

DISEÑO ESTRATÉGICO DEL MANTENIMIENTO CON DE ANÁLISIS CMD EN
REACTOR 4 PRODUCTOR DE RESINAS TEREFTHÁLICAS EN ANDERCOL S.A.

JONATHAN AGUILAR COLINA

CÓDIGO 201919001114

CÉDULA 1.129'565.578 de Barranquilla

UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA
MEDELLÍN - COLOMBIA
2019

DISEÑO ESTRATÉGICO DEL MANTENIMIENTO CON DE ANÁLISIS CMD EN
REACTOR 4 PRODUCTOR DE RESINAS TEREFTHÁLICAS EN ANDERCOL S.A.

JONATHAN AGUILAR COLINA
CÓDIGO 201919001114
CÉDULA 1.129'565.578

TRABAJO DE TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE MAGÍSTER EN
INGENIERÍA

DIRECTOR
PH.D. LUIS ALBERTO MORA GUTIÉRREZ

UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA
MEDELLÍN - COLOMBIA
2019

CONTENIDO

CONTENIDO	4
ILUSTRACIONES	7
ECUACIONES	10
0 PRÓLOGO	11
0.1 INTRODUCCIÓN	11
0.2 JUSTIFICACIÓN	12
0.3 ANTECEDENTES	13
0.4 OBJETIVOS	14
0.4.1 GENERAL	14
0.4.2 ESPECÍFICOS	15
0.4.2.1 Uno - FUNDAMENTOS CMD	15
0.4.2.2 Dos - REACTOR R4T	15
0.4.2.3 Tres - DATOS & ANÁLISIS	15
0.4.2.4 Cinco - CONCLUSIONES	15
0.4.3 FUNDAMENTACIÓN ESTRUCTURA BLOOM Y GAGÑÉ	15
0.5 DESCRIPCIÓN DE LOS OBJETIVOS - CAPÍTULOS	18
0.6 CONCLUSIONES CAPÍTULO 1	19
1. FUNDAMENTOS CMD	20
1.1 OBJETIVO DEL CAPÍTULO 1	20
1.2 INTRODUCCIÓN AL CAPITULO 1	20
1.3 DESARROLLO DEL CAPÍTULO 1	20
1.3.1 SISTEMA KANTIANO DE MANTENIMIENTO	20
1.3.1.1 Categorización del mantenimiento	25
1.3.1.2 Confiabilidad	30
1.3.1.3 Probabilidad	31
1.3.1.4 Desempeño satisfactorio	31
1.3.1.5 Período	31
1.3.1.6 Condiciones de operación	32
1.3.1.7 Curva de Confiabilidad.	32
1.3.1.8 Indicadores de confiabilidad	34
1.3.1.8.1 Tiempo Medio entre Fallas (<i>MTBF Mean Time Between Failure</i>)	42
1.3.1.8.2 Tiempo Medio para Fallar - Elementos NO REPARABLES	47
1.3.1.8.3 Tiempos medios útiles entre mantenimientos - <i>MTBM</i>	47
1.3.1.9 Curva de la bañera	47
1.3.1.9.1 Fallas tempranas o mortalidad infantil	51
1.3.1.9.2 Fallas aleatorias	51

1.3.1.9.3 Fallas de uso	51
1.3.2 MANTENIBILIDAD	51
1.3.2.1 Curva de mantenibilidad	52
1.3.2.2 Indicadores de mantenibilidad	53
1.3.2.2.1 Tiempo Medio que Toma Reparar - <i>MTTR</i>	56
1.3.2.2.2 Mediana para tiempo activo de mantenimiento correctivo	57
1.3.2.3 Tiempo medio de mantenimiento preventivo	57
1.3.2.3.1 Mediana del tiempo activo de mantenimiento preventivo.	57
1.3.2.3.2 Tiempo medio del Mantenimiento Activo	57
1.3.2.3.3 Tiempo de retraso logístico <i>LDT</i>	58
1.3.2.3.4 Tiempo de parada de mantenimiento	58
1.3.3 DISPONIBILIDAD	58
1.3.3.1 Definición	58
1.3.3.2 Disponibilidad Alcanzada - D_A	63
1.4 CONCLUSIONES CAPÍTULO 1	70
<u>2. REACTOR R4T</u>	<u>71</u>
2.1 OBJETIVO DEL CAPÍTULO 2	71
2.2 INTRODUCCIÓN AL CAPITULO 2	71
2.3 DESARROLLO DEL CAPÍTULO 2	71
2.1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	71
2.1.1.1 Ubicación del proceso	73
2.1.1.2 Diagrama de Proceso	75
2.1.1.3 Proceso de fabricación	78
2.1.1.3.1 Funciones del Reactor 4	78
2.1.1.3.2 Columna de destilación	82
2.1.1.3.3 Intercambiador	83
2.1.1.4 Tanque separador	83
2.1.1.4.1 Bombas de vacío	84
2.1.2 CONTEXTO ACTUAL DE MANTENIMIENTO.	87
2.2 CONCLUSIONES CAPÍTULO 2	92
<u>3. DATOS & ANÁLISIS</u>	<u>93</u>
3.1 OBJETIVO DEL CAPÍTULO 3	93
3.2 INTRODUCCIÓN AL CAPÍTULO 3	93
3.3 DESARROLLO DEL CAPÍTULO 3	93
3.3.1 ANÁLISIS PRIMARIO DE LOS DATOS	93
3.3.2 DATOS	96
3.3.3 ESTADÍSTICO	104
3.3.4 COEFICIENTE ALFA DE CRONBACH	104

3.3.5	CORRELACIONES	106
3.3.5.1	Prueba de <i>Autocorrelation</i> ACF <i>Auto Correlation Function</i>	109
3.4	CONCLUSIONES CAPITULO 3	116
4.	<u>ESTRATEGIA & PLAN</u>	<u>117</u>
4.1	OBJETIVO	117
4.2	4.2 INTRODUCCIÓN	117
4.3	DESARROLLO	117
4.3.1	PRONÓSTICOS	117
4.3.2	PRONÓSTICOS DE INDICADORES CMD DE CORTO PLAZO	117
4.3.2.1	Pronósticos con Series Temporales	118
4.3.2.1.1	Clases de métodos futurísticos según el tiempo a evaluar	118
4.3.2.1.2	Modelos AR.I.MA. - Metodología Box - Jenkins	121
4.3.2.1.3	Características de los AR.I.MA.	121
4.3.2.1.4	Descripción de los modelos AR.I.MA. (Modernos)	122
4.3.2.1.5	Metodología Box - Jenkins	122
4.3.3	CÁLCULO PRONÓSTICOS	124
4.3.4	CÁLCULOS CON CMD CMD++ Y WEIBULL EAFIT	129
4.3.4.1	Análisis de Base de datos mensual de 44 datos más 12 pronósticos	138
4.3.4.2	Análisis de Base de 154 datos puntuales más 12 pronósticos	158
4.4	CONCLUSIONES CAPÍTULO 4	160
5.	<u>CONCLUSIONES</u>	<u>162</u>
5.1	OBJETIVO CAPÍTULO 5	162
5.2	PRINCIPALES CONCLUSIONES Y RESULTADOS DEL PROYECTO	162
	<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	<u>164</u>

