

CAPITULO 1

¿ Por qué el Mantenimiento es un Centro de Ingresos?

1.1. La evolución organizacional del mantenimiento

Hasta la década de 1 980 la industria de la mayoría de los países occidentales tenía un objetivo bien definido: obtener el máximo de rentabilidad para una inversión dada. Sin embargo, con la penetración de la industria oriental en el mercado occidental, el consumidor pasó a ser considerado un elemento importante en las adquisiciones, o sea, exigir la calidad de los productos y los servicios suministrados, y esta demanda hizo que las empresas considerasen este factor, “calidad”, como una necesidad para mantenerse competitivas, especialmente en el mercado internacional.

Esta exigencia no se debe atribuir exclusivamente a los asiáticos, ya que en 1975, la Organización de las Naciones Unidas definía a la actividad final de cualquier entidad organizada como $\text{Producción} = \text{Operación} + \text{Mantenimiento}^{(1)}$, donde al segundo factor de este binomio, pueden ser atribuidas las siguientes responsabilidades:

- Reducción del tiempo de paralización de los equipos que afectan la operación;
- Reparación, en tiempo oportuno, de los daños que reducen el potencial de ejecución de los servicios;
- Garantía de funcionamiento de las instalaciones, de manera que los productos o servicios satisfagan criterios establecidos por el control de la calidad y estándares preestablecidos.

La historia del mantenimiento acompaña el desarrollo técnico industrial de la humanidad. A fines del siglo XIX, con la mecanización de las industrias, surgió la necesidad de las primeras reparaciones. Hasta 1914, el mantenimiento tenía importancia secundaria y era ejecutado por el mismo grupo de operación.

Con la llegada de la Primera Guerra Mundial y con la implantación de la producción en serie, instituida por Ford⁽²⁾, las fábricas pasaron a establecer programas mínimos de producción y como consecuencia de esto, sintieron la necesidad de formar equipos que pudiesen efectuar reparaciones en máquinas en servicio en el menor tiempo posible. Así surgió un órgano subordinado a la operación, cuyo objetivo básico era la ejecución del mantenimiento, hoy conocido como “Mantenimiento Correctivo”. De este modo, los organigramas de las empresas presentaban la posición del mantenimiento como indica la Figura 1.

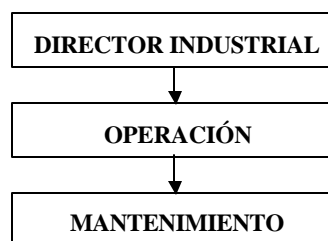


Figura 1 - Posición del Mantenimiento hasta la década de 1 930

Esta situación se mantuvo hasta la década de 1930, cuando, en función de la Segunda Guerra Mundial y la necesidad de aumentar la rapidez de producción, la alta administración pasó a preocuparse, no solamente de corregir fallas sino también de evitar que las mismas ocurriesen, razón por la cual el personal técnico de mantenimiento pasó a desarrollar el proceso de Prevención de averías que, juntamente con la Corrección, completaban el cuadro general de Mantenimiento, formando una estructura tan importante como la de Operación, siendo el organigrama resultante, el representado en la Figura 2.

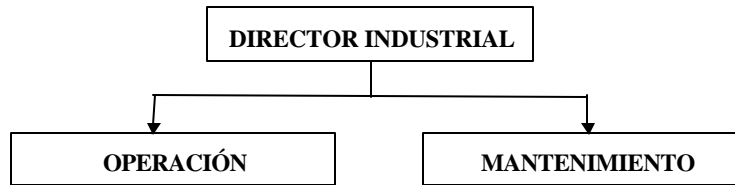


Figura 2 - Posición del Mantenimiento en las décadas de 1930 y 1940

Alrededor del año 1950, con el desarrollo de la industria para satisfacer los esfuerzos de la posguerra, la evolución de la aviación comercial y de la industria electrónica, los Gerentes de Mantenimiento observaron que, en muchos casos, el tiempo empleado para diagnosticar las fallas era mayor que el tiempo empleado en la ejecución de la reparación⁽³⁾ (Figura 3), y seleccionaron grupos de especialistas para conformar un órgano asesor que se llamó Ingeniería de Mantenimiento y recibió las funciones de planificar y controlar el mantenimiento preventivo analizando causas y efectos de las averías, los organigramas se subdividieron como se indica en la Figura 4.

