

PROPOSAL OF A MODEL OF COST BENEFIT RISKS IN DECISION MAKING THE REPLACEMENT OF ASSETS

Amendola, Luis ¹; Depool Malave, Tibaïre Angelica ⁵; Sánchez, Armando ³; Oilivero, Hector ⁴; Borrell, Laura ⁵

¹ PMM UPV, ² PMM Business School, ³ PMM INSTITUTE FOR LEARNING, ⁴ PMM Business School UPV, ⁵ PMM BUSINESS SCHOOL

The dynamic global economic environment has prompted industry organizations to seek ways to generate value through its assets. Therefore, investing great efforts and resources to identify, evaluate, propose and implement methodologies and tools to enable them to respond to the complex problems and effective decisions, involving a high impact in different areas of the organization such as: safety, environment, operations, maintenance, engineering, among others. Therefore, development of a methodology focused on optimizing asset management intends, considering an optimal balance cost - risk - benefit, to define the criteria for justifying the appropriate decision-making among the different existing alternatives, strategies for the replacement of assets during their life cycle. In this sense it is used as a reference to ISO 55001 standard, which raises a number of requirements necessary to contribute to sustainability, profitability and resilience of the organization

Keywords: Risk; Cost; Benefits; Asset Management; Optimization; Life Cycle

PROPUESTA DE UN MODELO DE COSTES RIESGOS BENEFICIOS PARA LA TOMA DE DECISIÓN EN EL REEMPLAZO DE ACTIVOS

El dinámico contexto económico global ha impulsado a las organizaciones industriales a buscar formas para generar valor a través de sus activos. Por ello, invierten grandes esfuerzos y recursos destinados a identificar, evaluar, plantear e implementar metodologías y herramientas, que les permita dar respuesta a los problemas complejos y a la toma efectivas decisiones, que involucren un alto impacto en las diferentes áreas de la organización tales como: seguridad, ambiente, operaciones, mantenimiento, ingeniería, entre otras. Por tal motivo, se propone el desarrollo de una metodología enfocada en la optimización de la gestión de los activos, considerando un equilibrio óptimo costes - riesgos – beneficios, para definir los criterios que permitan justificar la adecuada toma de decisiones entre las diferentes alternativas existente, como estrategias para el reemplazo de los activos durante su ciclo de vida. En este sentido se utilizará como referencia la norma ISO 55001, la cual plantea una serie de requisitos necesario para contribuir con la sostenibilidad, rentabilidad y resiliencia de la organización.

Palabras clave: Riesgo; Coste; Beneficios; Gestión de Activo; Optimización; Ciclo de Vida

1. Introducción

La Gestión de Activos Basado en Riesgo, como estrategia mantenimiento inclina sus esfuerzos en identificar, estimar y cuantificar las causas, efectos y probabilidades de los eventos adversos que puedan ocurrir con el fin gestionar dichos riesgos a un nivel aceptable, buscando alcanzar de forma sostenible y en armonía con el medio ambiente un equilibrio entre costos – riesgo – beneficios y frente al desempeño esperado de los activos, entorno de una organización orientadas a la maximización del valor de sus activos físicos a lo largo del ciclo de vida de los mismos. Optimizando la gestión de estas actividades, para finalmente lograr alcanzar sus objetivos, prevenga o reduzca los efectos indeseados, identifique oportunidades y logre una mejora continua

2. Ciclo de vida de los activos

En el mundo empresarial cuando hablamos del término Gestión de Activos se hace referencia al Ciclo de Vida del Activo (Amendola, 2015); el cual engloba las diferentes fases por las que atraviesa un activo desde su creación hasta su eliminación.

Como se ha comentado, una de las vías a través de las cuales una empresa puede mejorar su rentabilidad es la gestión de los costes, con el objetivo de minimizarlos. En este sentido, una parte importante de los costes en los que se incurren están relacionados con el mantenimiento, siendo ésta una de las pocas áreas donde se puede mejorar la rentabilidad.

Amendola propone un modelo de ciclo de vida de activos asociado a la gestión del mantenimiento, cuyas etapas son:

1. Etapa de diseño y adquisición:

Es la primera fase del ciclo de vida de un activo. En esta primera etapa se realizan las inversiones necesarias para su creación, diseño, desarrollo y puesta en funcionamiento. Se desarrollan tanto las capacidades como las características del activo y se procede a su instalación.

