



**TECMILENIO**





Certificado  
Normativa automotriz

# Introducción a Core Tools





Te invito a realizar la siguiente actividad de bienestar-mindfulness antes de comenzar a revisar el tema.



De acuerdo con Margarita Tarragona, “la resiliencia es la capacidad de reponerse tras la adversidad, de recuperarse después de vivir experiencias difíciles, dolorosas o traumáticas. Para algunos la resiliencia implica no solo salir adelante después de una situación muy dura, sino incluso crecer o ser mejor a raíz de esta experiencia” (2012). La siguiente práctica te ayudará a fomentar esta importante cualidad:

Evento difícil	Creencias sobre la adversidad	Consecuencias



## Instrucciones

- En la primera columna escribe un evento difícil o desagradable al que te hayas enfrentado en tu vida.
- En la segunda columna menciona cuáles son tus creencias sobre esa adversidad.
- En la tercera columna describe las consecuencias que tiene esa creencia.
- Cuando termines, lee toda la tabla y reflexiona sobre cómo te ha cambiado cada evento, y cómo lo enfrentaste.



Reflexiona sobre cómo te ha cambiado cada evento y cómo lo enfrentaste.  
**¿Cómo enfrentarías cada evento hoy en día?**

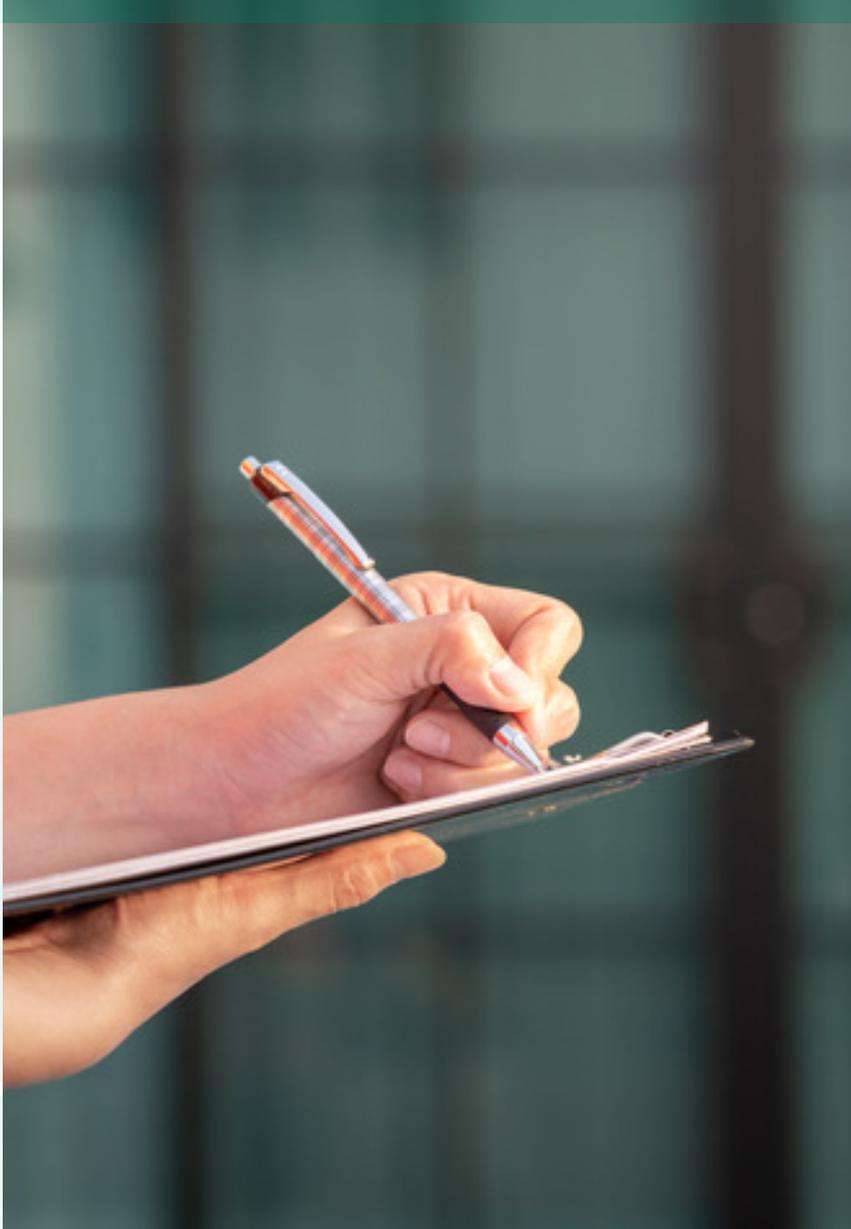
Conocerás las generalidades de cada una de las Core Tools, los detalles a tomar en consideración para su implementación, así como un caso práctico, con el cual reforzarás lo aprendido de cada una de estas herramientas y su interacción en un ambiente industrial, enfocándose en la mejora continua y la estandarización de procesos.



Todo proceso relacionado con normatividad y cumplimiento de estándares tiene que encontrarse avalado por organismos o empresas en los cuales se desarrollen estos fundamentos; específicamente hablando de calidad.

El caso de las Core Tools no es la excepción, dado que se encuentran avalados por la Automotive Industry Action Group (AIAG) y la Verband der deutschen Automobilindustrie e.V (Asociación Alemana de la Industria Automotriz o VDA). Los cuales son organismos dedicados a la industria automotriz, el desarrollo de normas y estándares de calidad, así como su aplicación y requisitos específicos en diversos rubros.



