



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



Modelo replicable de gestión de activos: optimización del plan de mantenimiento basado en criticidad y FMECA para mejorar la confiabilidad y el retorno económico en una planta del sector cosmético

Jhonnatan Alexander Duque Estupiñán

CARRERA 62#14-75

Email: jduquee@ucentral.edu.co

Bogotá, D.C. – Colombia

Resumen

Se presenta un modelo aplicado para optimizar el mantenimiento basado en criticidad en Cosméticos Ana María S.A.S. A partir de un diagnóstico y de una taxonomía técnica de activos se priorizaron equipos críticos mediante FMECA y RCM. Se desarrolló un caso piloto con un plan de mantenimiento optimizado y seguimiento por indicadores. Los resultados proyectan mejoras en confiabilidad y disponibilidad, con una reducción del 30% en pérdidas operativas y un retorno económico favorable. El presente trabajo corresponde al proyecto de grado desarrollado para optar al título de Especialista en Gerencia de Mantenimiento y Gestión de Activos Físicos.

programadas, los costos de reproceso de operación y el riesgo de interrupciones en la continuidad del negocio. Adicionalmente, la empresa carece de un sistema formal para gestionar y analizar información de fallas (CMMS); esta debilidad impide identificar patrones, establecer prioridades en la asignación de recursos y definir acciones de mejora sostenibles.

En consecuencia, el área de mantenimiento aún no tiene manera de demostrar de manera tangible su impacto en la eficiencia operativa, la reducción de costos, el cumplimiento normativo y la competitividad de la organización, lo que representa una brecha estratégica frente a las metas de calidad, innovación y crecimiento de la empresa.

1. Planteamiento del problema

En la actualidad, el área de mantenimiento de la empresa Productos de Belleza Ana María S.A.S. cuenta únicamente con una programación básica de actividades de mantenimiento preventivas que no responde por completo a un plan estratégico de gestión de activos (PEGA). Esta situación limita la capacidad de garantizar la confiabilidad y disponibilidad de los activos críticos, ya que no se consideran parámetros esenciales como la criticidad basada en fallas, tiempos de intervención, disponibilidad de repuestos estratégicos ni la planificación presupuestal alineada a la estrategia corporativa.

La ausencia de un plan estructurado, integral y medible ocasiona que el mantenimiento se ejecute de forma predominantemente reactiva, lo que incrementa la frecuencia de fallas no

2. Marco teórico

La gestión de activos busca asegurar que los equipos generen valor para la organización durante todo su ciclo de vida, equilibrando desempeño, riesgo y costo. La norma ISO 55001 proporciona el marco para alinear las decisiones de mantenimiento con los objetivos de las compañías, promoviendo una gestión estructurada y orientada a resultados.

Para lograrlo, es indispensable contar con información técnica organizada y confiable. En este sentido, la estructuración de una taxonomía de activos, apoyada en los lineamientos de la ISO 14224, permite ordenar los equipos, analizar su comportamiento y facilitar la aplicación de metodologías de confiabilidad, evitando



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



decisiones basadas únicamente en la experiencia o la reacción ante fallas.

El mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) establece un enfoque práctico para definir qué tareas de mantenimiento son realmente necesarias, priorizando los activos y modos de falla de mayor impacto. Herramientas como el FMECA complementan este enfoque al permitir identificar y priorizar fallas según su riesgo, orientando las acciones hacia la reducción de recurrencia y de tiempos de indisponibilidad.

Finalmente, el uso de indicadores de desempeño y el análisis económico permiten evaluar el efecto real de las decisiones de mantenimiento sobre la operación y los costos, reforzando la gestión de activos como un proceso estratégico y no solo operativo.

3. Metodología

La metodología desarrollada integra herramientas reconocidas de gestión de activos orientado a la toma de decisiones basada en riesgo y datos reales, evitando aplicaciones extensivas que no generan valor operativo.

Se realizó un diagnóstico inicial del mantenimiento frente a criterios de clase mundial (26%), identificando un nivel básico de madurez, basado en la matriz de clase mundial de mantenimiento en el cual se evidencia una alta dependencia del mantenimiento reactivo, un nivel básico en la planeación, mejoramiento continuo, datos históricos de fallas y ausencia de indicadores consolidados.