ILUSTRACIONES

Ilustración 1 - Secuencia lógica de objetivos	14
Ilustración 2 - Escala Bloom Barrett y Gagñé - Verbos a usar	16
Ilustración 3 - Elementos de un sistema kantiano	21
Ilustración 4 - Niveles de mantenimiento de la casa ESReDa.....	26
Ilustración 5 - Niveles y categorías del mantenimiento bajo enfoque sistémico	27
Ilustración 6 - Sistema Integral con tres actores relevantes y niveles estratégicos	29
Ilustración 7 - Diagrama de estados de un equipo (perfil de funcionalidad)	33
Ilustración 8 - Dos curvas de confiabilidades típicas	34
Ilustración 9 - Curvas Confiabilidad $MTBM_C$ de datos mensuales del R4T	34
Ilustración 10 - Curva de Confiabilidad $MTBM_C$ de datos individuales de R4T	36
Ilustración 11 - Valores comparativos $MTBM_C$ de datos mensuales (44) promedios o individuales (693).....	37
Ilustración 12 - Curva Davies con β etas por sección de Curva Bañera $MTBM_C$	38
Ilustración 13 - Curvas Confiabilidad $MTBM_P$ de datos mensuales del R4T.....	39
Ilustración 14 - Curvas Confiabilidad $MTBM_P$ de datos individuales de R4T	40
Ilustración 15 - Valores $MTBM_P$ datos mensuales (44) promedios o individuales (156)	42
Ilustración 16 - Davies valores β eta para cada sección de Curva Bañera $MTBM_P$	42
Ilustración 17 - Tipos factibles de Disponibilidades a usar	43
Ilustración 18 - Factores que afectan la funcionalidad y disponibilidades.....	44
Ilustración 19 - Relaciones y leyes que gobiernan un sistema de mantenimiento .	44
Ilustración 20 - Tiempos importantes, siglas y convenciones que usa el CMD.....	46
Ilustración 21 - Curva Bañera - $MTTF$	47
Ilustración 22 - Curva de Davies - <i>Bathroom</i> - Etapas y causas de fallas	48
Ilustración 23 - Función de Mantenibilidad $M(t)$	52
Ilustración 24 - Cálculos Curvas Mantenibilidad $M(t)$ Correctiva $MTTR$ datos mes	53
Ilustración 25 - Cálculos y Curvas de Mantenibilidad $M(t)$ Correctiva $MTTR$ datos individuales.....	54
Ilustración 26 - Valores comparativos $MTTR$ con datos mensuales (44) promedios o individuales (692).....	55
Ilustración 27 - Curva de Davies para correctivo.....	56
Ilustración 28 - Cálculos Curvas Mantenibilidad $M(t)$ Planeadas M_P datos mensuales promedio	59
Ilustración 29 - Cálculos y Curvas de Mantenibilidad $M(t)$ Proactivas M_P datos individuales.....	60
Ilustración 30 - Valores comparativos M_P con datos mensuales (44) promedios o individuales (154).....	61
Ilustración 31 - Curva de Davies para Mantenibilidad Planeada	62
Ilustración 32 - Modelo universal e integral para la medición y predicción CMD Alcanzada.....	67

Ilustración 33 - Descripción de Gestión de Proceso R4T ANDERCOL SW.AQ. Cartagena Colombia.....	72
Ilustración 34 - Ubicación Proceso (Planta de ANDERCOL Cartagena - Bolívar)	73
Ilustración 35 - Ubicación de Reactor R4T Layout Planta Resinas ANDERCOL...	74
Ilustración 36 - P&ID Unidad de producción Reactor 4 R4T.....	75
Ilustración 37 - P&ID equipos auxiliares resaltados en ANDERCOL Cartagena ...	76
Ilustración 38 - P&ID Con equipos auxiliares resaltados.....	77
Ilustración 39 - Funciones del Reactor 4 R4T ANDERCOL.....	79
Ilustración 40 - Características del Reactor R4T.....	80
Ilustración 41 - Plano del Reactor R4T	81
Ilustración 42 - Columna empacada - Descripción Técnica.....	82
Ilustración 43 - Intercambiador del sistema del Reactor R4T	83
Ilustración 44 - Tanque separador del R4T Reactor 4.....	84
Ilustración 45 - Diagrama ANDERCOL de proceso bombas de vacío del R4T.....	85
Ilustración 46 - Bombas de vacío R4T	86
Ilustración 47 - Mapa de Procesos.....	87
Ilustración 48 - Acciones reparativas versus Mantenimiento Planeado	88
Ilustración 49 - Fallas más comunes Reactor 4 R4T ANDERCOL Cartagena.....	89
Ilustración 50 - Distribución de horas hombre según tipo de Mantenimiento.....	90
Ilustración 51 - Cumplimiento de mantenimiento preventivo	90
Ilustración 52 - Valores comparativos $MTBM_C$ de datos mensuales (44) promedios o individuales (693).....	94
Ilustración 53 - Valores comparativos $MTTR$ con datos mensuales (44) promedios o individuales (692).....	94
Ilustración 54 - Valores $MTBM_P$ datos mensuales (44) promedios o individuales (156).....	94
Ilustración 55 - Valores comparativos M_P datos mensuales (44) promedios o individuales (154).....	94
Ilustración 56 - Decisión inicial de Disponibilidad - Organización de los datos.....	95
Ilustración 57 - Datos mensuales promedios	97
Ilustración 58 - Datos individuales periódicos	98
Ilustración 59 - Algoritmos para calcular Disponibilidad Alcanzada - A_A	103
Ilustración 60 - Cronbach de toda la base de datos puntuales.....	104
Ilustración 61 - Cronbach de toda la base de datos compacta 154 datos puntuales	105
Ilustración 62 - Cronbach de toda la base de datos mensuales de 44 datos.....	105
Ilustración 63 - Correlaciones de toda la base de datos puntuales	106
Ilustración 64 - Correlaciones de toda base datos compacta 154 datos puntuales	107
Ilustración 65 - Correlaciones de toda la base de datos mensuales de 44 datos	108
Ilustración 66 - ACF de Base de datos completa de datos puntuales.	109

Ilustración 67 - ACF de Base de datos compacta de 152 datos puntuales.....	111
Ilustración 68 - ACF de Base de datos de 44 datos mensuales.	113
Ilustración 69 - Series Temporales bajo el método científico	118
Ilustración 70 - Tipos, criterios y usos de los diferentes Modelos de Pronósticos	120
Ilustración 71 - Fenómeno exógeno en un modelo AR.I.MA.	122
Ilustración 72 - Metodología AR.I.MA. Box – Jenkins.....	123
Ilustración 73 - Procesos generales de los modelos AR.I.MA., con metodología Box - Jenkins	124
Ilustración 74 - Integralidad de métodos futurísticos actuales	124
Ilustración 75 - Datos históricos (44) y futuros (12) de $MTBM_C$ $MTTR$ $MTBM_P$ M_P	125
Ilustración 76 - Datos históricos (154) futuros (12) $MTBM_C$ $MTTR$ $MTBM_P$ M_P ...	126
Ilustración 77 - Resultados de Cálculos CMD de Base de 44 datos mensuales más 12 de Pronósticos	129
Ilustración 78 - Resultados de Cálculos CMD de Base de 152 datos puntuales más 12 de Pronósticos	139

ECUACIONES

Ecuación 1 - Fórmulas magnas en Mantenimiento <i>LCC</i> y <i>CMD</i>	30
Ecuación 2 - Probabilidades de ocurrencia de un evento (falla) y confiabilidad	32
Ecuación 3 - Representación matemática de la función de confiabilidad	32
Ecuación 4 - Dos valores factibles del <i>MTBF</i>	45
Ecuación 5 - Tiempo Medio entre fallas, <i>MTBF - Mean Time Between Failure</i>	45
Ecuación 6 - <i>MTBM Mean Time Between Maintenance</i> - Tiempo útil Medio entre Mantenimientos	47
Ecuación 7 - Representación matemática de la función de Mantenibilidad <i>M(t)</i>	52
Ecuación 8 - Tendencia centra para distribución de mantenibilidad <i>M(t)</i>	56
Ecuación 9 - Definición del Tiempo Medio del Mantenimiento preventivo	57
Ecuación 10 - Tiempo medio del Mantenimiento Activo	57
Ecuación 11 - Disponibilidad general	62
Ecuación 12 - Disponibilidad Alcanzada - D_A	63
Ecuación 13 - Función Distribución Weibull	66

0 PRÓLOGO

El proyecto se lleva a cabo en varias etapas, las cuales están íntimamente entrelazadas entre ellas, con un gran esfuerzo de obtención de datos de la vida real, un 'profundo análisis y predicciones estratégicas que permitan facilitar y optimizar la labor de mantenimiento en el Reactor 4 de ANDERCOL S.A.