Además, en esta etapa se van a producir la mayor parte de las inversiones a las que se van a hacer frente: investigación, diseño, documentación, pruebas, calidad, desarrollo, entre otros.

2. Etapa de operación y mantenimiento:

En esta segunda fase, el activo ya se ha creado y está puesto en funcionamiento operando con normalidad, por lo que se tienen en cuenta todos los costes operativos que puedan afectarle, es decir, aquellas inversiones que hay que realizar para el correcto funcionamiento del activo, ya sea mediante un mantenimiento preventivo,

reactivo, predictivo o proactivo; teniendo en cuenta también todas aquellas materias, herramientas, repuestos o costos indirectos.

3. Etapa de retirada:

Esta tercera fase hace referencia al final del ciclo de vida del activo. En este punto el activo ya no es capaz de realizar su actividad de manera eficiente, por tanto es en este momento cuando la empresa ha de analizar la situación en la que se encuentra para tomar la decisión de retirar el activo y sustituirlo por otro o realizar inversiones orientadas a su mejora adecuándolo a las necesidades exigentes en el momento. (Pérez y Cascarrilla, 2013)

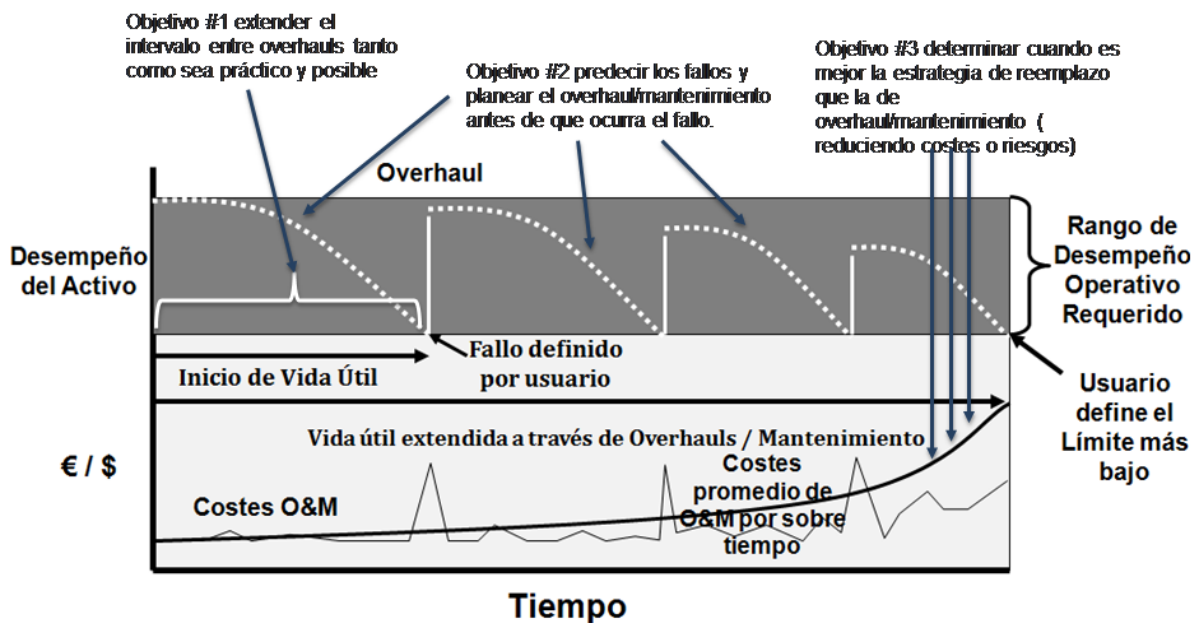


Figura 1: Ciclo de vida y fase de retirada, Amendola, 2004.

En la figura 1, se puede ver cómo se distribuyen las diferentes etapas del ciclo de vida de un activo y, a su vez, cómo varían los costes dependiendo de la etapa en la que se encuentra. Como consecuencia, una gestión adecuada del mantenimiento provocará un incremento tanto de la eficiencia como del periodo de vida del activo de una empresa.

