

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

FACULTAD DE INGENIERÍA

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS DE POSGRADO

Implementación de sistemas de control para la gestión de cambios de ingeniería en la introducción de nuevas partes en un vehículo eléctrico de lujo para una planta automotriz en EE. UU.

T E S I S

Que para obtener el grado de:

Maestra en Planeación Estratégica e Innovación

Presenta:

Ing. Angélica María Zapata Banda

Asesor:

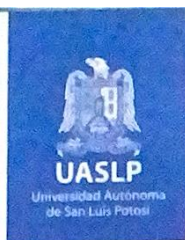
Dra. Dora Erika Espericueta González

Co-Asesor:

M.A. Paula Marisol Lara Salazar

San Luis Potosí, S. L. P.

Noviembre 2025



17 de julio de 2025

**ING. ANGÉLICA MARÍA ZAPATA BANDA
P R E S E N T E.**

En atención a su solicitud de Temario, presentada por la **Dra. Dora Erika Espericueta González y M.A. Paula Marisol Lara Salazar**, Asesora y Coasesora de la Tesis que desarrollará Usted, con el objeto de obtener el Grado de **Maestro en Planeación Estratégica e Innovación**, me es grato comunicarle que en la sesión del H. Consejo Técnico Consultivo celebrada el día 17 de julio del presente año, fue aprobado el Temario propuesto:

TEMARIO:

"Implementación de sistemas de control para la gestión de cambios de ingeniería en la introducción de nuevas partes en un vehículo eléctrico de lujo para una planta automotriz en EE.UU"

Introducción.

1. Contexto de la industria automotriz y su dinamismo tecnológico.
2. Metodología de la investigación a los sistemas de ingeniería de materiales productivos.
3. Diseño e implementación del sistema de gestión de cambios de ingeniería.
4. Análisis de resultados de la implementación de los sistemas de gestión de materiales productivos.

Conclusiones

Referencias

"MODOS ET CUNCTARUM RERUM MENSURAS AUDEBO"

A T E N T A M E N T E

DR. EMILIO JORGE GONZÁLEZ GALVÁN
DIRECTOR



www.uaslp.mx

Av. Manuel Nava 8
Zona Universitaria • CP 78290
San Luis Potosí, S.L.P.
tel: (444) 826 2330 al39
fax: (444) 826 2336

Ccp. Archivo
-bvlg

"1945-2025: 80 años formando profesionales de la Ingeniería en beneficio de la sociedad"



UASLP
Universidad Autónoma
de San Luis Potosí



FACULTAD DE
INGENIERÍA



CENTRO DE
**INVESTIGACIÓN
Y ESTUDIOS
DE POSGRADO**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

FACULTAD DE INGENIERÍA

Área de Investigación y Estudios de Posgrado

D E C L A R A C I O N

El presente trabajo que lleva por título:

“Implementación de sistemas de control para la gestión de cambios de ingeniería en la introducción de nuevas partes en un vehículo eléctrico de lujo para una planta automotriz en EE. UU.”

se realizó en el periodo Enero de 2023 a Agosto de 2025 bajo la dirección de la Dra. Dora Erika Espericueta González y de la M.A. Paula Marisol Lara Salazar

Originalidad

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

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

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

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

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

El autor del trabajo escrito, Angelica Maria Zapata Banda

DEDICATORIA

Llena de alegría, emoción, esperanza y amor, dedico este trabajo a cada uno de mis seres queridos, quienes han sido parte importante de mi crecimiento personal y profesional y por supuesto mis pilares para seguir en busca de mis sueños profesionales.

En especial, esta tesis está dedicada a la memoria de mi papa el Sr. Juan Antonio Zapata Galván, quién me apoyo incondicionalmente para continuar con mis estudios, quien siempre me motivo a luchar por mis metas y fue siempre para mí un ejemplo a seguir. Gracias por haber sido un padre excelente y por ayudarme a crecer, por amarme, por haber estado siempre, pero sobre todo gracias por nunca cortarme las alas. Te amo.

Así mismo, dedico este logro a mi madre la Sra. María Angélica Banda Pérez quien influyo en gran medida para ayudarme a culminar este proyecto y que ha estado a mi lado en todo momento para otorgarme sus palabras, respaldo, energía e inspiración para continuar con mis estudios de posgrado, por lo que le estaré agradecida infinitamente.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, gracias a Dios por iluminar mi camino en todo momento, por guiarme en el transcurso de mi vida, por brindarme grandes oportunidades y sabiduría para culminar con éxito mis metas y sueños. Quiero extender mi agradecimiento a mi familia, en particular a Estefanía, Sofía y a mi hermano Antonio, por ser mi principal soporte para seguir creciendo, por haberme apoyado y hacerme sentir querida a pesar de la distancia.

Este proyecto ha contado con la aportación de grandes personas quienes me motivaron en cada momento para culminar con éxito la realización de este trabajo. Quiero expresar mi gratitud a la Dra. Dora Erika Espericueta y a la Mtra. Marisol Lara, mis asesoras, por su sabiduría, soporte y entusiasmo en la transmisión de sus conocimientos y por servir como guía en el desarrollo de esta tesis.

De igual modo, quiero agradecer a mis sinodales, por su valiosa retroalimentación en cada etapa, por sus consejos, recomendaciones y por motivarme continuamente con retos a lo largo del proceso de este proyecto.

Agradezco profundamente a la Universidad Autónoma de San Luis Potosí por otorgarme la oportunidad de pertenecer a esta gran institución, de poder seguir desarrollándome y preparándome. Asimismo, quiero agradecer a mis catedráticos y coordinadores del posgrado de la maestría “Planeación Estratégica e Innovación” por compartir sus conocimientos.

Finalmente, deseo agradecer a todas las personas que colaboraron en el desarrollo de este trabajo, en especial a la compañía en estudio que me brindo la oportunidad de implementar un nuevo sistema a los procesos de cambios de ingeniería y poder demostrar como la planeación estratégica es parte fundamental para innovar y crecer como empresa.

Angélica María Zapata Banda

SIGLARIO

ADAS	Asistencia Avanzada al Conductor (<i>del inglés Advanced driver-assistance systems</i>)
BOM	Lista de Materiales (<i>del inglés Bill of Materials</i>)
BOP	Lista de proceso (<i>del inglés Bill of process</i>)
CAD	Diseño Asistido por Computadora (<i>del inglés Computer-aided design</i>)
CEO	Director Ejecutivo (<i>del inglés Chief Executive Officer</i>)
CV	Constante de Velocidad (<i>del inglés Constant Velocity</i>)
DRE	Ingeniero de Diseño (<i>del inglés Design Engineer</i>)
ECC	Ingeniería de Control de Cambios (<i>del inglés Engineering Change Control</i>)
ECM	Gestión de cambios de ingeniería (<i>del inglés Engineering Change Management</i>)
EDI	Fecha de Inicio de Efectividad (<i>del inglés Effectivity Date In</i>)
EDO	Fecha de Fin de Efectividad (<i>del inglés Effectivity Date Out</i>)
ECR	Requerimiento de cambio de ingeniería (<i>del inglés Engineering Change Request</i>)
ETA	Tiempo estimado de llegada (<i>del inglés Estimated Time Arrival</i>)
EE. UU.	Estados Unidos (<i>United States</i>)
EWM	Administración extendida del Almacén (<i>del inglés Extended Warehouse Management</i>)
FOT	Prueba del Primer Herramental (<i>del inglés First of tooling</i>)
GSM	Gerente de Cadena de Suministro (<i>del inglés Global Supply Change</i>)
IM	Administración del Inventario (<i>del inglés Warehouse Management</i>)
LOG	Logística (<i>Logistics</i>)
MBOM	Lista de Materiales de Manufactura (<i>del inglés Manufacturing Bill of Materials</i>)
ME	Ingeniería de Manufactura (<i>del inglés Manufacturing Engineering</i>)
MFE	Ingeniero de flujo de Materiales (<i>del inglés Material Flow Engineer</i>)
NPI	Introducción de nuevos productos (<i>del inglés New Product Introduction</i>)
MP	Planeación de Materiales (<i>del inglés Material Planning</i>)
MM	Master Data
MX	México

PFEP	Plan para cada parte (<i>del inglés Plan For Every Part</i>)
PKG	Ingeniería de Empaque (<i>del inglés Packaging Engineering</i>)
PPAP	Proceso de aprobación de partes productivas (<i>del inglés Production Part Approval Process</i>)
PO	Orden de Compra (<i>del inglés Purchase orden</i>)
OEM	Fabricante de Equipo Original (<i>del inglés Original Equipment Manufacturer</i>)
SA	Acuerdo de Entregas (<i>del inglés Scheduling Agreement</i>)
SAP	Sistema de Aplicaciones y Productos (<i>del inglés Systems Applications and Products</i>)
SIPOC	Proveedores, Entradas, Proceso, Salidas y Clientes (<i>del inglés SIPOC diagram</i>)
SOP	Inicio del proceso (<i>del inglés Start of process</i>)
SQE	Ingeniero de calidad de proveedores (<i>del inglés Supplier Quality Engineering</i>)
TPM	Líder de Ingeniería (<i>del inglés Technical Product Manager</i>)
VIN	Número de Identificación del Vehículo (<i>del inglés Vehicle Identificación Number</i>)

RESUMEN

Este proyecto se enfoca en mejorar la eficiencia en la introducción de nuevas partes productivas en un vehículo eléctrico de lujo. Su objetivo principal es implementar un sistema de control mediante indicadores que permitan monitorear el estado de los cambios de ingeniería, facilitando la planificación y detección oportuna de retrasos dentro de una de las industrias más importantes, como lo es la industria automotriz.

Para ello, se desarrolló un proceso de gestión de cambios en la plataforma JIRA, denominado Engineering Change Management (ECM). Este proceso clasifica los cambios por tipo de componente (interiores, exteriores, eléctricos, ADAS, motores, etiquetas, seguridad, etc.), brindando visibilidad total del estatus de cada cambio, desde su aprobación hasta su introducción en la línea de producción.

Tras 15 semanas de implementación, se logró una mejora del 45% en el seguimiento de cambios de ingeniería. El sistema permitió registrar, planear, posponer e implementar eficientemente las operaciones necesarias para la implementación nuevos números de parte. Además, se identificaron factores que afectaban la introducción de cambios, como el retraso en el proceso PPAP (23 semanas en lugar de 18), lo que permitió tomar acciones correctivas.

Finalmente, se observó una alta eficiencia en el cierre de los requerimientos de cambio (ECR), con un cumplimiento del 80% según el plan establecido, destacando la importancia de mejorar los procesos operativos y logísticos en la manufactura automotriz.

Palabras Clave: Industria Automotriz, Cambios de ingeniería, Sistemas de gestión, Operaciones.

ABSTRACT

This project focuses on improving efficiency in the introduction of new production parts in a luxury electric vehicle. Its main objective is to implement a control system using indicators that allow monitoring the status of engineering changes, facilitating planning and timely detection of delays within one of the most important industries: the automotive industry.

To this end, a change management process called Engineering Change Management (ECM) was developed in the JIRA platform. This process classifies changes by component type (interior, exterior, electrical, ADAS, motors, labels, safety, etc.), providing full visibility into the status of each change, from approval to introduction into the production line.

After 15 weeks of implementation, a 45% improvement in engineering change tracking was achieved. The system made it possible to efficiently record, plan, postpone, and implement the operations necessary for the implementation of new part numbers. In addition, factors affecting the introduction of changes were identified, such as the delay in the PPAP process (23 weeks instead of 18), which allowed for corrective action.

Finally, high efficiency was observed in the completion of change requests (ECRs), with 80% compliance according to the established plan, highlighting the importance of improving operational and logistical processes in automotive manufacturing.

Keywords: Automotive Industry, Engineering changes, Management systems, Operations.

INDICE

Introducción	14
Capítulo 1. Contexto de la industria automotriz y su dinamismo tecnológico	17
1.1 Descripción del problema	17
1.2 Justificación del Problema	20
1.3 Alcance	21
1.4 Delimitaciones	22
1.4.1 Delimitaciones generales:	22
1.5 Pregunta de Investigación	22
1.6 Preguntas particulares	23
1.7 Objetivos del proyecto de investigación	23
1.8 Hipótesis	23
1.9 Principales Variables, Objetivos e Indicadores.....	24
1.10 Marco Teórico.....	27
1.11 Bases Teóricas	27
1.11 Cambios de ingeniería.....	28
1.12 Generación de cambios de ingeniería	30
1.13 Sistemas de gestión	31
1.13.1 Importancia de los sistemas de gestión	32
1.14 Entorno web Intranet y Extranet	33
1.14.1 Software JIRA.....	35
1.15 Gestión y seguimiento de incidencias	36
Capítulo 2. Metodología de la Investigación a los sistemas de ingeniería de materiales productivos.....	37
2.1 Tipo de investigación.....	37
2.1.1 Diseño de investigación	38
2.2 Población y muestra.....	43
2.2.1 Población del proyecto.....	43
2.2.2 Muestra para la realización de las entrevistas	44
2.3 Técnicas e instrumentos de obtención y análisis de la información.	45
2.3.1 Técnica de obtención de datos del proyecto	45
2.3.2 Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos.....	45
2.4. Diagnóstico del área de estudio	46

2.4.1 Descripción del proceso de cambios de ingeniería de material productivo.	46
2.4.2 Mapeo del proceso	47
2.5 Recursos utilizados en el proceso de cambios de ingeniería de material productivo.....	49
2.6 Análisis del problema	50
Capítulo 3. Diseño e implementación del sistema de gestión de cambios de ingeniería	52
3.1 Implementación del sistema de gestión de cambios de ingeniería.....	52
3.2 Diagrama de flujo de subtarear.....	59
3.3 Estatus de tareas	60
3.4 Desarrollo del Sistema de gestión de Cambios de Ingeniería “ECM”	75
Capítulo 4: Análisis de resultados del sistema de gestión de materiales productivos.....	87
4.1 Evaluación de los resultados.....	87
4.2 Presentación de resultados	87
4.3 Objetivos del Proyecto ECM- Dashboard NPI:	87
4.4 Interpretación de resultados	91
4.6 Validez de los resultados.	94
Conclusiones	96
Referencias.....	99

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Porcentaje de requerimientos de cambios de ingeniería por componentes.....	18
Figura 2. Estado actual de los Cambios de Ingeniería	19
Figura 3. Flujo del proceso de los requerimientos de ingeniería.	19
Figura 4. Locación del Top 100 de proveedores en EUA (2015).....	27
Figura 5. Ubicación de plantas automotrices en EU y MX.	28
Figura 6. Características del Intranet	34
Figura 7. Características del Extranet	35
Figura 8. Esquema metodológico de la investigación.....	38
Figura 9. Esquema metodológico de la investigación.....	40
Figura 10. Representación de la población por tipo de componentes.	43
Figura 11. Departamentos involucrados en la implementación de un nuevo número de parte.....	47
Figura 12. Transición de un cambio aprobado al equipo de NPI.....	48
Figura 13. Áreas relacionadas con el equipo de NPI	48
Figura 14. Diagrama de Ishikawa del retraso de la implementación de los ECRs	51
Figura 15. “Evidencia de propuesta de sistema de gestión de cambios de ingeniería”.....	53
Figura 16. Diagrama de Tareas y Subtareas por ECM.....	54
Figura 17. Diagrama de flujo por ECM	59
Figura 18. Subtareas del sistema: ECM.....	60
Figura 19. Vista de subtarea de creación del banco de material	83
Figura 20. Instrucciones de trabajo de sistemas multifuncionales.....	83
Figura 21. Cierre de subtarea 11 del sistema ECM.....	84
Figura 22. Sistema de Gestión de cambios de Ingeniería (ECM)	85
Figura 23. Nivel de progreso de subtareas	86
Figura 24. Contador de tiempo por subtarea	86
Figura 25. Buscador de números de parte.....	88
Figura 26. Tablero del proyecto de ECM	88
Figura 27. Desarrollo de subtareas por NPI.....	89
Figura 28. Estado actual de los ECRs después del sistema de gestión de cambios	90
Figura 29. Encuesta general de satisfacción del sistema de gestión de cambios de ingeniería.....	92
Figura 30. Complejidad del sistema ECM	92
Figura 31. Identificación del estatus del ECR	93
Figura 32. Formula de Alfa de Cronbach	94
Figura 33. Cierre de ECR antes y después de la implementación del sistema de gestión de cambios de ingeniería.....	95

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variable e Indicadores del proyecto..	25
Tabla 2. Características del enfoque cuantitativo.	37
Tabla 3. Sistemas utilizados en el proceso de cambios de ingeniería.	50
Tabla 4. Estructura del Sistema de gestión de cambios de ingeniería.	62
Tabla 5. Diagrama EPS de asignación del GSM.	63
Tabla 6. Diagrama EPS de actualización del master data.	63
Tabla 7. Actualización de planeador de materiales en SAP.	64
Tabla 8. Nuevos números de parte en MBOM.	64
Tabla 9. Asignación de ingeniero de NPI al nuevo número de parte	65
Tabla 10. PPAP procedimiento.	65
Tabla 11. Proceso de orden de compra.	66
Tabla 12. Transferencia de datos CAD.	66
Tabla 13. Generación de orden de Compra en SAP.	67
Tabla 14. Aprobación del PPAP	67
Tabla 15. Estimación del banco de material.	68
Tabla 16. Generación de demanda a través del sistema de EDI.	68
Tabla 17. Estatus de nuevas herramientas	69
Tabla 18. Nuevos números de parte en MBOM.	69
Tabla 19. Proceso de confirmación de ETA.	70
Tabla 20. Incorporación de nuevas revisiones al master data.	70
Tabla 21. Pruebas de producción del nuevo número de parte.	71
Tabla 22. Actualización del empaque del material nuevo.	72
Tabla 23. Certificación del PPAP.	72
Tabla 24. Proceso de notificación del cambio de Ingeniería	72
Tabla 25. Actualización del Kanban.	73
Tabla 26. actualización del master data.	73
Tabla 27. Actualización del BOP.	74
Tabla 28. Subtareas del Sistema de gestión de cambios de ingeniería	82
Tabla 29. Valores de los coeficientes de alfa de Cronbach	95

Introducción

De acuerdo con la información proporcionada por el director general de la Industria Nacional de Autopartes (INA), Gabriel Padilla Maya (2024), el sector automotriz se ha consolidado como un pilar fundamental de la economía global, con una presencia significativa en países como China, Alemania, Estados Unidos y México. En su constante evolución, impulsada por la innovación tecnológica, la rapidez en los tiempos de entrega y la adaptación a las preferencias cambiantes del mercado, la industria automotriz requiere que sus líderes empresariales, como los CEO, prioricen la competitividad y el crecimiento sostenible. Estos factores se han convertido en elementos estratégicos para asegurar la relevancia de las compañías en un mercado cada vez más dinámico y exigente

Dentro de este contexto, la trazabilidad de partes en las plantas automotrices representa un proceso esencial para garantizar la calidad y el control en la fabricación de vehículos. Documentar cada componente instalado permite no solo mantener un historial preciso de los cambios realizados, sino también optimizar los tiempos de producción y mejorar la eficiencia en los procesos de ingeniería. Sin embargo, uno de los desafíos más persistentes en la industria es el manejo eficiente de la información, especialmente aquella que debe estar disponible en tiempo real para facilitar la toma de decisiones y la mejora continua.

En particular, la gestión de materiales productivos ya sea para la actualización de modelos, el lanzamiento de nuevas gamas de vehículos o la mejora de componentes existentes, se requiere la recopilación de muchos datos detallados que permitan ejecutar estos cambios de manera efectiva. Cada empresa se encarga de manejar distintos niveles de información, según sus procesos internos, lo que genera una variabilidad en los datos registrados. Entre los más comunes se encuentran:

Nombre de los fabricantes/proveedores

- Fecha de producción de los componentes.
- Origen del material indirecto.
- Fecha fabricación del componente.
- Hora de producción del componente.
- Fecha de término del PPAP.
- Número de parte.
- Descripción del material.
- Serie del componente fabricado.
- Materiales indirectos utilizados (tornillos, sellos, adhesivos, entre otros).
- Fecha de caducidad (si aplica).

Aunque esta información puede integrarse en sistemas ERP (Enterprise Resource Planning), dichos sistemas suelen limitarse a mostrar los componentes recibidos, sin ofrecer visibilidad completa sobre la liberación de nuevos números de parte. Por ello, el propósito principal de este

trabajo es desarrollar un sistema automatizado de trazabilidad y de visibilidad para la gestión de cambios de ingeniería, que permita registrar, revisar y validar con precisión la liberación de nuevos materiales antes de su implementación en los procesos productivos.

La visualización detallada de esta información es crucial para conocer los tiempos de entrega de los proveedores, los costos asociados, la vigencia de los componentes y el inventario requerido en los centros de servicio. Además, contribuye a mejorar la efectividad del control de cambios y a identificar posibles brechas en el proceso, lo que a su vez fortalece la toma de decisiones y la eficiencia operativa en toda la cadena de valor automotriz.

TABLA DE CONTENIDO

El presente trabajo de investigación reside en el planteamiento de un sistema de control al proceso de cambios de ingeniería en el departamento de implementación de nuevos productos de una compañía automotriz, donde se ensambla un vehículo de lujo tipo eléctrico desde el año 2020, al ser una compañía relativamente nueva en el mercado, el número de implementación de nuevos cambios en las partes productivas ha llegado a ser un tema importante en la compañía debido a que se debe cumplir en tiempo y forma con la implementación de los materiales con el fin de entregar el vehículo al cliente en el plazo definido y la empresa llegue a posicionarse como una de las mejores dentro de la industria automotriz.

Para el efecto de este trabajo, se estructuró el contenido de la investigación en seis capítulos, los cuales se presentan a continuación:

- **Capítulo 1. Contexto de la industria automotriz y su dinamismo tecnológico:** Se Presentación del problema y justificación. Se describen los planteamientos teóricos sobre el tema a tratar, se describe donde se expusieron los principales criterios acerca de las variables del estudio correspondientes al modelo logístico, estas descripciones ayudan al lector a tener una mejor comprensión del trabajo.
- **Capítulo 2. Metodología de la Investigación a los sistemas de ingeniería de materiales productivos:** Se detallan los métodos, tipos y modalidades de investigación, así como la determinación de la muestra poblacional mediante la aplicación de criterios estadísticos, para destacar los principales problemas encontrados en la compañía, obteniendo como resultado la causa raíz de los hallazgos identificados y los motivos suficientes para implementar los sistemas de control logísticos.
- **Capítulo 3. Diseño e implementación del sistema de gestión de cambios de ingeniería:** Descripción de los procesos de preparación y propuesta de mejora. Se establece la documentación del proceso, la recolección de los antecedentes de los últimos 6 meses con respecto al objeto de estudio y la narración del enfoque central del proyecto de investigación y se plantea el análisis de los datos recabados, se identifican las causas raíz de los problemas encontrados y se trabaja con acciones correctivas para evitar desviaciones.
- **Capítulo 4. Análisis de resultados del sistema de gestión de materiales productivos:** Se disponen de los hallazgos encontrados de los resultados de las acciones correctivas y de la implementación de la herramienta que apoya al control del proceso de creación de reclamos hasta su cierre.

Capítulo 1. Contexto de la industria automotriz y su dinamismo tecnológico

El proyecto en curso enfoca su estudio en una nueva empresa de vehículos eléctricos que también suministra baterías a la serie de carreras de Fórmula E. fundada en 2007 con sede en California, Estados Unidos. Inicialmente esta compañía se dedicó a la producción en baja escala de baterías eléctricas para compañías de vehículos eléctricos, pero a finales del 2013 e inicios del 2014, se inició a fabricar el ejemplar de un auto totalmente eléctrico compuesto de acero y aleaciones de aluminio y no hasta diciembre del 2016 que fue presentado.

Con el paso del tiempo y muchas actualizaciones al prototipo inicial, la compañía inicio las primeras entregas del vehículo a finales del año 2021, cabe mencionar que el auto de lujo eléctrico mencionado tiene un motor frontal de 430 CV y otro motor trasero de 680 CV, en su versión sencilla, pero existen modelos de más alta gama donde se pueden alcanzar hasta 1234 CV (3 motores). Otro aspecto importante por mencionar es que se calcula que la compañía empleará hasta 6,800 trabajadores para finales del 2024, con una capacidad de construir entre 90,000 a 120,000 coches al año, sin contar con la expansión de un segundo turno.

Actualmente se cuenta con un primer modelo, un sedán de lujo con techo de cristal que lo hace sentir aún más espacioso y mejora la visibilidad hacia el exterior. La consola central delantera del auto brinda un generoso espacio de almacenamiento detrás de la pantalla táctil inferior retráctil y dentro del gran compartimento de la consola central que alberga un conjunto de portavasos y ranuras para colocar un teléfono inteligente.

El auto de la compañía debutó el año 2021 siendo un auto que generó revuelo en la industria. Ya que la potencia de este con más de 8,000 caballos de fuerza, así como el alcance máximo potencial: más de 500 millas con una carga completa.

Exige que al ensamblar este tipo de autos con todas estas características se debe trabajar con un gran número de partes que van cambiando de manera veloz con todos los avances tecnológicos y al ser una compañía tan nueva es necesario registrar y contar con procesos eficientes que permitan tener completa visibilidad de los cambios de número de partes, por lo cual se propone la implementación de un sistema de gestión a los cambios de ingeniería de la compañía, que diera como resultado una entrega puntual al cliente.

1.1 Descripción del problema

Al ser una compañía relativamente nueva, la empresa en estudio tiene un elevado número de requerimientos de cambios de ingeniería (ECR) para los distintos componentes. Es de vital importancia llevar un seguimiento de la introducción de los materiales porque esto permite introducir los nuevos números de parte a tiempo, ya que hay cambios que se deben implementar

tan pronto como sea posible, por ejemplo, algún cambio que implique un tema de seguridad o alguna parte crucial que podría poner en riesgo al usuario.

Durante el último año fueron registrados 1088 requerimientos de cambios de ingeniería, que impactaron a distintos componentes del auto, tales como: Sistemas de audio y luces, asientos, componentes de seguridad, suspensión del auto, entre otros (véase en la **Figura 1**).

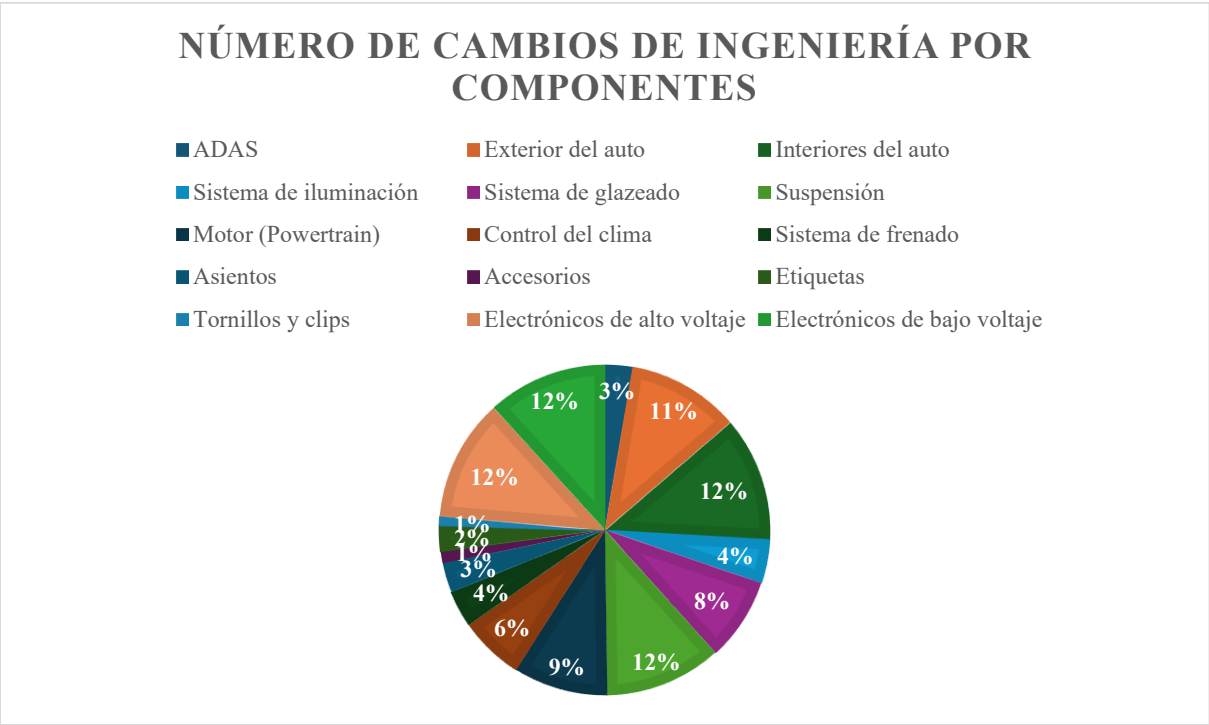


Figura 1. Porcentaje de requerimientos de cambios de ingeniería por componentes. Figura: Fuente propia

Como se ve en la **Figura 2**, contar con un elevado número de cambios de ingeniería ha sido un reto para el equipo de Introducción de Nuevos Productos (NPI, por sus siglas en inglés) de la empresa, ya que los ECR se encuentran en distintas etapas de la implementación (cambios implementados, cambios de ingeniería por aprobar y cambios de partes productivas en proceso).

