



ÍNDICE GENERAL

1.	OBJETO	11
2.	ALCANCE	11
3.	CAMPO DE APLICACIÓN	11
4.	ÁREAS INVOLUCRADAS	11
5.	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	11
6.	DEFINICIONES	13
6.1.	Accesibilidad:	13
6.2.	Acción de bloqueo:	13
6.3.	Acción de mantenimiento:	13
6.4.	Acción elemental de mantenimiento:	13
6.5.	Acción preventiva:	13
6.6.	Acondicionar:	13
6.7.	Actividad:	13
6.8.	Adecuado al uso:	13
6.9.	Ajustar:	14
6.10.	Análisis crítico:	14
6.11.	Análisis crítico de proyectos:	14
6.12.	Análisis de averías:	14
6.13.	Análisis de árbol de averías:	14
6.14.	Análisis de fallas:	14
6.15.	Análisis de funciones para la mantenibilidad:	14
6.16.	Análisis de mal funcionamiento:	14
6.17.	Análisis de mantenimiento:	14
6.18.	Análisis de modos de avería y sus efectos:	15
6.19.	Análisis de modos de avería, sus efectos y su criticidad:	15
6.20.	Análisis de Weibull:	15
6.21.	Análisis estadístico	15
6.22.	Anormalidad:	15
6.23.	Aprendizaje:	15
6.24.	Atraso logístico:	15
6.25.	Atraso técnico:	15
6.26.	Avería:	16
6.27.	Base de datos históricos:	16
6.28.	Benchmarking:	16
6.29.	Benchmark:	16
6.30.	Bloqueo:	16
6.31.	Calidad de servicio:	16
6.32.	Capacidad:	16
6.33.	Causa de falla:	17
6.34.	Causa de mantenimiento:	17
6.35.	Check-list:	17
6.36.	Ciclo de Deming:	17
6.37.	Ciclo de PDCA:	17
6.38.	Ciclo de vida:	17
6.39.	Cinco " S " - (" 5 s "):	17
6.40.	Cinco " W " una " H " - ("5W1H"):	17
6.41.	Componente:	18
6.42.	Comprobar:	18
6.43.	Confiabilidad:	18
6.44.	Conformidad:	18
6.45.	Control de la confiabilidad y mantenibilidad:	18
6.46.	Control estadístico:	18
6.47.	Controlar:	18
6.48.	Corrección de una avería:	18



6.49.	Criterio de falla:	19
6.50.	Crítico:	19
6.51.	Curva de bañera:.....	19
6.52.	Datos:	19
6.53.	Datos de ensayo:	19
6.54.	Datos de explotación o uso:	19
6.55.	Deficiencia:	19
6.56.	Demostración de la mantenibilidad:	19
6.57.	Desarmar:.....	19
6.58.	Desempeño:	20
6.59.	Desempeño de apoyo de mantenimiento:	20
6.60.	Detección:.....	20
6.61.	Detección de una avería:	20
6.62.	Diagnostico:.....	20
6.63.	Diagnóstico de una avería:.....	20
6.64.	Diagrama de causa y efecto:.....	20
6.65.	Disponibilidad:	20
6.66.	Disponibilidad media:	21
6.67.	Disponibile:.....	21
6.68.	Dispositivo:	21
6.69.	Distribución de mantenibilidad:	21
6.70.	Distribución normal:.....	21
6.71.	Durabilidad:	21
6.72.	Duración:	21
6.73.	Duración de interrupción:	22
6.74.	Duración equivalente de mantenimiento- Horas hombre de mantenimiento:.....	22
6.75.	Efectivo:.....	22
6.76.	Eficacia:	22
6.77.	Eficiencia:	22
6.78.	Elemento:	22
6.79.	Elemento no reparado:.....	22
6.80.	Elemento reparado:.....	22
6.81.	Ensayo:.....	22
6.82.	Ensayo de campo:.....	23
6.83.	Ensayo de conformidad:.....	23
6.84.	Ensayo de determinación:.....	23
6.85.	Ensayo de laboratorio:	23
6.86.	Equipamiento:.....	23
6.87.	Error:.....	23
6.88.	Error humano:.....	23
6.89.	Escalón de mantenimiento:	23
6.90.	Especificación:.....	23
6.91.	Especificaciones técnicas:	24
6.92.	Estado admisible:	24
6.93.	Estado crítico:.....	24
6.94.	Estado de disponibilidad:	24
6.95.	Estado de funcionamiento:.....	24
6.96.	Estado de incapacidad:	24
6.97.	Estado de indisponibilidad:.....	24
6.98.	Estado de no funcionamiento:.....	24
6.99.	Estratificación:	24
6.100.	Evidencia objetiva:	25
6.101.	Exactitud:.....	25
6.102.	Examen:	25
6.103.	Falla:.....	25
6.104.	Falla aleatoria:.....	25
6.105.	Falla crítica:	25
6.106.	Falla de diseño:	25
6.107.	Falla de fabricación:	25
6.108.	Falla gradual:.....	26



