

## Aplicación de 8D's optimizando el EPP en el sector automotriz Application of 8D's optimizing PPE in the automotive sector

Abigail Escalona-Veloz <sup>a</sup>, Miriam López-Desposorios <sup>a,\*</sup>, Asel Juárez-Vite <sup>a</sup>, Héctor Rivera-Gómez <sup>a</sup>  
Valeria F. Guerrero-Reséndiz <sup>a</sup>, José R. Corona-Armenta <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Área Académica de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 42184, Pachuca, Hidalgo, México.

### Resumen

Las empresas del sector automotriz enfrentan actualmente un conjunto de problemas que limitan su desempeño, especialmente en los costos de operaciones, por las diversas actividades en sus procesos productivos. El objetivo de la investigación es analizar de manera sistémica el caso de una empresa del sector automotriz en su división de autobuses urbanos, en la que se identificó que existía alto consumo en el equipo de protección personal, ocasionando un alto presupuesto para su funcionamiento. La metodología 8D ha sido ampliamente probada y aplicada en diversos tipos de industrias a nivel mundial, demostrando su eficacia como una herramienta confiable para la resolución de problemas por lo que, mediante su uso, se identificaron las principales causas del problema desde un enfoque sistémico, donde se propone la solución al problema y se previenen posteriores reincidencias. De los resultados obtenidos, se implementaron acciones que originaron la capacitación en la inducción, la generación de una matriz de utilización por puesto, establecer su vida útil, control en la entrega y abastecimiento en tiempo. Las acciones originaron un resultado satisfactorio para la empresa, disminuyendo un 50% en su consumo optimizando su presupuesto.

**Palabras Clave:** Equipo de protección personal, Alto consumo, 8 Disciplinas, Autobuses urbanos.

### Abstract

Companies in the automotive sector currently face a set of problems that limit their performance, especially in operating costs, due to the various activities in their production processes. The objective of the research is to systematically analyze the case of a company in the automotive sector in its urban bus division, in which it was identified that there was high consumption of personal protective equipment, causing a high budget for its operation. The 8D methodology has been widely tested and applied in various types of industries worldwide, demonstrating its effectiveness as a reliable tool for problem solving, which is why when using it, the main causes of the problem were identified from a systemic approach, where the solution to the problem is proposed and subsequent recurrences are prevented. From the results obtained, actions were implemented that led to training in induction, the generation of a utilization matrix per stall, establishing its useful life, control in delivery and supply on time. The actions resulted in a satisfactory result for the company, reducing its consumption by 50% and optimizing its budget.

**Keywords:** Personal protective equipment, High consumption, 8 Disciplines, Urban buses.

### 1. Introducción

A nivel internacional, la industria automotriz es uno de los sectores más importantes tanto en términos económicos como tecnológicos, y es gracias a su alta demanda y producción que ha experimentado transformaciones significativas relacionadas a la globalización, la innovación tecnológica y los aspectos de impacto ambiental. Por otra parte, el crecimiento de la

urbanización trae consigo el aumento en la demanda de sistemas de transporte público eficientes y sostenibles, lo que implica la necesidad de mejorar y expandir las redes de transporte público, en el que las innovaciones tecnológicas como los sistemas de gestión inteligente, la automatización y la electrificación se están incorporando en distintos sistemas de transporte público a nivel mundial. Dentro de los principales fabricantes de autobuses de transporte público a nivel mundial

\*Autor para la correspondencia: lo353499@uaeh.edu.mx

**Correo electrónico:** es352565@uaeh.edu.mx (Abigail Escalona-Veloz), lo353499@uaeh.edu.mx (Miriam López-Desposorios), ju100906@uaeh.edu.mx (Asel Juárez-Vite), hriver06@hotmail.com (Héctor Rivera-Gómez), gu356064@uaeh.edu.mx (Valeria Fernanda Guerrero-Reséndiz), jrcorona@uaeh.edu.mx (José Ramón Corona-Armenta).

**Historial del manuscrito:** recibido el 11/07/2024, última versión-revisada recibida el 10/09/2024, aceptado el 10/09/2024, publicado el 14/11/2024. **DOI:** <https://doi.org/10.29057/icbi.v12iEspecial3.13419>



destacan la empresa BYD Company, Mercedes-Benz Buses, Volvo Buses y New Flyer Industries, las cuales son mundialmente conocidas por fabricar y distribuir equipo de transporte a lo largo de América, Europa y Asia.

Derivado del aumento en la demanda debido al crecimiento económico, han surgido diversos mercados emergentes con un papel crucial para el crecimiento de la industria automotriz, por lo que países como India, Brasil y México están incursionando cada vez más en este sector industrial. México es uno de los principales productores de vehículos a nivel mundial, ubicándose en el décimo quinto lugar en producción global en 2023 (OICA, 2023). La producción de automóviles y camiones ligeros alcanzó aproximadamente 3.2 millones de unidades en 2023 (INEGI, 2023). La mayor parte de esta producción está destinada a la exportación, principalmente hacia Estados Unidos, pues al ser México su principal proveedor, el 19.1% de las ventas realizadas en el mercado estadounidense corresponden a unidades hechas en México (González, 2024).

La industria automotriz constituye un pilar económico en la economía mexicana, ya que además de generar empleos directos e indirectos, contribuye directamente en otras actividades económicas, pues al igual que otras industrias, demanda insumos para realizar su producción y también les vende sus productos (INEGI, 2016). Actualmente varias empresas automotrices globales tienen plantas de producción en México, incluyendo Audi, BMW, Ford, General Motors, Honda, KIA, Mazda, Nissan, Volkswagen y Toyota (INEGI, 2023). Mientras que las principales empresas fabricantes de autobuses de transporte público son: Volvo Buses México, Grupo DINA, y Mercedes-Benz Autobuses (Vázquez, 2022).

La industria de fabricación de vehículos de transporte público es bastante amplia y compleja. Algunas de sus principales características son la amplia diversificación de productos, ya que, dependiendo del uso destinado a cada vehículo, sus características serán diferentes, lo cual implica que las empresas fabricantes deberán mantener una producción que permita fabricar la variedad y el volumen de vehículos que exige la demanda. Además, esta industria debe cumplir con las regulaciones de impacto ambiental y seguridad que están establecidas tanto en México como en los países a donde se exportan los vehículos (Vázquez, 2022).

La diversidad de operaciones, equipo y personal involucrado en el sistema productivo sumado al encarecimiento de algunos materiales y los costos de logística traen consigo que los costos en esta industria sean sumamente altos, lo cual representa un desafío para las empresas de este giro, ya que la competencia entre fabricantes globales y regionales es intensa y trae consigo una presión constante de innovar y reducir costos (Martínez, 2022).