Se diseñó una taxonomía técnica alineada con ISO 14224 e ISO 55001, estructurando los activos desde nivel planta hasta componentes y repuestos críticos, permitiendo trazabilidad,

análisis de fallas y soporte para metodologías de confiabilidad [1], [2].

Con la información organizada de datos por fallas, se aplicó un análisis de Pareto para identificar los equipos con mayor impacto, validando los resultados mediante la técnica Jackknife para asegurar consistencia estadística y cuáles son los activos más críticos y que generan un mayor impacto [5], [7].

Se seleccionó el equipo CMP01 como caso piloto y se aplicó un análisis FMECA para identificar modos de falla, evaluar su riesgo y priorizar acciones técnicas mediante el RPN, siguiendo criterios RCM [3], [4].

Con base en los resultados se diseñó un PMO integrando mantenimiento preventivo especializado, predictivo y correctivo planificado, priorizando acciones que controlan los modos de falla críticos y evitan actividades sin valor agregado [3], [7].

Se definieron indicadores de desempeño (MTTR, CMP, DO, IC, IGRC y RCPR) y se realizó un análisis económico para evaluar el impacto financiero del modelo, integrando desempeño técnico y costo a lo largo del ciclo de vida del activo [1], [8].

4. Resultados

El análisis permitió identificar que un grupo reducido de equipos concentra la mayor parte de los eventos de falla, siendo CMP01 el activo de mayor impacto productivo (fig. 1).



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia

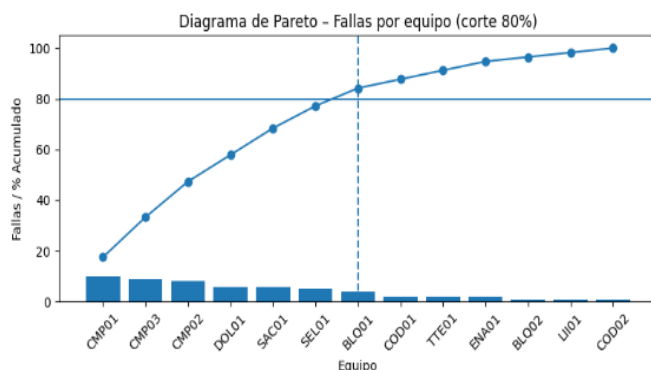


fig 1. Análisis Pareto basado en data de fallas

El 80% de las fallas se concentran en 6 equipos:

1. CMP01 (10 fallas 17,5%)
2. CMP03 (9 fallas 15,8%)
3. CMP02 (8 fallas 14%)
4. DOL01 (6 fallas 11%)
5. SAC01 (6 fallas 11%)
6. SEL01 (5 fallas 9,8%)

El diagrama de Pareto evidenció que un grupo reducido de equipos concentra la mayor recurrencia de fallas, destacándose CMP01, CMP03, CMP02, DOL01, SAC01 y SEL01 como los activos con mayor número de eventos. Estos equipos representan aproximadamente el 80% de las fallas registradas, justificando su clasificación como activos críticos desde el punto de vista de frecuencia. A partir de ahí, el **20% restante** está repartido entre 7 equipos con baja incidencia.

Adicionalmente, se realizó un análisis mediante el método **Jackknife** con el propósito de identificar los equipos que generan mayor impacto sobre la operación. A diferencia del análisis de Pareto, que se enfoca principalmente en la frecuencia de fallas, el método Jackknife incorpora el tiempo medio de reparación (MTTR), permitiendo evaluar no solo cuántas veces falla un equipo, sino también cuánto tiempo permanece fuera de servicio. Este

enfoque proporciona una visión más completa del impacto operacional de las fallas, facilitando la priorización técnica de los activos que requieren mayor atención. De esta manera, el análisis Jackknife permite orientar los esfuerzos de mantenimiento hacia la reducción simultánea de la recurrencia de fallas y de los tiempos de intervención, mejorando la disponibilidad y la confiabilidad de los equipos críticos. (Fig. 2). Este método es replicable también para realizar el análisis de partes, repuestos y sistemas críticos.