Tiempos de Diagnóstico y Reparación de Equipos de acuerdo con su naturaleza constructiva		
NATURALEZA	DIAGNÓSTICO	REPARACIÓN
Mecánico	10%	90%
Hidráulico	20%	80%
Eléctrico	60%	40%
Electrónico	90%	10%

Figura 3 - Tiempos de diagnóstico y reparación según su naturaleza constructiva

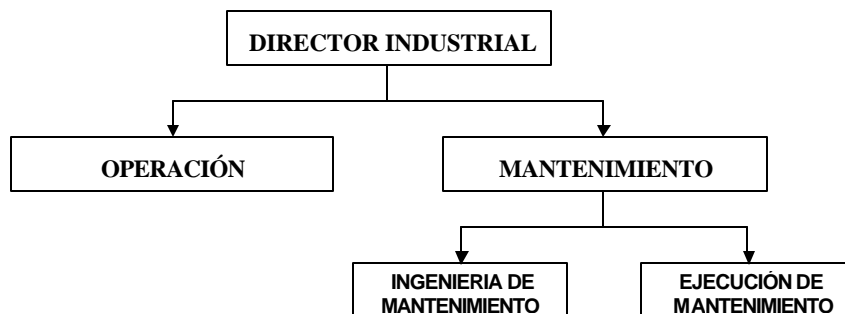


Figura 4 - División organizacional del mantenimiento

A partir de 1966, con la difusión de las computadoras, el fortalecimiento de las Asociaciones Nacionales de Mantenimiento, creadas al final del periodo anterior y la sofisticación de los instrumentos de protección y medición, la Ingeniería de Mantenimiento pasó a desarrollar criterios de predicción o previsión de fallas, con el objetivo de optimizar el desempeño de los grupos de ejecución del mantenimiento.

Esos criterios, conocidos como Mantenimiento Predictivo o Previsivo, fueron asociados a métodos de planificación y control de mantenimiento automatizados, reduciendo las tareas burocráticas de los ejecutantes del mantenimiento. Estas actividades ocasionaron el desmembramiento de la Ingeniería de Mantenimiento, que pasó a tener dos equipos: el de estudios de fallas crónicas y el de PCM - Planificación y Control del Mantenimiento, este último con la finalidad de desarrollar, implementar y analizar los resultados de los Sistemas Automatizados de Mantenimiento, como es ilustrado en la Figura 5.



Figura 5 - Subdivisión de la Ingeniería de Mantenimiento en área de Estudios y PCM

A partir de 1980, con el desarrollo de las computadoras personales a costos reducidos y lenguaje simple, los órganos de mantenimiento pasaron a desarrollar y procesar sus propios programas, eliminando los inconvenientes de la dependencia de disponibilidad humana y de equipos, para atender las prioridades de procesamiento de la información a través de una computadora central, además de las dificultades de comunicación en la transmisión de sus necesidades hacia el analista de sistemas, no siempre familiarizado con el área de mantenimiento.

Sin embargo, es recomendable que esas computadoras sean asociadas a una red, posibilitando que su información quede disponible para los demás órganos de la empresa y viceversa. En ciertas empresas esta actividad se volvió tan importante que el PCM - Planificación y Control del Mantenimiento, pasó a convertirse en un órgano de asesoramiento a la supervisión general de producción (Figura 6), ya que influye también en el área de operación.

En este final de siglo, con las exigencias de incremento de la calidad de los productos y servicios, hechas por los consumidores, el mantenimiento pasó a ser un elemento importante en el desempeño de los equipos, en un grado de importancia equivalente a lo que se venía practicando en operación.

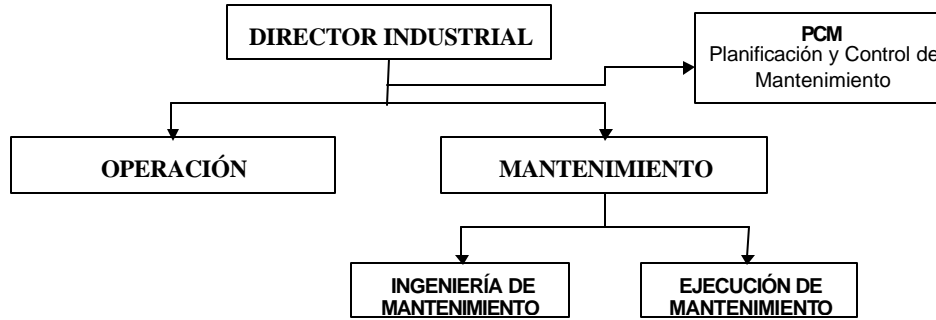


Figura 6 - Posición del PCM asesorando la supervisión general de producción

Estas etapas evolutivas del Mantenimiento Industrial se caracterizaron por la Reducción de Costos y por la Garantía de la Calidad (a través de la confiabilidad y la productividad de los equipos) y Cumplimiento de los tiempos de ejecución (a través de la disponibilidad de los equipos).

