDT



Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN

En el análisis de la situación se pretende describir los problemas que, actualmente, enfrenta San Francisco S.A. en su proceso de planeación de ensamblados de la mano de la persona encargada y del jefe del proceso de planeación. A la vez, se estudian las consecuencias que esta problemática ocasiona en el proceso de planeación para finalmente conocer sus causas. Cabe destacar que no se profundiza en datos de costos para proteger la información de la Compañía.

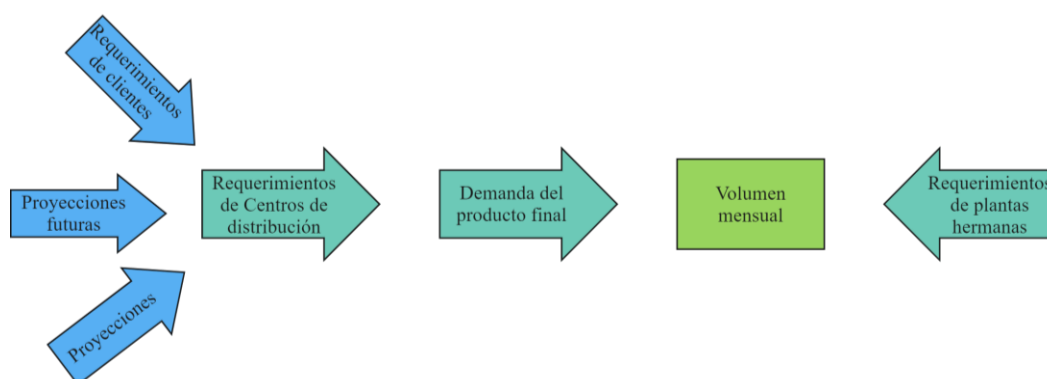
Descripción del Problema

En la descripción del problema se pretende plantear el proceso de planeación que actualmente San Francisco S.A. sigue para los materiales ensamblados que son adquiridos por medio del proceso productivo de Ensambladora S.A.; así mismo, se pretenden establecer las problemáticas conocidas por medio del planeador y el jefe del proceso.

Planeación del ensamblado

El proceso de planeación ensamblados de San Francisco S.A. comienza con el cálculo del volumen mensual que se producirá en la planta del proveedor Ensambladora S.A. Dicho volumen es resultante de los requerimientos que tienen cada uno de aquellos productos que consumen dichos ensamblados y, a la vez, dichos productos son requeridos desde los centros de distribución con un volumen ya comprometido por los clientes, *stock* de seguridad o proyección de las ventas futuras, tal como se muestra en la Figura 35. Posteriormente, se realiza el plan mensual donde se definen las fechas y cantidades a producir de cada material ROH con respecto a la capacidad que el proveedor ha brindado.

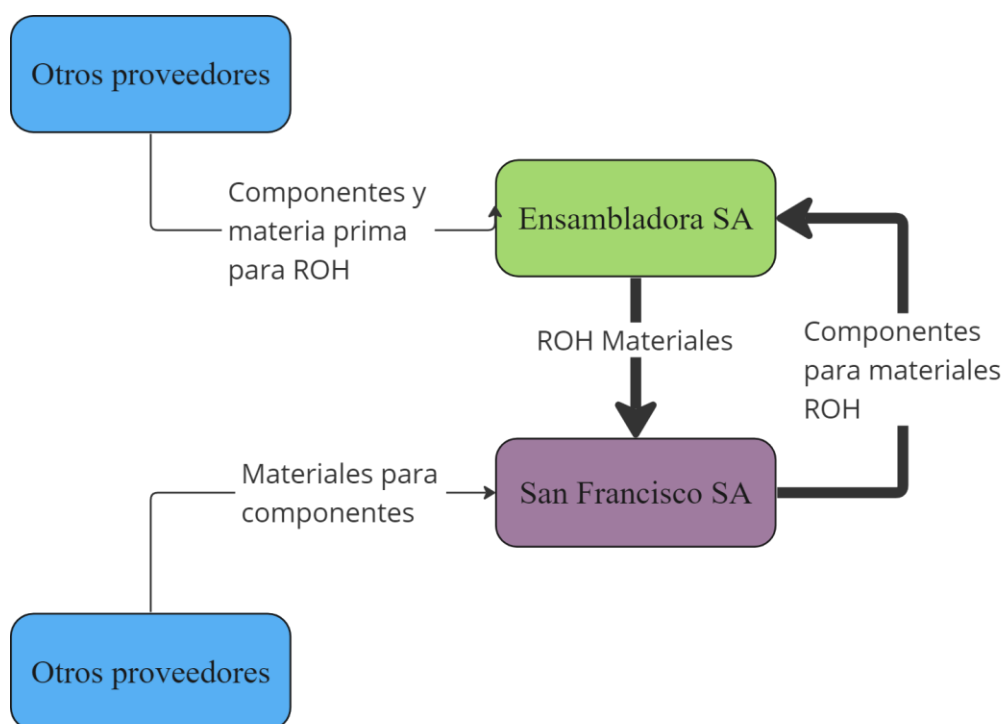
Figura 35. Cadena de requerimientos



Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

La planeación de componentes es el paso tres en el proceso de planeación de ensamblados, los cuales son producidos en la planta de San Francisco S.A. y luego son enviados a Ensambladora S.A. para ser ensamblados juntos a otros componentes para, finalmente, ser regresado como un material ROH a San Francisco S.A. Lo anterior se puede visualizar en la Figura 36.

Figura 36. Cadena de suministro de materiales ROH



Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

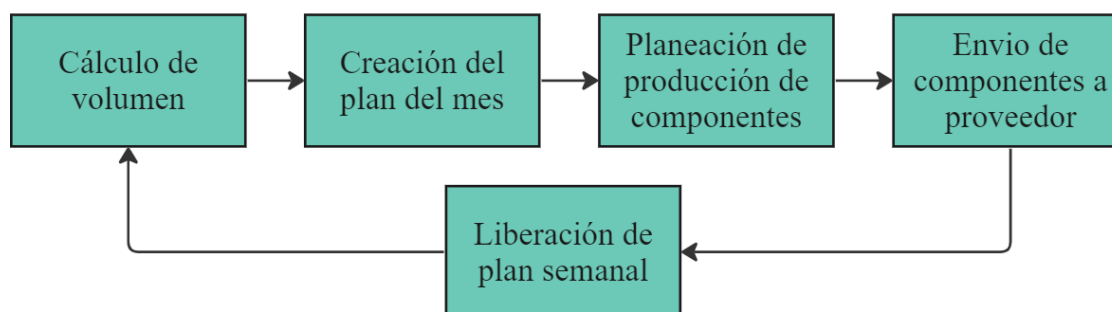
Todo lo descrito debe ser colocado en el sistema utilizado por San Francisco S.A. y la liberación del plan de producción se realiza de manera semanal. No obstante, debido a múltiples causas explicadas, a lo largo de este proyecto, se requiere de manera diaria liberación de órdenes adicionales. Toda esta cadena se describe en la Figura 37.

Para el proceso de producción de ensamblados por parte de Ensambladora S.A., se le establece una meta de producción del 80% sobre lo planeado, lo cual se denomina como Production Planning Performance (PPP). Esto implica que Ensambladora S.A. debe proporcionar el 80% de cantidad establecida en las órdenes de producción.

Es importante mencionar que San Francisco S.A. establece para todas sus plantas y proveedores que el PPP debe ser igual o mayor al 90%, pero, debido a una serie de situaciones

ocurridas en 2022, la meta fue disminuida para ayudar al proveedor en una rampa para el cumplimiento de la producción; ahora bien, esta no ha sido revisada nuevamente desde ese momento. Este cumplimiento de la producción se chequea diariamente en una reunión donde se conecta la posición de gobernanza, MPS y el representante del proveedor.

Figura 37. Proceso de planeación de ensamblados



Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

Planeación con PO

La planeación de ensamblados se lleva a cabo utilizando la herramienta SAP y generando órdenes bajo el sistema de Plan Orders (PO). Este consiste en crear una orden en un segundo sistema al cual se le protege su nombre y se le menciona como “herramienta X”. Posteriormente, se descarga la información a SAP para su procesamiento automático en los sistemas informáticos de San Francisco S.A. En este sentido, para la liberación de una orden de producción, se debe seguir los siguientes pasos:

- Abrir herramienta X.
- Colocar la orden de producción en dos partes.
- Descargar a un diagrama Gantt.
- Liberar la orden de producción.
- Descargar la orden hacia SAP

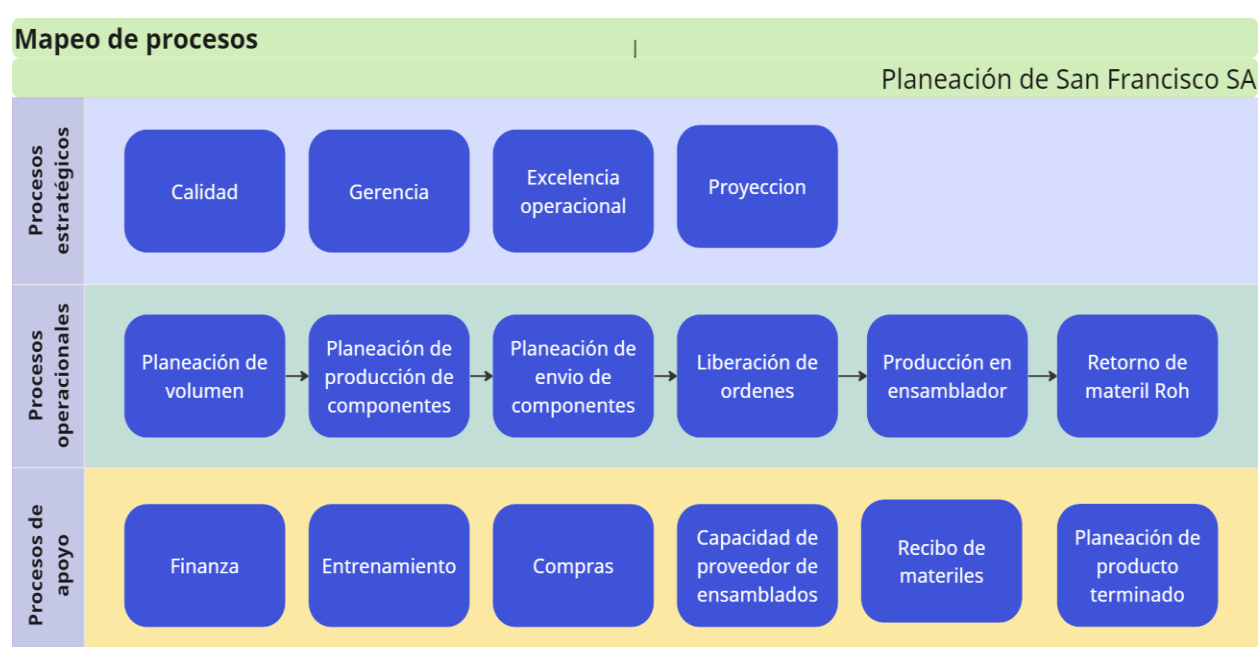
Mapeo de procesos

El mapeo de procesos se realiza en el Departamento de planeación de San Francisco S.A., donde se clasifican los diferentes procedimientos en procesos estratégicos, operacionales y de apoyo. Los procesos operacionales se vinculan con la planeación de volumen y de componentes,

así como el proceso de liberación tanto de órdenes establecidas en el plan inicialmente como las adicionales, además de los procesos de producción y el de retorno de materiales ROH.

Los procesos estratégicos comprenden aquellos relacionados con la calidad, los procesos gerenciales y la excelencia operacional y de proyección. Por último, los procesos de apoyo tienen que ver con finanzas, entrenamiento, compras, recibo de materiales, planeación de productos terminados y procesos de apoyo del proveedor como la capacidad de su planta. Lo anterior se puede visualizar en la Figura 38.

Figura 38. Mapeo de procesos



Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

Todo el proceso de planeación de ensamblados es llevado a cabo utilizando la herramienta SAP, donde se colocan y liberan órdenes, así como se visualiza la demanda de cada uno de los componentes y materiales ROH finalizados por el proveedor de ensamblados. Por otro lado, se utiliza la herramienta Teams y el correo como medios de comunicación entre la misma compañía y el proveedor Ensambladora S.A.

Cadena de valor

Se realizaron consultas al planeador de ensamblados y al jefe del proceso de planeación utilizando la tabla de cadena de valor Down Time. Ambos mencionaron que existen perdidas y

desperdicio a lo largo del proceso de planeación, lo cual es estudiado y medidos durante este proyecto. Además, el planeador declaró que existen producciones defectuosas de componentes que son enviados a Ensambladora S.A y que no pueden ser utilizadas debido a que este volumen excede las 2000PPM. Así mismo, manifestó que de manera frecuente existe retrabajo en las órdenes ya liberadas debido a que, por múltiples causas, se deben volver a liberar y documentar por qué dicha orden no pudo ser liberada.

De igual forma, se conoció que existe un proceso llamado “liberación de órdenes adicionales” que no está dentro del proceso regular de planeación (ver Figura 37) y que es producto de fallas en el proceso productivo que pertenece a Ensambladora S.A. Conjuntamente, se conocieron otros problemas que se detallan en la Tabla 6.

Tabla 6. Cadena de valor del proceso de planeación

Siglas	Evaluación	Desperdicio o pérdida
D	Producción defectuosa	Producción defectuosa de componentes elaborados por San Francisco S.A.
O	Sobre procesado	Cambios en el plan de producción ya establecido y liberación de órdenes adicionales al plan de producción.
W	Espera	Componentes de ROH defectuosos en espera
N	Infrautilización de talento	Personal desmotivado.
T	Transporte innecesario	Retorno de material con defecto enviado desde San Francisco S.A. hacia Ensambladora S.A..
I	Inventario	Bajo inventario en algunos materiales ROH
M	Movimiento	Retrabajos debido a órdenes adicionales
E	Producción excesiva	Sobre inventario en algunos materiales ROH

Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

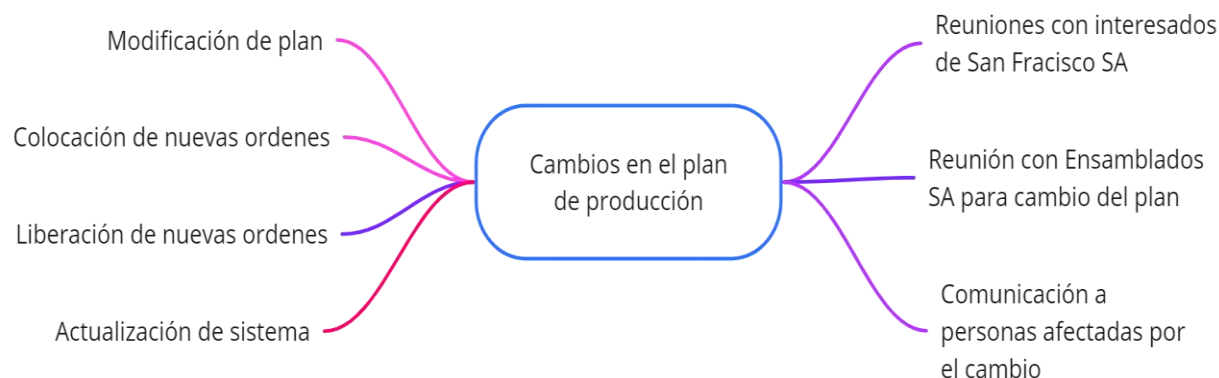
Cambios en el plan de producción

Como se observa en el segmento de planeación de ensamblados junto a la Figura 37, cabe destacar que la planeación de ensamblados se realiza una vez al mes, donde se establece un plan y, posteriormente, solo se debería liberar las órdenes y monitorear el proceso de manera semanal. No obstante, día a día se solicitan cambios en el plan de producción por diferentes áreas que obligan a plantear un nuevo plan con pequeños cambios, pero, con solicitudes frecuentes.

Según se muestra en la Figura 39, para un cambio en el plan de producción, se deben ejecutar una serie de pasos, los cuales consisten en reuniones con los interesados de la modificación de San Francisco S.A. y, seguidamente, se debe realizar una reunión con Ensamblados S.A. para transmitir la necesidad de modificación. Dicha comunicación puede realizarse por medio de mensajes a través de Teams y, posteriormente, se debe informar a aquellas personas cuyas operaciones serán afectadas debido al cambio.

Por último, se deben ejecutar las tareas de modificación del plan, las cuales consisten en la colocación de nuevas órdenes, la liberación de nuevas órdenes y la actualización del sistema de San Francisco S.A.

Figura 39. Cambios en el plan de producción



Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

Se conoce que en el proceso de planeación se mide la estabilidad del plan de producción establecidos, la cual, para la planeación de embalaje, es de una semana y el objetivo del MPS es del 80%, lo que indica que se debe producir el 80% de lo planeado inicialmente. En este línea, se obtuvieron los datos del MPS de los registros de la Empresa, donde se aprecia que el valor, en el

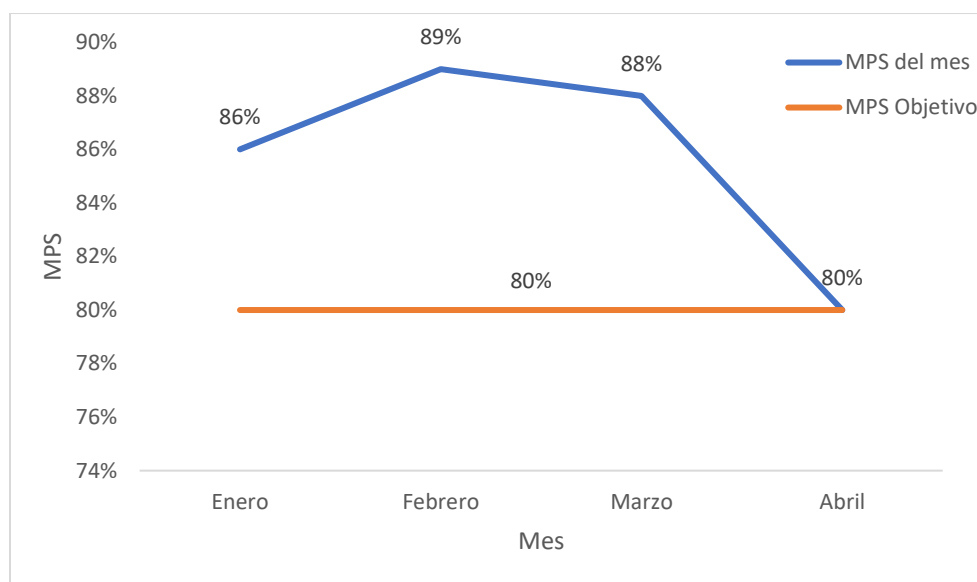
periodo de enero a abril de 2023, fluctúa entre un 80% al 89%, lo cual es por encima del objetivo establecido, como se puede observar en la Figura 40 obtenida de la Tabla 7.

Tabla 7. MPS del proceso de planeación de ensamblados

Mes	MPS	Objetivo
Enero	86%	80%
Febrero	89%	80%
Marzo	88%	80%
Abril	80%	80%

Nota. Tomado de la base de datos de San Francisco S.A.

Figura 40. MPS del proceso de planeación de ensamblados

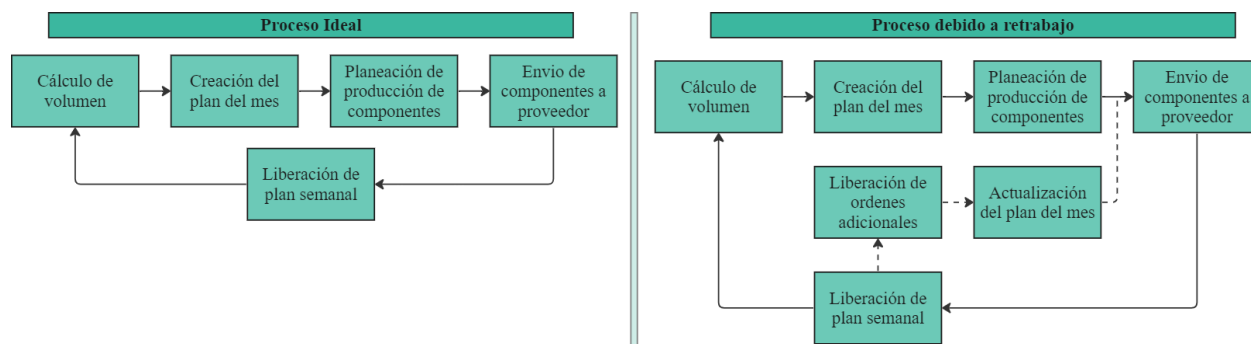


Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

Fallo de órdenes de producción

Tal como se observó en la Tabla 6, el planeador del proceso de ensamblado declaró que existe una serie de retrabajo nombrado como “órdenes adicionales”, en el cual se deben liberar órdenes de producción diferentes a las ya planeadas debido a múltiples factores que se presentan en el análisis de las causas, cambiando el proceso de planeación como se muestra en la Figura 41.

Figura 41. Proceso debido a retrabajo



Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

Cabe destacar que, durante el proceso de liberación de órdenes adicionales y actualización del plan del mes, existen una serie de contactos con diferentes roles para encontrar un punto de equilibrio y lograr tener un plan de producción lo más apegado posible al plan que se realizó al inicio del mes, así como asegurar la existencia de componentes que son enviados a Ensambladora S.A. para la producción de los materiales ROH.

Estas órdenes adicionales son solicitadas de manera diaria y de carácter urgentes, según indica el planeador, puesto que sin estas el volumen establecido en el plan inicial no se podría dar o necesidades del negocio serían afectadas sin ellas. A continuación, en los siguientes 5 porqués, se describe esta problemática.

¿Por qué se liberan órdenes adicionales?

Se liberan órdenes adicionales debido a cambios en el plan de producción inicial.

¿Por qué hay cambios en el plan de producción inicial?

Existen cambios en el plan de producción inicial debido a requerimientos urgentes y fallos de órdenes de producción.

¿Por qué hay requerimientos urgentes?

Porque no hay comunicación previa con iniciativa para el plan de producción del siguiente mes.

¿Por qué no existe una comunicación de iniciativa en relación con las urgencias del siguiente mes?

Existe desconocimiento por parte del equipo de iniciativas en relación con las necesidades de la planeación de ensamblados, por lo que proporcionan las necesidades de manera tardía para el proceso de planeación.

¿Por qué el equipo de iniciativas no tiene conocimientos de las necesidades de proceso de planeación?

No ha existido un flujo de información hacia el equipo de iniciativas para notificar de las necesidades de planeación.

No conformidades en componentes de ROH

Como se observó en la Figura 36. Cadena de suministro de materiales R, San Francisco S.A. produce componentes que luego son enviados a Ensambladora S.A. para su transformación y luego son regresados como un componente ROH que es utilizado en un producto final. Se han detectado fallos en dichos componentes que, a continuación, se detallan en la Tabla 8, y cabe destacar que estos son aquellos reportes que causan algún impacto que, posteriormente, se estudia.