6.109.	Falla irrelevante:.....	26
6.110.	Falla no crítica:.....	26
6.111.	Falla parcial:.....	26
6.112.	Falla por degradación:.....	26
6.113.	Falla por desgaste:.....	26
6.114.	Falla progresiva:.....	26
6.115.	Falla sistemática:.....	26
6.116.	Fiabilidad:.....	27
6.117.	Filosofía de mantenimiento:.....	27
6.118.	FMEA:.....	27
6.119.	Fuera de servicio:.....	27
6.120.	Función requerida:.....	27
6.121.	Gráfico de control:.....	27
6.122.	Gráfico de Pareto:.....	27
6.123.	Habilitación:.....	27
6.124.	H.H.-Horas Hombre:.....	28
6.125.	Histórico del equipamiento:.....	28
6.126.	Hoja de verificación:.....	28
6.127.	Horas disponibles de una unidad:.....	28
6.128.	Indisponibilidad:.....	28
6.129.	Informe de anormalidad:.....	28
6.130.	Ingeniería de mantenimiento:.....	28
6.131.	Inspección:.....	28
6.132.	Instalaciones de mantenimiento:.....	28
6.133.	Instalar:.....	29
6.134.	Instrucción de mantenimiento:.....	29
6.135.	Interrupción de un servicio:.....	29
6.136.	Investigación:.....	29
6.137.	Item:.....	29
6.138.	Item de control:.....	29
6.139.	Item de mantenimiento:.....	29
6.140.	Item de verificación:.....	29
6.141.	Línea de mantenimiento:.....	29
6.142.	Localización de una avería:.....	30
6.143.	Lubricación:.....	30
6.144.	Mano de obra directa:.....	30
6.145.	Mano de obra indirecta:.....	30
6.146.	Mantener bajo control:.....	30
6.147.	Mantenibilidad:.....	30
6.148.	Mantenimiento:.....	30
6.149.	Mantenimiento centrado en confiabilidad:.....	30
6.150.	Mantenimiento centralizado:.....	30
6.151.	Mantenimiento contratado:.....	31
6.152.	Mantenimiento correctivo:.....	31
6.153.	Mantenimiento de emergencia:.....	31
6.154.	Mantenimiento de rutina:.....	31
6.155.	Mantenimiento de urgencia:.....	31
6.156.	Mantenimiento descentralizado:.....	31
6.157.	Mantenimiento detectivo.....	31
6.158.	Mantenimiento diferido:.....	31
6.159.	Mantenimiento en funcionamiento:.....	32
6.160.	Mantenimiento en operación:.....	32
6.161.	Mantenimiento en parada:.....	32
6.162.	Mantenimiento en servicio:.....	32
6.163.	Mantenimiento forzado:.....	32
6.164.	Mantenimiento impidiendo el funcionamiento:.....	32
6.165.	Mantenimiento local:.....	32
6.166.	Mantenimiento no local:.....	32
6.167.	Mantenimiento no programado:.....	32
6.168.	Mantenimiento permitiendo el funcionamiento:.....	32



