



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



Metodología de sincronización estratégica para operacionalizar el valor ISO 55001 a través del análisis funcional SAE JA1012

César Augusto Torrez Porras, José Danilo Añe
Petróleos de Venezuela, S.A.

E-mail: torrezca@pdvsa.com, anej@pdvsa.com
Ciudad Ojeda, Edo. Zulia – Venezuela

Resumen.

La norma ISO 55000 define la gestión de activos como la "actividad coordinada para realizar valor a partir de los activos". Sin embargo, existe una desconexión en la industria entre la definición estratégica de "valor" (costo, riesgo y desempeño) y la ejecución táctica del mantenimiento en planta. Este artículo propone el Modelo Funcional del Valor (MFV), una metodología innovadora que utiliza la taxonomía de funciones de la norma SAE JA1012 (Guía para el estándar de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) no solo para fines de mantenimiento, sino como el mecanismo de decodificación de la estrategia corporativa.

A través de la Matriz de Criticidad Funcional Multidimensional (MCFM), se muestra cómo la preservación de funciones primarias y secundarias en activos físicos, humanos, financieros e intangibles en la industria del Petróleo & Gas se traduce en la realización de los objetivos organizacionales, transformando la cultura de confiabilidad en una cultura de gestión de valor.

Introducción

En la última década, la industria, y específicamente el sector de Petróleo & Gas, ha migrado de un enfoque centrado en el "mantenimiento de equipos" a una visión holística de "gestión de activos". La publicación de la PAS 55 y posteriormente el conjunto de normas ISO 55000 en el año 2014 marcó un hito, estableciendo que los activos existen únicamente para generar valor a la organización y sus partes interesadas.

Sin embargo, la implementación de ISO 55001 enfrenta un obstáculo recurrente: la "brecha semántica". Mientras la Alta Dirección define el valor en términos de ROI, EBITDA, sostenibilidad y cumplimiento normativo, entre otros indicadores financieros, el personal técnico operativo gestiona variables físicas como presión, temperatura, vibración y caudal. Esta desconexión provoca que las estrategias de confiabilidad a menudo no estén alineadas con las prioridades del negocio, resultando en la suboptimización de recursos o, peor aún, en la exposición a riesgos catastróficos por subestimar funciones críticas no productivas. Dentro de la ISO 55001, se propone el Plan Estratégico de Gestión de Activos (PEGA), como se muestra en la figura 1, como medio para vincular estas dos perspectivas de la organización, sin establecer un método específico para ello.

Misión de la organización, políticas, valores, objetivos, apetito de riesgo y criterios de decisión



Fig 1. PEGA. The Woodhouse Partnership Ltd.

El presente artículo esboza una forma para enlazar ambas visiones, la estratégica con la técnica. Se propone dar a entender, que la norma SAE JA1012, "Una guía para la norma de Mantenimiento Centrada en la Confiabilidad



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



(RCM)", contiene la clave para cerrar esta brecha. Tradicionalmente esta norma ha sido vista como una herramienta puramente técnica, para el desarrollo de los planes de mantenimiento, sin embargo, la definición rigurosa de Funciones Primarias y Secundarias es, en realidad, el "eslabón perdido" que conecta la física del activo con la finanza de la empresa.

Se desarrolla una novedosa metodología que integra ambos estándares, demostrando su aplicación en un entorno de Exploración y Producción, abarcando no solo activos físicos, sino la totalidad de los tipos de activos (humanos, información, financieros e intangibles) que exige la gestión moderna.

Marco teórico.

La norma ISO 55000 establece que el valor es determinado por la organización y sus partes interesadas (stakeholders). No es una magnitud absoluta, sino una relación de equilibrio expresada conceptualmente como:

$$Valor \cong \frac{Desempeño}{Costo+Riesgo}$$

El desafío radica en que el "Riesgo" y el "Desempeño" son multidimensionales. En el sector de Petróleo y Gas, un activo puede tener un desempeño productivo alto (bombeo de crudo), pero destruir valor si su riesgo de seguridad es inaceptable (Accidente laboral / derrame). La norma exige una Línea de Visión que conecte las actividades diarias con los Objetivos Organizacionales.

Por otra parte, el objetivo del proceso de RCM en la norma SAE JA1012, es desarrollar una serie de políticas que preserven las funciones del activo o sistema en consideración, a los estándares de desempeño que son aceptables para el dueño/usuario en lugar de mantener solo por

ejecutar la acción. La citada norma, indica los dos tipos de funciones a preservar en los activos:

- Funciones Primarias: La razón por la que cualquier organización adquiere algún activo o sistema (Ejemplo: transportar, transferir)

-Funciones Secundarias: Se espera que la mayoría de los activos desarrollen otras funciones, además de las funciones primarias. Estas son conocidas como funciones secundarias. Las funciones secundarias normalmente son menos obvias que las funciones primarias. Pero la pérdida de una función secundaria también puede tener serias consecuencias, en ocasiones más serias que la pérdida de la función primaria (ejemplo: contención, seguridad, integridad estructural, estética, control).