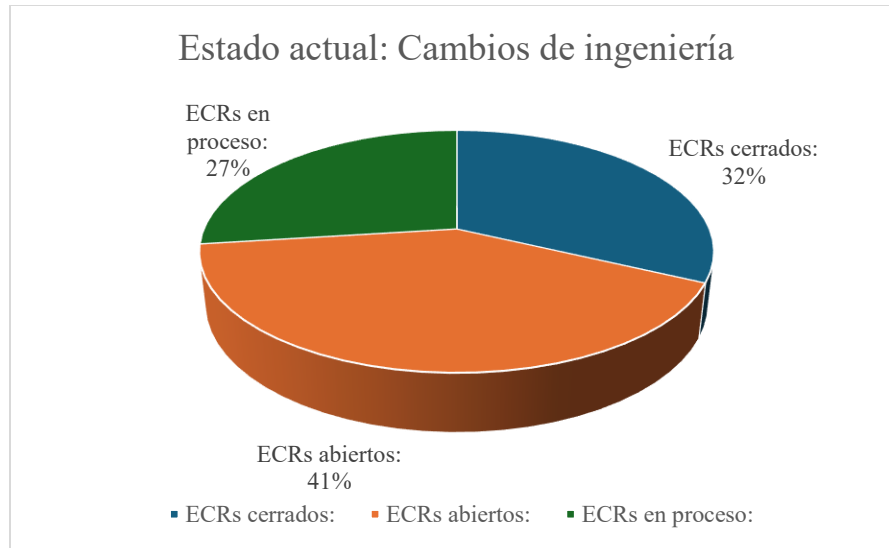


Figura 2. Estado actual de los Cambios de Ingeniería Fuente: Fuente propia

Otro factor importante es el número de integrantes del equipo de NPI, ya que actualmente el grupo cuenta con solo 5 ingenieros responsables de la implementación de las partes productivas, los integrantes del equipo, tienen a cargo la planeación entera desde que el cambio al número de parte ha sido aprobado hasta que el material es usado por primera vez en la línea, así como la documentación del primer vehículo donde fue ensamblado el material, con el fin de entender mejor el proceso, se presenta a continuación el flujo de proceso del equipo de Introducción de Nuevos Productos, véase en **Figura 3**.

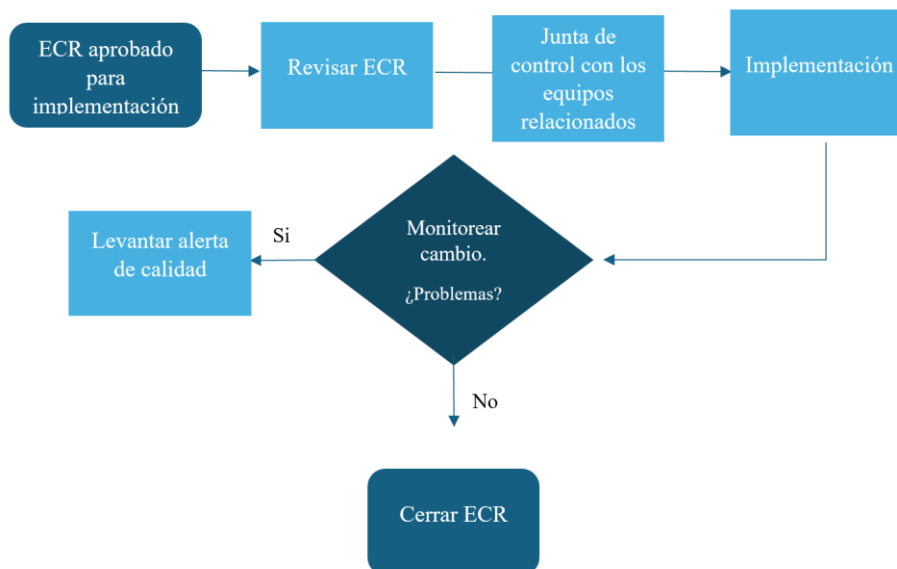


Figura 3. Flujo del proceso de los requerimientos de ingeniería. Fuente: Elaboración propia.

En un mundo ideal, la introducción de nuevas partes resulta ser un proceso sencillo, sin embargo, en la práctica las actividades a desarrollar toman un largo tiempo en ser completadas, hay muchos factores que pueden llegar a retrasar las tareas y esto ocasiona que la siguiente actividad no se lleve a cabo. El no contar con un sistema de gestión para los cambios logra generar problemas de falta de seguimiento, de visibilidad del estatus actual de los materiales, del desconocimiento por parte de los equipos relacionados con la implantación de los nuevos productos, entre otros.

Existen casos genéricos con respecto al retraso en la implementación de los nuevos números de partes, estos se enlistan a continuación:

1. No se conoce el estatus actual del material.
2. Las partes relacionadas con la introducción del material no dan seguimiento a sus actividades.
3. Existe exceso de Inventario.
4. Faltan aprobaciones de finanzas, logística, calidad, etc.

La situación del retraso de la introducción de los nuevos números debido a los problemas mencionados anteriormente ha sido el motivo y el punto de partida para llevar a cabo el presente Proyecto, cuya finalidad es implementar un sistema de gestión operativo fundamentado en una técnica de automatización del proceso de las actividades a realizar, de tal manera que permita registrar, controlar y aumentar el número de requerimientos de cambios de ingeniería por parte del equipo de NPI.

1.2 Justificación del Problema

El presente estudio se enfoca en las actividades relacionadas con la introducción de un nuevo número de parte de material productivo a la línea de producción. Se propone la implementación de un sistema de gestión que permita obtener una trazabilidad integral de los cambios de ingeniería pendientes, evaluar las actividades involucradas en su aprobación y establecer indicadores clave a través de la visualización de información actualizada.

Aunque la empresa cuenta con el software JIRA para la gestión de cambios de ingeniería, su aplicación no ha sido plenamente efectiva debido a la falta de un sistema previo robusto que permita una integración óptima entre los departamentos y una gestión clara de los cambios. Sin un sistema previo bien establecido, el uso del software se ve limitado, lo que afecta la capacidad de registrar, controlar y monitorear adecuadamente los nuevos números de parte en la línea de producción. De esta manera, el software, en lugar de solucionar los problemas, ha evidenciado la necesidad de optimizar los procesos internos que le proceden para que pueda ser plenamente aprovechado.

Por lo tanto, este estudio justifica la implementación de un sistema complementario que no solo aumenta la eficiencia del departamento de introducción de nuevas partes, sino que también permite

al software gestionar de manera efectiva los procesos. Al mejorar la estructura operativa previa, se lograría una visibilidad completa sobre el estado de los cambios de ingeniería, permitiendo revisar su estatus en cualquier momento y optimizando el flujo de trabajo entre las áreas involucradas.

Finalmente, la ejecución de este sistema aseguraría la capacidad de detectar factores que retrasen la introducción de cambios, como demoras moran aprobaciones de finanzas, logística o calidad. Se pretende que, al combinar un nuevo sistema de gestión eficiente con el software JIRA, se aumente la eficiencia del equipo, logrando cerrar el mayor número de cambios de ingeniería en los tiempos previstos y evitando retrasos en la cadena de operaciones.

Este proyecto permitirá aplicar los conocimientos adquiridos en planeación estratégica e innovación, desarrollados a lo largo de la maestría, con el objetivo de implementar un sistema que brinde soluciones a los problemas operativos y logísticos actuales. Además, ofrecerá oportunidades de mejora en la gestión de cambios de ingeniería en la empresa estudiada, alineando los recursos tecnológicos y operativos para optimizar su uso y maximizar sus beneficios.

1.3 Alcance

El alcance de este trabajo es exponer las mejores prácticas relacionadas a la planeación e introducción de nuevas partes de material productivo en una compañía automotriz. Dada la amplitud de este tema, el sistema de gestión de cambios de ingeniería (ECM) será únicamente administrado por el equipo de introducción de nuevo productos (NPI), los usuarios de los departamentos relacionados tendrán acceso a editar únicamente las subtarear asignadas y no podrán cancelar o modificar el estado del ECR.

Por otra parte, este trabajo no pretende estudiar o modificar las actividades que realizan entre los distintos departamentos, el principal objetivo de la implementación del sistema de gestión es aumentar el porcentaje de cambios a implementar y lograr una visibilidad total del estado de los cambios.

La implementación de un sistema de gestión que abarca múltiples fases y actividades, como el propuesto en este proyecto, plantea una serie de preocupaciones legítimas en torno a la integridad del proceso. Una de las principales inquietudes reside en la complejidad del sistema, el cuál ha sido diseñado con varios pasos secuenciales que deben cumplirse en su totalidad para garantizar el éxito en la gestión de los cambios de ingeniería. El reto principal es asegurar que, dentro de este flujo de trabajo, cada paso sea cumplido en su totalidad sin la posibilidad de omitir o adelantar tareas que comprometan la eficacia del sistema.

En este sentido, una de las medidas esenciales para mitigar el riesgo de que se salten pasos en el proceso es la implementación de un sistema que no permita el avance hacia la siguiente actividad sin haber completado al 100% la actividad en curso. Este enfoque, conocido como control por cierre de actividades, puede ser automatizado a través del software JIRA u otro sistema de gestión diseñado específicamente para estos fines. De esta manera, el sistema puede bloquear cualquier intento de avanzar sin que las fases previas se hayan cerrado correctamente, es decir, hasta que todas las tareas correspondientes a una etapa hayan sido debidamente registradas, documentadas

y validadas. Este enfoque no solo garantiza el cumplimiento de cada fase, sino que también proporciona un registro auditable que respalda la calidad del proceso.

En definitiva, garantizar que cada uno de los pasos del sistema de gestión de cambios de ingeniería sea cumplido sin omisiones requiere de una combinación de medidas técnicas y de control interno. La automatización del proceso, mediante la imposibilidad de avanzar sin el cierre total de las actividades previas, es una herramienta clave para asegurar la rigurosidad del sistema.

Finalmente, la implementación de un sistema de gestión eficiente no solo depende de los controles y auditorías, sino también de la capacitación y el compromiso de todos los equipos involucrados. Para que el sistema funcione adecuadamente, es fundamental que cada departamento comprenda la importancia de seguir todos los pasos del proceso y se comprometa a cumplir con los estándares de calidad establecidos. Solo de esta manera se podrá garantizar que los cambios de ingeniería se implementen de manera eficaz y que se minimicen los riesgos asociados a la producción en la industria automotriz.

1.4 Delimitaciones

Las delimitaciones del presente trabajo de investigación hacen referencia a diferentes aspectos que servirán al lector como guía para aclarar y conocer las fronteras del proyecto.

Campo: Ingeniería

Tema: Implementación de sistemas de control para la gestión de cambios de ingeniería en la introducción de nuevas partes en un vehículo eléctrico de lujo para una planta automotriz en EE. UU.

1.4.1 Delimitaciones generales:

El presente proyecto de investigación se centra en la gestión de cambio de ingeniería de materiales productivos en la industria automotriz. El estudio se delimita al periodo 2023-2024, un lapso marcado por desafíos de competencia, cadena de suministro, volatilidad económica, entre otros.

La delimitación espacial abarca a un OEM (Original Equipment Manufacturer) ubicados en la región del oeste de los Estados Unidos, específicamente en el estado de Arizona, conocido por su alta concentración de la industria automotriz. El análisis se enfocará en el área de cambios de ingeniería de la compañía. Finalmente, la delimitación social se circunscribe a los procesos de toma de decisiones y las metodologías empleadas por los equipos de introducción de nuevos productos, calidad, planeación de materiales, ingeniería y logística.

1.5 Pregunta de Investigación

¿Cómo contribuirá la implementación de sistemas de gestión de cambios de ingeniería a incrementar en un 45% la introducción de nuevos números de parte en la línea de producción de la compañía en estudio?

1.6 Preguntas particulares

¿Cómo es el proceso actual al iniciar la introducción de nuevos números de parte en la compañía en estudio?

¿En qué medida la propuesta de mejora basada en la implementación de un sistema de gestión a los cambios de ingeniería incrementara la introducción de nuevos números de parte en la empresa?

¿Qué factores afectan el proceso de introducción de nuevos números de parte en la empresa?

¿Cuál es el impacto económico de la propuesta de la implementación de un sistema de gestión a los cambios de ingeniería?

1.7 Objetivos del proyecto de investigación

Implementar un sistema de gestión de requerimientos de cambios de ingeniería para reducir la cantidad de los retrasos en la introducción de nuevos números de parte, reduciendo así el trabajo manual del equipo de ingenieros y esto a su vez permitirá tener un mejor control sobre el estatus de las partes a implementar.

1.7.1 Objetivos particulares:

1. Proyectar las características iniciales de un sistema de administración de cambios de ingeniería (ECM, por sus siglas en inglés).
2. Diseñar, construir y validar una herramienta estándar y fácil de usar para la gestión de cambios de todos los componentes del auto.
3. Capacitar a las áreas involucradas en el proceso de cambios al ECM quienes serán los responsables de aprobar cada actividad una vez que haya sido finalizada la tarea asignada.
4. Establecer mecanismos de mejora y control para los procesos de seguimiento de los requerimientos de cambios de ingeniería.

1.8 Hipótesis

La implementación de un sistema de gestión de cambios de ingeniería, basado en un flujo estructurado de actividades, permitirá reducir significativamente el tiempo requerido para la introducción de nuevos números de parte en la línea de producción. Asimismo, facilitará un control más preciso del estatus de cada requerimiento de cambio, lo que contribuirá a incrementar en un 45% la eficiencia en la incorporación de materiales productivos en la compañía en estudio.

1.9 Principales Variables, Objetivos e Indicadores.

Conocer las posibles hipótesis, objetivos y variables que pudieran presentarse al completar la implementación del sistema de gestión de cambios de ingeniería en la compañía en estudio, permitirá validar si los objetivos propuestos fueron alcanzados, al final de la ejecución del proyecto (véase la **Tabla 1**).

Problemática:	Objetivos:	Hipótesis:	Variables:	Indicadores:
¿De qué forma se podría disminuir el tiempo de implementación de los ECR alcanzar una visibilidad adecuada del estado del cambio de ingeniería?	Objetivo General:	Hipótesis General:	Variables Dependientes:	Número de ECR Implementados
	Implementar un sistema de gestión de requerimientos de cambios de ingeniería para reducir la cantidad de los retrasos en la introducción de nuevos números de parte	La implementación del sistema de gestión a los cambios de ingeniería basada en un proceso de flujo de actividades reducirá el tiempo en el que se tardan en ser introducidos los nuevos números de parte y permitirá tener un mejor control sobre el estatus en el que se encuentra el requerimiento del cambio”	Número de miembros en el equipo	Número de nuevos de parte implementados
	Objetivos Específicos:	Hipótesis Específica:	Partes productivas	Número de ECM Completados

	Definir, documentar y analizar el proceso de cambios al sistema de Administración de cambios de ingeniería (ECM, por sus siglas en ingles).	La situación inicial del proceso de cambios de ingeniería es deficiente en la empresa, ya que no se sabe cuál es la situación actual de cada número de parte y no hay visibilidad de la fase en la que se encuentra el material.	Variables Independientes:	Número de personas capacitadas
	Diseñar, construir y validar una herramienta estándar y fácil de usar para la gestión de cambios de todos los componentes del auto.	Existen factores externos que pueden llegar a retrasar el proceso de introducción de nuevos componentes, por ejemplo: problemas de cadena de suministro	Tiempo	
	Establecer mecanismos de mejora y control para los procesos de seguimiento de los requerimientos de cambios de ingeniería	La propuesta de mejora basada en la implementación de un sistema de gestión a los cambios de ingeniería afecta positivamente en la productividad en la fabricación de los vehículos de la empresa en estudio.	Costos	

Tabla 1. Variable e Indicadores del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

Al analizar los objetivos de este proyecto, surge una cuestión clave en torno a la coherencia de los términos "incremento" y "reducción" que se mencionan en diferentes momentos. El proyecto persigue dos metas esenciales: incrementar en un 45% la cantidad de nuevos números de parte introducidos a la línea de producción y, a su vez, reducir el tiempo necesario para llevar a cabo estas implementaciones. En este sentido, es importante distinguir entre ambos conceptos, ya que no son excluyentes, sino complementarios.

Por un lado, el término incremento se refiere al aumento en la cantidad de partes introducidas, es decir, que se espera que el nuevo sistema de gestión de cambios de ingeniería (ECM) permita al equipo encargado de la introducción de nuevos productos implementar una mayor cantidad de cambios en un período determinado. Este incremento refleja una mejora en la capacidad operativa del equipo, lo que se traducirá en una mayor productividad.

Por otro lado, la reducción hace referencia a los tiempos de implementación. El proyecto busca que cada cambio de ingeniería se ejecute en un tiempo menor al actual, eliminando cuellos de botella y optimizando el flujo de trabajo. La reducción de tiempos es un factor clave para mejorar la eficiencia global del proceso, permitiendo que las actividades se realicen de manera más ágil y sin demoras innecesarias.

Ambos objetivos son congruentes y se complementan mutuamente: al incrementar la cantidad de partes introducidas, es fundamental que los tiempos se reduzcan para evitar sobrecargas en el sistema y permitir que los recursos disponibles se utilicen de manera más efectiva. Por tanto, en este proyecto es igualmente relevante hablar tanto de incrementar la cantidad de nuevas partes como de reducir el tiempo de su implementación, ya que ambos aspectos contribuyen a los fines generales de la investigación.

1.10 Marco Teórico

La intención de este trabajo de tesis propone la implementación de un sistema de gestión de cambios de ingeniería para el área Introducción de nuevos productos de una compañía ensambladora de autos eléctricos.

Se hace referencia a los conceptos más importantes relacionados con los cambios de ingeniería para poder interpretar de forma sencilla el planteamiento del problema y el desarrollo del proyecto. De igual forma este capítulo contiene los conceptos básicos de la metodología seleccionada para este proyecto de tesis.

1.11 Bases Teóricas

La posición de Arizona con respecto a la industria automotriz se ha vuelto muy importante a la luz de los cambios propuestos actualmente al TLCAN y la relación comercial entre Estados Unidos y México. La industria automotriz se convirtió en la columna vertebral del sector manufacturero de México en el siglo XXI y, lo que es más importante, convirtió a México en un socio clave en el ahora altamente integrado sistema de producción de vehículos de América del Norte. Si bien AZ no es un estado "fabricante de automóviles", Arizona se ha integrado a este sistema y recientemente ha experimentado un rápido crecimiento en este sector económico de alto valor (Vera Pavlakovich-Koch, 2017).

En cuanto a proveedores, Arizona es casa de uno de los Top 100 mejores proveedores de la industria automotriz y posicionándose en el cruce fronterizo ha permitido al estado de Arizona recibir a más empresas de la industria automotriz a establecer operaciones dentro del estado. La **Figura 4**, muestra la ubicación de las instalaciones de producción de partes automotrices en relación con las plantas de montaje entre Estados Unidos y México.

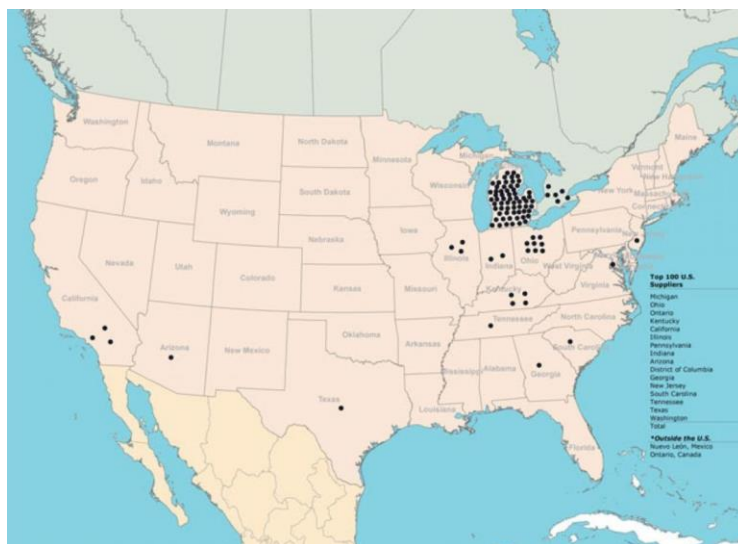


Figura 4. Locación del Top 100 de proveedores en EUA (2015). Fuente: www.autonews.com/assets/PDF/CA8564.pdf

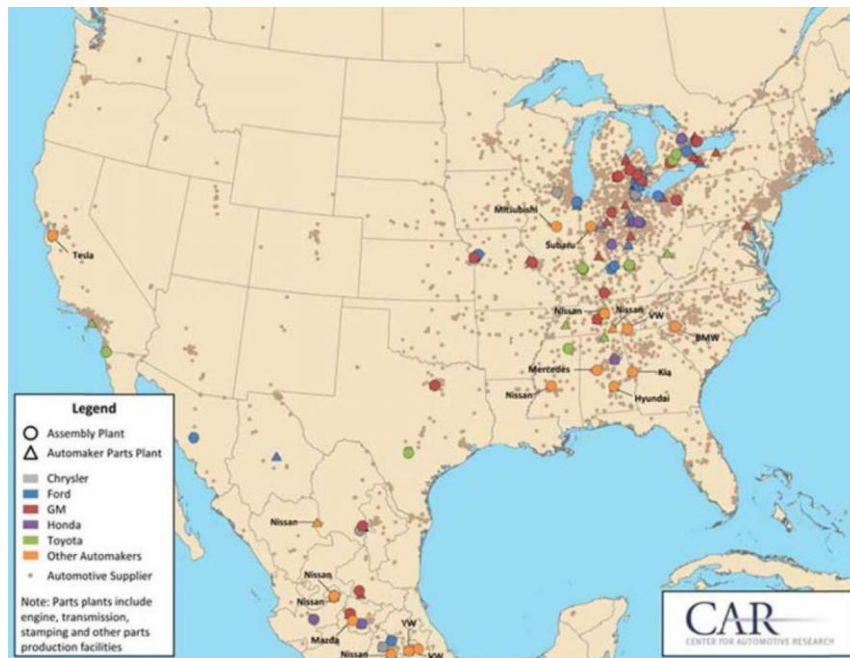


Figura 5. Ubicación de plantas automotrices en EU y MX. Fuente: Center for Automotive Research

En términos de ubicación geográfica, Arizona hoy en día ha sido clave para que las plantas automotrices inicien operaciones en el estado, debido a que el estado presenta oportunidades para que tanto las empresas de Arizona como los puertos de entrada fronterizos de Arizona participen y se beneficien del comercio automotriz con México.

1.11 Cambios de ingeniería

De acuerdo con Tapia (2013) “Un cambio de Ingeniería ocurre cuando alguno de los materiales es afectado por un cambio este puede ser de tipo físico o administrativo” En cuanto a las diferencias entre los distintos tipos de cambios, se pueden mencionar las siguientes características:

Físicos: Este es un cambio físico de la materia prima y solicitado a causa de:

- Problemas de fabricación o instalación de componentes.
- Reducción de costos de procesos de producción y manufactura.
- Actualización de modelo o gama.
- Solicitudes por parte de los proveedores.
- Cambios de Herramental

Administrativo: El cambio ocurre cuando hay problemas con el uso de la materia prima ya que pueden estar usándose de más o de menos de lo que el sistema de uso indica, por lo que se corrige el uso, y son solicitados a causas de:

- Modificaciones físicas al diseño existente
- cambio de proveedor o cambio de Tier 2
- Actualización de especificación de CAT
- Falta de materiales indirectos

Desde la perspectiva Xuehong (2006) de El aumento de la competencia, la globalización y la incertidumbre de los mercados actuales son sólo algunos de los muchos desafíos a los que se enfrentan actualmente las principales empresas de manufactura.

Por otro lado, según Dashchenko (2006) Un cambio normalmente es definido como la modificación de la pieza original, de la ejecución del tiempo, costo y/o calidad Los cambios en el mercado están sujetos a una nueva capacidad de fabricación la cual se convirtió en una necesidad de los sistemas de fabricación reconfigurable.

Desde el enfoque planteado por Koren (1999), el concepto de fabricación o la llamada producción reconfigurable se refiere a la capacidad de modificar procesos productivos de manera flexible y eficiente. En el contexto de la industria automotriz a nivel global, este tipo de transformación se identifica como un cambio de ingeniería, conforme a lo establecido por la norma ISO (2009).

Koren menciona que los siguientes factores son aspectos que llevan a cabo el proceso de cambio de ingeniería:

- Cambios de piezas para los productos existentes.
- Actualización de las normativas del gobierno a la industria automotriz.
- Avances tecnológicos de fabricación.

De acuerdo con Mittal y Jain (2014) “Existen varios tipos de indicadores o posibles parámetros que son usados para medir el rendimiento de los procesos y así poder evaluar los cambios de ingeniería, existen parámetros más sencillos como la reducción de costos, el uso de los materiales, la conformidad de las partes, el tiempo de liberación del herramental, la disponibilidad y el plazo final para completar la finalización del cambio”.

Este trabajo de investigación tiene enfoque en la investigación de Karl, F. donde se expone una nueva propuesta, desarrollada a finales del año 2012, esta investigación es muy importante porque analiza las actividades de planificación dentro de una metodología orientada a los cambios de ingeniería. En ella se destaca una mejora significativa que permite identificar la necesidad de cada cambio de ingeniería a través de la descripción de los distintos factores que desencadenan el cambio. Entre los principales indicadores se incluyen los siguientes: la identificación de los

factores que caracterizan el cambio a implementar, los requisitos necesarios para el ensamblaje en manufactura, con las especificaciones provenientes del proveedor, el mapeo de los elementos involucrados en el cambio, la exposición del cambio, mejor conocido como MBOM, así como la aprobación, evaluación y planificación.

1.12 Generación de cambios de ingeniería

Actualmente la mayoría de los cambios de ingeniería en la compañía son solicitados por el director ejecutivo (*Chief executive officer-CEO*), por un socio o cliente, o en su caso por cualquier otro miembro de la compañía de algún proyecto o programa de producción puede presentar un pedido de cambio en cualquier momento a través de un requerimiento de cambio de ingeniería (ECR), que debería contener la siguiente información:

- Nombre del solicitante del cambio.
- Descripción del cambio.
- Prioridad del cambio.
- Nombres de los aprobadores.
- Fecha estimada de Implementación.
- Costo estimado.

Según el investigador Rodolfo E. Biasca (2005) Estos son los principales factores por los cuales se origina un cambio de ingeniería de un numero de parte:

- Cambios por ahorro de costos: Este tipo de modificaciones se originan cuando los ingenieros de diseño responsables de la mejora continua tienen la tarea de analizar de forma constante las materias primas, de los materiales indirectos y de los retrabajos con el objetivo de desarrollar estrategias que generen ahorros económicos. Una vez identificado un posible cambio, este se comunica al área de preproducción, donde se analiza en conjunto con el proveedor correspondiente de cada número de parte. Para poder verificar este tipo de cambio es necesario completar un análisis que demuestre que la modificación propuesta representa un ahorro significativo para la empresa, este ahorro puede variar y debe confirmarse que el ahorro será mayor a la inversión que tomaría implementar la introducción de un nuevo número de parte.
- Cambios en el proceso: El cambio por proceso tiene la característica de ser muy significativo para la empresa debido a que llega a ser un cambio que afecta físicamente a la parte y a su vez impacta de forma administrativa.
- Cambios de herramientas: Este cambio se origina cuando se necesita hacer una variación de la herramienta o maquinaria que afecte al sistema de producción, para efectuar este tipo de cambio se debe hacer la validación del equipo con el fin de asegurar la calidad del producto.

- Cambios por problemas de instalación: Un cambio debe efectuarse es cuando los operadores intentan instalar los materiales y se durante el proceso se presentan complicaciones, que pueden llegar a retrasar los tiempos ciclos de la línea. A partir de esto, los ingenieros deben revisar las especificaciones técnicas y analizan los posibles impactos, con el objetivo de implementar un cambio de ingeniería que solucione el problema lo antes posible, para evitar alguna mala instalación de los componentes.
- Cambio de proveedor: Cuando el proveedor necesita hacer un cambio de su herramental o de materia prima, le notifica al departamento de ingeniería, quienes son los responsables de empezar a desarrollar el cambio y notificar a las áreas relacionadas con el cambio.
- Cambios de diseño: Usualmente las modificaciones el diseño no son muy frecuentes y, generalmente, se llevan a cabo mediante un documento en donde se registra el cambio de ingeniería (ECR).
- Cambio de modelo: Los cambios de modelo surgen cuando esta por entrar una nueva variante del modelo actual, donde se cambian algunas partes de la materia prima, regularmente son las molduras exteriores y las vestiduras interiores las que intervienen en este cambio.

1.13 Sistemas de gestión

De acuerdo con Enríquez Sánchez (2006) Un sistema de gestión, es una herramienta que permite sistematizar la gestión de la empresa, contribuyendo a optimizarla y, en consecuencia, ayuda a la toma de decisiones. Además, ayuda al cumplimiento estructurado de cualquier legislación dentro de la compañía. Un sistema de gestión estratégica se puede subdividir en dos fases:

- Planificación estratégica: Este concepto hace referencia al proceso de poder programar y organizar correctamente las actividades actuales y las tareas futuras de cualquier organización. Este proceso está directamente relacionado a la toma de decisiones sobre la filosofía de las empresas, en pocas palabras es preciso decir que planificar implica aplicar un método que permite determinar qué acciones se deben realizar, cómo llevar las tareas y subtareas a cabo y cómo se evaluarán los resultados esto a su vez ayuda a mejorar los tiempos de entrega y muchas veces genera ahorros dentro de las empresas.
- Implementación estratégica: Como lo menciona Enríquez se puede decir que la implementación estratégica, contribuye a garantizar que las actividades planificadas se ejecuten de manera efectiva con forme a lo planeado y permite supervisar el grado de cumplimiento de casa subtaska y eficiencia de dichas actividades, este proceso ayuda de detectar que tan precisas se llevan a cabo las implementaciones de los proyectos.

Según Serra, Vermer y Zamorano (2005:9) Se entiende a los sistemas de control de gestión como herramientas que permiten a los usuarios orientar correctamente las actividades y procesos, mediante los siguientes elementos:

- Definir cuáles son objetivos de todos los niveles dentro de las compañías.
- Monitorear el porcentaje de cumplimiento de los objetivos y de las tareas.
- Como hacer la toma de decisiones acertadas

Después de analizar las definiciones de Enriquez, Vermer y Zamorano, se puede afirmar que un sistema de control es una herramienta de gran utilidad, ya que está compuesta por un conjunto de factores y enfoques que no solo brindan soporte operativo, sino que también reflejan un estilo y una cultura organizacional. Esta herramienta se considera parte de la toma directiva de cada empresa, dado que es la propia dirección la que, mediante la implementación de sistemas de gestión, lidera el proceso de mejora continua y transmite su enfoque al resto de la organización de forma efectiva y controlada.

