

ÍNDICE

Prólogo	7
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	23
CAPÍTULO 2. EL MANTENIMIENTO A FINALES DE LA SEGUNDA DÉCADA DEL SIGLO XXI	33
2.1. La evolución del mantenimiento durante el siglo xx	35
2.2. Objetivos y métodos del mantenimiento avanzado	42
2.3. La integración de “Mantecnologías”. Su necesidad	46
2.4. Observancia normativa	49
2.4.1. Generalidades	49
2.4.2. Normativa de seguridad	50
2.4.3. Novedades de la nueva Directiva 2006/42/CE (RD 1644/08)	56
2.5. El mantenimiento en España por sectores. Tendencias	61
2.5.1. Centros de trabajo	64
2.5.2. La Organización	64
2.5.3. Gastos o costes	66
2.5.4. Control de costes y situación presupuestaria.....	67
2.5.5. Externalización del mantenimiento	68
2.5.6. Planificación, lanzamiento y control de los trabajos	69
2.5.7. Sistemas informáticos	71
2.5.8. Formación	73
2.5.9. La dirección del mantenimiento	73

CAPÍTULO 3.	
TERMINOLOGÍA, NORMAS Y RATIOS DE CONTROL	
EN MANTENIMIENTO	75
3.1. Introducción	77
3.2. La Norma UNE-EN-13306:2011 sobre terminología	78
3.3. La Norma UNE-EN-13460:2009 sobre documentación	80
3.4. La Norma UNE-EN-15341:2008 sobre indicadores	84
3.5. Formulaciones científicas del mantenimiento	85
3.5.1. La Norma EN 61703 sobre expresiones matemáticas del mantenimiento	91
3.6. Curvas de Weibull para el estudio de fiabilidad	93
3.7. Ratios de control. Su definición y cálculo	98
CAPÍTULO 4.	
TÉCNICAS ORGANIZATIVAS DEL MANTENIMIENTO AVANZADO	103
4.1. La necesidad de integrar nuevas técnicas	105
4.2. Mantenimiento centrado en la fiabilidad (RCM)	106
4.2.1. Antecedentes históricos en varios sectores	106
4.2.2. La Norma UNE 20812 y el RCM.....	109
4.2.3. Metas y objetivos a alcanzar basándonos en RCM.	110
4.2.4. Aplicación práctica del análisis por RCM	117
4.2.5. Proceso de implantación del RCM.....	120
4.3. La Norma EN 60300-3-11 sobre mantenimiento centrado en la fiabilidad	127
4.4. Mantenimiento basado en fiabilidad y seguridad MBFS	132
4.5. Mantenimiento según estado	141
4.6. Mantenimiento en producción (TPM)	144
4.6.1. Antecedentes históricos y objetivos	144

4.6.2. Las “Cinco S” en el mantenimiento autónomo o TPM	146
4.6.3. La implantación de TPM	149
4.6.4. Problemas para la implantación de TPM.....	153
4.7. El mantenimiento en proyecto	158
4.8. Mantenimiento preventivo sistemático	162
4.8.1. Mantenimiento periódico	163
4.8.2. La lubricación	168
4.8.3. Mantenimiento reglamentario o legal.....	170
4.8.4. Mantenimiento de seguridad	172
4.9. Planificación basada en análisis de riesgo RBM: Métodos HAZOP y FMECA	174
4.10. Los criterios RAMS aplicados al mantenimiento	178

CAPÍTULO 5.

MANTENIMIENTO PREDICTIVO COMO NUEVA

“MANTECNOLOGÍA”	185
5.1. Nociones básicas	187
5.1.1. ¿Por qué mantenimiento predictivo o según condición frente a mantenimiento preventivo sistemático?	191
5.2. Mantenimiento predictivo basado en análisis de vibraciones	196
5.2.1. Fundamento físico-matemático del procedimiento	196
5.2.2. Sistemas y equipos de medida	202
5.2.3. Evaluación de vibraciones, síntomas, orígenes y normativa	207
5.2.4. Aplicación de interés: diagnosis de rodamientos .	210