Le efectividad es sin duda el indicador prioritario en una organización para lograr una mejora en los procesos y actividades de mantenimiento, es por ello que el proyecto enfatiza e el cálculo de los valores RAM del reactor, con el fin de poder controlar todo su funcionamiento y por ende el mantenimiento de forma eficiente y coordinada.

0.1 INTRODUCCIÓN

La generación de valor es sin duda alguna el propósito ultimo de cualquier departamento de mantenimiento, el cual está siempre a la búsqueda y desarrollo de nuevas estrategias en mira de maximizar el beneficio y la generación de valor, conforman la misión de la gestión de activos.

El área de mantenimiento es concebida como una entidad de servicio, como un proceso de apoyo transversal a las demás áreas de manufactura, es por esta razón que las estrategias diseñadas en la gestión de mantenimiento deben alinearse en su desarrollo con las estrategias de las demás áreas, de esta manera se optimizan los esfuerzos y se alcanza el propósito común.

La buena gestión de mantenimiento se fundamenta en estrategias acertadas y costo efectivas y para ello se hacer indispensable el conocimiento pleno del funcionamiento de cada uno de los activos relevantes en la operación en la que se desempeñen, este funcionamiento se puede medir e interpretar a través de los indicadores CMD¹ es de esta forma como caracterizamos el funcionamiento en el tiempo de una máquina. Este trabajo se enfoca en el tratamiento de la información y en la obtención de estos indicadores que permiten posteriormente trazar estrategias para maximizar el desempeño de la maquina en estudio (Mora, 2012).

El presente estudio se centra en un reactor usado para la fabricación de resinas Tere ftálicas, se analiza como un todo dado que el sistema cuenta con diferentes equipos auxiliares como bombas, válvulas, intercambiadores y otros. Para este estudio se determina el sistema completo como reactor No 4 y se obtienen los indicadores desde el tratamiento y manejo de los datos o reportes históricos de funcionamiento, posterior se calcula y pronostica el comportamiento en el tiempo

¹ CMD - Confiabilidad Mantenibilidad Disponibilidad

para finalmente establecer la estrategia o tácticas de mantenimiento (Mora, 2019) que permitan mejorar indicadores CMD o en inglés *RAM*².

0.2 JUSTIFICACIÓN

Para hacer frente a los desafíos y cambios que impone el mercado se hace necesario maximizar el desempeño de cada uno de los actores que intervienen en el proceso de transformación o fabricación de producto, bien o servicio, en este contexto las empresas trazan estrategias para enfrentar a la competencia y ganar participación de mercado.

Desde el mantenimiento industrial se apalancan las acciones requeridas para garantizar la mejor confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad de las máquinas. Sabiendo cómo determinar e interpretar los indicadores CMD las empresas pueden implementar las tácticas de mantenimiento que permitan obtener el máximo beneficio durante el tiempo de vida útil de sus máquinas.

Los indicadores CMD permiten dilucidar el comportamiento real de una máquina y su impacto en la productividad, es así como se puede tomar mejores decisiones acerca del presente y futuro de los equipos, saber optimizar las inversiones y/o costes de mantenimiento e identificar las oportunidades de mejoras en mantenimiento y operación (Evans, 1975) (Wakefield, 1985).

La funcionalidad de un sistema productivo depende de la interacción y el funcionamiento de sus componentes³. En el presente trabajo la máquina es el objeto principal de estudio a través de los indicadores CMD⁴ que representan de forma matemática su comportamiento y cuyo análisis arroja elementos de juicio para definir estrategias y tareas tendientes a obtener el mejor provecho de este elemento.

La creciente competencia local e internacional en el mercado de resinas y compuestos obliga a empresas dedicadas a esta actividad a ser cada vez más competitiva, a bajar sus costos fijos de fabricación y a incrementar disponibilidad y confiabilidad de sus máquinas para hacer frente a la competencia de mercado, solo conociendo verazmente el comportamiento de sus equipos pueden tomar decisiones acertadas y coste efectivas (Barringer@, 2005) (Mora, 2017).

² *RAM - Reliability Availability Maintainability*

³ *De acuerdo con el enfoque kantiano que define un sistema como un conjunto de personas, artefactos y un entorno. (Mora, 2012).*

⁴ *Indicadores usados en la Efectividad del Sistema de Mantenimiento.*

0.3 ANTECEDENTES

En los últimos años el mercado de materiales compuestos muestra un dinamismo que obliga a los actores relevantes en esta industria, a ser más productivos y competitivos, es precisamente ANDERCOL S.A. una de las compañías más grandes del país y líder, de este sector de la industria.

ANDERCOL S.A. es una empresa del Grupo Empresarial Orbis (antiguamente Grupo Mundial PINTUCO), con 50 años en el mercado de la química intermedia, y presencia en cinco países de América Latina (ANDERCOL S.A.S, 2017).

Cuenta con plantas de producción en Colombia, Brasil, Venezuela, México y Ecuador. Sus principales plantas en Colombia, están ubicadas en Cartagena, adicional cuenta con una planta en Barbosa (departamento de Antioquia), esta última dedicada a la fabricación de emulsiones y resinas acrílicas. Las 2 plantas ubicadas en Cartagena se diseñaron para la fabricación de Resinas Poliéster, Resinas Alquídicas y Ácido Fumárico.

Para la producción de resinas se hace necesaria la utilización de reactores *batch* y de otros equipos auxiliares integrados al Reactor. En la planta de resinas de Cartagena⁵ operan 6 Reactores uno de ellos el Reactor 4 R4T, este equipo se destina exclusivamente para la fabricación de Resinas Poliéster de tipo Tereftálicas, estas resinas se usan comúnmente para la elaboración de tuberías PRFV⁶.

La alta demanda de producción de este equipo representa una seria limitante en el tiempo disponible para la realización de mantenimiento preventivo y por ende un desafío para la gestión de mantenimiento y el aseguramiento de la confiabilidad y disponibilidad.

Actualmente el mantenimiento planeado (proactivo: preventivo y predictivo) de este Reactor se ejecuta según la oportunidad, es decir, según la ocupación o cambio de referencia⁷, es precisamente en estos cambios de referencia donde el equipo de mantenimiento interviene con las actividades planeadas.

Con la implementación de CMD se busca primeramente identificar y analizar el comportamiento del reactor, esto permite determinar e implementar una estrategia de mantenimiento efectiva, que apunte directamente a la mejora de los indicadores de confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad.

⁵ ANDERCOL S.A. cuenta con 2 plantas de producción, una de resinas y otra de ácido fumárico, el reactor en estudio de este trabajo se ubica en la planta de resinas Cartagena - Departamento de Bolívar – Colombia en la Zona Industrial de Mamonal