La literatura existente tiende a tratar estos dos mundos por separado. La presente propuesta teórica es que las Funciones Primarias son los generadores de ingresos (Numerador de la ecuación de valor), mientras que las Funciones Secundarias son los mitigadores de riesgo y costo (Denominador de la ecuación).

$$Valor \cong \frac{Función(es) primaria(s)}{Función(es) secundaria(s)}$$

Metodología propuesta.

Para operacionalizar esta teoría, se desarrolló el Modelo Funcional del Valor (MFV). Esta metodología, traducción del lenguaje comercial - técnico, invierte el flujo tradicional de análisis de confiabilidad, partiendo de la estrategia hacia el activo.

Paso 1: De los objetivos a las funciones.

El proceso comienza identificando los objetivos de Valor de la organización (ejemplo; Rentabilidad, Licencia Social, Integridad Mecánica). Estos se traducen en requerimientos funcionales técnicos. La Rentabilidad, se convierte en Función Primaria



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



(Velocidad, Caudal, Disponibilidad) y la Sostenibilidad/Seguridad, se convierte en función secundaria (Contención de fugas, niveles de ruido, integridad de protección).

Para entender mejor el concepto, imagine que el objetivo Estratégico es "Cero fatalidades". La traducción técnica será: Priorización absoluta de funciones secundarias de protección y contención en todos los activos. Con ello se busca que cada objetivo estratégico de la empresa tenga asignada una "categoría funcional" técnica.

Paso 2: La Matriz de Criticidad Funcional - Multidimensional (MCFM).

Como segundo paso de la metodología, se propone realizar una matriz que relacione los objetivos técnicos y estratégicos. En vez de obtener el resultado tradicional, jerarquizar activos según riesgo (Probabilidad x Consecuencia), se busca identificar o priorizar las funciones de los activos (integración de la SAE JA1012 e ISO 55000) según su impacto o consecuencia en los objetivos estratégicos de la ISO 55001.

Los activos tienen funciones que crean valor (Primarias) y además funciones que protegen el valor (Secundarias). Por ejemplo, la falla de un sensor de parada de emergencia puede tener, más allá de consecuencias en la producción (ROI), consecuencias en la pérdida de la licencia para Operar.

Del ejemplo anterior, se puede observar que un activo de bajo costo puede tener una función secundaria de valor incuantificable.

Para construir la matriz propuesta, se identifican los ejes Y, como impacto estratégico de la falla funcional y el eje X, como la probabilidad de la falla funcional, como se muestra a continuación:

Tabla I. Los ejes de la matriz.

Eje	Nombre	Definición de Valor ISO 55000
Eje Y (Vertical)	Impacto Estratégico de la Falla Funcional (Consecuencia)	La Severidad de la Consecuencia de no cumplir la función. Debe reflejar la destrucción de valor en cuatro dimensiones (Financiera, Seguridad, Reputación, Cumplimiento).
Eje X (Horizontal)	Probabilidad de Falla Funcional	La probabilidad de que la Función primaria o secundaria no se cumpla en el contexto operacional.

A continuación, se detallan las cinco (05) categorías del eje Y: Catastrófico, Mayor, Moderado, Menos e Insignificante, como se muestra en la Tabla II.

Tabla II. Elementos del eje "Y".

Categoría	Descripción	Puntos de Destrucción de Valor
1. Catastrófico (Rojo)	Fallo que compromete la Licencia para Operar o la supervivencia de la empresa.	Pérdida de vidas, desastre ambiental, cierre total, multas paralizantes, daño reputacional global. (Alto Riesgo, Alto Costo)
2. Mayor (Naranja Fuerte)	Impacto severo, pero reversible con gran esfuerzo y costo.	Lesiones graves, impacto ambiental localizado, pérdida de gran parte de la producción (>3 días), multas significativas, daño reputacional severo. (Riesgo Medio/Alto, Costo Alto)
3. Moderado (Naranja Suave)	Impacto que requiere acción correctiva inmediata y genera un costo operativo significativo.	Lesiones leves, impacto ambiental menor, pérdida de producción (1-3 días), costos de reparación elevados. (Riesgo Medio, Costo Medio)
4. Menor (Amarillo)	Impacto manejable, genera pérdidas de eficiencia o calidad sin afectar la seguridad o el cumplimiento.	Pequeñas pérdidas de producción (<1 día), impacto en calidad, altos costos de mantenimiento no planificados. (Bajo Desempeño, Costo Medio)
5. Insignificante (Verde)	Fallo que no afecta la producción, seguridad o el cumplimiento. Solo pérdidas menores de eficiencia.	Reajustes de rutina, bajo costo de reparación. (Bajo Desempeño, Bajo Costo)