3. La gestión de activos

La competitividad existente entre las diferentes empresas se caracteriza por los recortes de presupuesto implantados, la presión en los tiempos de entrega o los altos requerimientos de calidad de los productos y procesos. Todo esto, junto a la globalización producida en los mercados, así como a la crisis financiera actual, han provocado que la industria moderna experimente profundas transformaciones, lo que ha llevado a optimizar sus recursos estableciendo políticas de Gestión de Activos adecuadas (Amendola, 2012).

Para regular dichas políticas en 1993 nació el Institute of Asset Management (IAM), donde se agruparon diversas organizaciones con el objetivo de compartir buenas prácticas de actuación. Estas nuevas prácticas consolidan una disciplina conocida como

Asset Management y suponen una revolución en países como Reino Unido, Australia o Nueva Zelanda. Dos años más tarde el IAM un grupo importante de compañías asociadas tanto de Inglaterra, como de Australia y Nueva Zelanda. Posteriormente, en 1998 se establece para diferentes mercados e industrias la necesidad de crear las bases sólidas para el *Asset Management*, pero no es hasta el año 2003 cuando comienza su camino el comité de British Standard en *Asset Management* (Amendola, 2015).

En el año 2004 se publican las especificaciones British Standard PAS 55 que se complementan y apoyan en las normas ISO 9001, ISO 14001 y OSHA 18001, donde se establecen las prácticas adecuadas para la gestión de activos alineados al plan estratégico de la compañía (PAS 55, 2008).

Debido a la gran aceptación de PAS 55 se plantea la generación de la primera norma ISO, la cual considerará todo lo que se ha venido haciendo hasta ahora, pero de una forma más sistémica. En 2010 el comité técnico de ISO decidió crear un Estándar Internacional para la gestión de activos basado en el documento de la PAS 55 que acordaron en llamar ISO 55000 (2014).

Según las diferentes definiciones que existen de la Gestión de Activos, ésta hace referencia no sólo a un departamento de la empresa, sino que engloba todas las áreas de la organización ya que todas ellas repercuten y son necesarias en la creación de valor. En este aspecto, la norma ISO 55000 (2014) define la Gestión de Activos como:

“La coordinación de las actividades de una organización para crear valor a través de sus activos.”

Trabajos como los de El-Akruti et al. (2013) ponen de manifiesto el vínculo estrecho que existe entre una buena gestión de activos y la consecución de los objetivos estratégicos planteados por la alta dirección.

De esta forma, la Gestión de Activos ha pasado a ser el marco teórico en el que conviven las estrategias, metodologías, normas, estándares y técnicas necesarias para generar valor a través de la gestión optimizada de los activos, haciendo que la organización sea sostenible.

Estos resultados enfatizan el valor de un sistema de gestión de activos optimizado y la importancia de la gestión de riesgos como un componente importante de dicho sistema. Para determinar las deficiencias que puedan comprometer una estrategia de gestión de activos, la especificación ISO 55000 incluye siete áreas de revisión:

- Plan estratégico de la organización.
- Requisitos legales, reglamentarios y obligatorios.
- Identificación y Evaluación de Activos, Gestión de Riesgos,
- Prácticas existentes de gestión de activos, procesos y procedimientos
- Rendimiento de los activos y su Sistema
- La investigación de los incidentes, accidentes y emergencias
- Gestión de sistemas, las competencias, los recursos internos y externos.

4. Modelo de la gestión de activo basado en el riesgo

La gestión de riesgos es una parte integral del proceso de gestión de activos. Sin embargo, es necesario contar con procedimientos específicos para identificar y controlar los riesgos, no solo teniendo en cuenta la legislación vigente, sino como una práctica que permita optimizar y priorizar las acciones según los costos, el riesgo y el desempeño.

Cada sector o aplicación específicos de gestión de riesgo implica necesidad, audiencias, percepciones y criterios individuales. Por ello, uno de los puntos clave es considerar el contexto de la organización y las partes interesadas; es decir el entorno económico, regulatorio, medio ambiental, capacidad de sistema, entre otros. El establecimiento del contexto permitirá captar los objetivos de la organización, el entorno en el que se persiguen estos objetivos, las partes interesadas y la diversidad de los criterios de riesgos, Todos estos elementos contribuirán a revelar y evaluar la naturaleza y complejidad de sus riesgos.