6.169.	Mantenimiento planeado:	33
6.170.	Mantenimiento por falla:	33
6.171.	Mantenimiento por oportunidad:	33
6.172.	Mantenimiento predictivo:	33
6.173.	Mantenimiento preventivo:	33
6.174.	Mantenimiento preventivo no sistemático:	33
6.175.	Mantenimiento preventivo por estado:	33
6.176.	Mantenimiento preventivo por oportunidad:	33
6.177.	Mantenimiento preventivo por tiempo:	33
6.178.	Mantenimiento preventivo sistemático:	34
6.179.	Mantenimiento productivo total:	34
6.180.	Mantenimiento programado:	34
6.181.	Mantenimiento que afecta a las funciones:	34
6.182.	Mantenimiento sistemático:	34
6.183.	Mantenimiento vigilado:	34
6.184.	Manual de mantenimiento (MM):	34
6.185.	Mecanismo:	34
6.186.	Mecanismo de falla:	34
6.187.	Media de tiempos de funcionamiento entre fallas:	35
6.188.	Medir:	35
6.189.	Método de Pareto:	35
6.190.	Modelo de fiabilidad:	35
6.191.	Modelo de mantenibilidad:	35
6.192.	Modificación:	35
6.193.	Modo de avería:	35
6.194.	Modo de funcionamiento:	35
6.195.	Monitoreo:	35
6.196.	Montaje:	36
6.197.	Muestra:	36
6.198.	Nivel de intervención:	36
6.199.	Nivel de mantenimiento:	36
6.200.	No conformidad:	36
6.201.	Normal:	36
6.202.	Normalización de un servicio:	36
6.203.	Operación:	36
6.204.	Orden de trabajo:	36
6.205.	Parada:	37
6.206.	Parada general:	37
6.207.	Parada no programada:	37
6.208.	Parada programada:	37
6.209.	PDCA:	37
6.210.	Performance:	37
6.211.	Período de falla inicial:	37
6.212.	Período de fallas por envejecimiento:	37
6.213.	Período de intensidad de fallas constantes:	38
6.214.	Período no requerido:	38
6.215.	Periodo requerido:	38
6.216.	Pieza:	38
6.217.	Planeamiento del mantenimiento:	38
6.218.	Plan de mantenimiento:	38
6.219.	Política de mantenimiento:	38
6.220.	Preparación del trabajo:	38
6.221.	Prevención de fallas:	38
6.222.	Prevención de la contaminación ambiental:	39
6.223.	Prevención de mantenimiento:	39
6.224.	Previsión:	39
6.225.	Previsión de mantenibilidad:	39
6.226.	Probar:	39
6.227.	Programa de mantenimiento:	39
6.228.	Protocolo:	39



6.229.	Pruebas funcionales:.....	39
6.230.	Recolección de datos:.....	40
6.231.	Registro de mantenimiento:.....	40
6.232.	Regular:.....	40
6.233.	Rehabilitación:.....	40
6.234.	Relato de falla:.....	40
6.235.	Reparación.....	40
6.236.	Reparación general:.....	40
6.237.	Reposición:.....	40
6.238.	Repuesto:.....	40
6.239.	Restablecimiento funcional:.....	41
6.240.	Restauración:.....	41
6.241.	Revisar:.....	41
6.242.	Revisión de proyecto:.....	41
6.243.	Rutina:.....	41
6.244.	Seguridad:.....	41
6.245.	Seguridad de funcionamiento:.....	41
6.246.	Seiketsu:.....	41
6.247.	Seiri:.....	42
6.248.	Seison:.....	42
6.249.	Seiton:.....	42
6.250.	Shidu:.....	42
6.251.	Shikari-yaru:.....	42
6.252.	Shitizuke:.....	42
6.253.	Siete "S":.....	42
6.254.	Síntoma:.....	43
6.255.	Sistema:.....	43
6.256.	Supervisión:.....	43
6.257.	Tarea:.....	43
6.258.	Tasa de deterioro:.....	43
6.259.	Tasa de fallas:.....	43
6.260.	Tasa instantánea de fallas:.....	43
6.261.	Tasa instantánea de reparaciones:.....	43
6.262.	Tasa media de fallas:.....	43
6.263.	Tasa media de reparaciones:.....	44
6.264.	Tiempo de avería:.....	44
6.265.	Tiempo de buen funcionamiento:.....	44
6.266.	Tiempo de corrección de una avería:.....	44
6.267.	Tiempo de diagnóstico de una avería:.....	44
6.268.	Tiempo de disponibilidad:.....	44
6.269.	Tiempo de funcionamiento:.....	44
6.270.	Tiempo de incapacidad:.....	44
6.271.	Tiempo de indisponibilidad:.....	44
6.272.	Tiempo de indisponibilidad acumulado:.....	44
6.273.	Tiempo de localización de una avería:.....	44
6.274.	Tiempo de mantenimiento:.....	45
6.275.	Tiempo de mantenimiento activo:.....	45
6.276.	Tiempo de mantenimiento correctivo activo:.....	45
6.277.	Tiempo de mantenimiento correctivo- Tiempo de reparación:.....	45
6.278.	Tiempo de mantenimiento preventivo:.....	45
6.279.	Tiempo de mantenimiento preventivo activo:.....	45
6.280.	Tiempo de no detección de una avería:.....	45
6.281.	Tiempo de no funcionamiento:.....	45
6.282.	Tiempo de reparación:.....	45
6.283.	Tiempo de reposo:.....	46
6.284.	Tiempo de verificación de funcionamiento:.....	46
6.285.	Tiempo entre fallas:.....	46
6.286.	Tiempo entre interrupciones:.....	46
6.287.	Tiempo hasta la falla:.....	46
6.288.	Tiempo hasta la primer falla:.....	46