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



Una vez definido los ejes, es necesario establecer las categorías de la matriz, que, dependiendo del nivel de tolerancia de cada organización, puede variar en cuanto al área que ocupa dentro de la matriz cada categoría, como los niveles, a continuación, se indica en la Tabla III, el significado de cada categoría y las acciones.

Tabla III. La categoría de la matriz.

Categoría	Prioridad de Intervención	Acciones Requeridas (Cultura de Confiabilidad)
A. Crítica Estratégica	Inmediata (Requerido por ISO)	Aplicar RCM (SAE JA1012), Redundancia, Medidas de Mitigación Inherentemente Seguras (FMEA). Máximo seguimiento a los KPIs funcionales.
B. Crítica Operacional	Corto Plazo (Justificada por Valor)	Aplicar RCM simplificado, Mantenimiento Predictivo Avanzado, Análisis Causa Raíz (ACR) de cualquier evento.
C. Importancia Financiera	Mediano Plazo (Optimización de Costos)	Mantenimiento Predictivo Estándar, Mantenimiento Basado en Condición (CBM). Priorizar la optimización del OPEX.
D. Rutina	Largo Plazo (Gestión Estándar)	Mantenimiento Preventivo, Mantenimiento Correctivo Planificado. La función no destruye valor significativo.

Una vez explicado los pasos para construir la matriz, MFV queda plasmado en la Tabla IV.

Tabla IV. Modelo propuesto.

	Probabilidad (Baja)	Probabilidad (Media)	Probabilidad (Alta)
Impacto (Catastrófico)	B (Crítica Operacional)	A (Crítica Estratégica)	A (Crítica Estratégica)
Impacto (Mayor)	C (Importancia Financiera)	B (Crítica Operacional)	A (Crítica Estratégica)
Impacto (Moderado)	D (Rutina)	C (Importancia Financiera)	B (Crítica Operacional)
Impacto (Menor)	D (Rutina)	D (Rutina)	C (Importancia Financiera)
Impacto (Insignificante)	D (Rutina)	D (Rutina)	D (Rutina)

Paso 3: Gestión del Ciclo de Vida basada en Desviación Funcional.

Tradicionalmente, desde confiabilidad se mide si un equipo está "arriba" o "abajo", lo cual esta relacionado con la disponibilidad del mismo. Sin embargo, en el Modelo Funcional del Valor se propone medir la "Salud del Valor" a través del cumplimiento de los estándares de desempeño definidos en la norma SAE JA1012 como KPIs del negocio. Para entender mejor este concepto, imagine que una bomba debe transferir o trasegar 1000 L/min (Estándar SAE) pero está dando 900 L/min. Esa desviación de 100 L/min es una pérdida de valor cuantificable. La metodología propone calcular la "Pérdida de Valor" en tiempo real basándose en la desviación de los parámetros funcionales.

El paso 3 apunta a evitar la "ceguera operativa", donde las empresas creen que están bien porque no tienen paros de planta, pero están perdiendo millones por ineficiencias funcionales.

Paso 4: La Cultura de Confiabilidad.

La metodología propuesta redefine el rol del operador y mantenedor al pasar de actores que reparan equipos (Ejemplo: reparar goteo de bomba) a gestores de funciones. Este se materializa cuando un operario entiende, se le instruye, que revisar una función secundaria (ejemplo el estado de un sello) está directamente vinculado a la política de sostenibilidad de la empresa (ISO 55001) y entiende que su trabajo cobra un sentido estratégico, aportando a la ecuación de valor de la empresa.

La implantación de este paso busca solucionar la desmotivación estratégica, donde el personal de planta se siente ajeno a los objetivos financieros que se discuten en la alta dirección y de forma inversa, permite a la alta dirección apreciar el trabajo técnico que apunta a los objetivos estratégicos.



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



Adicionalmente con un tablero de indicadores de la Gestión del Ciclo de Vida basada en Desviación Funcional accesible al nivel técnico, permite al personal que trabaja con los activos, ver reflejada su labor diaria.

Resultados:

Para validar el modelo MFV, se aplicó la matriz a dos tipos de activos, que se muestran a continuación:

Activo 1, físico: Bomba Centrífuga (Tag: P-101) en una línea de producción principal.