Por otro lado, la Asociación Española de Contabilidad y Administración de Empresas (AECA) (1990), define la contabilidad de gestión como “una especialidad contable orientada a capturar, medir y revisar cuales son los flujos internos de la empresa, con el propósito de analizarlos y de poder controlar los, proporcionando así información relevante para la toma de decisiones empresariales”

Otros autores (Mallo, Mir, Requena y Serra, 1994:9) indican que la contabilidad de gestión, principalmente para usuarios internos, trata últimamente de configurar su propia entidad y hallar una clara definición de su contenido, encontrando asiento en el más amplio marco de la contabilidad directiva, a la que cabe atribuir una función integradora y unificadora.

Con base a las definiciones mencionadas anteriormente se puede concluir que los sistemas de gestión tienen en común estos conceptos: modelo, sistema, dirección, información y control, indicando que un sistema de gestión es un conjunto de actividades direccionadas con los objetivos de la compañía.

1.13.1 Importancia de los sistemas de gestión

De acuerdo con Torre Cruz (2013) Con el fin de conducir y operar una organización en forma exitosa se requiere que ésta se dirija y controle en forma sistemática y transparente. El éxito de las compañías puede alcanzarse a través de la instrucción y el control de un Sistema de Gestión diseñado para mejorar continuamente el desempeño de los procesos.

Por otro lado, aunque la adopción de los Sistemas de Gestión de la Calidad (SGC) puedes parecer inicialmente un costo significativo para las compañías, se debe dar a conocer a la alta dirección que es una inversión a corto, mediano y largo plazo a su vez explicar que el SGC puede llegar a generar beneficios sostenibles a mediano y largo plazo, tales como:

- Mejoras en el desempeño y la eficiencia de los procedimientos y tareas.
- Mayor capacidad para cumplir con los objetivos establecidos por la gerencia.
- Reducción y eliminación de problemas operativos en las empresas
- Disminución de los costos derivados de los costos de mala calidad.
- Prevención de posibles retrasos en las operaciones.
- prevención de retrabajos.
- Reducción de scrap.
- Incremento en la calidad de los productos y servicios ofrecidos.

Según Olmos Diaz (2009) “La relevancia de implementar un sistema de gestión de calidad radica en adoptar un enfoque centrado en los procesos, este enfoque subraya la importancia de comprender y cumplir con los requisitos establecidos por la dirección, valorar los procesos por el aporte que generan con ello poder obtener resultados que reflejen el desempeño y la eficacia de la empresa y promover la mejora continua basada en mediciones objetivas dentro de la organización”

Además, Olmos Diaz, señala que los sistemas de gestión ofrecen herramientas clave para facilitar la selección de estrategias de los distintos departamentos, así como la definición de indicadores clave de desempeño (KPIs), el establecimiento de metas de la organización, la implementación de la mejora continua y la identificación de acciones correctivas o de mejora en todas las áreas de las compañías.

De acuerdo con Muñiz Mejía (2003) señala que “los sistemas de gestión son fundamentales en toda clase de organización debido a su capacidad para preparar a las empresas ante un entorno empresarial cada vez más competitivo, dinámico, complejo y en constante transformación. En este contexto, dichos sistemas permiten a las organizaciones adaptarse con facilidad y evolucionar de manera estratégica frente a los desafíos del mercado en cualquier tipo de sector”

1.14 Entorno web Intranet y Extranet

Celaya Luna (2015) explica que las intranets son redes privadas desarrolladas bajo los estándares y protocolos de Internet, las cuales permiten acceder a información y servicios internos mediante la interfaz del World Wide Web (www). Estas redes resultan beneficiosas al reducir los costos de mantenimiento y mejorar la productividad de las empresas, al facilitar un acceso más eficiente y rápido a los recursos necesarios para los usuarios de las páginas web.

Por su parte, Ladrón de Guevara (2018) destaca que el propósito principal de una intranet es mejorar el flujo de información dentro de las organizaciones, lo que contribuye significativamente a la reducción de costos relacionados con la gestión documental y la comunicación interna. En esencia, la intranet se presenta como una herramienta de gestión que potencia la difusión de información, así como una herramienta para el proceso de tareas digitales y promueve la colaboración entre el personal de las empresas.

Uno de los no de los elementos clave en el uso de sistemas digitales dentro de una organización es la seguridad, la cual garantiza que únicamente los miembros autorizados puedan acceder a la información interna de la compañía. En este contexto, se destacan varios factores fundamentales, como lo son:

- Confidencialidad, debido a que asegura que los datos no sean divulgados de manera indebida a fuentes externas a la organización.
- Integridad, ya que la intranet está orientada a proteger la información contra modificaciones no autorizadas.
- Verificación, que implica comprobar que los mecanismos de seguridad estén correctamente implementados.
- Disponibilidad, que garantiza que los recursos estén accesibles cuando se requieran.

Como se muestra en la **Figura 6**, las plataformas digitales como las intranets ofrecen una herramienta eficaz para centralizar la información relevante de la empresa. A través de un cuadro de mando hipermedia, los usuarios pueden acceder fácilmente a los factores clave de la organización mediante la navegación en la página web, lo que facilita la toma de decisiones estratégicas por parte de la dirección.

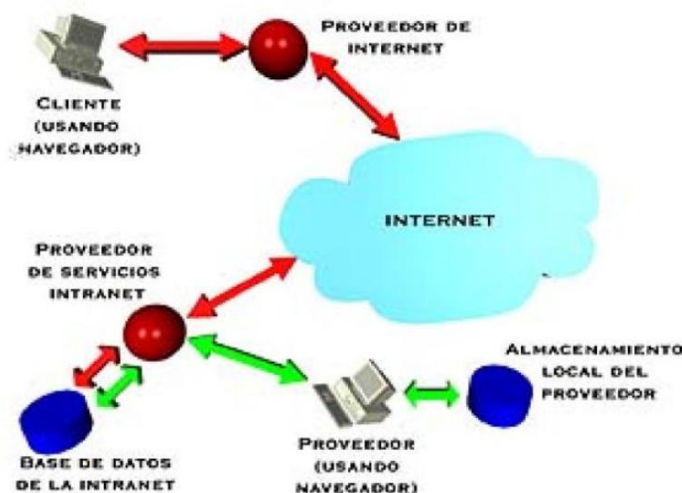


Figura 6. Características del Intranet. Fuente: " Unidad Formativa UF0319 - Rafael Roca - rafaroca.net

Por otro lado, Celaya Luna (2015), señala que la Extranet es una red de ordenadores interconectada que utiliza los estándares de Internet, pero el acceso está restringido a un determinado grupo de empresas u organizaciones independientes que necesitan trabajar de manera coordinada para ahorrar tiempo y dinero en sus relaciones de negocio. El acceso a la información compartida a través de una Extranet debe estar restringido exclusivamente a personas autorizadas dentro de las

empresas participantes, garantizando así la seguridad y confidencialidad de los datos de los distintos departamentos.

De acuerdo con Celaya Luna (2015), desde la perspectiva de clientes y proveedores, una Extranet permite funcionalidades como consultar información relevante para el usuario, donde puede efectuar distintos tipos de operaciones como lo son compra y venta de artículos, consulta de inventarios, entre otros.

Desde el enfoque de la gestión empresarial en las compañías, contar con las distintas interfaces de la Extranet facilitan la integración de clientes y proveedores en la cadena de producción, promoviendo relaciones más estrechas, ágiles, innovadoras y un intercambio de información más fluido, lo cual fortalece la colaboración y eficiencia operativa (ver figura 7).

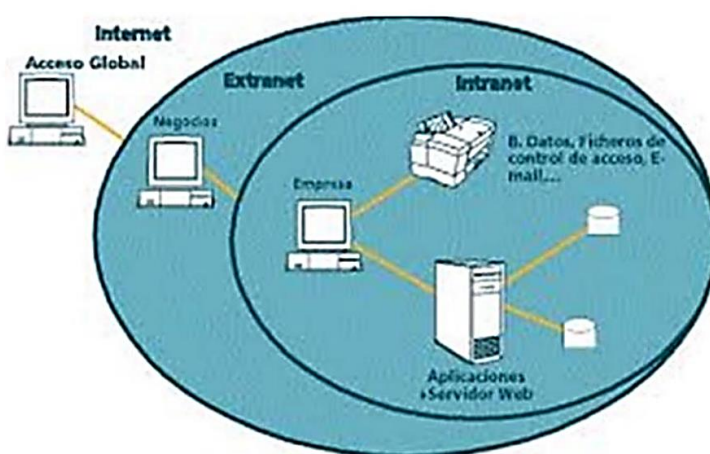


Figura 7. Características del Extranet. Fuente: Sistema operativo, búsqueda de la información” UF0319.

1.14.1 Software JIRA

De acuerdo con Stsepanets (2023) Jira es una herramienta dedicada a la gestión de proyectos y el seguimiento de errores. Con el paso del tiempo, su uso se ha extendido a diversos equipos y departamentos, convirtiéndose en una solución flexible para organizar tareas, procesos y proyectos mediante metodologías ágiles y colaborativas (Atlassian, s.f.).

Jira ofrece distintas soluciones adaptadas a las necesidades específicas de diversos equipos dentro de una organización.

- Jira Work Management está orientado a áreas no técnicas como recursos humanos, contabilidad, legal, marketing y finanzas, facilitando la gestión de tareas y proyectos en entornos administrativos.

- Jira Software fue desarrollado para equipos de ingeniería y desarrollo de software, proporcionando herramientas especializadas para metodologías ágiles como Scrum y Kanban.
- Jira Service Management está diseñado para equipos de tecnología, integrando funcionalidades para la gestión de incidentes, solicitudes de cambio y resolución de problemas técnicos.

1.15 Gestión y seguimiento de incidencias

Como lo plantea Stsepanets (2023) una de las particularidades más notables de Jira Software es la forma en que denomina sus unidades de trabajo, diferenciándose de otras plataformas de gestión de proyectos. En lugar de tareas o elementos convencionales, Jira utiliza el término "Epic" para referirse a cada unidad de trabajo individual. Estas incidencias pueden clasificarse en distintos tipos de proyectos, dependiendo de su función dentro del flujo de trabajo de cada área o departamento.

En el contexto de la gestión ágil de nuevos proyectos, Jira es una excelente opción ya que ayuda a segregar las unidades de trabajo en distintos tipos, cada uno con una función específica, lo cual es de suma importancia para las organizaciones en orden de implementar mejoras a los procesos. En cuanto a los tipos de factores con los que cuenta Jira, se mencionan a continuación los siguientes: Un *Epic* representa un conjunto amplio de tareas que contribuyen a un objetivo común; las *tareas* y *subtareas* corresponden a acciones concretas dentro del proyecto; una *historia de usuario* describe un requerimiento desde la perspectiva del cliente o usuario final; y un *error* o *bug* se refiere a una falla técnica que debe ser corregida para mantener la calidad del producto (Atlassian, s.f.).

De acuerdo con Li (2018) Jira permite adaptar el proyecto a gestionar de acuerdo con las siguientes características:

- Esquema de tipo de problema: Un esquema de tipo de problema que contiene solo los tipos de problema relevantes para la plantilla seleccionada, como historias y epopeyas para Scrum.
- Flujo de trabajo: un flujo de trabajo especialmente diseñado, que facilita el trabajo con sus problemas en el tablero ágil.

Para la realización de este trabajo se hizo uso del software JIRA ya que debido a sus características permite conocer el flujo del trabajo de los cambios de Ingeniería, además la herramienta ofrece visualización a todos los integrantes de la compañía y comprende cómo se corresponde el trabajo con los objetivos de la empresa a lo largo del tiempo en la vista de resumen.

Capítulo 2. Metodología de la Investigación a los sistemas de ingeniería de materiales productivos

2.1 Tipo de investigación

Según Ñaupas (2023), el análisis cuantitativo permite responder preguntas de investigación mediante el procesamiento estadístico de los datos obtenidos, lo que facilita la verificación de hipótesis previamente formuladas. Además, se apoya en herramientas que garantizan la precisión y confiabilidad de los resultados, como cuestionarios, escalas de medición y bases de datos estructuradas.

Ñaupas también sostiene que la investigación aplicada se caracteriza por utilizar los hallazgos obtenidos en estudios básicos como base para abordar problemas concretos de las actividades diarias. Es importante mencionar que, en este tipo de investigación, se plantean interrogantes sobre el proyecto a realizar y se desarrollan hipótesis de trabajo con el objetivo de encontrar soluciones prácticas a situaciones que afectan a algún tipo de organización.

Podemos decir que este enfoque se orienta a responder preguntas específicas formuladas por el investigador, permitiendo caracterizar fenómenos en función de sus atributos y evolución en el tiempo. En los estudios descriptivos, cuando se plantean hipótesis, estas se desarrollan en un nivel exploratorio y se someten a prueba dentro del mismo marco descriptivo,

Para sustentar este tipo de investigación, se emplean técnicas metodológicas como la aplicación de encuestas, entrevistas, observación directa y análisis documental. Estas herramientas permiten recopilar información detallada sobre el objeto de estudio, facilitando una comprensión más profunda de los procesos involucrados.

Salkind, (2006), indica que los métodos cuantitativos permiten alcanzar un nivel detallado de análisis sobre el proceso estudiado, lo que contribuye a una comprensión más precisa de sus características esenciales de las investigaciones a realizar. Para ilustrar las propiedades más destacadas de este enfoque cuantitativo, se presenta la **Tabla 2**, en la cual se resumen las características clave del análisis realizado.

Características del enfoque cuantitativo:
*El uso de este enfoque se basa en números, cifras, cantidades.
*La investigación es descriptiva ya que se busca tener gran cantidad de detalles que apoyen a la realización del proyecto.
*Las preguntas claves para este enfoque son: ¿Cuántas? ¿Cuanto? ¿Cada cuándo?
*Su estudio se concentra en las muestras.

Tabla 2. Características del enfoque cuantitativo. Fuente: Elaboración propia

2.1.1 Diseño de investigación

En la **Figura 8**, se presenta el esquema metodológico de la presente investigación, la metodología P-D-C-A, así como la descripción de cada una de las etapas:

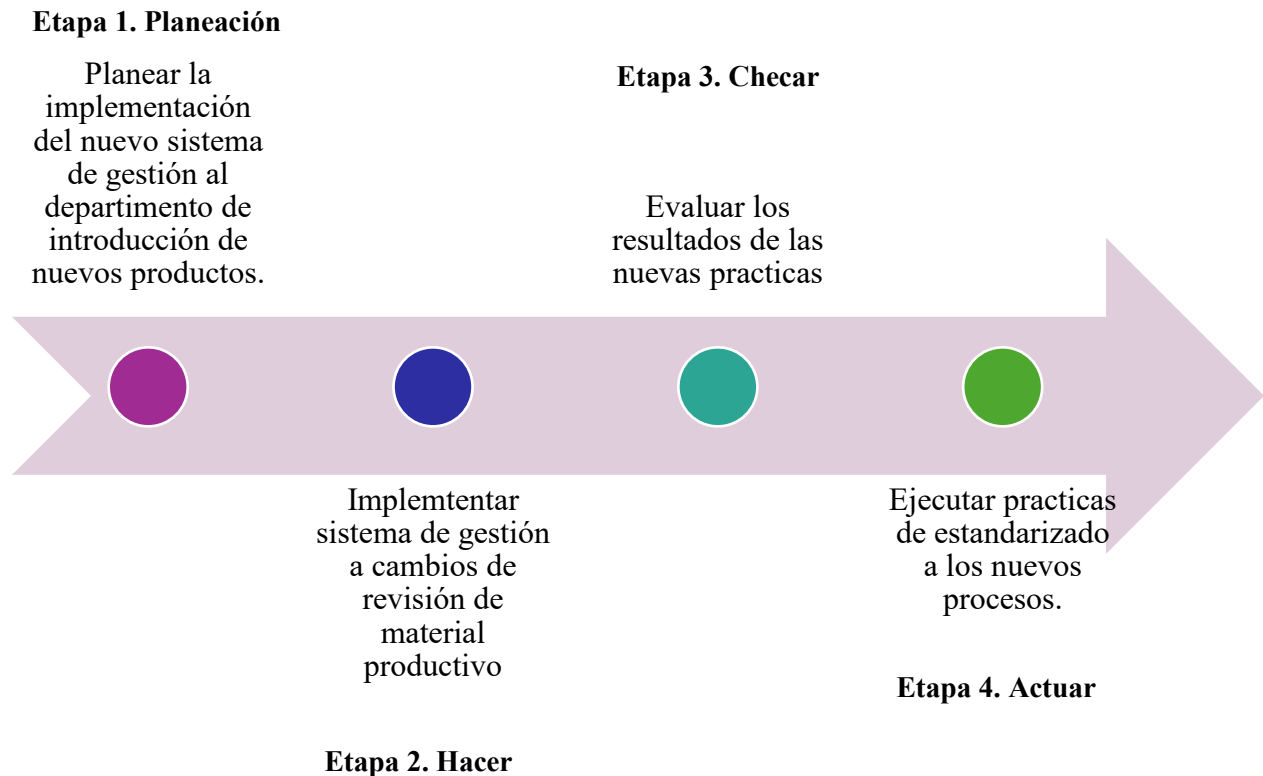
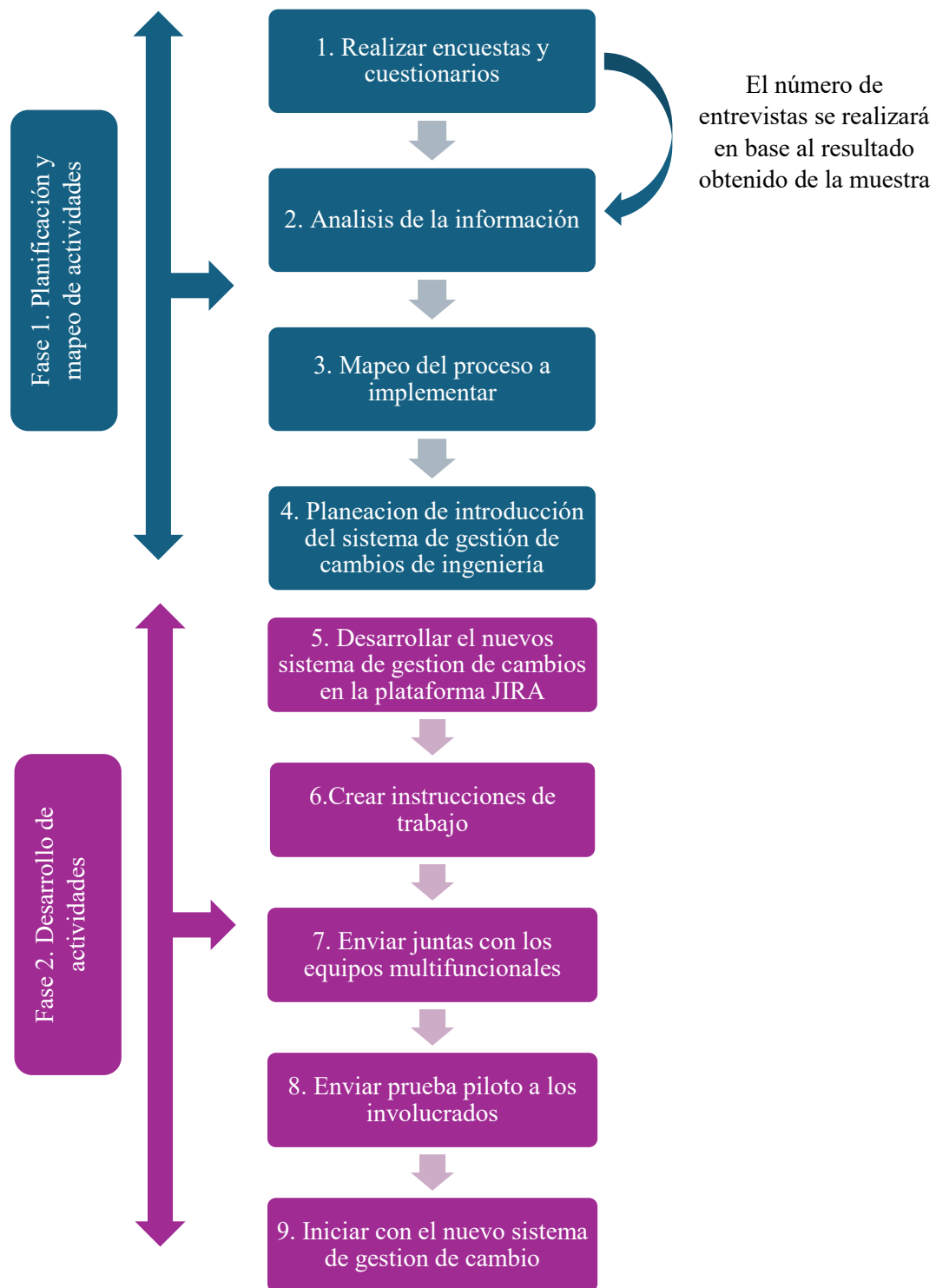


Figura 8. Esquema metodológico de la investigación. Fuente: Elaboración propia.

Las actividades principales correspondientes a cada fase del proyecto se presentan en la **Figura 9**, donde se detallan los pasos que conforman cada etapa de la implementación del sistema de gestión aplicado al proceso de cambios de ingeniería. El diagrama de flujo permite visualizar con claridad la importancia de contar con un control adecuado de la información, lo cual es esencial para asegurar que las actividades se ejecuten conforme a lo planificado. Esto, a su vez, facilita la introducción de nuevos componentes de manera ágil, ordenada y eficiente.



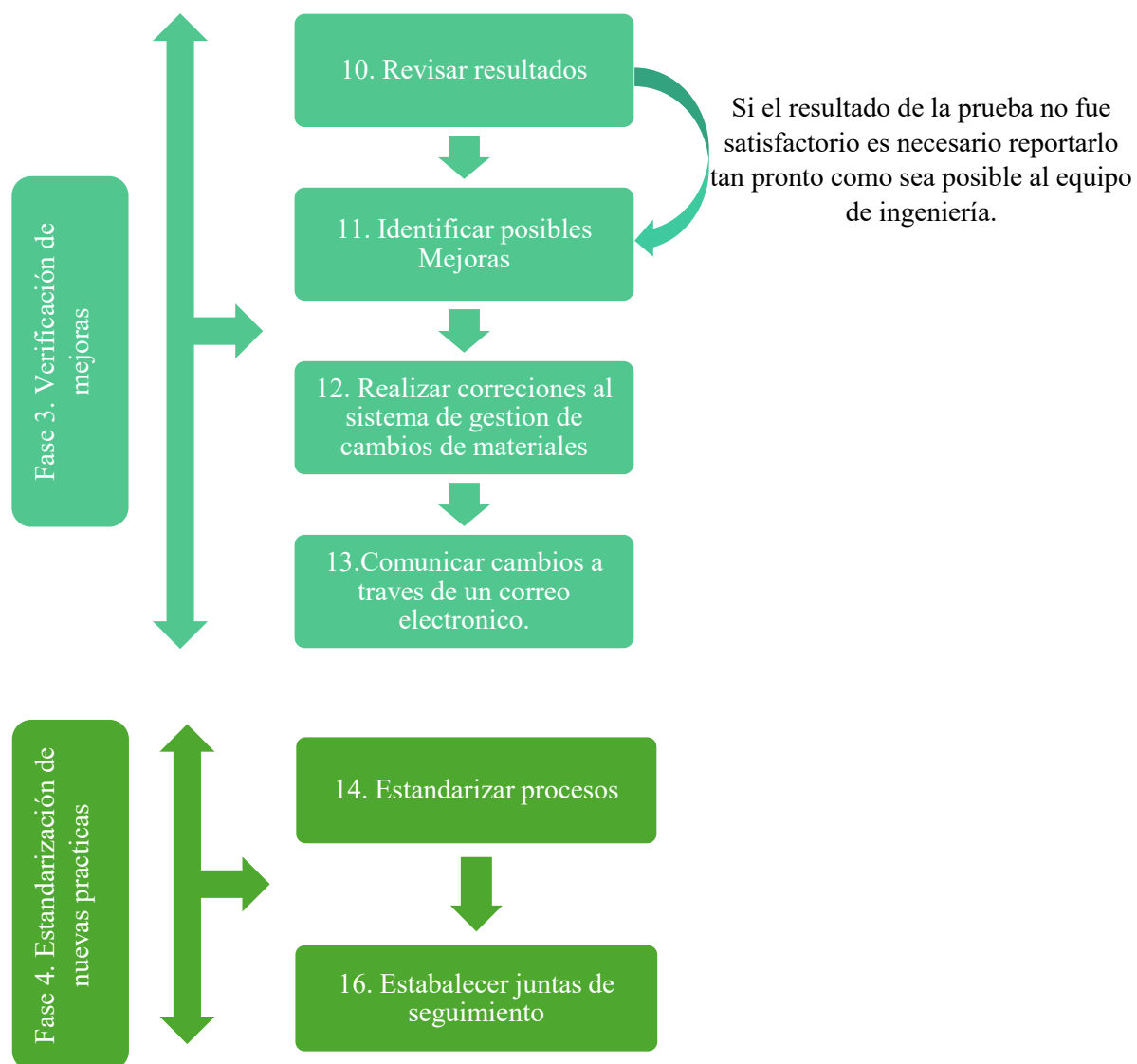


Figura 9. Esquema metodológico de la investigación. Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestra a detalle la descripción de cada una de las fases con el objetivo de tener más detalle en las actividades que se realizarán durante la implementación del nuevo sistema de gestión.

Fase 1- Planear

- **Actividad 1:** El objetivo de realizar encuestas y cuestionario es conocer cuál es el estatus actual del proceso de cambios de ingeniería a materiales productivos que son implementados por el equipo de NPI y tener conocimientos sobre los factores que llegan a retrasar la introducción de los nuevos números de parte.
- **Actividad 2:** Análisis de la información, durante esta tarea se pretende encontrar aquellos factores que causan un impacto negativo para la introducción de nuevos números de parte, esto con el fin de detectar posibles hallazgos o debilidades del sistema actual. Una vez analizados los cuestionarios se procederá a establecer tareas específicas que ayuden a la solución de los puntos a mejorar.
- **Actividad 3:** Mapeo del proceso, durante esta tarea se describirán paso a paso las tareas necesarias para llevar a cabo el proceso de requerimientos de cambios de ingeniería, se incluirá a los involucrados en cada parte del proceso, así como los tiempos necesarios para desarrollar cada tarea, ya que parte importante de la introducción de los nuevos productos es tener un cronograma del tiempo en el que se debe completar el proceso mencionado.
- **Actividad 4:** Durante esta primera fase se iniciará con la planeación de la introducción del sistema de gestión de cambios de ingeniería, se revisará con el equipo cuáles son las actividades que tienen que realizar, que campos se deben de llenar al haber terminado con la subtarea, quienes serán los equipos responsables y el tiempo de planeado para llevar a cabo la implementación de sistema de gestión.

Fase 2 - Desarrollo de actividades

- **Actividad 5:** Desarrollar el nuevo sistema de gestión de cambios en la plataforma JIRA, durante esta actividad se trabajará con el equipo de Tecnologías de la información (IT, por sus siglas en inglés) para crear el sistema de gestión para los cambios de ingeniería, también llamado Engineering Change Management (ECM, por sus siglas en inglés).

- **Actividad 6:** Crear instrucciones de trabajo, con el objetivo de que todos los equipos sean capaces de manipular el nuevo sistema de gestión ECM, se realizarán instrucciones que ayudaran a llenar correctamente los campos solicitados para cerrar la subtarea y poder continuar con el proceso.
- **Actividad 7:** Enviar juntas con los equipos multifuncionales, se realizarán juntas con cada uno de los equipos para responder dudas y explicar el funcionamiento del sistema de ECMs en la plataforma JIRA y se revisara que cada involucrado tenga una cuenta para poder acceder a la plataforma.
- **Actividad 8:** Enviar prueba piloto a los involucrados, se tiene planeado revisar pruebas piloto con cada equipo para verificar el proceso del Sistema de gestión ECM en la plataforma.
- **Actividad 9:** Iniciar con el nuevo sistema de gestión de cambios de ingeniería.

Fase 3 - Verificación de Mejoras

- **Actividad 10:** Revisar resultados, una vez iniciado el sistema de gestión de cambios de ingeniería, se verificará si se cumplió el objetivo propuesto a inicios del capítulo.
- **Actividad 11:** Identificar posibles Mejoras al sistema, durante esta actividad se debe revisar con cada equipo si existe algún error en el proceso con la finalidad de corregir o facilitar el uso de la plataforma.
- **Actividad 12:** Durante esta actividad de deben realizar las correcciones al sistema de gestión de cambios de ingeniería, si existe alguna posible mejora se debe trabajar tan pronto como sea posible.
- **Actividad 13:** Como última actividad de la fase de verificación de mejoras, se debe comunicar cambios en caso de que se implemente alguna corrección al sistema ECM.

- **Actividad 14:** Estandarización de procesos, una vez finalizada la revisión del sistema ECM se debe trabajar en la estandarización del proceso, esto permitirá que el llenado de cada subtarea se realice con éxito y a su vez se evitaren errores en el cierre de las tareas.
- **Actividad 15:** Establecer juntas de seguimiento, es una tarea fundamental ya que esto facilitará la comunicación con el equipo de introducción de nuevos productos y se podrá revisar en conjunto el avance de la implementación de los nuevos números de parte.

2.2 Población y muestra

2.2.1 Población del proyecto

El proyecto en curso está conformado por los requerimientos cambios de ingeniería (ECR's), en el cual están relacionados 1054 cambios de ingeniería correspondientes a los 15 tipos de componentes del vehículo (véase **Figura 10**). Estos cambios han sido presentados en un periodo de 40 semanas en la compañía en estudio.