6.289.	Tiempo medio acumulado de indisponibilidad:.....	46
6.290.	Tiempo medio de disponibilidad:	46
6.291.	Tiempo medio de mantenimiento correctivo activo:	46
6.292.	Tiempo medio de reparación:	46
6.293.	Tiempo medio entre fallas:	47
6.294.	Tiempo medio entre interrupciones:	47
6.295.	Tiempo medio para la falla:	47
6.296.	Tiempo medio de reparación:	47
6.297.	Tiempo medio hasta el restablecimiento:.....	47
6.298.	Tolerancia a las averías:	47
6.299.	Toma de muestra:.....	47
6.300.	Unidad funcional:	47
6.301.	Urgencia:	47
6.302.	Validación:	47
6.303.	Valores observados:	48
6.304.	Verificación:	48
6.305.	Verificación de la mantenibilidad:	48
6.306.	Verificación funcional:	48
6.307.	Vida útil:.....	48
7.	CONCEPTO DE MANTENIMIENTO.....	48
7.1.	Generalidades	48
7.2.	Política de mantenimiento	48
7.3.	Plan de mantenimiento.....	49
7.4.	Programas de mantenimiento.....	49
7.5.	Tipos de mantenimiento	49
7.5.1.	Mantenimiento predictivo	49
7.5.2.	Mantenimiento predictivo en servicio	49
7.5.3.	Mantenimiento predictivo fuera de servicio	49
7.5.4.	Mantenimiento preventivo	49
7.5.5.	El mantenimiento preventivo puede efectuarse de 3 (tres) formas:	50
7.5.6.	Mantenimiento correctivo:	50
7.5.7.	Mantenimiento detectivo	50
8.	REQUERIMIENTOS DE MANTENIBILIDAD.....	51
8.1.	Generalidades	51
8.2.	Fases de los requerimientos de mantenibilidad	51
8.2.1.	Fase de Adquisición.....	51
8.2.2.	Fase de uso (fases operacionales y mantenimiento)	52
8.3.	Requerimientos cuantitativos de mantenibilidad	52
8.4.	Requerimientos cualitativos de mantenibilidad	53
9.	TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO Y MÉTODOS DE ANÁLISIS DEL MANTENIMIENTO	54
9.1.	Generalidades	54
10.	INDICES DE MANTENIMIENTO	55
10.1.	Objetivo	55
10.2.	Índices de análisis de gestión del equipamiento.	55
10.2.1.	Tiempo Medio Entre Fallas.....	55
10.2.2.	Tiempo Medio Para Reparación.	55
10.2.3.	Tiempo Medio Para la Falla.....	56
10.2.4.	Disponibilidad de equipamiento.....	56
10.2.5.	Tiempo Medio Entre Mantenimientos Preventivos.	56
10.2.6.	Tiempo Medio Para Mantenimientos Preventivos.	57
10.2.7.	No Conformidad de Mantenimientos.	57
10.3.	Índices de análisis de gestión de costos.	57
10.3.1.	Costo de Mantenimiento por Facturación.	57
10.3.2.	Costo de Mantenimiento por Valor de Reposición.	57
11.	VERIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	58
11.1.	Objetivo	58
11.2.	Principios básicos	58