Establecimiento del Contexto puede ser Externo e Interno y proceso de gestión

Para el contexto externo: Entendimiento sobre el ambiente en el que la organización y el sistema opera:

- Factores Ambientales, culturales, políticos, legales, regulatorios, financieros, económicos (internacional, nacional, regional o local).
- Factores claves y tendencias que tienen impactos en los objetivos de la organización.
- Percepciones y valores de las partes interesadas.

Para el contexto interno, Entendimiento de:

- Capacidades en términos de recursos y conocimientos.
- Partes interesadas (Flujo de Información, Toma de decisiones Responsabilidades).
- Políticas, Procesos, Normas y Modelos adoptados por la organización

Para el contexto proceso de gestión, Definir:

- Responsabilidades y actividades
- Relación entre proyectos particulares
- Metodologías de valoración de riesgos
- Criterios de Riesgo
- Cómo evaluar el desempeño de la Gestión de riesgos
- Decisiones y acciones que deben realizarse
- Alcance, estudios necesarios y recursos requeridos

Siguiendo con normativa, la ISO 55000 (2014) Gestión de Activos, en su apartado 6.1 *“Acciones para manejar riesgos y oportunidades”*, define que la organización deberá establecer, implementar y mantener procesos y/o procedimientos documentados para la identificación y la evaluación continua de riesgos relacionados con los activos y la gestión de activos, y la identificación e implementación de las medidas de control necesarias a través de los ciclos de vida de los activos.

Los pasos del proceso aseguran que se adopte un enfoque sistemático paso a paso en el manejo de los activos. En la figura 2; se propone un modelo de Gestión de Activo Basado en Riesgo de Activos, integrada por cuatro (5) fases que son necesarias para la gestión del riesgo.

La gestión de riesgos es una parte integral del proceso de gestión de activos. Sin embargo, es necesario contar con procedimientos específicos para identificar y controlar los riesgos, no solo teniendo en cuenta la legislación vigente, sino como una práctica que permita optimizar y priorizar las acciones según los costos, el riesgo y el desempeño.



Figura 2. Modelo de Aplicación de Gestión de Activos Basada en el Riesgo.

La gestión de riesgos es un factor importante para la gestión proactiva de los activos. El objetivo general es comprender la causa, el efecto y la probabilidad de eventos adversos, para administrar de manera óptima estos riesgos y reducirlos a un nivel aceptable y controlado.

En general, esto se realiza a través de algunas acciones:

- Determinar si estos riesgos son tolerables;
- Determinar si es necesario un análisis adicional más profundo para definir si los riesgos son o no tolerables;
- Desarrollar controles de riesgo siempre que se considere necesario o deseable.

4.1. Clasificación de los Activos

Una vez que entendemos nuestro plan estratégico y los objetivos corporativos y de cómo nuestro sistema de gestión de activos compatible con ellas, hay que clasificar a nuestros activos. Esto nos obliga a tener una comprensión de la lógica de flujo y cómo se crea valor a través de la cadena del negocio, en los sistemas, procesos, líneas, etc.

Una vez que tenemos un diagrama documentado, podemos catalogar y agrupar los activos por familia o tipos de activos, fallos funcionales similares y estrategias de control; estos debe estar previamente soportando con la jerarquización – taxonomía de los activos y sistemas, que según la norma ISO 14224, Es una clasificación sistemática de los Activos en grupos genéricos, sobre la base de factores comunes a varios de los ítems dentro de un Activo, tales como: ubicación, uso, equipos y la subdivisión del mismo, componentes y listas de materiales.

4.2. Identificación y Análisis de los Riesgos

Es el proceso que comprende la búsqueda, el reconocimiento y descripción de los riesgos e implica conocer el evento, la identificación de las fuentes de riesgo, sus causas y consecuencia, se soporta en la data histórica, las condiciones cambiantes del entorno, análisis teóricos, opiniones informadas y de expertos, así como necesidades de las partes interesada, con el fin de establecer estrategias de control para mitigar o minimizar los mismos.



Figura 3. Identificación de los Riesgos.

Tal como se muestra en la Figura 3. Los riesgos relacionados al activo tienen que ser identificados y registrados de tal manera que sea apropiado al tipo de activo o de sistema de activos, tomando en cuenta su uso y una variedad de consecuencias de fallas.