5.2.5.	Aplicaciones del análisis de vibraciones a otros elementos	214
5.2.6.	Procesos de implantación y puesta en marcha ...	216
5.3.	Mantenimiento predictivo basado en análisis de aceites ..	222
5.3.1.	Introducción y fundamentos físicos	223
5.3.2.	Sistemas de clasificación de aceites	226
5.3.3.	Técnicas de análisis predictivos de aceites. Tribología	228
5.3.4.	Aditivos: Modificadores de las propiedades	234
5.4.	Mantenimiento predictivo basado en la temperatura. Termografía	235
5.5.	Mantenimiento predictivo de máquinas eléctricas	239
5.5.1.	Detección de asimetrías rotóricas mediante análisis espectrales de corriente	243
5.5.2.	Métodos de diagnóstico del estado de aislamiento	246
5.5.2.1.	Medidas con ondas de choque	246
5.5.2.2.	Ensayo mediante escalones de tensión .	249
5.5.2.3.	Ensayos de tangente de delta	253
5.5.2.4.	Ensayo de flujo de dispersión	255
5.6.	Mantenimiento predictivo aplicado en baterías	258
5.7.	Mantenimiento predictivo basado en la medición de la corrosión	260
5.8.	Mantenimiento predictivo basado en ensayos no destructivos	263
5.9.	Mantenimiento predictivo de instrumentación. Ejemplo de válvulas	274

CAPÍTULO 6.	
LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN MANTENIMIENTO	277
6.1. Principales problemas actuales de los departamentos de mantenimiento y sus responsables	280
6.2. Mejora global de la eficacia del servicio	282
6.3. Comparación de técnicas en cuanto a su efectividad	284
6.4. Mejora de los rendimientos individuales	286
6.5. Saturación de jornadas. Órdenes de trabajo	293
CAPÍTULO 7.	
LA CALIDAD Y MEDIO AMBIENTE EN MANTENIMIENTO.....	301
7.1. Revisión de la situación en las últimas décadas	303
7.2. El análisis de modos de fallo y de sus efectos (AMFE)	305
7.3. Sistema de gestión de la calidad ISO 9000 en mantenimiento	309
7.4. Sistema de calidad medioambiental en mantenimiento. ISO 14000	314
7.5. Integración de certificaciones de calidad y medio ambiente	317
7.6. Normativa de gestión energética	329
7.7. Las nuevas versiones de las Normas ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015	330
7.7.1. Introducción	331
7.7.2. La nueva ISO 9001:2015	331
7.7.2.1. Aplicabilidad, exclusiones y nuevos criterios	332
7.7.2.2. Aparece la pregunta lógica de cómo realizar la transición de una versión de la norma 9001 (2008) a la nueva de 2015	333

7.7.3. La nueva ISO 14001:2015	335
7.7.3.1. ¿Cómo se va a estructurar la nueva norma 14001?	336
7.7.3.2. Aplicabilidad, exclusiones y nuevos criterios	340
7.7.3.3. Aparece la pregunta lógica de cómo realizar la transición de una versión de la norma 14001 (2008) a la nueva de 2015	342
CAPÍTULO 8.	
CONTRATACIÓN EXTERNA DEL MANTENIMIENTO	343
8.1. Introducción y tendencias mundiales	345
8.2. Diagnóstico previo de las actividades a externalizar	346
8.3. Estrategias y razones para abordar la externalización	347
8.4. Cautelas previas ante la externalización del mantenimiento	352
8.5. Autoauditoría del mantenimiento	355
8.6. La Norma UNE-EN 13269:2007	356
8.6.1. Antecedentes	356
8.6.2. Introducción	356
8.6.3. La adecuada elaboración de un contrato de mantenimiento: análisis –pliegos de condiciones– ofertas	357
8.6.4. El seguimiento y control de un contrato de mantenimiento	359
8.6.5. La estructura de contrato propuesta por la Norma.....	361
8.6.6. Conclusiones	368
8.7. Preparación de pliegos de condiciones	369
8.7.1. Pliegos de condiciones técnicas	372
8.7.2. Pliegos de condiciones legales o jurídicas	377
8.7.3. Aspectos financieros o económicos	380
8.7.4. Pliego de condiciones generales	385

8.8.	La solicitud de ofertas y su comparación	387
8.9.	El proceso en empresas sujetas a la ley de contratos de las administraciones públicas	394
8.10.	La redacción y elaboración de los contratos de mantenimiento	395
8.11.	Calificación de contratistas y subcontratistas	397
8.12.	Los nuevos contratos “ganador-ganador” (WIN-WIN)	399

CAPÍTULO 9.

NUEVA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO CON BASE EN TÉCNICAS 4.0

407

9.1.	Introducción	409
9.2.	¿Qué es el mantenimiento 4.0?	411
9.3.	Herramientas del mantenimiento 4.0	412
9.4.	Las personas en el mantenimiento 4.0	416
9.5.	El mantenimiento 4.0 como estrategia. Su tratamiento ..	418
9.6.	Fases para la puesta en marcha de la estrategia hacia un Mantenimiento 4.0	421
9.7.	Metodología de revisión de las actividades de mantenimiento	425
9.8.	Planificación de trabajos	426
9.9.	Ventajas del mantenimiento 4.0	428
9.10.	Inconvenientes del mantenimiento 4.0	430

CAPÍTULO 10.

