

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA EN EL ÁREA DE EMBARQUES

FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS IN THE SHIPPING AREA

Maturano-Maturano, Benito Armando, Serrano-González, Sergio, Vázquez-Estefes, Elizabeth, Briseño-Estrella, Vanessa Monserrat, Domínguez-López José Concepción

Tecnológico Nacional de México/ITS del Occidente del Estado de Hidalgo (División de Ingeniería Industrial), Paseo del Agrarismo 2000, Carr. Mixquiahuala - Tula km 2.5, Mixquiahuala de Juárez, C.P. 42700, Hidalgo, México. bmaturano@itsoh.edu.mx

RESUMEN. La implementación de la metodología de análisis de modo y efecto de falla (AMEF) ejecutada en el área de embarques de la empresa Construcciones Industriales Tapia S.A. DE C.V. tiene como objetivo mejorar el desempeño laboral de los trabajadores aumentando la productividad dentro del área de embarques permitiendo conocer el ambiente laboral y puntos críticos los cuales eran la causa raíz de los errores así como deficiencias en el proceso de embarque en levantamiento, cargamento de las piezas, envío y entrega al cliente, teniendo principalmente como consecuencia pérdidas económicas e inconformidades de los clientes, por ello, al evaluar y analizar cada una de las actividades desarrolladas en esta área así como la óptima implementación del AMEF, se obtuvo como resultado minimizar un 40% los errores que existían dentro del levantamiento así como en el cargamento de las piezas, los resultados obtenidos fueron satisfactorios e importantes en el que para tener éxito en el área de trabajo se recomienda que se practique el trabajo en equipo, teniendo más comunicación e interacción entre supervisores y trabajadores, eliminando cualquier tipo de barrera o miedo que impida una empatía eficiente logrando así que los trabajadores estén siempre abiertos a nuevas propuestas que ayuden a la organización para alcanzar un mayor nivel de competitividad y eficiencia.

Palabras clave: AMEF, Productividad, Eficiencia.

ABSTRACT. The implementation of the Failure Mode and Effect Analysis Methodology (FMEA) executed in the shipping area of the company Construcciones Industriales Tapia S.A. DE C.V. Its objective is to improve the labor performance of workers by increasing productivity within the shipping area, allowing to know the work environment and critical points which were the root cause of errors that are deficiencies in the shipping process in lifting, loading of parts, shipping and delivery to the customer, mainly resulting in economic losses and customer dissatisfaction, therefore, to evaluate and analyze each of the activities carried out in this area as well as the optimal implementation of the FMEA, The results obtained were satisfactory and important in that in order to be successful in the work area it is recommended to practice teamwork, having more communication and interaction between supervisors and workers, eliminating any kind of barrier or fear that prevents an efficient empathy, thus achieving that workers are always open to new proposals that help the organization to achieve a higher level of competitiveness and efficiency.

Key words: AMEF, Productivity, Efficiency.

INTRODUCCIÓN

El análisis de modo y efecto de fallas potenciales (AMEF) fue desarrollado en el ejército de Estados Unidos por los ingenieros de la National Agency of Space and Aeronautical (NASA); se conocía como el procedimiento militar IVIL-P-1629, titulado "Procedimiento para la Ejecución de un Modo de Falla, Efectos y Análisis de Criticabilidad", y fue elaborado el 9 de noviembre de 1949.¹ Es importante mencionar que era empleado como una técnica para principalmente evaluar la confiabilidad.

El análisis del modo y efecto de Fallas se empleaba para evaluar la confiabilidad y para determinar los efectos de las fallas de los equipos y sistemas en el éxito de una misión y en la seguridad del personal o

de los equipos. Se empezó a utilizar en la industria aeroespacial a mediados de la década de 1960 con el Programa Apollo.¹

El análisis de modo y efecto de fallas potenciales (AMEF), es considerado como un proceso sistemático que tiene como principal objetivo el identificar fallas potenciales del diseño de un producto, así como de un proceso antes de que estas ocurran, minimizando el riesgo asociado a las mismas.

La metodología AMEF será implementada en la empresa "Construcciones Industriales Tapia S.A. de C.V." específicamente en el área de embarques, la cual carece de prevenir los altos riesgos que surgen

en el proceso de embarque, en cuanto a sus hábitos de cultura organizacional dan como resultado pérdidas económicas para la empresa por esto se tiene como objetivo mejorar el desempeño laboral y con ello aumentar la productividad del trabajador enviando los embarques en forma, tiempo y sin cometer errores, se identifican y evitan las posibles fallas en el área de embarques, desarrollando un mapa de proceso el cual describe el área de embarques así como la secuencia necesaria para ingresar la información en el formato del AMEF.