Los profesionales de mantenimiento pasaron a ser más exigidos, en la atención adecuada de sus clientes, o sea, los equipos, obras o instalaciones, quedando claro que las tareas que desempeñan, se manifiestan como impacto directo o indirecto en el producto o servicio que la empresa ofrece a sus clientes. La organización corporativa es vista, hoy en día, como una cadena con varios eslabones donde, evidentemente, el mantenimiento es uno de los de mayor importancia, en los resultados de la empresa.

Por otro lado el mantenimiento también tiene sus proveedores, o sea: los contratistas que ejecutan algunas de sus tareas, el área de materiales que abastece los repuestos y material de uso común, el área de compras que adquiere materiales y nuevos equipos etc.; siendo todos ellos importantes para que el cliente final de la empresa se sienta bien atendido - Figura 7⁽⁴⁾.



Figura 7 - Cadena de relaciones del mantenimiento con sus clientes y proveedores

Lo que muchas veces ha pasado desapercibido para los ejecutivos, hoy en día es bien obvio: un mal mantenimiento y baja confiabilidad significan: bajos ingresos, más costos de mano de obra y altos "stocks", clientes insatisfechos y productos de mala calidad. Para las empresas, el costo puede significar decenas y hasta centenas de

millones de dólares. Sólo la cantidad de oportunidades es aterradora, pero hay innumerables ejemplos que muestran esto⁽⁵⁾.

La búsqueda obstinada de ventajas competitivas, ha mostrado que el costo del mantenimiento no está bajo control y es un factor importante en el incremento del desempeño global de los equipos.

Tienen cada vez más aceptación en las empresas, los grupos de asesoría y las organizaciones profesionales para el buen desempeño de la producción. En términos mundiales, el gasto en mantenimiento debe estar alrededor de 2% o menos del valor del activo⁽⁵⁾.

Ejemplo: si los activos de una planta suman \$60 millones, y esta planta tiene un gasto mensual con mantenimiento de aproximadamente \$140 mil, ¿su gestión es adecuada?

La respuesta sería NO, como se demuestra en el siguiente cálculo:

$$\begin{aligned} 60\,000\,000 \times 2\% &= 1\,200\,000 \\ 1\,200\,000 / 12(\text{meses}) &= 100\,000 \end{aligned}$$

Por lo tanto, la expectativa máxima para el gasto sería de \$100 mil mensuales, y se demuestra que la empresa estaría gastando 40% más de lo adecuado, lo que podría estar afectando su balance de forma significativa.

El mejoramiento continuo de las prácticas de mantenimiento, así como la reducción de sus costos, son resultados de la aplicación del ciclo de Calidad Total como base, en el proceso gerencial.

Mejoras significativas en los costos del mantenimiento y disponibilidad de los equipos están siendo alcanzadas a través de la:

- Ejecución de algunas actividades por parte de los operarios de los equipos
- Mejoramiento continuo del equipo;
- Educación y capacitación de los responsables de la actividad de mantenimiento;
- Recopilación de información, evaluación y satisfacción de las necesidades de los clientes;
- Establecimiento de prioridades adecuadas a los servicios;
- Evaluación de servicios necesarios e innecesarios;
- Análisis adecuado de la información y aplicación de soluciones simples pero estratégicas;
- Planificación del mantenimiento con "enfoque en la estrategia de mantenimiento específico por tipo de equipo".

Cada vez más, y seguramente de manera semejante sucederá con el cambio de siglo, las transformaciones en una compañía, se deben en gran parte, a la buena relación entre cliente y proveedor, sea interno o externo. Los conflictos crean costos y consumen tiempo y energía. La gestión dinámica del mantenimiento comprende la administración de sus interfaces con otras divisiones corporativas.