fig 2. Diagrama JACKKNIFE clasificación de equipos críticos

El gráfico confirma que CMP01 se mantiene como el equipo más crítico, ya que combina una alta frecuencia de fallas con tiempos elevados de reparación, generando un impacto significativo en la operación. De igual forma, SAC01 evidencia que, aunque presenta menor recurrencia de fallas, sus altos tiempos de reparación incrementan la indisponibilidad, principalmente por la falta de repuestos en inventario, lo que justifica priorizar acciones para reducir los tiempos de intervención en este equipo.

El análisis FMECA (tabla. I) evidenció que los principales riesgos del equipo se concentran en fallas mecánicas, neumáticas, vibración estructural y Sensórica, lo que permitió priorizar



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



TABLA FMECA										
Componente	Modo de falla	Síntoma observado	Parte afectada	Efecto en el proceso	S	O	D	RPN	Controles actuales	Acciones recomendadas (prioridad por RPN)
Punzón / plato	Desalineación / desgaste	Rebabas, fracturas, variación de	Conjunto punzón-plato-guías	Scrap alto y paradas por ajuste	8	7	6	336	Inspección visual al cambio de formato	Alineación con galgas, control de torque, plan de recambio por horas, monitoreo de desgaste
Motorreductor	Sobrecalentamiento / daños en rodamientos	Ruido, vibración, pérdida de sincronía	Tren motor	Paro no programado y pérdida de sincronía	9	5	5	225	Termomarcadores puntuales	Análisis de vibración, termografía, relubricación por condición, stock crítico de rodamiento
Lubricación de guías	Insuficiente / contaminada	Marcas, juego excesivo	Guías y bujes	Deriva de calibración y defectos repetitivos	7	6	6	252	Engrase periódico	Lubricación centralizada, indicadores de caudal, estandarizar tipo de grasa y frecuencias
Sensor de posición	Intermitencia / fallo	Desincronía del ciclo, rechazos	Sensórica de ciclo	Producto fuera de especificación y micropequeños	7	6	5	210	Revisión en PM	Estandarizar referencia IP67, blindaje de cables, prueba funcional al inicio de turno
Vibración estructural	Alojamiento tornillería	Desajustes recurrentes	Bastidor y conjuntos	Deriva en parámetros de compactado	6	6	6	216	Reapriete ocasional	Plan de torque con marcadores, arandelas Nord-Lock, línea base de aceleración
Neumática (cilindros/sellos)	Fugas / pérdida de presión	Ciclos incompletos, lentitud	Actuadores y válvulas	Variedad de ciclo y calidad	6	5	6	180	Reparaciones correctivas	Pruebas de estanqueidad, kits de sellos por horas, secador y filtración clase adecuada
Moldes / platos	Desalineación	Variación de altura / roturas	Conjunto molde-plato	Aumento de scrap y retrabajos	6	5	5	200	Centrado manual	Pasadores de centrado, topes mecánicos, checklist de set-up con mediciones
Tolva / alimentación	Ostrucción por finos	Vacíos de material, peso inestable	Tolva y ductos	No conformidades por peso	7	6	4	168	Limpeza al final de turno	Tratamiento de finos, vibrador/trampebvedas, control de humedad del polvo
Variador de frecuencia	Parámetros erróneos	Velocidad inconsistente	Accionamiento	Pérdida de sincronía del ciclo	7	4	5	140	Parámetros por defecto	Recetas bloqueadas, backup de parámetros, filtros EMC
Tablero / guardamotor	Disparo por sobrecorriente	Paro súbito	Circuito de potencia	Interrupción del lote en curso	6	4	4	96	Termomagnéticos estándar	Coordinación selectiva, relés térmicos calibrados, registro de disparos y causas raíz