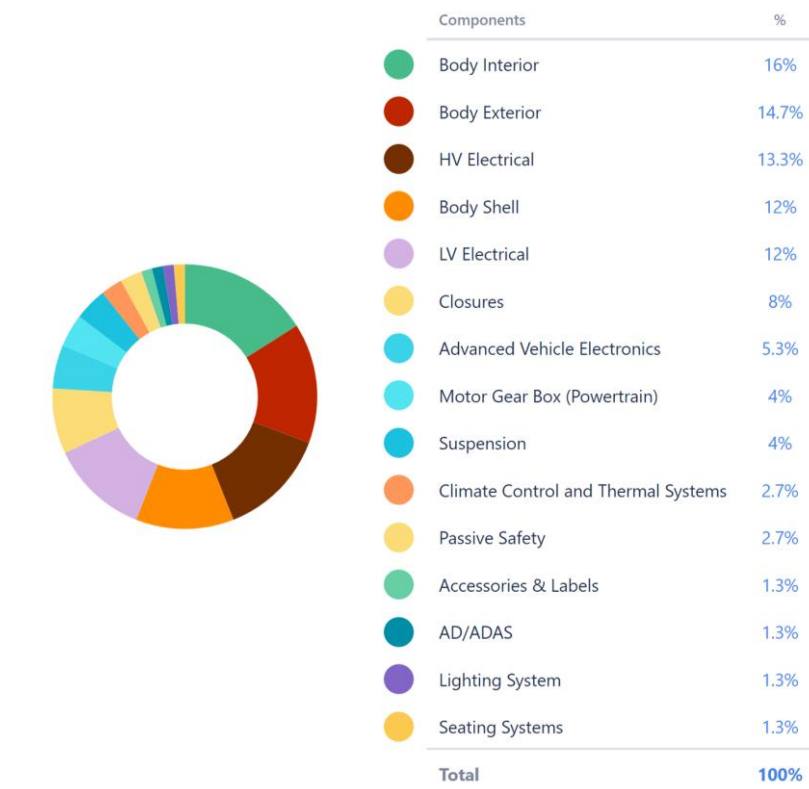


Figura 10. Representación de la población por tipo de componentes. Fuente: Elaboración propia

2.2.2 Muestra para la realización de las entrevistas

La determinación de la muestra está conformada por los involucrados en la introducción de los cambios de ingeniería, donde se encuentran las áreas participantes, esto ayudara a tener información más certera sobre el proceso actual y el estado al que se desea llegar.

Durante el lapso de investigación se trabajó con un total de 120 personas, se trabajó un margen de confiabilidad del 95% y error de estimación del 5%, obteniendo como resultado una muestra de 18 entrevistas que se analizaron como parte de investigación.

Determinación de la muestra:

$$n \geq \frac{Z^2 * p * q * N}{E^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Z= 95% = (z=1.96) (Margen de confiabilidad)

N= Tamaño de la población (Total de participantes)

P= Éxito de la varianza poblacional (0.50)

Q= Fracaso de la varianza poblacional (0.50)

E= 5% = 0.05

n= Tamaño necesario de la muestra

Muestra:

$$n \geq \frac{(1.96)^2 * (0.50) * (0.50) * (120)}{(0.50)^2 * (120 - 1) + (1.96)^2 * (0.50) * (0.50)}$$

$$n \geq 18.31 \sim 18 \text{ entrevistas}$$

2.3 Técnicas e instrumentos de obtención y análisis de la información.

2.3.1 Técnica de obtención de datos del proyecto

Para esta investigación usaremos las siguientes técnicas:

- Cuestionarios y Entrevistas a los miembros del equipo de NPI.
- Análisis de los procesos actuales.

2.3.1.1 Cuestionarios

• **Objetivo:** El objetivo de los cuestionarios es conocer cuál es el estatus actual del proceso de cambios de ingeniería a materiales productivos que son implementados por el equipo de NPI y tener conocimientos sobre los factores que llegan a retrasar la introducción de los nuevos números de parte (Véase en los **Anexos A y B**).

• **Procedimiento** Se hará una breve entrevista a los ingenieros del equipo de NPI

La duración de la entrevista durara 20 minutos aproximadamente.

Instrumentos:

- Lapiceros.
- Computadora

La información se recopilada se procesará por medio de una investigación descriptiva con el fin de describir el proceso de requerimientos de cambios de ingeniería y los hallazgos que existen en el proceso actual entre cada uno de los departamentos.

2.3.2 Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos.

2.3.2.1 Técnicas de estadística descriptiva

Se aplicará las siguientes herramientas estadísticas como:

- De acuerdo con Saeger (2023) El Diagrama de Ishikawa, consiste en la identificación de las causas que dan lugar a un resultado o efecto específico. En dicho diagrama se ordena la información del proceso que se analiza en categorías globales y se ubican las posibles causas que ocasionan el problema. El diagrama de Ishikawa puede incluir causas de orden primario y causas de orden secundario.

Teniendo en cuenta a Lyonnet (1983) Para prevenir la aparición de nuevos inconvenientes en los procesos productivos, es fundamental identificar las causas raíz de manera precisa.

Dado que los sistemas de fabricación suelen involucrar estructuras complejas, resulta indispensable contar con la alta participación de personal capacitado, especialmente de quienes operan directamente en las áreas involucradas. Su conocimiento práctico y experiencia son clave para comprender el funcionamiento real del proceso y proponer soluciones más efectivas.

- Como describe Tapia Salazar (2020) Un método útil para discernir entre las causas de mayor relevancia de un problema y las causas de menor relevancia, es el diagrama de Pareto, elaborado se puede observar un segmento que contiene a las principales causas del problema y otro segmento con las causas secundarias o de menor importancia.
- Según lo señalado por Verdoy, Mateu y Sagasta (2006), el diagrama de Pareto es una herramienta gráfica representada mediante barras, en la que las categorías se organizan de mayor a menor frecuencia, de izquierda a derecha. Esta representación puede ser utilizada por equipos de trabajo para identificar causas prioritarias, analizar resultados y establecer estrategias orientadas a la mejora continua.

2.4. Diagnóstico del área de estudio

2.4.1 Descripción del proceso de cambios de ingeniería de material productivo.

Para la propuesta de mejora se ha elegido el proceso de cambios de ingeniería de material productivo, siendo uno de los procesos más importantes de la compañía debido a que impacta a todas las áreas productivas de la planta (Estampado, carrocerías, motores, baterías, ensamble general, entre otros).

Así mismo, se puede observar a los departamentos involucradas para un cambio de ingeniería, cada uno de estos departamentos juega un papel fundamental en la introducción de un nuevo número de parte, por lo que el equipo de NPI debe asegurarse que exista un control adecuado entre cada uno de los departamentos, esto evitara retrasos o hallazgos durante la introducción del cambio de ingeniería entre las distintas partes del proceso (véase figura 11).



Figura 11. Departamentos involucrados en la implementación de un nuevo número de parte.

Fuente: Elaboración propia.

Este procedimiento sirve a su vez como guía para la introducción de nuevos proyectos puesto que el desarrollo para la implementación de un proyecto es muy parecido y las fases son similares.

2.4.2 Mapeo del proceso

Una de las características principales de mapear los procesos es que ayudan a analizar y a conocer las características que se emplean en un procedimiento en específico, por lo que se realizó el mapeo al procedimiento de cambios de ingeniería de material productivo, el cual se explica a continuación:

1. **ECR aprobado para implementación:** En este punto, el cambio de ingeniería ha sido aprobado por los equipos de finanzas, ingeniería, planeación de materiales, calidad, logística, en esta etapa se busca que todas las partes tengan conocimiento del cambio y a través de la plataforma JIRA pasa al equipo de NPI para ser los responsables de la introducción de la nueva parte a la línea (Véase **Figura 12**).



Figura 12. Transición de un cambio aprobado al equipo de NPI Fuente: Elaboración propia.

2. **Revisión del ECR:** En la **Figura 13** muestra como en esta fase el equipo de NPI se encarga de revisar con el equipo de diseño, que es lo que está cambiando, si es un cambio físico o administrativo y como afecta a la línea, además se encarga de verificar los niveles de inventarios, la disposición del material antiguo, corroborar que no existan alertas de calidad y se empieza a trabajar con la planeación de la introducción de un nuevo número de parte.

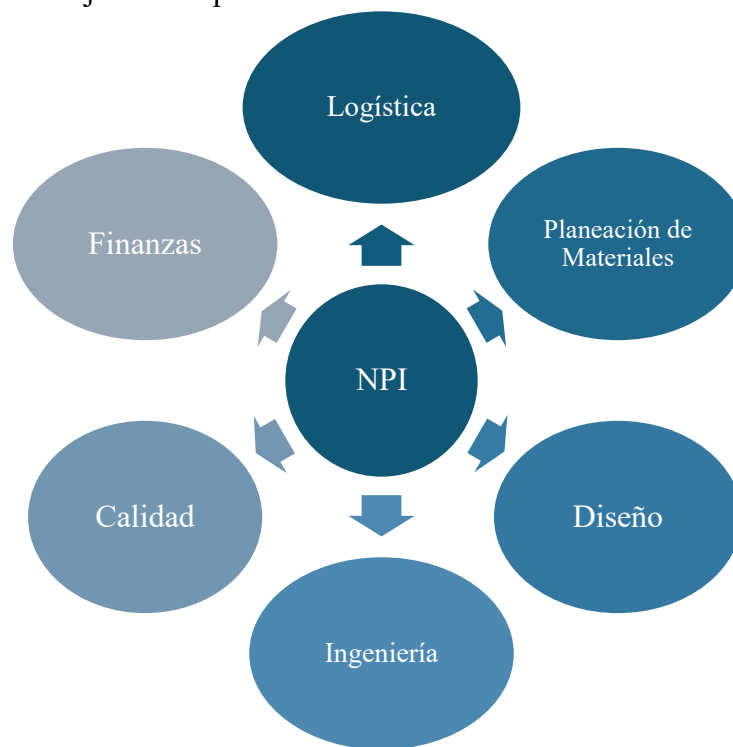


Figura 13. Áreas relacionadas con el equipo de NPI Fuente: Elaboración propia

3. **Junta con los equipos relacionados:** En este punto el equipo de NPI se encarga de realizar una junta con las área involucradas donde se revisa en conjunto cual es la fecha planeada de la introducción del nuevo número de parte de acuerdo con el inventario existente y la fecha estimada del material a la planta, durante esta junta también se revisa con el equipo de calidad si hay alguna herramienta que vaya a cambiar y si es así, cuando se tendría disponible para iniciar con las pruebas del nuevo número de parte antes de ser introducido a la línea.

4. **Disposición del material anterior:** El equipo de NPI debe notificar a todas las áreas relacionadas cual será la disposición del material antes de iniciar con la introducción del cambio y debe registrarlo en la bitácora de los cambios realizados.

Las opciones con las que se dispone el material son:

Agotar todo el material, scrap, enviar de vuelta al proveedor y enviarlo a servicio.

5. **Implementación:** En esta fase del proyecto se realizan las pruebas del nuevo número de parte en la línea, el equipo de NPI comparte la información del cambio con el supervisor de la línea, operadores, ingenieros de calidad y proceso, se comprueba que los sistemas estén listos para la utilización del material y se verifica que la disposición de la parte anterior se haya efectuado según los requerimientos del requerimiento del cambio de ingeniería.
6. **Monitoreo del cambio:** Al haberse introducido el número de parte el equipo de NPI se encarga de monitorear que la introducción del nuevo número de parte se haya realizado con éxito y se encarga de cerrar el cambio en la plataforma, en caso de que exista un error o problema durante la introducción del nuevo número de parte se debe crear una alerta de calidad tan pronto como sea posible y notificar al equipo de calidad para iniciar con un proceso de apoyo a la introducción del material.
7. **Cierre del requerimiento:** Este es el último paso del proceso de cambio de ingeniería de material productivo, donde se registra en que VIN, unidad y secuencia se instalaron las primeras piezas del número de parte, esto con el fin de tener un registro de todos los cambios que se han introducido en un vehículo.

2.5 Recursos utilizados en el proceso de cambios de ingeniería de material productivo.

Para el proceso de cambios de ingeniería la empresa en estudio hace uso de los siguientes recursos, cada uno de estos sistemas permiten a la empresa manejar las partes productivas, conocer el diseño del material, así como sus características y también brindan visibilidad del inventario en mano (Véase Tabla 3).

Recurso:	Descripción:
Software JIRA:	Software donde se notifica a los equipos sobre los requerimientos de cambios de ingeniería. Con este software se puede planificar y realizar el seguimiento de actividades con el fin de la realización exitosa de proyectos
Delmia Apriso:	Delmia es un software que proporciona a compañías exitosas y a empresas emergentes mejorar sus procesos de manufactura y producción para conseguir la eficiencia deseada, al conseguir un nivel de digitalización donde a través de su interfaz es posible conectar distintos escenarios. Delmia brinda la exposición, proyección y control de la información ligada a la producción de la empresa a través de la gestión global del ERP.
SAP EWM	SAP EWM (del inglés Extended Warehouse Management): Software que permite gestionar operaciones de almacén de gran volumen e integrar logística compleja de la cadena de suministro con sus procesos de almacén y distribución, ofreciendo altos niveles de visibilidad y control. (“Gestión de almacenes ampliada de SAP (SAP EWM)”) (“Gestión de almacenes ampliada de SAP (SAP EWM)”) (“Gestión de almacenes ampliada de SAP (SAP EWM)”)
Sistema MES	MES (del inglés Manufacturing Execution System): es un sistema que permite monitorear, visualizar y modificar los procesos de manufactura y de producción de las compañías, es lo logra a través de entrelazar al mismo tiempo herramientas, equipos y procesos.

Tabla 3. Sistemas utilizados en el proceso de cambios de ingeniería. Fuente: Elaboración propia

2.6 Análisis del problema

En el desarrollo de este estudio, el Diagrama de Ishikawa, conocido también como diagrama de causa-efecto, esta herramienta, según se describe en la literatura de calidad total (Galgano, 1992), permite establecer con precisión las causas potenciales de un problema y su interrelación mediante un esquema gráfico estructurado.

Con el fin de analizar la causa raíz del problema de los retrasos en la introducción de cambios de ingeniería, se decidió emplear el diagrama de Ishikawa, dado que como se mencionó anteriormente esta herramienta muestra los principales factores que originan un problema. El uso del diagrama de Ishikawa en este contexto fue especialmente valioso, ya que facilitó una participación grupal amplia y un análisis focalizado que quitan la dispersión en discusiones irrelevantes, concentrándose en causas identificables del problema. Estas se muestran en la **Figura 14**.

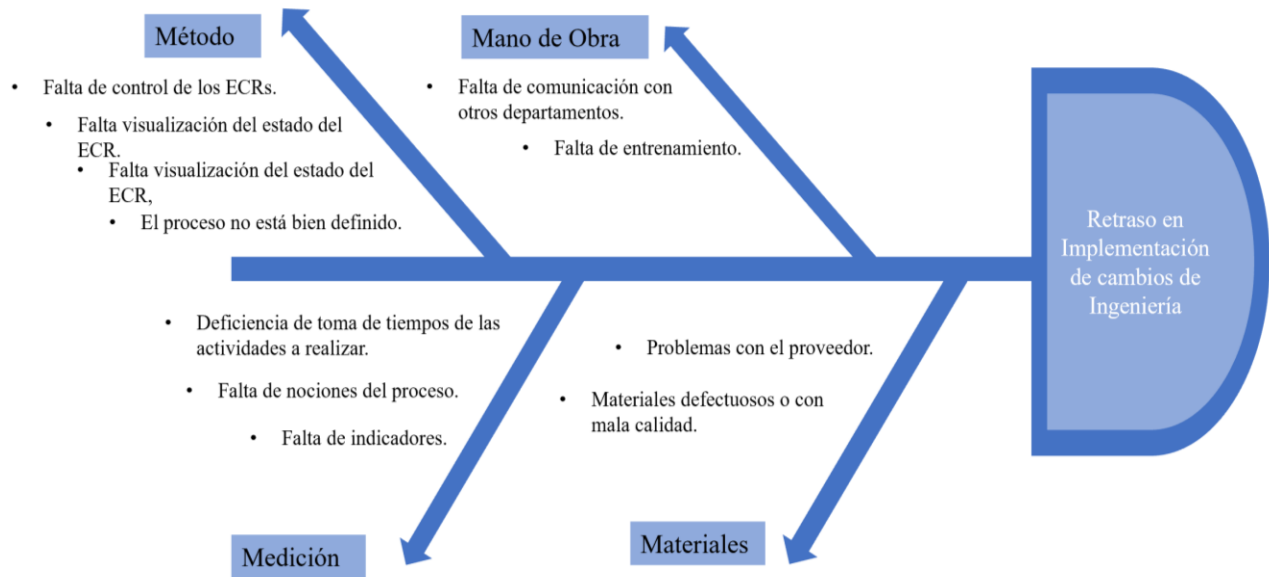


Figura 14. Diagrama de Ishikawa del retraso de la implementación de los ECRs Fuente: Elaboración propia.

El uso del Diagrama de Ishikawa facilitó la identificación de las causas raíz del problema, lo que llevó a la empresa a proponer un sistema de gestión más robusto. Este nuevo sistema busca ofrecer visibilidad completa del proceso, establecer indicadores de desempeño y mejorar la comunicación entre los departamentos, con el fin de reducir significativamente los tiempos de implementación de nuevos números de parte y asegurar un control efectivo en cada fase del cambio de ingeniería.

Capítulo 3. Diseño e implementación del sistema de gestión de cambios de ingeniería

3.1 Implementación del sistema de gestión de cambios de ingeniería

En el siguiente capítulo se presentan las 4 fases de la metodología PDCA mencionada anteriormente para la implementación del sistema de cambios de ingeniería, también llamado Engineering Change Management (ECM, por sus siglas en inglés) donde se muestra paso por paso el desarrollo de la estructura del nuevo sistema y como fue implementado a los distintos departamentos, también se encuentran las instrucciones de trabajo que fueron punto clave para que los involucrados en el proceso pudieran completar sus actividades.

La implementación del nuevo sistema tuvo una duración de 8 semanas, donde se trabajó con el equipo de NPI para revisar cuales eran los factores que se tenían que incluir en el sistema de gestión, durante ese lapso se trabajó con el equipo de tecnologías de la información para crear la herramienta en la plataforma JIRA y las últimas 2 semanas fueron usadas para iniciar con la prueba piloto del sistema y el entrenamiento de los usuarios del ECM.

Fase 1- Planear

A medida que un ECR entra en estatus de: *“Implementación para NPI”*, el equipo de introducción a nuevos productos comienza la creación del flujo de trabajo. Actualmente, solo se cuenta con un enlace que indica que el nuevo número de parte se encuentra en implementación, pero no se puede llegar a tener más visibilidad de que es lo que está sucediendo dentro de esta fase.

Por lo cual en esta fase se trabajó en la planeación de una propuesta de un sistema de gestión para el proceso de introducción de requerimientos de ingeniería que plantea un flujo de trabajo individual para cada número de pieza, cada parte tendrá una tarea y cada tarea tendrá 19 tareas, de las cuales se debe cumplir con los siguientes puntos (véase la **Figura 15**)

- Debe existir un vínculo del nuevo número de parte entre el ECR y NPI épico.
- Necesita enviar recordatorios por correo electrónico diario para cada subtarea para el asignado.
- El “ECR relacionado” debe tener la ECR vinculada en formato URL para que el usuario pueda hacer clic en ella.

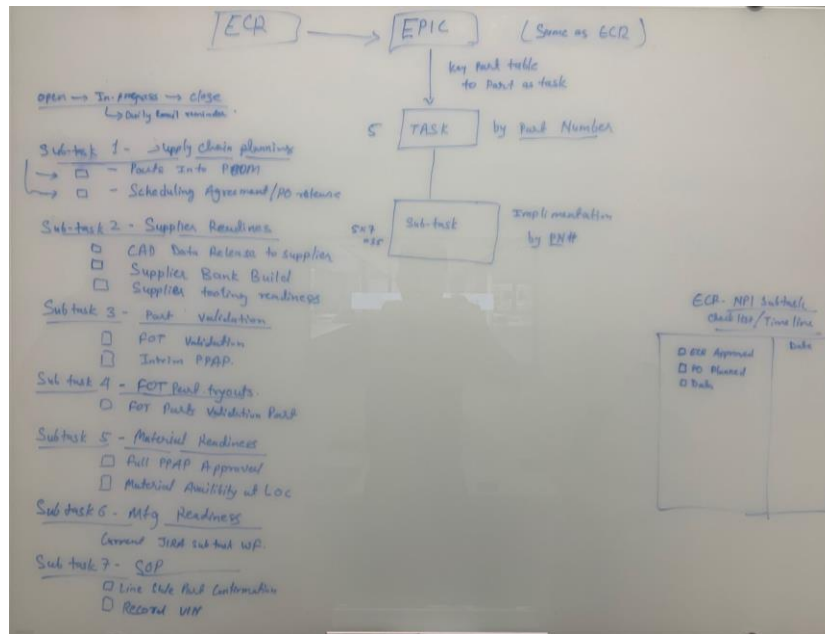


Figura 15. “Evidencia de propuesta de sistema de gestión de cambios de ingeniería” Fuente: Autor

Se pretende que en cuanto a la creación una subtarea, se deben cumplir con los siguientes criterios, que permitirán tener una fácil manipulación del sistema

- Cuando se crea la tarea, se debe crear solo la subtarea 1.
- Cuando la subtarea 1 pase a “Cancelada o Resuelta”, cree la Subtarea 2 y así consecutivamente hasta el completar todas las subtareass.

Con el fin del que se verifiquen todas las tareas necesarias para implementarse un nuevo número de parte debe repetirse este proceso hasta llegar a la Subtarea 19.

Una vez que se hayan completado todas las Subtareass, se cierra automáticamente la tarea principal, por lo cual deben cumplirse los siguientes criterios:

- Al haber completado todas las subtareass, automáticamente se debe cerrar la tarea principal.
- Una vez cerrada la tarea principal, realice la transición del ECR vinculado a Completado.
- Para cerrar la subtarea, se deben completar los campos de “Fecha de inicio y Fecha de finalización planificadas”.

Para cerrar la subtarea, cada asignado debe proporcionar 2 campos obligatorios

- Fecha real de ejecución de la tarea
- Comentario con/sin evidencia de finalización de la tarea.

A continuación, se presentan los criterios necesarios para llenar cada subtarea después de haber finalizado con la asignación por área.

➤ **Subtareas 1-3:**

- Ingresar piezas en el PBOM
- Actualizar del Máster data de materiales creados en SAP
- Acordar la programación con el proveedor
- Lanzar de orden de compra para iniciar el cambio.

Como parte de la primera fase asignada a Planificación de la Cadena de Suministro (GSM), se deben cumplir con las siguientes tareas, con el fin de tener un registro en sistema y empezar a generar demanda del nuevo número de parte al proveedor.

➤ **Subtareas 4-6: Preparación del proveedor**

Una de las actividades más importantes para la implementación de nuevos números de parte es preparar al proveedor, esto quiere decir que se debe trabajar en conjunto con el proveedor para ajustar o actualizar las características del nuevo número de parte, por ejemplo, en caso de ser un cambio de diseño se debe verificar que los dibujos del CAD se hayan actualizado según los nuevos parámetros. Otro punto importante es importante verificar si hay necesidad de cambiar el herramental para la fabricación del nuevo componente o si la herramienta en uso bastara para continuar con la producción.

- Liberar los datos CAD al proveedor: asignado a DRE quien debe aprobar que el diseño del nuevo número de parte.
- Construir del banco de proveedores: asignado al equipo de planeación de materiales. Para completar esta actividad se debe incluir al TPM y GSM como vigilantes ya que son puntos clave para la finalización de esta tarea.
- Preparar herramientas del proveedor: actividad asignada al SQE, para esta fase se debe incluir de igual manera al TPM y GSM como vigilantes

➤ Subtareas 7-8: Asignada a Validación de Producto (SQE)

Parte fundamental para la implementación de un nuevo número de parte es asegurarse que el producto cumple con todas las especificaciones requeridas para poder emplearse, es por ello porque el equipo de Ingenieros de calidad de proveedor debe mantener continua comunicación con el equipo de NPI para informar si es que se encuentra algún hallazgo y el producto no estará a tiempo.

Como parte de las tareas se debe verificar que las herramientas para la producción del nuevo número de parte están trabajando correctamente y que el mantenimiento se ha realizado previamente con el fin de asegurar el primer lote de piezas.

En cuanto al propósito del Proceso de Aprobación de Piezas de Producción (PPAP) es:

- Es necesario asegurar que los fabricantes de material productivo puedan satisfacer con los requisitos de calidad y capacidad de fabricación de las piezas solicitadas por la empresa.
- Proporcionar evidencias de que los proveedores están certificados y pueden cumplir con las especificaciones proporcionadas por el equipo de diseño de ingeniería del cliente y las tolerancias impuestas por cada una de las partes a liberar.
- Certificar que los procesos de fabricación de los proveedores tienen la garantía de elaborar partes productivas que cumplan consistentemente con todos los requisitos durante la producción real al ritmo de producción cotizado del proceso de fabricación.

Una vez que el SQE valida que el proveedor está listo para poder sostener la producción requerida el ingeniero de calidad debe cerrar esta subtarea en orden de continuar con los siguientes pasos, es importante que indique la fecha de inicio y cierre de esta subtarea, ya que servirá para medir el tiempo en lo que le toma al proveedor estar listo para enviar el material.

➤ Subtarea 9: Asignar a NPI

En esta parte del proceso el equipo de Introducción de Nuevos productos debe de iniciar con las pruebas del nuevo número de parte, se realiza una junta con todas las partes relacionadas para revisar que el material cumple con los requisitos de ingeniería, se verifica con el equipo de planeación de materiales que se contara con material suficiente para abastecer la producción y se inicia con las pruebas del nuevo número de parte en la línea.

Durante las pruebas se deben verificar varios puntos que se mencionan a continuación:

- El material es físicamente idéntico al CAD aprobado por ingeniería y cumple con las dimensiones requeridas.
- El nuevo número de parte está dentro de la lista de materiales (BOM, por sus siglas en inglés).
- El nuevo número de parte se encuentra en el sistema de producción.
- El código de barras del nuevo número de parte se puede leer correctamente.
- La instalación del nuevo componente se instala sin problemas.
- El operador puede manejar el nuevo material sin problema alguno.
- Se cuenta con la herramienta necesaria para el empleo del material.

➤ **Subtareas 10-11: Aprobación completa de PPAP, - Asignar a SQE**

Durante la realización de las subtareas 10 y 11 se corrobora que el PPAP fue completado con éxito y que el proveedor está listo para enviar el nuevo número de parte. En esta fase el SQE realiza inspecciones y auditorias al proveedor del nuevo número de parte.

Como parte de las tareas el SQE debe realizar una evaluación y gestión de procesos y la verificación de las líneas de productos y su eficiencia a medida que avanza hacia sus etapas finales y una distribución más amplia.

➤ **Subtarea 12-17 – Preparación para la fabricación. (Coordinador de cambios de ingeniería / Equipo de NPI)**

Es esta etapa del proceso se debe trabajar con el software de producción de la compañía (SAP) donde se marca sistemáticamente que un nuevo producto está por llegar a la planta, esto ayuda a evitar que se mezclen los materiales con los productos actuales y prevé que el nuevo material llegue a la línea de producción antes de tiempo.

En esta parte del proceso se debe registrar quien es el “destinatario de entrega” que será el responsable de realizar el recibo del nuevo número de parte y de asegurarlo en la jaula de Control de Cambios de ingeniería (ECC, por sus siglas en inglés).

Una vez que el material ha sido recibido se debe registrar cuando se recibió el material, cuanto material llega, que proveedor está enviando el material y la orden de compra.

Al haberse recibido el nuevo número de parte el equipo de Introducción de nuevos productos debe trabajar en conjunto con los ingenieros de manufactura para actualizar la parte nueva en la lista de procesos, esto con el fin de asegurarse que el nuevo número de parte estará dentro de las instrucciones de trabajo y el operador podrá instalar el material.

El equipo de NPI también debe indicar a los ingenieros de flujo de material (MFE, por sus siglas en inglés) la llegada del nuevo componente, de esta forma el equipo de flujo de materiales puede actualizar en SAP cuales son las características del material, por ejemplo: las unidades de consumo, la cantidad de piezas por vehículo (QPV, por sus siglas en inglés), tipo de almacenamiento del material, si es un componente de alto o bajo consumo, entre otros.

Cuando el material ya ha sido dado de alta en el Masterdata de SAP, el equipo de NPI debe comunicar al área de logística sobre la llegada del material, de esta forma el área de logística estará preparado para el surtimiento del nuevo número de parte a la línea. Como parte importante de esta subtarea se debe verificar que el nuevo componente tenga activo el Kanban (proceso en el que se realizan transacciones en tiempo real con la capacidad de realizar movimientos al instante. Los distintos factores, como los materiales, cantidades a solicitar y las estaciones se ven proyectadas visualmente a través un tablero Kanban, este tablero es de gran utilidad ya que, al usarlo, permite a los usuarios de los distintos equipos revisar cual es el estado actual de cada uno de los materiales solicitados en cualquier momento del proceso, así como conocer cuales estaciones han sido surtidas).

➤ **Subtareas 18-19 – SOP (NPI)**

Una vez que el nuevo número de parte ha sido implementado en la línea, el equipo de Introducción de nuevos productos es responsable de:

- Confirmación de pieza en línea/Registrar VIN
- En la tarea principal, registre el VIN una vez que se complete esta subtarea
- Actualización de disposición de materiales: asignar al reportero de la tarea principal
- Elemento de la lista de verificación: Actualización de SAP/Smartsheet.

Es de suma importancia registrar el primer VIN donde se implementó la primera pieza de la nueva revisión, ya que si en futuro se presentara algún problema con el nuevo número de parte se podría rastrear fácilmente donde inicio el lote donde se incorporó ese material a la línea.

El número de identificación del vehículo muestra toda la información relacionada a la fabricación de un auto en específico, por ejemplo, se puede conocer en qué año fue fabricado un auto e información sobre el modelo, también se puede saber en qué país se fabricó la unidad, el número de motores, así como características más específicas. En pocas palabras el VIN ayuda a saber más sobre la historia del auto.

