

FACTORES QUE INTERFIEREN EN LA ELABORACIÓN DE INFORMACIÓN PARA LA MANUFACTURA DEL PRODUCTO

FACTORS THAT INTERFERE IN THE PREPARATION OF INFORMATION FOR THE MANUFACTURING OF THE PRODUCT

Jorge Santos Farías¹, Manuel Arnoldo Rodríguez Medina²,
Lizette Alvarado Tarango³, Eduardo Rafael Poblano-Ojinaga⁴

¹Licenciatura en ingeniería en gestión empresarial. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Ingeniería Eléctrica. Jorgesf_18j@hotmail.com, 656-305-8356, Pradera de los Oasis II, Oasis de Turín 9631, 32674;

²Doctor en ingeniería en gestión empresarial, manuel_rodriguez_itcj@yahoo.com; División de Estudios de Posgrado e Investigación, Tecnológico Nacional de México, IT Cd. Juárez. Av. Tecnológico No. 1340 Fraccionamiento El Crucero, CP 32500, Ciudad Juárez, Chihuahua, México.

³Maestra en ingeniería en gestión empresarial, lalvarado@itcj.edu.mx; División de Estudios de Posgrado e Investigación, Tecnológico Nacional de México, IT Cd. Juárez. Av. Tecnológico No. 1340 Fraccionamiento El Crucero, CP 32500, Ciudad Juárez, Chihuahua, México.

⁴Doctor en ingeniería en gestión empresarial, eduardo.po@cdjuarez.tecnm.mx, División de Estudios de Posgrado e Investigación, Tecnológico Nacional de México, IT Cd. Juárez. Av. Tecnológico No. 1340 Fraccionamiento El Crucero, CP 32500, Ciudad Juárez, Chihuahua, México.

Resumen -- En la industria automotriz los cambios de ingeniería para la manufactura de un producto son inevitables y necesarios, la mejora de un producto es importante para garantizar la calidad establecida por el cliente, normas y procesos. La información para la gestión de cambios de ingeniería a través de la cadena de suministro, debe ser elaborada en un lenguaje claro para comunicar los cambios, la interpretación y traducción de información para determinar los listados de materiales y dibujos del producto están relacionados a interacciones manuales entre la información del cliente y la información presentada en el sistema de gestión de cambios de ingeniería de algunas compañías manufactureras, este artículo se encamina en el análisis del proceso de la elaboración de información para la gestión de los nuevos productos y cambios de ingeniería y la identificación de los factores que intervienen para su elaboración. Se explicarán estos factores, se ilustrarán, y en cada caso se realizarán propuestas de mejora para cada uno de ellos. La mejora continua es una acción repetitiva; esta acción está diseñada para incrementar la capacidad de cumplir los requerimientos establecidos por los clientes, por la compañía y los procesos establecidos para el desarrollo de información.

Palabras Clave -- Gestión de cambios de ingeniería, gestión del sistema de calidad, metodología 8Ds, ordenes de cambio de ingeniería, mejora continua.

Abstract -- The automotive industry, engineering changes for manufacturing products are unexpected and necessary, the improvement of a product is important to guarantee the quality established by the customer, standards, and processes. The information for the engineering changes managements through of the supply chain, must be elaborated in a understood language to communicate the changes, the interpretation and translation of information to determine the materials list and drawings of the product are related to manual interactions between the information of the customer and the information presented in the

engineering change management system for some manufacturing companies, this article focuses on the analysis of the information development process for the management of new products and engineering changes and the identification of the factors involved in their development. These factors will be explained, illustrated, and in each case improvement proposals will be made for each of them. Continuous improvement is a repetitive action, this action is designed to increase the ability to meet the requirements established by customers, by the company and the processes established for the development of information.

Keywords -- Engineering change management, quality system management, 8Ds methodology, engineering change order, continuous improvement.

INTRODUCCIÓN

La industria automotriz es a nivel mundial, un propulsor para el desarrollo económico y en otros sectores, tiene alto valor agregado; en México la industria automotriz ha representado un sector estratégico para el desarrollo de la economía, es una industria de auto partes competitiva (1). Los arneses son uno de los productos automotrices líderes que se ensamblan en México desde principios de los años noventa: representaban 11.2% del valor de componentes estadounidenses y 22.1% del contenido en 2007 desde México.

La industria arnesera se caracteriza por ser internacionalizada, altamente especializada y cada vez más concentrada e integrada verticalmente. El 91% de los arneses contenidos en vehículos en Estados Unidos proviene de fuera, de países como México, Filipinas, China y Honduras, su grado de

especialización se refleja en que probablemente ninguna planta produce todos los distintos tipos de arneses. Cada planta se especializa en uno o varios tipos de arneses, para uno o varios modelos de distintas plantas ensambladoras. De esta manera la compañía que manufactura arneses tiene que ser flexible ya que cambia de acuerdo con el tipo, el modelo y la versión de auto, en función de las modificaciones de los componentes y los diseños. Existe una opción distinta para cada unidad vehicular, por ejemplo: sistemas eléctricos de baterías, puertas, ventanas, motor, transmisión, cabina, que afecta el tipo de arnés. Un auto está enlazado por varios arneses, por eso técnicas de diseño y capacidades para enlazar arneses son esenciales para obtener máxima eficiencia con un mínimo uso de espacio. La producción actual arnesera se caracteriza con mayor complejidad productiva y tecnológica, con fuertes presiones para reducir costos.

Ford, GM y Daimler Chrysler, realizaron en 2005 un conteo interno de 350,000 cambios de ingeniería por las tres compañías. Dada su importancia los cambios de ingeniería en la industria automotriz de la cadena de suministro y la integración vertical de componentes para la industria de autopartes. Esto implica que las empresas deban expandir sus líneas de producción, mano de obra y tecnología para suministrar nuevas partes (2).

Las compañías manufactureras de arneses automotrices son flexibles para adaptarse a los cambios de ingeniería para cubrir las necesidades de los cambios en los componentes y los diseños requeridos por el cliente; el proceso de cambio de ingeniería siempre se ve afectado por la complejidad del producto. Los productos son complejos según su construcción, tecnología y variantes. Cada producto requiere de ciertas fases de gestión de cambios de ingeniería, además de una preparación detallada basada en elementos como la logística y el tiempo de entrega de producción.

El proceso de cambios de ingeniería comienza con la necesidad de mejora. Las diferentes propuestas se recopilan de forma centralizada y se documentan adecuadamente. Cada propuesta es evaluada para determinar su factibilidad. Una vez que se evalúa, se aprueba y luego se incluye en la documentación y distribución. Finalmente se debe implementar en el proceso de producción (3).