Al igual que en otros sectores, los costos de operación de la industria automotriz incluyen costos de materias primas, que incluyen los materiales que se procesan en la misma empresa o que se adquieren de alguna otra compañía; costos de manufactura, los cuales incluyen gastos de energía y mantenimiento; costos de logística, que abarcan los costos de transporte y almacenamiento que ayudarán a la distribución de los vehículos; costos de marketing, que incluyen los costos publicitarios; costos de investigación y desarrollo, en donde se incluyen todos los gastos relacionados a la mejora y producción de nuevos productos; y costos relacionados a

recursos humanos, en donde además de gastos en salarios y prestaciones de los trabajadores, se incluyen gastos en salud y seguridad de los empleados, en donde se incorporan los gastos en equipo de protección personal (EPP), el cual es fundamental para esta industria dado los diferentes materiales que se manejan y el tipo de maquinaria con el que interactúan los trabajadores, buscando minimizar los accidentes de trabajo y por ende, disminuir los costos directos e indirectos que se producen a raíz de estos (Guerra et al., 2021). Sin embargo, aunque el EPP es indispensable, en ocasiones no se tiene un control al momento de proporcionarlo a los trabajadores, generando mayores gastos para la empresa.

De acuerdo a la investigación realizada en una empresa automotriz, se observó que el alto consumo de equipo de protección personal constituye un problema para la misma. En dicho estudio se pudo identificar que el EPP con mayor utilización es el equipo desechable, el equipo de protección facial y los guantes. Estos últimos serían los que representan un mayor costo respecto a los otros equipos de protección personal de acuerdo a las estadísticas obtenidas en la investigación, las cuales serán mayormente explicadas más adelante.

Con la finalidad de solucionar este tipo de problemas, existen ciertas herramientas que permiten alcanzar sistemas productivos más eficientes, ejemplo de ello es la metodología de las 8 disciplinas (8D), la cual es una técnica estructurada para la resolución de problemas basada en el ciclo Planificar, Hacer, Verificar y Actuar (PDCA), utilizada en múltiples sectores de la industria, desarrollada por Ford Motor Company, que actualmente es ampliamente reconocida por su eficacia en la identificación, corrección y eliminación de problemas de calidad (AIAG, 2018). Esta metodología se compone de ocho disciplinas, las cuales juegan un papel crucial en el proceso de resolución de problemas.

Esta metodología comienza por reunir un grupo de expertos que permitan solucionar el problema con sus conocimientos y habilidades al formar un equipo para después describir a detalle el problema y, de forma consecuente implementar medidas temporales para contener el problema y evitar que se propague, el siguiente paso es identificar todas las posibles causas y verificar la causa raíz, de esta manera será posible desarrollar acciones correctivas permanentes que eliminen la causa raíz del problema de manera definitiva, que a continuación deberán ser implementadas y validadas en cuanto a su efectividad, por lo que consecuentemente, para prevenir la reaparición del problema se debe llevar a cabo una modificación de los sistemas, procesos o procedimientos, y como paso final es necesario realizar un reconocimiento del trabajo en equipo a modo de apreciar y reconocer su esfuerzo (AIAG, 2018).

Se realizó el análisis del caso de una empresa del sector automotriz en su división de autobuses urbanos, en donde se identificó el problema que consistía en un alto consumo en el equipo de protección personal, ocasionando que la organización presentara un alto presupuesto para su funcionamiento. Para esta investigación fue necesario realizar el análisis de información relacionada al EPP usado por trabajadores y gracias a la implementación de la metodología de las 8 disciplinas, fue posible identificar las principales causas del problema desde un enfoque sistémico, generando la propuesta de solución al problema y

previniendo posteriores reincidencias, obteniendo resultados satisfactorios para la empresa, ya que sus costos generados por el consumo de equipo de protección personal lograron disminuir un 50%, logrando de esta forma optimizar su presupuesto. A continuación, se describe a detalle el estudio realizado.

## 2. Revisión de la literatura

El uso de metodologías como las 8D son vitales en cualquier industria debido a su capacidad para resolver problemas de manera efectiva, prevenir su recurrencia y fomentar la mejora continua. Estas metodologías ayudan a cumplir con los estándares de calidad, reducen costos asociados con problemas de calidad y garantizan la seguridad del producto. Son herramientas esenciales en un entorno altamente competitivo donde la calidad y la eficiencia son cruciales para el éxito empresarial. La metodología 8D es un proceso de resolución de problemas basado en hechos que involucra habilidades especializadas y una cultura que favorece la mejora continua. Bosch (2013) menciona que el método 8D es un procedimiento para la resolución de problemas en 8 pasos. Los 8 pasos deben ser procesados dentro de la resolución de problemas. Según sea necesario, los pasos deben ejecutarse de forma recursiva, es decir, el método 8D se configura de nuevo en un punto anterior con hechos conocidos y garantizados. El propósito del método 8D es eliminar problemas y por lo tanto prevenir la recurrencia mediante el procesamiento duradero y sistemático de problemas internos y externos, localizando y eliminando la causa raíz.

De igual forma, las 8D se definen como una metodología para la introducción, documentación sistemática de mejoras y la eliminación de problemas y errores. Una vez descrita la metodología, esta metodología ha sido usada en diversos sectores, se puede usar en un producto, pero también a nivel de sistema y proceso (Mendoza, 2020). En su investigación, Leyton (2023) utilizó la metodología de las 8D en la empresa Florida Club para abordar problemas específicos, el estudio reveló la identificación de deficiencias internas, acompañadas de un incremento en la satisfacción del cliente y en el número de visitas, además, se concluyó que el uso de la metodología 8D impulsa mejoras y es posible abordar problemas de manera sistemática. Otra investigación donde se propuso mejorar la calidad del servicio de mecanizado en una empresa del sector metal-mecánico mediante el uso de la metodología 8D. Los hallazgos revelaron una mejora sustancial reflejada en la reducción del 10% en los indicadores de calidad, Key Performance Indicators (KPI'S), lo que confirma que la aplicación de esta metodología puede potenciar la gestión de la calidad en el servicio de mecanizado (Lizarraga y Morales 2023). Este éxito evidencia que la aplicación de la metodología 8D puede ser efectiva para solucionar problemas de calidad en procesos industriales. También la metodología 8D ha sido utilizada en la industria automotriz, tal es el caso de (Aguilar et al., 2022), quien realizó su investigación con el objetivo de encontrar soluciones a problemas y prevenir futuras ocurrencias, donde después de su aplicación se pudo contener el problema que consistió en una queja a la empresa por un cliente, en donde explica diversos problemas en la bomba de combustible al interior de un módulo que está orientado de manera incorrecta, así mismo se logró encontrar la causa raíz, desarrollar acciones correctivas y prevenir