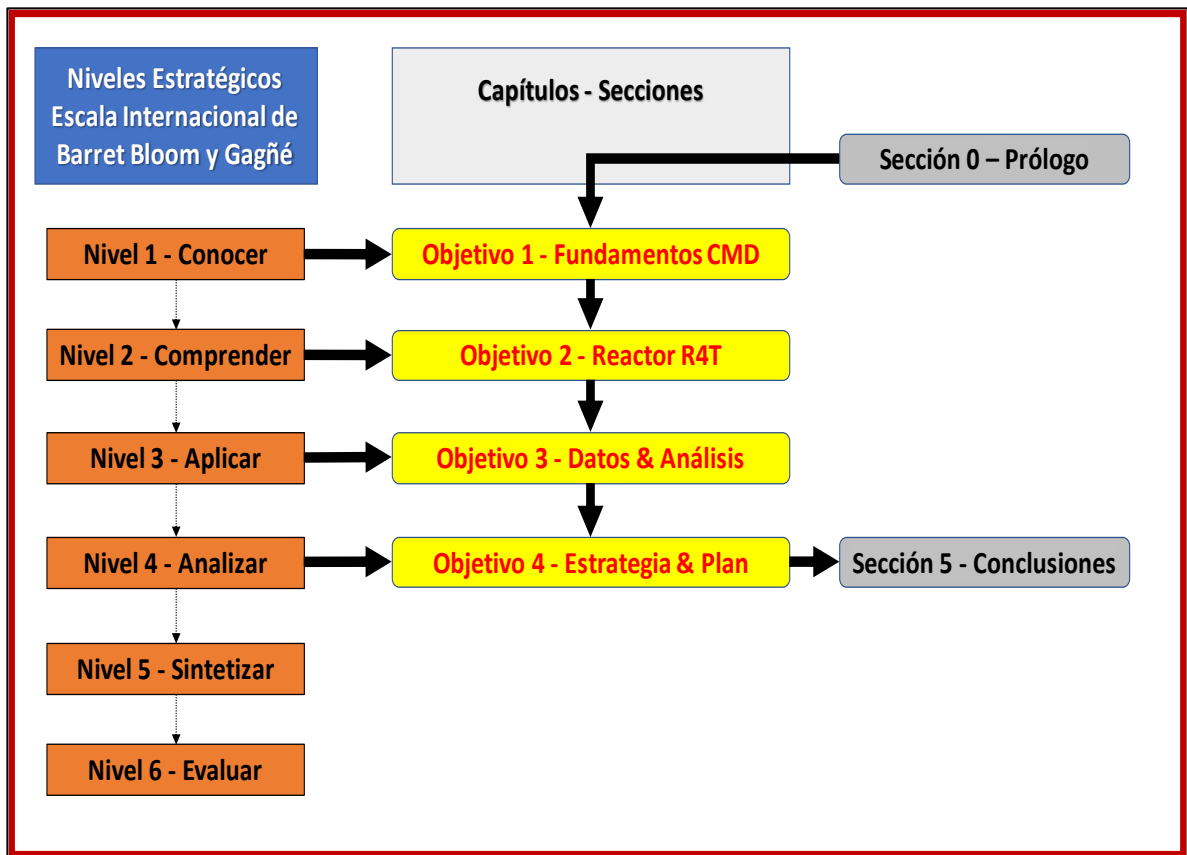
⁶ PRFV - Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio

⁷ Existen diferentes referencias de resinas Tereftálicas y se fabrican según requerimientos del cliente

0.4 OBJETIVOS

El esquema de los objetivos utiliza como base la teoría de Bloom y Gagné⁸ de la taxonomía de los objetivos en la educación, donde el nivel de avance en el aprendizaje es paralelo a la acción propuesta en cada objetivo (Bloom@, 2014)

Ilustración 1 - Secuencia lógica de objetivos



Fuente: elaboración propia

0.4.1 General

Optimizar el proceso de mantenimiento del Reactor 4 de Resinas Tereftálicas, mediante la elaboración de un Plan Estratégico de Acciones de Mantenimiento, derivado del análisis profundo de datos de tiempos útiles, reparaciones y mantenimientos planeados (preventivos y predictivos) con la metodología CMD, interpretando todos sus algoritmos, curvas y estados futuros, para mejorar el desempeño en el R4T - Reactor 4 Tereftálico.

⁸ Benjamín Bloom, Robert Gagné, psicólogos norteamericanos destacados por sus publicaciones en el área de aprendizaje

0.4.2 Específicos

Se describen de forma secuencial, con el fin de comprender mejor la dimensión del alcance del proyecto.

0.4.2.1 Uno - FUNDAMENTOS CMD

Definir los parámetros y reglas de aplicación de CMD - Confiabilidad Disponibilidad Mantenibilidad, con el fin de poder analizar la funcionalidad del desempeño del R4T usado en la fabricación de resina de poliéster insaturado, a partir de los métodos establecidos en la evaluación de la efectividad del mantenimiento. *Nivel 1 - Conocimiento Escala de Bloom y Gagñé*

0.4.2.2 Dos - REACTOR R4T

Ilustrar el funcionamiento y la operación del Reactor R4T, mediante la caracterización de sus principales elementos y subpartes, a la vez que se enuncia la tasa de fallos, de tiempos útiles y demás datos, que son la base del análisis CMD de los capítulos subsiguientes, para el estudio CMD R4T. *Nivel 2 - Comprensión de la Escala de Bloom y Gagñé*

0.4.2.3 Tres - DATOS & ANÁLISIS

Aplicar la metodología estándar de cálculos por distribuciones CMD mediante la parametrización por alineación para estimar valores pasados, presentes y futuros de $MTBM_C$, $MTBM_P$, $MTTR$, M_P , $MTBM$ y \bar{M} integral junto con su Disponibilidad; para estudiar y predecir el comportamiento de sus tiempos útiles, fallos y mantenimiento en el Reactor R4T. *Nivel 3 - Aplicación de la Escala de Bloom y Gagñé.*

0.4.2.4 Cuatro - ESTRATEGIA & PLAN

Organizar el Plan Estratégico de Acciones de Mantenimiento para el R4T, derivadas del análisis CMD para un tiempo futuro, a partir del análisis y predicción del pasado, para optimizar el mantenimiento y mejorar el desempeño del Reactor R4T. *Nivel 4 - Análisis de la Escala de Bloom y Gagñé.*