Al generar una óptima implementación de la metodología de análisis de modo y efecto de fallas se logra desarrollar como resultado un ambiente de trabajo agradable y eficiente, logrando así los estándares de calidad de los servicios requeridos por el cliente.

METODOLOGÍA

El AMEF es un proceso que se utiliza para determinar qué se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional actual. ²

Desarrollar el mapa de proceso

Véase el mapa de proceso que describe el área de embarques y la secuencia para ingresar la información en el formato del AMEF.

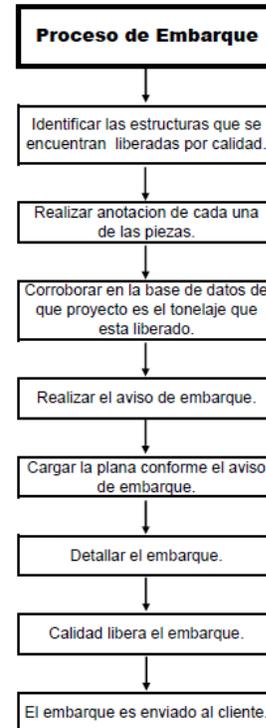


Figura 1. Mapa de proceso de embarque
Fuente. Elaboración propia

Equipo de trabajo

Véase la tabla 1 donde se muestra el personal de embarques, así como el rol del equipo al que pertenece.

Tabla 1. Personal del área de embarques

| Número de trabajador | Categoría | Roles de los miembros del equipo de trabajo | Equipos |
|----------------------|-------------------|---|---------|
| 1 | Jefe de Embarques | Líder | |
| 2 | Asistente | Coordina las reuniones | |
| 3 | Supervisor | Líder | |
| 4 | Auxiliar | Dirige el uso de la metodología | |
| 5 | Maniobrista | Representante | 1 |
| 6 | Maniobrista | Representante | 2 |
| 7 | Maniobrista | Representante | 3 |
| 8 | Maniobrista | Representante | 4 |
| 9 | Ayudante | Integrante | 1 |
| 10 | Ayudante | Integrante | 1 |
| 11 | Ayudante | Integrante | 2 |
| 12 | Ayudante | Integrante | 2 |
| 13 | Ayudante | Integrante | 3 |
| 14 | Ayudante | Integrante | 3 |
| 15 | Ayudante | Integrante | 4 |
| 16 | Ayudante | Integrante | 4 |

Fuente. Elaboración propia

Los integrantes del equipo deben estar involucrados dentro del proceso de embarque y deberán tener

habilidades, así como un desempeño satisfactorio de su trabajo.

Determinar los pasos críticos del proceso.

Mediante lluvia de ideas y con la experiencia de los trabajadores que conocen el proceso de embarque se determinan riesgos de cometer fallas. Véase la figura 2 en la que se muestra la función que tiene cada proceso como lo es: la falla potencial, el efecto potencial de falla, las causas potenciales.

Figura 2. Falla del potencial, efecto potencial de falla y causas potenciales.

| No. Parte | | 1231-C | | Fecha ultima revisión | | 02-dic-16 | |
|--------------------------------------|---|--|----------------------------------|-----------------------|--|--|---|
| Artículo | | Estructuras | | | | | |
| Compañía | | Construcciones Industriales Tapia S.A. de C.v. | | División | | Hardware | |
| Proyecto | | | | Preparado por | | Luis Socconini | |
| Proceso | | Fabricación de estructuras | | | | | |
| AMEF | | | | | | | |
| ANÁLISIS DE MODO Y EFECTOS DE FALLAS | | | | | | | |
| No. | Función del proceso | Falla Potencial | Efecto Potencial de Falla | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | | | | SEV | Causas Potenciales Mecanismos de falla | Control Actual del Proceso | |
| 1 | Estructuras liberadas por el área de calidad. | Liberar piezas equivocadas. | Enviar una pieza en mal estado | 5 | Mala comunicación entre los trabajadores | Inspección final por calidad | |
| 2 | Anotación de la marca de golpe de la pieza. | Mal anotación de la marca de golpe. | No cuadra con la base de datos | 1 | No se alcanza a distinguir bien la marca de golpe. | Experiencia del ayudante | |
| 3 | Corroboración con la base de datos | La marca no se encuentra en la base de datos. | | 1 | | | |
| 4 | Realizar el aviso de embarque | | | | | | |
| 5 | Cargar la plana conforme al aviso de embarque | No encontrar una pieza | Enviar una pieza por otra | 5 | No dar aviso que se cargo una estructura por otra. | Ambiente del trabajador. | |
| 6 | Detallar el embarque | No retocar bien las piezas. | Enviar piezas sin retocar. | 6 | Cliente insatisfecho. | Inspeccion de retoque. | |
| 7 | Calidad libera el embarque | Por falta de tiempo libera rapido. | Enviar el embarque en mal estado | 5 | Cliente insatisfecho. | Calidad libre en tiempo y forma. | |
| 8 | Envío al cliente | Trafico en el transcurso del camino | Retraso en entrega al cliente | 3 | El cliente esta insatisfecho. | El transportista salga con tiempo de tolerancia por trafico. | |