La información para el desarrollo de los cambios de ingeniería es importante, ya que es el punto de partida en la implementación de los cambios requeridos por el cliente, en los productos de las áreas de manufactura ya establecidos o nuevos productos, este artículo plantea el análisis de los métodos de elaboración de información para alimentar reportes, bases de datos, crear información en hojas de cálculo, dado que el factor humano genera un amplio margen de error en la información requerida para manufacturar un producto, se crea incertidumbre en la información elaborada (componentes faltantes o cantidades incorrectas), que son cruciales para la planeación de los procesos que preceden en la implementación de los nuevos productos o cambios de ingeniería.

El proceso de manufactura de un producto inicia cuando la información se libera a ingeniería de manufactura por parte de ingeniería de aplicación que es el departamento responsable de elaborarla; la información que se distribuye contiene el dibujo de construcción del producto, es decir, un plano limpio, un listado de componentes con cantidades, para un producto nuevo o cambio de ingeniería, por retroalimentación de la planta de manufactura; la información es incorrecta en diversas ocasiones, lo cual afecta la implementación de cambios de ingeniería o nuevos productos en tiempo y forma. El objetivo es identificar los factores que interfieren en el desarrollo de información utilizando la metodología 8ds, estableciendo las causas que propician a generar errores durante la elaboración de información y así establecer estrategias de mejora para los métodos en el desarrollo de información. La información creada correctamente para los cambios de ingeniería y nuevos productos crea fluidez en la implementación de los procesos subsecuentes, por lo contrario, se crea un retraso en tiempo para retrabajar y analizar nuevamente la información ya que se regresa a los procesos iniciales; esta información está enfocada a los procesos iniciales de la generación de información de los cambios de ingeniería y nuevos productos de ingeniería de aplicación.

DESARROLLO

1. Cambios de ingeniería

El desarrollo de productos se realiza cada vez más en un entorno distribuido, lo que significa que diferentes entidades participen en la planeación del producto. Esto requiere una gestión de cambios de ingeniería distribuida. Tomar decisiones de diseño

temprano tiene beneficios, pero a menudo requiere modificaciones o cambios de ingeniería, para mejorar o adecuar el producto a las necesidades del cliente; además estos pueden surgir para satisfacer las restricciones y objetivos de diseño, para facilitar la fabricación, para eliminar un conflicto de diseño. La Figura 1 muestra la interacción de información que fluye entre el fabricante del equipo original (OEM por sus siglas en inglés) y dos proveedores (flechas verticales) a medida que el diseño evoluciona (flechas horizontales).

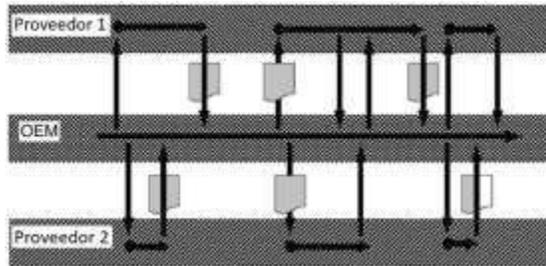


Figura 1. *Colaboración en una Cadena de Cambio de Ingeniería.*

El desarrollo secuencial tradicional de productos requiere mucho tiempo y puede llevar a una cantidad considerable de rediseño lo que lleva a incrementar los costos. A medida que los diferentes equipos de ingeniería realizan sus tareas de forma aislada, detectan omisiones en diseños anteriores, es decir no se tiene el panorama amplio de los diseños que interactúan con el propio diseño, lo que conduce a incrementar los cambios de ingeniería. Los cambios de ingeniería desempeñan un papel importante en el desarrollo de productos y contribuyen a mejorarlos, eliminarlos por completo es indeseable y poco realista.

Los cambios de ingeniería a menudo pueden ocurrir al principio del diseño comúnmente en las fases prototipo y ser pequeñas modificaciones con un impacto mínimo. Cuanto más cerca se produzcan estos cambios del final del esfuerzo de diseño inicial, mayor será el impacto potencial, lo que propiciara a que modificaciones posteriores no sean requeridas después del período de diseño inicial. Una vez que se ha completado un diseño, se aprobará y luego ingresará producción. Los cambios requeridos después de que la producción ha comenzado generalmente causan una mayor interrupción. En muchos entornos, el diseño debe ser aprobado por muchos ingenieros que interactúan con el diseño y por costo. Así como los cambios después de que el diseño ha sido liberado y aprobado pueden alterar lo

que se ha aprobado, estos a menudo requieren procedimientos de gestión estrictos (4).

Los procesos de cambio de ingeniería varían ampliamente entre organizaciones dependiendo de los tipos de productos que están produciendo. Algunos productos requieren cambios de ingeniería controlados y elaborados. Otros cambios de ingeniería son simples o menores, como agregar una parte, sin cambios físicos en los productos, mientras otros requieren potencialmente un análisis de evaluación complicado. (5). Los proveedores de productos automotrices y servicios de ingeniería generalmente tienen su propio proceso de cambios de ingeniería, como es el caso de la compañía donde se realiza este análisis, el proceso esta soportado por diagramas de flujo para la información en el sistema de gestión de cambios con una infraestructura para administrarlos y comunicarlos o en su caso la gestión de nuevos productos. Existe la necesidad de que la información se comunique en un lenguaje universal a través de la cadena de suministro, además, es importante garantizar que los datos generados y modificados, tengan la calidad en la información para tener un proceso de cambio exitoso; la calidad en los datos es clave. No solo se requiere un proceso de cambios como herramienta sino también un buen nivel de disciplina para el uso (3).

2. La interrelación de la gestión de cambios con el sistema de calidad.

La norma ISO 9001:2015 por sus siglas en inglés (international organization for standardization) que es sistema de gestión de calidad, (requisitos) determina que la organización debe revisar y controlar los cambios para la producción o la prestación de servicios (6). Por otra parte, como complemento la norma IATF 16949:2016 por sus siglas en inglés (international automotive task force) que es una referencia para el sector automotriz y como complemento de la norma ISO 9001 establece que la organización debe tener un proceso documentado para controlar y reaccionar a los cambios que tengan impacto sobre la realización del producto (7).

3. El enfoque a procesos.

El enfoque por procesos es una excelente manera de organizar y gestionar las actividades que agreguen valor para la satisfacción de las necesidades de las partes interesadas. Además, al implementar dicho enfoque, la organización pasa de gestionarse

verticalmente a una estructura horizontal donde las barreras interdepartamentales desaparecen, creando compromiso y orientándose hacia al cumplimiento de las metas y objetivos de la organización trayendo consigo mejoras en su desempeño (8).

4. Mejora continua.

La tecnología es un componente principal para la innovación de procesos y productos, que son básicos en la evolución de una compañía, esto las obliga a adaptarse para poder competir en esta industria globalizada. Proporcionar calidad, tiempos de respuesta, flexibilidad y variedad del producto es fundamental para la satisfacción del cliente o usuario final. La voz del cliente debe ser escuchada a razón de implementar las mejoras que se requieren. La calidad de un producto se mide en base a la satisfacción del cliente, el concepto de calidad es relacionado directamente con las mejoras sugeridas del cliente y con el concepto de perfección y excelencia.

