



28° CONGRESO INTERNACIONAL DE
MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS



EXPO
MANTENER
2026



Fortalecimiento de Confiabilidad en Equipos Industriales Mediante la Integración del FMEA y el Análisis Cuantitativo de Confiabilidad

Ronald Camilo Burbano – Fernando Guevara Carazas – Carmen Elena Patiño

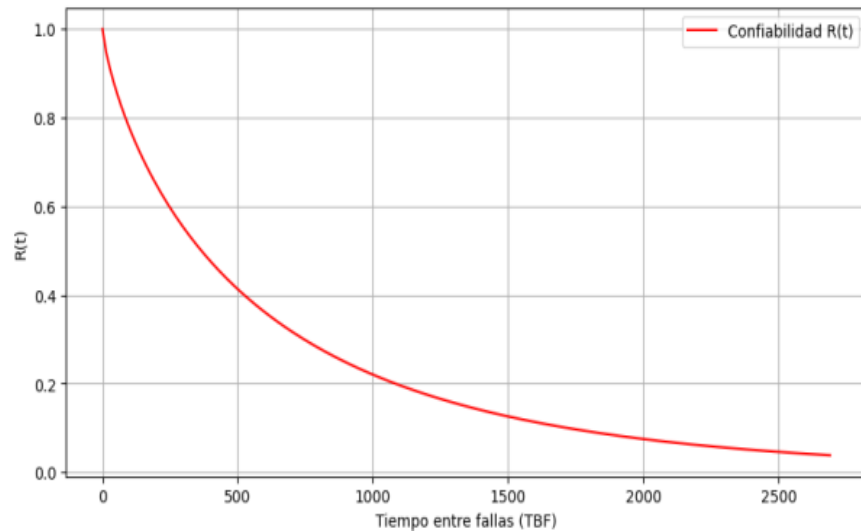
23 de Abril de 2026

22 | 23 | 24 | **ABRIL**

1. PROBLEMA

- 1 Alta criticidad de equipos industriales
- 2 Complejidad de sistemas
- 3 Alto impacto
Producción, Calidad, Seguridad, Costos.
- 4 Fallas multivariables
- 5 Manejo de enfoques de gestión de mantenimiento

2. BRECHA



Análisis estadístico



Toma de decisiones

¿Cómo cuantificar el impacto de las acciones?

3. PROPUESTA

Evaluar y plantear una estrategia de fortalecimiento de la confiabilidad de un equipo industrial mediante la integración del análisis estadístico confiabilidad y fallas basado en el análisis de Weibull y el FMEA, con el fin de identificar modos de falla críticos, proponer acciones objetivas de mejora en el mantenimiento y validar su impacto a través de la simulación de escenarios operativos.