Tabla 8. No conformidades en componentes de ROH

Fecha	Código del componente	Descripción del problema	Código de fallas	Días de retraso	Criticidad
mar-23	A	MATERIAL CON TONALIDAD DISTINTA	287	5	Alto
mar-23	J	TIRO CORTO EN BANDA LUBRISUAVE	260	7	Alto
feb-23	B	DEFECTO EN MANGO	256	0	Bajo
feb-23	D	MATERIAL CONTAMINADO	254	1	Medio
ene-23	J	DISPENSER DAÑADO	251		
ene-23	C	MATERIAL CON TIRO CORTO	250	6	Medio
ene-23	D	CARTUCHO CONTAMINADO	247	7	Alto

Fecha	Código del componente	Descripción del problema	Código de fallas	Días de retraso	Criticidad
nov-22	D	CARTUCHO CONTAMINADO Y CON TIRO CORTO	239	6	Alto
nov-22	E	CARTUCHO CON TIRO CORTO	229	7	Alto
oct-22	F	HOCS RAYADOS / DAÑADOS	219	NA	NA
sep-22	G	GRIPS CON PUNTO DE INYECCIÓN ALTOS	217	5	Alto
sep-22	I	TARIMAS IDENTIFICADAS CON RECHAZO	214	5	Alto
sep-22	J	DISPENSER CON REBABA	212	8	Alto
ago-22	H	CARTUCHO DAÑADO EN CLIP	209	9	Alto
ago-22	I	CARTUCHO DAÑADO	208	8	Alto
jul-22	J	DISPENSER FRACTURADO	188	8	Alto

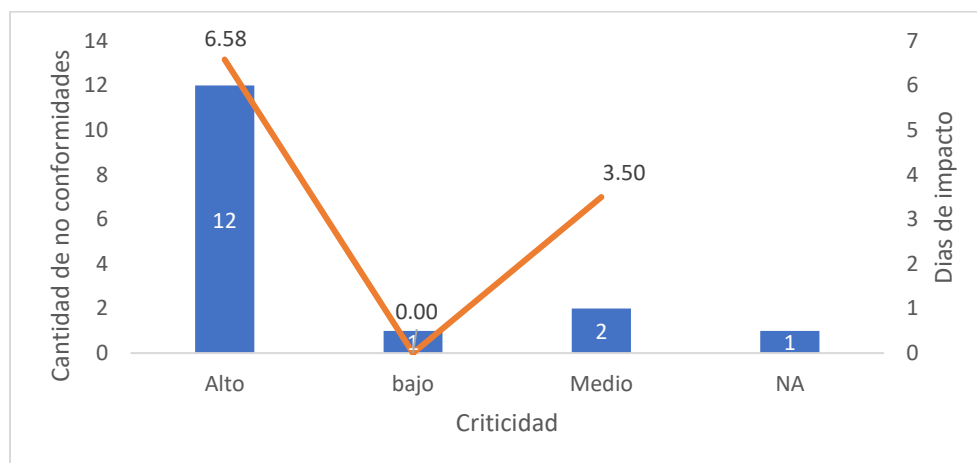
Nota. Tomado de la base de datos de San Francisco S.A.

En la tabla anterior se muestra que, en el periodo de enero a marzo de 2023, se detectaron siete no conformidades y que, en el periodo de julio a noviembre de 2022, se detectaron ocho, lo cual nos brinda un promedio de dos no conformidades por mes que causan algún impacto, atraso o retrabajo en el proceso productivo y, por lo tanto, en la planeación de ensamblados.

En este sentido, en la Figura 42, se observa la cantidad de días que una no conformidad retrasa la producción de un código y la cantidad de no conformidades que se tuvo versus la criticidad. Se evidencia que los impactos de alto nivel retrasaron en promedio 6.58 días el plan de

producción, afectando el servicio a los clientes y, con un total de 12 no conformidades, estos acumulan la mayor parte de no conformidades.

Figura 42. Gráfico de criticidad de no conformidades de componentes de ROH



Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

Desmotivación en el personal

Se conoce, gracias al planeador de ensamblados, que durante años el colaborador que ha ocupado este rol se ha sentido desmotivado y que las expectativas hacia la posición han sido mucho mayores. Por ello, se efectuó una encuesta entre los últimos tres planeadores de ensamblados que ha tenido San Francisco S.A. para consultarles acerca de su nivel de satisfacción con respecto a esta labor.

Cabe destacar que en el último año esta planeación cambió a tres diferentes planeadores, donde uno de ellos estuvo por más de dos años, el segundo por cuatro meses y el tercero está ejerciendo actualmente; sin embargo, ha estado en la posición por menos de 5 meses. Por lo anterior, se les plantearon a estas tres personas las siguientes preguntas que se encuentran en la Tabla 99 y se les solicitó que se respondieran de 1 a 5, siendo 1 lo malo y 5 lo bueno.

Tabla 9. Nivel de satisfacción de planeadores de ensamblados

Preguntas	Planeador 1	Planeador 2	Planeador 3	Promedios de preguntas
¿Qué tan satisfactorio es planear ensamblados?	3	3	3	3.0

Preguntas	Planeador 1	Planeador 2	Planeador 3	Promedios de preguntas
¿Qué nivel de importancia se le da a la planeación de ensamblados por parte de los jefes?	1	2	3	2.0
¿Qué nivel importancia se le da a la planeación de ensamblados por parte de otros planeadores?	1	1	3	1.7
¿Qué tan importante es planear ensamblados para usted?	3	4	4	3.7
Promedios	2	2.4	3.2	2.6

Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

Por otro lado, se evalúa la pregunta “¿Le recomendarías a alguien planear ensamblados para impulsar su carrera?” incluida en la Tabla 10, con base en la metodología eNPS y evaluando del 1 al 10. El resultado arroja que un planeador ha clasificado el rol con el número cuatro y dos planeadores con seis, por lo que se obtuvo un promedio de 5.33, siendo los tres planeadores distractores según la clasificación de la metodología mencionada y clasificando el rol con un -100%. En la Figura 43 se describe el cálculo del eNPS.

Figura 43. Cálculo eNPS

Fórmula para el cálculo de eNPS = % promotores – % detractores

eNPS = 0% - 100%

eNPS = -100%

Nota: Tomado de la base de datos de San Francisco SA.

Tabla 10. Evaluación eNPS

Preguntas	Planeador 1	Planeador 2	Planeador 3	Número eNPS
¿Le recomendarías a alguien planear ensamblados para impulsar su carrera?	4	6	6	-100%

Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

Adicionalmente, siguiendo la recomendación de la metodología ESI, se plantearon las preguntas sintetizadas en la Tabla 11.

Tabla 11. Valor ESI

Preguntas	Planeador 1	Planeador 2	Planeador 3	Valor ESI
¿Cuál es tu grado de satisfacción con tu role actual?	3	4	8	5
¿En qué medida tu role actual cumple con tus expectativas?	1	5	7	4.3
¿Cómo de cerca está tu role actual con tu role ideal?	1	3	5	3
	Valor ESI			4.1

Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

Bajo nivel de inventarios

Como se muestra en la Tabla 6, se ha identificado, según lo manifestó el planeador, que existe un bajo nivel de inventarios en los códigos de ensamblados. Por ello, se ha tomado el inventario actual de los códigos de ensamblados para estudiar si este inventario es bajo, exceso o saludable. Cabe destacar que la Empresa considera un inventario bajo aquel cuya magnitud es menor al 30% del requerimiento del próximo mes, exceso a aquel que no se podrá consumir en los próximos tres meses y saludable aquel cuya magnitud es mayor al 30% del requerimiento del periodo próximo y que se pueda consumir en los próximos tres meses. Lo anterior se resumen en la Figura 44.

Figura 44. Decisión de Inventarios de San Francisco S.A.

Inventarios de San Francisco SA

Si, $\text{Inventario} < 30\% \text{ Próx meses}$; Inventario bajo

Si, $\text{Inv} > 30\% \text{ Próx Periodo}$ V $\text{Inv} < \text{Req prox 3 meses}$; Inventario saludable

Si, $\text{Inv} > \text{Req prox 3 meses}$; Inventario exceso

Req Prox: Requerimientos de los próximos n meses

Inv: Magnitud del Inventario

Nota: Tomado de la base de datos de San Francisco SA.

Como se muestra en la Tabla 12, y de acuerdo con el inventario presente en el mes de mayo del 2023, el 19.4% representa un inventario bajo; en cambio, el 12.9% se encuentra como exceso y el 67.7% constituye un inventario saludable bajo los parámetros mencionados.

Tabla 12. Inventarios San Francisco S.A.

Material	Producción Mayo	Inventario Mayo	Requerimiento Mayo	Inventario final Mayo	Requerimiento Junio	Requerimiento Julio	Decisión de inventario
K	45,000	18,090	-	63,090	82,938	19,635	Inventario saludable
L	180,000	243,441	210,000	213,441	12,272	34,816	Inventario saludable
M	333,960	506	259,095	75,371	255,977	239,817	Bajo
N	-	30,511	37,815	-7,304	46,542	4,935	Inventario saludable
O	2,085,000	126,450	418,322	1,793,128	1,828,908	771,148	Inventario saludable
P	4,000	50,081	40,000	14,081	360,750	89,406	Inventario saludable
Q	1,690,000	372,000	506,292	1,555,708	2,388,648	1,379,278	Inventario saludable
R	-	936,955	-	936,955	591,578	487,043	Inventario saludable
S	-	163,791	10,000	153,791	175,086	60,246	Inventario saludable
T	-	267,738	121,360	146,378	27,630	50,504	Exceso
U	-	46,000	-	46,000	16,362	-	Exceso
V	195,000	156,750	272,720	79,030	43,344	101,008	Inventario saludable
W	-	23,407	40,623	-17,216	60,000	38,640	Inventario saludable
X	-	141,449	66,458	74,991	32,724	50,904	Inventario saludable
Y	-	1,514	-	1,514	30,979	-	Inventario saludable
Z	650,000	220,336	559,636	310,700	299,245	321,425	Inventario saludable
A1	75,000	91,857	124,273	42,584	290,466	221,075	Inventario saludable
B1	-	80,460	-	80,460	-	-	Exceso
C1	165,000	101	108,957	56,144	192,072	150,527	Bajo
D1	-	90,500	-	90,500	4,545	44,178	exceso
E1	-	79,954	55,631	24,323	87,264	-	Inventario saludable
F1	-	70,125	72,726	-2,601	40,908	146,537	Inventario saludable
G1	-	-	120,000	-120,000	-	-	Bajo
H1	243,636	80,688	723,894	-399,570	714,852	253,800	Bajo
I1	45,000	67,400	419,543	-307,143	1,591,861	667,225	Bajo

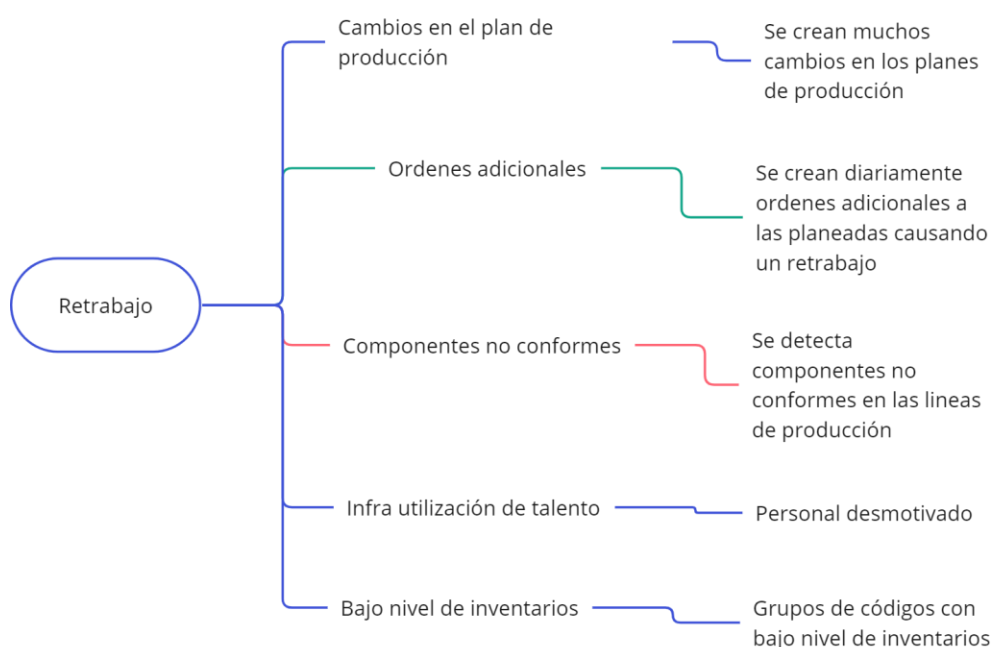
Material	Producción Mayo	Inventario Mayo	Requerimiento Mayo	Inventario final Mayo	Requerimiento Junio	Requerimiento Julio	Decisión de inventario
J1	451,800	114,036	211,072	354,764	915,835	432,701	Inventario saludable
K1	-	-	180,000	-180,000	74,176	67,088	Bajo
L1	35,064	554,944	516,335	73,673	1,026,961	476,400	Inventario saludable
M1	30,000	-	-	30,000	-	24,000	Inventario saludable
N1	-	57,569	-	57,569	58,176	-	Inventario saludable
O1	30,000	42,000	47,066	24,934	159,532	-	Inventario saludable

Nota: Tomado de la base de datos de San Francisco SA.

Árbol de necesidades

Durante el presente estudio, se identifica que existen constantemente solicitudes de modificación en el plan de producción ya establecido, además de solicitud de órdenes adicionales que son requeridas día a día y retrasos en el plan de producción debido a componentes de ROH no conformes. Lo anterior constituye un problema llamado retrabajo, sintetizado en la Figura 45.

Figura 45. Árbol de necesidades



Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

Además, antiguos planeadores de ensamblados manifestaron que ha existido desmotivación por parte de todos ellos al poco tiempo de ejercer sus funciones para este proveedor debido a las problemáticas que han existido y a las que no se les ha brindado atención.

Medición de las Consecuencia

En este análisis de las consecuencias se unen el problema de cambios en el plan de producción, el fallo de órdenes de producción y las no conformidades bajo un mismo marco que se titulará como “Retrabajo”. puesto que comparten las mismas consecuencias. Además, se describen los costos potenciales que pueden conllevar debido a las no conformidades en los componentes que se envían a Ensambladora S.A; no obstante, no se pueden mostrar facturas ni profundizar en las consecuencias monetarias de impactos en el servicio hacia los clientes de San Francisco S.A. debido a la protección de datos confidenciales. Por último, se delinean, en términos de proceso, las consecuencias debido a bajo nivel de inventario y la infrautilización de talento del personal.

Retrabajo

Los cambios en el plan de producción, como ha planteado la descripción del problema, son un fenómeno frecuente en el día a día que ocasiona una serie de reuniones y procesos manuales traducidos en pérdida de tiempo.

Para realizar un cambio en la planeación de ensamblados es necesario una alineación inicial con la persona interesada del cambio, ya sean los jefes, planeadores o el departamento de iniciativas, además de una segunda alineación con el proveedor, y cabe destacar que estos dos procesos se deben repetir hasta llegar a un acuerdo. Posteriormente, es fundamental la actualización del sistema, colocación de órdenes y la respectiva liberación. De seguido, cabe revisar los componentes y, por último, comunicarse con las áreas afectadas, en caso de que existan. Lo anterior se resume en la Figura 46.

Figura 46. Proceso de retrabajo



Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

Para medir el impacto del reproceso explicado, se planteó un estudio de tiempo por carga laboral del planeador de ensamblados para aquellos procesos regulares y necesarios para la planeación de ensamblados, cuya frecuencia sea menor o igual a dos veces por semana tal como se logra observar en la Tabla 13, donde se emplea un total de 2.6 horas por semana para la ejecución de los procesos enlistados. Cabe destacar que los procesos cuya frecuencia semanal es 0.25, según la Tabla 13, son ejecutados una vez al mes, lo que causa un pico importante entre la semana tres y cuatro del mes donde estos son practicados.

Tabla 13. Cálculo de tiempo por carga laboral

Procesos	Tmax (Min)	Tmin (Min)	Tp (Min)	T R (Min)	Frecuencia semanal	Tiempo en horas por semana / mes
Planeación de volumen	240	120	180	91	0,25	0,4 /1,5
Reunión de volumen	240	140	200	97	0.25	0,4 /1,5
Colocación de órdenes en sistema	180	60	120	61	0,25	0,3 /1
Planeación de producción de componentes	120	60	90	46	0,25	0,2 /0.76
Reunión de revisión de plan semanal	60	30	40	22	1,0	0,4
Revisión de disponibilidad de materiales semanal	30	20	25	13	1,0	0,2
Liberación del plan	60	25	35	21	2,0	0,7
Tiempo total en horas por semana						2.6

Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

Por otro lado, se llevó a cabo un estudio de tiempos para los procesos efectuados al menos tres veces por semana, ya que estos nos proporcionan una muestra confiable para la presente investigación. En la Tabla 14 se evidencia que por semana se invierten en promedio cuatro horas en la ejecución de estas tareas, lo cual concluiría con lo que idealmente se debe ejecutar. En este

sentido, es importante mencionar que dicha tabla también refleja procesos de práctica regular, considerando aquellos que no son reprocesos.

Tabla 14. Cálculo de tiempo por toma de tiempo

Proceso	T (Min)	Frecuencia	Tiempo en horas por semana
Enviar componentes a Ensambladora S.A.	21,6	3,0	1,1
Firma de SA	2,8	5,0	0,2
Órdenes adicionales	13,2	5,0	1,1
Seguimiento de producciones y plan	20	5,0	1.7
Tiempo total en horas por semana			4

Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

Los siguientes resultados, en la Tabla 15, son los reprocesos llevados a cabo debido a los cambios en el plan de producción, la creación de órdenes adicionales y los componentes rechazados debido a no conformidades. Por ello, se realizó un estudio de tiempo por carga laboral que, por ser diverso y sin un comportamiento específico, se emplea de la mano con el planeador.

Tabla 15. Cálculo de tiempos debido a retrabajos

Retrabajos	Tmax (Min)	Tmin (Min)	Tp (Min)	T R (Min)	Frecuencia	Tiempo en horas por semana
Alineamiento de cambios de plan	150	60	0	22,3	4	3,4
Actualización del plan	120	40	80	40,7	5	3,4
Seguimientos a órdenes en el pasado	20	5	10	6,5	5	0,5
Segunda revisión de materiales	70	15	45	22,3	2	0,7
Tiempo total en horas por semana						8.1

Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

Las consecuencias del retrabajo en el proceso de planeación de Ensamblados S.A. son muy evidentes puesto que recaen en el tiempo invertido en atención a este proveedor. Tal como se observa en la tabla anterior, se emplean alrededor de 8.1 horas semanales en reprocesos causados por fallos en el plan de producción, las no conformidades en componentes ROH y los cambios en el plan de producción detallados en el análisis de las causas. Dicho retrabajo representa el 59.15% del tiempo empleado diariamente por el planeador.

Consecuencias de los componentes no conformes

Así como la ejecución de una serie de retrabajo, mencionada en el segmento anterior, los componentes no conformes influyen en costos extras de operación pues, para evitar retraso en el plan de producción y, por tanto, un impacto en el servicio hacia los clientes, se segregan los componentes, lo cual consiste en separar los componentes conformes de los no conformes, y se debe pagar a Ensambladora S.A. un total de mil dólares americanos (\$1,000) por cada persona que trabaja en una tarea de no mayor a un día laboral.

Por otro lado, en caso de necesitarse enviar componentes nuevamente hacia Ensambladora S.A. en un día donde no haya un camión programado para enviar componentes al proveedor, se debe realizar una solicitud a dicha ensambladora pagando el servicio por un total de quinientos dólares americanos (\$500). Si no se efectúa estación acción, se tendría un atraso de hasta siete días, tal como se visualiza en la Tabla 8.

Por lo anterior, se puede considerar que por cada fallo debido a no conformidades en los componentes que se envían hacia Ensambladora S.A. potencialmente se podrían gastar hasta dos mil novecientos dólares americanos (\$2,900) en servicios para evitar un impacto mayor en el servicio de los clientes de San Francisco S.A.

Desmotivación en el personal

Como se detalló en la descripción del problema, la posición de planeador de ensamblados fue calificada con un -100% por los últimos tres planeadores, según la norma eNPS. A la vez, fue calificada con un 4.1 por los mismos planeadores según la norma ESI. Lo anterior sugiere que existen dificultades por parte de San Francisco S.A. para hacer de esta una posición atractiva para los colaboradores de la Empresa.

La desmotivación del planeador de ensamblados de San Francisco S.A. afecta directamente su interés en la resolución de problemas surgidos en el proceso. A su vez, esto puede conllevar una falta de atención y compromiso por parte del planeador, lo que afectaría la eficiencia y calidad del proceso de planeación de ensamblados.

Por otro lado, la desmotivación de los últimos tres planeadores durante su labor ha ocasionado una mala imagen de esta por parte de otros planeadores, lo que puede ocasionar un futuro movimiento de posiciones dentro del Departamento de planeación (una actividad común en la empresa) donde otras personas no deseen encargarse de la planeación de ensamblados por miedo a tener los mismos problemas de los predecesores. Esta situación es preocupante ya que dañaría la capacidad del Departamento para atraer y retener talentos relacionados con dicha posición.

Consecuencias del bajo nivel de inventario

El bajo nivel mencionado es una problemática que actualmente están impactando a las familias Fam3, Fam4 y Fam5, las cuales son las más críticas en el servicio. Sobre esto, se estudian únicamente los códigos M, C1, H1 e I1 debido a que son los únicos con bajo nivel en el mes de mayo, por lo que se deja por fuera del análisis los códigos G1 y K1 por ser nuevos y de salida, respectivamente. Esta particularidad permite que la demanda sea inestable por lo que no se sigue los *forecasts* para su planeación.

La falta de producción de los códigos M, C1, H1 e I1 está generando un retraso en la producción de los códigos de producto final, lo cual, a su vez, ocasiona una acumulación de requerimientos y afecta la capacidad de venta y el servicio a los clientes de San Francisco S.A., lo cual es crítico para esta compañía. También, es importante mencionar que Ensambladora S.A. produce ciertos códigos que son esenciales en el proceso productivo de una segunda planta de San Francisco S.A. ubicada en Estados Unidos, y estos son enviados a dicha planta. Al no producir estos códigos, el servicio en Estados Unidos se ve directamente impactado, lo cual no es viable en términos monetarios para el departamento de planeación.

En la Tabla 16, se muestra que, debido a la falta de capacidad, se dejaron de vender ciertos códigos de producto final en el periodo de enero y mayo de 2023, lo cual ha generado una pérdida de \$852,755.7 y un total de 305,470 unidades sin vender. Además, se han dejado de enviar 250,000 unidades a la planta de San Francisco S.A. ubicada en Estados Unidos, lo que suma un total de 555,470 unidades sin ser producidas. Esta situación ha afectado negativamente las ventas, el

servicio a los clientes y el de las plantas hermanas, y ha generado una carga adicional en el siguiente periodo de producción. Todo lo anterior se debe a la falta de inventario suficiente para cubrir los requerimientos.