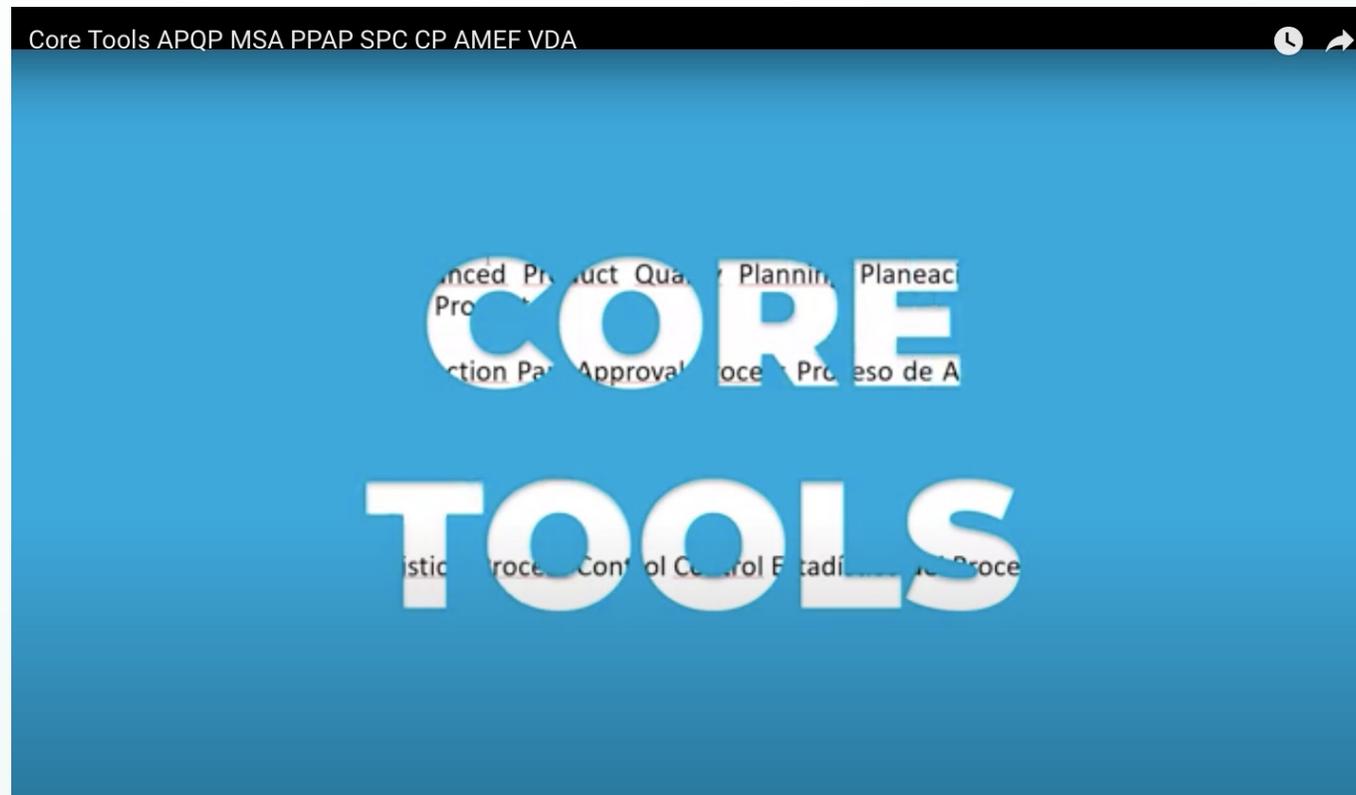


La AIAG, fundada en 1982 por las principales armadoras de Estados Unidos de aquel tiempo (Ford, Chrysler, ahora llamada Stellantis y General Motors), establece estándares y herramientas para la industria, con más de 4,000 empresas miembro. Además, esta organización ofrece capacitaciones y entrenamiento, webinars, acceso a sus manuales y un sinnúmero de herramientas para el aseguramiento de la calidad dentro de la organización.

Por otro lado, la VDA, originaria de Alemania desde 1901, se centra en el desarrollo y monitoreo de estándares de calidad a través de su Quality Management Center (VDA QMC), con normas que abarcan sistemas de gestión de calidad, iluminación, superficies decorativas; así como auditorías de proceso y producto.

Revisa atentamente del minuto **01:00** al **09:00** en el siguiente video:

Solma Soluciones. (2021, 9 de junio). *Core Tools APQP MSA PPAP SPC CP AMEF VDA* [Archivo de video]. Recuperado de <https://youtu.be/--TPYCMgx5Q>



Los siguientes enlaces son externos a la Universidad Tecmilenio, al acceder a ellos considera que debes apegarte a sus términos y condiciones.

Imagina que eres un estudiante de ingeniería recién matriculado en una universidad; se te asigna un proyecto para diseñar y fabricar un automóvil a escala como parte de un equipo multidisciplinario.

**¿Cómo podrías aplicar el Análisis de Modo y Efecto de Falla (FMEA) para garantizar la seguridad y calidad del automóvil que estás desarrollando, desde el diseño hasta la producción?**



## Caso de Estudio

Lee detenidamente el caso de estudio proporcionado, el cual describe una situación en una planta de producción de componentes automotrices.