Asimismo se define que en la identificación y evaluación de riesgos se deberá considerar la probabilidad de eventos creíbles y sus consecuencias, y como mínimo deberán cubrir:

- Riesgos por fallas físicas (tales como fallas funcionales, daños incidentales, daños maliciosos o acciones terroristas).
- Riesgos operacionales, incluyendo el control del activo, los factores humanos y todas las otras actividades que afecten su rendimiento, con condición o seguridad, eventos ambientales naturales (tormentas, inundaciones, etc., incluyendo los posibles eventos de cambios climáticos).

- Factores que estén fuera del control de la organización tales como: fallas en los materiales y servicios suministrados externamente.
- Riesgos de las partes interesadas: tales como fallas para satisfacer requerimientos regulatorios de desempeño.
- Riesgos de la reputación de la organización y Riesgos asociados con las diferentes fases del ciclo de vida del activo. (Amendola 2016)

Para determinar es necesario un análisis adicional más profundo para definir si los riesgos son o no tolerables; entre lo que tenemos:

➤ **Análisis de la Criticidad**

El análisis de criticidad es una metodología que permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y equipos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, dirigiendo el esfuerzo y los recursos a áreas donde sea más importante y/o necesario mejorar la confiabilidad operacional, basado en la realidad actual. Para realizar un análisis de criticidad se debe: definir un alcance y propósito para el análisis, establecer los criterios de evaluación y seleccionar un método según el orden de prioridad de los sistemas objeto de análisis. Ver figura 4.

Un modelo básico de análisis de criticidad, es equivalente al mostrado en la figura 3. El establecimiento de criterios se basa en los seis (6) criterios fundamentales como lo son: frecuencia de fallas, seguridad, ambiente, impacto en producción, costes de operación y de mantenimiento y tiempo de reparación. Para la selección del método de evaluación se toman criterios de ingeniería, factores de ponderación y cuantificación. Para la aplicación de un procedimiento definido se trata del cumplimiento de la guía de aplicación que se haya diseñado. Por último, la lista jerarquizada es el producto que se obtiene del análisis. (Amendola, 2016).



Figura 4. Modelo básico de criticidad.
(Amendola, 2016).

Otro de los métodos de determinación cuantitativa de la criticidad es el Número de Prioridad del Riesgo, NPR. El riesgo se evalúa mediante una medida subjetiva de la

severidad del efecto, probabilidad de ocurrencia y una estimación de la posibilidad de identificar y eliminar el fallo antes de que afecte al sistema (detectabilidad) durante un periodo predeterminado de tiempo supuesto para el análisis. (Amendola, 2016).

El número de prioridad de riesgo puede usarse para priorizar el tratamiento de la mitigación de los modos de fallo. Además de la magnitud del número de prioridad de riesgo, la decisión para la mitigación está influenciada principalmente por la severidad del modo de fallo, lo que significa que, si hay modos de fallo con NPR similares o idénticos, los modos de fallo que se considerarán en primer lugar serán los que tengan valor alto de severidad.

TAG	DESCRIPCIÓN	(1) FLEXIBILIDAD OPERACIONAL				(2) EFECTO DEL FALLO				(3) COSTES DE REPARACIÓN				(4) IMPACTO EN LA SALUD					(5) FRECUENCIA (NO.)					CRITICIDAD
		4	3	1	0	7	5	2	1	4	3	2	1	10	8	5	2	0	5	4	3	2	1	
6112300	Manipuladores de respaldos				x				x				x											22
6113127	Carro HOFU				x				x				x											6
6120504	Manipulador puertas tra. der. GMAV				x				x				x											22
6120505	Manipulador puertas tra. izq. GMAV				x				x				x											22
6120506	Manipulador puertas tra. der. GMAV				x				x				x											22
6120507	Manipulador puertas del. izq. GMAV				x				x				x											22
6120701	Manipulador respaldos traseros izq. C344				x				x				x											22
6120702	Manipulador asientos traseros izq. C344				x				x				x											22
6120703	Manipulador asientos traseros izq. C344				x				x				x											22
6120704	Manipulador asientos delanteros der. (Equipo alterno al Robot)				x				x				x											22
6120705	Manipulador asientos delanteros izq. (Equipo alterno al Robot)				x				x				x											11
6120800	Manipuladores neumáticos montaje puertas				x				x				x											38
6126109	Cierra portón salida prechasis				x				x				x											2
6126109	Cierra espejos salida prechasis				x				x				x											2
6444300	Línea prechasis	x				4	x			7	x								x	0				62
6458300	Mesa espera		x			3		x		5		x							x	0				51
6520800	As. cénisor puertas 2FDL2		x			3				5	x								x	0				54
6520900	As. cénisor puertas 2FIL2		x			3				5	x								x	0				54
6521000	As. cénisor carnos puertas vacíos 2FDL3		x			3				5	x								x	0				36
6521100	As. cénisor carnos puertas vacíos 2FIL3		x			3				5	x								x	0				36
6521800	Cuadro mando 2FD	x				4	x			7		x							x	0				90
6521900	Cuadro mando 2FI	x				4	x			7		x							x	0				120
6522400	As. cénisor asientos der.		x			3		x		5		x							x	0				54
6522500	As. cénisor asientos izq.		x			3		x		5		x							x	0				54
6522601	Elevador cambio nivel balancina 2z fila		x			3				5		x							x	0				72
6522600	As. cénisor carnos asientos vacíos der.		x			3				5		x							x	0				54
6522700	As. cénisor carnos asientos vacíos izq.		x			3				5		x							x	0				54
6523700	Cuadro mando descarga asientos	x				4	x			7		x							x	0				120