Contexto ISO 55001: Planta petroquímica, alta regulación ambiental y de seguridad, alto costo por tiempo de inactividad.

Tabla V. Activo 1.

Función (SAE J1012)	Estándar de Desempeño (SAE)	Impacto Estratégico (Y)	Probabilidad (X)	Criticidad MCFM	Implicación en Valor ISO 55001
Primaria: Mover fluido A a B	Mantener flujo de 500±50 gpm y presión de 8 bar	Mayor (Pérdida de producción > 3 días, altos costos de start-up)	Media (Histórico de fallas 1 vez/año)	B (Crítica Operacional)	Desempeño: Impacta directamente en el throughput y ROI. Requiere monitoreo predictivo avanzado.
Secundaria: Contener el fluido	Cero fugas al exterior (Cero emisiones fugitivas)	Catastrófico (Riesgo de explosión, multa regulatoria, daño reputacional)	Baja (Mantenimiento preventivo de sellos)	B (Crítica Operacional)	Riesgo/Compliance: Protege la "Licencia para Operar". Requiere RCM completo y redundancia del sello.
Secundaria: Soportar la carga estructural	Vibración por debajo de 4 mm/s (ISO 10816)	Moderado (Si falla, daña el motor y la base. Reparación cara y larga)	Baja (Base sólida, alineación bianual)	D (Rutina)	Costo: Impacta en el OPEX de mantenimiento a largo plazo. Inspección de rutina y análisis de vibración.
Secundaria: Operar eficientemente	Consumo de energía <25 kW	Menor (Aumento de costos operativos)	Media (Motor antiguo)	C (Importancia Financiera)	Costo: Oportunidad de optimización energética. Monitoreo del consumo y estudio de reemplazo (CAPEX vs. OPEX).

El análisis de la tabla V revela que, aunque la función primaria es mover el fluido, la función secundaria de contención tiene el mismo peso. Bajo la óptica ISO 55001, una falla en la función secundaria es "Operacional" Esto iguala la prioridad de mantenimiento de ambas funciones; mover un fluido y contener.

Activo 2, Humano: Supervisor de Perforación (Company Man)

Contexto: Responsable del sitio en una operación de perforación exploratoria remota.

Tabla VI. Activo 2.

Función (SAE J1012)	Estándar de Desempeño	Impacto Estratégico (Y) - ISO	Probabilidad (X)	Criticidad MCFM	Implicación en Valor ISO 55001
Primaria: Ejecutar programa de perforación	Cumplir la curva de tiempo/profundidad dentro del ±5% del AFE (Presupuesto).	Mayor (Sobrevisto millonario en renta de taladro).	Media (Variabilidad operativa alta).	B (Crítica Operacional)	Eficiencia: Control directo del costo operativo (OPEX/CAPEX).
Secundaria: Control de Pozo (Well Control)	Detectar y cerrar pozo ante kick en <2 min.	Catastrófico (Riesgo de reventón).	Baja (Certificación IWCF obligatoria).	A (Crítica Estratégica)	Seguridad: Competencia crítica. Si esta función humana falla, el valor de la empresa colapsa.
Secundaria: Liderazgo y Clima Laboral	0 paros por conflictos laborales o huelgas en sitio.	Moderado (Retrasos operativos).	Media (Entorno sindical complejo).	B (Crítica Operacional)	Reputación/Social: Gestión de partes interesadas internas.

De la tabla VI, se identifica que la competencia de "Well Control" es una función secundaria latente. El modelo MFV clasifica la falta de esta competencia como un riesgo estratégico de Tipo A. Esto eleva la capacitación de un tema de RRHH. a un tema de Gestión de Riesgos Corporativos.

Discusión de los resultados

Los resultados obtenidos mediante la aplicación de la Matriz de Criticidad Funcional Multidimensional (MCFM) evidencian la naturaleza sistémica de la gestión de activos propuesta por ISO 55000.

El estudio demuestra que los activos no operan en el vacío. Existe una cadena causal de valor:

- El Activo Financiero (Presupuesto) debe cumplir su función primaria de liquidez.
- El Activo Humano (Ingeniero/Supervisor) pueda ejecutar su función de mantenimiento,
- El Activo Físico (Bomba/Pozo) preserve su función secundaria de integridad.
- El Activo Intangible (Reputación/Licencia) se mantenga intacto, permitiendo la continuidad del negocio.