futuras ocurrencias relacionadas a este defecto en la fabricación de módulos de gasolina. También la investigación realizada por Mello (2017) buscando la eficiencia mediante la implementación de la metodología 8D en una empresa de automóviles con el objetivo de reducir la no conformidad, tras la aplicación se tuvo un aumento en la calidad, eliminando el problema que se tenía por completo, pasando de tener 8 defectos a 0, al tener gran eficiencia se tomó la decisión de aplicar esta herramienta en diferentes áreas de la empresa. De igual manera, Banica y Belu (2019), en su investigación realizada en una empresa del sector automotriz destacan que la gestión de la calidad en la industria automotriz requiere técnicas de resolución de problemas que permitan prevenir defectos y reducir las variaciones y desperdicios en la cadena de suministro, es por ello que utilizan la metodología 8D para solucionar un problema que se presentó en el área de pintura, en donde piezas de carrocería presentaban ciertas impurezas en su superficie al momento de aplicar pintura en polvo, previo a la implementación de la metodología el promedio de defectos mensuales registrado era de 4.6 logrando reducir de forma significativa este índice a 2.4 defectos al mes. Por otro lado, en su investigación, Canal (2022) tuvo como objetivo central aplicar la metodología 8D en el proceso de atención al cliente en una empresa que provee energía eléctrica, en donde el problema principal era la ineficiencia en cuanto a la atención que se brinda en las ventanillas, gracias a la aplicación de esta metodología no sólo fue posible mejorar el proceso de atención al cliente y alcanzar la satisfacción en el servicio, sino que también, se logró mejorar el ambiente laboral entre los trabajadores. Por otra parte, esta metodología ha sido implementada con otras herramientas para complementarse y poder tener mejores resultados, por su parte, Cuba (2022) se centró en desarrollar una propuesta para abordar riesgos y oportunidades en una empresa de servicios mineros para incrementar el rendimiento de los procesos operativos mediante la combinación de las metodologías AMEF y las 8 disciplinas, donde los resultados de la investigación demostraron una mejora significativa, donde se evidenció un cambio en la calidad, pasando de un 85.88% a un 91.63%, y los elementos conformes aumentaron del 85.71% al 94.85% gracias a la aplicación de estas metodologías. Igualmente, Izaguirre et al., (2017) en su estudio realizado en una fábrica de electrodomésticos donde se encontró que las fallas del usuario final eran mayores que en otras líneas en la misma fábrica, se decidió aplicar técnicas 8D y FMEA, se logró demostrar que el sistema de calidad interno se fortalece mediante el uso de herramientas de calidad para identificar, corregir y prevenir errores futuros, así mismo, el uso de este enfoque garantiza un buen desempeño del producto en el mercado. Así mismo, López (2020) se dedicó a mejorar la gestión logística dentro de la Asociación Peruana de Óptica y Optometría mediante la aplicación de la metodología 8D, los hallazgos indicaron un incremento significativo estimado en alrededor del 36% en las mejoras alcanzadas en este ámbito, trayendo cambios positivos a la empresa. Por su parte, Alva (2021) en su estudio se enfocó en mejorar la Gestión Productiva en Tecnofil S.A., una empresa dedicada a la fabricación de productos de cobre donde se buscó abordar la reducción de la merma en la línea de producción, los resultados revelaron la causa subyacente del problema y se implementaron medidas de emergencia, prevención y corrección, lo que condujo a mejoras notables, como la reducción de costos y el acortamiento de los

tiempos de fabricación. Según a Raymundo, E. (2017) la metodología 8D permite solucionar de una manera rápida y efectiva los problemas, pues dentro de su estudio en la empresa Dental Briggith, donde se presentaban múltiples fallas en los controles mecánicos de sus unidades odontológicas, obteniendo como consecuencia un considerable decremento en las ventas de sus unidades odontológicas e incrementando los servicios por soporte técnico, y con el uso de las 8Ds se obtuvo una unidad odontológica moderna con una gran aceptación en el mercado actual viendo los resultados en un incremento progresivo en las demandas de unidades odontológicas, un decremento en servicios por soporte técnico de las unidades, teniendo una rentabilidad del 43.4 %. Además, Prasetyo et al., (2021) se enfocó en una empresa de semiconductores donde se implementó la metodología 8D para aliviar los problemas de calidad que eran una preocupación importante, donde después de la implementación se observó una reducción significativa en la frecuencia de defectos del producto, gracias a esto se demostró que el enfoque 8D es eficaz para resolver este problema debido a su método estructurado para identificar y resolver el problema. A pesar de la importancia de la metodología 8D en diversos sectores, un estudio realizado por Koncz y Pokorádi en 2018 encontró que la industria automotriz es la que más utiliza esta herramienta, seguida por las industrias de maquinaria, electrónica y química. Una vez revisado el marco referencial, podemos evidenciar que en las investigaciones no se encontró alguna donde fuera utilizada la metodología 8D para resolución de problemas de equipo de protección personal en el sector automotriz, específicamente en el área de autobuses urbanos.

### 3. Método

Para la presente investigación el método aplicado es el de las 8D, que integra una metodología para resolver problemas de una manera sistemática y documentada, analizando y registrando las acciones desarrolladas por un equipo multidisciplinario en 8 pasos, que se enfocan en la resolución de cualquier problema de no conformidad de clientes internos y externos, y que se presentan de manera repetitiva. Gracias a su metodología, las 8 disciplinas pueden ser aplicadas en cualquier problema presentado en cualquier campo industrial.

De acuerdo a lo anterior la estructura de las 8D se puede ver conformada de la siguiente forma:

- D1.- Formar un equipo multidisciplinario involucrando personal de las áreas que intervienen en el problema.
- D2.- Definir el problema seleccionado basado en el objeto y el defecto.
- D3.- Implementar acciones de contención para evitar que se siga propagando.
- D4.- Identificar y verificar la causa, apoyados en herramientas como la tormenta de ideas, 5W's (Los 5 ¿Porqués?) y el diagrama de causa-efecto.

- D5.- Determinar acciones correctivas permanentes basadas en las causas raíz.
- D6.- Implementar y verificar las acciones correctivas permanentes.
- D7.- Prevenir la recurrencia del problema y/o su causa raíz utilizando acciones preventivas.
- D8.- Reconocer los esfuerzos del equipo e identificar las mejores prácticas y difundirlas.

La investigación desarrollada para este trabajo fue realizada en una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de autobuses urbanos, en la que se identificaron que existe un alto consumo de Equipo de protección personal (EPP), lo que lleva a un incremento en el presupuesto de operación. Se realizaron estratificaciones del EPP buscando abordar los elementos que representan un mayor costo para la organización. El alcance solo se enfocó a una sola línea y una sola área en la empresa de ensamble de autobuses.