**Contexto:** imagina que trabajas en una planta de ensamblaje de componentes automotrices que abastece a varios fabricantes de automóviles. Recientemente, has notado que una de las líneas de ensamblaje está experimentando problemas de calidad, lo que ha resultado en un aumento en los costos por mala calidad y rechazos por parte de los clientes. La línea en cuestión se encarga de ensamblar una manguera del sistema de frenado.

El principal desafío es identificar y abordar las causas subyacentes de los problemas de calidad en la línea de ensamblaje. Los rechazos han aumentado significativamente en las últimas semanas, y esto está afectando tanto la satisfacción del cliente como la rentabilidad de la planta.

# Ejercicio de práctica

**Escenario del Problema:** los operadores de la línea de ensamblaje han informado que están enfrentando dificultades para mantener la tolerancia adecuada en las medidas clave del componente, lo que resulta en un mayor número de productos fuera de especificación (debido al diámetro pequeño, no alcanzan a embonar).

Además, se han observado **discrepancias entre las mediciones tomadas en diferentes puntos** del proceso (por ejemplo, las mediciones al ensamblar la manguera al resto del sistema de frenado no es la misma que al salir de dicha línea de ensamble; se nota que el diámetro de la manguera se redujo en la mayoría de los casos).

**Identificación de problemas:** identifica los problemas y desafíos que se presentan en el caso; examina cómo estos problemas están relacionados con las herramientas de Core Tools y cómo podrían haberse prevenido o resuelto utilizando estas herramientas.

**Selección de herramientas:** elige las herramientas de Core Tools que consideres más adecuadas para abordar cada uno de los problemas identificados. Explica por qué seleccionaste cada herramienta y cómo su implementación podría haber ayudado a evitar los problemas o mejorar la situación.



El enfoque a la prevención y los beneficios de implementar las Core Tools dentro de nuestros sistemas son inmensamente variables de empresa en empresa.

Resulta sumamente retador hacer pruebas, generar hipótesis e intentar aplicar planes de mejora continua a la par que se actualiza la documentación. Se desarrollan nuevos productos y se llevan a cabo nuevas pruebas inclusive en componentes o subensambles.

Es ahí donde se encuentra latente la importancia de seguir estos lineamientos y estándares





Certificado  
Normativa automotriz

---

## **Generalidades del AMEF (análisis de modo y efecto de falla)**



De acuerdo con el manual elaborado por AIAG y VDA (2019), el **AMEF** es un método analítico que se lleva a cabo en equipos multidisciplinarios, por lo que es sistemático y cualitativo.

Asimismo, busca evaluar los riesgos potenciales de un proceso o producto, analizar causas y efectos de dichas fallas, documentar tanto las acciones preventivas como de detección y recomendar, a su vez, acciones para reducir riesgos.



La integración del AMEF en una empresa implica esfuerzo y colaboración multidisciplinaria para cumplir con requisitos de certificación.

La herramienta también permite controlar modos de falla y efectos, actualizándose con descubrimientos, mientras que la empresa busca homologar el AMEF para cumplir con requisitos de análisis, mitigación y comunicación de riesgos.

El plan de proyecto sigue el método de las 5T (Intención, Tiempo, Equipo, Tareas, Herramientas), involucrando a un equipo multidisciplinario. La implementación del AMEF se realiza en etapas clave del proyecto y las actividades se guían por siete pasos.



## Análisis de sistema

Se desarrolla el método de las 5T (InTent, Timing, Team, Tasks, Tools). En esta etapa se debe definir el alcance del proyecto.

**1. Planeación y preparación**

**2. Análisis de la estructura**

**3. Análisis de función**

El objetivo de este paso es visualizar e identificar los procesos y subprocesos, así como las interacciones y todo lo relacionado con nuestro diseño o producto.

Conocer los alcances de cada función, desglosarlas y representar a manera de cascada sus requisitos o parámetros.

## Análisis de **modo de falla y mitigación de riesgos**

Se analiza qué modo de falla se puede presentar en dicha característica o función; deben tomarse como referencia los efectos de falla potencial, los modos de falla y las causas de falla, siendo estos claros, entendibles y realistas para los colaboradores y el cliente.

### 4. Análisis de falla

### 5. Análisis de riesgos

### 6. Optimización

Se asignan los controles para la prevención de fallas, así como una calificación a las fallas existentes con base en su severidad, ocurrencia y detección.

En este paso se documentan las acciones correctivas, el responsable y la fecha para la implementación de estas. A través de la realización de este paso (y de las acciones), se recalcula la ocurrencia y detección.

Comunicación de **riesgos**

## 7. Documentación de resultados

Este reporte cumple con la función de comunicar los resultados y las conclusiones del análisis realizado para la mejora e implica una actualización del documento.

## Causa de falla:

Se considera como el fenómeno o condiciones que provocan el modo de falla.

## Modo de falla:

También conocido como la falla que puede presentarse durante el proceso o diseño. A su vez, es lo primero que debe identificarse en el paso 3 del proceso de AMEF.

## Efecto de falla:

Es aquello que percibe el cliente (puede ser un cliente interno o externo) del producto o servicio. Por ejemplo, cuando alguien en el semáforo limpia un parabrisas y el dueño del automóvil nota que quedaron marcas de jabón.