Weibull + FMEA + Simulación

Identificar la condición

Comportamiento de la confiabilidad

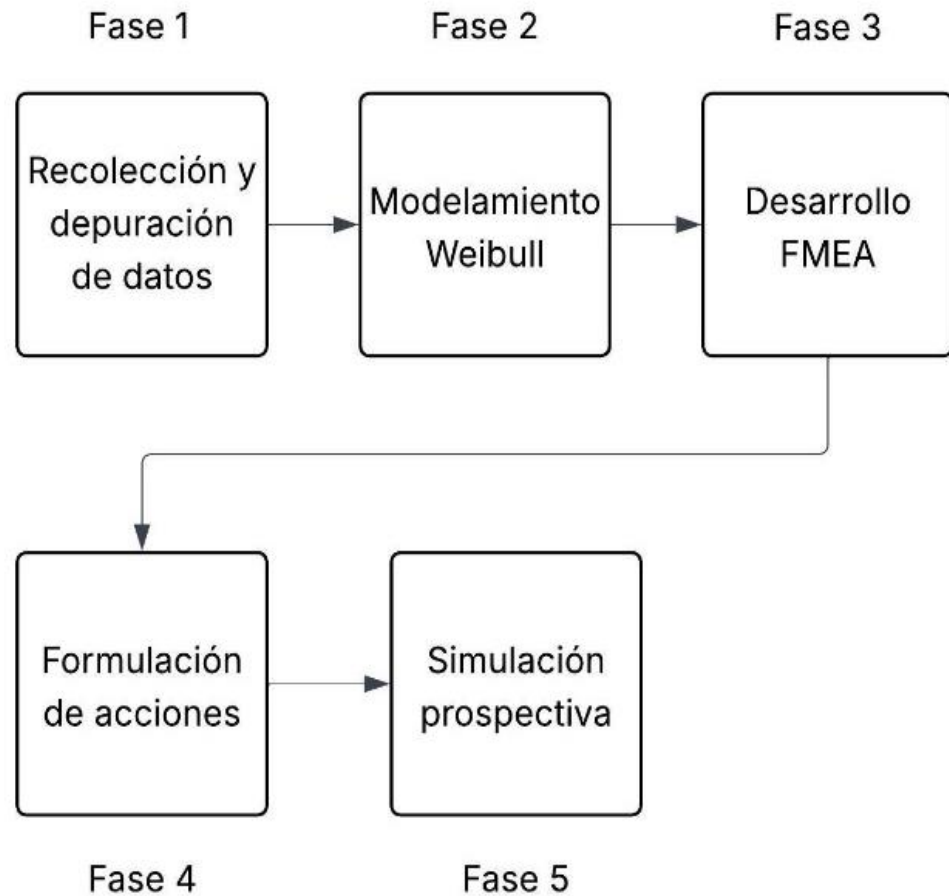
Definir acciones enfocadas

Enfoque del riesgo

Optimización de decisiones

Cuantificar impacto en confiabilidad

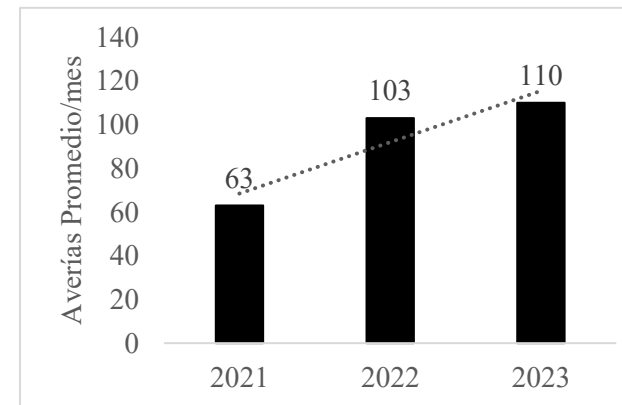
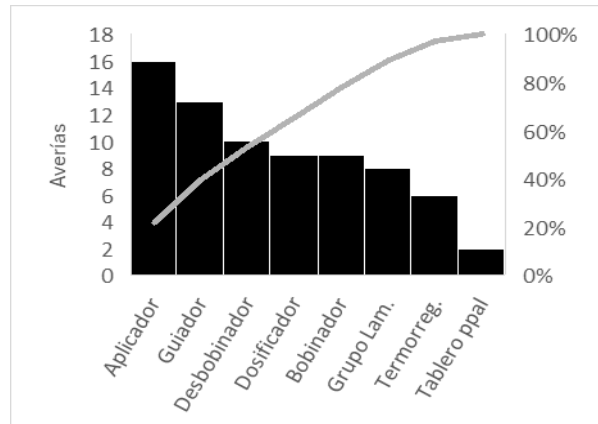
Comparación de escenarios



4. METODOLOGÍA

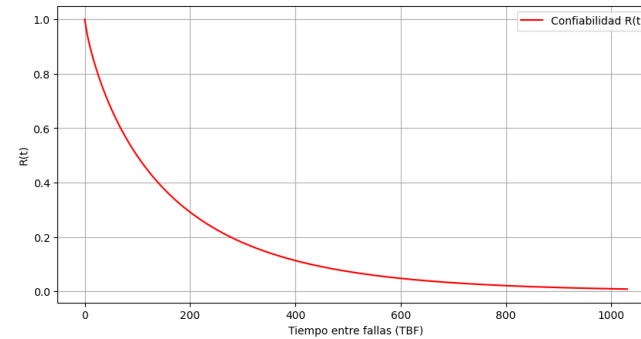
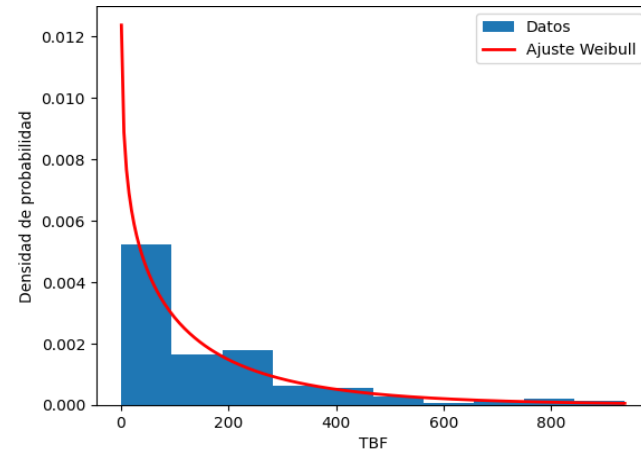
5. CASO DE ESTUDIO

- **Máquina:** Laminadora de película polimérica
- **Datos:** 3 años en datos de fallas
- **Sistema crítico:** Aplicador de adhesivo