Tabla 16. Perdida debido a la falta de inventario

Código ensamblado	Código Producto final	Unidades no producidas	Perdida de venta en dólares	Otros impactos
M1	M11	36,000	57,840.4	Carga siguiente periodo
C1	C11	1,470	7,917.8	Carga siguiente periodo
H1	H11	30,000	205,393.8	Carga siguiente periodo
I1	I11	67,000	140,333.8	Carga siguiente periodo
I1	I14	171,000	441,269.9	Carga siguiente periodo
K1	-	30,000	-	Servicio USA
H1	-	100,000	-	Servicio USA
I1	-	120,000	-	Servicio USA
Total		555,470	852,755.7	

Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

Análisis de las causas

En la descripción del problema se observó que existe un retrabajo en la liberación de órdenes del plan que inicialmente fue establecido por el planeador de San Francisco S.A. y el proveedor Ensambladora S.A.; así mismo, se evidenció que existen otros eventos que atrasan o generan un retrabajo como las producciones defectuosas de los componentes que se envían a dicho proveedor. Estos y otros inconvenientes se analizan en estos segmentos del proyecto para conocer sus causas.

Causas de los cambios en el plan de producción

Los cambios en el plan de producción es una actividad que se realiza día a día en el proceso de planeación de ensamblados y, aunque estos, en las cadenas de suministros, tienden a ser constantes debido a que son muchos los factores que impactan se deben reducir al máximo,

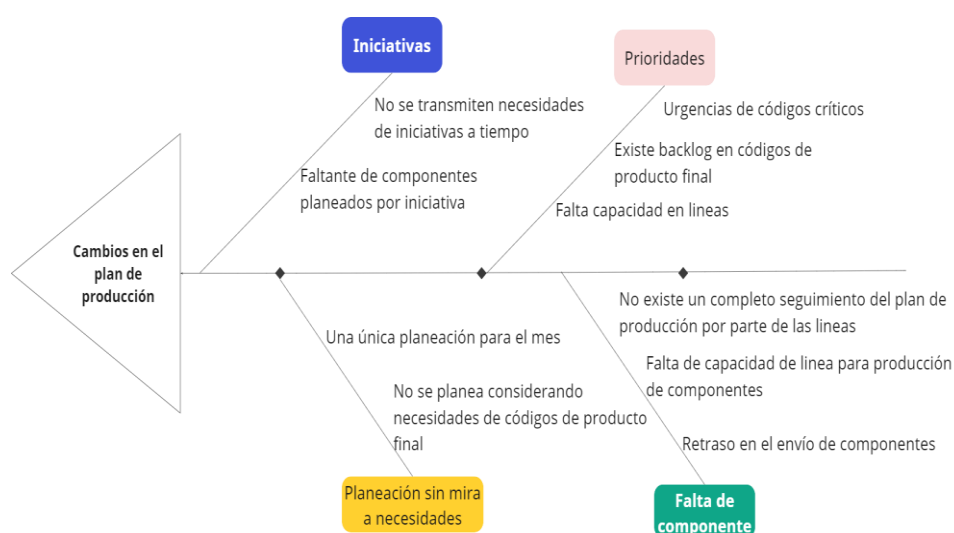
principalmente, si estos son factores internos de la organización que están obligando a realizar cambios.

En el proceso de planeación de ensamblados existen múltiples causas de los cambios en el plan de producción, y es importante resaltar que se realiza una planeación sin considerar las necesidades de los códigos de producto final, puesto que los planeadores de dichos códigos no transfieren la información por falta de conocimiento del proceso.

Por otro lado, no existe una sincronización entre el proceso de planeación de ensamblados y el proceso de planeación de producto final, ya que este conlleva una planeación semanal de sus códigos con vistas a dos semanas hacia el futuro, por lo que perciben las urgencias y riesgos de manera más rápida y oportuna en un menor plazo. En cambio, en el proceso de planeación de ensamblados se realiza una planeación de manera mensual con los requerimientos que están en sistema sin considerar criticidad, la cual solo es de conocimiento del planeador de producto final.

También, cabe explicar que las iniciativas son causantes de múltiples cambios en el plan de producción como se muestra en el segmento de órdenes adicionales de la Figura 48. Estos se deben a que el equipo de iniciativa no transmite las necesidades de iniciativas a tiempo pues no tiene conocimiento de las necesidades de la planeación de ensamblados y que esa información es esencial previa a la creación del plan mensual. De ahí que, en la Figura 47, se detallan las causas mencionadas y otras en relación con los cambios en el plan de producción de ensamblados.

Figura 47. Causas de los cambios en el plan de producción de ensamblados



Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

Causas de fallo de órdenes de producción

Se realizó un recuento de los tipos de fallos que existen en el proceso productivo planeado por San Francisco S.A., los cuales obligan a una recuperación cuyas consecuencias se describen en el análisis de las consecuencias. Este se efectuó entre el 14 de febrero y el 1° de abril de 2023 donde se liberaron 85 órdenes adicionales en 46 días con un promedio de 1.8 órdenes por día productivo. Lo anterior, a su vez, significa que hubo 85 órdenes de producción planeadas que tuvieron algún problema que no permitió su completa producción.

Según se plantea en el Pareto de Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

Figura 48 y en la

Tabla 17, las razones más comunes por las cuales las órdenes de producción tienden a fallar y, por tanto, se generan órdenes adicionales son la falta de componentes en planta a la hora de realizarse la producción (38%), el ausentismo de colaboradores (14%), las fallas de equipo (12%), la solicitud de iniciativas (7%), las fallas eléctricas (6%) y, por último, acumulando el 82% de las órdenes adicionales, el surtido tardío (4%).

A continuación, se detalla lo mencionado junto a otros tipos de fallas.

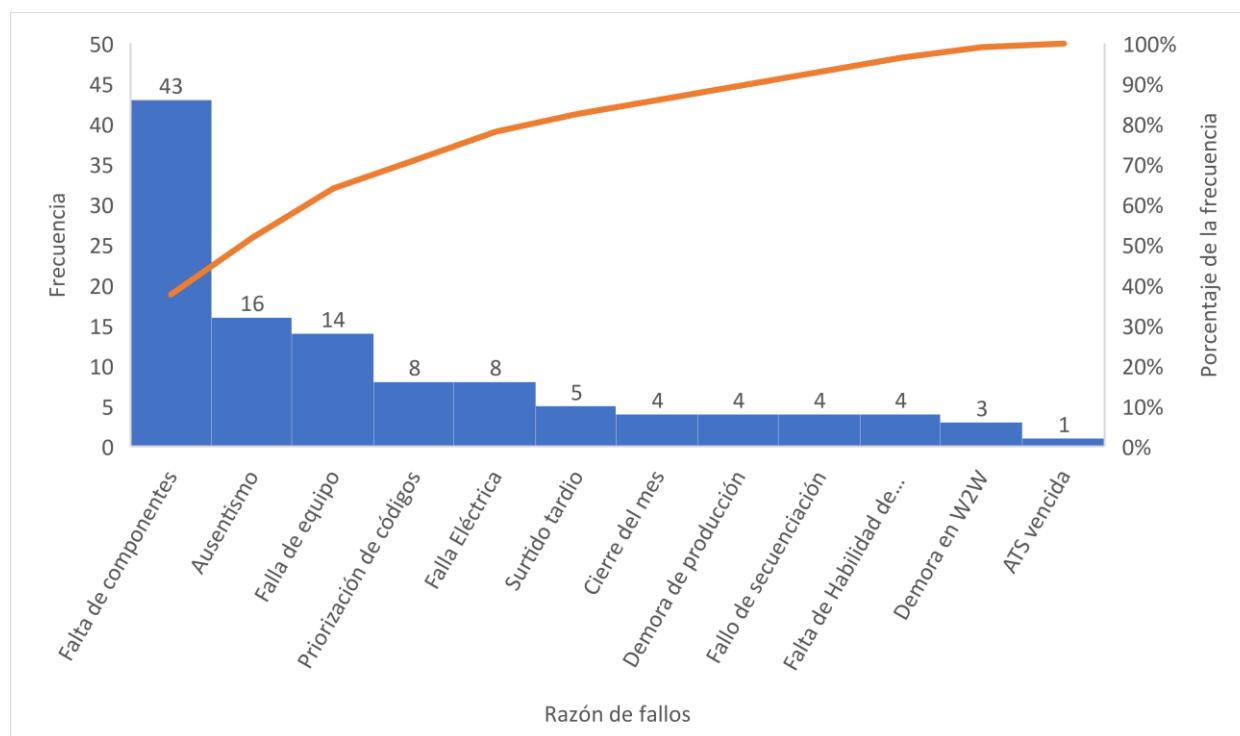
Tabla 17. Razón de fallos

Razón de fallo	Frecuencia	Porción	Porción acumulada
Falta de componentes	43	38%	38%
Ausentismo	16	14%	52%
Falla de equipo	14	12%	64%
Solicitud de iniciativas	8	7%	71%
Falla Eléctrica	8	7%	78%
Surtido tardío	5	4%	82%
Cierre del mes	4	4%	86%
Demora de producción	4	4%	89%
Fallo de secuenciación	4	4%	93%
Falta de Habilidad de personal nuevo	4	4%	96%
Demora en W2W	3	3%	99%

ATS vencida	1	1%	100%
Total	114		

Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

Figura 48. Pareto de frecuencia de fallos



Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

En la Tabla 18 se define la razón de fallo para un mejor entendimiento y cabe destacar que la falta de componentes es la causa más común, lo cual nos indica que hay momentos en que Ensambladora S.A. no recibió los componentes necesarios para la producción planeada, seguido de fallos debido al ausentismo del personal en las líneas. Esto es una problemática propia de Ensambladora S.A. que impacta a San Francisco S.A., puesto que son colaboradores de sus líneas de producción.

Tabla 18. Descripción de razón de fallos

Razón de fallo	Detalle de razón de fallo
Falta de componentes	San Francisco S.A. no brindó los componentes necesarios para la producción

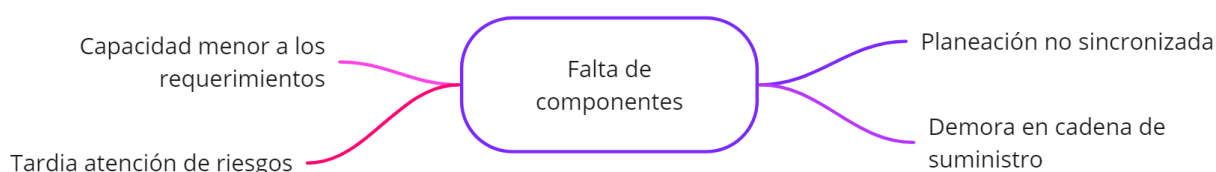
Razón de fallo	Detalle de razón de fallo
Ausentismo	Falta de personal de Ensambladora S.A. en las líneas de producción.
Solicitud de iniciativas	El área de iniciativas solicitó priorizar códigos para proyectos urgentes cambiando el plan de producción inicial.
Falla Eléctrica	Falla de electricidad en planta.
Cierre del mes	Órdenes interrumpidas debido al políticas internas de Ensambladora S.A.
Demora de producción	Producción termina tarde atrasando otras órdenes hasta llegar a impactar una.
Fallo de secuenciación	Mala planeación de San Francisco S.A.
Demora en W2W	Tardía debido a actividad interna de Ensambladora S.A.
Falla de equipo	Falla mecánica de línea de producción.
ATS vencida	Documentos de compras vencidos.
Surtido tardío	Bodega de Ensambladora S.A. surte tarde el material a las líneas de producción.

Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

Falta de componentes para ROH

Como se muestra tanto en “Causas de los cambios en el plan de producción” como en “Causas de fallo de órdenes de producción”, la falta de componentes es una constante en estas dos problemática, lo cual se muestra la Figura 49 con base en la información brindada por el planeador de ensamblados, quien, a su vez, está a cargo de la planeación de componentes para indagar acerca de las subcausas de esta problemática que provoca el 47% de las fallas de órdenes y, consecuentemente, el mismo porcentaje en creación de órdenes adicionales.

Figura 49. Falta de componentes



Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

A pesar de que la capacidad instalada para la producción de componentes es menor a los requerimientos, la planta de San Francisco S.A. comenta que no es una opción adquirir equipo nuevo para incrementarla debido a movimientos de negocios futuros que no lo permiten, los cuales no se mencionan para la protección de datos de la compañía.

Causas de las no conformidades de componentes

San Francisco S.A. envía componentes a Ensambladora S.A. de tres tipos diferentes: cartuchos, *grips* y mangos, producidos en diferentes líneas de dicha empresa. Cada línea de producción cuenta con su propio análisis de calidad dependiendo de las necesidades del tipo de material y de las facilidades de la línea. Posteriormente, este material se envía y se utiliza en Ensambladora S.A. y pasa por un análisis de calidad, el cual no se detalla por ser un proceso ajeno a San Francisco S.A.

Como se plantea en la Figura 50, la línea de producción de cartuchos tiene dos tipos de revisión diferentes: visual y robot. La visual abarca todos los tipos de defectos en el material; sin embargo, solo se revisa aproximadamente el 1% de lo producido pues, dependiendo de la magnitud de la orden de producción, hay un rango de diferencia de $\pm 0.2\%$. Por otro lado, para las líneas de producción de mango y de *grips*, la revisión es de aproximadamente el 1% y, según la magnitud de la orden de producción, existe un $\pm 0.2\%$ de diferencia con base en lo indicado por el Departamento de calidad de San Francisco S.A.

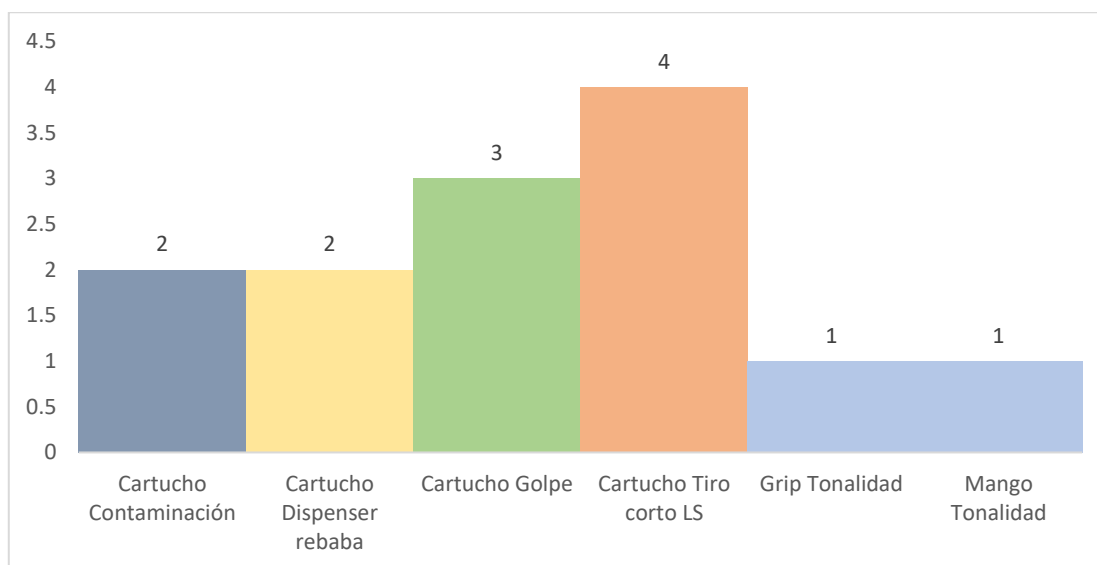
Figura 50. Revisión de control de calidad para componentes de ROH

	Linea de producción cartucho		Linea de producción mango	Linea de producción Grips
Tipo de revisión	Revisión visual	Revisión Robbot	Revisión visual	Revisión visual
Tipo de defectos a detectar	Todos	Embalaje Hoja Geometrica Tonalidad	Todos	Todos
Rate de revisión	1% de revisión	100% de revisión	0.32%	0.32%

Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

Igualmente, se observa tanto en la Figura 51 como en la Tabla 8 que los cartuchos han presentado una mayor cantidad de no conformidades, siendo la causa más común de rechazo golpes y tiro corto LS. Esta es seguida por la contaminación, cuyas causas quedan por fuera de la revisión que hace el robot en la cual se chequea el 100% de los materiales, pero sí se incluye dentro de la revisión del 1% hecha visualmente por el operador como se aprecia en la Figura 50.

Figura 51. Causas comunes de no conformidades



Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

De los códigos estudiados, se obtiene la Tabla 19, la cual muestra que el porcentaje de defectuosos obtenido al detectar las no conformidades en las líneas de producción en Ensambladora S.A. va desde el 4% hasta un 16%. Cabe destacar que existe algunas muestras a las que no se les efectuó un análisis de porcentaje de defectuosos debido a que la frecuencia de los defectos encontrada en la línea de producción fue tal que el Departamento de producción sospechó que era un porcentaje de defectos mayor al 0.5%.

Tabla 19. Porcentaje defectuosos en componentes

Código	Muestra	No conformes	Porcentaje defectuoso
A	100	15	15%
B	50	6	12%
C	315	13	4%
D	125	8	6%

Código	Muestra	No conformes	Porcentaje defectuoso
D	315	30	10%
D	500	18	4%
E	125	20	16%
H	1000	155	16%
J	125	18	14%

Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

Es importante mencionar que en el contrato entre ambas empresas se estipula que se permite un *scrap* del 0.5% de los materiales que San Francisco S.A. le envía a Ensambladora S.A.; por lo tanto, este último está obligado a retornar al menos el 99.5% de los componentes en forma de ensamblados ya transformados y reportar una pérdida máxima del 0.5%. Lo anterior también lo obliga a detener sus operaciones cuando se detecta un porcentaje mayor de materiales con defectos y retornar el material a San Francisco S.A. en espera de un nuevo lote de materiales.

Desmotivación en el personal

Se observa en la descripción del problema una desmotivación en el planeador de ensamblados, la cual persiste desde los últimos tres planeadores, pues ellos han clasificado el rol con un -100% según la metodología eNPS y con un 4.1 según la metodología ESI, números que indican la necesidad de atención por parte de la directiva.

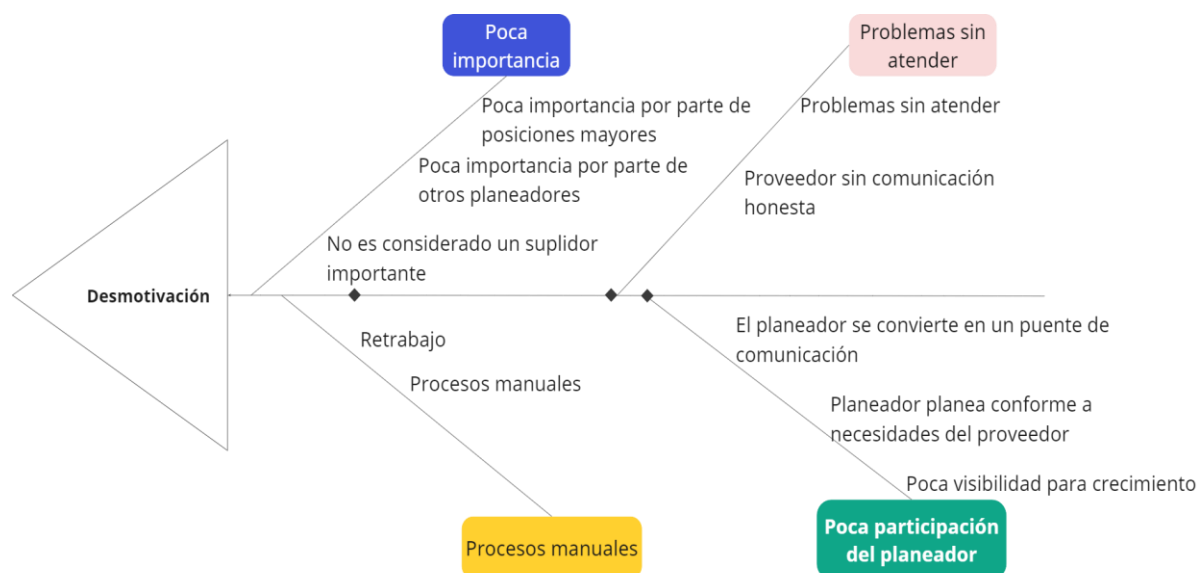
Para conocer las causas de la desmotivación, se realizó un diagrama Ishikawa posterior a una entrevista individual a los tres planeadores que se puede observar en la

Figura 52. Los planeadores expresaron que al rol se le da poca importancia por parte de los distintos jefes y altos mandos, así como por parte de los otros planeadores, a pesar de que la planeación de ensamblados alimenta alrededor de 99 códigos de producto final diferentes.

En el pasado, Ensambladora S.A. era conocida por su muy mala eficiencia en las entregas y, a pesar de que esa ya no es la realidad, se sigue conociendo de la misma manera por lo que diversos comentarios de otros roles que tienden a desmotivar a los planeadores. Por otro lado, existen problemas sin atender en el proceso de planeación como los detallados en esta tesis, además de la comunicación poco honesta que ha tenido el personal del proveedor, donde en momentos se llevan a cabo acciones o se manifiestan ideas en aras de obtener un beneficio para Ensambladora S.A.

Como causa principal, los planeadores aclaran que existe poca participación por parte del planeador, ya que este se convierte en un comunicador entre Ensambladora S.A y distintos roles de San Francisco S.A. Según los planeadores, lo anterior dificulta tener la visibilidad necesaria para un crecimiento rápido en la compañía. Por último, los procesos son manuales en comparación a otros roles en San Francisco S.A. y existe mucho retrabajo.

Figura 52. Desmotivación en el personal de planeación de ensamblados



Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

Causa del bajo nivel de inventarios

En el análisis de la causa se muestra que existen seis de 31 códigos de ensamblados que poseen bajo nivel de inventario, de acuerdo con el parámetro de Ensambladora S.A. De esos, dos finalizan con un inventario positivo con las producciones planeadas en el mes en curso, aunque se mantienen caracterizados como bajo, tal como se puede observar en la Tabla 20.

Tabla 20. Inventario de ensamblados

Material	Inv Mayo	Req Mayo	Inv. final de Mayo	Req Junio	Req Julio	Clasificación de inventario	Razón de inventario bajo
M	334,466	259,095	75,371	255,977	239,817	Bajo	Capacidad

Material	Inv Mayo	Req Mayo	Inv. final de Mayo	Req Junio	Req Julio	Clasificación de inventario	Razón de inventario bajo
C1	165,101	108,957	56,144	192,072	150,527	Bajo	Capacidad
G1	-	120,000	-120,000	-	-	Bajo	Salida
H1	80,688	723,894	-399,570	714,852	253,800	Bajo	Capacidad
I1	67,400	419,543	-307,143	1,591,861	667,225	Bajo	Capacidad
K1	-	180,000	-180,000	74,176	67,088	Bajo	Iniciativa

Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

Se consultó a los involucrados en la planeación de los códigos con inventario bajo sobre las causas de estos, quienes manifestaron que los códigos M, C1, H1 e I1 tienen inventario bajo y terminaron en mayo con inventario bajo debido a capacidad en las líneas de producción de Ensambladora S.A.