El tipo de investigación que se utilizó fue cuantitativo porque está basada en datos numéricos como costos y cantidades de consumo. A continuación, se presenta el procedimiento aplicado.

## 4. Desarrollo del caso

### 4.1. D1 Equipo de trabajo

En esta etapa, el equipo se integró por representantes de las áreas de Seguridad, producción, almacén y mejora continua de la empresa. Considerando que el problema fue identificado en la gestión de sus procesos, además de facilitar la información que se necesita.

### 4.2. D2 Identificación del problema

Para la definición del problema se parte desde la base que es un objeto más un defecto, después de adentrarse en estratificaciones que puntualizan específicamente el problema se establece como el objeto el Guante HY-FLEX MODELO 11-72 No. 8 y el defecto es alto consumo en el centro de trabajo 30-04. Así mismo, para establecer el contexto se utilizó el Modelo Newtoniano, donde se identificó la Identidad, la localización (¿Qué?), el tiempo (¿Cuándo?) y la Masa (¿Cuánto?), estableciendo la siguiente descripción:

En el último trimestre se ha presentado alto consumo en el centro de trabajo 30-04 del Guante HY-FLEX MODELO 11-72 No. 8 debido a que es el que mayor se consume con 365 piezas, con un costo total de \$50,037.85 en estos 3 meses.

### 4.3. D3 Acciones interinas de contención

Para esta etapa, el equipo determinó que se necesitaría implementar acciones interinas de contención para que no se siguiera propagando el problema, los criterios sobre los que se basaron fue el alto consumo del guante Hy-Flex No.8. Como resultado las acciones establecidas fueron: Autorización única del departamento de seguridad e higiene.

4.4. D4 Análisis de causa raíz (Diagrama de Ishikawa)

4.4.1. Lluvia de ideas

Se realizó un consenso entre los representantes de las distintas áreas que conforman el equipo de trabajo, para determinar las posibles causas del problema descrito. En la Tabla 1 se presentan las ideas aportadas.

Tabla 1: Lluvia de ideas

Luvia de ideas	
El guante se usa en actividades no autorizadas.	No se tiene donde guardar sus guantes cuando se retiran del área.
No existe rastreabilidad de asignación y cambio.	Rotación de personal.
El guante no resiste el uso rudo.	No existen guantes de su talla.
No se tiene clara una matriz de asignación por puesto.	No se conoce la durabilidad promedio de vida del guante.
Movimiento de personal en proceso causa consumo.	Modificación del guante para otros usos (sellos).
No se le da el cuidado apropiado al guante.	No se tienen ayudas visuales para el mantenimiento del guante.
Los guantes no se lavan.	Control inadecuado de manejo de guantes entre materiales auxiliares y almacén de residuos.
No se tienen definidos criterios para cambio de guantes.	Falta de control en la segregación se pueden sustraer.
No hay control en el cambio de guantes.	Deficiencias en el suministro de guantes por falta de existencias.
El operador se lleva los guantes a su casa y no regresan.	Daño intencional para solicitar el cambio.
Se asignan guantes Hy-Flex 11727 a personal de nuevo ingreso como estándar.	Cubrir ausentismo no planeado provoca consumo.
Se roban los guantes dentro de la planta.	La planeación de compra de guante no considera los nuevos ingresos.
La duración es menor por el uso inadecuado.	Proveedor no surte la cantidad requerida según máximos.
No utilizan el locker para resguardar el equipo de protección.	El supervisor no tiene control de los cambios de guantes.
No están definidos los puestos para los operadores.	En la contratación de personal temporal eleva el consumo de guantes.
Se tienen operadores multihabilidades.	No se recuperan los guantes del personal que se da de baja.
Se asignan guantes Hy-Flex 11727 a personal empleado que no está autorizado.	El operador usa el guante Hy-Flex porque el asignado aparentemente no le funciona.

4.4.2. Diagrama de afinidad

Una vez obtenida la lista de ideas, se clasificaron de acuerdo a su afinidad y, a partir de esta agrupación se establecieron las causas más probables, basados en la experiencia del equipo. En la Figura 1 se muestra la clasificación y las siete causas que se consideraron como las más probables.

Como resultado de la clasificación se identificaron las siguientes causas posibles:

1. Deficiencias en el suministro de guantes por falta de existencias.
2. Personal está acostumbrado a usar el guante
3. No se tienen definidos criterios para cambio de guantes.

4. El supervisor no tiene control de los cambios de guantes.
5. No se le da el cuidado apropiado al guante.
6. No se tiene ayudas visuales para el mantenimiento del guante.
7. El operador se lleva los guantes a su casa y no regresan.

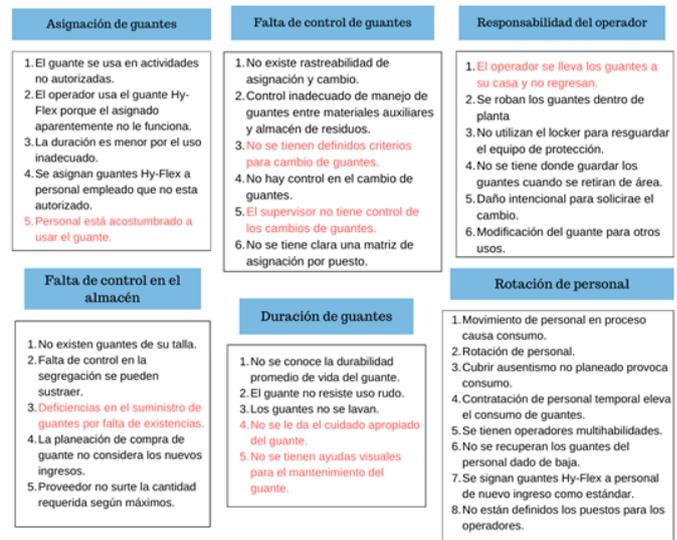


Figura 1. Diagrama de afinidad

4.4.3. Evaluación de 5 porqués de cada causa encontrada

Como parte del proceso de identificación de causas raíz se aplicó la evaluación de 5 porqués a cada una de las posibles causas identificadas en la lista anterior, como se puede ilustrar en la Figura 2 mostrada a continuación.