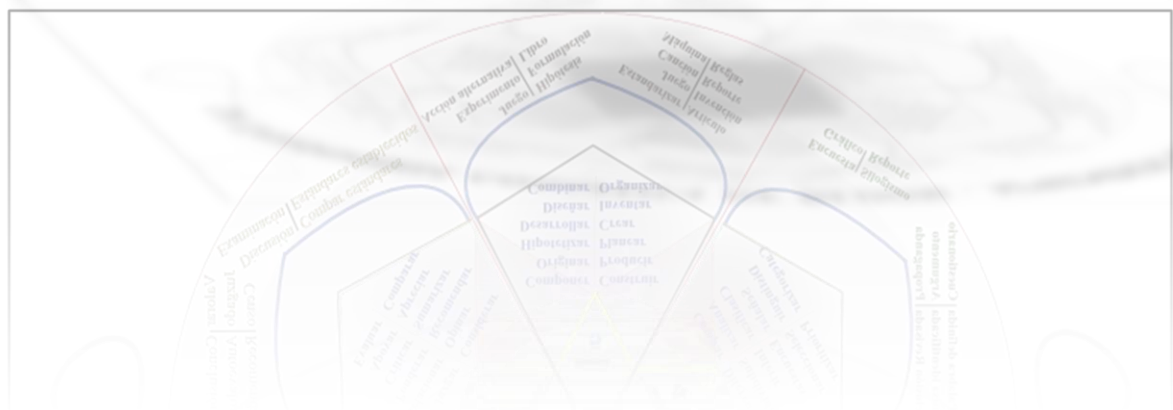
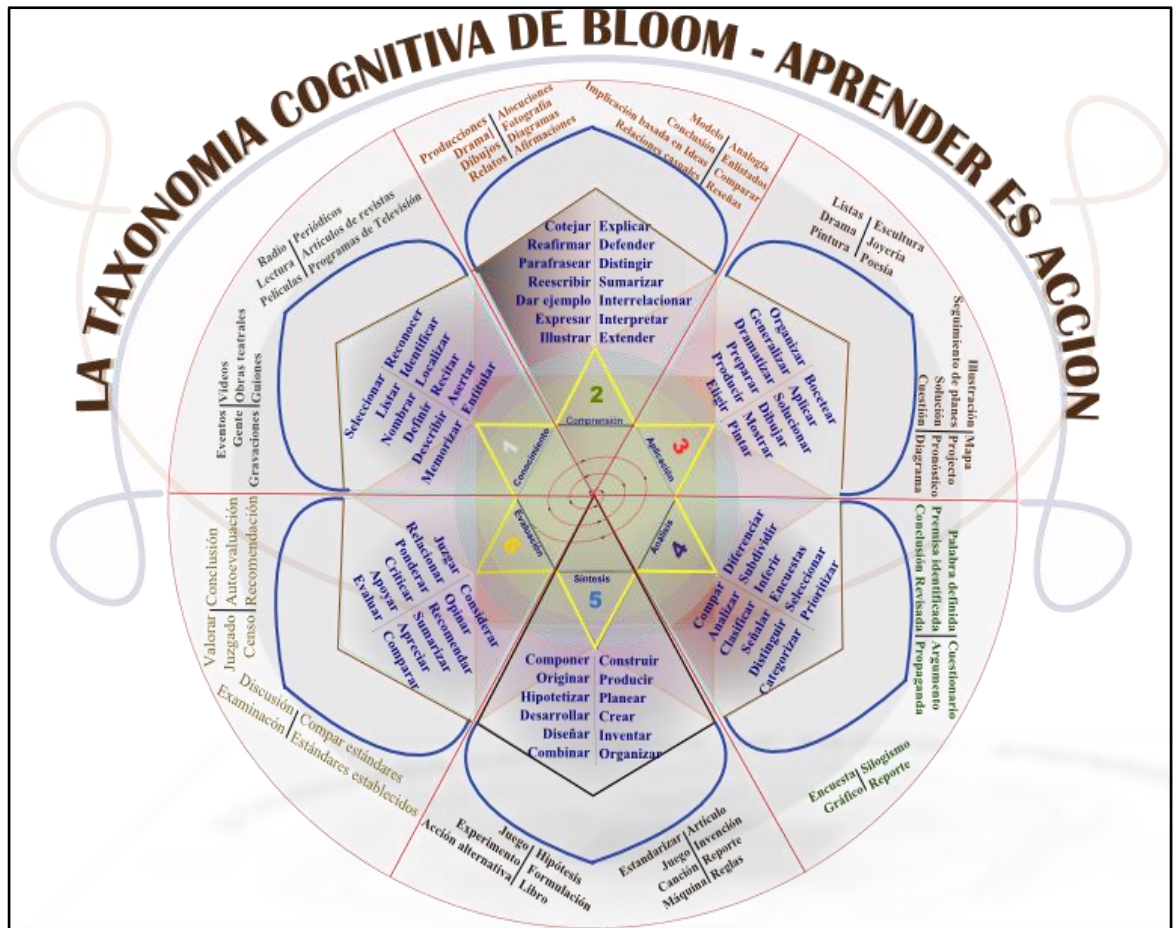
0.4.2.4 Cinco - CONCLUSIONES

Presentar los principales resultados del estudio integral CMD del reactor R4T.

0.4.3 Fundamentación estructura Bloom y Gagñé

La metodología aporta la estructura organizacional y semántica, de los objetivos, poniéndoles en orden secuencial de importancia, de tal manera que se le facilite al lector su comprensión, su entendimiento, su articulación y factible aplicación de los conceptos que revisa en el proyecto

Ilustración 2 - Escala Bloom Barrett y Gagné - Verbos a usar



					
RECORDAR/ MEMORIZAR	ENTERDER/ COMPRESIÓN	APLICAR/ APLICACIÓN	ANALIZAR/ ANÁLISIS	EVALUAR/ SINTESIS	CREAR/(1990) EVALUAR(1956)
Definir	Traducir	Interpretar	Distinguir	Componer	Juzgar
Repetir	Discutir	Aplicar	Analizar	Concluir	Apreciar
Recordar	Describir	Emplear	Diferenciar	Proponer	Evaluar
Numerar	Reconocer	Usar	Calcular	Diseñar	Estimar
Nombrar	Explicar	Demostrar	Experimentar	Fomular	Valuar
Relatar	Expresar	Dramatizar	Probar	Arreglar	Revisar
Subrayar	Identificar	Practicar	Comparar	Ensamblar	Seleccionar
Describir	Localizar	Ilustrar	Contrastar	Coleccionar	Escoger
Encontrar	Informar	Operar	Criticar	Construir	Medir
Identificar	Revisar	Planear	Diagramar	Crear	Lograr
Relacionar	Contar	Programar	Inspeccionar	Arreglar	Calificar
	Definir	Completar	Debatir	Validar	Componer
	Secuenciar	Examinar	Cuestionar	Dirigir	Construir
	Resumir	Ilustrar	Relatar	Preparar	Diseñar
	Predecir	Mostrar	Resolver	Moderar	Inventar
	Esquematizar	Ejecutar	Examinar	Priorizar	Planificar
	Organizar	Clasificar	Organizar	Recomendar	Reconstruir
	Interpretar	Experimentar	Explicar	Elegir	Producir
	Ejemplificar	Construir	Identificar	Criticar	Crear
			Investigar	Debate	Resolver
			Discriminar	Decidir	Escribir
			Clasificar	Justificar	Elaborar
			Lograr	Influenciar	Combinar
				Cambiar	Planear
				Diferenciar	Actualizar

				Diferenciar	Actualizar
				Cambiar	Planear
			Lograr	Influenciar	Combinar
			Clasificar	Justificar	Elaborar
			Discriminar	Decidir	Escribir
			Investigar	Debate	Resolver
	Ejemplificar	Construir	Identificar	Criticar	Crear
	Interpretar	Experimentar	Explicar	Elegir	Producir
	Organizar	Clasificar	Organizar	Recomendar	Reconstruir
	Esquematizar	Ejecutar	Examinar	Proponer	Planificar
	Predecir	Mostrar	Resolver	Moderar	Inventar
	Resumir	Ilustrar	Relatar	Preparar	Diseñar
	Secuenciar	Examinar	Cuestionar	Dirigir	Construir
	Definir	Completar	Debatir	Validar	Componer

Fuente: (Bloom@, 2014) (Barret, 2019)

0.5 DESCRIPCIÓN DE LOS OBJETIVOS - CAPÍTULOS

El proceso se inicia con un capítulo inicial donde se entregan los criterios relevantes, los fundamentos conceptuales y las principales características de la confiabilidad, la mantenibilidad y la disponibilidad, necesarios y básicos para comprender los otros capítulos venideros, donde se profundiza en el tema y se alcanza el logro del proyecto mediante el desarrollo del objetivo general.

El segundo capítulo caracteriza la máquina, describe su entorno fabril y muestra los principales elementos que la componen, a la vez que subraya los principales hechos que generan las fallas, sus tiempos útiles y los tiempos planeados de mantenimientos preventivos y predictivos, dejando las bases para entender la máquina en sí y el beneficio del análisis pasado y futuro del CMD en el Reactor R4T, en donde el análisis y el estudio se aplican al volumen de control, con todo el análisis CMD pertinente.

El tercer objetivo obtiene los datos, los organiza, los procesa en los softwares CMD y en los programas estadísticos, para estudiar el pasado, el presente y poder obtener el futuro a partir de la metodología de distribuciones CMD, que aporta los elementos de análisis de sus curvas de Confiabilidad y Mantenibilidad necesarias para poder constituir el plan estratégico del siguiente objetivo.

El último capítulo de desarrollo, es netamente de análisis estratégico, el cuarto presenta los valores pronosticados CMD y su interpretación táctica, que permite la constitución del Plan de Actividades Estratégicas a partir del análisis obtenido en sesiones anteriores, que permitirán mejorar el mantenimiento del R4T y optimizar su proceso; el análisis se hace con datos reales de los pronósticos de los parámetros, de las variables y del análisis multivariado de los resultados.

Las conclusiones del trabajo, se esbozan en el quinto capítulo, donde se presentan los principales logros del proyecto, con relación a mantenimiento influyente en la operación de la rebobinadora.

0.6 CONCLUSIONES CAPÍTULO 1

Esta primera sección de ja lista la estructura del ´proyecto, donde se presentan el contexto y referentes relevantes al trabajo del %Reactor R4T, de tal forma que se tienen todas las bases requeridas para entender el trabajo a continuación, de forma integral y especifica desarrollado para pronosticar y analizar resultados estratégicos CMD en el reactor R4T de ANDERCOL S.A. de Colombia.