Por otro lado, el código K1 tiene un inventario bajo pues es nuevo y aún no se debe producir, pero existen requerimientos debido a configuraciones del sistema. Por último, el código G1 tiene inventario bajo debido a que está de salida y, por ende, su producción es controlada. Para continuar con el análisis de las causas de bajo inventario, se consideran únicamente los grupos M, C1, H1 e I1 a los que los códigos pertenecen.

En la figura 53 se muestra que, para el grupo de código Fam3, en los meses de enero y febrero la capacidad de la línea fue levemente superior a los requerimientos; no obstante, para los meses de marzo y abril, estos últimos fueron superiores a la capacidad, la cual también incrementó con respecto a febrero, pero no lo suficiente. Para el mes de mayo, finalmente, se observa que la capacidad estuvo por debajo de los requerimientos.

Para el grupo de códigos Fam4, en el mes de enero la capacidad estuvo levemente por encima de los requerimientos, pero desde el mes de febrero hasta mayo del 2023 los requerimientos en todo momento estuvieron por debajo de la capacidad. De la misma manera, en el caso del grupo de código Fam5, la capacidad estuvo en todo momento levemente por debajo de los requerimientos

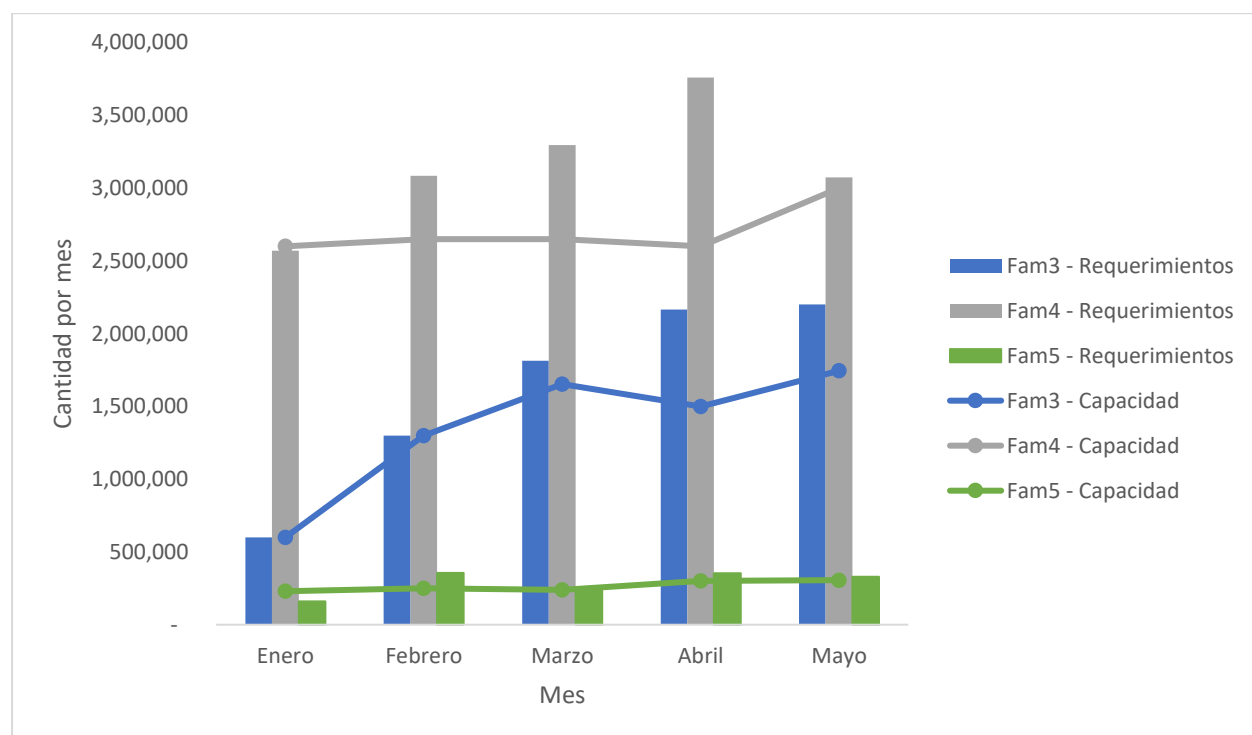
a excepción del mes de enero, donde se encontró una capacidad mayor al requerimiento. Lo anterior se puede observar en la Tabla 21.

Tabla 21. Requerimientos versus capacidad

Mes	Fam3		Fam4		Fam5	
	Req	Capacidad	Req	Capacidad	Req	Capacidad
Enero	600,000	600,000	2,570,000	2,600,000	160,000	230,000
Febrero	1,300,000	1,300,000	3,085,090	2,650,000	355,000	250,000
Marzo	1,813,000	1,653,000	3,296,000	2,650,000	240,000	240,000
Abril	2,165,000	1,500,000	3,760,500	2,600,000	352,576	300,000
Mayo	2,200,000	1,745,000	3,073,012	3,000,000	330,000	306,202

Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

Figura 53. Requerimientos versus capacidad



Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

Según la tabla y la figura anteriores, la capacidad ofrecida por Ensambladora S.A. ha sido inferior a los requerimientos de San Francisco S.A. Sobre esto, Ensambladora S.A. argumenta que los *forecasts* de capacidad de estos grupos de códigos aumentaron desde el momento en que estos se obtuvieron y cuando los requerimientos del periodo fueron solicitados por parte del planeador no se tuvo accesos a dichos *forecasts* debido a la seguridad de ambas empresas.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En esta sección se describen los resultados obtenidos en el análisis sobre el estado del proceso de planeación de ensamblados de San Francisco S.A. con base en los objetivos establecidos inicialmente. Así mismo, se redactan recomendaciones considerando las problemáticas, sus causas y sus consecuencias en aras de brindar una mejora a dicho proceso.

Conclusiones

- Durante el presente proyecto se describió el proceso de planeación de ensamblados de San Francisco S.A., el cual se basa en uno teórico lineal que consta de cuatro etapas principales. En primer lugar, se calcula el volumen mensual necesario para satisfacer la demanda del mercado. A continuación, se crea un plan de producción que establece los recursos necesarios para cumplir con los objetivos de volumen y tiempo. Luego, se planifican y envían los componentes necesarios para la producción de los ensamblados, asegurando que estén disponibles en el momento adecuado. Finalmente, se liberan las órdenes de producción de manera semanal para garantizar que se cumpla con el plan establecido.

- Se identificaron cinco problemas principales en el proceso de planeación de ensamblados de San Francisco S.A. Estos incluyen cambios en el proceso de planeación, fallos en las órdenes de producción, no conformidades en los componentes enviados a Ensambladora S.A., desmotivación en el planeador y bajos niveles de inventario.

- Se determinó que existe una serie de retrabajos en el proceso de planeación de ensamblados de San Francisco S.A., los cuales son causados por fallas en la producción, no conformidades en los componentes enviados a Ensambladora S.A. y cambios en el plan de producción. Debido a esto, el planeador de ensamblados debe invertir hasta 8.1 horas semanalmente en retrabajos, lo que representa el 59.15% de su tiempo total dedicado a la planeación de ensamblados. Este hecho es crítico, ya que afecta la eficiencia del proceso de planeación y puede retrasar la entrega del producto final a los clientes.

- Las no conformidades en los componentes que se envían a Ensambladora S.A. pueden tener un impacto negativo en el servicio que se brinda a los clientes, lo que puede generar un gasto de hasta \$1,500 para mitigar dicha afectación. Este impacto resulta significativo, dado que puede retrasar la entrega del producto final a los clientes.

- Se conoció que los últimos tres planeadores de ensamblados estaban desmotivados durante la ejecución de su posición, calificándola con un 4.1 según la metodología ESI. Además, la puntuaron con un 2.6 de 5 puntos en relación con su percepción sobre la importancia que se le da a la planeación de ensamblados por parte de otros roles, lo que indica que el Departamento de planeación necesita llevar a cabo acciones para generar un cambio radical. Lo anterior es preocupante porque puede afectar la eficiencia del proceso.

- Se encontró que San Francisco S.A. perdió en mayo de 2023 hasta \$852,755.7\$ debido a los bajos inventarios en sus códigos, lo cual provoca que los requerimientos incrementen en los siguientes meses y ocasiona una afectación en el servicio a Estados Unidos por hasta 350,000 unidades.

- Los cambios en el plan de producción de ensamblados de San Francisco S.A. son hechos debido a solicitudes por parte del área de iniciativas, la falta de componentes y la solicitud de prioridades de códigos, además de que se planea sin tener en cuenta las necesidades de los códigos de producto final. Igualmente, es importante mencionar que existe una única planeación de ensamblados al mes, mientras que los códigos de producto final cuentan con hasta tres planeaciones al mes con vistas a dos semanas hacia el futuro. Esto ocasiona que el planeador de ensamblados no tenga un panorama actualizado de las necesidades durante el transcurso del mes. Por otro lado, se sabe que el MPS ha estado por arriba de la meta del 80% durante los meses de enero, febrero, marzo y abril de 2023, pero se perciben muchos cambios.

- Se mostró que las causas de los fallos de las órdenes de producción se deben a la falta de componentes en Ensambladora S.A. (38% de los casos), el ausentismo (14%) y las fallas de equipos (12%). A su vez, se identificó que la falta de componentes en Ensambladora S.A. es ocasionada por una falta de una planeación sincronizada y una capacidad menor con respecto a los requerimientos.

- La capacidad en Ensambladora S.A. es la causa principal de que exista un bajo inventario en algunos códigos de ensamblados; no obstante, esta, a su vez, es resultado de cambios abruptos en las demandas a mediano plazo.

- Las no conformidades en los componentes para el proceso productivo de ensamblados no son detectadas debido a que se establece una muestra del 1% para su revisión por parte de un operario. Por otro lado, las no conformidades mayores al 0.5% pueden causar un paro en la línea debido a que Ensambladora S.A. está obligada por contrato a retornar no mayor a los 0.5%.

- No se encontraron graves problemas con el inventario de ensamblados en San Francisco S.A. Durante el inicio del año 2023 hubo un incremento de los requerimientos por anomalías en este, lo cual provocó que la compañía registrara bajo inventario en algunos códigos; sin embargo, debido a la falta de inventario de seguridad de componentes de ensamblados, no se le puede hacer frente a las problemáticas.

Recomendaciones

- Incrementar la meta de PPP a un 90% en vista de que se activen herramientas internas de Ensambladora S.A. para la contratación de nuevo personal.

- Originar una ruta de comunicación entre el área de iniciativas y la planeación de ensamblados para recibir requerimientos y criticidades previo a la creación del plan.

- Eliminar la posición de planeador de ensamblados y distribuir entre los planeadores de producto final los códigos respectivos que consumen, de manera que sea una misma persona la que planea el material intermedio con base en sus necesidades y haya una comunicación fluida entre quien necesita y el proveedor, eliminando así la desmotivación en el equipo y un puesto considerado como intermediario.

- Optar por un inventario de seguridad en Ensambladora S.A. para disminuir el riesgo de paro en caso de que resulten no conformidades.

- Crear una herramienta que permita una planeación de ensamblados considerando los tiempos de entregas y que sea coordinada con los requerimientos de los códigos de producto final.

- Diseñar un sistema que permita una mejor visibilidad al proveedor en aras de tener alertas en tiempo real sobre cambios en los requerimientos.

CAPÍTULO VI PROPUESTA

En el sexto y último capítulo se elabora una propuesta de rediseño del proceso de planeación de ensamblados para San Francisco S.A. Además, se pretende desarrollar un análisis económico para evaluar la viabilidad de la aplicación de la propuesta planteada, y, por último, establecer un proceso de control del producto de investigación realizado con el objetivo de disminuir la carga laboral del Departamento de planeación de San Francisco S.A., automatizar procesos y reducir la cantidad de retrabajo.

Propuesta

Consideraciones

En el análisis de la situación se mostró que ha existido desmotivación por parte de los últimos tres planeadores de ensamblados con el proveedor de Ensamblados SA. Igualmente, se evidenció que:

- El planeador de ensamblados invierte alrededor de 6.1 semanales durante su proceso de planeación; sin embargo, gasta alrededor de 8.1 horas en procesos de retrabajo.
- El jefe del proceso de planeación ha notificado que existe una posición localizada en México que se encarga de la resolución de problemas con proveedores y que esta cuenta con el 40% de tiempo ocio y con experiencia en planeación, por lo que se convierte en atractivo para el rediseño de ensamblados.
- No es una alternativa para la planta de San Francisco S.A. el incrementar la capacidad instalada para la producción de componentes.
- Existen cinco personas más en el Departamento encargados de la planeación de producto final, de los cuales tres consumen en sus códigos material proveniente del proveedor de ensamblados.
- No se podrán incrementar el personal ni las maquinarias para aumentar el porcentaje de revisión de los componentes y, así, evitar enviar material no conforme debido a proyectos nuevos que la Empresa, los cuales no son compatibles con estas opciones, pero no se mencionan por resguardo de la información.

Cambio de medida de planeación

Actualmente, la planeación de ensamblados de San Francisco S.A. se lleva a cabo en la herramienta llamada SAP, utilizando un modelo de órdenes conocido como Plan Orders (PO), tal como se muestra en el análisis de la situación. Este obliga a colocar las órdenes en el sistema y, posteriormente, liberarlas realizando dicho proceso por cada orden de producción.

Además, San Francisco S.A. cuenta con un modelo de liberación en SAP llamado Schedule Agreement (SA) para otros proveedores, el cual permite colocar órdenes de producción al proveedor por medio de un libro virtual donde se coloca la cantidad requerida y las fechas a entregar sin necesidad de una liberación de orden como se realiza hoy en día.

La Tabla 22 muestra los pasos necesarios y la cantidad de clics que se requieren al liberar un cierto número de órdenes por cada código de ensamblado, utilizando el modelo actual de liberación por PO. En este modelo, cada orden de producción se debe liberar en dos mitades y los pasos del 2 al 12 pueden repetirse por cuantas órdenes sean necesarias por código. Esto da como resultado que el número de clics sea igual a $18N+6$, donde N es el número de órdenes por código.

Tabla 22. Liberación de órdenes de producción por PO

Ítem	Pasos	Cantidad de clics
1	Abrir programa de planeación	1
2	Colocar el código del material a planear	1
3	Seleccionar la fecha a producir	1
4	Definir la primera mitad de la cantidad a producir	1
5	Clic en bajar orden a Gantt	2
6	Clic en Fix order	2
7	Liberar orden	2
8	Clic en agregar otra orden	1
9	Definir la segunda mitad de la cantidad a producir	1
10	Clic en bajar orden a Gantt	2
11	Clic en Fix order	2

Ítem	Pasos	Cantidad de clics
12	Liberar orden	2
13	Descargar órdenes liberadas	1
14	Abrir SAP	1
15	Abrir transacción	1
16	Colocar el código	1
17	Verificación de liberación	1

$$\text{Cantidad de clics} = 18N + 6$$

Nota: Del paso 2 al 12 se puede repetir por cuantas órdenes sean necesarias

Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

A continuación, la Tabla 23 resume los pasos necesarios para la liberación de N cantidad de órdenes de producción por código de ensamblado. En este modelo de liberación por SA, los pasos 4 y 5 pueden repetirse por cuantas órdenes de producción sean necesarias para un mismo código, lo que da como resultado que el número de clics sea igual a $2N+4$, donde N es el número de órdenes de producción por código.

A diferencia del modelo de liberación por PO, el modelo de liberación por SA no requiere que las órdenes de producción sean colocadas en dos mitades y no se agrega tiempo de espera en la carga del programa al ejecutarse la actividad. En este sentido, el plan por SA es usado para otros proveedores en San Francisco S.A., pero nunca se ha implementado para Ensambladora S.A. debido a que en el pasado se necesitaba tener control de una forma más robusta sobre los componentes que se envían a raíz de las limitaciones del sistema.

Tabla 23. Liberación de órdenes de producción por SA

Ítem	Pasos	Cantidad de clics
1	Ingresar la transacción	1
2	Introducir el código del SA	1
3	Escoger el código del material a planear	1

Ítem	Pasos	Cantidad de clics
4	Seleccionar la fecha de la producción	1
5	Definir la cantidad a producir	1
6	Clic en guardar	1

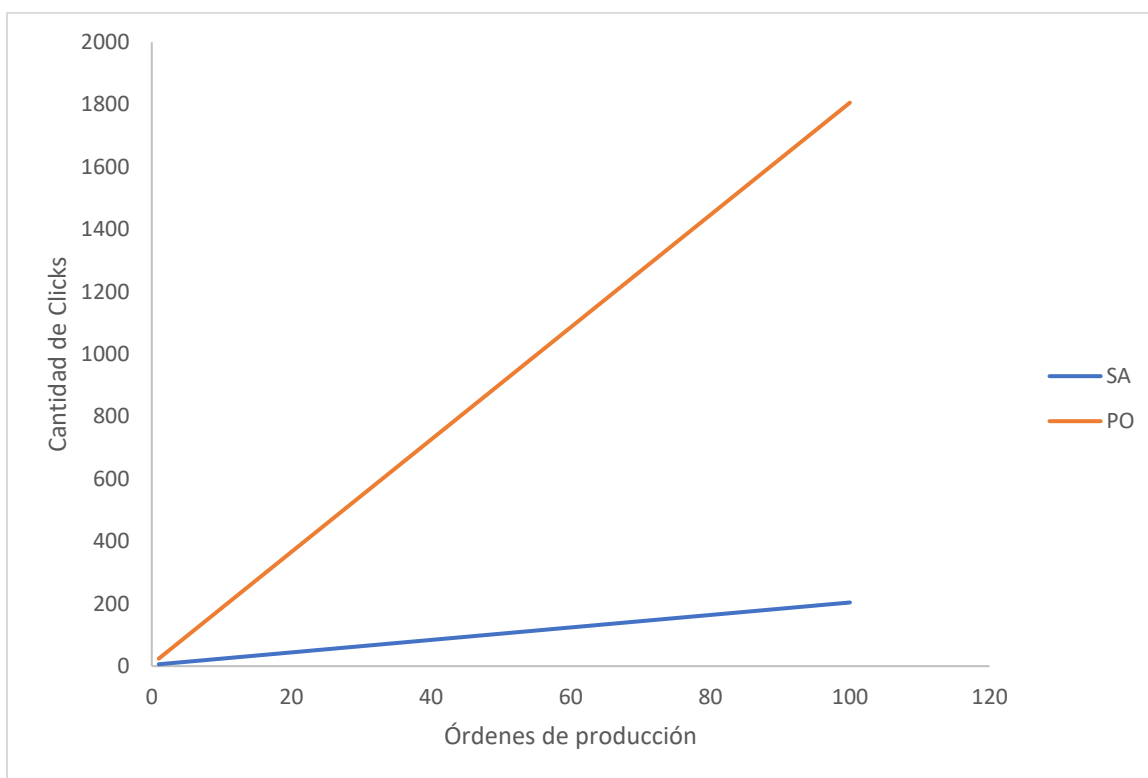
$$\text{Cantidad de clics} = 2N + 4$$

Nota: El paso 4 y 5 se puede repetir por cuantas órdenes sean necesarias

Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

En la Figura 54 se grafican las fórmulas mencionadas y se logra observar que, utilizando el método de colocación de órdenes de producción por medio de SA, cuando el número de órdenes a colocar son 100, se ejecutarían 204 clics. Por otro lado, cuando se colocan 100 órdenes con el método actualmente empleado por medio de PO, se realizan 1806 clics, además de un tiempo estimado de dos minutos para la descarga de las órdenes al sistema de SAP.

Figura 54. Cantidad de clics en órdenes de producción



Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

Con base en lo anterior, se propone cambiar el modelo de liberación de órdenes de producción por PO al proceso de liberación de órdenes por SA, el cual disminuye el número de clics en el proceso de liberación y, por consiguiente, en el tiempo de ejecución de la actividad. Para poder ejecutar este cambio, se necesita lo siguiente:

1. Crear nuevos SA con ayuda del departamento de finanzas.
2. Ingresar los códigos a los nuevos SA.
3. Modificar la configuración de los componentes en SAP para que sus costos puedan absorberse en la producción de ensamblados, tal como se hace actualmente para su control.
4. Eliminar la planta de Ensamblados S.A. de SAP.

Es importante mencionar que, con la implementación de esta estrategia, no será necesario liberar nuevas órdenes de producción, ya que únicamente se coloca en sistema un plan de entrega que el proveedor debe cumplir y se va actualizando conforme se van dando las entregas. Así mismo, habrá una disminución de la cantidad de toques que se realiza para la liberación de una orden de producción en $16N+2$ veces, donde N es el número de órdenes por código a liberar.

Cambio de PPP

Se conoce que el Production Planning Performance (PPP) para Ensambladora S.A. ha sido del 90% y que se disminuyó a un 80% luego de una serie de problemas de personal a inicios del 2022, donde el PPP disminuyó hasta a un 40%, tal como se explica en el análisis de la situación. Sin embargo, se puede observar que el PPP, entre el periodo de enero y mayo de 2023, ha estado por encima del 80%, demostrando que Ensambladora S.A. ha tenido un proceso estable en su capacidad de producción. En la Figura 55 se presenta el historial del PPP entre enero y mayo de 2023.

Por lo anterior, se propone incrementar el PPP al nivel que por contrato ha estado estipulado a lo largo de las relaciones entre San Francisco S.A. y Ensambladora S.A. y que, a su vez, es el PPP que la Compañía estipula para todos sus proveedores y sus plantas, el cual es del 90% de producción mínima con respecto a lo planeado.

Esta medida permitirá activar mecanismos internos de Ensambladora S.A. para la contratación de personal para sus líneas de producción y, así, incrementar su capacidad para brindar las producciones solicitadas, disminuyendo, por consecuencia, los fallos por parte del *staff* y, a su vez, retrabajos en la liberación de órdenes de producción, lo cual es la segunda falla de las órdenes

más frecuente. Por otra parte, también permitiría la inclusión de herramientas a lo interno del proveedor para realizar una correcta planeación al reparar los equipos preventivos, puesto que la falla de equipos ocupa el tercer lugar de frecuencia de fallo de órdenes de producción.

Figura 55. PPP histórico 2023 de Ensambladora S.A.



Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

Para la implementación de esta medida, se deberá tener una rampla de tres meses para que Ensambladora S.A. tenga el tiempo suficiente para la contratación y entrenamiento del personal. Cabe destacar que entre ambas empresas existe un acuerdo que brinda al proveedor dicho periodo de tiempo para la contratación del *staff* necesario luego de un incremento de requerimientos o cambio de medidas.

Inventario de seguridad

Una de las problemáticas descritas en el análisis de la situación es la falta de componentes, lo cual se destaca como la razón número uno de las causas por fallos de órdenes de producción. Por otro lado, el no tener componentes disponibles en Ensambladora S.A. como inventario de seguridad imposibilita reaccionar ante los componentes no conformes que se reciben en Ensambladora S.A.