La coordinación en la planificación de la producción, la estrategia de mantenimiento, la adquisición de repuestos, la programación de servicios y el flujo de información entre estos subsistemas, eliminan los conflictos en la obtención de metas.

Altas disponibilidades e índices de utilización; el aumento de la confiabilidad, el bajo costo de producción como resultado del mantenimiento optimizado, la gestión de repuestos y la alta calidad de los productos son metas que pueden ser alcanzadas solamente cuando operación y mantenimiento trabajan juntos.

En grandes empresas americanas fueron revisadas más de 15 000 Ordenes de Trabajo, donde se pudo observar que 47% de los servicios podrían dejar de ser ejecutados, lo que correspondía, en esas empresas, a gastos innecesarios del orden de 12 millones de dólares en mano de obra y materiales⁽⁶⁾.

Actualmente se observa que las empresas bien administradas han adoptado una visión prospectiva de oportunidades, usualmente soportada por⁽⁷⁾:

- Rutinas sistematizadas para minimizar mantenimiento;
- Sistemas de mantenimiento con auxilio de procesamiento electrónico de datos;
- Herramientas y dispositivos de medición;
- Asesorías competentes en la determinación del potencial de mejoramiento e implantación de soluciones estratégicas.

En las rutinas sistematizadas, se busca establecer las necesidades reales de intervención y la aplicación, lo mejor posible, de las tablas que, además de compactar la información, permiten estandarizar la búsqueda de registros y filtros necesarios para la elaboración de los reportes históricos y el apoyo al análisis de fallas, evaluando la disponibilidad y los costos.

En los sistemas de mantenimiento con el apoyo del procesamiento electrónico de datos, se busca almacenar el máximo posible de información relacionada con los equipos (registro) y materiales (repuestos), establecer las tareas adecuadas para ejecución de intervenciones programadas por los mantenedores y operadores, definir el momento adecuado para la ejecución y los recursos que serán utilizados (planificación), reducir al máximo las tareas burocráticas de los ejecutantes de mantenimiento, al mismo tiempo que se establece, de forma completa los registros que serán recuperados en una intervención relacionada con registros de otras áreas, directa o indirectamente implicadas con la función mantenimiento.

En las herramientas y en los dispositivos de medición, serán utilizados los criterios de predicción con datos originados en el monitoreo automático o manual, el establecimiento de criterios para garantizar el mejor mantenimiento en los aspectos de costos y seguridad, incluyendo las acciones necesarias para reducir los movimientos del personal de mantenimiento y las pérdidas de tiempo en la recolección de materiales y herramientas.

La adecuada recolección de información, almacenamiento y tratamiento de datos permitirán obtener los reportes, que a su vez, deben ser prácticos, concisos y objetivos, además de ser adecuados a los niveles de consulta para cada cliente.

A partir de 1994 con la universalización de algunos softwares, los clientes pasaron a ser más exigentes en sus criterios de selección y algunos cuestionarios fueron

creados para facilitar ese proceso. Algunos de esos cuestionarios son elaborados de forma tal que permitan ponderar las respuestas, o sea, atribuir a través de puntos, combinados o no con "pesos", mayor importancia a algunas con relación a otras.

Existen hoy día más de 200 softwares específicos de mantenimiento siendo comercializados en el mundo (de los cuales más de 30 en Brasil), ofreciendo soluciones específicas en función del producto, tecnología, mercado y estrategia de las diversas empresas.

Este mercado representó, en 1 997, más de 900 millones de dólares, de los cuales, 56,6% en Estados Unidos, 27,5 en Europa, 10,3% en Asia y Oceanía y 5,7% en América Latina⁽⁸⁾.

Grandes empresas especializadas en Software específico de Mantenimiento se destacan en el mercado internacional como Datastream; Frontec; IFS; Indus International, JD Edwards; Marcan; Mincon; PSDI; Walker Interactive etc.⁽⁵⁾

1.2. Costos y productividad

En el aspecto de costos, el mantenimiento correctivo a lo largo del tiempo, se presenta con la configuración de una curva ascendente, debido a la reducción de la vida útil de los equipos y la consecuente depreciación del activo, pérdida de producción o calidad de los servicios, aumento de adquisición de repuestos, aumento del "stock" de materia prima improductiva, pago de horas extras del personal de ejecución del mantenimiento, ociosidad de mano de obra operativa, pérdida de mercado y aumento de riesgos de accidentes - Figura 8.