1. FUNDAMENTOS CMD

1.1 OBJETIVO DEL CAPÍTULO 1

Definir los parámetros y reglas de aplicación de CMD - Confiabilidad Disponibilidad Mantenibilidad, con el fin de poder analizar la funcionalidad del desempeño del R4T usado en la fabricación de resina de poliéster insaturado, a partir de los métodos establecidos en la evaluación de la efectividad del mantenimiento. *Nivel 1 - Conocimiento Escala de Bloom y Gagñé.*

1.2 INTRODUCCIÓN AL CAPITULO 1

Para el manejo, análisis y planteamiento de estrategias de mantenimiento basadas en la manipulación e interpretación de datos, es requerido conocer primeramente los conceptos y fundamento teóricos que rige cada uno de los parámetros a determinar, en este caso la integralidad de 3 mediciones tal como confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad.

En este capítulo expone cada concepto tanto convergencias y diferencias, así mismo los diferentes métodos de predicción CMD como su aplicabilidad, ventajas y desventajas.

1.3 DESARROLLO DEL CAPÍTULO 1

Se muestra en este capítulo fundamentos básicos para el posterior desarrollo de otros objetivos.

1.3.1 Sistema Kantiano de Mantenimiento

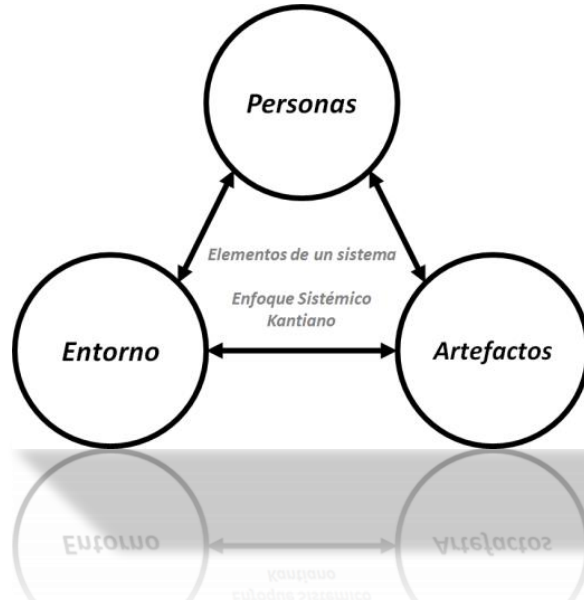
El enfoque sistemático kantiano define un sistema compuesto por: personas, artefactos y entrono (Mora, 2017) (Ebeling, 2005) (Mora, 2019)

Cada fabrica tiene establecido una serie de procesos que deben ejecutarse hasta lograr el fin , así se desarrollan los productos y/o servicios para la cual está concebida la fábrica, en este contexto, se debe entender que un proceso es un grupo de actividades desarrolladas por personas y maquinas en un determinado entorno. Como primer elemento del sistema kantiano tenemos a la persona y posterior las maquinas o artefactos, por esto el mantenimiento relaciona el elemento mental y real del enfoque kantiano (Filosofía&Co, 2019) (Mora, 2017).

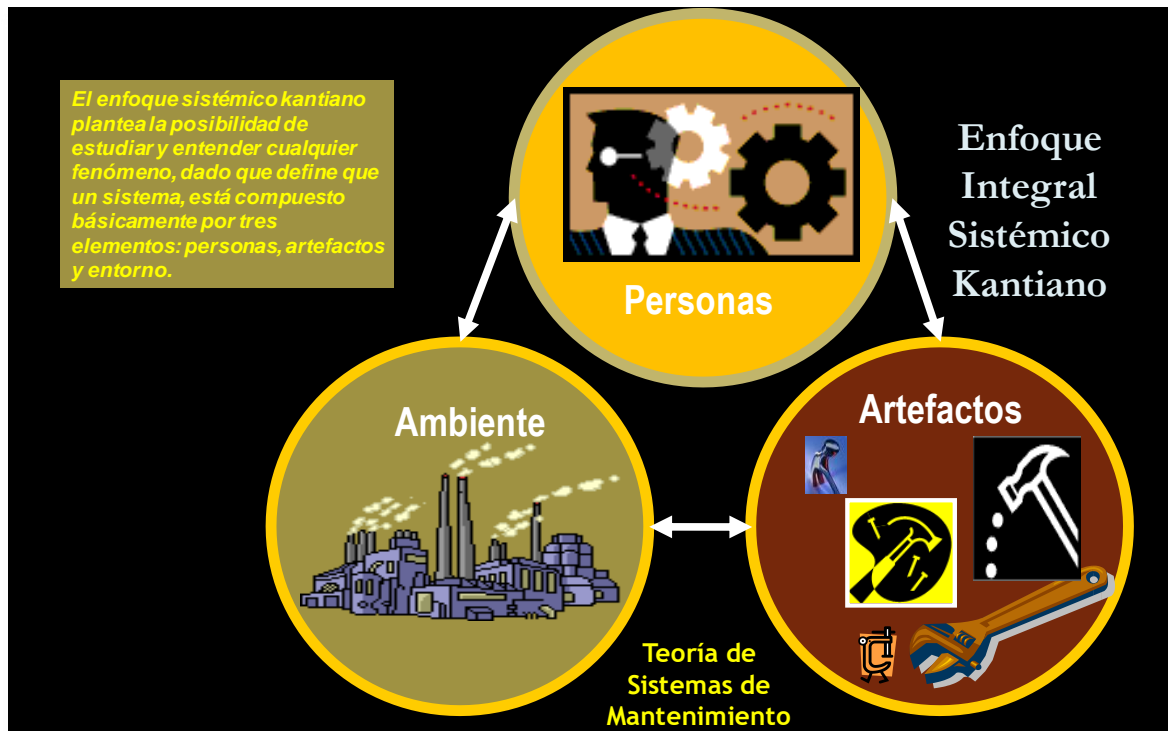
El entorno, el cual es de carácter metal (o intelectual) y corresponde a todos aquellos sitios donde se desenvuelve la naturaleza del sistema y donde se encuentran las máquinas que hacen posible la producción de bienes reales o

servicios (Chiavenato, 2005) (AMEF@, 2005) (Ávila, 1992) (Mora, 2017) (Idhammar, 1997a).

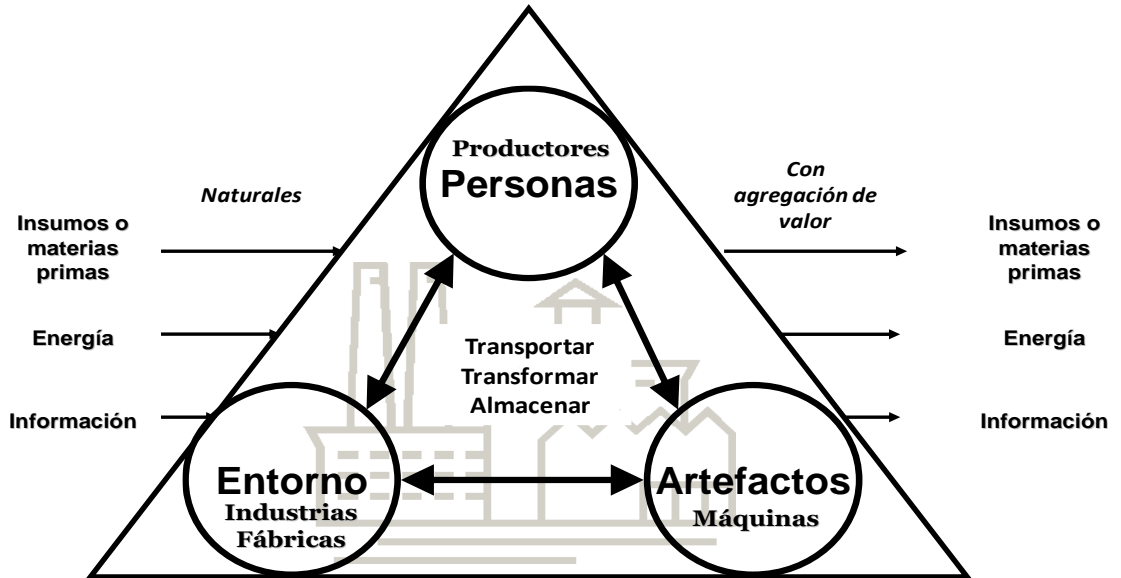
Ilustración 3 - Elementos de un sistema kantiano



Immanuel Kant nació el 22 de abril de 1724 en la ciudad prusiana de Königsberg (actual Kaliningrado, Rusia) y murió en la misma ciudad el 12 de febrero de 1804.