Para el cálculo de la severidad (del efecto de falla), ocurrencia (del modo de falla) y detección (asociada a la causa de falla) se utilizan las tablas obtenidas del manual, considerando estos niveles o puntuaciones estandarizados para conocer el nivel. La evaluación de la severidad de los efectos de falla se realiza en conjunto con el cliente, tomando en cuenta los tres impactos que se perciben en la imagen.

Revisa atentamente del minuto **04:30** al **11:00** en el siguiente video:

JOSE ARTURO HURTADO CASAS. (2020, 7 de diciembre). *AMEF Análisis de Modo y Efecto de Fallas + ejemplo cálculo del NPR explicación fácil de entender* [Archivo de video]. Recuperado de <https://youtu.be/O5P3qpIVF3o>



Los siguientes enlaces son externos a la Universidad Tecmilenio, al acceder a ellos considera que debes apegarte a sus términos y condiciones.

Supongamos que eres el encargado de producción en una fábrica de automóviles. Un día, un lote de automóviles sale de la línea de producción con fallas en el encendido automático de luces; como resultado, algunos clientes han reportado incomodidad respecto a esto, ya que es una de las cualidades que diferencian al vehículo de su competencia y al llegar la noche algunos han sido inclusive multados, pues no se percatan de cuándo prenden las luces y cuándo no.

**Después de explorar, se detecta una falla eléctrica en la conexión, ¿cuál es el modo, efecto y causa de falla?**



# Ejercicio de práctica

Tomando como base el ejemplo dado en la pregunta de reflexión, así como las tablas de **severidad**, **ocurrencia y detección** que se encuentran en el tema 2, determina los valores correspondientes a cada uno de estos factores aplicados en el ejemplo y calcula el AP (Prioridad de acción).



La creación del AMEF es un proceso relativamente sencillo y de corta duración cuando se encuentra bien guiado. El verdadero reto se encuentra en el cumplimiento de lo que este establece y unir los cambios de versiones y mejoras realizadas con el plan de control, las hojas de elemento de trabajo y el flujo estándar del proceso.





Certificado  
Normativa automotriz

# AMEF de procesos (AMEFP)



Una de las herramientas más utilizadas en la industria para el cumplimiento de la normatividad vigente es el **Análisis de Modo y Efecto de Falla de Procesos (AMEFP)**. A este se le atribuye el control de los modos de falla presente en los procesos productivos, así como los efectos que estos tienen en el producto y en el cliente final.



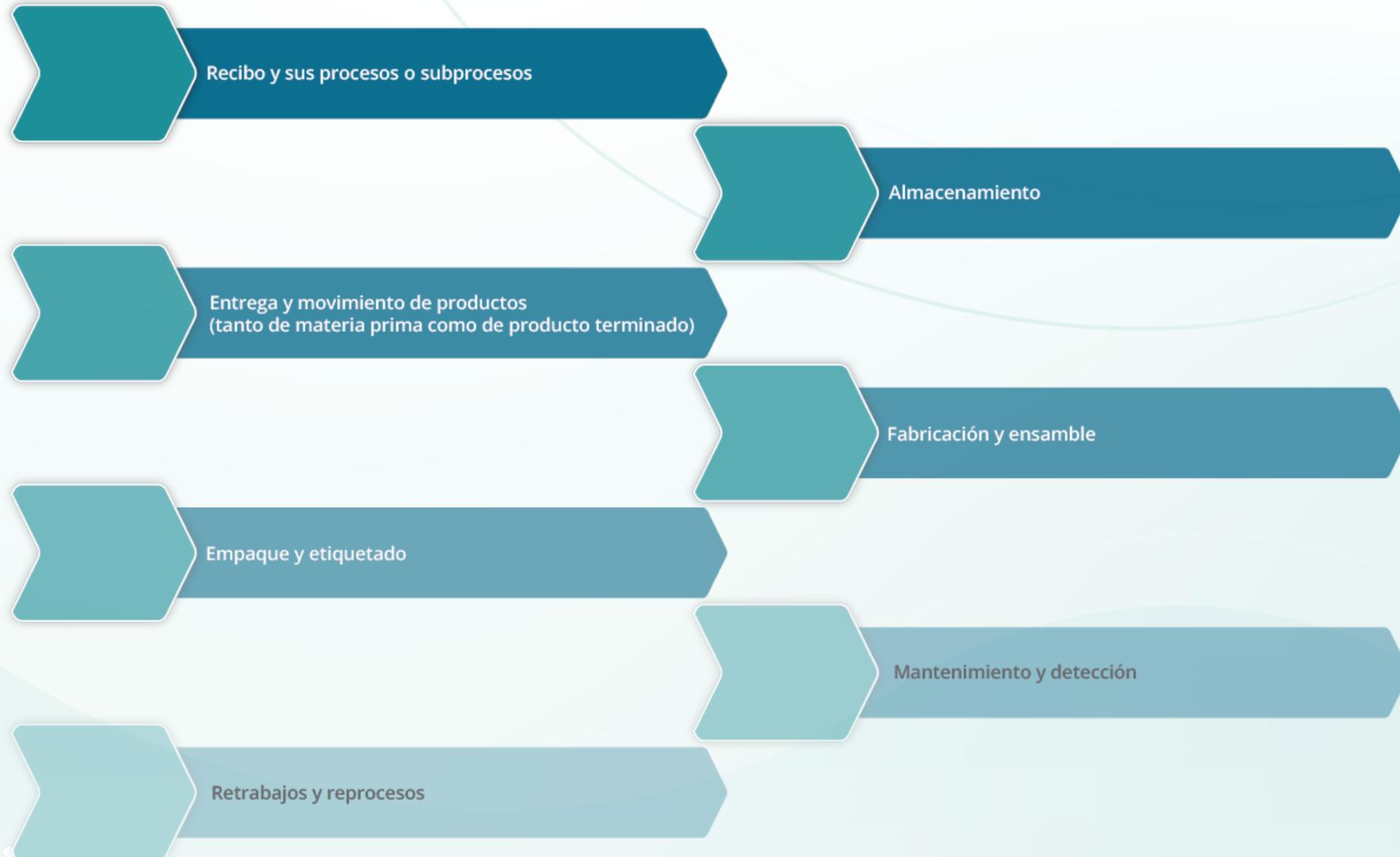
El Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF) es una herramienta crucial para evaluar y prevenir posibles fallas en productos o procesos. A continuación, te explico las diferencias entre el AMEF de Diseño (AMEFD) y el AMEF de Procesos (AMEFP):