	250 -300
	200 -249
	150-199
	100- 149

Tabla I. Análisis FMECA

Plan de Mantenimiento Especializado – CMP01					
Tipo de actividad	Componente / Sistema	Tarea específica	Frecuencia	Responsable	Repuestos / Servicios asociados
Preventivo	Punzones / Plato	Alineación, inspección de desgaste, ajuste de guías	Bimestral	Equipo técnico	—
Preventivo	Sistema neumático	Revisión de cilindros, ventosas, generador de vacío; pruebas de estanqueidad	Bimestral	Equipo técnico	ID 001, 002, 003, 004, 006, 008
Preventivo	Sensórica	Limpeza, verificación de distancias y respuesta	Bimestral	Equipo técnico	ID 006, 013
Preventivo	Estructura / Bastidor	Reapriete con torquímetro; verificación de vibración	Bimestral	Equipo técnico	Servicio ID 002
Preventivo	Bandas y rodamientos	Inspección y lubricación controlada	Bimestral	Equipo técnico	ID 009
Predictivo	Motorreductor	Termografía	Semestral	Servicio externo	Servicio ID 001
Predictivo	Estructura	Análisis de vibración	Trimestral	Servicio externo	Servicio ID 004
Predictivo	Unidades mecánicas	Control de torque estructural	Bimestral	Equipo técnico	Servicio ID 002
Predictivo	PLC / Control	Revisión de parámetros y recetas	Anual	Servicio externo	Servicio ID 003
Correctivo planificado	Neumática	Cambio de kits y empaques según vida útil	12-24-36 meses	Equipo técnico	ID 001, 002, 011, 014, 016, 017
Correctivo planificado	Sensórica	Reemplazo de sensores	12-24 meses	Equipo técnico	ID 006, 013
Correctivo planificado	Estructura	Ajustes por vibración o desalineación	Según condición	Equipo técnico	—

Tabla II. Plan Mantenimiento

acciones de mantenimiento específicas orientadas a controlar estos modos de falla (RCM).

Con base en estos resultados, se definió un plan de mantenimiento especializado para cada falla crítica (tabla II.), enfocado en reducir su recurrencia y en establecer un stock básico de repuestos que permita disminuir los tiempos de intervención. Con base en la información técnica de los repuestos críticos, sus modos de falla y las frecuencias de intervención definidas

a partir del FMECA, se estructuró el plan de mantenimiento especializado del equipo CMP01, presentado en la (tabla II). Dicho plan clasifica las actividades según el tipo de mantenimiento a aplicar (preventivo, predictivo y correctivo planificado), el componente o sistema a intervenir, la tarea específica a ejecutar y la frecuencia recomendada. Asimismo, se identifican los responsables de cada actividad y los repuestos o servicios asociados, referenciados mediante los ID establecidos.



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



El dashboard consolidado del equipo CMP01 evidenció niveles críticos y de alerta en MTTR (hrs), CMP, disponibilidad y gestión de repuestos, confirmando brechas operativas significativas (Fig. 3).

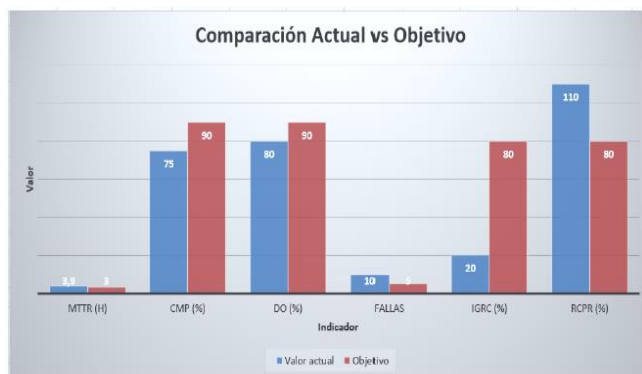


Fig. 3. Dashboard de indicadores del equipo crítico CMP01 reales vs objetivo

- El MTTR se ubica por encima del parámetro establecido (3.0 h), lo que indica que las intervenciones correctivas aún requieren tiempos prolongados de reparación.
- El cumplimiento del mantenimiento programado se encuentra por debajo de la meta (90%), lo que evidencia brechas en la ejecución del plan preventivo y predictivo.
- El equipo presenta una frecuencia de fallas elevada (10) en el período evaluado, superando ampliamente la meta de 5 fallas, esta condición confirma las tendencias identificadas en el análisis Pareto y en la técnica Jackknife, donde CMP01 se clasificó reiteradamente como uno de los equipos con mayor impacto en la operación
- El indicador de gestión de repuestos críticos se encuentra en un nivel bajo, reflejando que solo el 30% de los repuestos que se necesitan para una atención inmediata están disponibles en inventario. Este resultado representa un riesgo significativo, ya que la falta de repuestos obliga a extender tiempos de reparación, improvisar

soluciones o postergar intervenciones preventivas.