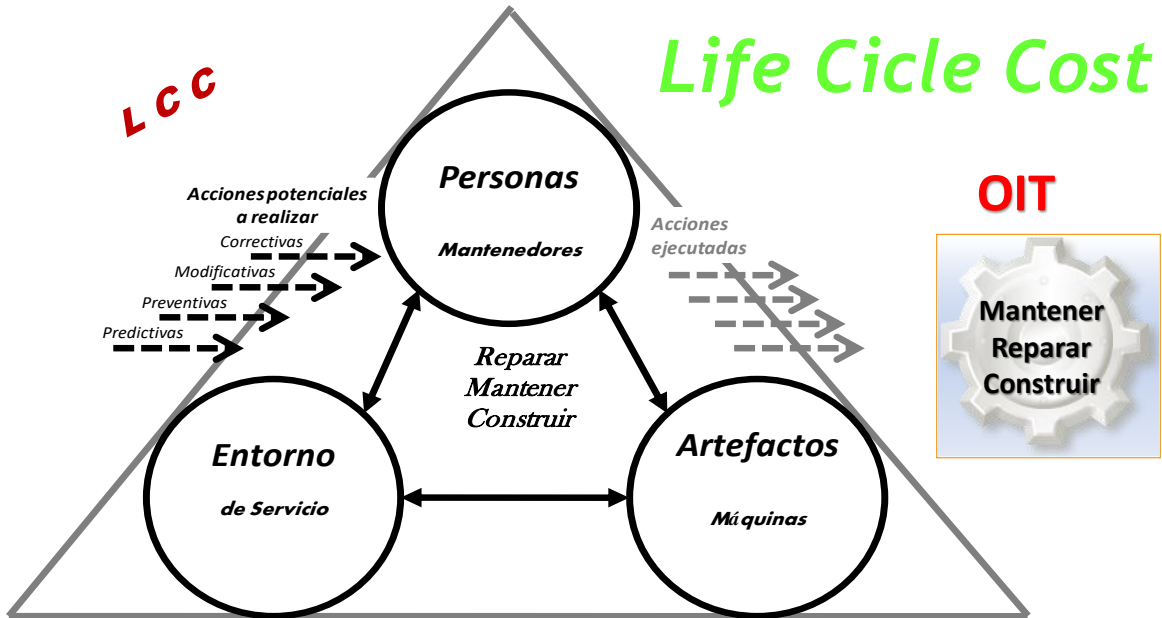


LCC Sub-Sistema de Operación o Producción

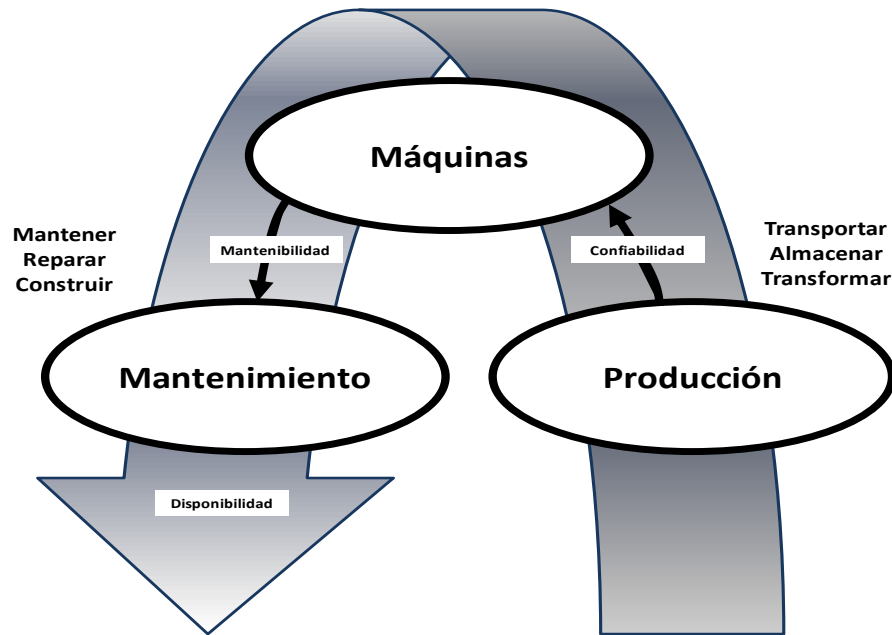
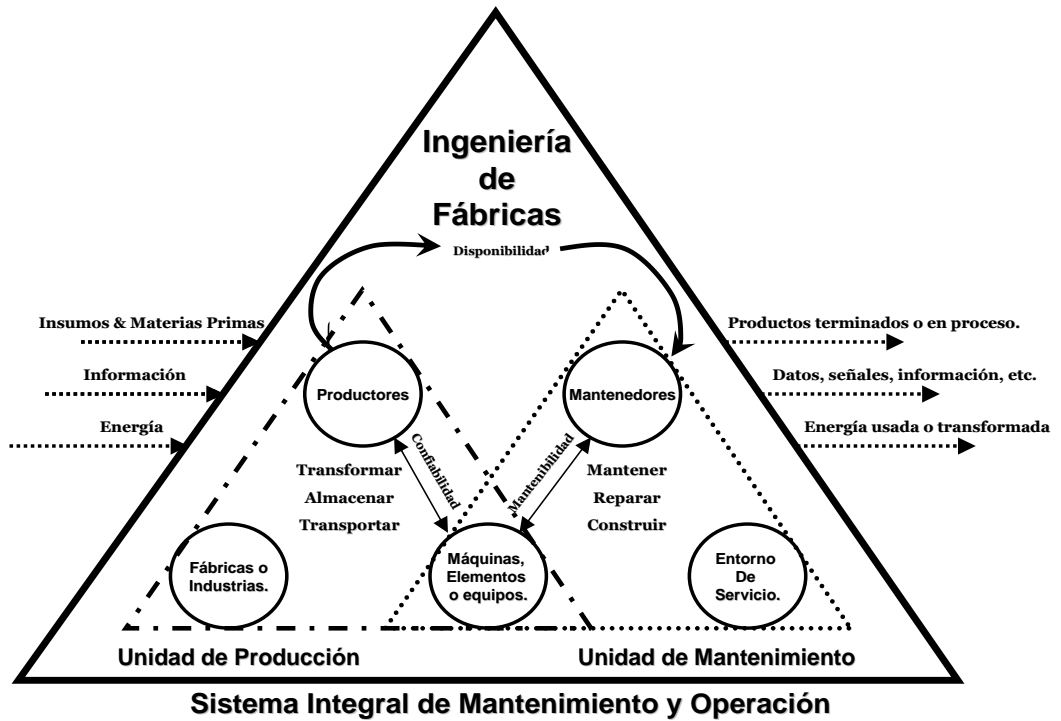


Sub-Sistema de Mantenimiento

Life Cycle Cost



Sistema integrado de Ingeniería de fábricas: producción y mantenimiento



Fuente: (Mora, 2019) (ESReDa-Industrial, 1998) (OREDA, 2002)

El modelo de la teoría de sistemas define a los departamentos de las empresas, como módulos administrativos independientes (mantenimiento, producción, etc.), a los cuales los denomina unidades, y estos a su vez conforman un sistema, con metas propias individuales y comunes al sistema (empresa). Un sistema es un conjunto de unidades recíprocamente relacionadas (Bertalanffy1, 1994). Las unidades a su vez se pueden considerar como elementos de un sistema cuando se encuentran relacionados entre sí por alguna forma de interacción o interdependencia (Chiavenato, 2005).