AMEF de Diseño (AMEFD):

- **Objetivo:** Identificar posibles modos de falla durante la fase de diseño del producto.
- **Enfoque:** Se centra en analizar las fallas potenciales relacionadas con el diseño del producto.
- **Ámbito:** Aplica a componentes, ensambles y subensambles del producto.
- **Requerimientos del Cliente:** Evalúa si el diseño cumple con los requerimientos del cliente.
- **Objetivo:** Analizar posibles modos de falla en los procesos productivos de la planta.

- **Enfoque:** Se concentra en los procesos de fabricación y ensamblaje.
- **Ámbito:** Incluye todo lo relacionado con los ensambles, subensambles, movimientos y cumplimiento de requerimientos.
- **Prioridad de Acciones:** Establece acciones de prevención y cambios para mejorar las condiciones (reduciendo la ocurrencia y detección de fallas).
- **Restricciones:** No permite el uso de instructivos o ayudas visuales para mejorar la detección de defectos; se requieren cambios en los procesos y la documentación.

En resumen, el **AMEFD** se enfoca en el diseño del producto, mientras que el **AMEFP** se centra en los procesos de fabricación. Ambos son esenciales para garantizar la calidad y confiabilidad en la producción.



A continuación, se ilustra un ejemplo de los 7 pasos aplicado a un AMEF de Procesos:



## Paso 1

### Planificación y preparación

Para definir el proyecto, hay que tener completo entendimiento y claridad de lo que se busca detectar, cumplir, implementar o agregar para cumplir las necesidades del cliente, asimismo, es preciso tener una gran comunicación con este último, de modo que se identifiquen los modos de falla y los procesos que se encuentran dentro del AMEF de cada parte. Incluye el plan de proyecto o método de las 5T (InTent, Timing, Team, Tasks, Tools).

## Paso 2

### Análisis de estructura

ANÁLISIS DE ESTRUCTURA (PASO 2)		
1. Sistema del Elemento del Proceso, Sistema, Subsistema, Elemento de la Parte o Nombre del Proceso	2. Paso del Proceso No. de Estación y Nombre del Elemento de Enfoque	3. Elemento de Trabajo del Proceso Tipo de – 4M
Línea de Ensamble del Motor Eléctrico	[OP 30] Proceso de prensado del Buje Sinterizado	Operador
Línea de Ensamble del Motor Eléctrico	[OP 30] Proceso de prensado del Buje Sinterizado	Prensa

**Figura 3.2-5 Ejemplo del Formulario de Análisis de Estructura**

## Paso 3

### Análisis funcional

ANÁLISIS FUNCIONAL (PASO 3)		
1. Función del Elemento del Proceso, Función del Sistema, Subsistema, Elemento de la Parte o Proceso	2. Función del Paso del Proceso y la Característica del Producto (el valor cuantitativo es opcional)	3. Función del Elemento de Trabajo del Proceso y Característica del Proceso
<p><u>Planta:</u> Ensambla el eje en el ensamble de la carcasa</p> <p><u>Planta de cliente:</u> Ensambla el motor en la puerta del vehículo</p> <p><u>Usuario Final:</u> La ventana sube y baja</p>	<p>Prensa el buje sinterizado para lograr la posición axial en la carcasa a un claro máximo por impresión</p>	<p>La máquina prensa el buje sinterizado en el asiento de la carcasa hasta lograr la posición axial definida</p>

**Figura 3.3-3 Ejemplo del Formulario del Análisis Funcional**

## Paso 4

### Análisis de falla

ANÁLISIS DE FALLA (PASO 4)		
1. Efectos de Falla (FE) en el Elemento del Siguiete Nivel Superior y/o Usuario Final	2. Modo de Falla (FM) del Elemento de Enfoque	3. Causa de la Falla (FC) del Elemento de Trabajo
<p><u>Planta:</u> Espacio demasiado pequeño para ensamblar el eje sin daño potencial</p> <p><u>Planta del Cliente:</u> Ensamble del motor en la puerta del vehículo requiere una fuerza de inserción adicional con daño potencial</p> <p><u>Usuario Final:</u> Tiempo de cierre demasiado largo</p>	No se logra la posición axial del buje sinterizado	La máquina se detiene antes de lograr la posición final