Los modelos de excelencia son modelos de calidad, cuyo objetivo es orientar a la búsqueda del perfeccionamiento (9). A continuación, se muestran algunos modelos de forma resumida.

- a) Edwards Deming (1900-1993), control estadístico de la calidad, calidad total ciclo PHVA, conceptos principales; Control estadístico, filosofía de la administración de la calidad.
- b) Joseph M. Juran, (1995), trilogía de Juran, planificación de la calidad, control de la calidad, mejora de la calidad. Conceptos principales; establecer metas para la mejora continua, realizar proyectos para solucionar problemas, registrar y comunicar resultados, entre otros.
- c) Kaoru Ishikawa (1915-1989), Normalización industrial para fortalecer la productividad. Siete herramientas técnicas (estadística de análisis de problemas): cuadro de Pareto, diagrama causa-efecto (diagrama de Ishikawa), estratificación, hoja de verificación, histogramas, diagramas de dispersión, gráficas y cuadros de control. Conceptos principales; Primero la calidad, luego la utilidad, el cliente es lo más importante, Prevenir, no corregir, Trabajo en equipo, Compromiso de la alta dirección, Resultados a largo plazo, Medir

resultados, Dar reconocimientos, Proceso de mejora continua.

- d) Philip B. Crosby, (1980's), Cero de defectos, hacerlos bien la primera vez, proceso de mejoramiento de la calidad en 14 pasos. Cultura preventiva. Conceptos principales; Calidad se define como cumplir con los requisitos, El sistema de calidad es la prevención. El estándar de la realización es cero defectos. La medida de la calidad es el precio del cumplimiento.
- e) Kaizen, (1960's), Kaizen sugiere que la variación de la calidad tiene impacto directo en los costos y en la gente. Conceptos principales; Indica que la cultura de la calidad se centra en la calidad de las personas, luego de los productos. Implica el ciclo, estandarizar, hacer, revisar y actuar, su enfoque es transversal y es una adaptación del ciclo de Deming.

5.PDCA

El estándar ISO 9001 usa un enfoque como estructura de su funcionalidad: Enfoque a procesos; el cual incorpora el ciclo PDCA, por sus siglas en inglés (plan-do-check-act), Figura 2, es una herramienta eficaz y aún actual, la cual habilita a la industria a planear los procesos relacionados a sus recursos e interacciones internas (10).

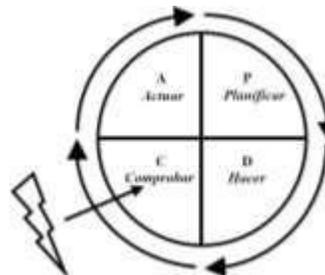


Figura 2. Ciclo PDCA con indicación de la parte crítica.

El primer paso del ciclo de Deming, Planificar (P); está asociado con el reconocimiento de la posibilidad de cambios, estableciendo los objetivos de mejora donde se diseña un plan de acción para el logro de los objetivos. Es necesario identificar el problema, analizar las causas que lo afectan, generar soluciones y desarrollar un plan de implementación.

Hacer (D) es el segundo paso; el plan de desarrollo para realizar cambios en el proceso que se implementa en una empresa (para aumentar su

productividad o calidad y eliminar las causas de los problemas).

El paso Comprobar; (C) equivale a comprobar, probar, si las soluciones introducidas en una empresa dieron resultados adecuados. Se toman medidas y se comparan con los valores establecidos en el plan. Si la implementación de las soluciones demostró ser apropiada, se sigue con el cuarto paso del ciclo PDCA, Actuar (A), si no, se debe volver al paso Planificar (P). El paso comprobar es un área crítica en el proceso de mejora.

El último paso del ciclo Actuar (A) está conectado con la aplicación de la implementación de soluciones. Cuando estas soluciones son probadas, se consideran una norma y conducen a la estandarización y seguimiento de actividades.

El ciclo PDCA está contenido en un ciclo y nunca termina. El conocimiento adquirido en la última etapa se convierte en la base para el siguiente ciclo; la mejora no se ve como el fin y no trae satisfacción con la situación actual, siempre requiere mejora (11).

6. APQP

El APQP prácticamente aplica PDCA en proceso de gestión de procesos. La planificación avanzada de la calidad del producto, por sus siglas en inglés APQP (advanced product quality planning) es una estructura de fases para el desarrollo de productos en la industria automotriz, el APQP ayuda en el desarrollo de un producto y al plan de calidad para cumplir las necesidades internas y externas del cliente. Las fases se muestran a continuación:

- a. Planear y definir el programa.
- b. Diseño y desarrollo del producto.
- c. Diseño y desarrollo del proceso.
- d. Validación del producto y proceso.
- e. Retroalimentación, evaluación y acción correctiva.
- f. Metodología control plan.

Cada fase tiene entradas y salidas, revisiones de la administración del proyecto, cada una de las fases están planeadas en secuencia de tiempo, esto es clave pues las decisiones impactan el proyecto en calidad, costo y entrega. El APQP culmina con una simple sumisión de evidencia de la calidad del producto de cómo fue planeada y lograda (12).

7. Errores en el sistema, quejas de cliente.

Los costos directos e indirectos de las quejas de cliente son altos, sin embargo, la experiencia de las compañías se incrementa al profundizar en la gestión de quejas, ya que las quejas contienen la voz del cliente, entendiendo esto como un resultado importante de los negocios, las quejas se transforman en conocimiento acerca de los clientes.

El obtener buenos resultados en la resolución de un problema no es suficiente ya que el sistema de gestión de quejas debe garantizar la satisfacción de una adecuada solución. Por otra parte, la retroalimentación del sistema de gestión de quejas se puede utilizar para identificar las causas fundamentales de los problemas que conducen a la insatisfacción. La definición de satisfacción del cliente no es clara pero mucho depende de los comentarios y quejas. Las organizaciones más débiles con un servicio deficiente de la calidad en los servicios y productos ya no competirán en el futuro (13).

8. Metodología 8Ds solución de problemas.

La metodología de las 8 disciplinas es un método de trabajo en equipo, orientado a la solución de problemas que se enfoca en identificar la causa raíz de un problema para resolverlo a través de una acción correctiva. Originalmente la metodología fue desarrollada por la compañía Ford y fue introducida en 1987 en un manual nombrado TOPS por sus siglas en inglés (team oriented problem solving), desde esa fecha el método ha sido implementado en las industrias automotrices para resolver problemas de productos y servicios relacionados a este ramo, como lo son; quejas de clientes, desviaciones de procesos de manufactura, retorno de compras, mantenimiento pobre en la maquinaria y problemas de calidad de proveedores, entre otras (14). La metodología tiene 9 pasos a seguir, el paso inicial es reconocer que se tiene un problema.