Fuente. Elaboración propia

Determinar las fallas potenciales en el proceso de embarque, definir los efectos de las fallas y evaluar su gravedad

Se identificó por cada una de las etapas del proceso de embarques las fallas que pudieran ocurrir con anterioridad, así como la descripción de los efectos que estas tendrían en términos de seguridad.

Véase la figura 3 en la que se describen las fallas potenciales, los efectos de las fallas potenciales.

Para el grado de severidad se hace uso de la siguiente tabla tomando valores como el efecto de la falla en el cliente, con una escala del 1 al 10, en la que el valor menor indica una consecuencia sin efecto, pero, el valor mayor indica una consecuencia grave.

Figura 3. Falla de severidad.

| No. Parte | | 1231-C | | Fecha ultima revisión | | 02-dic-16 | |
|--------------------------------------|---|--|----------------------------------|-----------------------|--|--|---|
| Artículo | | Estructuras | | | | | |
| Compañía | | Construcciones Industriales Tapia S.A. de C.v. | | División | | Hardware | |
| Proyecto | | | | Preparado por | | Luis Socconini | |
| Proceso | | Fabricación de estructuras | | | | | |
| AMEF | | | | | | | |
| ANÁLISIS DE MODO Y EFECTOS DE FALLAS | | | | | | | |
| No. | Función del proceso | Falla Potencial | Efecto Potencial de Falla | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | | | | SEV | Causas Potenciales Mecanismos de falla | Control Actual del Proceso | |
| 1 | Estructuras liberadas por el área de calidad. | Liberar piezas equivocadas. | Enviar una pieza en mal estado | 5 | Mala comunicación entre los trabajadores | Inspección final por calidad | |
| 2 | Anotación de la marca de golpe de la pieza. | Mal anotación de la marca de golpe. | No cuadra con la base de datos | 1 | No se alcanza a distinguir bien la marca de golpe. | Experiencia del ayudante | |
| 3 | Corroboración con la base de datos | La marca no se encuentra en la base de datos. | | 1 | | | |
| 4 | Realizar el aviso de embarque | | | | | | |
| 5 | Cargar la plana conforme al aviso de embarque | No encontrar una pieza | Enviar una pieza por otra | 5 | No dar aviso que se cargo una estructura por otra. | Ambiente del trabajador. | |
| 6 | Detallar el embarque | No retocar bien las piezas. | Enviar piezas sin retocar. | 6 | Cliente insatisfecho. | Inspeccion de retoque. | |
| 7 | Calidad libera el embarque | Por falta de tiempo libera rapido. | Enviar el embarque en mal estado | 5 | Cliente insatisfecho. | Calidad libre en tiempo y forma. | |
| 8 | Envío al cliente | Trafico en el transcurso del camino | Retraso en entrega al cliente | 3 | El cliente esta insatisfecho. | El transportista salga con tiempo de tolerancia por trafico. | |

Fuente. Elaboración propia

Tabla 2. Valor de severidad sobre el efecto de falla

| Nivel | Severidad sobre el efecto de la falla |
|-------|---|
| 1 | NO: Sin ningún efecto. |
| 2 | MUY POCO: Paro mínimo de la operación, retrabajos leves, los clientes no notarían la falla. |
| 3 | POCO: Paro menor de la operación. Retrabajos menores, el cliente casi no notaría la falla. |
| 4 | MENOR: Paro menor de la operación. El cliente tendría una ligera incomodidad por la falla |
| 5 | MODERADO: Paro menor de la operación. Se nota algún tipo de insatisfacción del cliente |
| 6 | SIGNIFICATIVO: Paro menor de la operación. El cliente tendría algunas molestias, ya que el producto tendría cierto deterioro |
| 7 | MAYOR: Paro considerable en la operación, Cliente estaría insatisfecho, cierta cantidad del producto tiene que ser aislado, se pone en riesgo la relación comercial, El producto sería inoperable si lo recibiera el cliente. |
| 8 | EXTREMO: Paro mayor a las operaciones, el cliente está muy molesto al ocurrir la falla, alto riesgo de perder al cliente. |
| 9 | SERIO: Riesgo alto para operadores, la operación no es segura, el cliente nunca regresaría, se podrían violar normas gubernamentales. |
| 10 | PELIGRO: Riesgo inminente a operadores, total incumplimiento a leyes, posibilidad de clausurar el negocio. El cliente nunca regresaría. |