3.2 Diagrama de flujo de subtareas

Sólo el asignado y un nuevo “Grupo de anulación de NPI” pueden mover una subtask al estado Resuelto. El cesionario solo puede pasar al estado Resuelto. Sólo NPI puede pasar al estado Cancelado.

La **Figura 17**, muestra el diagrama de flujo se muestra cómo funcionan las subtareas a través del sistema de gestión de cambios de ingeniería propuesto y como el equipo de NPI puede manipular las actividades para completar, cerrar, abrir o resolver subtareas en orden con continuar con el proceso.

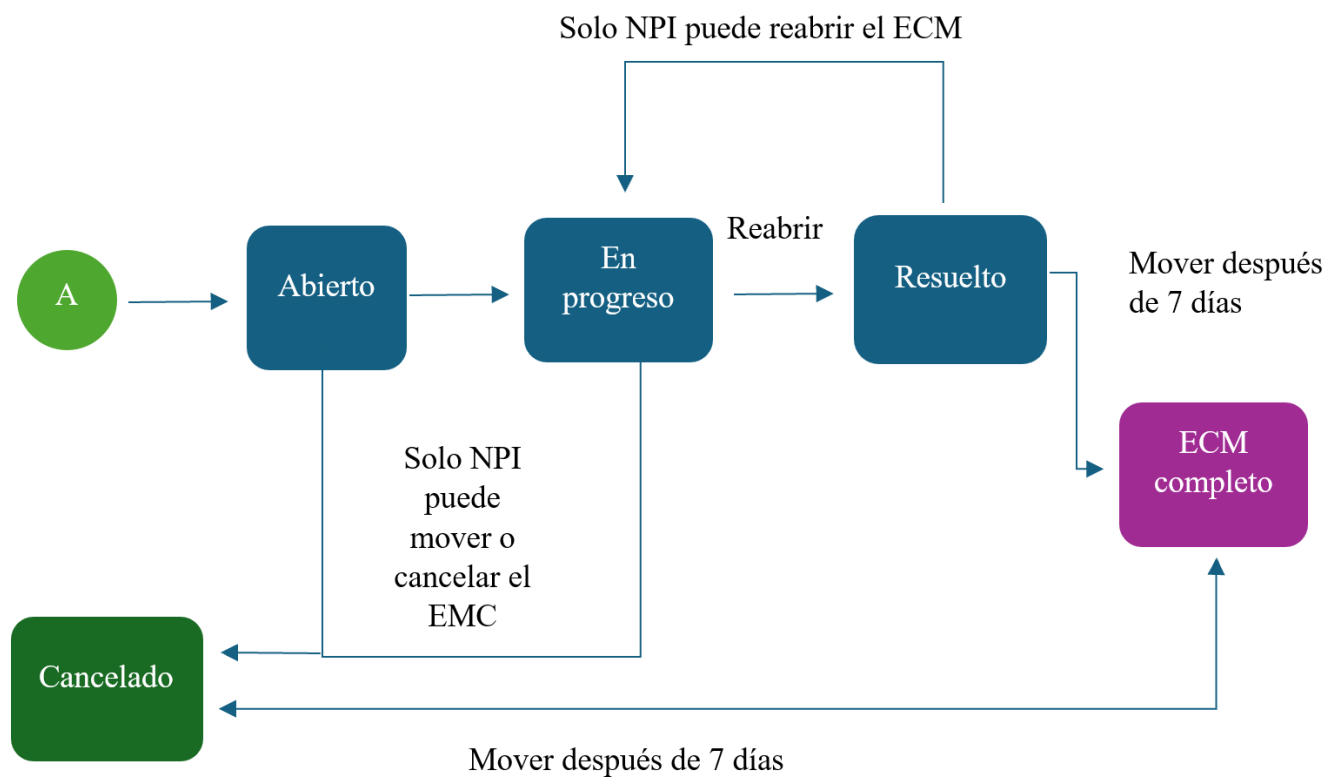


Figura 17. Diagrama de flujo por ECM Fuente: Elaboración propia.

3.3 Estatus de tareas

En el estado abierto de las tareas, necesitamos la capacidad de seleccionar para qué números de piezas queremos que se cree una tarea. Ya sea una columna adicional con una X o un "sí", dependerá de la persona que implemente la automatización desde el lado de Jira.

Depende del equipo de NPI editar la capacidad de agregar/eliminar filas y determinar si es necesario agregar un M11 y crear una tarea para él.

El equipo de NPI puede utilizar una transición en automático en los estados Abierto y En proceso, se utilizará una transición de bucle automático para crear una tarea para cada elemento en el que se solicitó una tarea. Otro aspecto importante es que al volver a ejecutar la transición no debería crear tareas duplicadas (ver **Figura 18**).

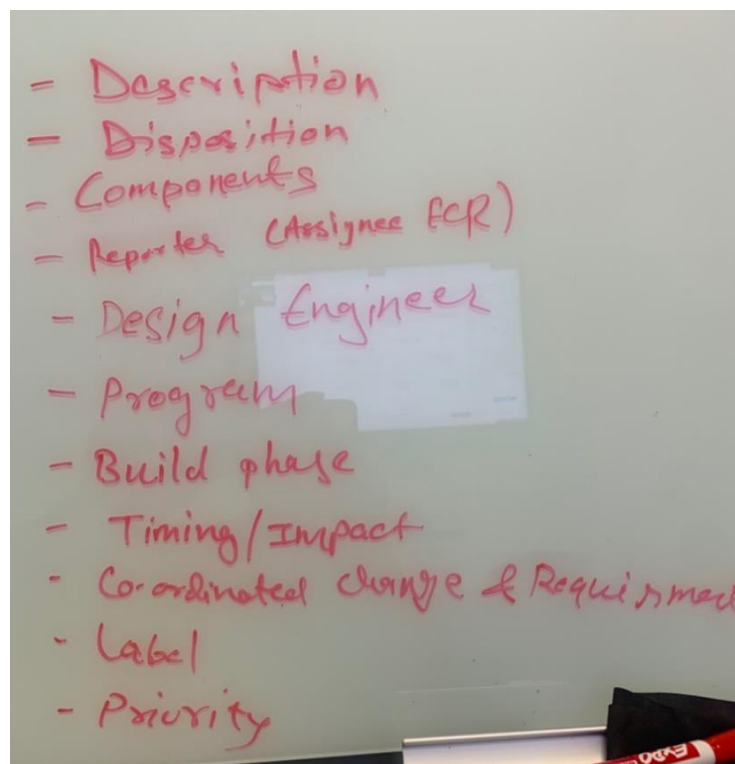


Figura 18. Subtareas del sistema: ECM Fuente: Autor

A continuación, la **Tabla 4**, expone la estructura y los pasos del sistema de gestión propuesto al proceso de cambios de Ingeniería, se muestran las actividades que se deben realizar como deber ser la generación por subtarea, los equipos responsables que forman parte de la aprobación de cada actividad y el tiempo estimado de compleción de cada tarea, esta estructura permite visualizar el tiempo total que llevaría realizar la introducción de un nuevo número de parte y a su vez, se logra detectar cuando una subtarea está tomando más tiempo de lo acordado.

Paso #	Tarea #	Actividades	Responsable	Generación de tarea	ETA
Paso 1	1	Asignar al GSM, confirmar proveedor y propuesta de fechas.	GSM	Todas @Al mismo tiempo	1 semana
Junta de implementación del ECR	2	Agregar nueva parte al máster data en SAP	MM	Todas @Al mismo tiempo	1 semana
	3	Confirmar y actualizar al planeador de materiales	MP	Todas @Al mismo tiempo	
	4	Agregar parte a MBOM	NPI	Todas @Al mismo tiempo	
	5	Revisar cambio con equipo de MFE	MFE	Todas @Al mismo tiempo	
Paso 2	6	Liberar orden de comprar al proveedor	GSM	Todas @Al mismo tiempo	1 semana
Junta con el proveedor	7	Transferir los datos del CAD al proveedor	GSM	Todas @Al mismo tiempo	
	8	Confirmar contrato de compras con el proveedor (SA)	GSM	Todas @Al mismo tiempo	
Paso 3	9	Estimar la fecha del PPAP	SQE	Todas @Al mismo tiempo	1 semana
Revisar la disponibilidad del proveedor	10	Junta de la construcción del banco de material	GSM	Todas @Al mismo tiempo	única
	11	Ajustar el EDI en SAP	MP	Todas @Al mismo tiempo	única
	12	FOT @ Taller	SQE	Todas @Al mismo tiempo	única
	13	FOT @ Planta	SQE	Todas @Al mismo tiempo	única
Paso 4	14	Agregar tiempo de llegada del nuevo material	MP	Todas @Al mismo tiempo	1 semana
Validación de la parte	15	Marcar en sistema el cambio de material en SAP	ECC	Todas @Al mismo tiempo	
	16	Probar del material en la línea	NPI	Todas @Al mismo tiempo	única

	17	Configurar del empaque del material	PKG	Todas @Al mismo tiempo	1 semana
	18	Checar la finalización del PPAP	SQE	Todas @Al mismo tiempo	2 semanas
Paso 5	19	Notificar de corte del material	NPI	Todas @Al mismo tiempo	única
Revisar la disponibilidad de Manufactura	20	Configurar el máster data para el almacén	MFE	Todas @Al mismo tiempo	4 días
	21	Actualizar nuevo material de parte en SAP	MFE	Todas @Al mismo tiempo	
	22	Actualizar Material Máster para la planta	MM	Todas @Al mismo tiempo	
	23	Actualizar BOP	ME	Todas @Al mismo tiempo	
	24	Confirmar el material en la línea		Todas @Al mismo tiempo	única
Paso 6	25	Registrar el VIN del auto	LOG	Todas @Al mismo tiempo	1 semana
SOP	26	Disponer del material restante	ECC	Todas @Al mismo tiempo	
	27	Actualizar de la disposición en el Material Máster (EWM/IM)	MM	Todas @Al mismo tiempo	

Tabla 4. Estructura del Sistema de gestión de cambios de ingeniería. Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presentan los diagramas de Entradas, Procesos y Salidas de las tareas que deben completar cada uno de los involucrados en el nuevo sistema, esto ayudara a tener el proceso documentado al cien por ciento y a conocer cuál es el resultado y la importancia de cada actividad dentro del proceso de un cambio de ingeniería.

- **Tarea 1:** Asignar al comprador del material, confirmar el proveedor y agregar las fechas propuestas de inicio de producción del nuevo material (Véase tabla 4).
- **Responsable:** GSM

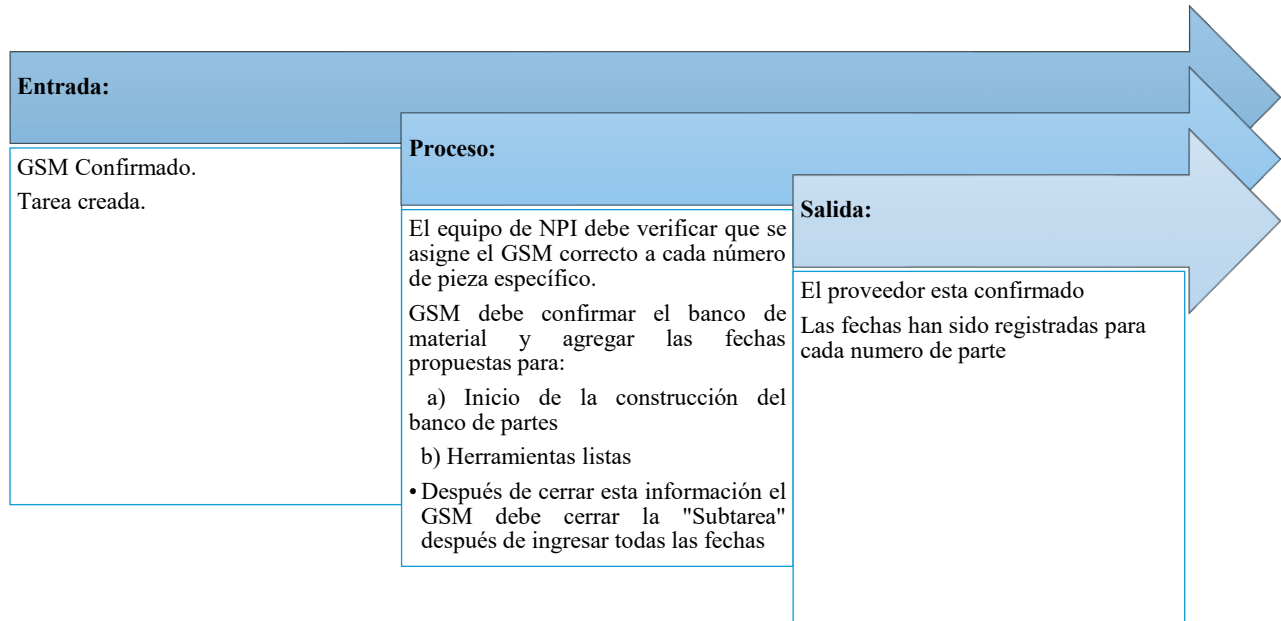


Tabla 5. Diagrama EPS de asignación del GSM. Fuente: Elaboración propia.

- **Tarea 2:** Agregar nuevo de parte al material máster data y confirmar información en SAP. (Véase **Tabla 6**).
- **Responsable:** Coordinador del Máster Data.

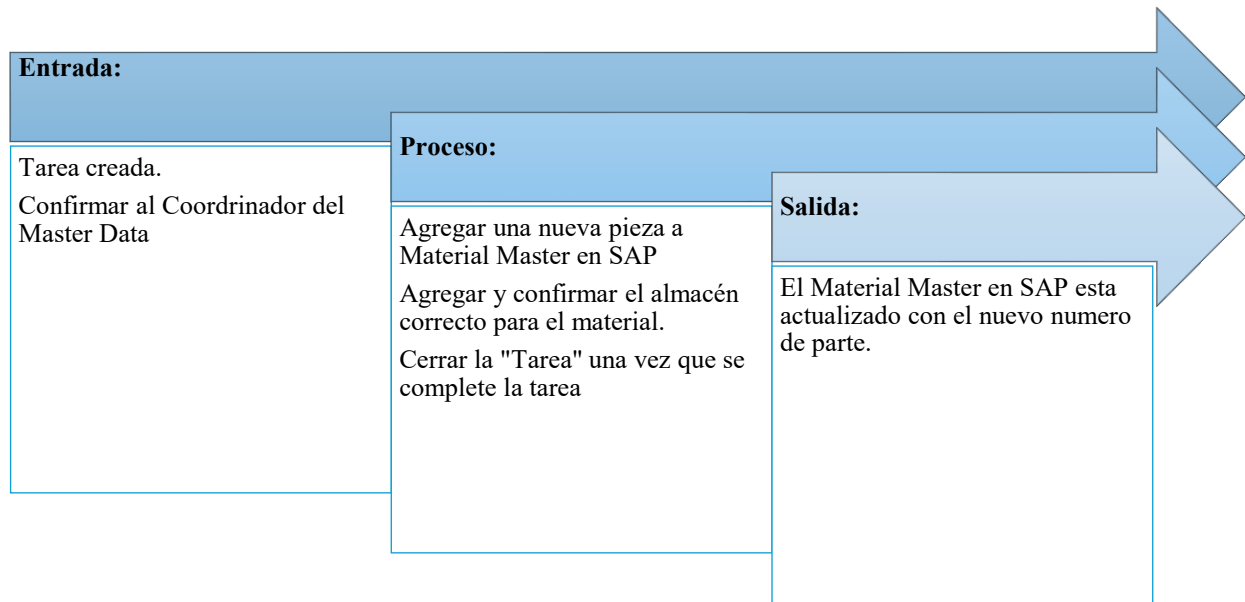


Tabla 6. Diagrama EPS de actualización del master data. Fuente: Elaboración propia.

- **Tarea 3:** Confirmar y actualizar al planeador de materiales en SAP (Véase **Tabla 7**).
- **Responsable:** Planeador de Materiales

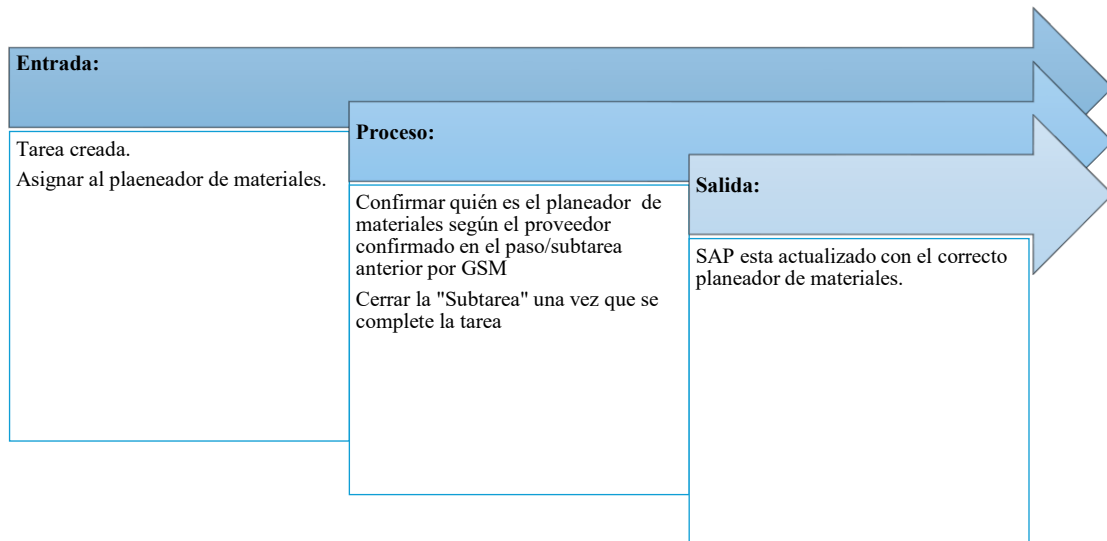


Tabla 7. Actualización de planeador de materiales en SAP. Fuente: Elaboración propia.

- **Tarea 4:** Agregar nuevo número de parte a MBOM. (Véase **Tabla 8**).
- **Responsable:** Equipo de NPI

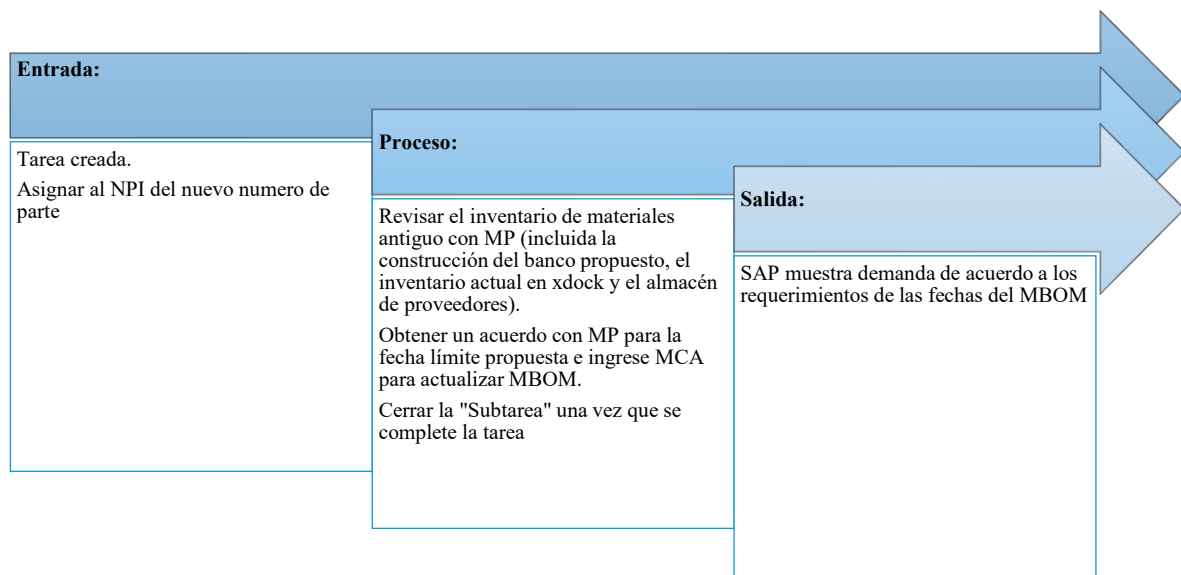


Tabla 8. Nuevos números de parte en MBOM. Fuente: Elaboración propia.

- **Tarea 5:** Reunión con equipo de Material de flujo de materiales. (Véase **Tabla 9**)
- **Responsable:** Ingeniero de flujo de Materiales.

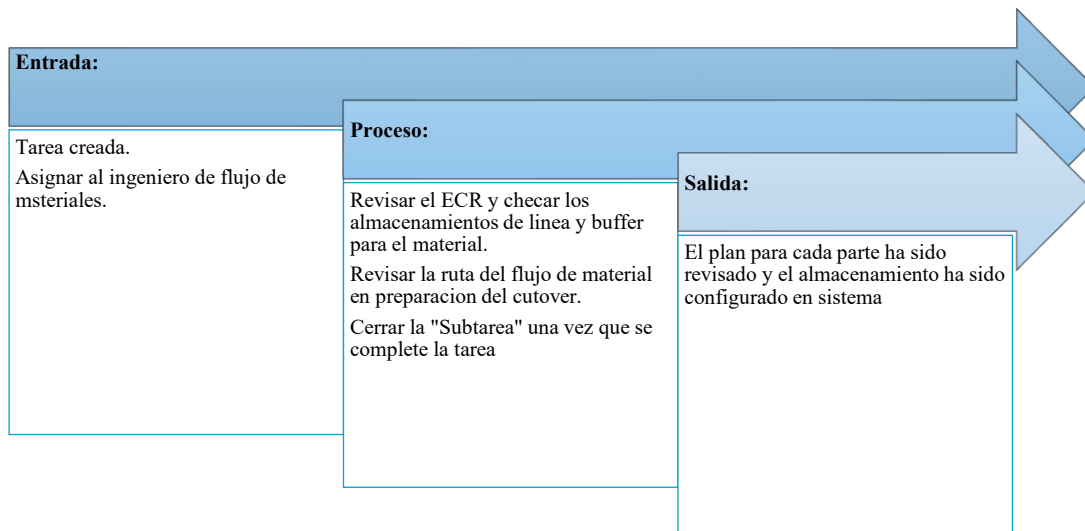


Tabla 9. Asignación de ingeniero de NPI al nuevo número de parte. Fuente: Elaboración propia.

- **Tarea 6:** Agregar nuevo número de parte al sistema de PPAP. (Véase **Tabla 10**).
- **Responsable:** Ingeniero de Calidad de Proveedores (SQE).

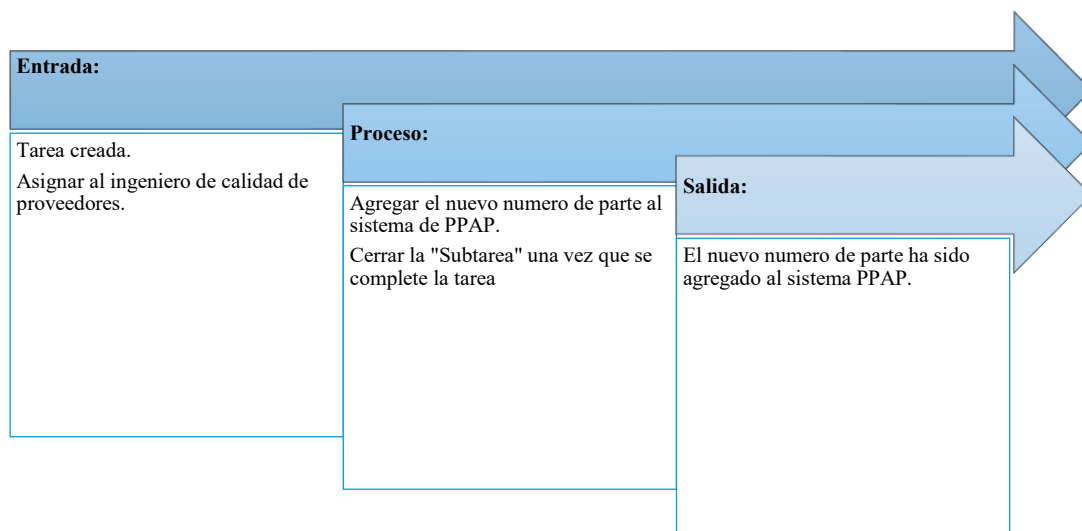


Tabla 10. PPAP procedimiento. Fuente: Elaboración propia.

- **Tarea 7:** Emitir orden de compra de herramientas al proveedor. (Véase **Tabla 11**).
- **Responsable:** Manager Global de Suministro (GSM)

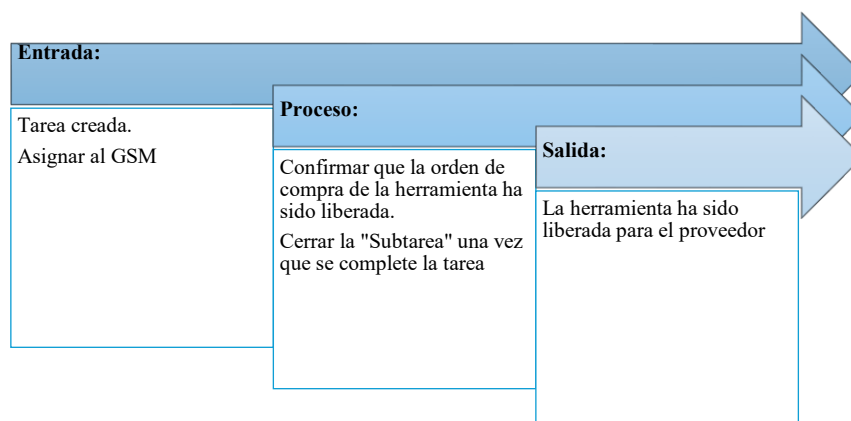


Tabla 11. Proceso de orden de compra. Fuente: Elaboración propia.

- **Tarea 8:** Transferencia de datos CAD al proveedor. (Véase **Tabla 12**).
- **Responsable:** Manager Global de Suministro (GSM)

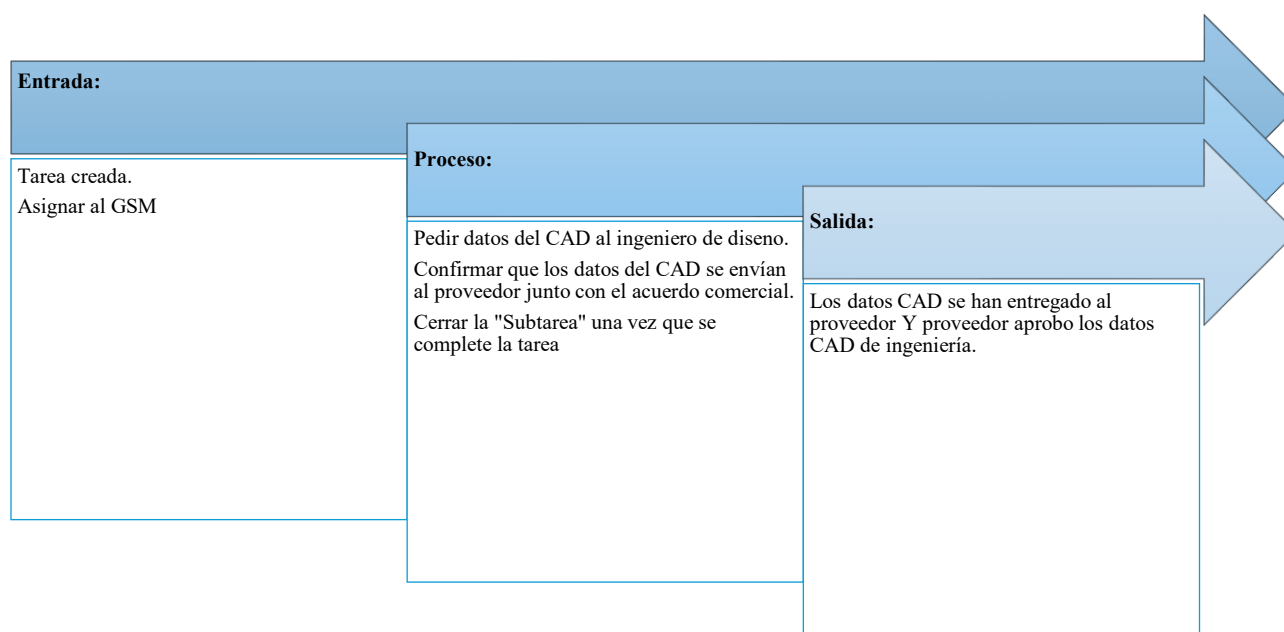


Tabla 12. Transferencia de datos CAD. Fuente: Elaboración propia.