Hay que reconocer que un problema existe (D0), el primer paso de la metodología es hacer un plan para resolver un problema y establecer su fundamento. Además la metodología 8D es un proceso de resolución de problemas basado en hechos que involucra habilidades especializadas y cultura que favorece la mejora continua.

Conformación del equipo de trabajo (D1), en este paso, un equipo de miembros seleccionados con un conocimiento y experiencia acerca del proceso y producto es reclutado, esto es porque los miembros

del equipo conocen sobre qué problema ocurre, porque el problema ocurre y estos miembros tienen experiencia en las disciplinas técnicas necesarias para resolver el problema y que acciones tomar. Por lo tanto, el equipo debe ser conformado de 4 a 10 miembros con los conocimientos y experiencia necesaria.

Descripción del problema (D2), en este paso, el problema a ser resuelto fue definido y las especificaciones del problema con todos los parámetros necesarios fueron clarificados al equipo. Los miembros del equipo primero analizan el problema.

Implementar y verificar acciones correctivas a corto plazo (D3), el objetivo de este paso es identificar una acción de contención temporal o provisional, mientras se lleva a cabo los pasos posteriores de análisis de causa raíz y formulación de solución de problemas. La acción provisional se eliminará una vez que se establezca la acción permanente.

Identificar la causa raíz (D4), aunque se haya implementado la acción a corto plazo, se debe identificar la causa raíz del problema, para que pueda formular una acción permanente para eliminar el problema. Se debe emplear algunos métodos como lluvia de ideas o diagrama de pescado para identificar causas.

Acciones correctivas permanentes (D5), el objetivo principal de este paso es seleccionar la mejor acción correctiva permanente para excluir la causa raíz y eliminar la fuga de forma permanente aplicando la mejor solución.

Implementación de la acción correctiva (D6), en este paso, el propósito principal es planificar, implementar y validar las acciones correctivas seleccionadas, para implementar esta acción antes se debe remover las acciones correctivas a corto plazo.

Prevenir recurrencia del problema (D7), en este paso, implica actualizar todos los documentos, sistemas y procedimientos necesarios relacionados con la nueva acción correctiva permanente para evitar la recurrencia de problemas similares en el futuro.

Reconocer y felicitar a los miembros del equipo por sus contribuciones (D8), por último, finalizar el proyecto de mejora, la documentación relacionada al reporte de la metodología 8D y felicitar al equipo por un trabajo bien hecho (15).

9. Metodología

La metodología de mejora continua es enfocada en el proceso de ingeniería de aplicación, la elaboración de información de los cambios de ingeniería y nuevos productos en una empresa de arneses automotrices, cuyo objetivo es diseñar un método para la liberación de información puntual en los dibujos y listado de materiales.

A continuación, se muestra una serie de fases que se analizarán, lo cual nos ayudará a identificar los factores que intervienen en la elaboración de información para la implementación de los cambios o nuevos productos, Figura 3. Describe las condiciones iniciales y actividades en general.

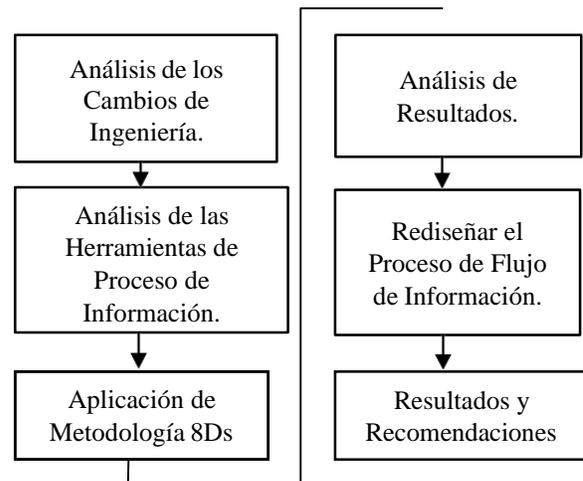


Figura 3. Fases para el Análisis de Información para la implementación del Cambios de Ingeniería.

9.1 Análisis de los Cambios de Ingeniería

En el periodo del 1ero de enero al 30 de junio del año 2021 se recabó la información sobre los cambios de ingeniería y nuevos productos del sistema de gestión de cambios de la compañía arnesera, se obtuvieron los siguientes datos a los que llamaremos ordenes de cambio como lo muestra la Tabla 1:

Tabla 1. Ordenes de Cambio en Sistema de Gestión de Cambios.

4 Cambios de Ingeniería en Inicio	
1	Actividad del Equipo de Costos
69	Cancelados
31	Para Implementar
4	Actividad de la Orden de Cambio de Ingeniería
38	Actividad de Manufactura

- 2 Validado y/o Implementado
- 42 Finalizado

Un total de 191 órdenes de cambio de ingeniería contabilizadas en el periodo antes mencionado, con 69 órdenes canceladas como uno de los elementos más significativos en esta recolección de datos, 42 órdenes finalizadas, 38 órdenes en el proceso de actividad de manufactura, 31 órdenes para implementarse, 4 en actividad de la orden de cambio de ingeniería, 4 cambios de ingeniería en inicio, 2 órdenes en validado y/o implementado, 1 en actividad del equipo de costos.

Se realizó un análisis por conveniencia a las ordenes ya finalizadas, 42 órdenes de cambio en total y de acuerdo con la Tabla 1. Las ordenes se clasificaron de acuerdo con la categoría de chicos, medianos y grandes, para establecer una complejidad baja, moderada y alta, de acuerdo con la información en cada dibujo de los arneses automotrices, los dibujos involucrados en las ordenes de cambios se clasificaron como sigue: Chicos; de 2 a 5 extremos, medianos; de 6 a 10 extremos y grandes; de 11 o más extremos. Llamaremos extremos a los ramales que se tiene en un arnés, es decir sus ramas de terminales o conectores.

De las 42 órdenes de cambio se descartaron 6 que no pertenecen al sistema de cambios del sitio en donde se está realizando este análisis. Las 36 órdenes de cambio restantes se muestran en la Tabla 2. Complejidad de los arneses por cambio de ingeniería (EC).

Tabla 2. Complejidad de los arneses por cambio de ingeniería (EC).