Figura 3.4-3 Ejemplo del Análisis de la Falla en el Formulario

## Paso 5

### Análisis de riesgo

ANÁLISIS DE FALLA (PASO 4)				ANÁLISIS DE RIESGO PFMEA (PASO 5)						
1. Efectos de la Falla (FE) al Elemento del Siguiete Nivel Superior y/o Usuario Final	Severidad (S) de FE	2. Modo de Falla (FM) del Elemento de Enfoque	3. Causa de la Falla (FC) del Elemento de Trabajo	Control Actual de Prevención (PC) de FC	Ocurrencia (O) de FC	Controles Actuales de Detección (DC) de FC o FM	Detección (D) of FC/FM	PFMEA AP	Características Especiales	Código de Filtro (Opcional)
<u>Planta:</u> Holgura demasiado pequeña para ensamblar el eje <u>Planta de Cliente:</u> Ninguno <u>Usuario Final:</u> Tiempo de cierre demasiado largo	8	No se logra la posición axial del buje sinterizado	La máquina se detiene antes de lograr la posición final	Fuerza ajustada de acuerdo a la hoja de datos	5	Verificación del 100% de la curva de desempeño del motor de acuerdo a la especificación MRKJ5038	2	M		

Figura 3.5-3 Ejemplo de PFMEA con hoja de formulario de Análisis de Riesgo

## Paso 6

### Optimización

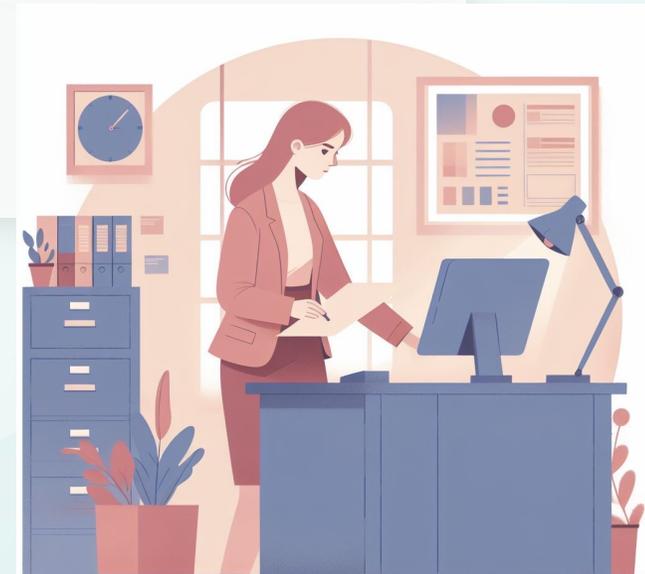
ANÁLISIS DE RIESGO PFMEA (PASO 5)							OPTIMIZACIÓN PFMEA (PASO 6)												
Control Actual de Prevención (PC) de FC	Ocurrencia (O) de FC	Controles Actuales de Detección (DC) de FC o FM	Detección (D) de FC/FM	PFMEA AP	Características Especiales	Código del Filtro (Opcional)	Acción de Prevención	Acción de Detección	Nombre de la Persona Responsable	Fecha Límite de Finalización	Estatus	Acción Tomada con Prueba de Evidencia	Fecha de Término	Severidad (S)	Ocurrencia (O)	Detección (D)	Características Especiales	PFMEA AP	Observaciones
Fuerza ajustada de acuerdo a la hoja de datos	5	Verificación del 100% de la curva de desempeño del motor de acuerdo a la especificación MRKJ5038	2	M			Prensa seleccionada con sensor de control de posición	Prensa seleccionada con seguimiento de fuerza	Ingeniero de Proceso Paul Duncan	dd.mm.aaaa	abierta			8	3			L	

**Figura 3.6-1 Ejemplo de Optimización de PFMEA con nueva Hoja de Formulario de Evaluación de riesgos**

## Paso 7

### Documentación de resultados

En esta parte se entrega un informe de resultados de las mejoras ejecutadas al proceso. Este debe contener, de manera integral, los resultados del análisis, las acciones y los resultados finales. Es un resumen cuya intención es informar al equipo interesado en el desarrollo del AMEF y reunir las lecciones aprendidas.



Revisa atentamente el siguiente video:

Hablando conDatos. (2021, 15 de enero). *Uso de la Tabla AP en el AMEF de Proceso AIAG-VDA*. [Archivo de video]. Recuperado de <https://youtu.be/WvsUINrF3d0>