- **Tarea 9:** Confirmar arreglo de Compra (SA) en SAP (Véase **Tabla 13**).
- **Responsable:** Manager Global de Suministro (GSM)

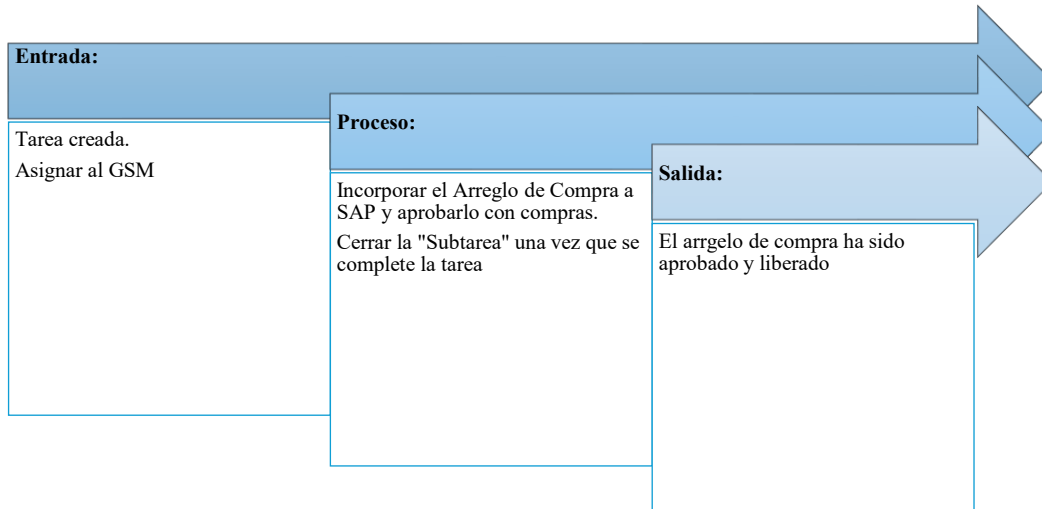


Tabla 13. Generación de orden de Compra en SAP. *Fuente: Elaboración propia.*

- **Tarea 10:** Estimar tiempo de finalización del PPAP (Véase **Tabla 14**).
- **Responsable:** Equipo de SQE

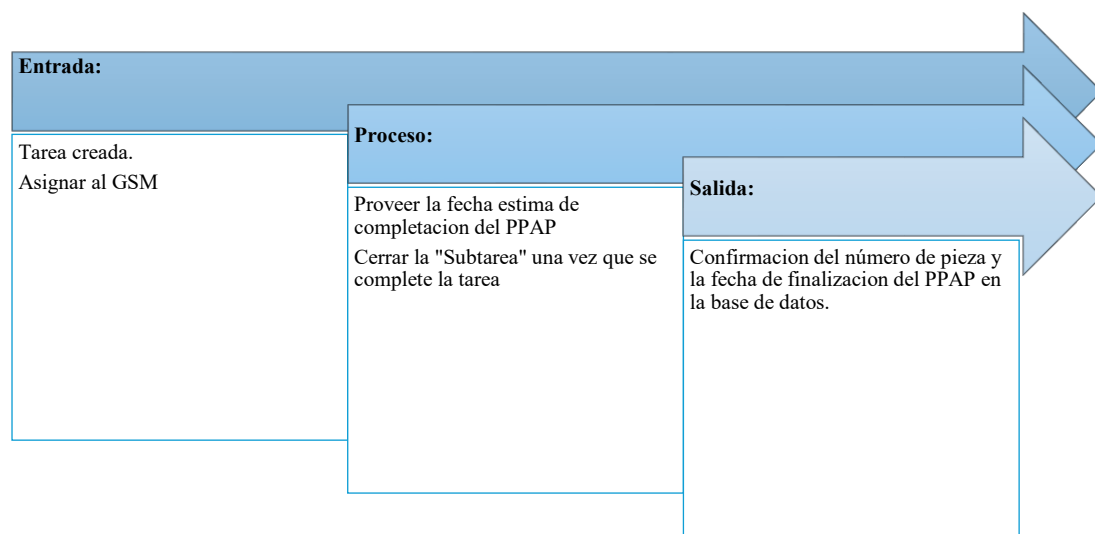


Tabla 14. Aprobación del PPAP *Fuente: Elaboración propia.*

- **Tarea 11:** Estimar la cantidad del banco de material (Véase **Tabla 15**).
- **Responsable:** Equipo de GSM

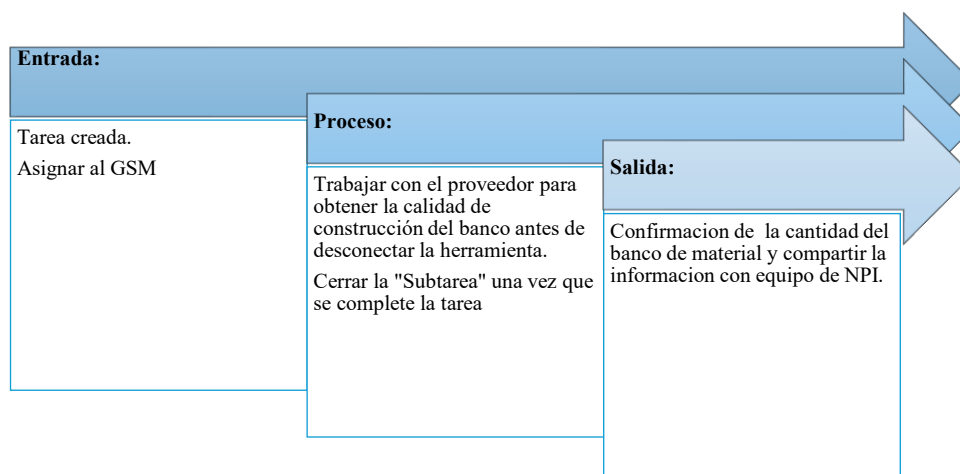


Tabla 15. Estimación del banco de material. Fuente: Elaboración propia.

- **Tarea 12:** Ajustar el Intercambio Electrónico de Datos (Véase **Tabla 16**).
- **Responsable:** Equipo de Planeación de Materiales y NPI.

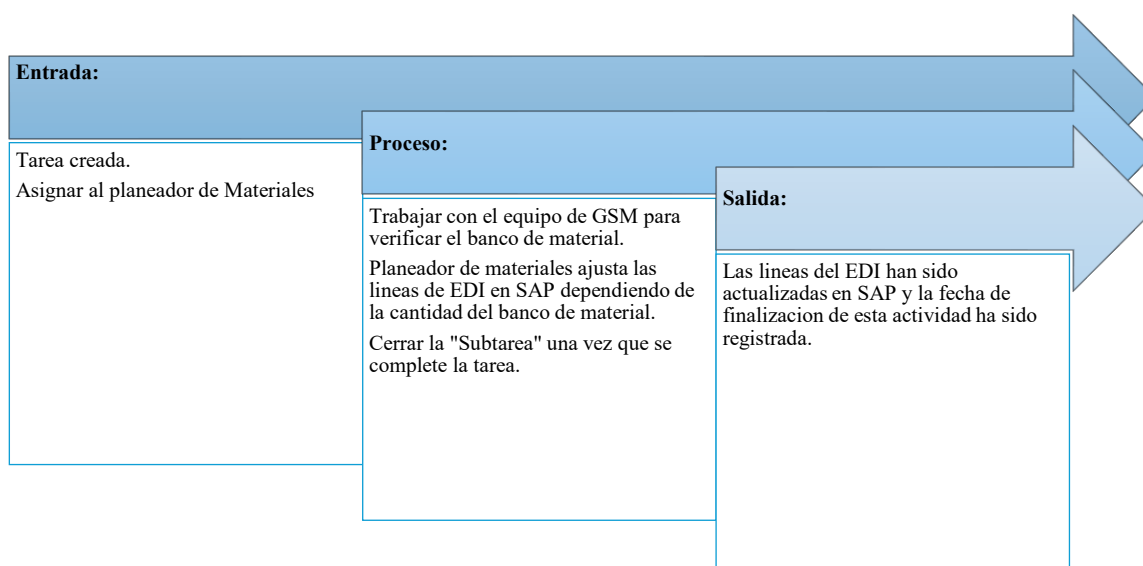


Tabla 16. Generación de demanda a través del sistema de EDI. Fuente: Elaboración propia.

- **Tarea 13:** Confirmar herramienta para el nuevo número de parte (Véase **Tabla 17**).
- **Responsable:** Equipo de SQE

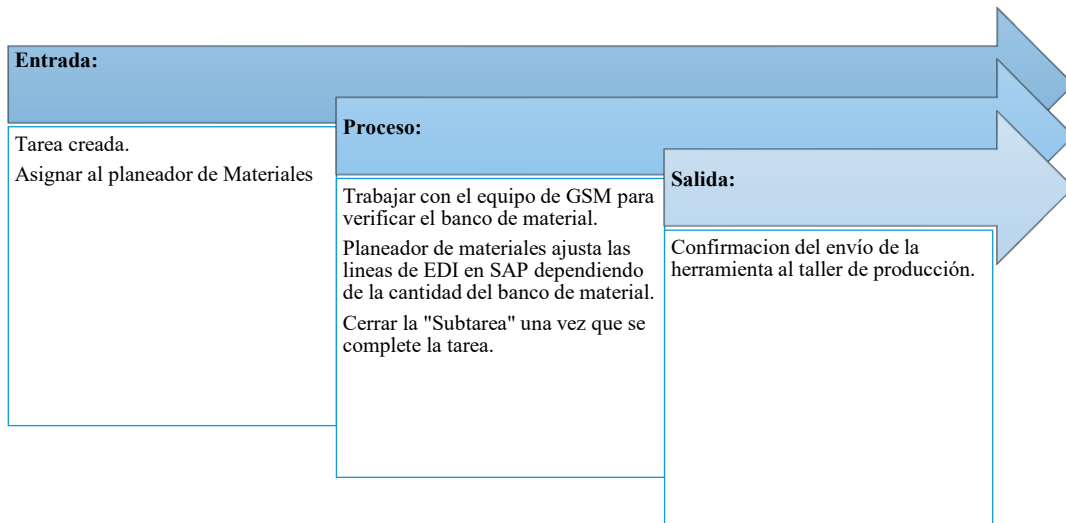


Tabla 17. Estatus de nuevas herramientas Fuente: Elaboración propia.

- **Tarea 14:** Confirmar Primera pieza del nuevo número de parte (Véase **Tabla 18**).
- **Responsable:** Equipo de SQE

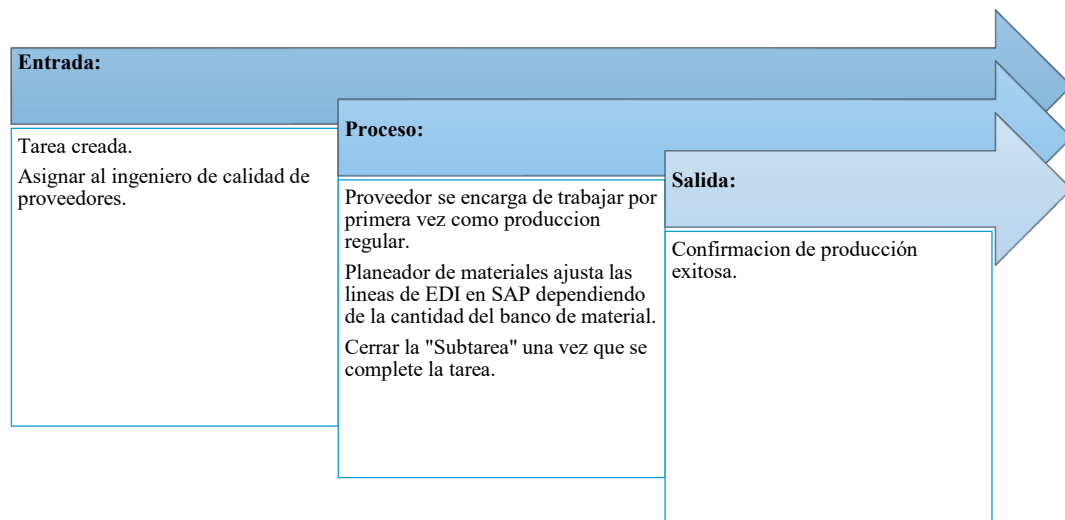


Tabla 18. Nuevos números de parte en MBOM. Fuente: Elaboración propia.

- **Tarea 15:** Confirmar ETA del nuevo número de parte (Véase **Tabla 19**).
- **Responsable:** Equipo de planeación de materiales.

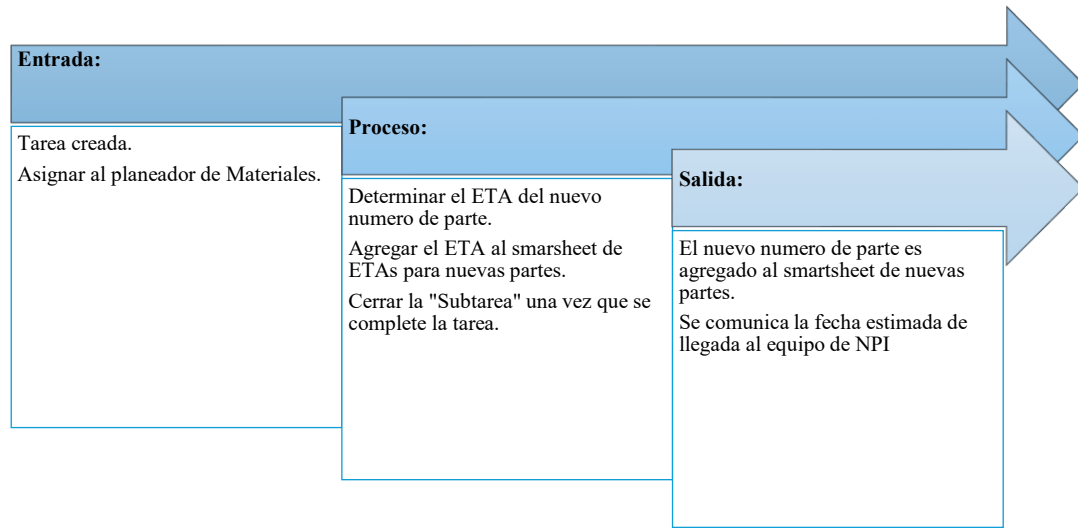


Tabla 19. Proceso de confirmación de ETA. Fuente: Elaboración propia.

- **Tarea 16:** Agregar bandera de llegada de nuevo material a SAP (Véase **Tabla 20**).
- **Responsable:** Equipo de Ingeniería de Control de cambios (ECC, por sus siglas en ingles).

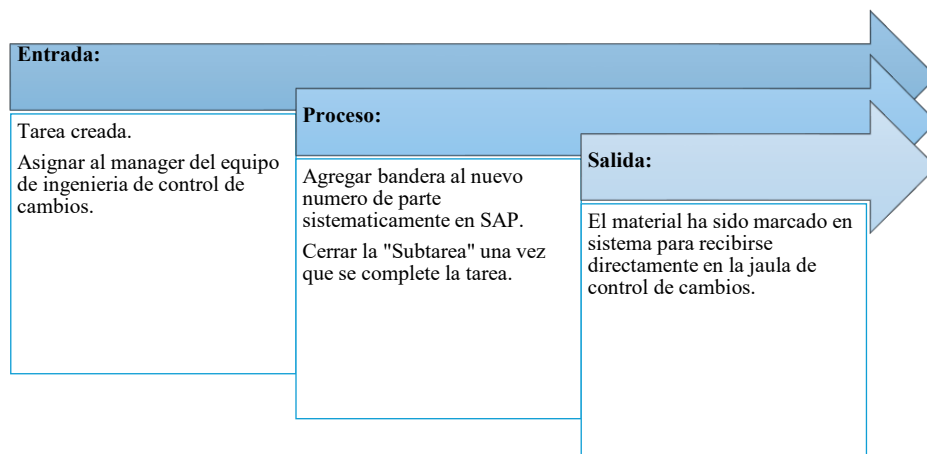


Tabla 20. Incorporación de nuevas revisiones al master data. Fuente: Elaboración propia.

- **Tarea 17:** Realizar pruebas del nuevo número de parte en la línea de producción. (Véase **Tabla 21**).
- **Responsable:** Equipo de NPI

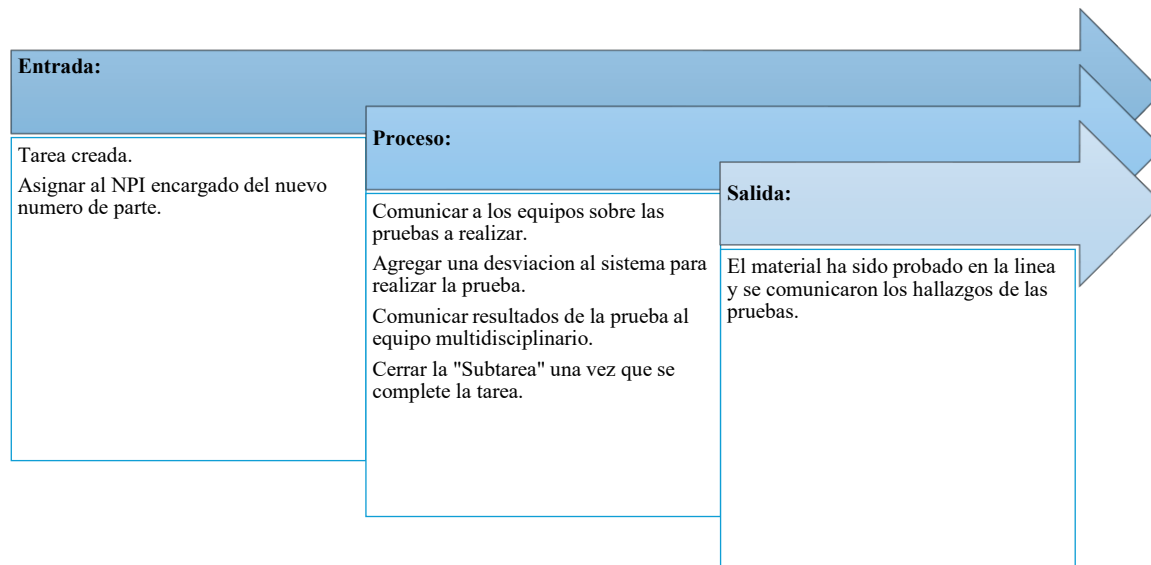


Tabla 21. Pruebas de producción del nuevo número de parte. Fuente: Elaboración propia.

- **Tarea 18:** Revisar información del empaque del nuevo número de parte proveniente del proveedor. (Véase **Tabla 22**).
- **Responsable:** Equipo de SQE.

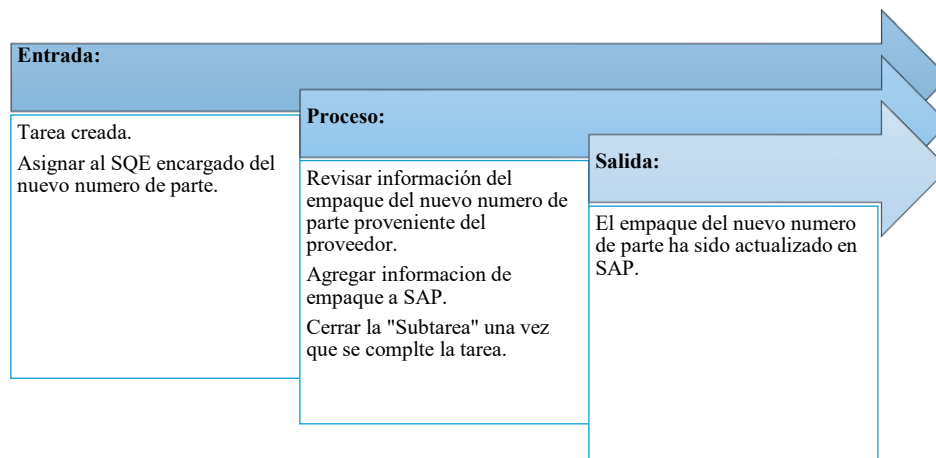


Tabla 22. Actualización del empaque del material nuevo. Fuente: Elaboración propia.

- **Tarea 20:** Indicar fecha de terminación del PPAP (Véase **Tabla 23**).
- **Responsable:** Equipo de SQE.

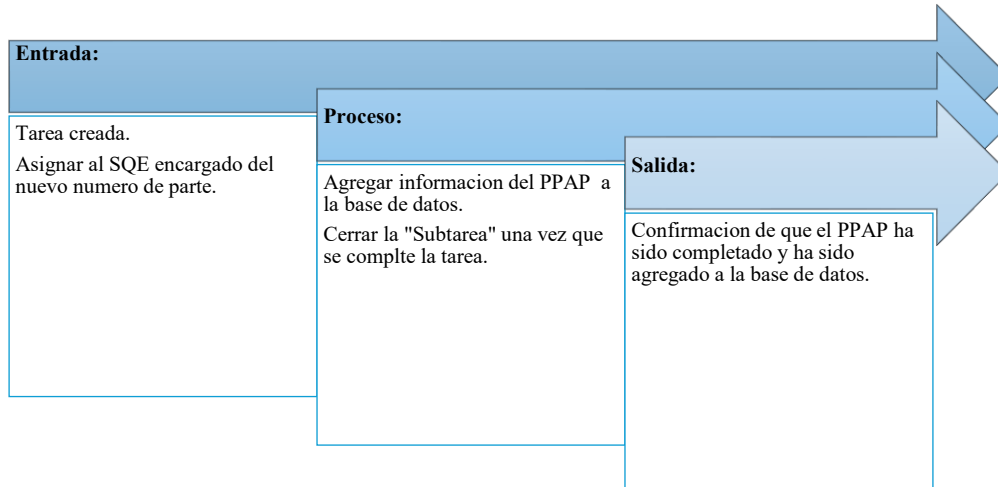


Tabla 23. Certificación del PPAP. Fuente: Elaboración propia.

- **Tarea 21:** Notificar el Cutover del material anterior e introducción de la nueva revisión. (Véase **Tabla 24**).
- **Responsable:** Equipo de NPI.

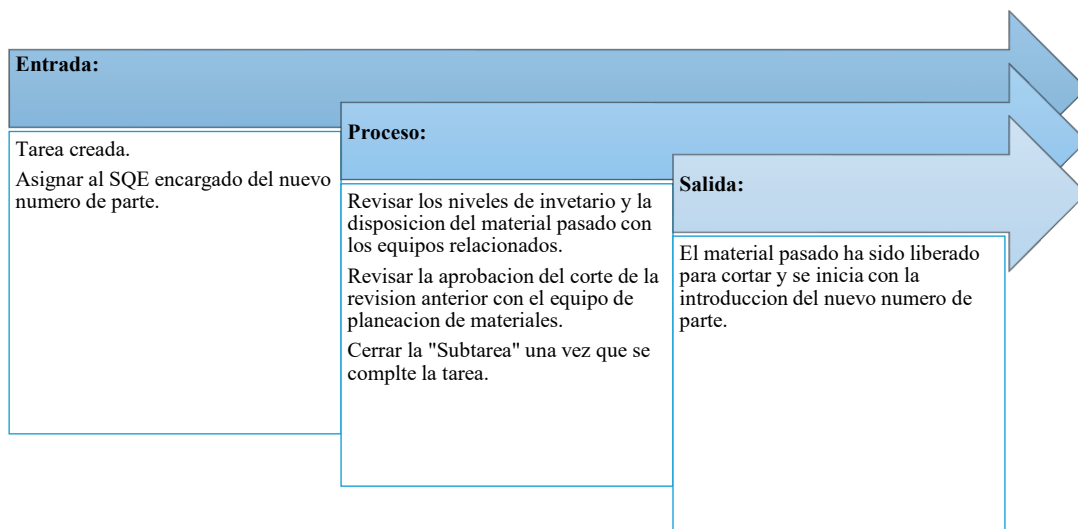


Tabla 24. Proceso de notificación del cambio de Ingeniería Fuente: Elaboración propia.

- **Tarea 22:** Actualizar el Kanban del nuevo número de parte. (Véase **Tabla 25**).
- **Responsable:** Equipo de Flujo de Materiales.

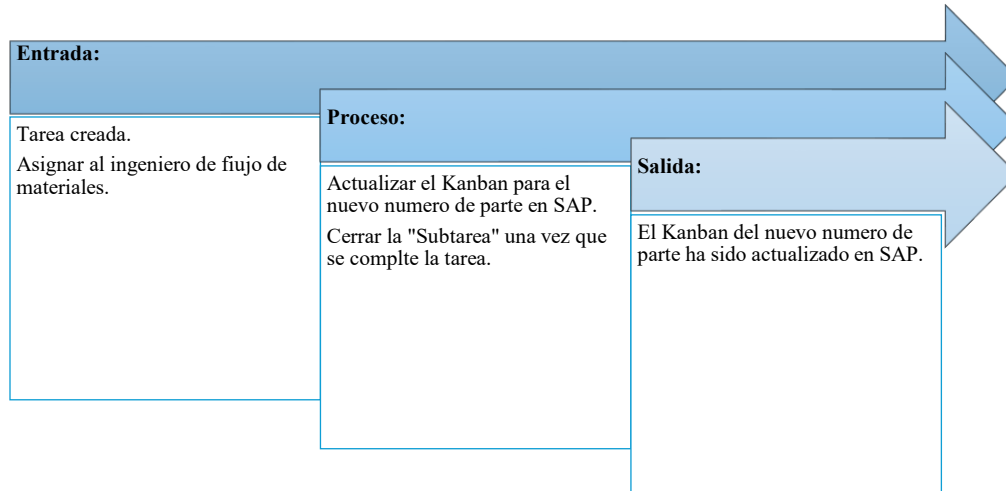


Tabla 25. Actualización del Kanban. Fuente: Elaboración propia.

- **Tarea 23:** Actualizar el Máster Data en SAP (Véase **Tabla 26**).
- **Responsable:** Equipo de Máster Data

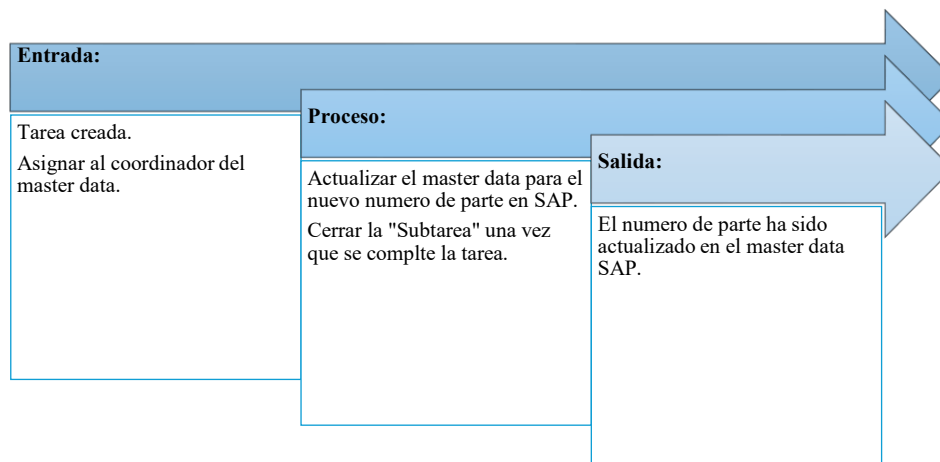


Tabla 26. actualización del master data. Fuente: Elaboración propia.

- **Tarea 24:** Actualizar la lista de procesos - BOP (Véase **Tabla 27**).
- **Responsable:** Ingeniero de Manufactura

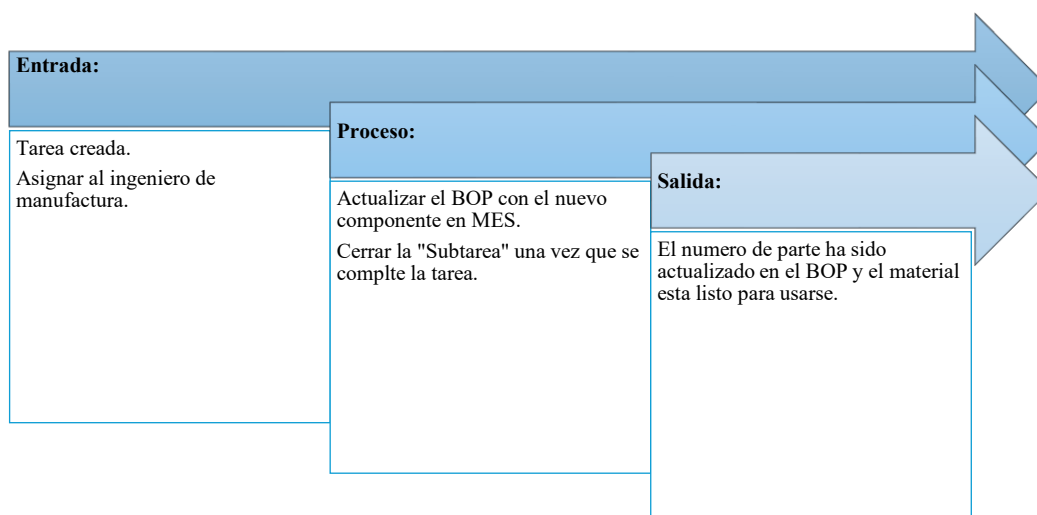


Tabla 27. Actualización del BOP. Fuente: Elaboración propia.

Luego de mapear, revisar y planificar detalladamente los pasos específicos del sistema de gestión propuesto para el proceso de cambios de ingeniería, se concluye que la fase de planeación se llevó a cabo exitosamente. Cada actividad fue analizada con precisión, incluyendo el tiempo estimado de ejecución de cada tarea. Esta estructura permite visualizar el tiempo total requerido para introducir un nuevo número de parte en la línea de producción. Una vez obtenida esta información, se procederá con la siguiente fase: Hacer.

3.4 Desarrollo del Sistema de gestión de Cambios de Ingeniería “ECM”

Una vez definidas las tareas, los responsables, los requerimientos por cada subtarea y los aspectos a cubrir en cada una de las actividades que se desarrollan en el ECR, se trabajaron con el equipo de Tecnologías de la información de la compañía para lanzar el nuevo sistema a través de la plataforma JIRA, donde se reciben los requerimientos de cambios de ingeniería.

La **Tabla 28**, logra registrar las actividades que serán parte del sistema de gestión de cambios de ingeniería (ECM) en la plataforma JIRA, es importante que el usuario responsable de cada actividad llene correctamente cada subtarea que se le fue asignada ya que esto garantizara conocer en que parte del proceso se encuentra el cambio y se tendrá una documentación adecuada por cada número de parte a introducir.