ORDENES DE CAMBIO	TIPO DE ARNÉS	EXTREMOS	COMPLEJIDAD
2	Chico	2	Baja
3	Chico	2	Baja
4	Chico	1	Baja
9	Chico	1	Baja
14	Chico	6	Baja
18	Chico	3	Baja
19	Chico	5	Baja
20	Chico	1	Baja
21	Chico	3	Baja
25	Chico	3	Baja
26	Chico	2	Baja
27	Chico	5	Baja
30	Chico	4	Baja
31	Chico	6	Baja
32	Chico	3	Baja

33	Chico	5	Baja
39	Chico	2	Baja
40	Chico	4	Baja
42	Chico	2	Baja
15	Mediano	7	Moderada
16	Mediano	11	Moderada
17	Mediano	13	Moderada
34	Mediano	7	Moderada
6	Grande	38	Alta
10	Grande	20	Alta
11	Grande	18	Alta
12	Grande	36	Alta
13	Grande	51	Alta
22	Grande	42	Alta
23	Grande	25	Alta
24	Grande	41	Alta
28	Grande	15	Alta
29	Grande	12	Alta
35	Grande	36	Alta
36	Grande	14	Alta
37	Grande	38	Alta

La Tabla 2. muestra las características del tipo de arnés, chico, mediano o grande, asignado por la cantidad de extremos que contiene el arnés en el cambio de ingeniería, como se explicó anteriormente, la complejidad está dada por la cantidad de extremos, esto establece una complejidad baja, moderada y alta según el arnés.

La Tabla 3, muestra la fecha de registro de cuando el cambio de ingeniería fue requerido al departamento de ingeniería de aplicación, las fechas se muestran mes y día del año 2020 al 2021, de inicio a fin del periodo de elaboración, el total en días que se utilizaron para elaborar la información de las ordenes de cambio de ingeniería, utilizando solo días hábiles, fecha en que se aprobó la información ya finalizada para ser utilizada por el departamento de costos que es el siguiente proceso y una columna con la razón de cambio y razón de retorno de la orden de cambio, al departamento de ingeniería de aplicación.

Tabla 3. Tiempo requerido para desarrollar información de los cambios de ingeniería.

Ordenes de Cambio	Tiempo de duración en completar la información	Total, en días	Razón de Cambio
2	1-05 al 1-11-2021	5 días	-Cambios de ingeniería.
3	1-12 al 1-28	13 días	-Cambio de ingeniería.
	2-3 al 2-18	12 días	-Se agregaron nuevos cambios.
4	1-12 al 2-18	28 días	-Cambio de ingeniería.
	4-19 al 4-29	7 días	-Se agregaron nuevos cambios.
9	1-28 al 2-10	10 días	-Cambios de ingeniería.
14	1-26 al 2-2	6 días	-Cambios de ingeniería.
18	1-25 al 2-2	7 días	-Cambios de ingeniería.
19	1-25 al 2-2	7 días	-Cambios de ingeniería.
20	1-22 al 2-9	13 días	-Cambios de ingeniería.

21	12-11 al 12-16 12-22 al 1-11	4 días 16 días	-Cambio de ingeniería. -Se agregaron nuevos cambios.
25	2-8 al 2-18 4-5 al 4-14	9 días 8 días	-Cambio de ingeniería. -Se agregaron nuevos cambios.
26	2-8 al 2-17 4-5 al 4-7	8 días 3 días	-Cambio de ingeniería. -Se agregaron nuevos cambios.
27	2-8 al 2-17 4-5 al 4-9	8 días 5 días	-Cambio de ingeniería. -Se agregaron nuevos cambios.
30	2-9 al 2-17 4-5 al 4-16	7 días 10 días	-Cambio de ingeniería. -Se agregaron nuevos cambios.
31	2-5 al 2-17 4-5 al 4-14	9 días 8 días	-Cambio de ingeniería. -Se agregaron nuevos cambios.
32	2-9 al 2-17 4-5 al 4-15	7 días 9 días	-Cambio de ingeniería. -Se agregaron nuevos cambios.
33	2-5 al 2-12 4-5 al 4-19	6 días 11 días	-Cambio de ingeniería. -Se agregaron nuevos cambios.
39	2-19 al 3-3	9 días	-Cambios de ingeniería.
40	2-19 al 2-22	2 días	-Cambios de ingeniería.
42	2-9 al 2-17 4-5 al 4-16	7 días 10 días	-Cambio de ingeniería. -Se agregaron nuevos cambios.
6	1-13 al 1-22	8 días	-Cambios de ingeniería.
10	1-22 al 2-4	10 días	-Cambios de ingeniería.
11	1-20 al 2-2	10 días	-Cambios de ingeniería.
12	1-20 al 2-2	10 días	-Cambios de ingeniería.
13	1-20 al 2-2	10 días	-Cambios de ingeniería.
22	2-8 al 2-17 4-5 al 4-21	8 días 13 días	-Cambio de ingeniería. -Se agregaron nuevos cambios.
23	2-8 al 2-18 4-5 al 4-19	9 días 11 días	-Cambio de ingeniería. -Se agregaron nuevos cambios.
24	2-8 al 2-17 4-5 al 4-21	8 días 13 días	-Cambio de ingeniería. -Se agregaron nuevos cambios.
28	2-9 al 2-17 4-5 al 4-14	7 días 8 días	-Cambio de ingeniería. -Se agregaron nuevos cambios.
29	2-9 al 2-17 4-5 al 4-14	7 días 8 días	-Cambio de ingeniería. -Se agregaron nuevos cambios.
35	2-4 al 3-16	29 días	-Cambios de ingeniería.
36	2-4 al 3-10	25 días	-Cambios de ingeniería.
37	2-8 al 3-2	17 días	-Cambios de ingeniería.
15	1-26 al 2-2	6 días	-Cambios de ingeniería.
16	1-26 al 2-2	6 días	-Cambios de ingeniería.
17	1-26 al 2-2	6 días	-Cambios de ingeniería.
34	2-9 al 2-17 3-18 al 3-19	7 días 2 días	-Cambio de ingeniería. -Se agregaron nuevos cambios.

Las ordenes de cambio que muestran dos fechas de inicio en la Tabla 3, debieron ser retrabajados por cambios adicionales requeridos por el cliente, el cambio de ingeniería ya estaba fluyendo en el proceso de implementación de cambios y se volvió a traer a ingeniería de aplicación para hacer las modificaciones. Esta información nos dice que se perdieron al menos dos meses de tiempo que es crucial para la implementación.

La siguiente información fue obtenida por medio de una entrevista realizada a 5 ingenieros de 9, ingenieros que desempeñan actividades en el departamento de ingeniería de aplicación y se les realizó la siguiente pregunta ¿Cuáles son los factores que afectan la elaboración de información para los cambios de ingeniería? Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 4, donde se muestran los factores que inciden en la elaboración de información para los cambios de ingeniería, donde la

incidencia más recurrente es la de información requerida para completar los ECO, está incompleta; ECO por sus siglas en inglés (engineering change order).

Tabla 4. Factores que interfieren en la elaboración de información para EC.