Se denota que la falta de componentes está relacionada con los cartuchos, ya que en estos la capacidad de producción se ha visto inferior con respecto a los requerimientos y, a la vez, son en

estos componentes que se dan las no conformidades. Todo lo anterior es explicado en el “Análisis de las causas”.

Para la reducción de riesgo de paro de las líneas de producción o fallo de órdenes de producción, se recomienda crear un inventario de seguridad en Ensambladora S.A. Considerando que la falta de componentes en dicha empresa retrasa una producción hasta siete días, se deberá mantener dicho inventario de seguridad disponible para no parar las líneas de producción mientras llegan nuevos componentes. Dicho inventario en Ensambladora S.A. estará destinado exclusivamente para los cartuchos y dispensadores.

Para el cálculo del inventario de seguridad, se utilizará la ecuación de la Figura 27 incluida en el Marco teórico del proyecto y considerada en “Reporte de componentes a enviar a ”. Dicho reporte tendrá dos columnas: una con una cantidad a enviar con inventario de seguridad y otra sin inventario de seguridad.

En la Tabla 244 se presentan los requerimientos promedio por día para todos los códigos de componentes necesitados en Ensambladora S.A. Estos se basan en las proyecciones con las que San Francisco S.A. cuenta entre junio y diciembre de 2023. Cabe destacar que los códigos han sido cambiados para proteger la información de la Compañía.

Tabla 24. Requerimientos promedio por día en pallets

Código	Jun-23	Jul-23	Aug-23	Sep-23	Oct-23	Nov-23	Dec-23
N	0.00	2.03	1.93	1.58	1.93	1.32	1.53
O	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C	0.06	0.25	0.35	0.27	0.32	0.30	0.32
Q	1.12	0.43	1.16	1.03	0.91	1.05	1.06
J	0.86	0.85	0.42	0.75	0.62	0.62	0.80
R	0.27	0.26	0.18	0.23	0.24	0.21	0.26
S	0.31	0.14	0.03	0.06	0.09	0.03	0.03
T	0.28	0.15	0.15	0.18	0.30	0.30	0.30
U	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
V	0.07	0.07	0.03	0.00	0.03	0.03	0.03
W	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.20	0.00
I	0.07	0.23	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00
A1	0.00	0.37	0.47	0.27	0.23	0.23	0.37
Y	0.03	0.10	0.10	0.00	0.07	0.03	0.00

Código	Jun-23	Jul-23	Aug-23	Sep-23	Oct-23	Nov-23	Dec-23
D	0.17	0.00	0.10	0.07	0.05	0.10	0.10
Z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.03
B1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00
D1	0.10	0.03	0.10	0.10	0.03	0.13	0.07
E1	0.33	0.23	0.40	0.33	0.37	0.30	0.27
F1	1.10	0.43	1.40	0.67	0.90	0.70	0.70
J1	0.27	0.03	0.23	0.23	0.13	0.20	0.13
L1	1.40	2.18	0.00	4.37	4.37	8.74	4.37
E	0.00	0.03	0.00	0.03	0.03	0.03	0.00
M1	0.00	0.12	0.00	0.05	0.02	0.05	0.02
B	3.08	5.59	3.22	5.65	7.41	6.45	6.51
N1	0.32	0.63	0.36	0.64	0.84	0.73	0.74
O1	0.00	1.96	1.93	1.58	1.93	1.32	1.53
P1	0.00	0.28	0.00	0.10	0.10	0.00	0.05
Q1	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
R1	0.00	0.54	0.00	0.10	0.10	0.00	0.05
S1	0.00	0.04	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01
T1	0.00	0.59	0.00	0.10	0.10	0.00	0.05
U1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
G	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
V1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
W1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
X1	0.47	2.02	1.93	1.58	1.93	1.32	1.49
Y1	1.60	2.02	1.93	1.58	1.93	1.32	1.49
Z1	1.63	2.02	1.93	1.58	1.93	1.32	1.49
A2	0.00	1.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A	0.00	1.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D2	0.22	2.02	1.93	1.58	1.93	1.32	1.49
E2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
F2	0.00	0.59	0.00	0.10	0.10	0.00	0.05
G2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
I2	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
J2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

En la Tabla 25, se muestra la cantidad de inventario de seguridad que será requerido en Ensambladora S.A. basado en los requerimientos presentados en la tabla anterior entre julio y diciembre de 2023 y en las proyecciones de la Empresa y, a la vez, son calculados con la ecuación de la Figura 27. Cabe destacar que, como se explicó, este inventario de seguridad está destinado únicamente a cartuchos y dispensadores.

Tabla 25. Inventario de seguridad para cartuchos y dispensadores por mes en pallets

Código	Jun-23	Jul-23	Aug-23	Sep-23	Oct-23	Nov-23	Dec-23
O	0.032	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
P	0.071	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
C	0.122	0.497	0.695	0.546	0.646	0.596	0.646
Q	2.235	0.861	2.317	2.052	1.821	2.102	2.119
J	1.729	1.692	0.846	1.493	1.244	1.244	1.592
R	0.534	0.519	0.369	0.450	0.488	0.417	0.519
S	0.612	0.278	0.064	0.128	0.171	0.064	0.064
T	0.556	0.305	0.305	0.355	0.609	0.609	0.609
U	0.067	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.067
V	0.133	0.133	0.067	0.000	0.067	0.067	0.067
W	0.000	0.000	0.000	0.067	0.000	0.400	0.000
I	0.133	0.467	0.000	0.000	0.067	0.000	0.000
A1	0.000	0.733	0.933	0.533	0.467	0.467	0.733
Y	0.067	0.200	0.200	0.000	0.133	0.067	0.000
D	0.340	0.000	0.199	0.149	0.099	0.199	0.199
Z	0.000	0.000	0.000	0.000	0.067	0.067	0.067
B1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.067	0.000	0.000
D1	0.200	0.067	0.200	0.200	0.067	0.267	0.133
E1	0.667	0.467	0.800	0.667	0.733	0.600	0.533
F1	2.200	0.867	2.800	1.333	1.800	1.400	1.400
J1	0.533	0.067	0.467	0.467	0.267	0.400	0.267

Código	Jun-23	Jul-23	Aug-23	Sep-23	Oct-23	Nov-23	Dec-23
L1	2.806	4.370	0.000	8.740	8.740	17.479	8.740
E	0.000	0.067	0.000	0.067	0.067	0.067	0.000
M1	0.000	0.245	0.000	0.099	0.050	0.099	0.050

Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

A la vez, en la Tabla 26, se presenta el inventario mínimo promedio que San Francisco S.A. deberá tener durante los siguientes meses en planta de Ensambladora S.A. para todos sus códigos de ensamblados. Al igual que los anteriores, estos son calculados con las proyecciones que cuenta San Francisco S.A. para el periodo de junio a diciembre de 2023. El inventario mínimo se calcula con la ecuación de la Figura 26 incluida en el Marco teórico de este proyecto.

Tabla 26. Inventario mínimo en pallets

Código	Jun-23	Jul-23	Aug-23	Sep-23	IOct-23	Nov-23	Dec-23
N	0	4.05	3.85	3.16	3.85	2.63	3.06
O	0.03	0	0	0	0	0	0
P	0.07	0	0	0	0	0	0
C	0.12	0.5	0.7	0.55	0.65	0.6	0.65
Q	2.24	0.86	2.32	2.05	1.82	2.1	2.12
J	1.73	1.69	0.85	1.49	1.24	1.24	1.59
R	0.53	0.52	0.37	0.45	0.49	0.42	0.52
S	0.61	0.28	0.06	0.13	0.17	0.06	0.06
T	0.56	0.3	0.3	0.36	0.61	0.61	0.61
U	0.07	0	0	0	0	0	0.07
V	0.13	0.13	0.07	0	0.07	0.07	0.07
W	0	0	0	0.07	0	0.4	0
I	0.13	0.47	0	0	0.07	0	0
A1	0	0.73	0.93	0.53	0.47	0.47	0.73
Y	0.07	0.2	0.2	0	0.13	0.07	0
D	0.34	0	0.2	0.15	0.1	0.2	0.2
Z	0	0	0	0	0.07	0.07	0.07
B1	0	0	0	0	0.07	0	0
D1	0.2	0.07	0.2	0.2	0.07	0.27	0.13
E1	0.67	0.47	0.8	0.67	0.73	0.6	0.53
F1	2.2	0.87	2.8	1.33	1.8	1.4	1.4
J1	0.53	0.07	0.47	0.47	0.27	0.4	0.27

Código	Jun-23	Jul-23	Aug-23	Sep-23	IOct-23	Nov-23	Dec-23
L1	2.81	4.37	0	8.74	8.74	17.48	8.74
E	0	0.07	0	0.07	0.07	0.07	0
M1	0	0.25	0	0.1	0.05	0.1	0.05
B	6.16	11.18	6.44	11.29	14.81	12.91	13.03
N1	0.64	1.26	0.73	1.27	1.67	1.46	1.47
O1	0	3.92	3.85	3.16	3.85	2.63	3.06
P1	0	0.57	0	0.2	0.2	0	0.1
Q1	0.02	0.06	0	0	0	0	0.01
R1	0	1.08	0	0.2	0.2	0	0.1
S1	0	0.07	0	0.01	0.01	0	0.01
T1	0	1.18	0	0.2	0.2	0	0.1
U1	0	0	0	0	0	0	0
G	0	0.03	0	0	0	0	0.01
V1	0	0.01	0	0	0	0	0.02
W1	0	0	0	0	0	0	0
X1	0.93	4.03	3.86	3.16	3.86	2.63	2.98
Y1	3.2	4.03	3.86	3.16	3.86	2.63	2.98
Z1	3.25	4.03	3.86	3.16	3.86	2.63	2.98
A2	0	2.76	0	0	0	0	0
A	0	3.8	0	0	0	0	0
B2	0	0	0	0	0	0	0
C2	0	0	0	0	0	0	0
D2	0.45	4.03	3.86	3.16	3.86	2.63	2.98
E2	0	0	0	0	0	0	0
F2	0	1.18	0	0.2	0.2	0	0.1
G2	0	0	0	0	0	0	0
H2	0	0	0	0	0	0	0
I2	0	0.05	0	0.01	0.01	0	0.01
J2	0	0	0	0	0	0	0

Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

Es importante mencionar que, de acuerdo con las proyecciones de San Francisco S.A. y los cálculos realizados, no se tendrá problema de capacidad de la bodega, ya que, como se muestra en la Tabla 27, el inventario total a permanecer en Ensambladora S.A. siempre estará por debajo de la capacidad, la cual es de 117 pallets. En la Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

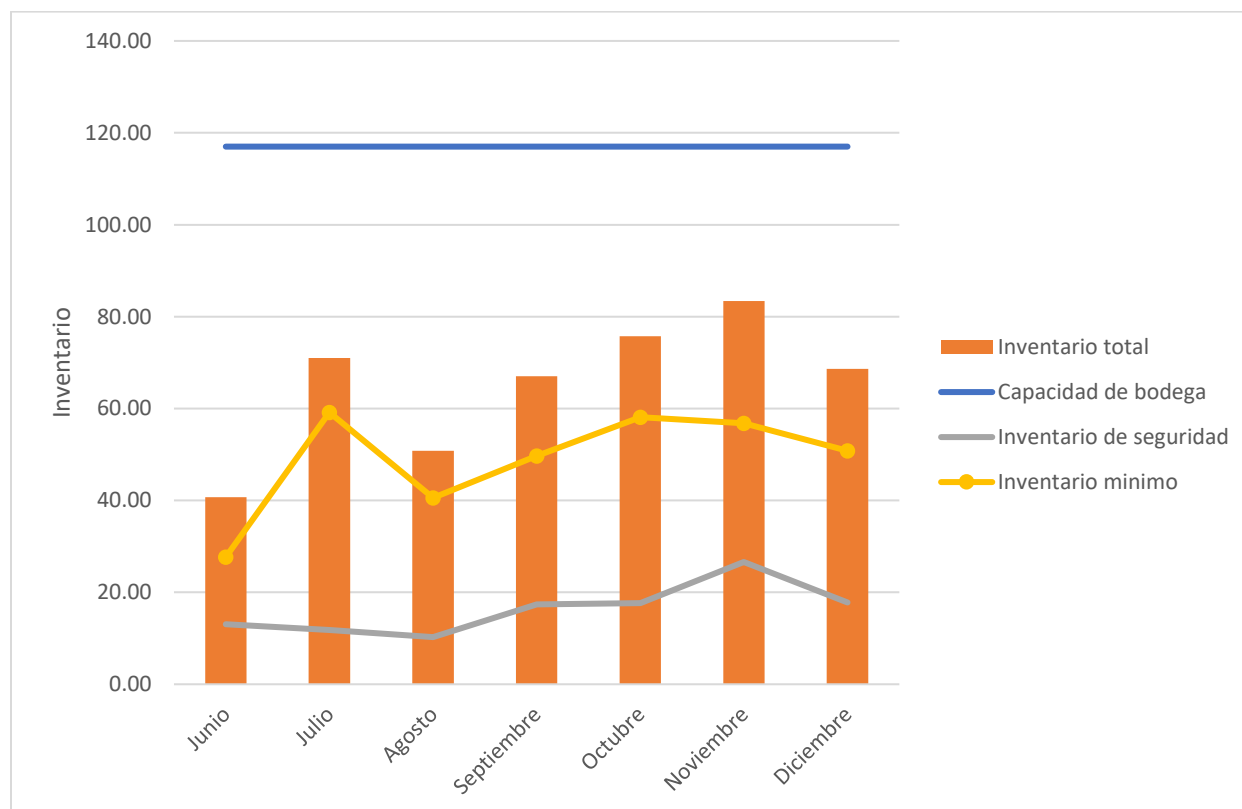
Figura 56 se muestra gráficamente la relación entre la capacidad de la bodega y el inventario.

Tabla 27. Inventario total versus capacidad de bodega

	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Requerimiento	13.84	29.58	20.29	24.84	29.05	28.38	25.40
Inventario mínimo	27.69	59.16	40.57	49.67	58.10	56.77	50.80
Inventario de seguridad	13.037	11.832	10.261	17.346	17.666	26.609	17.80
Inventario total	40.72	70.99	50.84	67.02	75.77	83.38	68.60
Capacidad de bodega	117	117	117	117	117	117	117

Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

Figura 56. Inventario total versus capacidad de bodega



Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

Esta medida evitará riesgos de paro de producción, fallo de órdenes e impactos en el servicio de ventas por encima de \$800,000 como se observa en el “Análisis de las causas”, y reducirá el retrabajo en la liberación y creación de órdenes de producción. Para la implementación de esta estrategia se deberá hacer uso de la herramienta “Reporte de estado de la bodega de ensambladora” y del proceso “Revisión de ocupación de bodega”, los cuales se explican en el presente capítulo con el fin de tener un control de la ocupación de la bodega y no enviar componentes en exceso.

Automatización y digitalización

La digitalización y la automatización de los procesos son necesarias para disminuir el tiempo de ejecución de las tareas básicas para realizar un trabajo. San Francisco S.A. puede llegar a tener, con ayuda del personal técnico encargado de automatización, reportes, flujos de trabajo y registros para disminuir las conexiones que se deben hacer entre diferentes áreas.

Reporte de estado de la bodega de ensambladora

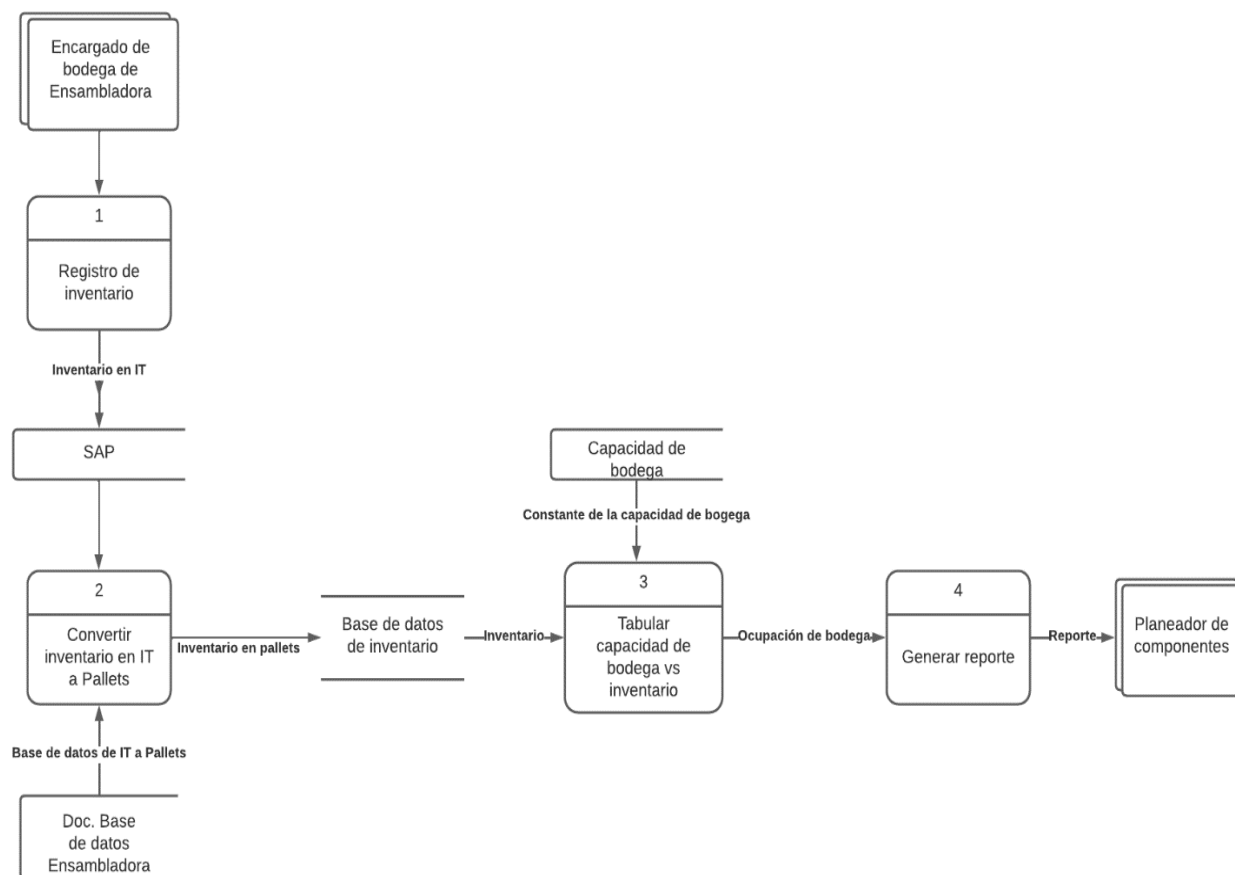
Se conoce que la capacidad de la bodega en Ensambladora S.A. es de 117 Pallets y que SAP registra los materiales disponibles en esta planta. No obstante, este registro se realiza con la unidad de medida IT, por lo que existe otro archivo de Excel llamado “Base de Datos Ensambladora” que contiene la conversión de cada uno de los códigos de IT a Pallets.

Con los datos y fuentes mencionadas, se puede realizar un reporte en PBI que brinde el estado diario de la bodega de Ensambladora S.A. y, a su vez, que muestre aquellos códigos que no tendrán demanda por los próximos 30 días en Ensambladora S.A. Lo anterior ayudará a que el personal de MSA pueda retornar aquellos componentes que no serán usados en el periodo mencionado y evitar ocupación innecesaria de la bodega.

En la Figura 57 se presenta un diagrama de flujo de datos que indica cómo debería ejecutarse dicho flujo, así como las fuentes de este. Este reporte aportará el valor de tener un control de la bodega de Ensambladora S.A. para mantener un inventario de seguridad para los siguientes escenarios:

- Cambios en el plan de producción inesperado y urgente.
- Envío de componentes no conformes.
- Recuperación de órdenes de producción.
- Variación de demanda.

Figura 57. Diagrama flujo de datos ocupación de bodega Ensambladora S.A.



Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

Flujo para fallos de producción

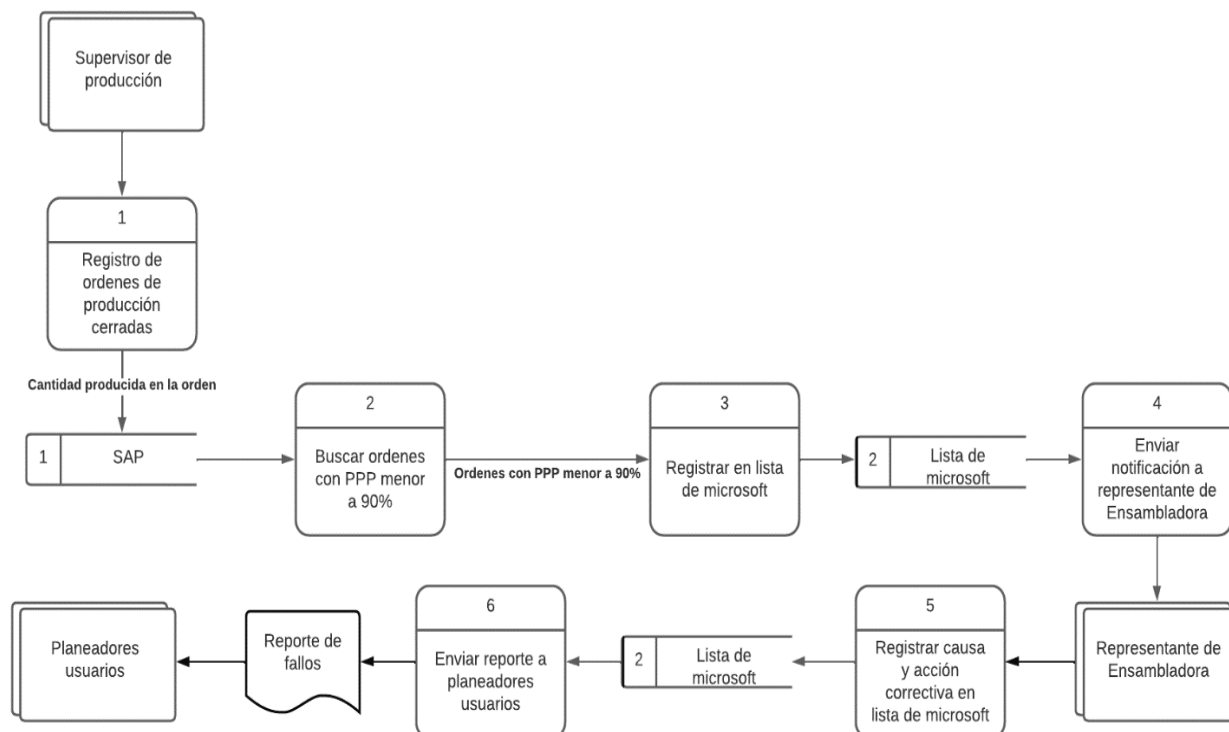
Los fallos de producción han sido un factor que se da por múltiples circunstancias en Ensambladora S.A., desde aquellos controlables (por ejemplo, inventario de seguridad en planta) hasta los no controlables, entre los que destaca el ausentismo del personal inesperado por temas de seguridad en el área. No obstante, deberá seguir midiendo las razones de fallos y buscar acciones para evitar más en el futuro como una acción de mejora continua del proceso. Para esta revisión, como se observa en el análisis de la situación, se coordina una reunión diaria donde se evalúan las producciones del día anterior y los fallos y, posteriormente, el planeador de ensamblados comunica los riesgos a los demás usuarios de ese material.