Fuente. Elaboración propia

Indicar las causas de cada falla y evaluar su ocurrencia

Véase la figura 4 que describe la función del proceso de embarque y las posibles fallas en cada proceso dentro del formato AMEF se indican las causas de cada falla, para su posterior evaluación sobre la ocurrencia de la falla como resultado de la causa específica.

Figura 4. Falla de ocurrencia.

| | | | |
|-----------|--|-----------------------|----------------|
| No. Parte | 1231-C | Fecha ultima revisión | 02-dic-16 |
| Artículo | Estructuras | | |
| Compañía | Construcciones Industriales Tapia S.A. de C.v. | División | Hardware |
| Proyecto | | Preparado por | Luis Socconini |
| Proceso | Fabricación de estructuras | | |

| AMEF ANÁLISIS DE MODO Y EFECTOS DE FALLAS | | | | | |
|---|---|----------------------------------|------|--|----------------------------|
| Función del proceso | Falla Potencial | Efecto Potencial de Falla | 1 | | Control Actual del Proceso |
| | | | ASIS | OC | |
| Estructuras liberadas por el área de calidad. | Liberar piezas equivocadas. | Enviar una pieza en mal estado | 5 | Mala comunicación entre los trabajadores | 3 |
| Anotación de la marca de golpe de la pieza. | Mal anotación de la marca de golpe. | No cuadra con la base de datos | 1 | No se alcanza a distinguir bien la marca de golpe. | 2 |
| Corroboración con la base de datos | La marca no se encuentra en la base de datos. | | 1 | | 1 |
| Realizar el aviso de embarque | | | | | |
| Cargar la plana conforme al aviso de embarque | No encontrar una pieza | Enviar una pieza por otra | 5 | No dar aviso que se cargo una estructura por otra. | 3 |
| Detallar el embarque | No retocar bien las piezas. | Enviar piezas sin retocar. | 6 | Cliente insatisfecho. | 1 |
| Calidad libera el embarque | Por falta de tiempo libera rápido. | Enviar el embarque en mal estado | 5 | Cliente insatisfecho. | 3 |
| Envío al cliente | Tráfico en el transcurso del camino | Retraso en entrega al cliente | 3 | El cliente esta insatisfecho. | 1 |

Fuente. Elaboración propia

La ocurrencia es un valor numérico de la frecuencia con que puede ocurrir la falla, como resultado de la causa específica. Cada causa tiene un valor de ocurrencia de 1 al 10.

Al buscar las causas de las fallas, se debe de ir a la raíz de los problemas. Para evaluar la ocurrencia, se utiliza la siguiente tabla.

Tabla 3. Valor de ocurrencia.

| Califi | Ocurrencia (ppm's) |
|--------|-----------------------|
| 1 | $x < 1$ ppm |
| 2 | $1 < x < 250$ |
| 3 | |
| 4 | $250 < x < 12,500$ |
| 5 | |
| 6 | |
| 7 | $12,500 < x < 50,000$ |
| 8 | |
| 9 | $50,000 < x$ |
| 10 | |

Fuente. Socconini (2019)

Tabla 4. Probabilidad de ocurrencia.

| Cuantitativa | Calificación | | Cpk |
|--------------|--------------------------------|-------------------------------------|--------|
| | Probabilidad | índice de fallas (tanto por piezas) | |
| 1 | Remota: falla improbable. | < 0,01 por 1000 piezas | > 1,67 |
| 2 | Baja: Pocas fallas. | 0,1 por 1000 piezas | > 1,30 |
| 3 | | 0,5 por 1000 piezas | > 1,20 |
| 4 | Moderada: Fallas ocasionales. | 1 por 1000 piezas | > 1,10 |
| 5 | | 2 por 1000 piezas | > 1,00 |
| 6 | | 5 por 1000 piezas | > 0,94 |
| 7 | Alta: Fallas frecuentes. | 10 por 1000 piezas | > 0,86 |
| 8 | | 20 por 1000 piezas | > 0,78 |
| 9 | Muy alta: Fallas persistentes. | 50 por 1000 piezas | > 0,55 |
| 10 | | > 100 por 1000 piezas | < 0,55 |

Fuente. Socconini (2019)

Indicar los controles para detectar fallas y evaluarlas

Véase la figura 5 que describe el “Control Actual del Proceso” tomando en cuenta el tipo de control que utiliza para detectar la falla. Se califica la detectabilidad de acuerdo con el actual control del proceso.