Factores	Ingenieros					Comentarios
	1	2	3	4	5	
<i>A mayor número de cambios mayor complejidad</i>	x		x			Para los dibujos que tienen más números de parte se requiere más análisis, el análisis requerido es por número de parte
<i>El desarrollo de la información es manual</i>	x	x			x	Todas las actividades del análisis para el cambio de ingeniería son entradas manuales, Excel, sistema PLM
<i>Ceguera de taller</i>	x				x	Actividades operacionales de cálculo repetitivas
<i>Información requerida para completar las ECO incompleta</i>	x	x	x	x	x	El departamento es dependiente de otros sitios para obtener la información que completaría los cambios de ingeniería en el sistema PLM, dependemos de las prioridades de esos sitios.
<i>Herramientas de comparación no activas para su uso</i>	x	x	x			Tenemos software que compara dibujos, pero no están activas, no tienen licencia activa. No se usa el XC para obtener los BOMS
<i>El cliente agrega o elimina cambios en tiempos no definidos</i>	x					El cliente hace cambios, elimina o agrega cambios durante el proceso de cambios de ingeniería ya en proceso, esto obliga al proceso de cambios a reiniciarse cuando se hacen estos movimientos.
<i>Acceso limitado a especificaciones de ingeniería</i>	x			x	x	El análisis de los dibujos requiere revisar las especificaciones más actuales

<i>Librería de componentes incompleta</i>	x	x	La librería de componentes no cumple con los elementos para su confiabilidad	
<i>investigación de información para componentes en web de proveedores</i>	x		Información de los componentes se busca en web de proveedores, ya que no se tiene un archivo contacto de proveedores para adquirir la información.	
<i>Contactar a proveedores para obtener dibujos</i>	x		La información de componentes no viene en la información de cambios de ingeniería	
<i>La información es triangulada</i>	x	x	x	Cada ingeniero tiene su perspectiva de cambio, el idioma también es una barrera.
<i>Información para cambios de ingeniería no estandarizada</i>	x	x		Cada cliente desarrolla la información de cambios de ingeniería de acuerdo con su estándar.
<i>Información filtrada</i>	x			Ford es el único cliente que tiene la información filtrada y analizada, El caso de los demás clientes la información se debe analizar por primera vez en el departamento.
<i>Tiempo para realizar la información para los cambios no es el adecuado</i>		x	x	Tiempo en días no es el adecuado para los cambios en alto contenido de complejidad

9.2 Herramientas de trabajo

Las herramientas de trabajo como muestra la Tabla 4. en el factor que describe el desarrollo de información es manual, indica que todas las actividades del análisis para la información del cambio de ingeniería son entradas manuales en, Excel y sistema PLM, que son los principales formatos de comunicación de cambios de ingeniería.

Los siguientes formatos son, ECM por sus siglas en inglés (engineering change management) donde se describen los materiales que entran y salen, cantidades de uso, descripciones de los componentes, y números de parte arnés afectados. En este formato la captura de información es manual

lo que expone al usuario a generar errores de captura, ya que como se puede apreciar en la Tabla 5, la captura de datos está determinada por la cantidad de cambios de ingeniería por el número de números parte asociados a ese cambio. Un ejemplo se puede apreciar con el cambio 24 de la tabla 2.3, que describe 67 cambios de ingeniería para una cantidad de 40 números de parte de arnés, de los cuales se debe analizar cuales cambios aplican y cuales no para cada uno de los números de parte, los que si aplican deberán ser capturados en el formato ECM.

Tabla 5. Cantidad de cambios en las ordenes de cambio.

<i>Ordenes de Cambio</i>	<i>Cantidad de cambios</i>	<i>Números de parte de arnés en dibujo</i>
2	1	1
3	1	1
4	4	1
9	1	1
14	60	3
18	26	3
19	34	4
20	7	1
21	8	1
25	11	1
26	1	1
27	6	1
30	11	1
31	15	4
32	12	3
33	14	4
39	7	1
40	1	1
42	18	1
15	35	2
16	55	2
17	102	20
34	9	2
6	10	2
10	24	47
11	253	1
12	174	39
13	297	40
22	27	40
23	70	2
24	67	40
28	41	20
29	40	20
35	60	9
36	4	27
37	2	4

Otro de los formatos son el sistema PLM al cual se le debe capturar de forma general toda la combinación de cambios que entran y salen, los números de parte afectados, revisiones de arnés y de componente del cambio de ingeniería que al cual se ha realizado el formato ECM es decir al cambio de ingeniería.

9.3 Metodología 8D's

La implementación de la metodología 8D's para la solución de problemas busca determinar las causas del problema que se estudia. Aplicaremos la metodología 8D's para analizar las causas de los factores que afectan la elaboración de información para los cambios de ingeniería. Aunque la metodología 8D's es flexible, puede ser adaptada a diferentes situaciones y tiene éxito en muchas aplicaciones, pero tiene algunas desventajas como lo son; esta metodología puede consumir mucho tiempo y dificultad para ser desarrollada, los empleados que están involucrados en esta implementación deben recibir el entrenamiento apropiado sobre este método y adicionalmente es requerida la comunicación constante entre los participantes de los programas de mejora continua (14).

Conformación del Equipo de Trabajo (D1), el equipo de trabajo es conformado por 5 ingenieros del departamento de ingeniería de aplicación ver Tabla 6; el principal objetivo del equipo es determinar la causa raíz de los factores que interfieren en la elaboración de información para los cambios de ingeniería y poder determinar un rediseño del proceso para generar la información.

Tabla 6. Equipo de Trabajo.

Metodología 8D's	Ciclo PDCA	Miembros del Equipo
Conformación del equipo de trabajo	D1 Planear (Plan)	Ingeniero de Aplicación 1
Descripción del problema	D2 Planear (Plan)	Ingeniero de Aplicación 1
Implementar y verificar acciones correctivas a corto plazo	D3 Hacer (Do)	Ingeniero de Aplicación 1
Identificar la causa raíz	D4 Hacer (Do)	Ingeniero de Aplicación 1,2,3,4 y 5
Acciones correctivas permanentes	D5 Hacer (Do)	Ingeniero de Aplicación 1
Implementación de la acción correctiva	D6 Comprobar (Check)	Ingeniero de Aplicación 1
Prevenir recurrencia del problema	D7 Actuar (Actuar)	Todos los ingenieros del equipo
Reconocer y felicitar a los miembros del equipo por sus contribuciones individuales	D8 Actuar (Actuar)	Todos los ingenieros del equipo

Descripción del problema (D2), en la Tabla 3, el tiempo para el desarrollo de información de los cambios de ingeniería es uno de los problemas significativos ya que se incrementa el tiempo por los

retrabajos requeridos para establecer los nuevos cambios que son establecidos por el cliente, adicionalmente el cambio de ingeniería ya perdió días, semanas o meses en el proceso de implementación de cambios a través del proceso PLM.

Se ha creado un diagrama de Pareto como muestra la Figura 4. El diagrama ayuda a definir el factor que debe ser priorizado de acuerdo con sus frecuencias. Los factores están ordenados de mayor a menor frecuencia.