Por otra parte, la implementación de este modelo tiene un impacto profundo en la cultura organizacional. Transforma el rol del técnico de



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



mantenimiento. Ya no es un individuo que "repara cosas rotas", sino un individuo que busca garantizar las funciones. Al entender que verificar un sello (función secundaria) está directamente vinculado a la estrategia de sostenibilidad de la empresa (Valor ISO), se logra la anhelada alineación de los objetivos estratégicos y técnicos.

Conclusiones.

Al aplicar la MCFM, la organización deja de percibir el mantenimiento y el desarrollo del personal como un centro de costo, y lo reinterpreta como una inversión en la protección y realización de funciones primarias y secundarias. Este es el puente tangible que se requiere para pasar del 'Decir' (Estrategia ISO 55001) al 'Hacer' (Técnica SAE JA1012) y afianzar una cultura de confiabilidad que gestiona el valor en todos los niveles, desde la máquina hasta el cerebro humano

Este artículo demuestra que la norma SAE JA1012 no es simplemente una herramienta de mantenimiento, sino que funge como el diccionario técnico, el código indispensable para hablar el idioma estratégico de la ISO 55001.

Además, da a entender que el 'Valor' es una variable dependiente de la integridad funcional. Donde, las funciones primarias son el motor de la rentabilidad, mientras que las funciones secundarias son el escudo de la sostenibilidad y la reputación de la organización

Por lo tanto, adoptar una metodología que vincule taxonómicamente los objetivos corporativos o estratégicos con los estándares de desempeño funcional transforma la cultura organizacional: dejando de gestionar "cosas" para gestionar funciones que entregan valor.

El valor es el resultado financiero y estratégico de que el activo cumpla sus funciones en un contexto operativo dado. El activo no vale por lo que es (una

bomba, un motor), sino por lo que hace (sus funciones).

Referencias.

- Norma ISO 55000 "Gestión de activos - Aspectos generales, principios y terminología". 2014
- Norma ISO 55001 "Gestión de activos - Sistemas de gestión – Requisitos". 2014.
- Norma SAE JA1012 A Guide to the Reliability-Centered Maintenance (RCM) Standard. 2011
- Institute of Asset Management (IAM). Gestión de activos: una anatomía (Versión 3), 2015.
- British Standards Institution Pass 55 "Gestión de Activos Parte 1", 2008.
- Assetivity "ISO 55000:2024 vs ISO 55000:2014: Una comparación 2024 disponible en <https://share.google/wxCqvWnPrbgNeDssP>
- The Woodhouse Partnership Ltd, Seminario Digital, Sesión 2: Unboxing las 10 cajas del Modelo de Gestión de Activos. Planificación Estratégica, 16 octubre 2025
- Moubray, J. Reliability-centered maintenance. Industrial Press Inc. 1997.

César Augusto Torrez Porras, se desempeña como Supervisor de Confiabilidad en la Gerencia de Confiabilidad Operacional de PDVSA Occidente. Es Ingeniero de Mantenimiento Mecánico egresado de la Universidad Rafael María Baralt (UNERMB), con Maestría en Mantenimiento Industrial de La Universidad Nacional Experimental Politécnica Antonio José de Sucre (UNEXPO) y Maestría en Ingeniería de Confiabilidad y Riesgo de la Universidad de las Palmas de la Gran Canarias, España. Certificado



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



como Gestor de Mantenimiento y Confiabilidad (CGMC) - ACIEM.

1.- Nombre del autor: César Torrez Porras.

2. Teléfono:

a. Oficina: +58 265 8059248

b. Celular: +58 414-6511894

3.- Dirección del autor:

a. Residencia: Calle España 36 C, Central II, Ciudad Ojeda, Estado Zulia, Venezuela

b. Edificio Rojo de PDVSA Tamare, Av. principal de Tamare, Estado Zulia, Venezuela.

c. Email: torrezca@pdvsa.com / torrezcat@gmail.com

José Danilo Añe Gutiérrez, se desempeña como Superintendente de Confiabilidad en la Gerencia de Confiabilidad Operacional de PDVSA Occidente. Es Ingeniero de Mantenimiento Mecánico egresado de la Universidad Rafael María Baralt (UNERMB), con Especialización en Confiabilidad de Sistemas Industriales de la Universidad Simón Bolívar de Venezuela

1.- Nombre del autor: José Danilo Añe Gutiérrez.

2. Teléfono:

a. Oficina: +58 265 8059656

b. Celular: +58 412-0693842

3.- Dirección del autor:

a. Residencia: Calle Primavera Casa N°2, Sector Progreso, Ciudad Ojeda, Estado Zulia, Venezuela

b. Oficina: Edificio Rojo de PDVSA Tamare, AV principal de Tamare, Estado Zulia, Venezuela.

c. Email: anej@pdvsa.com