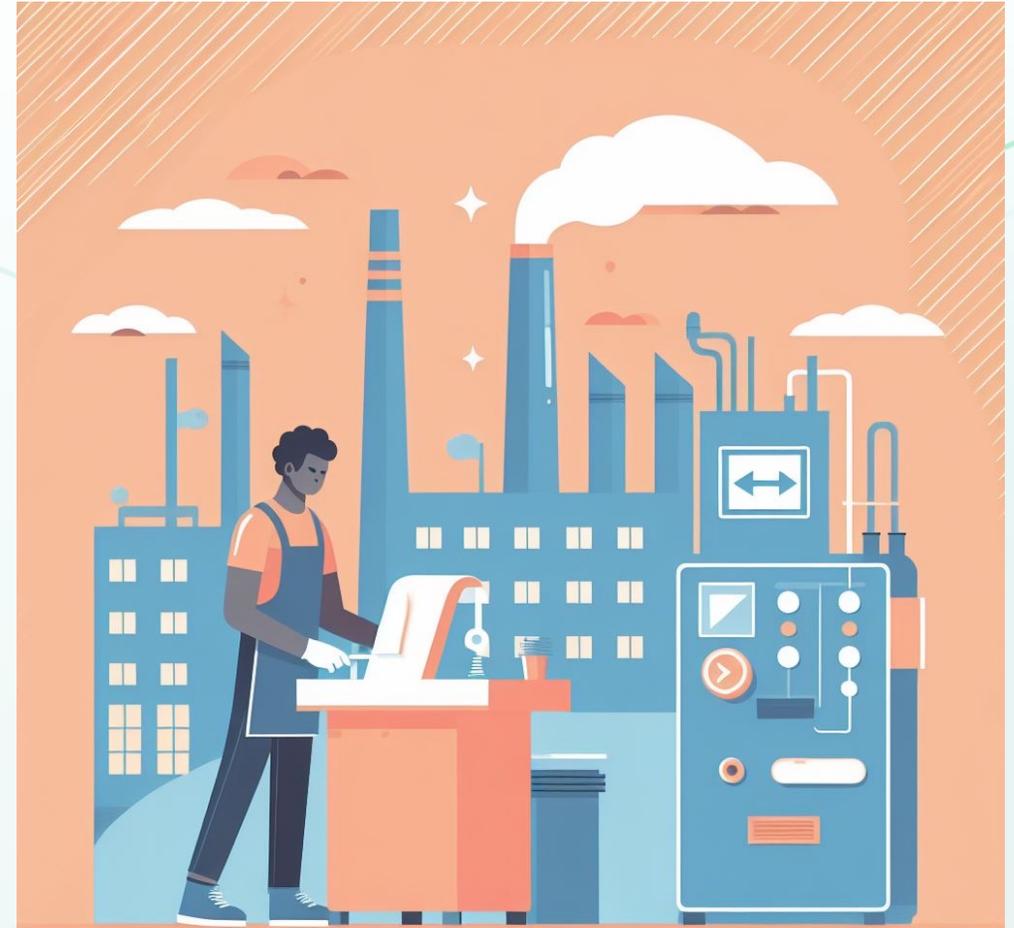
Los siguientes enlaces son externos a la Universidad Tecmilenio, al acceder a ellos considera que debes apegarte a sus términos y condiciones.

# Pregunta de reflexión

Eres el encargado de la gestión del proyecto (línea de producción) donde se fabricará un componente mecánico del nuevo modelo de una gran ensambladora japonesa.

Según lo anterior, **¿cómo crees que el enfoque del equipo multidisciplinario en el desarrollo del AMEF de proceso puede impactar positivamente en la identificación y mitigación de riesgos?**

**¿Cuál consideras que sería el mayor desafío al implementar un AMEF de proceso en una empresa con procesos complejos y variados?**  
**¿Qué importancia le darías al AMEF de proceso al enfrentar quejas de clientes relacionadas con la calidad de productos?**



# Ejercicio de práctica

Desarrolla los pasos del 2 al 5, aplicados al siguiente ejemplo:

- **Paso 1. Selección del proceso**

Elige el proceso de compra en línea para analizar; divídelo en pasos clave: búsqueda de productos, selección, agregado al carrito, pago y confirmación de la compra.

- **Paso 2. Identificación de Modos de Falla**

Para cada paso, identifica rápidamente los posibles modos de falla. Ejemplos: "página de búsqueda que no carga", "producto agotado después de agregarlo al carrito", "error al procesar el pago", etc. y posteriormente complétalo con sus causas y efectos

- **Paso 3. Uso de tablas**

Utiliza las tablas de severidad, detección y ocurrencia del nuevo AMEF AIAG & VDA para asignar valores a cada modo, causa y efecto de falla.



# Ejercicio de práctica

- **Paso 4. Define la prioridad de acción**

Revisa los valores de severidad, detección y ocurrencia para obtener la Acción prioritaria (AP) para cada modo de falla (para este paso es imprescindible hagas uso de las tablas de severidad, ocurrencia, detección, además de la tabla de prioridad de acción).

- **Paso 5. Priorización rápida**

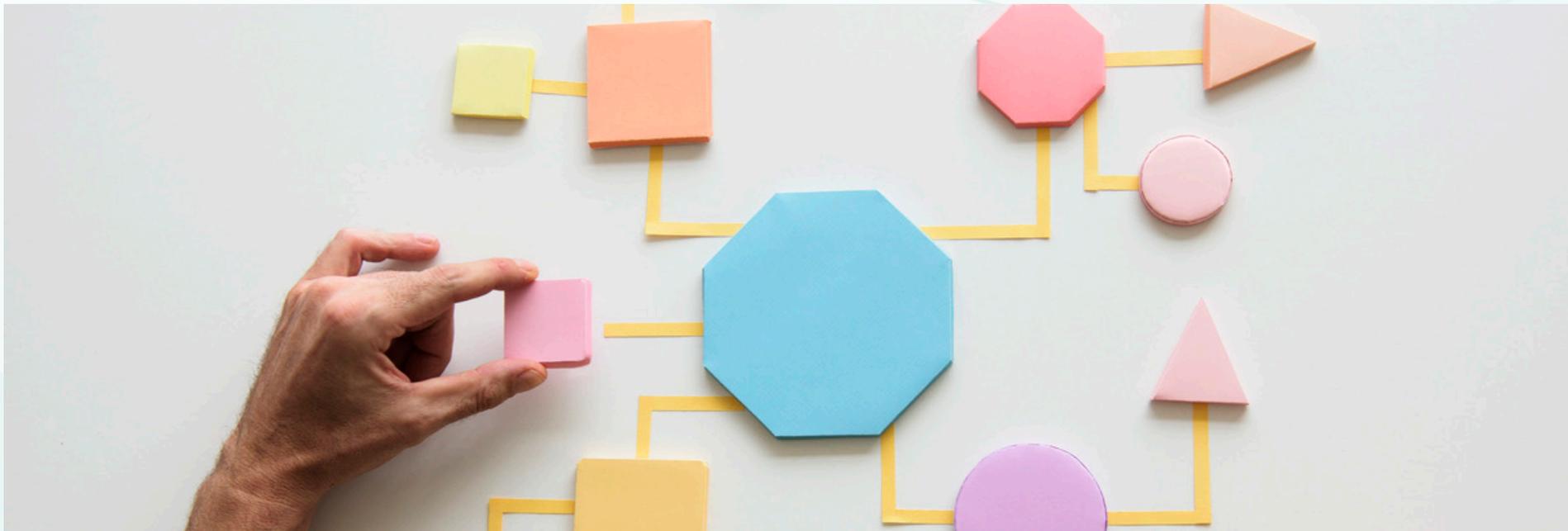
Basándote en el valor del AP, ordena los modos de falla con base en su importancia (ordenando estos del más alto AP hasta el más bajo).