Figura 5. Control actual del proceso.

| | | | |
|-----------|--|-----------------------|----------------|
| No. Parte | 1231-C | Fecha ultima revisión | 02-dic-16 |
| Artículo | Estructuras | | |
| Compañía | Construcciones Industriales Tapia S.A. de C.v. | División | Hardware |
| Proyecto | | Preparado por | Luis Socconini |
| Proceso | Fabricación de estructuras | | |

| AMEF ANÁLISIS DE MODO Y EFECTOS DE FALLAS | | | | | |
|---|---|----------------------------------|------|--|----------------------------|
| Función del proceso | Falla Potencial | Efecto Potencial de Falla | 1 | | Control Actual del Proceso |
| | | | ASIS | OC | |
| Estructuras liberadas por el área de calidad. | Liberar piezas equivocadas. | Enviar una pieza en mal estado | 5 | Mala comunicación entre los trabajadores | 3 |
| Anotación de la marca de golpe de la pieza. | Mal anotación de la marca de golpe. | No cuadra con la base de datos | 1 | No se alcanza a distinguir bien la marca de golpe. | 2 |
| Corroboración con la base de datos | La marca no se encuentra en la base de datos. | | 1 | | 1 |
| Realizar el aviso de embarque | | | | | |
| Cargar la plana conforme al aviso de embarque | No encontrar una pieza | Enviar una pieza por otra | 5 | No dar aviso que se cargo una estructura por otra. | 3 |
| Detallar el embarque | No retocar bien las piezas. | Enviar piezas sin retocar. | 6 | Cliente insatisfecho. | 1 |
| Calidad libera el embarque | Por falta de tiempo libera rápido. | Enviar el embarque en mal estado | 5 | Cliente insatisfecho. | 3 |
| Envío al cliente | Tráfico en el transcurso del camino | Retraso en entrega al cliente | 3 | El cliente esta insatisfecho. | 1 |

Fuente. Elaboración propia

La detección es un valor numérico que indica la posibilidad de detectar la falla. Este factor se calificó con una escala del 1 al 10, de acuerdo con la siguiente tabla que se muestra a continuación.

área de embarques, lo cual permitió obtener una mejora continua, aumentar la productividad y la reducción de las no conformidades por parte de los clientes de la empresa.

Se adquirió un control visual del procedimiento de embarque, con una respectiva identificación de cada función del proceso, identificando la falla potencial. Los responsables de embarques deben seleccionar, formar y capacitar a la fuerza laboral de forma adecuada para que se logre una eficiente productividad en cada uno de los trabajadores, de esta manera el área de embarques contará con empleados motivados que impulsarán sus acciones de trabajo. Al evaluar el seguimiento del procedimiento de embarque se obtiene el hábito de mantener constantes las supervisiones en el área de trabajo, involucramiento, entendimiento y compromiso de cada trabajador, se obtienen beneficios tales como el mantener en buen estado el área de trabajo de embarques.

AGRADECIMIENTOS Y/O RECONOCIMIENTOS

El agradecimiento a la empresa Construcciones Industriales Tapia S.A. DE C.V. por el apoyo, confianza y facilitación de los medios suficientes para la implementación de la metodología de este proyecto.

REFERENCIAS

1. Socconini, L. (2019). Lean manufacturing. Paso a paso. Marge books. https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=rjyeDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=lean+manufacturing+paso+a+paso+socconini&ots=DIEUqUxodM&sig=iaT_SHw6w2beyZQkoC1x4pEXiXU
2. Bauset, S., González, P., Martínez, V. M., & Martínez, B. T. (2002). El mantenimiento de las flotas de transporte. *Técnicas Industriales*, 42-47. https://www.academia.edu/download/53238260/GESTION_DEL_MANTENIMIENTO.pdf
3. Cartín-Rojas, A., Villarreal-Tello, A., & Morera, A. (2014). Implementación del análisis de riesgo en la industria alimentaria mediante la metodología AMEF: enfoque práctico y conceptual. *Revista de medicina veterinaria*, (27), 133-148. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&id=S0122-93542014000100012