Para prescindir de la reunión de revisión de fallos y eliminar el flujo de información del planeador de ensamblados como intermediario entre la planta de Ensambladora S.A. y los usuarios de ensamblados, se propone desarrollar un flujo de acciones automático para que diferentes

posiciones brinden y obtengan la información necesaria. Para ello, se podrá utilizar la herramienta Knime para la cual San Francisco S.A. tiene licencia. El flujo de información deberá ocurrir como se muestra en la Figura 58 y, para su implementación, se necesitará:

- Crear flujo.
- Definir responsable de seguimiento.

Figura 58. Diagrama de flujo para seguimiento de fallos de producción



Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

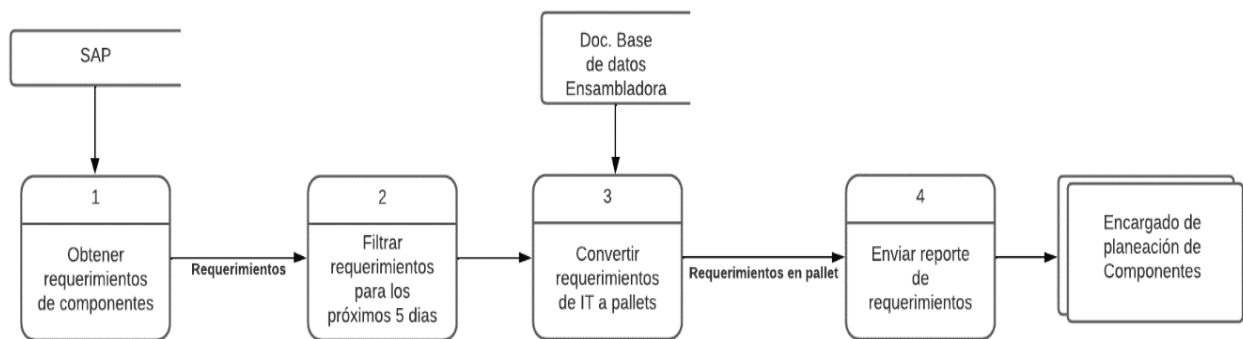
Reporte de componentes a enviar a Ensambladora S.A.

Como se explica en el análisis de la situación, el envío de componentes es una tarea que toma 1.1 horas semanales y que se lleva a cabo tres veces por semana. Sin embargo, esta puede ser ejecutada por un flujo automatizado con la herramienta Knime, donde se revisen los requerimientos de cada uno de los códigos que se envían a Ensambladora S.A. y, posteriormente, el personal encargado haga una leve revisión y pueda enviar la solicitud al equipo encargado de la carga de los códigos a enviar.

Esta automatización permitirá disminuir el tiempo de ejecución de la tarea de envío de componentes a Ensambladora S.A. de 21.6 minutos en promedio a 5 minutos para una revisión leve y el envío posterior de un correo de solicitud. En la Figura 59, se presenta un diagrama de flujo de datos a seguir para la implementación de esta medida. Además, para esta, serán necesarios los siguientes elementos:

- Definir responsable de la revisión y envío de componentes (Propuesta en la Distribución de la carga laboral).
- Crear flujo.
- Definir un controlador en donde estarán agrupados todos los códigos que se envían a Ensambladora S.A.
- Tener el plan de producción actualizado en sistema.

Figura 59. Reporte de componentes a enviar a Ensambladora S.A.



Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

Ventajas de la digitalización

Las ventajas de la digitalización están directamente relacionadas con el ordenamiento de los procesos, así como con la reducción de tiempos de ejecución de cada uno de los pasos que se ejecutan en el proceso de planeación en San Francisco S.A. Por ende, estas herramientas de digitalización permitirán tener respuestas ante las eventualidades de forma más rápida y oportuna, y desligarse de la ejecución manual para algunos procesos en los que la tecnología podría auxiliar.

Distribución de la carga laboral

Se propone que, para el proceso de planeación de ensamblados, se elimine la posición de planeador y que, a su vez, la carga laboral sea distribuida en diferentes roles ya existentes, con una

distribución congruente a las necesidades de dichos roles, de manera que no se le atribuya horas extras de trabajo a estos, sino un valor agregado y una facilidad para desarrollar sus tareas ya existentes que cada persona ejecuta. Para esta distribución, se usará la nomenclatura que se refiere a los roles descritos a continuación:

- MPS: conjunto de planeadores cuyos códigos consumen materiales provenientes del proveedor de Ensambladora S.A.. Se define un planeador específico nombrado como MPS1, quien es responsable de la centralización.

- MSA: posición encargada de resolución de problemáticas menores con proveedor. Incluye personal con experiencia en planeación localizado en planta de producción de San Francisco S.A.

- Gobernador del proveedor: persona encargada de dar seguimiento a métricas del proveedor de Ensamblados.

Es importante mencionar que, con la eliminación de la posición de planeador de ensamblados más la distribución de la carga laboral, se estará disminuyendo los costos de operación ya analizados y no se tendrá personal desmotivado por las pocas oportunidades de crecimiento que este rol ha ofrecido en comparación al resto del Departamento planeación de San Francisco S.A.

En la Tabla 28 se presenta la distribución de los procesos para las posiciones de MPS, MSA y Gobernanza, así como los tiempos de ejecución que tendrá cada proceso. Cabe destacar que las actividades de la que MPS está a cargo deberán ser realizadas por tres MPS, cada uno para un grupo de código y familias asignados, por lo que, a su vez, el tiempo proyectado presentado es para un total de 3 MPS.

Tabla 28. Distribución de carga laboral

Proceso	Dueños del proceso	Tiempo actual hrs/semana	Tiempo proyectado hrs/semana
Envío de componentes a Ensambladora S.A.	MSA	1.1	0.25
Planeación de producción de componentes	MSA	0.2	0.2
Firma de SA	MSA	0.2	0.2

Proceso	Dueños del proceso	Tiempo actual hrs/semana	Tiempo proyectado hrs/semana
Revisión y ocupación de la bodega	MSA	-	0.23
Planeación de volumen	MPS X 3	0.4	0.25
Reunión de volumen / Acuerdo de volumen	MPS X 3	0.4	0.2
Planeación de producciones	MPS X 3	-	0.19
Colocación de órdenes en sistema	MPS X 3	0.3	0.16
Liberación del plan	-	0.7	-
Revisión de disponibilidad de materiales	-	0.2	-
Órdenes adicionales	-	1.1	-
Seguimiento de producciones y plan	MPS X 3	1.7	0.5
Revisión de plan semana	MPS X3	0.4	0.25
Tiempo total		6.7	2.43

Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

Los tiempos presentados en la tabla anterior son resultado de simulaciones realizadas con el planeador de ensamblados de los procesos propuestos, así como de consultas a otros planeadores para el proceso de colocación de órdenes en el sistema, ya que, actualmente, se lleva a cabo de esta forma para otros proveedores.

MSA

Se propone asignar el proceso de envío de componentes a Ensambladora S.A. y la planeación de producción de componentes (ROH) a la posición de MSA. La persona asignada en esta posición tiene una relación cercana con el proveedor, lo que permitirá:

- Mejorar la comunicación entre Ensambladora S.A. y San Francisco S. A. en relación con los procesos mencionados.

- Enriquecer la fluidez de comunicación y mejorar la resolución de problemáticas diarias en estos procesos, ya que MSA se encarga directamente de estas aristas.

- Tener una mejor planeación pues el rol de MSA está localizado en la planta de donde salen los componentes hacia Ensambladora S.A.

- Disminuir el Departamento de planeación un total de 1.5 horas semanales.

- Enriquecer la ocupación del rol MSA.

Para el proceso de envío de componentes a Ensambladora S.A., se propone el desarrollo de un reporte explicado en la sección “Reporte de componentes a enviar a ”. Este brindará un consolidado de los códigos a enviar a Ensambladora S.A. y la posición de MSA deberá revisar el documento que contenga la información y, posteriormente, enviar un correo, tal como se muestra en la Figura 60. Este proceso se puede realizar en los días ya establecidos entre ambas empresas.

Figura 60. Envío de componentes a Ensambladora S.A.



Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

El proceso de planeación de producción de componentes, descrito en la Figura 36 y en el proceso de firma de SA, pueden seguir siendo ejecutados de la forma que actualmente se desarrollan. Sin embargo, se propone que estos pasen a ser ejecutados por MSA, dado que son tareas directamente vinculadas con el proveedor, lo que permitirá tener una fluidez de información más eficaz entre ambas partes.

Revisión de ocupación de bodega

Se propone agregar un proceso de revisión de ocupación de la bodega de Ensambladora S.A. a la que San Francis/co S.A. tiene accesos por contratos ya estipulados, pues permitirá:

- Tener un control de la ocupación actual de la bodega.

- Mantener la bodega con componentes necesarios para la producción.

- Retornar a las bodegas de San Francisco S.A. todo aquel componente que no se utilizará en el periodo del volumen planeado.
- Crear un inventario de seguridad en Ensambladora S.A.
- Dar una atención temprana a aquellos componentes en excesos.

El personal de MSA recibirá una notificación de un flujo automatizado descrito en el presente capítulo, específicamente en el segmento “Reporte de estado de la bodega de ensambladora”. Se debe retornar a la planta de San Francisco S.A. todo aquel código que no tiene requerimientos en los próximos 30 días, lo cual se debe hacer en la primera semana de cada mes posterior de la creación del plan del mes. En la Figura 61, se presenta un flujo del proceso de revisión de la ocupación de bodega.

Figura 61. Revisión de ocupación de bodega



Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

MPS

Una de las problemáticas que se planteó en el análisis de la situación tiene que ver con los cambios en el plan de producción que ocasionaban retrabajo. Algunas de sus causas están relacionadas con la realización de un plan de producción de ensamblados sin mira a las necesidades de aquellos códigos que los consumen, además de que no se recibe información por parte del Área de iniciativas sobre las necesidades que se tendrán en el mes a planear. Lo anterior se logra resolver al transferir la planeación de ensamblados a las personas con posición de MPS cuyos códigos consumen dichos ensamblados. Con esta medida se logra obtener:

- Mejor planeación de ensamblados para disminuir los retrabajos al tener el conocimiento de las necesidades de los códigos de producto final que, posteriormente, se transfieren a las necesidades de los códigos de ensamblados.
- Mayor versatilidad para los planeadores de producto final con sus códigos al tener un completo manejo de la cadena de suministro considerada como crítica.

- Tener una comunicación directa entre el planeador del producto final y el proveedor sin necesidad de intermediarios en aras de disminuir los tiempos necesarios para tener un acuerdo entre las partes.

Cálculo del volumen

El cálculo del volumen de mes es un ejercicio que se realiza mes a mes como se describe en el análisis de la situación, para lo cual son necesarias en promedio tres horas mensuales o 0.8 horas semanales entre reuniones y planeación de volumen. Por otro lado, se realiza de forma manual para cada uno de los códigos y conlleva una serie de reuniones con Ensambladora S.A., incluido el planteamiento de consultas.

Este proceso será asignado a cada MPS cuyos códigos consumen ensamblados de Ensambladora S.A. Cabe destacar que cada familia de códigos de ensamblados se produce en una línea de producción específica y, por su parte, cada familia de ensamblados es consumido por una familia de códigos finales específica que está asignada a un MPS. Por lo tanto, esto brindará la facilidad de que cada MPS realice su propio proceso de cálculo de volumen, ya que son capacidades de líneas independientes, y permitirá que el trabajo que conlleva hasta tres horas mensuales sea absorbido entre tres MPS con un tiempo reducido a 0.19 horas por planeador.

En este sentido, el Departamento de planeación cuenta con la posibilidad de descargar un reporte de SAP desde la transacción ZCFSPI que brinda los requerimientos de los códigos. Posteriormente, esto se deberá enviar a Ensambladora S.A. y, por último, el proveedor confirmará capacidad de planta. De ser necesario algún acuerdo, se podrá agendar una reunión con el MPS de la familia de códigos en cuestión. No será necesario realizar cálculos manuales pues la misma transacción de SAP hace los cálculos necesarios y brinda un resultado final. No obstante, en este documento no se comparten imágenes de la transacción para proteger datos sensibles.

Ahora bien, para ejecutar este proceso, será esencial:

- Mantener el plan del mes en curso actualizado en SAP.
- Ingresar a la transacción y agregar los códigos de ensamblados (estos se pueden guardar en la transacción).
- Correr la transacción y descargar el archivo.

La transacción brindará la siguiente Tabla 29, la cual mostrará la demanda actual, la demanda del mes próximo, las órdenes que se tienen firmadas actualmente y un plan propuesto para producir en el próximo periodo. A su vez, incluirá una cobertura al final del periodo que se deberá revisar en caso de que esta sea mayor o igual a 10 días para evitar producir excesos.

Tabla 29. Propuesta de cálculo de volumen

Código	Demanda mes en curso	Demanda mes a planear	Producciones firmadas	Plan propuesto	Inv final del periodo	Cobertura final del periodo
Y2	6,000.0	30,000.0	26,000.0	12,000.0	2,000.0	10.1
o2	-	360,000.0	90,000.0	180,000.0	6,359.0	10.0
r2	640,000.0	710,000.0	960,000.0	240,000.0	7,800.0	10.0
M	47,520.0	-	182,160.0	-	162,360.0	8.4
A3	22,500.0	9,000.0	148,208.0	-	143,588.0	40.3
q2	-	-	-	-	-	-
w2	389,229.0	843,729.0	460,941.0	344,500.0	229.0	4.0
u2	150,000.0	120,000.0	270,000.0	-	30,000.0	117.0
t2	30,000.0	-	30,000.0	-	-	-
B3	-	-	-	-	-	-
C3	-	-	-	-	-	999.0
C1	60,000.0	150,000.0	120,000.0	60,000.0	-	-
s2	1,080,000.0	690,000.0	720,000.0	1,050,000.0	20,000.0	0.1
D3	-	60,000.0	30,000.0	-	-	-
l2	50,000.0	60,000.0	50,000.0	30,000.0	-	-
H1	300,000.0	360,000.0	200,000.0	170,000.0	-	-
I1	690,000.0	1,100,000.0	645,000.0	500,000.0	-	-

Código	Demanda mes en curso	Demanda mes a planear	Producciones firmadas	Plan propuesto	Inv final del periodo	Cobertura a final del periodo
K1	110,000.0	100,000.0	220,000.0	-	10,000.0	3.3
Y3	30,000.0	-	-	-	-	999.0

Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

La propuesta planteada permitirá eliminar el excesivo trabajo para el cálculo del volumen de mes próximo utilizando una herramienta que ha estado a la disposición del Departamento. Por otro lado, disminuirá el tiempo de ejecución al distribuir la tarea en tres planeadores estratégicamente, quienes tendrán el completo conocimiento de sus necesidades y podrán adaptar la capacidad Ensambladora S.A. según lo requiera el negocio. También, no se requerirá ningún intermediario para tener alineación con el proveedor, obteniendo como resultado una comunicación más fluida y eficaz.

Planeación de producciones

Para la realización de esta planeación, se contará con un archivo de acceso común entre los MPS, automatizado y localizado en una nube de SharePoint, donde se cargará diariamente y de forma automática los requerimientos. En una segunda hoja se visualizará los códigos, su inventario y la capacidad de la línea donde se produce y sus requerimientos; a su vez, contará con un espacio para colocar las órdenes de producción. Esto permitirá observar en la fila “Llegadas” el día en el cual la orden de producción colocada estará arribando a la planta de San Francisco S.A. y, en la fila “Inventario”, se mostrará el estado de este con respecto a los requerimientos, las órdenes de producción colocadas y sus llegadas, tal como se observa en la Figura 62.

Figura 62. Documento de planeación

Family	GCAS		06/01/23	6/2/2023	6/3/2023	6/4/2023	6/5/2023	6/6/2023	6/7/2023	6/8/2023	6/9/2023
A	Capacity	50,003	6,000	-	-	-	6,000	6,000	-	-	-
	K12	50,000	6,000				6,000	6,000			
	Request		-	-	-	12,120	-	-	-	-	-
	Stock SF	9000	9,000	9,000	9,000	3,120	3,120	2,880	2,880	14,880	14,880
	Stock En		-	6,000	6,000	6,000	-	6,000	-	-	-
	Entrega		-	-	-	-	6,000	-	12,000	-	-

Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

Una vez que el plan de producción se haya realizado para cada uno de los códigos, será responsabilidad de cada MPS colocar sus órdenes de producción en el sistema utilizando la transacción para órdenes por SA de SAP. Finalmente, se podrá descargar un reporte de las órdenes de producción del mes y ser compartida vía correo por cada MPS.

Plan semanal

Hoy en día, la revisión del plan semanal se ejecuta en una reunión donde se visualizan las órdenes que se encuentran en el plan semanal y el proveedor confirma si se podrá o no realizar lo acordado al inicio del mes. Este es un proceso que se propone realizar vía correo al descargar el plan que se colocó inicialmente en el sistema, en el proceso de planeación de producciones, utilizando la herramienta SAP con la transacción ZC559. Esta brindará el plan en sistema y el MPS, posteriormente, podrá compartirlo con el proveedor para que, al final, este confirme la capacidad.

Cabe destacar que esta es una tarea que puede hacerla un único MPS, siendo los demás agregados en copia en el correo. Esta estrategia permitirá disminuir el tiempo de ejecución de 0.4 horas a 5 minutos por planeador y una posterior revisión de correo de confirmación.

Gobernanza

Gobernanza es una posición con la que actualmente cuenta San Francisco S.A. y a la cual Ensambladora S.A. le reporta. La persona encargada de esta se asegura de que las métricas establecidas para el proveedor se cumplan y, en caso contrario, que se realicen planes sistémicos. Cabe destacar que Gobernanza y Ensambladora S.A. tienen una reunión diaria para revisar los puntos mencionados y las producciones del día anterior.

Revisión de fallos de producción

Se propone que la persona encargada de Gobernanza sea responsable de llevar un control de los fallos de producción con ayuda de la herramienta llamada “Flujo para fallos de producción” propuesta en el apartado “Automatización”. Esta cargará automáticamente los fallos de producción, solicitará causas del fallo y un plan sistémico al proveedor y, por último, brindará un reporte de fallos a los MPS y a Gobernanza, quien se encargará de que los planes establecidos se cumplan y darles un seguimiento a las razones de fallo.

Actualmente, este proceso se lleva a cabo a través de una reunión diaria donde el planeador de ensamblados está presente y se revisan los fallos de producción entre otros temas de interés de

Gobernanza. Cabe destacar que el registro de los fallos de producción es algo que está bajo las responsabilidades de Gobernanzas también, por lo que, para disminuir esfuerzo, puede continuar con esta responsabilidad y, posteriormente, el Departamento de planeación podrá recibir un reporte de los fallos y acciones para su revisión.

Análisis de la propuesta

Con la presente propuesta se pretende reducir el 80% de las causas que provocan retrabajo en el proceso de planeación, por lo que, a su vez, se espera una disminución del 80% del tiempo invertido en este. Cabe destacar que hay algunas causas de los retrabajos que no se pueden eliminar desde este proyecto debido a intereses de San Francisco S.A. que no se mencionan para proteger su información confidencial o debido a costos superiores al beneficio, por lo que se han propuesto alternativas para evitar impactos, tal como el cambio en la medida de planeación que se presenta en este capítulo.

El proceso de planeación de ensamblados seguiría los pasos de la Figura 63, el cual comienza por medio del cálculo del volumen del mes realizado por cada uno de los MPS involucrados. Después Ensambladora S.A. proveería el cálculo de capacidad para, luego, acordar el volumen entre MPS y dicha empresa. Seguidamente, MSA revisará la bodega para retornar materiales que no se utilizarán en los siguientes 30 días y, de forma paralela, MPS colocará las órdenes en el sistema utilizando SA.

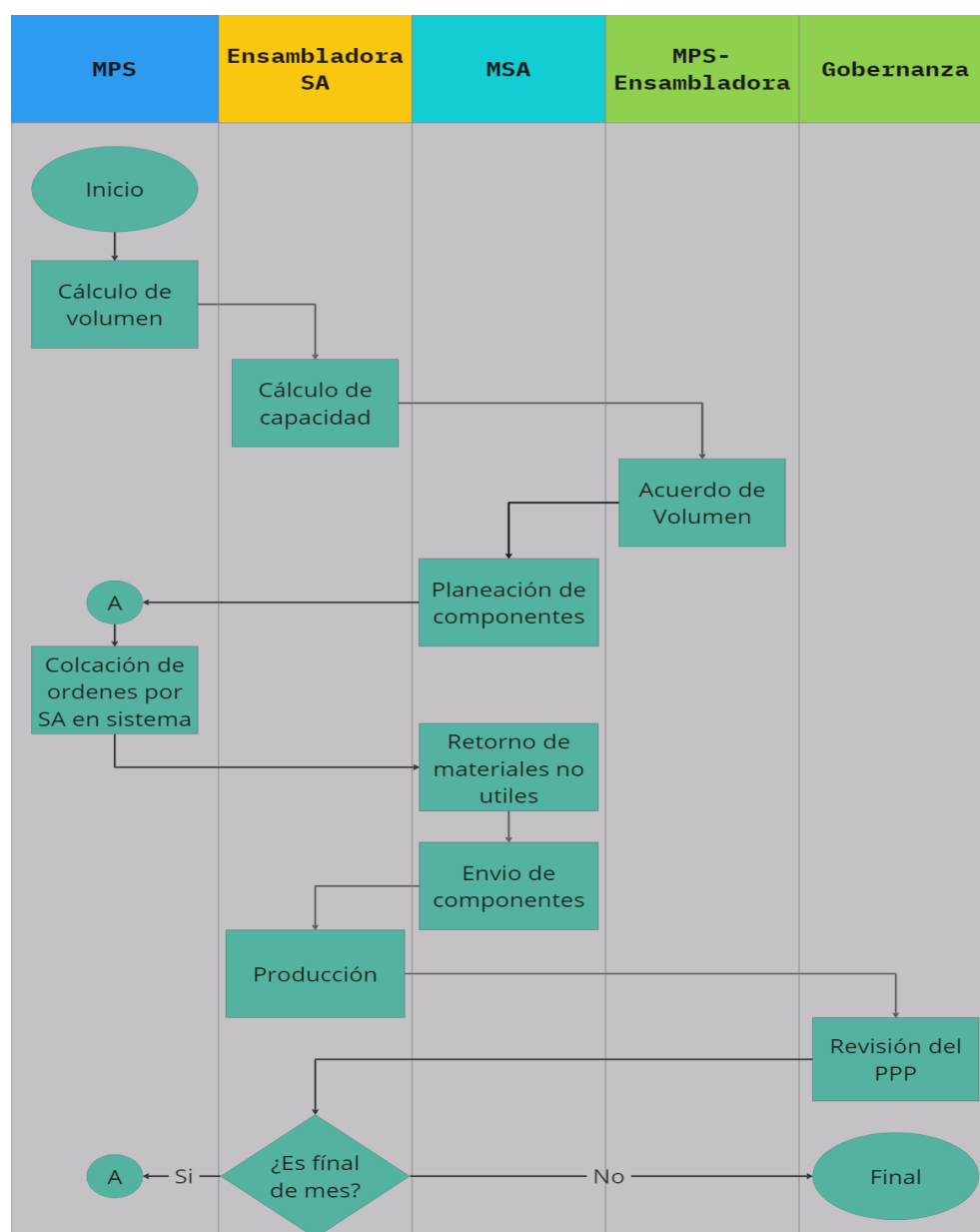
Una vez las órdenes estén en el sistema, MSA podrá enviar componentes a Ensambladora S.A. para que, finalmente, el proveedor realice la producción. Gobernanza deberá revisar el PPP luego de las producciones y activar planes de acción y corrección cuando una orden no se cumpla al 90% como mínimo.