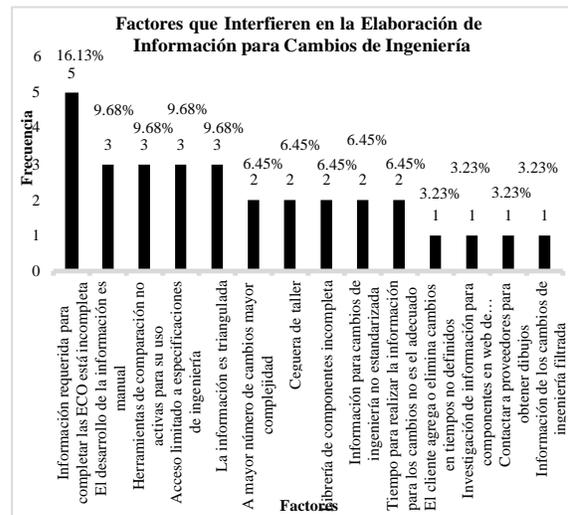


Figura 4. Diagrama de Pareto de los Factores.

Acción de Contención Provisional (D3), es realizar una junta de comunicación previa a la creación de la orden de cambio de ingeniería para establecer detalles de cambio, entre el ingeniero de que determina los cambios con el cliente y el ingeniero que desarrolla la información para los cambios de ingeniería, con la finalidad de determinar si existe información faltante para la elaboración de información del cambio de ingeniería y saber si podrá ser realizado en tiempo y forma.

Identificar la causa raíz (D4), este paso, se enfoca en encontrar la causa raíz del problema, el problema general en este caso de estudio es la información faltante para desarrollar el cambio de ingeniería en tiempo y forma, un diagrama de pescado, conocido como diagrama de Ishikawa, está representado en la Figura 5, identifica la causa raíz y como se observa en el diagrama una cantidad de causas o factores fueron identificados otra vez de cinco aspectos como

lo son; maquinaria, materiales, método, medio ambiente y mano de obra.

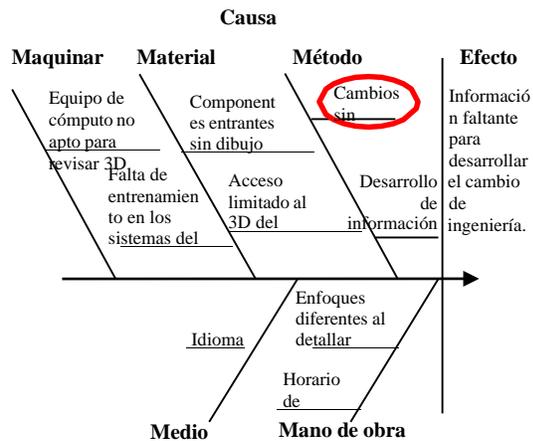


Figura 5. Diagrama de Ishikawa.

En el aspecto de maquinaria, fue encontrada la causa del equipo de cómputo que no es apto para verificar 3D del producto contra el dibujo 2D. Es decir que no se tiene la herramienta adecuada para confirmar que el dibujo que se entrega a manufactura está de acuerdo con el 3D. En el aspecto de materiales se encontraron las causas de acceso limitado al 3D del producto, en esta causa no todos los clientes dan acceso al archivo 3D para realizar comparativos, otra causa fue que algunos componentes nuevos no se tienen disponible los dibujos para obtener detalles que determinan el proceso de manufactura.

En el aspecto de método, unas de las causas fue cambios sin detallar, esto se relaciona a la perspectiva del ingeniero que enumera los cambios, es decir que no detalla los aspectos que interfieren con el cambio para así mostrar cambios adicionales afectan directamente al proceso de manufactura, esto dado por una omisión de cambios en los componentes, otra causa es el desarrollo de información con entradas manuales esta causa va directamente relacionada a que el ingeniero que desarrolla la información para cambios de ingeniería utiliza formatos y bases de datos que no están automatizadas, es decir no se relacionen entre ellas para poder hacer registros automatizados, con esto incrementa el error de cantidades y omisiones.

En el aspecto de medio ambiente, una de las causas es el idioma, se tiene interacción con los ingenieros entre Estados Unidos, México y Filipinas, otro de las causas es el de horario, los sitios se encuentran

desfasados en horarios de dos horas, entre Estados Unidos y México, 13 horas entre México y Filipinas, esto merma la comunicación para interactuar en el desarrollo de información.

En el aspecto de mano de obra, la causa es el enfoque que tiene el ingeniero para detallar el cambio de ingeniería, esto crea una percepción de que los cambios descritos proporcionan la información necesaria para incluir las afectaciones que implican la descripción de cambio.

Acción correctiva permanente (D5), sugerida es un cuestionario que contempla una revisión previa de la información para la implementación de cambios de ingeniería, el cuestionario debe realizarse en la etapa de la idea de cambio y evaluarse antes de crear el cambio de ingeniería. Esto quiere decir que será una evaluación previa a la creación de la orden del cambio de ingeniería, lo que permitirá que se establezca requerimientos de dibujos de componentes, de las partes entrantes, análisis de las interacciones con el cambio de ingeniería.

El cuestionario establecerá un panorama con detalles de cambio que puede afectar la factibilidad de manufactura del producto, esto evitaría que se establezcan cambios de ingeniería con problemas de manufacturabilidad, es decir se requerirá la retroalimentación de manufactura para la implementación de los cambios. Lo que permitirá una fluidez del cambio en el proceso de implementación en el sistema PLM.

Implementación de la acción correctiva (D6), una junta de revisión y el complemento de un cuestionario, para realizar un análisis preliminar que determinará los cambios que interactúan con el listado de cambios que se establece para realizar el cambio de ingeniería, será la pauta para conocer y establecer lo que el cliente requiere en forma detallada, esto nos proporcionará certeza en los cambios que van a ser comunicados.

Prevenir recurrencia del problema (D7), el proceso de cambios de ingeniería varía dependiendo la complejidad que viene establecida por los números de parte de arnés, cantidad de cambios que se requieren en el dibujo del producto, cantidad de ramales, una vez que los cambios son establecidos, para monitorear los cambios y analizar si es requerida información adicional un cuestionario de análisis de cambio fue diseñado para establecer

criterios que determinaran lo que el cliente espera del cambio de ingeniería.

Reconocer y felicitar a los miembros del equipo por sus contribuciones individuales (D8), a todos los miembros del equipo se felicitaron y reconocieron por su trabajo, el interés por resolver y mejorar los procesos es evidente, las ideas y sugerencias fueron propuestas durante la solución de problemas, el trabajo en equipo es necesario para lograr una meta en común.

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

El análisis de los factores que interfieren en la elaboración de la información para los cambios de ingeniería, una parte es detallada en la Tabla 2, muestra que la complejidad del arnés tiene un peso significativo en el tiempo de utilización para el desarrollo de información, cambios adicionales en la información cuando el cambio parecía que seguiría su curso, determina un reinicio en el tiempo, este detalle se aprecia en la Tabla 3.