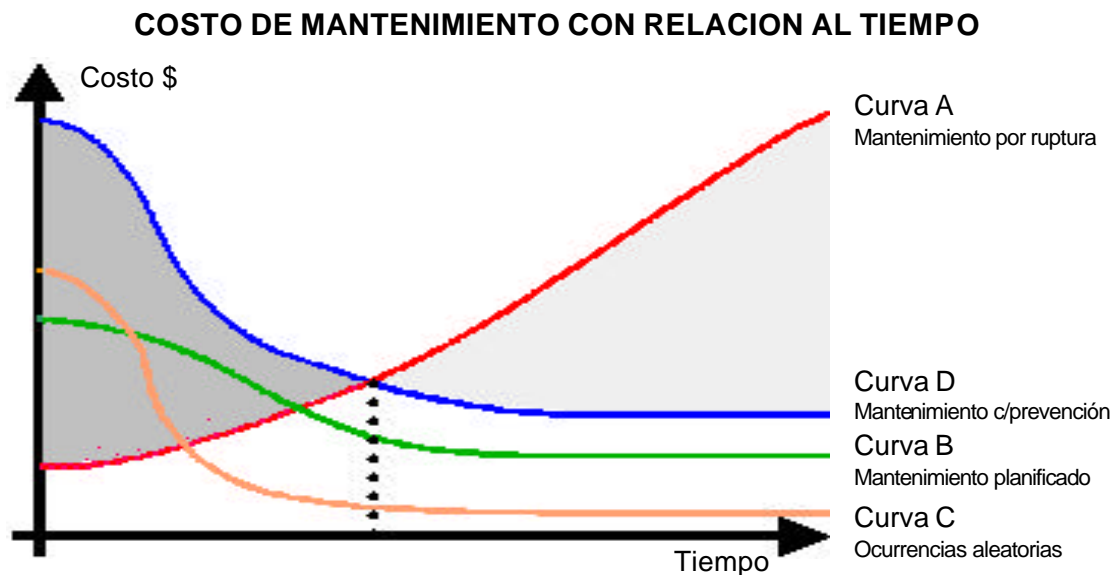


Figura 8 - Curvas de costo del mantenimiento con relación al tiempo

La implantación de la planificación y control, buscando la prevención o predicción de la falla, presenta una configuración de costos invertida, con tasa negativa anual del orden de 20% y tendencia a valores estables, que pueden representar en el computo total, un ahorro de 300 a 500%^(9 y 10), siendo más de la mitad de este ahorro debido a la facturación cesante, considerando el Costo Total de una parada de equipo, como

la suma del Costo del Mantenimiento, que incluye los costos de mano de obra, repuestos, materiales, combustibles y lubricantes, y el Costo de Disponibilidad que incluye el costo de Pérdida de Producción (horas no trabajadas), debido a: mala calidad del trabajo; falta de equipos; costo por emergencias; costos extras para reorganizar la producción; costo por repuestos de emergencia; penalidades comerciales e imagen de la empresa. Experiencias de evaluación del Costo de Disponibilidad muestran que este representa más de la mitad del Costo Total de la parada.⁽¹¹⁾

Un ejemplo evidente de los resultados obtenidos con la ejecución de la adecuada Planeación y Control de la función Mantenimiento fue divulgado por una empresa metalúrgica de los Estados Unidos de Norteamérica⁽¹²⁾, que presentó los siguientes resultados:

- 1) Conservar el mantenimiento no planificado por debajo del 10%, de los cuales 8,3% es mantenimiento correctivo (la meta de la empresa era de 85% de mantenimiento planificado);
- 2) 0,5% de las horas de trabajo de mantenimiento fueron empleadas en arreglo de daños accidentales, 4,2% en fallas, 2,5% en lubricación, 25,6% en inspecciones, 4,1% en llamadas de emergencia, 6,1% en desmontajes, 40,2% en servicio de rutina programada, 0,2% en servicio de rutina no programada, 7,8% en fabricación y modificaciones y 8,8% en otras actividades como reuniones y capacitación;
- 3) Los costos de mantenimiento eran cerca de 40% por debajo de otras fábricas del mismo tamaño en el sector y se debe básicamente al uso eficiente de mano de obra y el mínimo de horas extras, que da, en promedio, menos de 0,5% por operario/año;
- 4) Los problemas de los equipos son detectados de manera precoz;
- 5) La inversión en mantenimiento incluye personas altamente calificadas, soporte sofisticado de computadora para mantenimiento planificado y una política de mantenimiento de la fábrica y equipos en "estado de nuevo";
- 6) El departamento de mantenimiento tiene total responsabilidad por el mantenimiento de los equipos e instalaciones de la fábrica. Cerca de 2.000 ítems por un valor superior a US\$ 200 millones forman la mayor parte de esa responsabilidad.