El proceso será repetitivo en dos puntos diferentes. El primero será si aún no se llega a final del mes y se repetirá desde el envío de componentes para que se dé luego la producción. No será necesario liberar órdenes adicionales cuando existan fallas debido a que, como se explicó, la planeación se hará con SA.

El segundo momento repetitivo será cuando se llegue al final del mes, pues se deberá hacer el cálculo del volumen del próximo mes y, nuevamente, repetir cada uno de los pasos con los involucrados en el sistema. Es importante mencionar que cada una de las etapas se ejecutará con ayuda de las herramientas de digitalización explicadas.

Para analizar la propuesta se hará una comparación con el tiempo invertido actual y el esperado a invertir con la propuesta versus el tiempo disponible actual para este proceso. Este último se utilizará en ambos análisis con fines ilustrativos en términos de la reducción del tiempo y se analizará la métrica detallada en la Figura 24.

Figura 63. Ciclo de planeación



Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

Tal como se menciona en las consideraciones de este capítulo, San Francisco S.A., hoy en día se invierte 6.1 horas semanales en el proceso de planeación y 8.1 horas en retrabajos. El tiempo

disponible para ejercer las tareas de esta empresa es de 11 horas semanales considerando los tiempos muertos diarios. Como se muestra en la Figura 64, la métrica Lean para el proceso actual es de 1.3, lo que indica que se está invirtiendo el 33% más del tiempo disponible.

Figura 64. Métrica Lean del proceso actual

$$\text{Métrica Lean} = \frac{14.20}{11} = 1.3$$

Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

Por otro lado, haciendo una comparación con la propuesta donde se invertirán 2.43 horas semanales para la ejecución de los procesos (más 1.62 horas de retrabajos versus el tiempo disponible actual de 12 horas), la métrica Lean sería 0.34, lo que indica que se estaría invirtiendo el 34% del tiempo total actualmente disponible. Esto brindaría un proceso más eficiente a como se muestra en la Figura 65.

Figura 65. Métrica Lean de la propuesta

$$\text{Métrica Lean} = \frac{4.05}{12} = 0.34$$

Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

Análisis Económico

Se realizará un análisis económico del proyecto basado en el costo/beneficio que este brindará. Como beneficio, se considera el ahorro generado al cerrar la posición exclusiva de planeación de ensamblados, así como el ahorro generado por la disminución de los fallos de producción que causan atrasos en la cadena de suministro al aplicar todas las estrategias planteadas y la digitalización.

Por otro lado, se consideran como costos los gastos de la generación de la digitalización y automatización de procesos propuestos y los costos de mantener inventario de seguridad en bodega generados como estrategia para evitar impactos. Esta se registra como gastos ya que será una cantidad monetaria sin fluir.

Cabe destacar que existirán costos relacionados directamente con el proyecto; sin embargo, son obligaciones a los que la Empresa previamente accedió para otros fines y que se utilizarán para el proyecto, como es el caso de la licencia de Knime. Así mismo, costos vinculados a la implementación de la propuesta, tal como el personal dentro del que se hará la distribución de responsabilidades, serán fraccionados según el tiempo invertido proyectado.

Beneficios económicos

Para el presente proyecto se protege la información de salarios en San Francisco S.A., por lo que se hacen los cálculos con una base salarial según el salario mínimo determinado por el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social de Costa Rica (MTSS), el cual indica que, para una posición con un grado académico de bachiller universitario, el salario mínimo es de ₡626,828.55 para el 2023, más el 51.01% de cargas sociales que absuelve el patrono como se observa en la Tabla 30. Cabe destacar que, adicionalmente, la empresa brinda un 10% de beneficio al colaborador con base en su salario mensual.

Tabla 30. Cargas sociales

Rubro	Monto
Preaviso	4.17%
Cuotas patronales	26.33%
Provisión de aguinaldo	8.30%
Provisión de cesantía	5.33%
Total	51.01%

Nota. Universidad Internacional de las Américas

Por otro lado, al implementar las estrategias propuestas, se reducirá el impacto al servicio abarcado en “Medición de las Consecuencias”, donde se explica que en el periodo de enero a mayo del 2023 hubo un total de \$852,755.7, en promedio \$170,551.14 por mes. Se espera que, al ser reducido el 80% de las causas de los problemas que provocan fallos en las órdenes de producción, se disminuya el 80% de las pérdidas en el servicio mencionado, obteniendo un ahorro de

₡73,678,092.48 al cambio del 03 de junio del 2023 (₡540.90). En la Tabla 31 se presenta el resumen de los beneficios debido a la implementación del proyecto.

Tabla 31. Beneficios por mes

Beneficios	Monto
Ahorro-Salario de posición de planeación de embalaje	₡626,828.55
Ahorro-Costo sobre la posición de planeación para la empresa	₡ 319, 743.71
Ahorro-Beneficios adicionales 10%	₡ 62,682.55
Ahorro- Servicio	₡ 73,678,092.48
Total	₡ 74,367,603.58

Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

Inversión requerida

En este segmento, se detallan aquellos gastos e inversiones a realizar en materia de recursos humanos e inventarios para la implementación de este proyecto.

Recursos humanos

La presente propuesta requerirá de una inversión para un recurso quien deberá realizar la digitalización desarrollada en el presente capítulo. No será necesario que la Empresa contrate a alguien para realizar esta tarea, puesto que ya se cuenta con personal calificado y dirigido a este tipo de proyectos; sin embargo, la persona deberá estar destinado exclusivamente para la realización de los temas digitales durante un mes.

El perfil del personal que colaborará en los temas de digitalización es de un bachiller universitario del mismo nivel del planeador, por lo que se hará el cálculo con base ₡626,828.55, el cual es el salario mínimo orientado por el MTSS, más el 10% de beneficios que San Francisco S.A. brinda y el 51.01% de cargas sociales en Costa Rica que se presenta en la Tabla 30.

Tres MPS estarán planeando códigos de ensamblados por partes iguales, los cuales son consumidos por sus códigos de producto final. Para ello, en la Tabla 28 se presenta una distribución

de la carga laboral, donde se muestra que los tres MPS, en total, invertirán 1.55 horas semanales o 0.52 horas cada uno de.

El rol de MPS también está ocupado por una persona con bachillerato universitario, para el cual el salario mínimo que el MTSS orienta es de ₡626,828.55 más las cargas patronales y los beneficios que la empresa brinda. El costo por las 0.52 horas que cada planeador dedicará es de ₡1,143.68.

Por último, será indispensable contar con una persona encargada del proyecto que pueda coordinar, orientar y entrenar a las partes involucradas. Para esta labor, será fundamental alguien con bachillerato universitario en Ingeniería Industrial y se calcula su costo según el salario mínimo orientado por el MTSS (₡626,828.55) más las cargas patronales y beneficios de la empresa. Esta trabajará en el proyecto por tres meses, por lo que el costo presentado es su salario por mes y en el segmento de análisis se detallan los meses a participar en el proyecto. Los costos para las posiciones de MPS y de encargado de digitalización se sintetizan en la Tabla 33.

Inventario de seguridad

Como se describió en el segmento “Inventario de ”, se deberá mantener un inventario para los códigos de Cartuchos y dispensadores en Ensambladora S.A. en aras de evitar fallos en las órdenes de producción y, por ende, un impacto en el servicio. Para esta propuesta únicamente se requerirá de una inversión para producir los componentes necesarios y mantener el volumen en bodega y no se requerirá una inversión en bodega, puesto que Ensambladora S.A. destina un espacio para 117 que será suficiente según las proyecciones para los siguientes meses.

En la Tabla 32 se presentan los costos que se generarán debido a la producción y almacenamiento del inventario de seguridad necesario para Ensambladora S.A. durante el periodo de junio a diciembre de 2023. Se observa que la inversión ronda entre \$66,472.648 y \$95,253.66, por lo que se calculó el promedio de la inversión para los próximos meses en aras del análisis de los costos del proyecto. Dicho promedio es de \$82,455.05 y en moneda nacional ₡44,599,936.55.

Tabla 32. Inversión debido a inventario de seguridad de cartuchos y dispensadores en dólares

Código	Jun-23	Jul-23	Aug-23	Sep-23	Oct-23	Nov-23	Dec-23
O	360.07	-	-	-	-	-	-

Código	Jun-23	Jul-23	Aug-23	Sep-23	Oct-23	Nov-23	Dec-23
P	858.35	-	-	-	-	-	-
C	725.76	2,947.14	4,126.02	3,241.87	3,831.33	3,536.56	3,831.29
Q	13,246.29	5,100.34	13,731.77	12,162.47	10,789.30	12,456.63	12,554.81
J	10,187.74	9,968.41	4,984.20	8,795.59	7,329.68	7,329.68	9,381.96
R	4,995.60	4,861.78	3,450.30	4,217.04	4,565.53	3,903.37	4,861.78
S	5,312.02	2,411.79	556.58	1,113.16	1,484.18	556.58	556.58
T	6,557.91	3,594.17	3,594.17	4,193.19	7,188.33	7,188.33	7,188.33
U	745.46	-	-	-	-	-	745.46
V	2,010.52	2,010.52	1,005.26	-	1,005.26	1,005.26	1,005.26
W	-	-	-	926.08	-	5,556.49	-
I	1,468.47	5,139.63	-	-	734.23	-	-
A1	-	6,443.99	8,201.44	4,686.54	4,100.72	4,100.72	6,443.99
Y	925.72	2,777.16	2,777.16	-	1,851.44	925.72	-
D	2,074.88	-	1,211.43	908.57	605.71	1,211.43	1,211.39
Z	-	-	-	-	299.08	299.08	299.08
B1	-	-	-	-	1,173.89	-	-
D1	3,114.92	1,038.31	3,114.92	3,114.92	1,038.31	4,153.23	2,076.61
E1	9,561.37	6,692.96	11,473.64	9,561.37	10,517.50	8,605.23	7,649.09
F1	24,905.88	9,811.41	31,698.40	15,094.47	20,377.54	15,849.20	15,849.20
J1	6,089.55	761.19	5,328.35	5,328.35	3,044.77	4,567.16	3,044.77
L1	390.01	607.29	-	1,214.59	1,214.59	2,429.18	1,214.59
E	-	1,023.67	-	1,023.67	1,023.67	1,023.67	-
M1	-	1,282.89	-	519.96	259.98	519.96	259.98
Total	93,530.520	66,472.648	95,253.66	76,101.84	82,435.06	85,217.47	78,174.17

Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

La licencia Knime es un costo en el que la empresa incurre mensualmente para su personal encargado de la minería de datos y administración de estos, por lo que para cada persona se asigna una licencia con costo de \$39.5 o ₡21365.55, la cual será necesaria para los encargados de la digitalización y automatización.

En la Tabla 333 se resumen la inversión detallada. Se observa que se requerirá un total de ₡4,564,618.88, considerando el pago del encargado de automatización equivalente a tres meses y

el pago del administrador del proyecto equivalente a tres meses, así como el beneficio otorgado por parte de San Francisco S.A. del 10% y las obligaciones por parte de la empresa del 51.01%, las cuales también consideran para su cálculo el monto del 10% mencionado, ya que es un beneficio directo a las planillas.

Tabla 33. Inversión para el proyecto

Inversión	Monto
Salario del personal de digitalización y automatización	₡626,828.55
Beneficios adicionales para recurso de digitalización	₡125,365.71
Costos sobre recurso de digitalización 51.01%	₡ 383,619.07
Salario de encargado del proyecto	₡ 1,880,485.65
Beneficios adicionales para recurso de encargado del proyecto	₡376,097.13
Costos sobre recurso de encargado del proyecto 51.01%	₡1,150,857.22
Knime	₡21,365.55
Total	₡4,564,618.88

Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

En la Tabla 34, se detallan los costos de operación en los que incurrirá la planeación de ensamblados, donde la mayor parte del monto total va dirigido a la producción de inventarios de seguridad. Cabe destacar que este inventario es rotativo, por lo que no se espera que haya una pérdida de este, sino un monto almacenado en bodega.

Tabla 34. Costos de operación

Costo	Monto
MPS x3	₡3,431.05
Beneficios adicionales para MPS x3	₡686.21
Costos sobre MPS X3	₡2,099.80
Costo de inventarios	₡44,599,936.55

Total	¢44,606,153.60
--------------	-----------------------

Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

Análisis

Se conoce que habrá un ahorro en las operaciones del Departamento de planeación de San Francisco S.A. debido al cierre de la posición de planeador de ensamblados. Además, luego de implementar las estrategias propuestas, habrá un ahorro de las pérdidas de ventas de aproximadamente ¢73,678,092.48.

Por otro lado, habrá una única inversión debido al recurso encargado de la digitalización y automatización, así como del encargado del proyecto más el costo de la licencia de Knime, por un monto total de ¢4,564,618.88. Este tendrá lugar durante los tres meses de ejecución del proyecto. Una vez que haya culminado, se mantendrá un costo fijo de operación en concepto del inventario de seguridad y de los costos de las posiciones de MPS por ¢44,606,153.60.

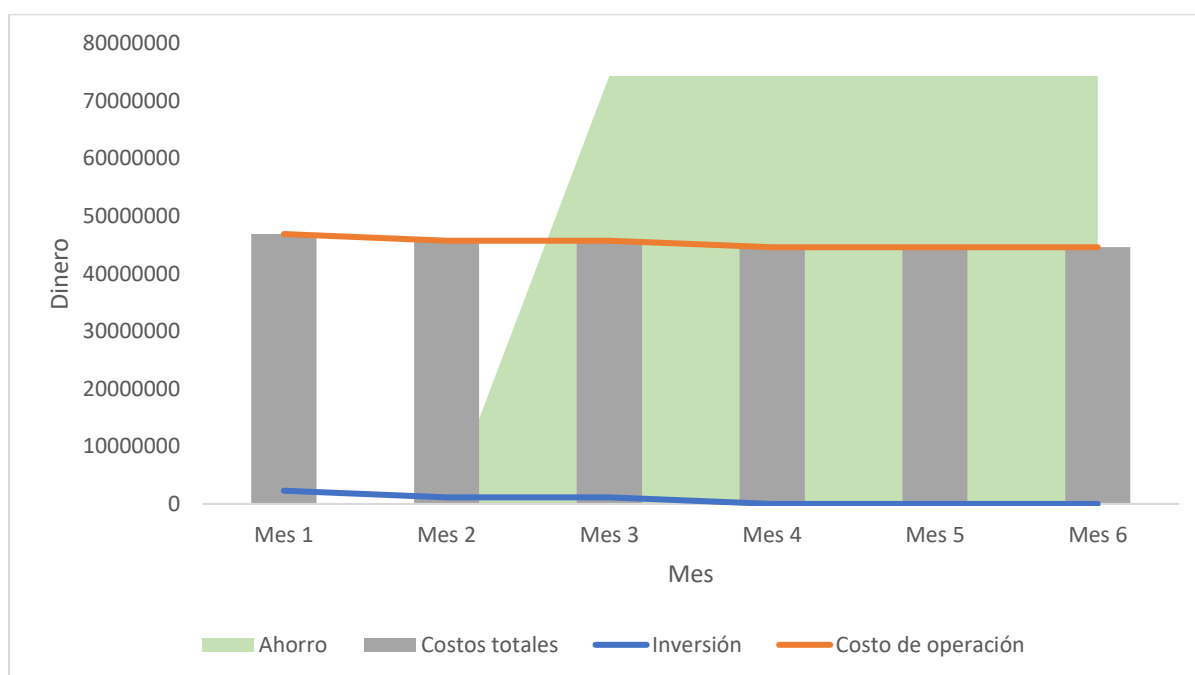
En la Tabla 35 y en la Figura 66 se presenta una comparación de los costos totales y el ahorro proyectado a seis meses que se tendrá luego de la aplicación del proyecto. Se proyecta comenzar a percibir el ahorro en el mes número tres donde Ensambladora S.A. ya deberá tener el personal suficiente y calificado para cumplir con el PPP mayor al 90%, y donde el personal de San Francisco S.A. tendrá que estar entrenado, además de que, finalmente, la posición de planeador de ensamblados habrá sido cerrada.

Tabla 35. Costos totales versus ahorro en colones

	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Inversión	2,292,992.22	1,135,813.33	1,135,813.33	-	-	-
Costo de operación	44,606,153.60	44,606,153.60	44,606,153.60	44,606,153.60	44,606,153.60	44,606,153.60
Costos totales	46,899,145.82	45,741,966.94	45,741,966.94	44,606,153.60	44,606,153.60	44,606,153.60
Beneficios			74,367,603.58	74,367,603.58	74,367,603.58	74,367,603.58

Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

Figura 66. Costos totales versus ahorro



En la Tabla 36 se presenta el análisis beneficio/costo del proyecto considerando el valor presente neto, donde se obtiene una razón del 1.09, lo que indica que el proyecto se puede realizar, pero no se obtendrá muchos beneficios pues, de cada dólar que se invierta, se percibirá 1.09 dólares de beneficio en ahorro. No obstante, se conoce que actualmente se está perdiendo aproximadamente ₡73,678,092.48 en servicios, lo que es prioridad número uno para la Empresa.

Tabla 36 Análisis Beneficio/Costo

Beneficio	₡167,914,293.8
Costo	₡153,650,673.3
B/C	₡1.09

Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

Conclusión Beneficio Costo

La razón del beneficio y costo del proyecto es de 1.09, lo que indica que los beneficios superan ligeramente a los costos en un plazo de seis meses. Por lo tanto, el proyecto es viable y no tendrá repercusiones económicamente negativas para la Empresa. Sin embargo, es importante mencionar que el análisis se realizó a un corto plazo de seis meses en el futuro y que, a largo plazo, generará ahorros en los costos equivalente a un recurso humano para la planeación de ensamblados.

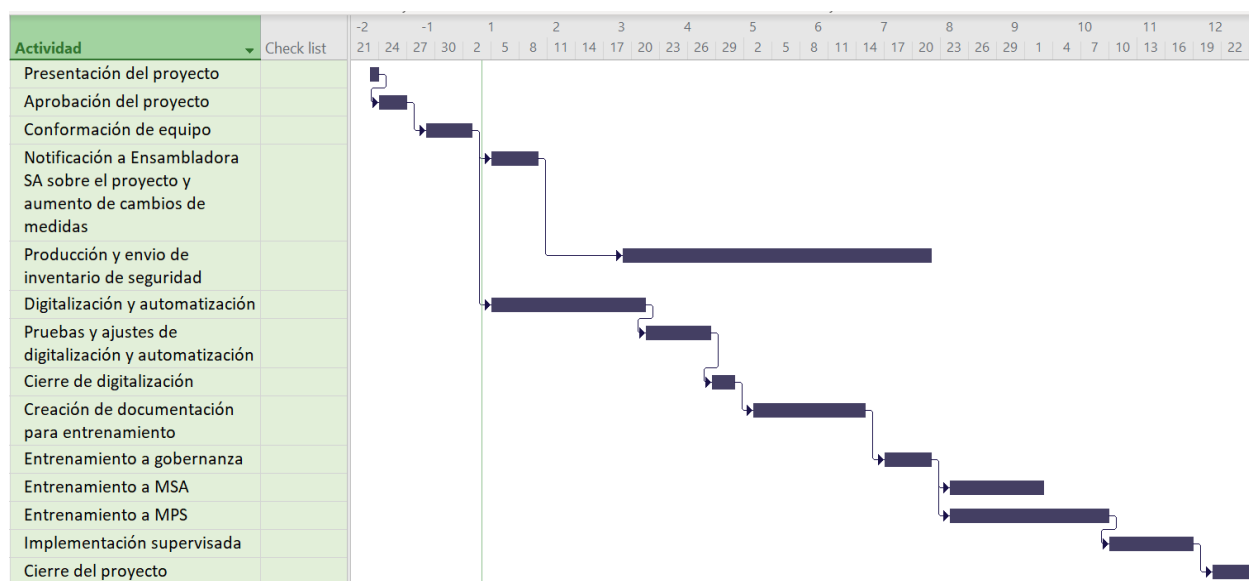
Plan de Implementación

La implementación de este proyecto inicia por la presentación y aprobación para su ejecución por parte del director del Departamento y, una vez aprobado, se deberá conformar un equipo de trabajo dirigido por un responsable del proyecto. Este estará conformado también por la persona encargada de la digitalización y los MPS que serán parte del nuevo sistema de planeación.

En la Figura 67 se presenta un Gantt junto al *checklist* con la calendarización del proyecto, el cual comienza en la primera semana con la notificación al Ensambladora S.A. sobre de las medidas que se implementarán. Estas no necesitan ningún tipo de aprobación por parte del proveedor. Después, se debe comenzar con la digitalización y automatización que debe culminar con una prueba en la cuarta semana. Cabe mencionar que la producción y el envío de inventario de seguridad debe comenzar desde la tercera semana y para la octava semana del proyecto ya se habrá alimentado con el inventario de seguridad necesario.

Por último, el proyecto debe culminar en la semana 12, para la cual el encargado deberá realizar un cierre de este con la documentación necesaria y un reporte de la implementación. Además, deberá asegurarse de haber dejado un correcto entrenamiento hacia el equipo de MPS, MSA y Gobernanza.