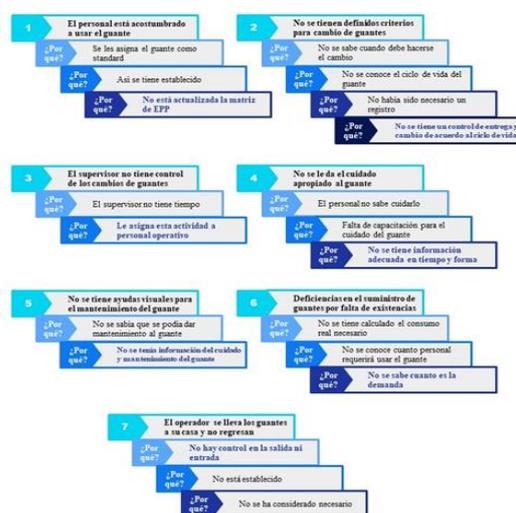


Figura 2. Herramienta 5 porqués

4.4.4. Trazo del diagrama causa-efecto

Una vez evaluadas cada una de las causas probables, se representaron mediante un diagrama causa-efecto, mostrado en la Figura 3, en donde se incluyeron las causas identificadas

inicialmente en su respectiva clasificación, así como las causas raíces halladas en el punto anterior

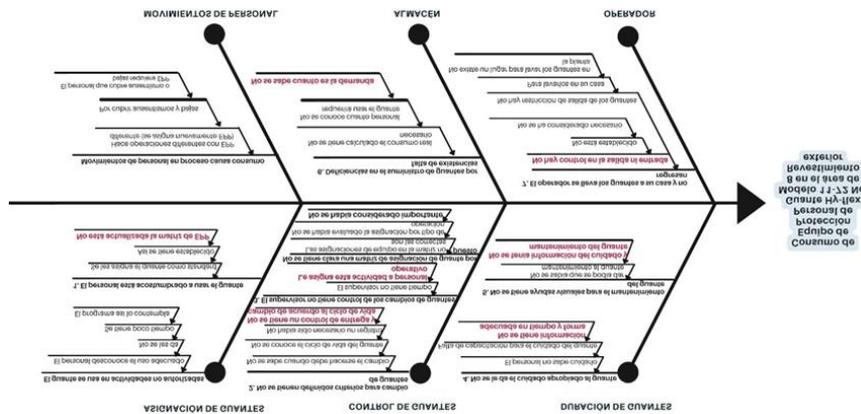


Figura 3. Diagrama causa- efecto

4.4.5. Validación de causa- raíz

El siguiente paso para la identificación de causas raíz es la validación de las causas raíz identificadas en el punto anterior. Para ello se utilizó la herramienta 5W + 1H, en donde se definió una acción a realizar que pudiera ayudar a determinar si la causa analizada constituía una causa raíz o no. En la Tabla 2 se muestran las validaciones realizadas.

Tabla 2. Validación de causas probable

Causa a validar	¿Acción a realizar?	¿Por qué?	¿Cómo?	¿Quién?	¿Cuándo? ¿Dónde?	Resultados numéricos de las acciones realizadas	Conclusiones de la relación causa/ efecto	
<b>1ª CAUSA</b> 	Matriz de EPP no actualizada	Revisar que la matriz este actualizada en EPP por puesto	Confirmar situación de la matriz EPP	Revisando la matriz VS puestos	Felipe Hernández	10 de mayo En áreas y seguridad	Si se tiene la matriz, pero no actualizada en revestimiento exterior de 16 operaciones se tienen contempladas 9.	Al no tener la matriz actualizada existe confusión en relación a quien entregar este tipo de guante. <b>SI ES CAUSA RAÍZ.</b>
<b>2ª CAUSA</b> 	Supervisor no hace los cambios de acuerdo al ciclo de vida	Revisar que tipo de control lleva el supervisor para el cambio de guante	Confirmar que exista el control de duración	Visitar a supervisor y preguntar el control.	Gabriel López	10 de mayo SMP y Revestimiento exterior	En revestimiento exterior el supervisor no tiene un registro de los cambios	Al no tener conocimiento del ciclo de vida del guante ni control de asignación provoca consumo excesivo. <b>SI ES CAUSA RAÍZ.</b>
<b>3ª CAUSA</b> 	El control de cambios de EPP lo lleva a cabo personal operativo	Visitar el área de revestimiento exterior para comprobar quien lleva registro de cambios	Confirmar que personal operativo lleva esta actividad	Visitar área de Revestimiento exterior	Christian Sánchez	10 de mayo Revestimiento exterior	El personal operativo lleva un registro en una libreta donde lleva un registro con matrícula, nombre y EPP asignado. Existe un registro de un cambio realizado de guantes Hy-flex a la matrícula 6576 el 29 de abril y el posteriormente el 11 de mayo.	Se tiene un registro, pero no se tiene un control en el cambio de guantes. <b>SI ES CAUSA RAÍZ.</b>
<b>4ª CAUSA</b> 	Capacitación no adecuada en tiempo y contenido	Revisar si el programa de inducción incluye capacitación en EPP	Aseguramos que el personal ingrese capacitado	Revisar el programa de inducción	Asel Juárez	9 de Mayo Capacitación	Actualmente solo se imparten 30 minutos, Solo se hace énfasis en taponos y respirador de media cara. Con respecto a guantes es muy limitada.	Al no recibir la capacitación suficiente el personal no utiliza adecuadamente el guante. <b>SI ES CAUSA RAÍZ.</b>
<b>5ª CAUSA</b> 	Por parte del proveedor no se tiene información para el cuidado y mantenimiento del guante	Revisar que información tiene el operador acerca del cuidado de los guantes	Para saber del uso adecuado del guante por parte del operador	Visitar la línea de producción y realizar entrevista	Viviana Hernández	11 de mayo SMP y Revestimiento exterior	Los operadores no tienen información del cuidado de los guantes, se entrevistaron a 20 operadores de los cuales 18 desconocen.	Al no tener conocimiento del cuidado el ciclo de duración disminuye, provocando que se pida reposición mas frecuentemente. <b>SI ES CAUSA RAÍZ.</b>
<b>6ª CAUSA</b> 	No se sabe cuánto es la demanda del guante Hy-flex	Revisar que información se tiene de la demanda del consumo de los guantes.	Para saber la demanda y surtimiento del mismo	Visitar al almacén para saber qué control tiene	Ángeles Vargas	11 de mayo Almacén	Se tiene un máximo de inventario por tamaño de guante sin embargo cuando hay ingresos de bécate hay un sobreconsumo que afecta las existencias. En ocasiones el proveedor no surte al 100% el máximo establecido.	Al no tener inventario de otro tipo de guantes les proporcionan el Hy-Flex el cual dura menos por darle otro uso. <b>SI ES CAUSA RAÍZ.</b>
<b>7ª CAUSA</b> 	No hay control en la salida de guantes de la planta	Revisar si se tiene un control para evitar salida de guantes	Validar que no se permita la salida de guantes	Preguntando en seguridad	Cendy Hernández	10 de mayo Seguridad	Vigilancia realiza rutina de inspección a todo personal que va fuera de planta, si lleva EPP o herramienta se le pide nota de autorización.	Al llevar inspección en vigilancia nos permite tener un control de acceso dentro y fuera de la planta <b>NO ES CAUSA RAÍZ.</b>

4.4.6. Listar causas Raíz

Después de haber validado cada una de las causas raíces, se muestran las causas que sí tienen relación con el problema.