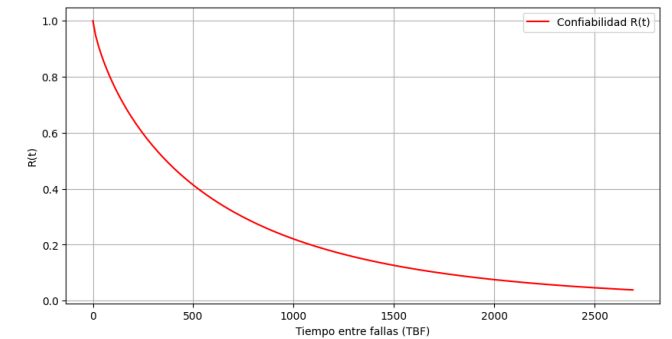
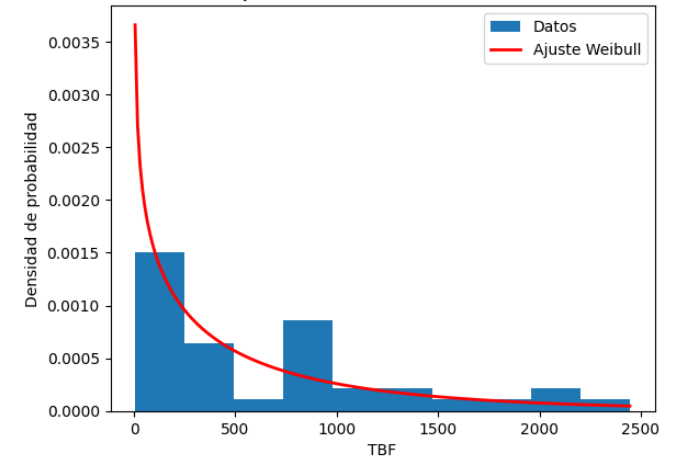
7. RESULTADOS

Weibull



Máquina General

$KS = 0.0540$
 $P\text{-value} = 0.7489$
 $R(24) = 80,54\%$
 $R(128) = 65.61\%$



Sistema Crítico

$KS = 0.1541$
 $P\text{-value} = 0.2959$
 $R(24) = 91.95\%$
 $R(128) = 68.42\%$

7. RESULTADOS

Weibull

Tasa de falla ligeramente decreciente y un comportamiento predominantemente aleatorio, sin evidencia de desgaste progresivo. Eventos post mantenimiento preventivo que generan una leve mortalidad infantil recurrente, manteniendo el parámetro β ligeramente inferior a la unidad, fenómeno asociado al reinicio parcial del ciclo de vida tras cada intervención

$$\beta = 0.82$$

Máquina General

$$\beta = 0.77$$

Aplicador

7. RESULTADOS

Weibull



Reemplazos por edad



Fortalecimiento de inspecciones postmantenimiento



Verificación técnica en puesta en servicio



Monitoreo por condición

7. RESULTADOS

FMEA

- 38 modos de falla
- NPR hasta 216
- Umbral: NPR > 60
- Hallazgo: concentración en subsistema R3

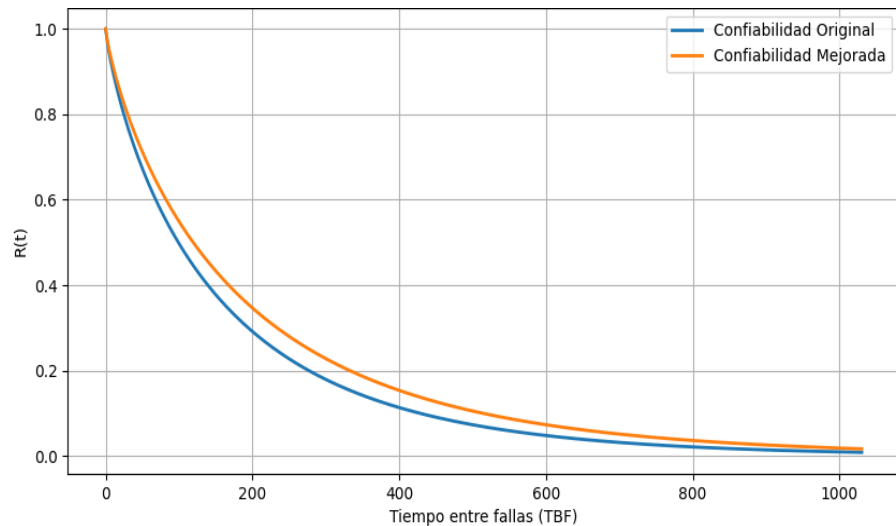
Color	Riesgo de falla	Rango NPR	Acción
Rojo	Alto	>500	Si
Naranja	Medio	125-500	Si
Amarillo	Bajo	60-125	Si
Verde	Muy bajo	12-60.	No
Verde claro	Incipiente	<12	No

El riesgo no está distribuido, está
concentrado en un subsistema crítico.