11.3.	Procedimientos elementales del proceso de verificación.....	58
11.4.	Proceso de verificación	59
11.4.1.	Procedimiento de verificación cualitativo	60
11.4.2.	Procedimientos de verificación cuantitativos.....	60
12.	BASES DEL PLAN MANTENIMIENTO	61
12.1.	Generalidades.....	61
12.2.	Etapas de las bases del plan de mantenimiento	62
12.2.1.	Estudio sobre el uso operacional del ítem	62
12.2.2.	Examen de la experiencia operacional y análisis comparativo	62
12.2.3.	Identificación de standard del ítem	62
12.2.4.	Objetivos del mantenimiento	63
12.2.5.	Preparación y evaluación de alternativas.....	63
12.2.6.	Identificación del mantenimiento y de los requerimientos de apoyo de mantenimiento	63
12.2.7.	Evaluación de resultados	63
13.	APOYO DE MANTENIMIENTO	64
13.1.	Área Técnica Administrativa y de Control de Gestión.....	64
13.2.	Ingeniería de mantenimiento	64
13.2.1.	Manuales de mantenimiento.....	65
13.2.2.	Información técnica.....	67
13.3.	Personal.....	67
13.3.1.	Personal habilitado y entrenado	68
13.4.	Transportes.....	69
13.5.	Limpieza	69
13.6.	Seguridad, higiene y medio ambiente.....	69
13.7.	Depósitos o paños.....	69
13.8.	Laboratorio de mediciones	69
13.9.	Otras áreas: Comunicaciones, protecciones, etc.	70
13.10.	Equipamiento de apoyo.....	70
13.10.1.	Tipo de equipamiento de apoyo	70
13.11.	Orden de Trabajo (OT).....	70
14.	CONTRATACIÓN DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO	71
14.1.	Generalidades.....	71
14.2.	Evaluación de recursos	71
14.3.	Criterio aceptable.....	71
14.4.	Tiempo de duración.....	71
14.5.	Evaluación de pruebas simples y equipamiento de apoyo	71
14.6.	Nivel de tareas y experiencia en el análisis de mantenibilidad	72
14.7.	Riesgo de malas decisiones	72
14.8.	Requerimientos especiales de apoyo	72
14.9.	Influencia de las condiciones del medio ambiente.....	72
14.10.	Recolección de datos	72
14.11.	Relación cliente-contratista.....	72
14.12.	Obligaciones y garantías de la mantenibilidad	72
ANEXO A.	ELABORACIÓN DE MANUALES DE MANTENIMIENTO	73
A.1.	Carátula del MM.....	73
A.1.1.	Numeración del MM.	73
A.1.2.	Alcance.....	73
A.1.3.	Denominación del Tipo de Mantenimiento.	73
A.1.4.	Periodicidad.	73
A.1.5.	Identificación de redacción.	73
A.1.6.	Identificación de revisión.	73
A.1.7.	Identificación de aprobación.	73
A.1.8.	Fecha de vigencia del MM.....	73
A.1.9.	Fecha de actualización o modificación del MM.	73
A.2.	Descripción del ítem.....	73
A.3.	Información correspondiente a la etapa de preparación del trabajo de mantenimiento.	74



A.3.1.	Mano de obra.....	74
A.3.2.	Listado de materiales	74
A.3.3.	Herramientas especiales e instrumentos requeridos.....	74
A.3.4.	Apoyo de terceros	74
A.3.5.	Seguridad	74
A.4.	Información correspondiente a la etapa de realización del trabajo de mantenimiento.	74
A.4.1.	Desmontaje o desarme.	74
A.4.2.	Inspecciones y revisiones.....	75
A.4.3.	Ajustes y tolerancias.	75
A.4.4.	Guía de lubricación.	75
A.4.5.	Mediciones, pruebas y ensayos.	75
A.4.6.	Toma de estado.	75
A.4.7.	Pruebas funcionales.....	75
ANEXO B.	CONCEPTOS SOBRE TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO.....	76
B.1.	La técnica RCM (Reliability Centered Maintenance) ó MCC (Mantenimiento Centrado en Confiability).....	76
B.1.1.	Fundamentos del MCC	76
B.1.2.	Objetivo de un estudio MCC.....	76
B.1.3.	Tareas y técnicas de análisis	76
B.1.3.1.	Definición del alcance y objetivos del estudio	77
B.1.3.2.	Selección y priorización de los ítems, objeto del análisis.	77
B.1.3.3.	Análisis de criticidad.....	77
B.1.3.4.	Selección de tareas de mantenimiento.	78
B.1.3.5.	Implantación de recomendaciones, seguimiento de resultados y actualización del estudio (retorno de la experiencia).....	79
B.2.	La técnica RCM2 (Reliability Centered Maintenance 2) ó MCC2 (Mantenimiento Centrado en Confiability 2)	80
B.2.1.	Las Tareas del RCM 2	80
B.2.2.	El Proceso de Selección de Tareas del RCM 2	81
B.2.3.	Diagrama de Decisión	82
B.3.	La técnica TPM (Total Productive Maintenance) ó MPT (Mantenimiento Productivo Total)	84
B.3.1.	Fundamentos del TPM.....	84
B.4.	La técnica FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) ó AMFE (Análisis del Modo de FALLAS y sus Efectos).	85