1. Matriz (Tabla) de Equipo de Protección Personal no actualizada.
2. Supervisor no hace los cambios de equipo de Seguridad considerando el ciclo de vida.
3. El control de EPP lo lleva a cabo personal operativo.
4. Capacitación incompleta en Inducción sobre Equipo de Seguridad.
5. Por parte del proveedor no se tiene información para el cuidado y mantenimiento del guante.
6. No se sabe cuánto es la demanda del guante Hy-flex.

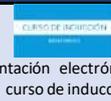
Para esta etapa de la metodología, se parte de las causas raíz validadas para proponer las acciones correctivas para cada una de estas, describiendo la herramienta a utilizar y explicando de forma detallada cómo se va a utilizar dentro de cada área o departamento, tal como se muestra a continuación en la Tabla 3.

4.6. D5 Acciones correctivas verificadas y permanentes

Una vez determinadas las acciones correctivas permanentes, se procedió a realizar la implementación de las mismas. La Tabla 3 muestra a detalle la causa raíz identificada, así como la situación que se encontraba antes de implementar la acción correctiva y los resultados obtenidos después de implementarla.

4.5. D5 Acciones correctivas verificadas y permanentes

Tabla 3: Implementación de acciones correctivas

Problema	Causa raíz	Acciones correctivas	Herramienta a utilizar	¿Cómo se va a utilizar?	
Consumo de Equipo de Protección Personal de Guante Hy-Flex Modelo 11-72 No. 8 en el área de Revestimiento exterior	Capacitación incompleta en inducción sobre Equipo de Protección Personal	1	Modificar el material sobre EPP en curso de inducción	 Presentación electrónica para curso de inducción	El departamento de seguridad solicitará al fabricante de EPP la información necesaria para generar una presentación electrónica que incluya la información completa y precisa del uso adecuado del EPP para mostrarla a todos los trabajadores durante el curso de inducción.
		2	Realizar pláticas de 5 minutos con el personal para el uso de guantes	 Presentación electrónica para curso de uso de guantes	El departamento de seguridad impartirá un curso de inducción de corta duración a los trabajadores que utilizan guantes durante su jornada laboral referente al uso específico de los guantes explicando los cuidados, el mantenimiento y el resguardo que se debe tener con ellos, así como los criterios que deben cumplir para poder realizar un cambio de los mismos, a fin de garantizar las mejores condiciones de funcionamiento.
	Matriz de Equipo de Protección Personal no actualizada	3	Actualizar la matriz de asignación de equipo de protección personal por puesto	 Matriz de EPP por puesto	En el área de Revestimiento exterior se realizará la identificación de EPP por cada puesto de trabajo, a partir del rediseño y complementación de la matriz de asignación de equipo de protección personal, de forma que ésta sirva de base para que los trabajadores utilicen sólo el EPP que tienen designado de acuerdo al trabajo que realizan.
		4	Desplegar la matriz EPP en las áreas de trabajo	 Matriz de EPP por puesto	Una vez actualizada la matriz de EPP, se llevarán a cabo sesiones informativas durante las juntas de arranque en donde se dará a conocer a los trabajadores, los datos incluidos en la matriz, de esta forma los trabajadores tendrán conocimiento del EPP que les corresponde y se estará evitando que tomen equipo que no necesitan o que tiene propósitos distintos.
	Por parte del proveedor no se tiene información para el cuidado y mantenimiento del guante	5	Solicitar información del guante Hy-Flex No. 8 referente a su mantenimiento, control, resguardo y utilización al proveedor	 Solicitud vía correo electrónico	El proveedor de guantes proporcionó la información solicitada a través de correo electrónico, en donde se obtuvieron indicaciones específicas referentes a su cuidado y mantenimiento, como el hecho de que son lavables con agua y en caso de requerirlo pueden ser enjuagados con thinner, para garantizar que se mantengan en las mejores condiciones.
	Supervisor no hace los cambios del Equipo de Seguridad considerando el ciclo de vida	6	Establecer el tiempo de vida de los guantes Hy-Flex	 Informe del ciclo de vida de los guantes	Una vez obtenida la información de cuidado y mantenimiento de guantes Hy-Flex se generó un informe con los datos que expliquen su tiempo de vida útil y las posibles variaciones causadas por el trabajo realizado que pueden ocasionar cambios en su duración.
		7	Colocar ayudas visuales sobre el mantenimiento de guantes.	 Infografías	Se resumirá la información recopilada y se mostrará de forma gráfica a través de ayudas visuales o infografías que incluyan los usos y cuidados necesarios para que los guantes se mantengan en buen estado, dichas infografías se colocaran en lugares estratégicos en donde todos los trabajadores puedan observarlas.
	No se sabe cuánto es la demanda del guante Hy-Flex	8	Revisar con compras que se tenga el contrato actualizado del EPP.	 Contrato de compras	El departamento de compras deberá realizar la revisión del contrato de compras de EPP para revisar las condiciones de reposición del mismo de forma que se mantenga actualizado para tomar las medidas necesarias en caso de que el proveedor no surta correctamente el pedido de EPP.
		9	Verificar que el almacén este recibiendo el EPP establecido.	 Check list de existencias de EPP	Mediante una visita al área de almacén se realizará la validación de las existencias de cada tipo de EPP, registrando los datos obtenidos en una check list, con lo que será posible observar cuáles no fueron surtidos en su totalidad, de esta forma, en caso de que falten piezas se solicitará al proveedor la reposición de las mismas.
	El control de EPP lo lleva a cabo el personal operativo	10	Implementar la autorización por seguridad en cambios EPP.	 Check list de estado de los guantes	El departamento de Seguridad elaborará una check list que permita realizar la validación del estado de los guantes a través de una revisión para determinar si cumple con los criterios de cambio que se incluyen en la check list y dependiendo de lo observado se decidirá si se autoriza o no el cambio de estos, de forma que el cambio se realice sólo cuando sea realmente necesario.



Posteriormente en la Figura 5 fueron colocadas las acciones correctivas en un diagrama de Gantt para dar el seguimiento correspondiente con todas las actividades al 100%.

registros previos y posteriores a la implementación de las acciones correctivas. En la Figura 6 se puede ver la efectividad de las acciones implementadas.