Figura 67. Control de proyecto



Nota: Jean Carlos Lizano Huerta

REFERENCIAS

- Acuña, P., Angulo, A. y Cerdas, L. (2018). *Rediseño del proceso de planificación y gestión de inventarios, compras y ventas de audio accesorios de Costa Rica* [Licenciatura en Ingeniería Industrial, Universidad de Costa Rica, Costa Rica].
https://kimuk.conare.ac.cr/Record/KUCR_c87288b81a26934c79f13
- Alvarado, V. M. (2014). *Ingeniería económica: Nuevo enfoque*. Grupo editorial Patria.
<https://elibro.net/es/lc/bibliouia/titulos/39446>
- Barrantes, M. (2020). Diseño de un sistema de gestión de riesgos de la cadena de abastecimiento [Tesis de Maestría en Ingeniería Industrial, Universidad de Costa Rica, Costa Rica].
https://kimuk.conare.ac.cr/Record/KUCR_355ae9de45a722641435e28efb8dcc80
- Biazzi, J. (2018). Aggregate Planning for Probabilistic Demand with Internal and External Storage. *JOSCM. Journal of Operation and Supply Chain Management*, 11(1), 37-52. Doi: <https://doi.org/10.12660/joscmv11n1p37-52>
- Cremonini, T. y Da Silva, A. (2020). A Reference Model in BOMN for Conceptual Modelling of Master Planning Schedule. *Independent Journal of Management & Production (IJM&P)*, 11(2), 394-418. Doi:10.14807/ijmp.v11i2.1067
- Cruz Fernández, A. (2017). *Gestión de inventarios*. COML0210. IC Editorial.
<https://elibro.net/es/lc/bibliouia/titulos/59186>
- Escobedo, E., y Socconini, L. (2021). *Lean Six Sigma Green Belt: paso a paso*. Marge Books.
<https://elibro.net/es/lc/bibliouia/titulos/172966>
- Estevez, A., Megna, A., Campos, M., Ramírez, G. y Jardines, R. (2022). Planeación de las capacidades de producción de una empresa de producción de muebles en Cuba. *Revista Ingeniería Industrial*, (42), 35-55. Doi: <https://doi.org/10.26439/ing.ind2022.n42.5861>
- Fernández López, R., Alfonso Ramírez, M., Denis Marrero, C. M., Alfonso Porraspita, D. y Vilalta Alonso, J. A. (2023). Metodología para el pronóstico de la demanda integrando el diseño de escenarios:.. *Ingeniería Industrial*, 44(1), 1-17.
<https://rii.cujae.edu.cu/index.php/revistaind/issue/view/82>

- García, M. y Amador, A. (2019). Como aplicar "Value Stream Mapping" (VSM). *3C Tecnología. Glosas de innovación a la pyme*, 8 (2), 69-83. Doi: <https://dx.doi.org/10.17993/3ctecno/2019.v8n2e30.68-83>
- González, S. (2020). *Análisis de la planeación en el departamento de tecnologías de información de Arkkosoft durante el segundo cuatrimestre del 2020* [Licenciatura en Administración de Empresas con énfasis en Gerencia, Universidad Internacional de las Américas, Costa Rica].
- Hernández, J. (2018). *Propuesta de rediseño de la cadena de suministros en la empresa Repuestos Remaq* [Bachillerato en Ingeniería Industrial, Universidad Internacional de las Américas, Costa Rica]. <http://opac.uia.ac.cr/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=4471>
- Hernández, R., y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativas, cualitativas y mixtas*. McGraw-Hill Interamericana Editores S.A.
- Herrera, R., y Fontalvo, T. (2021). *Seis sigma: Un enfoque práctico* [Archivo PDF]. <https://elibro.net/en/lc/bibliouia/titulos/71196>
- Jaya, A., Planche, P. y Guerra, R. (2018). El rediseño de procesos como herramienta de mejora. *Revista Eumednet*, (11), 4-15. [https://www.eumed.net/rev/oel/2018/11/redisenoprocesos-mejora.html#:~:text=El%20rediseño%20busca%20aumentar%20la,actual%20\(Bulboa%2C%202009\)](https://www.eumed.net/rev/oel/2018/11/redisenoprocesos-mejora.html#:~:text=El%20rediseño%20busca%20aumentar%20la,actual%20(Bulboa%2C%202009))
- Kendall, K., y Kendall, K. (2011). *Análisis y diseño de sistemas*. Perason Educación.
- Lefcovich, M. (2009). *Cambio rápido de herramientas y reducción en tiempos de preparación nueva y más amplia versión del SMED*. El Cid Editor.
- López, M. (2019). *Diseño de mejora para el proceso de planeación en Coca Cola Industrias* [Bachillerato en Ingeniería Industrial, Universidad Internacional de las Américas, Costa Rica]. <http://opac.uia.ac.cr/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=4689>
- Martínez Mayoral, M. A. y Morales Socuéllamos, J. (2022). *Lean Seis Sigma para la mejora de procesos*. Universidad Miguel Hernández. <https://books.google.es/books?id=jKVYEAAAQBAJ&lpg=PA7&ots=Yjr2P0aOlq&dq=Lean%20Seis%20Sigma%20para%20la%20mejora%20de%20procesos&lr&hl=es&pg=PA2#v=onepage&q=Lean%20Seis%20Sigma%20para%20la%20mejora%20de%20procesos&f=true>

- Medina, A., Nogueira, D., Hernández, A. y Comas, R. (2019). *Procedimiento para la gestión por procesos: métodos y herramientas de apoyo*. Ingeniere, revista chilena de ingeniería, 27(2). <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052019000200328>
- Monsalve, G. (2018). *Planificación de operaciones de manufactura y servicios*. Instituto Tecnológico Metropolitano. <https://elibro.net/es/lc/bibliouia/titulos/105644>
- Ochsenius R. (2019). *Mecanismos de control, mejora y calidad en la contratación pública*. Wolters Kluwer España. <https://elibro.net/es/lc/bibliouia/titulos/111651>
- Pérez, J. y Merino, M. (2014). *Rediseño - Qué es, definición y concepto*. Definición.de. <https://definicion.de/redisen/>
- Quesada Núñez, M., y Abarca Abarca, M. (2016). *Guía para la realización de Estudios de Cargas de Trabajo en las Instituciones cubiertas por el Régimen del Servicio Social*. Presidencia de la República, Dirección General de Servicio Civil. <http://www.dgsc.go.cr/documentos/desarrollo/Gu%C3%ADa-para-la-realizaci%C3%B3n-de-Estudios-de-Cargas-de-Trabajo-en-las-Instituciones-cubiertas-por-el-RSC.pdf>
- Real Academia Española. *Diccionario de la lengua española*, 23.^a ed., <https://dle.rae.es>
- Socconini, L. (2020). *Lean Six Sigma Green Belt*. Marge Books. <https://elibro.net/es/lc/bibliouia/titulos/172850>
- Socconini, L. (2021a). *Lean Six Sigma White Belt: aplica las herramientas que están transformando el mundo empresarial*. Marge Books. <https://elibro.net/es/lc/bibliouia/titulos/198577>
- Socconini, L. (2021b). *Lean Six Sigma Yellow Belt*. Marge Books. <https://elibro.net/es/lc/bibliouia/titulos/188715>
- Torres Hernández, Z. (2015). *Planeación y control*. Grupo Editorial Patria. <https://elibro.net/es/lc/bibliouia/titulos/39408>
- Vidal Rodríguez, S. M. (2007). Estrategia logística del justo a tiempo para crear ventajas competitivas en las organizaciones. *Prospectiva*, 5(1), 78-81. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=496251109013>

APÉNDICES

Tabla 37. Acuerdos de producción según capacidad y requerimientos por mes

FAMILY	REQ	Capacidad	Diferencia	Cantidad acordada
Fam3	600,000	900,000	-	600,000
Fam4	2,570,000	2,613,000	-30,000	2,600,000
Fam5	160,000	125,000	35,000	230,000
Fam3	1,300,000	1,300,000	-	1,300,000
Fam4	3,085,090	2,650,000	435,090	2,650,000
Fam5	355,000	250,000		250,000
Fam3	1,813,000	1,653,000	160,000	1,653,000
Fam4	3,296,000	2,650,000	646,000	2,650,000
Fam5	240,000	236,000	4,000	240,000
Fam3	2,165,000	1,500,000	665,000	1,500,000
Fam4	3,760,500	1,400,000	1,160,500	2,600,000
Fam5	352,576	220,000		300,000
Fam3	2,200,000	-	-	1,745,000
Fam4	3,073,012	2,600,000	-	3,000,000
Fam5	330,000	250,000	-	306,202

Nota: Base de datos San Francisco SA.

Figura 68. Cotización de segregación de componentes no conformes

QUOTATION

To: [Redacted]
Supply Chain: [Redacted]

Subject to: [Redacted]

Item	Descripción	Cantidad Pcs	Precio Unitario MXN	Subtotal MXN
1	Inspection of [Redacted]	160,000	\$ 0.3182	\$ 50,912.00
TOTAL MXN				\$ 50,912.00

Remarks:

- Cost in MXN, VAT 16% Not included.
- 100% Payment after invoice.

Thanks for your business

Nota: Base de datos San Francisco SA.

Figura 69. Órdenes por S.A.

Agreement	5500001682
Material	95904031
Last Transm.	00:00:00
Cum. Rec. Qty	53,861,927

C	Delivery Date	Scheduled Quantity	Time	F.
D	12/26/2017	20,153,626		1
D	12/22/2018	17,609,004		1
D	12/04/2019	15,701,235		1
D	04/15/2020	398,062		1

Nota: Base de datos San Francisco SA.

Tabla 38 Registro de órdenes adicionales debido a fallo de producción

Código	Cantidad	Razón de Orden adicional	Causa raíz	Razón de qty	Comentario
s2	22000	Se ingresa Código s2 por falla en Master Data del FG t2	Priorización de códigos	Solicitud de iniciativa	Se requiere colocar typo a la orden t2 del FG s2, por la hora en la que quedo la master data, ya no se podrá completar dentro de este día
t2	30000	Órdenes adicionales por FG nuevos en spiderbot	Priorización de códigos	Solicitud de iniciativa	Orden de M3 de código nuevo
G1	30000	Orden Adicional en Spiderbot	Priorización de códigos	Solicitud de iniciativa	Maquina con plan en plex del FG 80374650
r2	90000	Retraso en la entrega del volumen r2 Black- Debido a miss de cartuchos debido a que Mio no ha producido	Falta de component es	Recuperación	Se considera correr segundo turno del 17 Feb 23
r2	90000	Retraso en la entrega de volumen r2 black - Debido a miss de cartuchos debido a que Mio no ha producido	Falta de component es	Recuperación	Se considera correr segundo turno del 17 Feb 23
q2	23680	Arranque de línea por arribo de componentes- Falta de componentes	Falta de component es	Recuperación	Ya arribaron materiales y es importante arranque de línea
q2	19200	Arranque de línea por arribo de materiales, Falta de componentes	Falta de component es	Recuperación	Ya arribaron materiales y es importante arranque de línea
q2	23680	Llegada de materiales de Maq1 - Falta de componentes	Falta de component es	Recuperación	Orden adicional para volumen atrasado de Fam2 en maq1
r2	50000	Orden r2 Black para compensar eficiencia de línea- recuperación de línea debido al miss de cartuchos debido a que Mio no ha producido	Falta de component es	Recuperación	se requiere complementaria para compensar eficiencia de línea

Código	Cantidad	Razón de Orden adicional	Causa raíz	Razón de qty	Comentario
o2	80000	Cambio de color por falta de cartucho Negro, no lo envió Milenio	Falta de component es	Recuperación	Se termina el cartucho de black por falta de stock y se cambia para no perder capacidad
k2	15000	Falta de personal por fiestas patronales y se requiere recuperar órdenes	Ausentismo	Recuperación	Orden que no se realizó por falta de personal
p2	30000	Falta de personal por fiestas patronales	Ausentismo	Recuperación	se requiere completar órdenes faltantes por inasistencia de personal
p2	30000	Falta de personal por fiestas patronales	Ausentismo	Recuperación	se requiere completar órdenes faltantes por inasistencia de personal
M	15840	Falta de personal, se requiere recuperar volumen	Ausentismo	Recuperación	Falta de personal por fiestas patronales
m2	30000	Falta de personal, se requiere recuperar volumen	Ausentismo	Recuperación	Falta de personal por fiestas patronales
m2	30000	Falta de personal se requiere recuperar volumen	Ausentismo	Recuperación	Falta de personal por fiestas patronales
m2	15000	Falta de personal se requiere recuperar volumen	Ausentismo	Recuperación	Falta de personal por fiestas patronales
v2	29536	Falta de personal se requiere recuperar volumen	Ausentismo	Recuperación	Falta de personal por fiestas patronales
v2	12064	Falta de personal se requiere recuperar volumen	Ausentismo	Recuperación	Falta de personal por fiestas patronales
l2	4500	Demora en el surtido del JOB	Surtido tardío	Recuperación	Se requiere completar la orden por demora del surtido
o2	45000	Recuperación de Volumen por retraso en línea	Demora de producción	Recuperación	Demora de línea por habilidad de personal
o2	45000	Demora en Línea se requiere recuperar volumen	Demora de producción	Recuperación	Demora de Línea por habilidad de personal
l1	30000	Cambio en la secuencia	Fallo de secuenciación	Recuperación	Cambio en la secuencia

Código	Cantidad	Razón de Orden adicional	Causa raíz	Razón de qty	Comentario
q2	23680	Demora en línea por falla en estación de Logo	Falla de equipo	Recuperación	Demora de línea por falla en estación de Logo
q2	19200	Demora de línea por falla en estación de Logo	Falla de equipo	Recuperación	Demora de Línea por falla en estación de Logo
q2	23680	Recuperación del volumen mensual	Falta de componentes	Recuperación	Recuperar volumen mensual por retraso en componentes de Milenio
r2	21200	Cambio en la secuencia a Black	Fallo de secuenciación	Solicitud sin contemplarse en el plan	Cambio en la secuencia de Blue a Black Sincronización
r2	68800	Cambio en la secuencia de blue a black	Fallo de secuenciación	Solicitud sin contemplarse en el plan	Cambio en la secuencia de Blue a Black Sincronización
m2	30000	Órdenes que operan en segundo turno durante el proceso de cierre de mes	Cierre del mes	Solicitud sin contemplarse en el plan	Órdenes que operan en segundo turno durante el proceso de cierre de mes
m2	30000	Órdenes que operan en segundo turno durante el proceso de cierre de mes	Cierre del mes	Solicitud sin contemplarse en el plan	Órdenes que operan en segundo turno durante el proceso de cierre de mes
m2	15000	Órdenes que operan en segundo turno durante el proceso de cierre de mes	Cierre del mes	Solicitud sin contemplarse en el plan	Órdenes que operan en segundo turno durante el proceso de cierre de mes
G1	20000	Orden para correr en segundo turno durante el proceso de cierre de mes	Cierre del mes	Solicitud sin contemplarse en el plan	Orden para correr en segundo turno durante el proceso de cierre de mes
s2	30000	Retraso por cambio en la secuencia del FG 80375365	Priorización de códigos	Solicitud de iniciativa	Retraso por cambio en la secuencia del FG 80375365
t2	30000	cambio en la secuencia del FG t2	Priorización de códigos	Solicitud de iniciativa	cambio en la secuencia del FG t2 código crítico para NA
M	15840	Falta de personal en la semana del 20 al 26 Feb	Ausentismo	Recuperación	Falta de personal en la semana del 20 al 26 Feb
M	11880	Falta de personal en la semana del 20 al 26 Feb	Ausentismo	Recuperación	Falta de personal en la semana del 20 al 26 Feb

Código	Cantidad	Razón de Orden adicional	Causa raíz	Razón de qty	Comentario
q2	7680	Falla en estación de estacado en maq1 fam2, retraso en la línea			Falla en estación de estacado en Maq1 Fam2, retraso de línea
M	2640	Retraso por cambio de 612 a 510	Falta de component es	Recuperación	Demora por falta de cartucho de black-azul y cambio a Fam3
M	15840	Falta de personal del 20 al 26 febrero 23	Ausentismo	Recuperación	Falta de personal del 20 al 26 febrero por fiestas patronales
M	15840	Falta de personal semana de 20 al 26 Feb	Ausentismo	Recuperación	Falta de personal por fiestas patronales
n2	30000	Retraso de plan por falta de personal en fam2	Ausentismo	Recuperación	Falta de personal 1 de marzo 23
o2	90000	Cambio de Black a Blue por falta de cartucho	Falta de component es	Recuperación	Cambio por falta de cartucho Black
p2	30000	Recuperar volumen de órdenes del primero de marzo no completadas	Demora de producción	Recuperación	Recuperar volumen de órdenes del primero de marzo no completadas
p2	20000	Recuperar volumen por incumplimiento del 1 de Marzo	Demora de producción	Recuperación	Incumplimiento al plan del 1 de marzo recuperación de volumen
o2	90000	Orden de Azul para complemento de cartucho, y cambio a Negro	Falta de component es	Recuperación	Complemento de cartucho azul para cambio a Negro
p2	20000	Falla en secuenciación por órdenes adicionales en SAP	Fallo de secuenciación	Recuperación	Se incluyeron órdenes de fam3 para todo el fin de semana sin estar en plan
o2	90000	Demora en W2W el cual genera incumplimiento	Demora en W2W	Recuperación	Recuperación de volumen por demora en W2W
o2	50000	Demora en W2W el cual genera incumplimiento	Demora en W2W	Recuperación	Recuperación de volumen por demora en W2W
q2	16000	Demora en W2W el cual genera incumplimiento	Demora en W2W	Recuperación	Recuperación de volumen por demora en W2W

Código	Cantidad	Razón de Orden adicional	Causa raíz	Razón de qty	Comentario
r2	89000	Cambio de Azul a negro por falta de cartucho Negro	Falta de component es	Recuperación	Cambio por falta de cartucho
l1	20000	Cambio por ajuste de códigos críticos	Priorización de códigos	Recuperación	Cambio por acomodo de códigos críticos
o2	25000	Falta de Cartucho de r2 Black	Falta de component es	Recuperación	En espera del arribo de cartucho para Black, se contempla iniciar con Blue
o2	65000	Falta de cartucho de Black	Falta de component es	Recuperación	Falta de Cartucho de Black, se requiere ingresar a Blue
v2	12064	Se incluye personal adicional para recuperar volumen requerido por falta de materiales de la primera semana de Marzo	Falta de component es	Recuperación	Falta de materiales de la primera semana
v2	12064	Se incluye personal adicional para recuperar volumen requerido por falta de materiales de la primera semana de Marzo	Falta de component es	Recuperación	Recuperación por falta de materiales en la primera semana de marzo
q2	23680	Liberación de maquina por ATS CHAROLA maq1	ATS vencida	Recuperación	
v2	5408	Se incluye personal adicional para recuperar volumen requerido por falta de materiales de la primera semana de Marzo	Falta de component es	Recuperación	Se incluye personal adicional para recuperar volumen requerido por falta de materiales de la primera semana de Marzo
v2	12064	Overtime para recuperación de Susini por falta de materiales de la primera semana de marzo	Falta de component es	Recuperación	Overtime aprobado para recuperar volumen de susini
q2	18880	Falla de estación de Logo y pines en maq1	Falla de equipo	Recuperación	Falla en estación de Logo y pines, se requiere recuperar volumen

Código	Cantidad	Razón de Orden adicional	Causa raíz	Razón de qty	Comentario
r2	90000	Falta de Cartucho	Falta de component es	Recuperación	Por demoras en la entrega de cartucho, se requiere completar el volumen de Black
o2	90000	Orden requerida por falta de cartucho de Black y disminuir el riesgo de pérdida de volumen	Falta de component es	Recuperación	Orden requerida por falta de cartucho de Black y disminuir el riesgo de pérdida de volumen
l1	28000	Falta de cartucho para Spider, se ajusta plan	Falta de component es	Recuperación	Falta de cartucho para maqs
s2	27000	Falta de cartucho para maqs, se ajusta plan	Falta de component es	Recuperación	Falta de cartucho para Spider, se ajusta plan
t2	30000	Falta de cartucho para maqs, se ajusta plan	Falta de component es	Recuperación	Falta de cartucho para Spider, se ajusta plan
t2	12000	Falta de cartucho para Spider, se ajusta plan	Falta de component es	Recuperación	Falta de cartucho para Spider, se ajusta plan
v2	12064	Volumen a recuperar de Susa por falta de materiales en la primera semana de Marzo	Falta de component es	Recuperación	Volumen por recuperar de Susini por falta de materiales en la primera semana de Marzo
o2	90000	Aprobación de Excepción para correr Azul	Falta de component es	Recuperación	Falta de cartucho negro, se requiere minimizar el impacto y correr Blue
r2	35000	Falta de cartucho negro, el cual arriba durante la noche y se requiere recuperar volumen	Falta de component es	Recuperación	Falta de cartucho negro, el cual arriba durante la noche y se requiere recuperar volumen
u2	30000	Falta de cartucho de J	Falta de component es	Recuperación	Falta de cartucho de J
r2	1200	Arribo de Cartucho y se requiere recuperar volumen	Falta de component es	Recuperación	Arribo de Cartucho y se requiere recuperar volumen
r2	30000	Arribo de Cartucho y se requiere recuperar volumen	Falta de component es	Recuperación	Arribo de Cartucho y se requiere recuperar volumen

Código	Cantidad	Razón de Orden adicional	Causa raíz	Razón de qty	Comentario
r2	90000	Arribo de Cartucho y se requiere recuperar volumen	Falta de component es	Recuperación	Arribo de Cartucho y se requiere recuperar volumen
r2	30000	Arribo de cartucho de Black, se requiere recuperar volumen perdido	Falta de component es	Recuperación	Arribo de cartucho de Black, se requiere recuperar volumen perdido
r2	30000	Arribo de cartucho de Black, se requiere recuperar volumen perdido	Falta de component es	Recuperación	Arribo de cartucho de Black, se requiere recuperar volumen perdido
r2	30000	Por arribó de cartucho Black se requiere recuperar producción	Falta de component es	Recuperación	Por arribó de cartucho Black se requiere recuperar producción
r2	90000	Por arribó de cartucho Black se requiere recuperar producción	Falta de component es	Recuperación	Por arribó de cartucho Black se requiere recuperar producción
o2	90000	Se termina inventario de cartucho Negro y se incluye Azul para mitigar perdida de volumen	Falta de component es	Recuperación	Se termina inventario de cartucho Negro y se incluye Azul para mitigar perdida de volumen
M	15840	Corto circuito en subestación	Falla Eléctrica	Recuperación	Falla en Subestación eléctrica
M	11880	Corto circuito en subestación	Falla Eléctrica	Recuperación	Falla en Subestación Eléctrica
u2	30000	Corto circuito en subestación	Falla Eléctrica	Recuperación	Falla en Subestación Eléctrica
o2	55800	Arribo de cartucho black se requiere recuperar volumen	Falta de component es	Recuperación	Arribo de cartucho BLACK se requiere recuperar volumen
r2	90000	Arribo de cartucho black se requiere recuperar volumen	Falta de component es	Recuperación	Arribo de cartucho black se requiere recuperar volumen
w2	19200	Corto circuito en Subestación	Falla Eléctrica	Recuperación	Corto Circuito
w2	23680	Corto Circuito en Subestación	Falla Eléctrica	Recuperación	Corto Circuito
r2	30000	Arribo de cartucho y se requiere recuperar volumen	Falta de component es	Recuperación	Arribo de cartucho y se requiere recuperar volumen

Código	Cantidad	Razón de Orden adicional	Causa raíz	Razón de qty	Comentario
r2	60000	Arribo de cartucho se requiere recuperar volumen	Falta de component es	Recuperación	Arribo de cartucho se requiere recuperar volumen

Nota: Base de datos San Francisco SA.