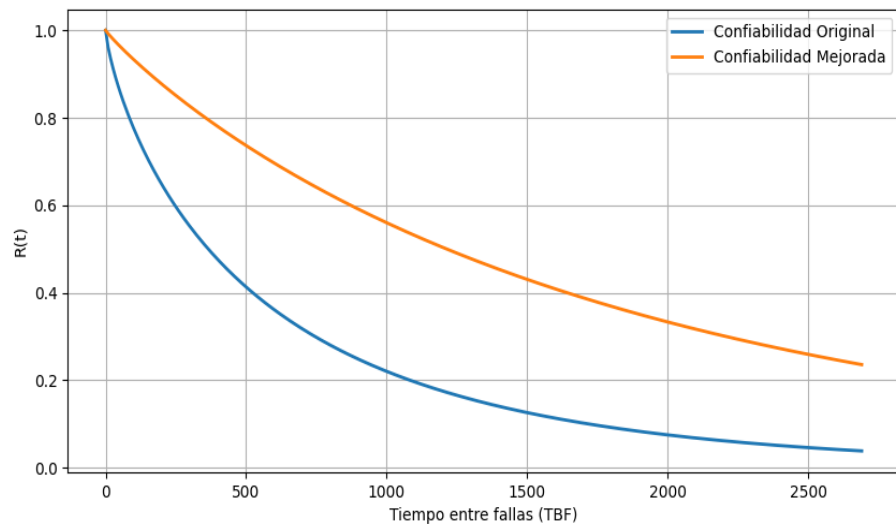
7. RESULTADOS

FMEA

- **Mantenimiento preventivo**
- **Predictivo**
- **Estandarización de proceso**
- **Inspecciones post-mantenimiento**
- **Verificación en puesta en marcha**



Comparación de la confiabilidad - Máquina



Comparación de la confiabilidad - Aplicador

8. SIMULACIÓN

	Máquina		Sistema Aplicador	
	Original	Mejorada	Original	Mejorada
β	0,82	0,82	0,78	0,92
η	155,11	186,55	586,51	1805,98
MTBF (h)	172,74	207,46	680,16	1875,07
Disponibilidad	99,33%	99,42%	99,82%	99,91%
R(24 h)	80,53%	83,08%	91,95%	98,16%
R(168 h)	34,38%	39,95%	68,42%	89,43%

No solo mejora el desempeño, también cambia el comportamiento estadístico del sistema

$\beta \approx 1 \rightarrow$ Sistema más estable y controlado

9. CONCLUSIONES

- La integración Weibull–FMEA permite cuantificar el impacto real de la gestión del mantenimiento.
- Las acciones no solo mejoran indicadores, modifican el comportamiento de falla
- El enfoque permite cuantificar mejoras (Pre-Post), analizar viabilidades de planes de acción y facilitar la toma de decisiones
- Enfoque reproducible y metodología replicable orientada a decisiones estratégicas
- Convertir análisis técnico en decisiones con impacto medible

10. Referencias

- [1] MORCHEM, *Problemas y Soluciones en Laminación*. 2016.
- [2] S. Farris, “Main Manufacturing Processes Food Packaging Materials,” in *Reference Module in Food Science*, 2016.
- [3] J. Huang, J.-X. You, H.-C. Liu, and M.-S. Song, “Failure mode and effect analysis improvement: A systematic literature review and future research agenda,” *Reliab. Eng. Syst. Saf.*, vol. 199, 2020.
- [4] H. Garg and M. Ram, “Reliability Management and Engineering: Challenges and Future Trends,” *CRC Press*, 2020.
- [5] R. Mobley, *Maintenance Engineering Handbook*, 8th ed. McGraw-Hill., 2014.
- [6] J. McCool, *Using the Weibull Distribution cover image Using the Weibull Distribution: Reliability, Modeling, and Inference*. McCool (Ed.), 2012.
- [7] T. O. Alamri and J. P. T. Mo, “Optimisation of Preventive Maintenance Regime Based on Failure Mode System Modelling Considering Reliability,” *Arab. J. Sci. Eng.*, pp. 3455–3477, Mar. 2023.
- [8] J. Mesarosova *et al.*, “Improving the level of predictive maintenance maturity matrix in industrial enterprise,” *Acta Logistica*, vol. 9, pp. 183–193, Jun. 2022.
- [9] S. Kumar, T. Bhatkulkar, and P. Kane, “FMEA and FTA of coal handling system of power plant,” *Mater. Today Proc.*, vol. 90, pp. 197–200, Jan. 2023.
- [10] H. Bazargan, *Reliability Engineering Theory and Practice*. 2023.
- [11] M. Conti and S. Orcioni, “Modeling of failure probability for reliability and component reuse of electric and electronic equipment,” *Energies (Basel)*, vol. 13, no. 11, Jun. 2020, doi: 10.3390/en13112843.

¡Gracias!