Factores adicionales son detallados en la Tabla 4, los factores se determinaron mediante una entrevista a los ingenieros que trabajan con el desarrollo de información, estos factores son determinantes para el desarrollo de información en tiempo y forma. El análisis a las herramientas de trabajo describe el factor que determina un error en cantidades y es el realizar cálculos manuales esto expone al ejecutor de la información a un error, incrementando la posibilidad de cometerlo, como se expone en la Tabla 5, cantidad de cambios multiplicado por la cantidad de números de parte que tiene un dibujo.

El desarrollo de la metodología 8Ds como herramienta de mejora continua, es utilizado en este artículo para buscar la mejor solución a uno de los factores que se describe en la Tabla 4. Cabe indicar que esta metodología es cíclica, lo cual indica que debemos seguir con la búsqueda de soluciones a los otros factores que se determinaron en este artículo, esto nos llevara al rediseño del método de elaboración de información para los cambios de ingeniería.

CONCLUSIONES

Se estableció un punto de partida para proponer soluciones a los problemas que día a día se presentan en el área de ingeniería de aplicación. La

metodología 8Ds es un modelo implementado para eliminar o reducir las causas de las fallas en los procesos, con este trabajo lo sé qué espera es implementar soluciones a los factores que aquí se mostraron, utilizar este método para mejorar el proceso en una forma cíclica para la mejora continua de los procesos establecidos, nos expondrá a un rediseño de cómo hacer las cosas.

Por consecuencia la implementación de la metodología 8Ds permitirá el incremento de la satisfacción del cliente, entregas en tiempo y en forma, se mejorarán o se desarrollarán nuevos procesos, minimizara las quejas en la cadena de suministro y mejorara los servicios.

Cuando un problema aparece no quiere decir que este método lo solucionara, pues existen otros métodos como se expuso en el apartado de mejora continua, que pudiera complementarlo y así tener una solución efectiva de acuerdo con las necesidades de solución del problema.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Secretaria de Economía. Industria Automotriz. 2012. pág. 43.
- [2] Arnese automovilísticos en Mexico durante el TLCAN. Carrillo, Jorge y Palafox, Martha Miker. 2014, Comercio Exterior, pág. 43.
- [3] Implementing engineering change management through product life cycle management in automotive field. Shivankar, Sudhir D., Nandedkar, Vilas Madhaorao y Kakandikar, Ganesh . 2015, Research Gate, pág. 11.
- [4] Change management in concurrent engineering from a parameter perspective. Rouibah, Kamel y Caskey, Kevin R. . 2002, Elsevier, pág. 20.
- [5] Engineering Change Management Concepts for System Modeling. Bock, Conrad y Feeney, Allison B. 2013, National Institute of Standards and Technology, pág. 16.
- [6] ISO 9001. SISTEMAS DE GESTION DE CALIDAD REQUISITOS. s.l.: ISO 9001:2015, 2015.
- [7] IATF 16949. Requisitos para el sistema de gestion de la calidad en las organizaciones que

fabrican piezas de producción y piezas de servicio en la industria automotriz. 2016.

[8] Pulido, Humberto Pulido, y otros. Gestión de la Calidad; Una herramienta para la sostenibilidad organizacional. ResearchGate; ISBN: 978-980-233-724- 8. 2018, pág. 141.

[9] Aplicación de una Metodología de Mejora de Procesos basada en el Enfoque de Gestión por REVISTA DE DIFUSIÓN TÉCNICO CIENTÍFICO DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MILPA ALTA IPSUMTEC | Volumen 4 – Núm. Esp. | enero – junio 2020 12 IPSUMTEC ISSN: 2594 - 2905 Procesos, en los Modelos de Excelencia y el QFD en una empresa del sector de confecciones de Barranquilla (Colombia). Sarmiento, Laura Isabel Nuñez, Ramírez, Milena c. Vélez y Correa, Carmen R. Berdugo . 2004, Redalyc.org, pág. 15.

[10] Lizarraga , Marcos Sanchez, y otros. ISO 9001 Standard: Exploratory analysis in the manufacturing sector in Mexico. DYNA. 16th de April de 2020, pág. 10.

[11] Kcocik, Marta Jagusiak. PDCA cycle as a part of continuous improvement in the production company- a case study. Production Engineering Archives. 27 de 02 de 2017, pág. 4.

[12] Implementation of Advanced Product Quality Planning In Engineering Project. Deshpande, Aditya M., G, Siddhalingeswar I y Ekabote, Nagaraj . 2015, Journal of Engineering Education Transformations, pág. 6.

[13] The 8D Methodology: An Effective Way to Reduce Recurrence of Customer Complaints? Reisenberger, Carlos A. y Sousa, Sérgio D. 01 de 06 de 2010, Proceedings of the World Congress on Engineering ISBN: 978-988-18210-8-9, pág. 6.

[14] Improving a Manufacturing Process Using the 8Ds Method. A Case Study in a Manufacturing Company. Realyvásquez-Vargas, Arturo, y otros. 2020, Applied Sciences, pág. 26.

[15] 8D Problem Solving Methodology: Continuous Improvement in Atomation Organization. Elangovan, S., y otros. 2021, Conference Series, pág. 11.

[16] Teorías, Modelos y Sistemas de Gestión de. Cantos, Javier Chacón y Kamarova, Susana Rugel. 2018, Revista Espacios, pág. 9.

ROLES DE CONTRIBUCIÓN

Rol de Contribución	Autor (es)
Conceptualización	Jorge Santos Farías (principal) Manuel Arnoldo Rodríguez Medina (igual)
Metodología	Jorge Santos Farías (principal) Manuel Arnoldo Rodríguez Medina (igual)
Software	Jorge Santos Farías (principal) Lizette Alvarado Tarango (igual)
Validación	Jorge Santos Farías (principal) Manuel Arnoldo Rodríguez Medina (Igual)
Análisis Formal	Manuel A. Rodríguez Medina (principal) Eduardo Rafael Poblano-Ojinaga (igual)
Investigación	Manuel A. Rodríguez Medina (principal) Eduardo Rafael Poblano-Ojinaga (igual)
Recursos	Lizette Alvarado Tarango (principal)
Curación de datos	Manuel A. Rodríguez Medina (Principal)
Escritura - Preparación del borrador original	Jorge Santos Farías (principal) Manuel Arnoldo Rodríguez Medina (Igual)
Escritura - Revisión y edición	Manuel A. Rodríguez Medina (principal) Eduardo Rafael Poblano-Ojinaga (igual)
Visualización	Eduardo Rafael Poblano-Ojinaga (principal)
Supervisión	Jorge Santos Farías (principal) Lizette Alvarado Tarango (igual)
Administración de Proyectos	Manuel A. Rodríguez Medina (principal) Lizette Alvarado Tarango (igual)
Adquisición de fondos	Lizette Alvarado Tarango (principal) Eduardo Rafael Poblano-Ojinaga (igual)



Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.