Causa raíz	Actividad	Mes	Abril				Mayo				Junio				Julio			
			Semana	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
Capacitación incompleta en la inducción sobre Equipo de Protección Personal	1.1 Modificar el material sobre EPP en inducción	Plan																
	Real																	
	1.2 Realizar platicas de 5 minutos con el personal para uso de guantes	Plan																
	Real																	
Matriz de equipo de protección personal no autorizada	2.1 Actualizar la matriz de asignación de personal por puesto	Plan																
	Real																	
	2.2 Desplegar la matriz de EPP en las áreas de Trabajo	Plan																
	Real																	
Supervisor no hace los cambios de equipo de seguridad considerando el ciclo de vida	3.1 Establecer el tiempo de vida de los guantes Hyflex	Plan																
	Real																	
	3.2 Colocar ayudas visuales sobre el mantenimiento de guantes	Plan																
	Real																	
Por parte del proveedor no se tiene información para el cuidado y mantenimiento del guante	Solicitar información del guante Hy-Flex No.8 referente a su mantenimiento, control, resguardo y utilización del proveedor.	Plan																
	Real																	
No se surte el inventario de guantes por parte del proveedor	5.1 Revisar con compras que tenga el contrato actualizado del EPP	Plan																
	Real																	
	5.2 Verificar que el almacén este recibiendo el EPP establecido	Plan																
	Real																	
No se tiene control de cambio de guantes	6.1 Implementar la autorización por seguridad en cambio EPP	Plan																
	Real																	

Figura 5. Diagrama de Gantt

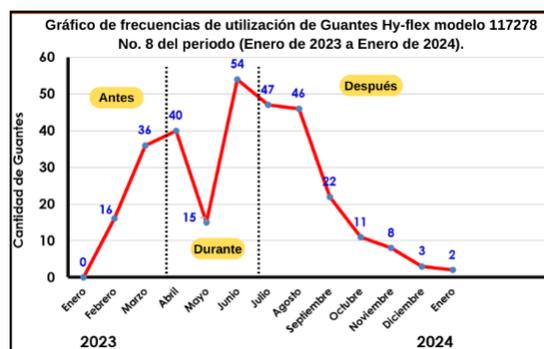


Figura 6. Gráfica de efectividad

#### 4.7. D7 Evitar la reincidencia

Para esta etapa de la metodología, se parte de las acciones correctivas implementadas, para establecer la prevención de eventos similares, con el propósito de reforzar las medidas correctivas ejecutadas. La Tabla 5 presenta los resultados establecidos en la investigación realizada.

Tabla 5: Acciones preventivas implementadas

¿QUÉ?	¿POR QUÉ?	¿COMO?	¿QUIÉN?	¿DONDE?
Ya se cuenta con la información actualizada de guantes la cual está incluida en el programa de inducción y platicas de 5 minutos.	Para asegurarnos del buen uso y mantenimiento del guante.	Pláticas de inducción a todo el personal de nuevo ingreso.	Felipe Hernández	Empresa en estudio
Se elaboró y actualizó la matriz de asignación del equipo de protección personal por puesto en revestimiento exterior.	Para evitar que se esté utilizando otro EPP que no corresponde al área.	Se instalaron matriz en las áreas.	Cendy Hernández	
El proveedor mencionó que la duración de guante es de 30 días, en la operación se observó que hay guantes que duran menos.	Se realizó procedimiento para el control y uso de este EPP.	Se difundió a supervisores para el control y uso de este EPP.	Viviana Hernández	
Se establece con el proveedor que deberá revisar y suministrar los máximos de EPP 2 veces por semana	Para mantener inventario de EPP y tener un mejor control	Proveedor tiene programado visitar 2 veces por semana la planta.	Asel Juárez	
Se establecen horarios para firmas de vales y cambios en horarios establecidos en almacén auxiliares. Si no presentan el equipo usado no se autoriza el cambio.	Para tener un mejor control en la entrega de EPP.	Se difundió a personal a cargo sobre los horarios de entrega de EPP.	Ángeles Vargas	

Una de las acciones preventivas mencionadas en la matriz anterior se puede ver ejemplificada en la Figura 6 mostrada a continuación.

Figura 7. *Acciones preventivas implementadas*

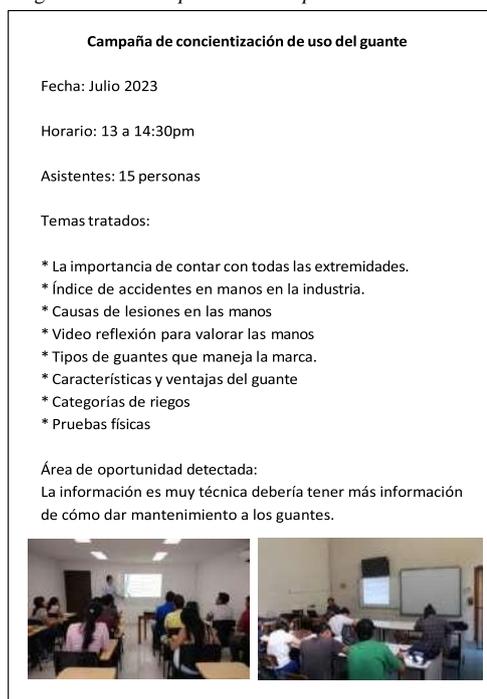


Figura 7. Acciones preventivas implementadas

#### 4.8. D8 Cierre/ reconocimiento del equipo

Una vez completada la metodología 8D, se encontró una solución a la problemática presentada en la organización en estudio, esto hizo viable alcanzar los resultados esperados y resolver el problema de manera eficaz. El equipo fue reconocido y felicitado por las actividades realizadas en su trabajo en esta aplicación. Además, se documentaron las prácticas identificadas para futuros eventos en la organización, esta acción dentro del estudio se aplicó a una sola área, y estas se replicarán a todas las demás áreas donde involucre el uso de EPP.

#### Conclusiones, limitaciones y futuros trabajos

Las acciones implementadas resultaron en una reducción del 50% en el consumo de EPP, optimizando significativamente el presupuesto de la empresa. El enfoque sistémico y la aplicación de herramientas de calidad como la metodología 8D demostraron ser efectivas para abordar problemas operativos complejos en el sector automotriz.

Este caso resalta la importancia de una gestión adecuada de los recursos asignados, considerando el impacto positivo que las herramientas de calidad pueden tener en la eficiencia operativa, la optimización de procesos y la reducción de costos, resultan fundamentales para mejorar la competitividad y el desempeño general de la organización. Las lecciones aprendidas pueden ser replicadas a otras áreas de la empresa y a otras empresas del sector para mejorar sus procesos y optimizar sus recursos. De igual manera, la contribución al conocimiento se enfocó en la aplicación de herramientas

sistémicas, específicamente la metodología 8D, para resolver problemas de costos en la industria de fabricación de autobuses en el estado de Hidalgo,

pues se realizó una investigación aplicada en una empresa de ensamble de vehículos de transporte público, donde se llevó la teoría de la metodología a la práctica.