Figura 5. Tabla de análisis de criticidad de datos.

➤ Análisis de Modos de fallos y efectos (AMFE)

Una vez que se completa el análisis de criticidad de los activos o sistemas, un análisis de modos de fallos y efectos (AMFE) puede llevarse a cabo en el equipo más crítico el equipo que representa el mayor riesgo. Con el fin de definir los límites de este análisis, se debe desarrollar un diagrama de bloque funcional que permita asegurar todas las funciones de los activos puedan ser determinadas y analizadas. (ver figura N° 6)

El siguiente paso es asignar los componentes mantenibles en cada bloque funcional ya que el análisis debe hacerse en ese nivel. Una vez que esto se ha completado y se han determinado las funciones de los componentes, hay que identificar fallos en el funcionamiento, modos de fallo, efectos, causas, y luego la estrategia de control actualmente en marcha para mitigar o eliminar el fallo.

Por ejemplo, en un recipiente de presión, la función principal es la de mantener la integridad mecánica. Un fallo funcional ocurre cuando se viola esta integridad mecánica. modos de fallo comunes que podrían ocurrir incluyen la fractura por fragilidad, el estrés agrietamiento por corrosión, fatiga, problemas de soldadura, la erosión, la fluencia, la rotura por tensión y fragilización por hidrógeno. Las causas de estas fallas podrían incluir

errores de diseño, errores de fabricación, la corrosión y la operación y mantenimiento inadecuados. Los efectos de cualquiera de estos podrían ser la pérdida de esterilidad, la pérdida de equipo, o incluso la pérdida de la vida. (Amendola, 2016).

Otra práctica común es aplicar una matriz de evaluación de riesgos para el catálogo activo para determinar la gravedad y la aparición de avería. Al poner de relieve los activos que representan el mayor riesgo, la matriz también ayuda a guiar la toma de decisiones sobre cómo el recurso corporativo será aplicado para mejorar la seguridad o disminuir la liberación incontrolada de los peligros ambientales o de salud. Esto también añade un valor significativo al comienzo de la revisión del diseño de aplicación de un proyecto de capital por medio de una nueva planta, nuevos procesos o cambios en los procesos existentes. La figura 6; proporciona un método simple y visual para determinar en qué punto controles adicionales deben ser evaluadas.

La evaluación de riesgos utiliza la gravedad del riesgo y la probabilidad de ocurrencia para proporcionar una matriz de clasificación. De la combinación de gravedad y frecuencia, un nivel de riesgo se puede definir como alta, media o baja. Este nivel de riesgo se utiliza en combinación con el análisis de criticidad para crear una clasificación de riesgo. (Amendola, 2016).