La inversión inicial en mantenimiento planeado es mayor que el de mantenimiento no planeado y no elimina totalmente las fallas aleatorias, cuyo alto valor inicial es justificado por la inexperiencia del personal de mantenimiento que, al actuar en el equipo, altera su equilibrio operativo. Con el pasar del tiempo y al ganar experiencia, el mantenimiento aleatorio tiende a valores reducidos y estables. La suma general de los gastos del mantenimiento planeado y aleatorio, identificado como mantenimiento preventivo, a partir de un determinado tiempo, pasa a ser inferior al de mantenimiento por rotura⁽³⁾.

Consecuentemente los beneficios de la prevención solamente ocurrirán a partir del momento en que las áreas comprendidas entre las curvas de mantenimiento por rotura y con prevención, antes y después de ese punto sean iguales. Si la vida útil de los equipos de la instalación es menor que el tiempo de obtención del beneficio, el mantenimiento preventivo pasa a ser económicamente inadecuado. La preparación previa del grupo de ejecución del mantenimiento preventivo reduce los

costos iniciales del mantenimiento aleatorio restante, sin embargo, el aumento de la inversión para la formación de ese grupo poco altera el resultado económico del periodo de generación de ingresos o beneficios.

En el aspecto de disponibilidad y confiabilidad, la planeación y control disminuye las interrupciones imprevistas de producción⁽¹³⁾ y mejora la distribución de la ocupación de la mano de obra, reduciendo las colas de espera de los equipos que aguardan mantenimiento. La planificación adecuada conduce a métodos de mantenimiento con establecimiento de estándares de ejecución, desarrollados a partir de recomendaciones de fabricantes, experiencia del personal interno y bibliografía de empresas similares. Dentro de esos estándares, se destacan las órdenes de pedidos y mantenimiento, las instrucciones de mantenimiento o lista de verificación ("check-list), las hojas de registro de datos u hoja de variación de especificaciones y el programa maestro de mantenimiento.

Aparentemente la reparación o sustitución de componentes averiados puede parecer más rápida, en un análisis global, se verifica que esta es una concepción falsa, pues generalmente una avería perturba la homogeneidad de los equipos, cuyos resultados acarrearán otras necesidades de intervención, y en el computo total, la suma de tiempos de indisponibilidad es mayor a aquel que sería necesario para un examen completo del equipo en la época de la primera intervención.

Además de las referencias presentadas, otros ejemplos de la ventaja de implantación o perfeccionamiento de la filosofía del Mantenimiento Planificado con relación a la del Mantenimiento por Rotura, en el aspecto de disponibilidad, se destacan:

- 1) El aumento de la productividad cerca de 12% de una empresa minera canadiense⁽¹⁴⁾;
- 2) La reducción de costos del mantenimiento en 45% y el aumento de la productividad de 5 a 10% de una empresa portuaria americana⁽¹⁵⁾;
- 3) El aumento de la productividad en 2% de una empresa de energía eléctrica americana⁽¹⁶⁾;
- 4) El aumento de la productividad en 35% de una fábrica de papel inglesa⁽¹⁾.
- 5) La victoria, en una gran competencia, de una empresa japonesa en un país de América del Sur que presentó un índice de rechazo de 0,0001% (uno en un millón) contra 0,5% (cinco en mil) de la competidora nacional⁽¹⁷⁾.

En algunos casos la exigencia de confiabilidad y disponibilidad es de tal orden que se prescinde del estudio de viabilidad económica, de la prevención con relación a la rotura, como en el caso de algunos componentes de una aeronave o del generador de emergencia de un hospital, o de los ascensores de edificios, cuya falla coloca en riesgo vidas humanas o el medio ambiente.

En estos casos son justificadas altas inversiones en planificación y control del mantenimiento para que la confiabilidad alcance valores cercanos a 100%. Se incluyen en esos grupos los equipos cuya parada imprevista, genera grandes pérdidas de materia prima o de la calidad del producto o servicio.