El AMEF de Procesos es una parte fundamental en todo el desarrollo del sistema de producción en la industria automotriz.

Se compone de toda la información necesaria para prevenir modos de falla y sus efectos en el cliente.

Tienen su enfoque en las actividades de mejora que deben realizarse y en cómo esto nos ayuda a tener procesos cada vez más controlados y con mejores métodos de inspección.





**TECMILENIO**



1.

Selecciona el proceso y producto con el que te encuentres mayormente familiarizado dentro de tu lugar de trabajo; en este primer paso se pide documentar de uno a tres párrafos con la experiencia que tengas con este proceso, si ya conoces el AMEF actual de ese proceso, el tiempo trabajando dichas operaciones, rol que desempeñas, entre otras cosas. Compila la información necesaria para actualizar tu AMEF, pasando de la cuarta versión de AMEF AIAG, a la versión 2019 del manual, la cual fue creada en conjunto entre VDA e IATF. En este punto es necesario que te asegures de contar con el diagrama de proceso, así como el AMEF actual basado en el manual IATF (Anexar captura de pantalla de ambas cosas)

\*Si se va a crear AMEF de ese proceso ya que no existe uno actual, solamente anexar el diagrama de proceso.

\*Si no tienes acceso en este momento a un AMEF real, podrías crear alguno de un proceso cotidiano.

2.

Basado en el tema 3, comienza a desarrollar el AMEF de procesos versión AIAG & VDA. Este paso hace referencia a la estructuración integral del AMEF de procesos como lo estudiamos a lo largo de los primeros temas, considerando la estructura básica y esperando tener un cálculo acertado del Action Priority (AP), así como de la severidad, ocurrencia y detección.

Para ello, anexa el nuevo AMEF de tu autoría (capturas de pantalla del documento completo), así como el antiguo (capturas de pantalla del documento completo), además de un anexo donde coloques las tablas utilizadas para calcular severidad, ocurrencia y detección, con una leve sustentación (no más de un párrafo por cada tabla), para argumentar la elección de dicha tabla.

Realiza tus conclusiones del ejercicio, dando respuesta a los siguientes cuestionamientos.

**¿Habías trabajado con el AMEF anteriormente?**

**¿Qué aprendiste al realizar esta actividad?**

**¿Cuál es la principal diferencia que observas entre ambas versiones de AMEF?**

**¿Cuál versión te parece mejor? ¿Por qué?**

AIAG y VDA. (2019). *Failure Mode and Effects Analysis FMEA Handbook*. Estados Unidos: Automotive Industry Action Group.  
ISBN eBook: 9781605343679

*Tecmilenio no guarda relación alguna con las marcas mencionadas como ejemplo. Las marcas son propiedad de sus titulares conforme a la legislación aplicable, estas se utilizan con fines académicos y didácticos, por lo que no existen fines de lucro, relación publicitaria o de patrocinio.*

*Todos los derechos reservados @ Universidad Tecmilenio*

*La obra presentada es propiedad de ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN SUPERIOR A.C. (UNIVERSIDAD TECMILENIO), protegida por la Ley Federal de Derecho de Autor; la alteración o deformación de una obra, así como su reproducción, exhibición o ejecución pública sin el consentimiento de su autor y titular de los derechos correspondientes es constitutivo de un delito tipificado en la Ley Federal de Derechos de Autor, así como en las Leyes Internacionales de Derecho de Autor. El uso de imágenes, fragmentos de videos, fragmentos de eventos culturales, programas y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, es exclusivamente para fines educativos e informativos, y cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por UNIVERSIDAD TECMILENIO. Queda prohibido copiar, reproducir, distribuir, publicar, transmitir, difundir, o en cualquier modo explotar cualquier parte de esta obra sin la autorización previa por escrito de UNIVERSIDAD TECMILENIO. Sin embargo, usted podrá bajar material a su computadora personal para uso exclusivamente personal o educacional y no comercial limitado a una copia por página. No se podrá remover o alterar de la copia ninguna leyenda de Derechos de Autor o la que manifieste la autoría del material.*