El análisis financiero realizado muestra con claridad que la empresa. está asumiendo un costo cercano a \$3.060 millones al año como resultado de fallas, tiempos de intervención prolongados y paradas no programadas (tabla III). Dentro de este escenario, la compactadora (CMP01) es especialmente representativa, ya que por sí sola genera pérdidas superiores a \$525 millones, lo que confirma su papel crítico dentro del proceso productivo.

Frente a esta situación, la propuesta de implementar un modelo de mantenimiento basado en criticidad busca reducir en un 30% el impacto económico asociado a estas fallas. De lograrse esta meta, la empresa podría obtener un ahorro anual aproximado de \$918 millones. Al comparar este valor con la inversión necesaria para poner en marcha el proyecto que incluye la implementación del CMMS, la mano de obra especializada, la capacitación del personal y la adquisición de repuestos críticos, por un total de \$450 millones, se obtiene un beneficio neto de \$468 millones, lo que demuestra que la iniciativa es financieramente conveniente

El cálculo del ROI (1,04) (tabla IV) confirma que la inversión no solo se recupera, sino que además genera un retorno superior al costo inicial. A esto se suma un payback de 5,88 meses, que evidencia que la empresa recuperaría la inversión en menos



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



Total, pérdida anual	\$	3.060.015.000
Reducción objetivo (30%)		0,3
Ahorro	\$	918.004.500
costo proyecto (CMMS, Mano de Obra, capacitación y repuestos)	\$	450.000.000
Beneficio neto	\$	468.004.500
ROI		1.04001
Pay back		0,490
Retorno en meses		5,88
perdida proyectada después del proyecto x año	\$	2.592.010.500
Ahorro neto después de la inversión	\$	468.004.500

Tabla III. Tabla de cálculo de perdidas CMP01

Etiquetas de fila	Suma de TIEMPO INTERVENCION	Und/Hora	Valor/Und	valor Perdida
BOMBA DE LIQUIDOS	175	300	\$ 500	\$ 26.250.000
CODIFICADORA DOMINO A 320 I	210	1680	\$ 30	\$ 8.820.000
CODIFICADORA DOMINO AX150I 2	600	1800	\$ 30	\$ 9.450.000
COMPACTADORA CAVALLA	860	1680	\$ 2.000	\$ 588.000.000
COMPACTADORA KEMWALL (1)	2266	1500	\$ 2.000	\$ 525.000.000
COMPACTADORA KEMWALL (2)	385	1680	\$ 2.000	\$ 588.000.000
DOSIFICADORA DE CREMAS KALIX	40	1200	\$ 700	\$ 147.000.000
DOSIFICADORA DE LÍQUIDOS JVH	240	960	\$ 700	\$ 117.600.000
DOSIFICADORA DE OLEOSOS JVH	990	1200	\$ 700	\$ 147.000.000
ENCARTONADORA	295	1500	\$ 270	\$ 70.875.000
MICROPULVERIZADOR 1SH	45	100	\$ 1.200	\$ 21.000.000
SACHETeadora TEDMAQ	4025	1920	\$ 120	\$ 40.320.000
SELLADORA SEMIAUTOMARICA GGM	220	960	\$ 2.000	\$ 336.000.000
SELLADORAS DE TUBOS COLAPSIBLES	560	840	\$ 1.700	\$ 249.900.000
TUNEL DE TERMOENCOGIDO VERPACK	420	960	\$ 1.100	\$ 184.800.000
Total general	11331	18280	\$ 15.050	\$ 3.060.015.000

Tabla IV. Calculo ROI y PAYBACK del proyecto

de medio año, un tiempo muy favorable para este tipo de proyectos. [1], [9].