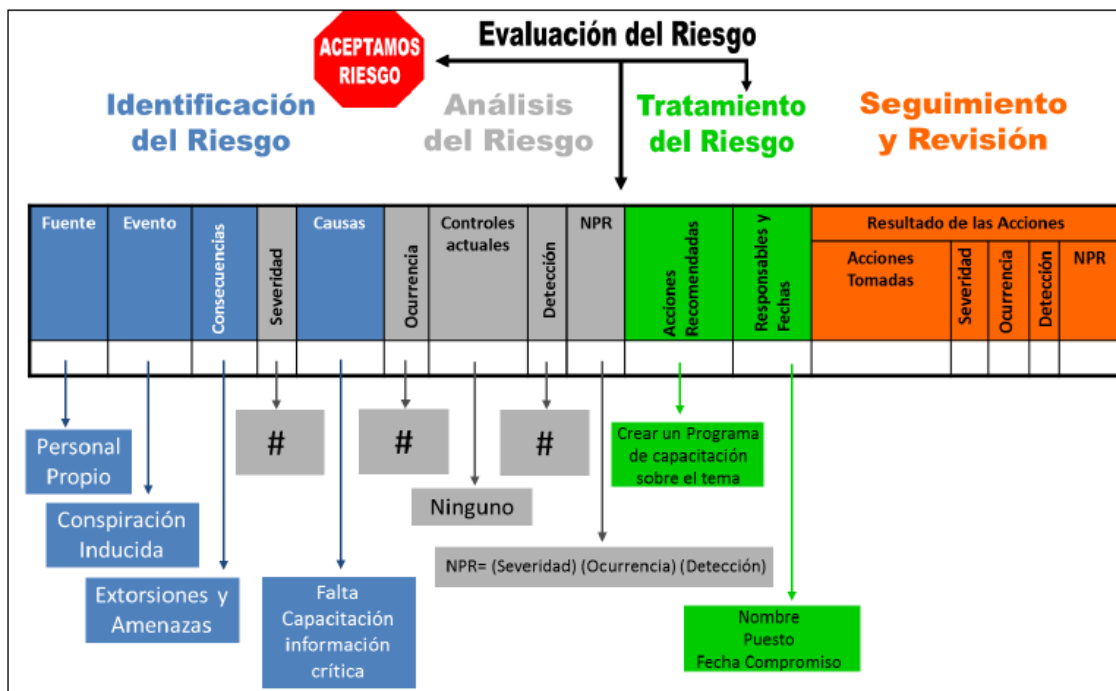


Figura 6. Esquema general del Análisis del Modo y Efecto de la Falla (AMEF), en la Gestión de Riesgo

4.3. Medidas de Control

En esta etapa del proceso, se deben definir las estrategias de mantenimiento para manejo y control riesgos, esto incluyen las acciones preventivas, tareas de previsión, control remoto, monitoreo de condiciones, procedimientos operativos, reconstruir, reemplazar, criterios de rediseño, el mantenimiento autónomo, listados de repuestos críticos, entre otros. Todos los procedimientos de trabajo deben estar documentados y estandarizados. Los riesgos deben estar identificados y cuantificados, todo con el fin de

definir y establecer estrategias de control para prevenir, minimizar o mitigar el riesgo. Ver figura 7.

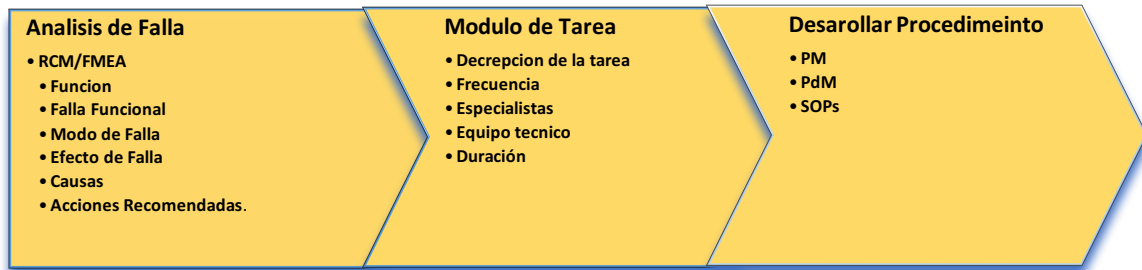


Figura 7. Proceso de Control de Desarrollo de la Estrategia. (Amendola, 2016).

4.4. Evaluación – Niveles de Riesgos

En esta parte del proceso, consiste en comparar los resultados del análisis de riesgos con los criterios riesgos (definidos cuando el contexto fue establecido) para determinar si los niveles de magnitud de riesgos son aceptables o tolerables, de tal manera permitir para tomar decisiones futuras.