Actividades Entregables					
#	Tarea	Acción	Campos requeridos	Responsable	Notas
1	Asignar GSM, confirmar proveedor, agregar fechas propuestas	Verificar al GSM correcto para el número de pieza específico	Fecha de finalización	GSM	Indicar fecha de finalización cuando la tarea fue completada
		Confirmar al proveedor, cantidad del banco de material (si aplica)	Proveedor		Confirmar la fecha en la que la herramienta fue modificada y fue llevada a la línea de producción del proveedor.
		Agregar fechas propuestas para	Cantidad de construcción del banco de material		Agregar la información del proveedor, cantidad del banco de material y acordar las fechas.
		Enviar la junta de revisión del banco de material	Fecha de construcción del banco de material		Si no se requiere construcción de banco de material. Ingresar una fecha arbitraria en "Fecha de construcción del banco" y "0" en

					Cantidad de construcción del banco. Incluir un comentario para ignorar la fecha de construcción del banco cuando no sea necesario.
		Verificar disponibilidad de los instrumentos de trabajo en la tienda de herramientas	Fecha de verificación		Indicar fecha de finalización cuando la tarea fue completada
		Verificar el herramental con el proveedor	Fecha de verificación		Indicar fecha de finalización cuando la tarea fue completada
		Cerrar Subtarea	Adjuntar archivo		NA
			Comentarios		NA

2	Agregar el nuevo número de parte al máster data en SAP	Agregar el nuevo número de parte al Material Máster en SAP	Fecha de finalización	MM	Indicar fecha de finalización cuando la tarea fue completada
		Agregar y confirmar el almacén para el nuevo número de parte	Adjuntar archivo		
		Cerrar Subtarea	Comentarios		
3	Confirmar y actualizar al planeador de materiales	Manager de lanzamiento asigna el nuevo número de parte al planeador de materiales correspondiente.	Fecha de finalización	MP	Indicar fecha de finalización cuando la tarea fue completada
		Cerrar Subtarea	Adjuntar archivo		
			Comentarios		
4	Agregar parte al MBOM	Revisar el inventario del número de parte anterior con el equipo de planeación de materiales (Checar el banco de material del	Fecha de finalización	NPI	Indicar fecha de finalización cuando la tarea fue completada

		proveedor, material en los Cross docks, etc.)			
			MCA Enlace		
		Acordar la fecha propuesta de corte del material con el equipo de planeación de materiales	Adjuntar archivo		
			Comentarios		
		Dar de alta el nuevo material en MBOM			
		Cerrar Subtarea			
5	Realizar junta de tareas con el equipo de MFE	Revisar el ECR y checar la locación en la línea y en el almacén	Fecha de finalización	MFE	Indicar fecha de finalización cuando la tarea fue completada
		Revisar la ruta del nuevo número de parte para preparar el Cutover	Adjuntar archivo		
		Cerrar Subtarea	Comentarios		
6	Emitir orden de compra de herramientas al proveedor	Confirmar con el proveedor que la orden de compra de la herramienta ha sido liberada.	Fecha de finalización	GSM	Indicar fecha de finalización cuando la tarea fue completada
		Cerrar Subtarea	Adjuntar archivo		
			Comentarios		
7	Transferir dibujos y datos CAD al proveedor	Obtener la información del CAD y los dibujos provenientes del DRE	Fecha de finalización	GSM	Indicar fecha de finalización cuando la tarea fue completada
		Hay que confirmar que los dibujos del CAD han sido	Adjuntar archivo		

		actualizados para el proveedor			
		Cerrar Subtarea	Comentarios		
8	Acordar el programa de la llegada del material en SAP	Colocar la orden de compra en SAP para la aprobación del material	Fecha de finalización	GSM	Indicar fecha de finalización cuando la tarea fue completada
		Cerrar Subtarea	Adjuntar número de orden de compra.		
			Adjuntar archivo		
			Comentarios		
9	Estimar la fecha estimada para el PPAP	Proveer fecha estimada de finalización del PPAP	Fecha de finalización	SQE	Indicar fecha de finalización cuando la tarea fue completada
		Cerrar Subtarea	Fecha estimada de finalización del PPAP		
			Adjuntar archivo		
			Comentarios		
10	Reunión del Banco de Material	Trabajar con el proveedor y planeador de materiales para obtener el inventario del banco de material antes de remover la herramienta anterior.	Fecha de finalización	GSM	Indicar fecha de finalización cuando la tarea fue completada
		Cerrar Subtarea	Cantidad del banco de material		Indicar la cantidad de piezas que debe producirse para el banco de materiales.
			Adjuntar archivo		Revisar si la parte en cuestión necesita o no, banco de materiales.
			Comentarios		
11	Ajuste de la fecha de introducción	Confirmar con el responsable el inventario del	Fecha de finalización	MP	Indicar fecha de finalización cuando la tarea fue completada

	del material en SAP	banco de materiales del paso anterior			
		Ajustar las líneas del envío en SAP dependiendo del banco de material	Adjuntar archivo		Si es una parte de un programa especial, resolver la subtask y comentar "Inicio de liberación del material, no banco de material requerido"
		Cerrar Subtask	Comentarios		
12	FOT @ Taller de herramientas	Hay que confirmar que la nueva herramienta esta lista para ser usada	Fecha de finalización	SQE	Indicar fecha de finalización cuando la tarea fue completada
		Probar la nueva herramienta en la estación	Adjuntar archivo		
		Cerrar Subtask	Comentarios		
13	FOT @ Tiempo de llegada	Hay que asegurar que el proveedor corre las partes nuevas con la configuración regular de producción.	Fecha de finalización	SQE	Indicar fecha de finalización cuando la tarea fue completada
		Confirmar con el proveedor que los cambios de la herramienta fueron exitosos con el nuevo número de parte	Adjuntar archivo		
		Cerrar Subtask	Comentarios		
14	Revisar fecha estimada de llegada del nuevo material	Revisar que los nuevos números de partes fueron agregados a la lista de control de cambios	Fecha de finalización	MP	Indicar fecha de finalización cuando la tarea fue completada
		Cerrar Subtask	Fecha estimada de llegada del material al almacén		
			Adjuntar archivo		

			Comentarios		
15	Indicar una bandera de recibo en SAP para la locación de ECC.	Mandar requerimientos al equipo de MFE para colocar una bandera en SAP para el recibo del material nuevo	Fecha de finalización	Coordinador de ECC	Indicar fecha de finalización cuando la tarea fue completada
		Cerrar Subtarea	Adjuntar archivo		
			Comentarios		
16	Realizar las pruebas del material en la línea	Mandar requerimientos de material para hacer las pruebas en la línea al equipo de TPM y GSM	Fecha de finalización	NPI	Indicar fecha de finalización cuando la tarea fue completada
		Programar una junta para realizar las pruebas del material en la línea de producción.	Adjuntar archivo		
		Proveer retroalimentación de los riesgos y los resultados de las pruebas al equipo multifuncional	Comentarios		
		Cerrar Subtarea			
17	Configurar la información del empaque del nuevo material	Revisar en el máster data la información del empaque	Fecha de finalización	Empaque	Indicar fecha de finalización cuando la tarea fue completada
			Adjuntar archivo		
			Comentarios		
18	Revisar si el PPAP ha sido completado	Aprobación de SQE de ECR verificar que se asigne el SQE correcto a cada número de pieza específico.	Fecha de finalización	SQE	Indicar fecha de finalización cuando la tarea fue completada

		2Agregar nuevo número de parte a la base de materiales para realizar el PPAP y confirmar con el proveedor la fecha de finalización	Adjuntar archivo		
		Cerrar Subtarea	Comentarios		
19	Notificar del corte del nuevo número de pieza	NPI propone las partes para la junta de revisión de Cutover y durante la junta se evalúan los ECR	Fecha de finalización	NPI	Indicar fecha de finalización cuando la tarea fue completada
		NPI y los involucrados aprueban los ECRs en caso de ser necesario	Adjuntar archivo		
		Cerrar la subtarea	Comentarios		
20	Actualizar master data	MFE revisa el cutover email de NPI y actualiza la lista de materiales física y sistemáticamente	Fecha de finalización	MFE	Indicar fecha de finalización cuando la tarea fue completada
		2. Actualizar SAP y las locaciones del material	Adjuntar archivo		
		Cerrar subtarea	Comentarios		
21	Actualizar al equipo de ingeniería de flujo	MFE revisa el Cutover email de NPI y actualiza la lista de materiales física y sistemáticamente	Fecha de finalización	MFE	Indicar fecha de finalización cuando la tarea fue completada
		Actualizar SAP y las locaciones del material	Adjuntar archivo		
		Cerrar subtarea.	Comentarios		
22	Actualizar el máster data del material	El equipo de Material Máster cierra la orden	Fecha de finalización	MM	Indicar fecha de finalización cuando la tarea fue completada

		compra de la revisión pasada			
		Cerrar la su	Adjuntar archivo		
			Comentarios		
23	Actualizar BOP	Revisar el Cutover Email de NPI	Fecha de finalización	ME	Indicar fecha de finalización cuando la tarea fue completada
		Conectar el nuevo número de parte en el BOP en la respectiva estación	Adjuntar archivo		
		Cerrar Subtarea	Comentarios		
24	Confirmar el nuevo material en la línea / Registrar el VIN	Hay que confirmar que los nuevos números de parte están en la línea	Fecha de finalización	LOG	Indicar fecha de finalización cuando la tarea fue completada
		Registrar el VIN del carro donde fue instalada la primera pieza	VIN #		
		Cerrar subtarea	Fecha de finalización		
			Comentarios		
25	Revisar la disposición del material	Remover el material pasado de la línea	Fecha de finalización	ECC	Indicar fecha de finalización cuando la tarea fue completada
		Enviar a cuarentena el número de parte viejo	Adjuntar archivo		
		Confirmar la disposición del material pasado conforme al reposte de disposición del equipo de NPI	Comentarios		
		Cerrar subtarea			
26	Actualizar la disposición del material en el Máster Data EWM/IM	Disponer del material pasado sistemáticamente en SAP	Fecha de finalización	NPI	Indicar fecha de finalización cuando la tarea fue completada
			Adjuntar archivo		
			Comentarios		

Tabla 28. Subtareas del Sistema de gestión de cambios de ingeniería Fuente: Elaboración propia.

La **Figura 19** presenta el ejemplo de la vista de una de las subtareas que el usuario debe completar. Toda la información solicitada en esta sección es esencial para mantener un control preciso sobre el estado del cambio de material. Tal como se indicó previamente en la **Tabla 27**, cada una de estas subtareas ha sido cuidadosamente diseñada para facilitar la identificación temprana de posibles factores que puedan ocasionar retrasos en la introducción de nuevos componentes en la línea de producción.

The screenshot shows a JIRA subtask creation form for item ECM-6939. It contains four sections, each with a title bar and a label:

- Information 1 - E:** Title bar 'Cantidad del Banco de material', label 'Quantity', value 'None'.
- Information 2 - E:** Title bar 'Fecha del banco de material', label 'Proposed End Date', value 'None'.
- Information 3 - E:** Title bar 'Fecha de termino de la nueva herramienta', label 'Desired Completion Date', value 'None'.
- Information 4 - E:** Title bar 'Fecha de termino de preparacion del proveedor', label 'Estimated Completion Date', value 'None'.

Figura 19. Vista de subtarea de creación del banco de material Fuente: Sistema JIRA

Con el propósito de asegurar que todos los equipos multifuncionales puedan utilizar correctamente el nuevo sistema de gestión ECM, se desarrollaron instrucciones detalladas que guían al usuario en el llenado adecuado de los campos requeridos. Estas instrucciones son fundamentales para cerrar cada subtarea correctamente y permitir la continuidad del proceso de gestión de cambios. (Véase **Figura 20**)

The screenshot shows a document titled 'Equipos multifuncionales: instrucciones de trabajo'. It contains three numbered instructions:

1. Cuando el asignado esté listo para trabajar en la subtarea, pase la tarea de Abierta a En progreso.
2. Tras realizar las tareas de acción, recopile la información necesaria para cerrar la tarea
3. Una vez lista la información, cambie la tarea de En curso a Resuelta.

 Below the instructions are two screenshots:

- The first shows a task status dropdown menu with options: 'Open', 'In Progress' (highlighted), 'Cancel', and 'View workflow'. There are also buttons for 'IN PROGRESS' and 'CANCELLED'.
- The second shows a 'Resuelto' (Resolved) task form with fields for 'Fecha de finalización', 'Asignar a', and 'Comentarios'.

Figura 20. Instrucciones de trabajo de sistemas multifuncionales Fuente: Sistema JIRA

Cada que una subtarea este completada, el sistema de gestión de ECR indicara el porcentaje de completamiento del ECR, lo que da visibilidad a los equipos relacionados saber si existen retrasos en alguna de las actividades o si el ECR se completara según la fecha estimada (véase **Figura 21**).

Una vez completadas las 26 subtareass el sistema mostrara un porcentaje total del 100% lo que indica que el nuevo número de parte ya ha sido enviado por el proveedor, recibido en la planta, probado en la línea y finalmente implementado. Se puede observar un ejemplo de cómo luce el sistema de gestión de cambios de ingeniería, también llamado ECM sistema.

The screenshot displays a JIRA form titled "Resuelto" (Solved). The form contains several input fields and labels, some of which are highlighted with a blue border or background. The fields are as follows:

- Fecha actual de finalizacion**: A date input field with a calendar icon.
- Proveedor**: A text input field containing "Freeglass GmbH & Co.KG", which is highlighted with a blue border.
- Cantidad**: A text input field.
- Cantidad de inventario de banco de material**: A text input field with a light blue background.
- Fecha propuesta de finalizacion**: A date input field with a calendar icon.
- Fecha de finalizacion de banco de material**: A text input field with a light blue background.
- Fecha deseada de finalizacion**: A date input field with a calendar icon.
- Fecha de finalizacion de la primera pieza**: A text input field with a light blue background.
- Fecha estimada de finalizacion**: A date input field with a calendar icon.
- Fecha de finalizacion de la primera pieza del proveedor**: A text input field with a light blue background.
- Link**: A text input field.
- Link del MCA**: A text input field with a light blue background.
- Numero de Requerimiento**: A text input field.
- Numero de orden de compra**: A text input field with a light blue background.

Figura 21. Cierre de subtarea 11 del sistema ECM Fuente: Sistema JIRA

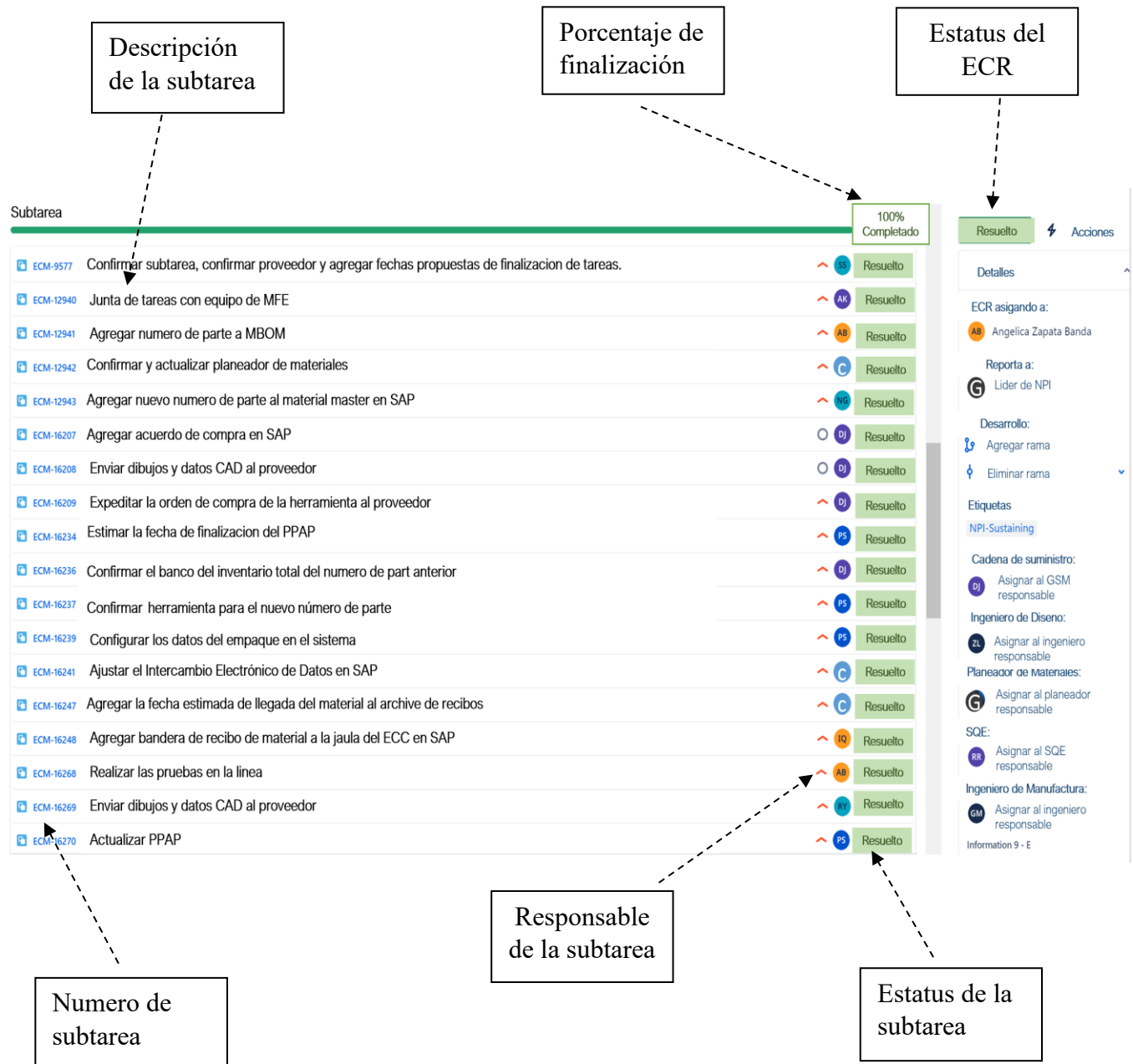


Figura 22. Sistema de Gestión de cambios de Ingeniería (ECM) Fuente: Sistema JIRA

En la **Figura 22**, se puede observar como a través del nuevo sistema de gestión de cambios de ingeniería, es posible identificar si alguna actividad del ECR está siendo retrasada, de igual forma esta herramienta ayuda a comunicar a todos los relacionados cual es el estatus actual del nuevo número de parte.

Por otro lado, el sistema de gestión de cambios de ingeniería (ECM) también permite identificar las subtareas que permanecen abiertas por un largo lapso, las cuales aún no han sido revisadas y requieren atención inmediata por parte del dueño de la subtarea (véase en la **Figura 23**).

Tal como se mencionó anteriormente, estas subtareas pueden generar retrasos significativos en la introducción de nuevos números de parte. Por ello, su seguimiento oportuno es fundamental para asegurar la continuidad del proceso y evitar impactos negativos en la planificación y ejecución de cambios, esto también ayuda a identificar si existe algún retraso del proveedor que pudiera terminar en un parto de línea.



Figura 23. Nivel de progreso de subtareas Fuente: Sistema JIRA

La **Figura 24**, muestra la relación que existe con el tiempo de ejecución de cada subtarea y el sistema permite identificar cuánto tiempo tomó al responsable revisar la información correspondiente y aprobar la actividad asignada. Esta funcionalidad proporciona visibilidad sobre la eficiencia individual en el cumplimiento de tareas, lo cual es clave para evaluar el desempeño y optimizar la gestión del proceso.

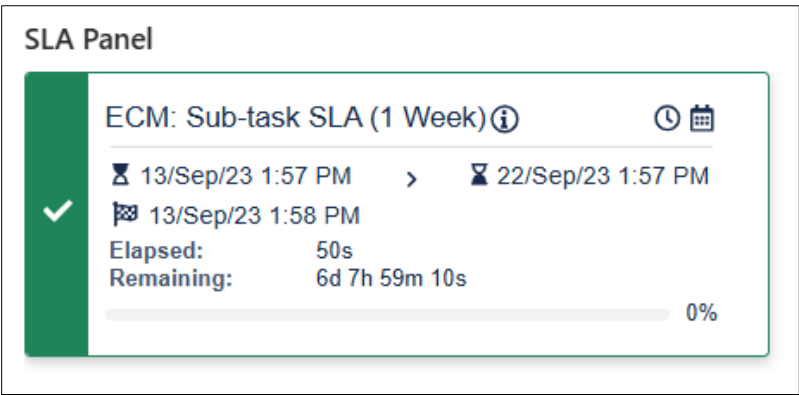


Figura 24. Contador de tiempo por subtarea Fuente: Sistema JIRA

Capítulo 4: Análisis de resultados del sistema de gestión de materiales productivos

Fase 3 - Verificación de Mejoras

4.1 Evaluación de los resultados

Según Osman (2022), "medir el éxito de un proyecto es importante porque así se determina la eficacia real de un proyecto. Los factores de éxito suelen depender de los objetivos iniciales del proyecto, que incluyen métricas objetivas y subjetivas".

El sistema de gestión de cambios de ingeniería planteado en el capítulo 3 expone los resultados finales de un proyecto de investigación sostenida por las mejores prácticas y recomendaciones descritas en el modelo de Engineering Change Management (ECM). En este capítulo se expone la implementación del nuevo sistema de gestión fue posible crear el diseño del proceso de los cambios de número de parte desde la parte inicial cuando el cambio es recién aprobado, permitiendo conocer su estructura y cada una de las tareas a realizar a través de la ejecución de procesos individuales aplicadas de cambios de ingeniería, diagramas, entradas y salidas, etc.

4.2 Presentación de resultados

Primeramente, se expone el Dashboard creado para el Proyecto ECM, que está diseñado para realizar un seguimiento del progreso de las sub tareas y tareas existentes. Este panel mostrará en qué paso de la Gestión de cambios de ingeniería se encuentra actualmente un número de pieza, cuánto tiempo ha estado un proyecto en un paso determinado, etc.

4.3 Objetivos del Proyecto ECM- Dashboard NPI:

- Capacidad para buscar números de pieza específicos (ver **Figura 25**).
- Visualizar los cuellos de botella en el proceso ECM
- Monitorear el tiempo estimado versus el tiempo de finalización de las sub tareas.

Buscar numero de parte

Asignado: Todos ▼ Ingresar el numero de parte aqui

4756 issues found

Buscar Show JQL

Figura 25. Buscador de números de parte. Fuente: Sistema JIRA



Figura 26. Tablero del proyecto de ECM Fuente: Sistema JIRA

En la **Figura 26**, se observa el Dashboard que muestra la cantidad de tareas abiertas por cada una de las fases que conforman el nuevo sistema de gestión de cambios de ingeniería (ECM) de esta forma es fácil visualizar la carga de trabajo que tienen los ingenieros del equipo de NPI y cuáles son los pasos que tardan más tiempo en cerrar.

Por otro lado, se puede observar el estatus actual de las subtareas y el Dashboard da acceso directo al enlace del ECR, esta herramienta es de gran utilidad porque permite al usuario tener un control de los nuevos cambios de ingeniería y los cambios que se encuentran en proceso de ser implementados.

Desarrollo de fase por asignado			Paso 2: Revision del ECR	Paso 3: Reunion con proveedor	Paso 4: Preparar al proveedor	Paso 5: Validar nuevo numero de parte	Paso 6: Preparacion de Manufactura	Paso 7: Inicio de Produccion	Tota
#	Asignado	Desarrollo de fase							
1	Ingeniero de nuevos productos #1	73	7	2	-	-	-	-	82
2	Ingeniero de nuevos productos #2	5	8	4	2	3	-	-	22
3	Ingeniero de nuevos productos #3	8	26	6	1	2	-	-	43
4	Ingeniero de nuevos productos #4	16	60	3	3	2	-	-	84
5	Ingeniero de nuevos productos #5	3	51	3	4	4	-	-	65
6 - 16	Show more...	199	517	31	14	28	2	1	792
Total (Issues)			304	669	49	24	39	2	1081

Estatus de subarea por ingeniero		Asignar al GSM, confirmar al proveedor y proponer fechas de inicio.	Confirmar y actualizar al planeador de Materiales	Agregar nuevo Numero de Parte al MBOM	Reunion con el equipo de MFE	Disposicion de orden de compra al proveedor	Datos CAD
#	Reportar						
1	Ingeniero de nuevos productos #1	219	-	3	3	-	
2	Ingeniero de nuevos productos #2	29	-	43	37	-	
3	Ingeniero de nuevos productos #3	37	-	11	11	10	
4	Ingeniero de nuevos productos #4	56	-	5	5	3	
5	Ingeniero de nuevos productos #5	67	-	4	-	2	
6 - 14	Show more...	197	2	53	71	19	
Total (Issues)		605	2	119	127	34	

Figura 27. Desarrollo de subareas por NPI Fuente: Dashboard del proyecto de ECM

La **Figura 27**, presenta el desarrollo de las subareas con la cantidad de numero de requerimientos de cambios ingeniería, por motivos de seguridad de los datos de la empresa, no se permite mostrar la documentación relacionada a los tipos de cambios ejecutados en cada uno de los ECR, pero se puede demostrar que los resultados fueron realmente satisfactorios durante el lapso de implementación del nuevo sistema de gestión de cambios ECM.

Se obtuvo como resultado que, de los 1088 cambios de ingeniería con los que se inició la introducción del sistema ECM, 621 cambios de ingeniería concluyeron con todas las etapas del nuevo sistema y fueron implementadas exitosamente en la línea de producción y 347 ECR se encuentran en progreso de ser implementados y 120 ECR se encuentran abiertos, es decir, aun no se inicia con el proceso de implementación.

Estado de los requerimientos de los cambios de ingeniería (ECR's)

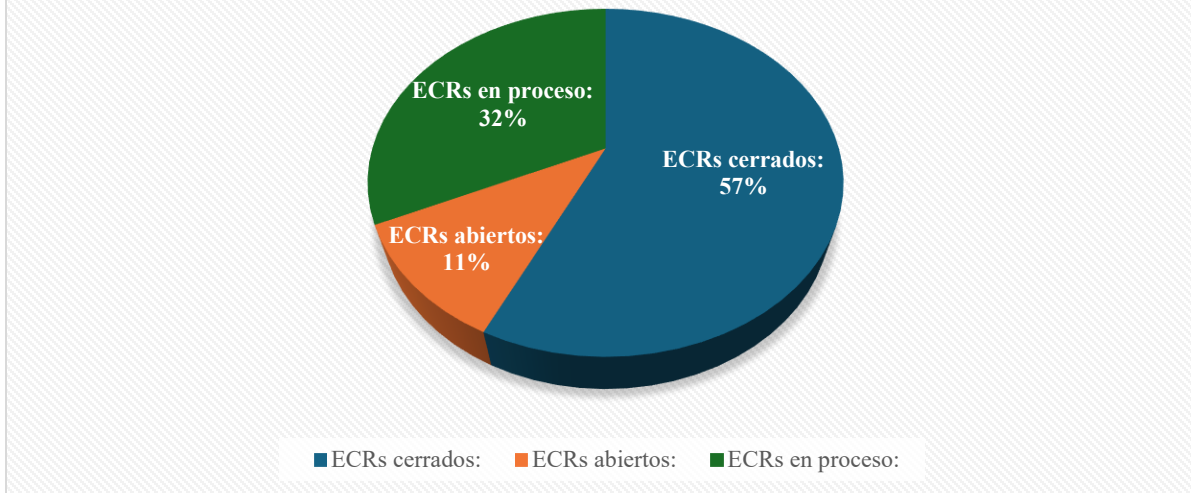


Figura 28. Estado actual de los ECRs después del sistema de gestión de cambios Fuente: propia

Se pudo analizar que con el uso de este nuevo sistema fue más sencillo poder documentar cada etapa de la implementación, ya que el sistema permitía indicar si había algún factor que estaba retrasando la implementación del ECR, por otro lado, gracias al nuevo sistema es posible conocer que porcentaje de avance del cambio, lo cual era uno de los requisitos más importantes del proyecto (ver **Figura 28**).

En cuanto al desarrollo de las fases del ECR, se pudo observar que la fase que llevaba más tiempo en completar fue: Asignar al GSM, confirmar proveedor y propuesta de fechas con un 37% de ECRs bajo ese estatus, analizando la información se encontró que en esta fase, el tiempo que se dedica a encontrar al proveedor, darlo de alta en sistema, evaluar la oferta y crear la orden de compra para el nuevo material llega a tardar entre 6 a 9 semanas, tiempo que no se tenía contemplado durante el timeline de la introducción del nuevo material.

En segundo lugar, se encontró que no se estaban realizando pruebas en la línea para todos los nuevos números de parte, esto desencadenó una serie de problemas, ya que una vez que se acababa la revisión anterior y era necesario utilizar la nueva parte existían problemas como:

- Código de barras no coincidía
- El número de parte era diferente al número solicitado.
- Geométricamente la parte era distinta a los dibujos del CAD.
- El software no había sido actualizado.

Esto dio como resultado crear una nueva hoja de rastreo donde se reporta cada uno de los ECRs que están a punto de ser implementados, el VIN del carro donde se realiza las pruebas, la descripción del nuevo número de parte y cuáles fueron los hallazgos encontrados. Si la prueba del

material no pasaba la prueba, se pretende regresar a la subtarea de aprobación del nuevo número de parte realizada por el SQE, con el fin de revisar y resolver los errores encontrados.

4.4 Interpretación de resultados



Fase 4 -Actuar

El objetivo de este proyecto fue implementar un sistema de gestión de requerimientos de cambios de ingeniería para reducir en un 45% la cantidad de los retrasos en la introducción de nuevos números de parte, reduciendo así el trabajo manual del equipo de ingenieros y esto a su vez permitirá tener un mejor control sobre el estatus de las partes a implementar.

Se puede decir que el sistema cumple con el objetivo principal, debido a que con el nuevo sistema “ECM” es posible identificar cual es estado actual del cambio, así como cuál es la tarea que está demorando la implementación del cambio, lo que permite que el Ingeniero de introducción de nuevos cambios de ingeniería tenga un mejor control de los cambios en los que se encuentra trabajando.

Sin embargo, una vez implementado el sistema se recibieron varios comentarios negativos del nuevo sistema debido a que completar cada subtarea implica un gran número de clics para completar toda la información requerida, otro de los comentarios mayormente recibidos fue que hay información que no debería ser requerida para todas las partes, lo cual puede ser confuso para los distintos responsables que hacen uso de esta herramienta.