LA GESTIÓN ECONÓMICA DE MANTENIMIENTO

433

10.1.	Introducción	435
10.2.	Costes directos e indirectos, fijos y variables	437
10.3.	Distribución de los costes de mantenimiento	439
10.4.	La gestión de costes por actividades: Métodos ABC y ABM	441

10.4.1. El método ABC	442
10.4.2. Aplicación práctica del método ABC en mantenimiento	444
10.4.3. El sistema ABC y la gestión de costes tradicional	445
10.4.4. El sistema ABM	447
10.5. Los conceptos generadores de coste directo:	
Personal, repuestos y servicios	448
10.5.1. Coste del personal	448
10.5.2. Repuestos fungibles e inventariables	450
10.5.3. El almacén de mantenimiento. Su gestión	454
10.5.4. Costes de los servicios externos	459
10.6. Sistemas de información contable	461
10.7. Los costes en el mantenimiento avanzado	463
10.8. Costes del ciclo de vida (LCC)	464
10.8.1. El ciclo de vida de un activo físico	468
10.8.2. La Norma 60300-3-3 sobre “Guía de aplicación del cálculo del coste de vida”	470
10.8.3. Mantenimiento de Activos (<i>Asset Management</i>)	475
10.9. Análisis de inversiones	477
10.10. El cuadro de mando integral en mantenimiento	479
10.11. Presupuesto y análisis de desviaciones	484
10.12. Gestión de repuestos y contratos PBL	488
CAPÍTULO 11.	
LAS RESPONSABILIDADES EN MANTENIMIENTO	493
11.1. Responsabilidades jurídicas	495
11.2. El historial de máquinas y sistemas	497
11.3. Los documentos en mantenimiento	500

11.3.1. Comunicaciones informales.....	500
11.3.2. Comunicaciones formales	501
11.4. La actualización del historial de máquinas tras reformas	511

CAPÍTULO 12.
PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN EN MANTENIMIENTO 513

12.1. Introducción	515
12.2. La previsión de fallos	517
12.3. La programación técnica de reparaciones	519
12.4. La programación de revisiones. Métodos CPM, PERT y GANTT	522
12.4.1. Método CPM	523
12.4.2. Método PERT.....	524
12.4.3. Diagrama de Gantt.....	527
12.5. La planificación y previsión de materiales	529
12.6. Integración, lanzamiento y control	535

CAPÍTULO 13.
GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO ASISTIDA POR ORDENADOR (GMAO) 539

13.1. Introducción	541
13.2. Funciones de una aplicación informática de mantenimiento	548
13.3. La estructura de un proyecto de informatización	550
13.4. La organización como paso previo a la informatización. Objetivos	552
13.5. Desarrollo e implantación de un sistema de GMAO	558
13.6. Situación del mercado de <i>software</i> de mantenimiento	560

13.7. El caso concreto de SAP-R3.....	565
13.8. Movilidad en aplicaciones informáticas	566

CAPÍTULO 14.

EL FACTOR HUMANO EN MANTENIMIENTO	569
--	------------

14.1. El factor humano y el cambio	571
14.2. El personal directivo de mantenimiento	575
14.3. El personal técnico de mantenimiento. Habilidades y formación	577
14.4. El personal operario de mantenimiento	580
14.5. La certificación del personal de mantenimiento	582
14.6. Fórmulas de motivación e incentivación en mantenimiento	584
14.7. Sistemas retributivos en mantenimiento	588
14.8. Los estilos de dirección en mantenimiento	591
14.9. La participación y descentralización de la información .	594
14.10. El erro humano y la accidentabilidad en mantenimiento	596
14.11. Consideraciones sobre las diferencias de errores en producción y en mantenimiento	601

Anexo 1.

REGLAMENTOS	605
--------------------------	------------

Anexo 2.

GLOSARIO SOBRE MANTENIMIENTO	633
---	------------

Anexo 3.

DOCUMENTOS DE LA FASE OPERATIVA Y PUNTOS DE INFORMACIÓN DE LA ORDEN DE TRABAJO	665
---	------------

Traducción orientativa no vinculante de los Anexos A y B de la Norma europea en 13460:2009, solamente utilizable a título de consulta

Anexo 4. ÍNDICE DE MANUAL INTEGRADO DE CALIDAD Y MEDIO AMBIENTE EN UN DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	685
Anexo 5. TABLAS DE AUTOAUDITORÍA Cuestionario de análisis de funcionamiento del mantenimiento	695
Anexo 6. CERTIFICACIÓN DE REFORMAS	709
Anexo 7. BIBLIOGRAFÍA.....	713