5. Discusión técnica

Los resultados del proyecto confirman que la mejora del mantenimiento no depende de aplicar herramientas de forma aislada, sino de integrarlas dentro de un enfoque práctico de gestión de activos, ajustado a la realidad operativa de la planta. El valor del trabajo no está en la novedad de las metodologías, sino en la forma en que se articulan para apoyar la toma de decisiones técnicas.

El análisis de criticidad mediante Pareto permitió identificar los equipos con mayor

recurrencia de fallas, evidenciando que un número reducido de activos concentra la mayoría de los eventos. Sin embargo, este análisis por sí solo no refleja el impacto real sobre la operación, ya que no considera el tiempo que los equipos permanecen fuera de servicio. Por esta razón, se complementó con el método Jackknife, el cual incorpora el MTTR y permite evaluar de manera conjunta la frecuencia de fallas y la indisponibilidad generada.

La combinación de ambos análisis permitió priorizar de forma más confiable los activos críticos, confirmando que el equipo CMP01 genera el mayor impacto operacional al presentar tanto alta frecuencia de fallas como tiempos elevados de reparación. Asimismo, se evidenció



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



que equipos como SAC01, aunque fallan con menor frecuencia, generan alta indisponibilidad debido a largos tiempos de intervención, principalmente asociados a la falta de repuestos críticos, lo que justifica enfocar acciones para reducir estos tiempos.

Un aspecto clave del proyecto fue la definición de una taxonomía técnica de activos, que permitió organizar la información histórica y asegurar la trazabilidad de fallas. Esta estructura fue fundamental para aplicar de forma consistente el análisis de criticidad, el FMECA y la definición del plan de mantenimiento, evitando decisiones basadas únicamente en experiencia o reacción ante fallas.

El análisis FMECA aplicado al equipo CMP01 permitió identificar que los principales riesgos se concentran en fallas mecánicas, neumáticas, de vibración estructural y Sensórica. A partir de estos resultados, se definió un plan de mantenimiento especializado que integra actividades preventivas, predictivas y correctivas planificadas, orientadas a reducir la recurrencia de fallas y a disminuir los tiempos de intervención mediante tareas estandarizadas y un stock básico de repuestos.

Desde el enfoque de gestión de activos, el modelo desarrollado se alinea con los principios de la ISO 55001 al integrar criterios de riesgo, desempeño y costo en la toma de decisiones. La incorporación de indicadores de desempeño y del análisis económico permitió demostrar que mejorar la confiabilidad no solo impacta la operación, sino que también genera valor económico medible. El uso del equipo CMP01 como caso piloto demuestra que el enfoque es replicable y puede ser escalado progresivamente a otros equipos críticos de la planta.

6. Conclusiones

- El análisis inicial evidenció que el mantenimiento opera en un nivel básico de madurez, con un desempeño del 26% frente a los estándares de clase mundial, lo que confirma una estructura reactiva, sin criterios formales de gestión de activos y con ausencia de procesos de planeación, priorización, seguimiento e indicadores, situación que afecta directamente la disponibilidad, los costos y la confiabilidad de los equipos críticos.
- La falta de un modelo sólido de mantenimiento estratégico, sumada a la ausencia de datos consolidados, criticidad y un sistema CMMS, ocasiona que los recursos se utilicen de manera ineficiente, incrementando las fallas, las paradas no programadas y los costos ocultos, generando un impacto negativo en la productividad y en la capacidad de cumplir con la demanda de forma estable y predecible.
- El proyecto demostró que la implementación de un mantenimiento basado en criticidad permite alinear la gestión de los activos con los objetivos corporativos, reducir riesgos operativos y establecer bases técnicas y administrativas para la mejora continua, convirtiéndose en un modelo aplicable para todos los equipos de alto impacto de la planta
- El análisis integrado de Pareto y Jackknife permitió validar, con rigor estadístico, que CMP01 y otros seis equipos concentran el 80% de los eventos de falla, confirmando objetivamente cuáles activos requieren intervención prioritaria y justificando la aplicación del modelo de mantenimiento sobre los equipos de mayor impacto operacional.
- El FMECA aplicado a CMP01 permitió identificar modos de falla de alta severidad y recurrencia, revelando que la desalineación de punzones, las fallas neumáticas, la vibración



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



estructural y los problemas de Sensórica representan los principales riesgos; este análisis permitió establecer priorizaciones técnicas basadas en RPN, tal como exige SAE JA1011/1012 para un modelo de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM).