Las decisiones pueden incluir:

- Si un riesgo necesita tratamiento
- Prioridades para el tratamiento
- Si una actividad debería emprenderse
- Cuál de los diferentes caminos debería seguirse

Un enfoque común es dividirlos en 3:

- Riesgo Intolerable: El tratamiento es esencial sin importar el costo.
- Riesgo Intermedio: Se toman en cuenta costos y beneficios contra las consecuencias probables para decidir
- Riesgo Insignificante: No son necesarias medidas de tratamiento

4.5. Medición de los Niveles de Tolerancia

Los indicadores tangibles son, por ejemplos, la existencia de objetivos de desempeños explícitos que permitan medir el desempeño individual de los responsables y el de la propia organización. El desempeño de la organización se puede publicar y comunicar. Normalmente, habrá al menos una revisión anual del desempeño y después una revisión de los procesos y del establecimiento de los objetivos de desempeño revisados para el periodo siguiente.

Esta evaluación del desempeño de la gestión del riesgo es un parte integral del desempeño global de la organización y del sistema de medición del desempeño los departamentos y de las personas.

5. Conclusiones

Fundamentalmente, en un sistema de gestión de activos basado en el riesgo recoja la información relevante en función de la importancia de la cadena de valor y utilizar esta información para tomar decisiones totalmente soportada y en armonía con el medio ambiente, que a su vez creará mayor valor a la organización. Las cinco fases en el modelo de gestión de activos basado en el riesgo son críticos para el éxito de esta estrategia. Cuando esta estrategia par con los procesos de negocio que apoyan las mejores prácticas, perfectamente integrado para aprovechar la información crítica para tomar decisiones, y con el apoyo de una cultura impulsada por las empresas a la búsqueda incesante de la mejora continua, se pueden obtener resultados como los siguientes:

- Los objetivos de la empresa contemplan decisiones referentes al uso y cuidado de los activos.
- Operaciones y mantenimiento trabajan juntos como “equipos” para desarrollar metas comunes.
- Los objetivos de desempeño y confiabilidad están dirigidos hacia la rentabilidad de la empresa o negocio.
- Todos los recursos están optimizados, no solamente los recursos de mantenimiento.
- Mejora significativa de la estabilidad operacional.

7. Bibliografía

AMENDOLA, L. Gestión Integral de Activos Físicos. ISBN: 978-84-940628-7-2, Editorial PMM Institute for Learning 2014.

AMENDOLA, L., “Organización y Gestión del mantenimiento.” ISBN: 978-84-943897-0-2, Editorial PMM Institute for Learning 2015

AMENDOLA, L “Libro Mixto de Confiabilidad” ISBN: 978-84-943897-3-3. Ediciones PMM Institute for Learning Abril - 2016.

BORGEZ, V., “La gestión de las inversiones y el ciclo de vida de los activos” 2015

EI-AKRUTI et al “The strategic role of engineering asset management in capital intensive organisations” 2013

GOLDRATT E. “The Theory of Constraints.” 1984.

UNE-ISO 55000: 2014. Gestión de Activos. Aspectos generales, principios y terminología

UNE-ISO 55001:2014. Gestión de Activos. Sistemas de gestión. Requisitos.

ISO 31000, Gestion de Riesgo – Principios y Directrices

ISO 14224, Petroleum, petrochemical and natural gas industries. Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment

UNE-EN 60812. Técnicas de análisis de la fiabilidad de sistemas. Procedimiento de análisis de los modos de fallo y de sus efectos (AMFE).

NORSOK standard Z-008 (2011). Criticality Analysis for Maintenance Purposes. Rev. 2.

NORZOK Z-013 – “Risk and Emergency Preparedness Analysis” .

PMM Institute for Learning. (2007). Documento Técnico: Análisis de Criticidad Orientado a la Gestión de Activos. PMM Institute for Learning, Asset & Project Management. Valencia. España.

MIKE POLAND, “The Value of Risk-Based Asset Management” Editorial: Life Cycle Engineering, Inc. Agosto 2016.

MIKE POLAND, “Managing Risk: GMPs are Not Enough” Editorial: Life Cycle Engineering, Inc. Agosto 2016.

Yañez Medardo. “Confiabilidad Integral de Activos”. First edition. México. Reliability and Risk Management. 2010.