A pesar de los resultados positivos obtenidos en la reducción del consumo de equipo de protección personal (EPP), el proyecto presenta varias limitaciones que deben ser consideradas para futuras mejoras. Estas limitaciones incluyen situaciones como la dependencia de la capacitación continua, la resistencia al cambio, ya que algunos empleados pueden resistirse a cambiar sus hábitos y prácticas establecidas, lo que puede afectar la implementación efectiva de las nuevas políticas y procedimientos relacionados con el uso del EPP, de igual manera la variabilidad en la adopción de la matriz de utilización. También la evaluación de la vida útil del EPP porque puede ser complejo debido a la variabilidad en las condiciones de uso y aunque se quiera reducir el porcentaje, se puede correr el riesgo de dejar desprotegida alguna área y sería un costo mayor.

Para continuar mejorando el EPP y optimizar los costos operativos en la empresa automotriz, se deben de tener en cuenta futuros trabajos como la implementación de tecnología avanzada para el monitoreo del EPP, un análisis de datos y mejora continua, indicadores de rendimiento, capacitación y desarrollo de competencias, realizar estudios de reingeniería de procesos para identificar oportunidades adicionales de mejora en el manejo y distribución del EPP, así como también aplicar principios de manufactura esbelta para reducir desperdicios y mejorar la eficiencia en el uso del EPP y tener futuros trabajos donde podemos usar un método ya estandarizado como el uso de herramientas y consumibles sin hacer una previa investigación.

#### REFERENCIAS

- Aguilar, D., Pérez, L., Sánchez, K., (2022). Aplicación de la metodología 8D para la resolución de problemas: Un caso de estudio en industria automotriz, *Mundo Fesc*, vol. 12, no. 23, pp. 259-268, 2022.
- AIAG. (2018). *CQI-20 Effective Problem Solving Guide* (Segunda ed.). EUA: Plexus International.
- Alva, M., (2021). Metodología 8D como propuesta de mejora en la Gestión Productiva, para la reducción de merma en la línea de cobre, en la empresa Tecnofil S.A., Lima 2021. Universidad Tecnológica del Perú, [Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial].
- Banica, C. F., & Belu, N. (2019). Application of 8d methodology - an effective problem solving tool in automotive industry. *Automotive series. Scientific bulletin*(29). doi:<https://doi.org/10.26825/bup.ar.2019.005>
- Bosch Group. (Mayo, 2013). *Problem Solving. Quality Management in the Bosch Group*. Robert Bosch Booklet, 1, 60.
- Canal Coila, M. (2022). Aplicación de la metodología 8D para la mejora del proceso de atención al cliente en la empresa Electro Puno S.A.A. Juliaca. [Tesis para obtener título profesional de Ingeniero Industrial, Universidad Autónoma de Ica]. <http://repositorio.autonomaica.edu.pe/bitstream/autonomaica/2395/1/MARIELA%20CANAL%20COILA.pdf>
- Cuba, L., (2022). Propuesta de utilización de metodologías AMEF y 8D para abordar riesgos y oportunidades en una empresa de servicios mineros

- para incrementar el rendimiento de los procesos operativos, Arequipa – 2020
- González, L. (07 de Febrero de 2024). Exportaciones de autos de México arranca el 2024 con récord histórico. *El economista*. <https://www.economista.com.mx/empresas/Produccion-de-autos-de-Mexico-arranca-el-2024-con-su-mejor-nivel-en-5-anos-20240207-0046.html>
- Guerra, P., Viera, D., Beltrán, D. y Bonilla, S. (2021). Seguridad industrial y capacitación: Un enfoque preventivo de salud laboral. Quito: Universidad Tecnológica Indoamérica.
- INEGI. (2016). Estadísticas a propósito de la Industria Automotriz. [https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/702825079963.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825079963.pdf)
- INEGI. (2023). Registro Administrativo de la Industria Automotriz. <https://www.inegi.org.mx/datosprimarios/iaiv/>
- Izaguirre, N. y Parraga, V. (2017). Aplicación de las metodologías 8D y AMFE para reducir fallos en una fábrica de refrigeradoras. *Industrial Data*, 20(2),61-70
- Koncz, A., Pokarádi, L., (2018). 8D Usage in Automotive Industry. 18th IEEE International Symposium on Computational Intelligence and Informatics, Budapest, Hungary.
- Leyton, F., (2023). Implementación de las 8 disciplinas de resolución de problemas para mejorar el grado de satisfacción del cliente en Florida Club 2023. Universidad César Vallejo, [Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial].
- Lizarraga, E., y Morales, S. (2023). Implementación de las 8D para mejorar la calidad del servicio del mecanizado en empresa metalmecánica. Universidad César Vallejo. [Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial].
- López, L., (2020). Aplicación de metodología 8D para mejorar la gestión logística en la Asociación Peruana de Óptica y Optometría. Jesús María, 2020. Universidad César Vallejo, [Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial].
- Martínez, M. (04 de Junio de 2022). Aumento de precios en industria automotriz, sin freno en el corto plazo. *El economista*. <https://www.economista.com.mx/autos/Aumento-de-precios-en-industria-automotriz-sin-freno-en-el-corto-plazo-20220604-0016.html>
- Mello, T. (2017). La eficacia de la metodología 8D Aplicado en una industria de la automoción. *Revista científica multidisciplinaria base de conocimiento*. Edición 07. año 02, vol. 02. PP 97-116, octubre de 2017. ISSN: 0959-2448
- Mendoza, A. (2020). Implementación de la Metodología 8D's para la Reducción de Notificaciones de Calidad. CETYS Universidad [Tesis Maestría].
- OICA. (2023). International Organization of Motor Vehicle Manufacturers. <https://www.oica.net/category/production-statistics/2023-statistics/>
- Prasetyo, Y. & Cagubcob, A. & Persada, S. & Redi, A. (2021). Application of 8D Methodology for Minimizing Test Mixing Event in Semiconductor, *Test Manufacturing*, 360-367.
- Raymundo, E. (2017). Reingeniería de procesos en la fabricación de unidades odontológicas aplicando la metodología de las ocho disciplinas. (tesis para obtener título profesional de ingeniero mecatrónico). Perú: Universidad tecnológica del Perú.
- Vázquez, C. (2022). Dinámica y perspectivas de la industria mexicana de autobuses libres de emisiones. CEPAL. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/5492e6c9-47e9-4aaf-abe3-e52186b5d3b8/content>