- El plan estructurado para CMP01 integra actividades preventivas, predictivas y correctivas basadas en condiciones reales del equipo, lo que constituye un modelo técnico completamente replicable para los demás activos críticos y garantiza intervenciones más oportunas, mayor control de parámetros operativos y una reducción progresiva de fallas.

- La definición de repuestos críticos, frecuencias de recambio y servicios externos consolida una estructura presupuestal alineada con ISO 55001, que evita la improvisación, reduce tiempos de parada por falta de insumos y permite proyectar inversiones con criterios de confiabilidad y riesgo.

- Los KPIs seleccionados (MTTR, CMP, DO, IC, IGRC y RCPR) permiten monitorear la efectividad del plan de mantenimiento, medir la confiabilidad del equipo crítico y establecer alertas tempranas para la toma de decisiones, consolidándose como herramientas indispensables para la gestión moderna de activos.

- El análisis económico confirmó que el proyecto es totalmente viable, con un ROI de 1,04 y un payback de 5,88 meses, demostrando que la inversión se recupera en menos de medio año y que la reducción proyectada del 30% en pérdidas operativas generará ahorros sostenidos superiores a \$468 millones anuales.

- El desarrollo de este modelo permitió transformar un sistema de mantenimiento reactivo en una estructura técnica estratégica basada en criticidad, datos y análisis de

confiabilidad; al aplicarse progresivamente en toda la planta, este proyecto se convierte en la base para un Plan Estratégico de Gestión de Activos (PEGA) robusto, medible y alineado con los objetivos corporativos, garantizando una operación más confiable, rentable y sostenible para la organización.

7. Referencias técnicas

[1] International Organization for Standardization, *ISO 55001:2014 – Asset management – Management systems – Requirements*, ISO, Geneva, 2014.

[2] International Organization for Standardization, *ISO 14224:2016 – Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment*, ISO, Geneva, 2016.

[3] SAE International, *SAE JA1011: Evaluation Criteria for Reliability-Centered Maintenance (RCM) Processes*, SAE International, 2009.

[4] SAE International, *SAE JA1012: A Guide to the Reliability-Centered Maintenance (RCM) Standard*, SAE International, 2011.

[5] National Aeronautics and Space Administration (NASA), *Reliability-Centered Maintenance Guide for Facilities and Collateral Equipment*, NASA/FD-2000-06-001, Washington D.C., 2000.

[6] J. Moubray, *Reliability-Centered Maintenance*, 2nd ed., Industrial Press Inc., New York, 1997.

[7] R. K. Mobley, *An Introduction to Predictive Maintenance*, 2nd ed., Butterworth-Heinemann, Oxford, 2002.

[8] E. J. Kelly, *Maintenance Planning and Control*, Butterworth-Heinemann, Oxford, 2006.

[9] B. S. Dhillon, *Engineering Maintenance: A Modern Approach*, CRC Press, Boca Raton, 2002.



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



Jhonnatan Alexander Duque Estupiñán

Ingeniero Mecatrónico, candidato a especialista en Gerencia de Mantenimiento y Gestión de Activos de la Universidad Central. Cuenta con más de seis años de experiencia liderando áreas de mantenimiento industrial. Actualmente se desempeña como Jefe de Mantenimiento en Productos de Belleza Ana María S.A.S., donde ha sido responsable del diseño e implementación de planes de mantenimiento basados en criticidad, así como de la gestión técnica y documental de los activos físicos. Posee experiencia en la aplicación de metodologías RCM y FMECA, definición y seguimiento de indicadores de desempeño (KPIs), gestión de repuestos críticos y desarrollo de proyectos de mejora orientados a la confiabilidad operacional.

Jhonnatan Alexander Duque Estupiñán

Cel:3107728513

Bogotá -Colombia