Las siguientes graficas muestra los resultados de la encuesta de satisfacción del nuevo sistema implementado, donde se puede observar cuales son las áreas de oportunidad de la nueva herramienta, se pretende realizar los cambios en un plazo de 4 meses para evitar que los involucrados dejen de hacer uso del sistema de gestión.

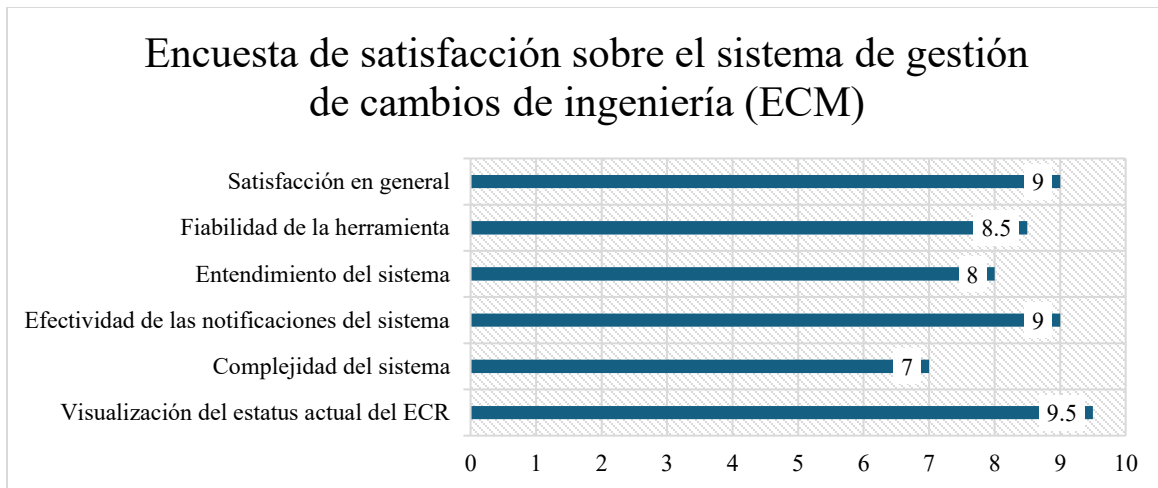


Figura 29. Encuesta general de satisfacción del sistema de gestión de cambios de ingeniería Fuente: propia

La **Figura 29**, muestra los resultados de las encuestas efectuadas con una escala del 01 al 10, donde se expresa 01 como la calificación más baja y 10 la más alta. Respecto a la satisfacción en general del nuevo sistema de gestión se obtuvo una calificación de 9.0, se puede decir que en general los usuarios están satisfechos con el uso de la herramienta.

Por otro lado, se observó que un 65% de la población encuestada opinaron que complejidad del uso del sistema de moderadamente fácil, según los comentarios el sistema pide completar muchos pasos de la subtarea en orden de poder marcarla como "cerrada", entre otros comentarios se detectó que se pide contestar campos que no son correspondientes a todos los usuarios, ya que existen tareas en específicas para cada fase de la implementación del nuevo número de parte. (Véase en la **Figura 30**).

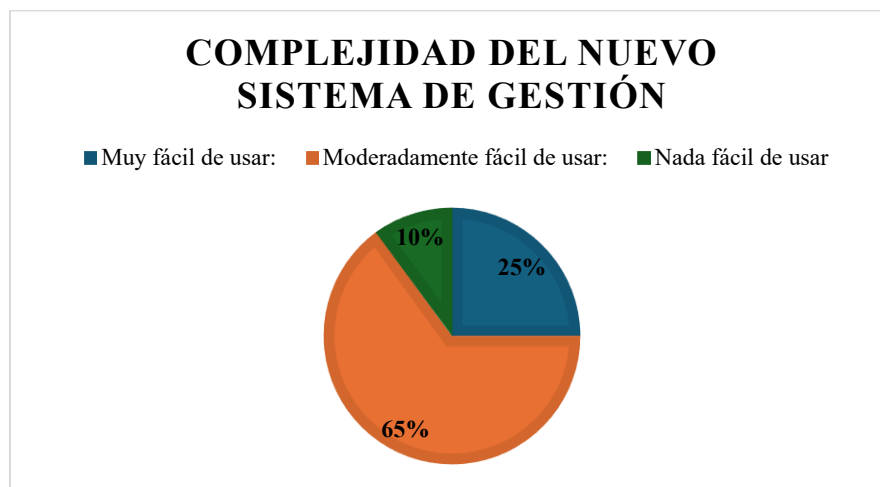


Figura 30. Complejidad del sistema ECM Fuente: propia

En cuanto a la identificación del estatus actual del ECR, se obtuvo una calificación de 9.5, se puede asumir que se cumplió uno de los objetivos principales del proyecto, ya que se pretendía que, con la introducción del sistema de gestión de cambios de ingeniería, fuera posible saber exactamente en qué fase se estaba trabajando y quien era el responsable de la tarea.

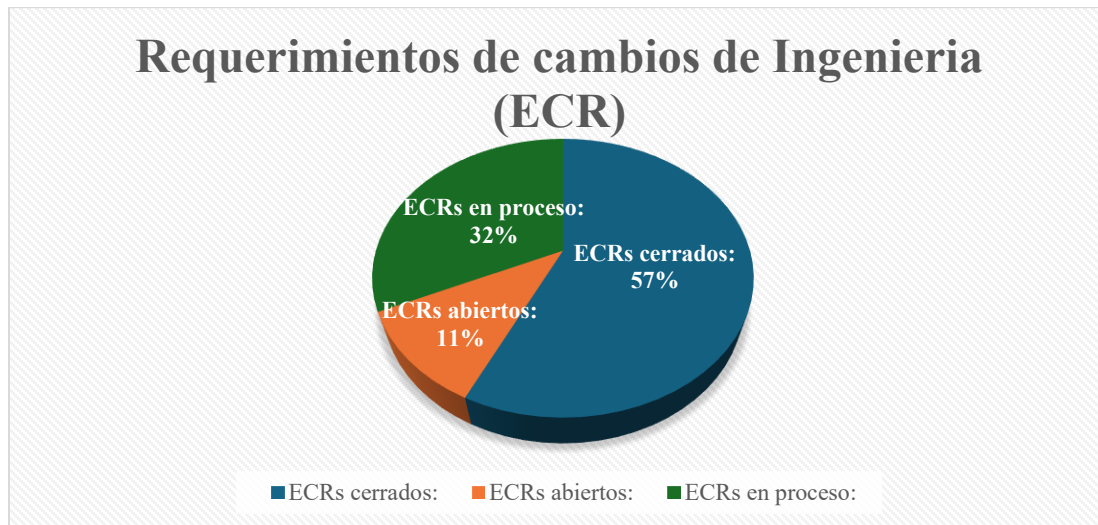


Figura 31. Identificación del estatus del ECR Fuente: propia

Con el uso de la herramienta es posible visualizar en cuanto tiempo se están ejecutando las tareas y sabiendo cuales son los cuellos de botella es posible iniciar con las mejoras dentro del proceso de cambios de numero de parte (véase en la **Figura 31**).

Un factor importante para denotar es que los usuarios apreciaron que el sistema enviaba una notificación a sus correos electrónicos indicando que se les había asignado una nueva tarea o un recordatorio de que tenían una subtarea abierta. Anteriormente no se contaba con un sistema que alertara a los involucrados sobre las subtareas pendientes a resolver, lo que ocasionaba retrasos en la introducción de los materiales.

Se puede concluir que los resultados de la implementación del sistema de gestión de cambios de ingeniería fueron exitosos, se cumplieron los principales objetivos del proyecto y se observó una considerable mejora al proceso de cambios de ingeniería. Los usuarios del sistema agradecieron contar con un sistema de gestión que les permitiera desarrollar sus tareas de forma más efectiva y sistemática.

En cuanto a los hallazgos encontrados durante la primera etapa de la implementación del sistema, se trabajará con el equipo de Tecnologías de la información de la compañía para lograr una interfaz más amigable al usuario y más asequible de usar. Se planea trabajar a fondo con los equipos relacionados con el fin de agregar aquellas variables que pudieran generar algún problema para la introducción de los materiales, de igual manera, se removerán aquellas variables que no son necesarias y que están añadiendo pasos al sistema de gestión.

4.6 Validez de los resultados.

Con el fin de verificar la validez y efectividad de los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto, se aplicaron distintos enfoques metodológicos para examinar el funcionamiento de las escalas de medición y los elementos que las componen. El análisis de fiabilidad permitió calcular diversos indicadores utilizados habitualmente para evaluar la coherencia interna de una escala, además de ofrecer información sobre las interrelaciones entre sus componentes.

Para estimar la fiabilidad entre evaluadores, se recurrió al uso de coeficientes de correlación intraclase, como lo sugieren Walpole et al. (2012). Asimismo, se planteó como objetivo alcanzar altos niveles de validez de contenido en los cuestionarios aplicados durante la implementación del sistema de gestión de cambios de ingeniería.

En este contexto, se llevó a cabo un análisis de fiabilidad mediante el cálculo del coeficiente Alfa de Cronbach, utilizando los datos recopilados durante el estudio. Para el análisis de validez, se consideraron los registros relacionados con el número de ECRs cerrados durante la implementación del sistema. Según Gutiérrez Pulido y De la Vara Salazar (2013), el uso del coeficiente Alfa de Cronbach parte del supuesto de que los ítems, generalmente organizados en formato tipo Likert, están diseñados para medir un único constructo y presentan una alta correlación entre sí (Welch & Comer, 1988). Cuanto más próximo sea el valor del alfa a 1, mayor será la consistencia interna de los ítems evaluados.

La fórmula se expresa de la siguiente manera:

$$\alpha = \frac{N \times \bar{r}}{1 + (N - 1) \times \bar{r}}$$

Figura 32. Formula de Alfa de Cronbach Fuente: Frías Navarro

Donde:

- N: número de observaciones con las que se estimó dicho valor de alfa.
- r: correlación media entre los ítems.

Interpretación de sus valores:

	Valor de alfa
Coefficiente alfa	>.90 a .95 es excelente
	> .80 es bueno
	> .70 es aceptable
	> .60 es cuestionable
	< .50 es inaceptable

Tabla 29. Valores de los coeficientes de alfa de Cronbach Fuente: George y Mallery (2013).

La **Tabla 29**, muestra los coeficientes alfa que se usaron para este análisis de la consistencia interna de los ECRs que forman la dimensión de Oposición Individual (N = 621, numero de ECRs cerrados durante el tiempo en estudio) tiene un valor del alfa de Cronbach de **.85** [95% IC .80, .90], **siendo un valor apto para la aceptación del sistema de gestión de cambios de ingeniería.**

Por otro lado, la **Figura 33** muestra una comparación del cierre de los ECRs antes y después del nuevo sistema de gestión de cambios de Ingeniería (ECM) con el que se muestra mes con mes que con el uso de la herramienta se ha elevado el número de ECRs que han sido cerrados, por lo que se puede concluir que se cumplió con el objetivo general de introducir un 40% los nuevos números de parte a la línea.

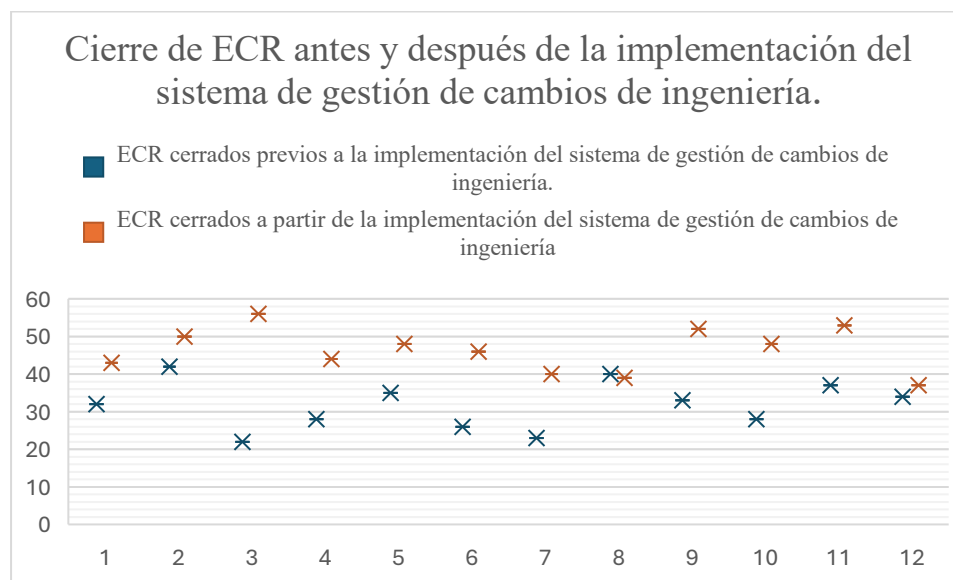


Figura 33. Cierre de ECR antes y después de la implementación del sistema de gestión de cambios de ingeniería.

Fuente: Autor

Conclusiones

Este capítulo presenta las conclusiones y sugerencias derivadas del proyecto de investigación. En primer lugar, se aborda el papel de los cuestionarios aplicados para evaluar la implementación de un sistema de gestión enfocado en los cambios de ingeniería relacionados con materiales productivos, dentro de una planta dedicada a la fabricación de vehículos eléctricos de lujo. El propósito principal fue desarrollar una propuesta metodológica que pueda ser aplicada en empresas del sector automotriz.

Los hallazgos preliminares resultan particularmente relevantes, ya que no se identificaron estudios previos en organizaciones emergentes, donde predomina una cultura empresarial de alto riesgo y decisiones rápidas. De acuerdo con Repsol (2024), en este tipo de entornos, si una iniciativa no prospera, es más difícil redirigirla; sin embargo, cuando tiene éxito, el crecimiento puede ser acelerado. En contraste, las pequeñas y medianas empresas suelen experimentar un desarrollo más gradual, aunque es común observar beneficios tangibles en el corto y mediano plazo, dado que sus operaciones están orientadas a obtener resultados desde las primeras etapas.

En relación con el primer objetivo, que plantea la introducción de un nuevo sistema para la ejecución de cambios de ingeniería, se concluye que la implementación de un sistema de gestión de cambios de ingeniería enfocado en materiales productivos, basado en la metodología PDCA y apoyado en herramientas de registro, permite establecer un control integral sobre el proceso. Esta mejora facilita la trazabilidad de cada requerimiento de cambio, optimiza los tiempos de implementación y contribuye a una gestión más eficiente de los nuevos números de parte en la línea de producción.

La investigación, de carácter cualitativo, incluyó fases exploratorias y descriptivas, centradas en el análisis de un nuevo sistema de gestión para la ejecución de cambios de ingeniería en componentes productivos. El segundo objetivo particular, plantea implementar un sistema sencillo de usar para cada uno de los usuarios, según los resultados obtenidos a través de los cuestionarios aplicados en la empresa participante reflejaron una alta aceptación del sistema, siendo la respuesta predominante “Muy satisfecho”. Este hallazgo respalda la continuidad del estudio y abre la posibilidad de que futuras investigaciones profundicen en el análisis de procesos de cambio de ingeniería en empresas con alta rotación de componentes, orientadas a mejorar la experiencia del cliente mediante la innovación en sus productos.

El sistema evaluado demostró que cada una de las actividades incluidas en el proceso de gestión de cambios de ingeniería (ECM) es esencial para garantizar una planificación adecuada, una comunicación efectiva entre áreas, la identificación de problemas y el seguimiento del estado de los nuevos números de parte, con lo cual se valida el tercer objetivo de la investigación, ya que cada uno de los usuarios fueron capacitados exitosamente para el uso de la herramienta.

Las empresas automotrices emergentes, así como aquellas interesadas en adoptar esta metodología, podrían mejorar significativamente su eficiencia operativa, posicionarse como proveedores dentro de la industria y obtener beneficios económicos y estratégicos en sus procesos.

Con respecto al cuarto objetivo, se encontraron áreas de oportunidad que son necesarias corregir dentro del sistema de gestión, por lo que se revisara semanalmente los campos a corregir para mejorar el flujo de las actividades del sistema, esto evitara que los usuarios dejen de hacer uso de la plataforma de ECMs. Por lo cual se recomienda trabajar de la mano con los involucrados para eliminar aquellos datos que son solicitados por el sistema y que no son necesarios, una vez identificados estos factores, se debe trabajar con el equipo de IT de la compañía para limpiarlos del sistema.

Una vez mencionado eso y en términos generales, se puede decir que se cumplió con los objetivos del proyecto, se implementó un sistema que no solo ayudo al equipo de NPI, sino que dio la visibilidad de los cambios que están corriendo en la empresa a todos los involucrados. Desde un enfoque de calidad, esta nueva herramienta, es de gran utilidad ya que ayuda al usuario a documentar cada uno de los detalles a designar a los responsables y a registrar el periodo de tiempo que toma implementar un cambio de ingeniería.

En relación con las preguntas de investigación que se sitúan en el primer capítulo, la primera menciona de qué manera la propuesta de la implementación de sistemas de gestión a los cambios de ingeniería incrementara el 45% la introducción de nuevos números de parte, por lo cual se realizó el cálculo de ECRs abiertos o pendientes de implementar hasta la introducción del nuevo sistema de gestión de cambios de ingeniería, donde se pudo demostrar que con la ayuda de esta herramienta fue más sencillo la introducción de los nuevos materiales, resultando así un 56% el porcentaje de ECRs cerrados.

En relación con la pregunta 2, se logró conocer con exactitud cuál era situacional inicial del proceso de introducción de nuevos números de parte en la empresa, ya que se mapeo de inicio a fin las actividades necesarias para implementar un cambio de ingeniería, se hizo uso de diagramas de flujo, diagramas de sistema-proceso-salida, entre otras herramientas para documentar todo el proceso que desarrolla el equipo de Introducción de Nuevos Productos con el fin de identificar áreas de oportunidad.

En la pregunta 3 se hace referencia hacia aquellos factores que afectan la introducción de los nuevos materiales, haciendo uso del diagrama de Ishikawa se observó que el factor principal era la falta de visibilidad del ECR, ya que no se sabía con precisión en qué fase del proceso se encontraba el nuevo material, una vez implantado el sistema de gestión de cambios de ingeniería, ECM y al haber realizado las encuestas, se puede concluir que se obtuvo un resultado exitoso en el que cada usuario puede identificar el estatus actual del cambio.

Se puede decir que el éxito para lograr una correcta implementación de un cambio de ingeniería a materiales productivos se basa en la planeación de los cambios, así como en la comunicación entre las áreas involucradas y el uso de las herramientas tecnológicas de la información, que permitan contar con un sistema efectivo, seguro y perdurable que soporte la optimización de los recursos en cada una de sus etapas, que ayude a identificar la etapa actual del cambio y de esta forma ayude a asegurar las etapas subsiguientes del ECR hasta concluir con la implementación del cambio de ingeniería de los materiales a la línea.

Las posibles mejoras futuras para el sistema de gestión de calidad están orientadas a profundizar en el entendimiento del proceso de gestión de cambios de ingeniería, abordándolo desde casos específicos. Esto permitiría ampliar el conocimiento sobre las implicaciones que conlleva un cambio de ingeniería, así como comprender con mayor detalle las etapas involucradas en su implementación.

Con una comprensión más sólida del entorno operativo, sería factible diseñar un sistema de control de cambios más dinámico y preciso. Este sistema de gestión de para la introducción de cambios de ingeniería podría incorporar métricas como el tiempo que el departamento de NPI requiere para aprobar un cambio, así como el intervalo entre la aprobación y la ejecución de este con todos los involucrados del área. Toda esta información sería almacenada en la base de datos, facilitando el análisis y la mejora continua del proceso de la introducción de nuevos números de parte a la línea de producción.

Se recomienda la personalización de cada una de las subtarefas, ya que esto contribuiría a optimizar la gestión de cambios de ingeniería, mejorando la coordinación entre áreas y fortaleciendo la capacidad de respuesta ante modificaciones en los procesos productivos dentro de la compañía.

Referencias

1. Alliance for Automotive Innovation. (2024). *Impacto nacional de la industria automotriz*. Recuperado de <https://www.autosinnovate.org/resources/insights/az>
2. Atlassian. (s.f.). *Epics, historias, temas e iniciativas*. Recuperado de <https://www.atlassian.com/es/agile/project-management/epics-stories-themes>
3. Atlassian. (s.f.). *Introducción a Jira: guía completa para principiantes*. Recuperado de <https://www.atlassian.com/es/software/jira/guides/getting-started/introduction>
4. Automotive News Data Center. (2015). *North America car and truck assembly plants*. Recuperado de <https://www.autonews.com/assets/PDF/CA98053122.pdf>
5. Bowersox, D., Closs, D., & Cooper, M. B. (2012). *Administración y logística en la cadena de suministro* (2ª ed.). México: McGraw-Hill.
6. Calvo, L. (2021). *""¿Qué es la mejora continua y cómo aplicarla en una empresa?"* ("Improving Quality: Characteristics of Continuous Improvement - Course Hero") GoDaddy. Recuperado el 2 de noviembre de 2021, de <https://es.godaddy.com/blog/mejora-continua-empresa>
7. Chase, R., & Aquilano, N. (2009). *Dirección de la producción y operaciones* (6ª ed.). Boston: I. L. Irwin.
8. Chopra, S., & Meindl, P. (2010). *Administración de la cadena de suministro: Estrategia, planeación y operación*. ("Administración de la Cadena de Suministro: estrategia, planeación y ...") Prentice Hall.
9. Cianfrani, C. A., & West, J. E. (2015). *ISO 9001:2015 Explained*. AIAG.
10. Dashchenko, A. (2006). *Reconfigurable manufacturing systems and transformable factories*. Springer.
11. ElMaraghy, H. (2005). *Flexible and reconfigurable manufacturing systems paradigms*. *International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, 17, 261–276.
12. Frías-Navarro, D. (2022). *"Apuntes de estimación de la fiabilidad de consistencia interna de los ítems de un instrumento de medida."* ("Alfa Cronbach - Resumen Psicometría - Studocu") Universidad de Valencia. Recuperado de <https://www.uv.es/friasnav/AlfaCronbach.pdf>
13. Handfield, R., & Nichols, E. (2009). *Introducción a la gestión de la cadena de suministro*. México: McGraw-Hill.
14. Hernández, R. (2010). *Logística de almacenes*. La Habana, Cuba: MINCIN. Recuperado de <http://educaciones.cubaeduca.cu/medias/pdf/2189.pdf>

15. Huang, G., Yee, W., & Mak, K. (2001). *System for engineering change management. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 17(4), 255–267.
16. Ibbs, W. (1997). *Quantitative impacts of project change: Size issues. Journal of Construction Engineering and Management*, 123(3), 105–133.
17. Iglesias, A. (2013). *Distribución y logística* (6ª ed.). España: Editorial ESIC.
18. Karl, F., Reinhart, G., & Zaeh, M. (2012). *Strategic planning of reconfigurations on manufacturing resources. Procedia CIRP*, 3, 523–528.
19. Koren, Y., Heisel, U., Jovane, F., Morikawa, T., Pritschow, G., Ulsoy, G., & Van Brussel, H. (1999). (“Control of Reconfigurable Machine Tools | SpringerLink”) *Reconfigurable manufacturing systems. CIRP Annals*, 48(2), 527–540.
20. Kotonya, G., & Sommerville, I. (1998). *Requirements Engineering: Processes and Techniques* (1st ed.). Wiley Publishing
21. López, R. (2010). *Logística comercial* (2ª ed.). España: Editorial Paraninfo SA.
22. Mittal, K., & Jain, P. (2014). *An overview of performance measures in reconfigurable manufacturing system. Procedia Engineering*, 69, 1125–1131.
23. Monterroso, E. (2010). *El proceso logístico y la gestión de la cadena de abastecimiento*. (“El proceso logístico y la gestión de la cadena de abastecimiento”)
24. Navarro Chávez, J. C. L., Zamora Torres, A. I., & Cano Torres, M. (2020). *La industria automotriz en el Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico: Trabajo y capital como generadores de valor agregado*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. <https://www.conmexceapec.org/wp-content/uploads/2020/06/Libro-Industria-Automotriz.pdf>
25. Pavlakovich-Kochi, V. (2017). *Arizona, México, and North America's "Auto Alley"*. Recuperado de <https://azmex.eller.arizona.edu/news/2017/03/arizona-mexico-and-north-americas-auto-alley>
26. Piplani, R., & Fu, Y. (2005). *A framework for supply chain coordination and inventory alignment. Journal of Manufacturing Technology Management*, 16(6), 488–502.
27. Ripoll, M. V. (2010, octubre 26). *Definición de mejora continua*. EOI Escuela de Organización Industrial. Recuperado el 2 de noviembre de 2021, de <https://www.eoi.es/blogs/definicion-de-mejora-continua/>
28. Salkind, N. J. (2006). *Exploring research* (6th ed.). Pearson Education.

29. Stsepanets, A. (2023). *Guía completa de Jira Software: conceptos clave y buenas prácticas*
30. Thompson, A., & Strickland, A. (2009). *Dirección y administración estratégicas: Conceptos, casos y lecturas*. Buenos Aires: Addison Wesley Iberoamericana.
31. Thomson Reuters México. (2024, March 20). *Industria automotriz en México: avances y amenazas en 2024*. <https://www.thomsonreutersmexico.com/es-mx/soluciones-de-comercio-exterior/blog-comercio-exterior/industria-automotriz-en-mexico>
32. Walpole, R., Myers, R., Myers, S., & Ye, K. (2012). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. Pearson Educación.
33. Wickel, M., Chucholowski, N., Behncke, F., & Lindemann, U. (2013). *Comparison of seven company-specific engineering changes processes*. ("Metodología para realizar cambios de ingeniería en la cadena de ...") *Proceedings of the Third International Conference on Modeling and Management of Engineering Processes*.
34. Williams, B. J., Carver, J., & Vaughn, R. B. (2006). "Change Risk Assessment: Understanding Risks Involved in Changing Software Requirements." ("Change Risk Assessment: Understanding Risks Involved in Changing ...") *Software Engineering Research and Practice*, 966-971.
35. Xuehong, D., Mitchell, M., & Tseng, M. (2006). *Understanding customer satisfaction in product customization*. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 27, 363–37

ANEXOS

Anexo A – Cuestionario para evaluar el proceso actual de los cambios de ingeniería de material productivo en la empresa.

Nombre: _____

Departamento: _____ Área: _____

Fecha: _____

La presente encuesta tiene como propósito identificar los problemas que tiene la empresa con relación al proceso de cambios de ingeniería de partes productivas y del sistema de gestión de cambios de ingeniería que se planea implementar en la empresa. Para así, dar una posible solución a la compañía en cuanto al correcto proceso de introducción de nuevos números de parte a la línea por medio de herramientas digitales.

1) ¿Has tenido problemas para cual es el estado de algún cambio de ingeniería?

- a) Si b) Algunas veces c) Nunca

2) ¿Te enteras cuando un cambio de material ha sido introducido en la línea?

- a) Si b) Algunas veces c) Nunca

3) ¿Sabes cuantos cambios de ingeniería se reciben al mes?

- Si b) No

4) ¿Usted sabe cuánto tiempo se tarda en implementar un cambio de ingeniería?

- a) Si b) No

5) ¿Usted sabe quiénes son los responsables de coordinar los cambios de ingeniería?

- a) Si b) No

6) ¿Estaría de acuerdo en aprender un nuevo sistema de gestión de cambios de ingeniería que le permita conocer cual es el estado actual de un nuevo numero de parte y cuando esta planeado ser introducido a la línea?

- a) Si, de acuerdo b) En desacuerdo

7) ¿Qué tipo de herramientas de sistemas de gestión ha utilizado?

- a) Hojas de calculo
- b) Tablau
- c) Minitab
- d) Software JIRA
- e) Dashboards (Tableros)
- f) Ninguno de los anteriores

8) ¿Cuántas personas participan dentro de la gestión de un cambio de ingeniería?

- a) Mas de 2
- b) Mas de 10
- c) no estoy seguro

Anexo B – Cuestionario para evaluar la satisfacción de la herramienta del sistema de gestión al proceso de cambios de Ingeniería.

Nombre: _____

Departamento: _____ Área: _____

Fecha: _____

La presente encuesta tiene como propósito evaluar el resultado de satisfacción de los usuarios de sistema de gestión de cambios de Ingeniería de material productivo, implementado tiempo atrás.

1) ¿Has tenido problemas utilizando la nueva herramienta del sistema de cambios de ingeniería?

a) Si

b) Algunas veces

c) Nunca

2) ¿Tienes conocimiento de cuando un cambio de material ha sido introducido en la línea?

a) Si

b) Algunas veces

c) Nunca

3) ¿Sabes cuantos cambios de ingeniería han sido implementados cada semana, mes, semestre, etc.?

a) Si

b) No

4) ¿La herramienta te ayuda a identificar si hay algún obstáculo que este obstaculizando la introducción de un nuevo número de parte?

a) Si

b) No

5) ¿Usted sabe quiénes son los responsables de coordinar los cambios de ingeniería por cada etapa?

a) Si

b) No

6) ¿Qué tan satisfecho esta con la implementación de la nueva herramienta?

a) Muy satisfecho (10 pts.)
satisfecho (0 pts.)

b) Mas o menos satisfecho (5 pts.)

c) No estoy

- 7) ¿Qué tan fiable considera que es el nuevo sistema de gestión de cambios de ingeniería?
- b) Muy fiable (10pts.) b) Mas o menos fiable (5 pts.) c) No es fiable (0pts.)
- 8) ¿Qué tan sencillo considera que es el sistema de gestión de cambios de ingeniería?
- c) Muy sencillo (10 pts.) b) Mas o menos fiable (5 pts.) c) No es fiable (0 pts.)
- 9) ¿Considera que las notificaciones de las subtarefas a realizar enviadas al correo electrónico son buena idea?
- c) Si (10 pts.) b) No (0 pts.)
- 10) ¿Considera que la nueva herramienta permite conocer exactamente en qué paso se encuentra el ECR ?
- d) Si (10 pts.) b) Mas o menos (5 pts.) c) No es fiable (0pts.)