El mantenimiento es el elemento que comprende a las personas que ofrecen y prestan el servicio de conservación de equipos a los departamentos o empresas que producen bienes o servicios, mediante los recursos de que disponen.

La producción (AOD)⁹, es el elemento que requiere y demanda el servicio de mantenimiento de los equipos que utiliza para producir bienes o servicios.

El parque industrial es el conjunto de elementos, equipos, artefactos, objetos, herramientas o líneas de producción¹⁰, que se utilizan para la agregación de valor en los productos o servicios.

El tratamiento del mantenimiento (como una ciencia) permite sintetizar sus elementos principales en tres: producción, máquinas y mantenimiento; a la vez que admite su jerarquización en niveles de categorías (Bertalanffy, 1994) (Whorf, 1953) (Whorf, 1952) (Uexcüll, 1920) y que establece las relaciones y las condiciones entre sus tres elementos.

Mantenimiento es elemento que comprende a las personas que ofrece y presta el servicio de preservación y conservación de equipos (Mora, 2009). El fin último de mantenimiento es la generación de valor, en este sentido desde la administración y ejecución de mantenimiento de debe garantizar la optimización y desempeño de cada artefacto y/o máquina que interviene en el proceso teniendo en cuenta el entorno de operación.

En la producción de bienes y/o servicios la relación entre personas y maquina define la confiabilidad, esta misma relación en mantenimiento define la mantenibilidad, es así como desde el enfoque kantiano podemos analizar un sistema al relacionar personas, máquinas y entorno (Mora, 2017).

⁹ AOD.: Aprovechamiento, Operación y Distribución: Son todos aquellos departamentos o industrias que realizan actividades de aprovisionamiento u operación y distribución de bienes o servicios, internos o externos a la organización origen del mantenimiento.

¹⁰ Donde se aplican las distintas acciones o tareas de mantenimiento.

1.3.1.1 Categorización del mantenimiento

El enfoque kantiano admite definir las categorías de la ingeniería de fábricas, como una metodología científica que establece los parámetros jerárquicos (Whorf, 1952) donde se definen las diferentes temáticas conceptuales, esta jerarquización permite unificar el lenguaje y el argot del tema con el fin de facilitar su estudio, tratamiento y aplicación empresarial.

Las categorías son divisiones jerárquicas que permiten simplificar el tratamiento profundo de los diferentes conceptos, que facilitan su organización, que consiente en el análisis de sus diferencias y similitudes, para la estructuración total de los diferentes temas que los conforman.

Una primera aproximación a la categorización del mantenimiento, se encuentra instituida por la casa ESReDa en su Manual *Handbook*(ESReDa, 2001) donde se establecen tres niveles: táctico, operativo y estratégico; para presentar una adecuada clasificación para diversas tareas, acciones y temas del mantenimiento.

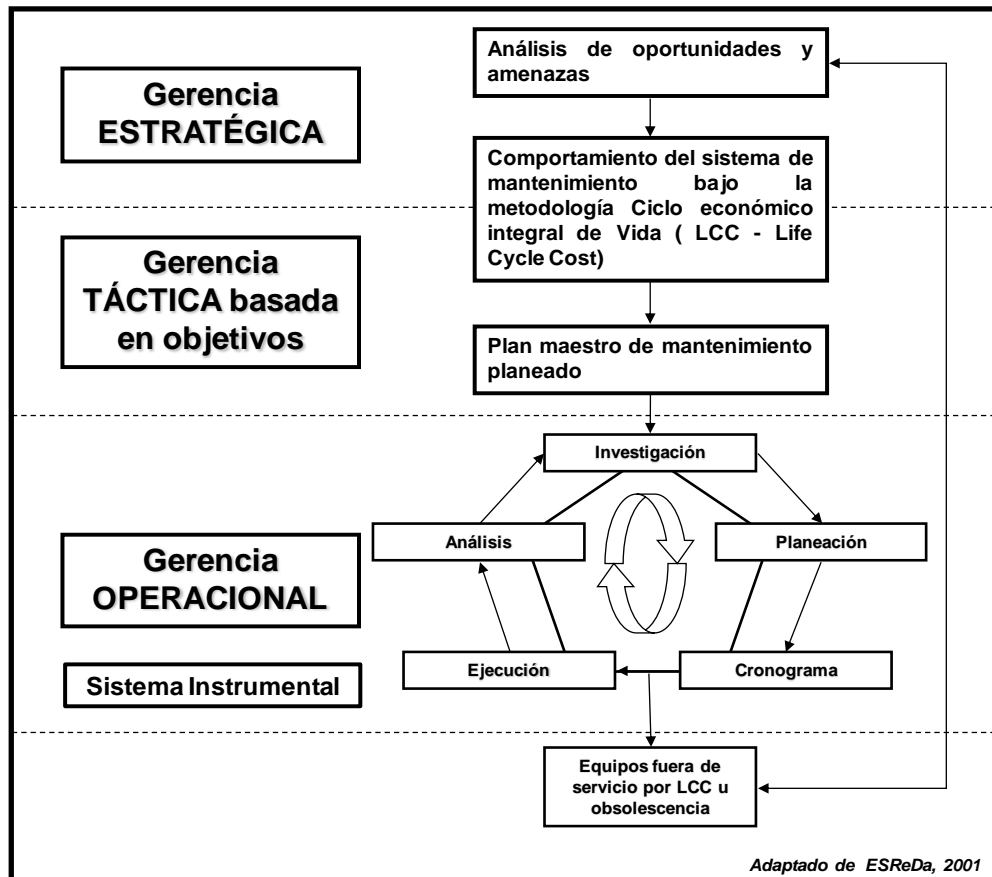
Establece la casa noruega ESReDa que normalmente los departamentos no tienen muy definida su estructura organizacional y menos sus costos sistémicos. La función de mantenimiento tiene una alta influencia en la rentabilidad de las empresas y en la ingeniería integradora de plantas.

Los controles gerenciales deben apuntar a las metas definidas, a los procesos establecidos y, en especial a las estrategias que se plantean. Esto hace que las empresas puedan descubrir nuevas oportunidades de mercado, mantenimiento y producción, al integrar todos los recursos con las decisiones estratégicas que se toman, de tal manera que todo se haga en un enfoque global y específico (ESReDa, 2001). En general la casa ESReDa establece tres niveles¹¹ donde se desarrollan todas las actividades y gestiones de mantenimiento.

Si bien ESReDa es un buen acercamiento a la síntesis del mantenimiento, se deben instaurar lazos más fuertes para darle solidez a este concepto, en el cual se fundamenta todo el tratamiento y aplicación de la ciencia mantenimiento (ESReDa, 2001) (Mora, 2017).

¹¹ Los niveles se muestran en la parte izquierda de la Ilustración correspondiente.

Ilustración 4 - Niveles de mantenimiento de la casa ESReDa



Fuente: (ESReDa, 2001)

El enfoque kantiano se fundamenta en las concepciones de espacio y tiempo, por lo cual es necesario identificar las acciones tanto del espacio como del tiempo sobre las máquinas durante su vida útil.

Parece ser que la acción del tiempo¹² afecta más los componentes o elementos corpóreos de las máquinas y, la acción del espacio, se entiende mejor en la tecnología que portan las máquinas, denominadas alma de los equipos, que consiste en la función principal para lo cual son diseñadas. (ESReDa, 2001)

¹² *Espacio y Tiempo del enfoque Sistémico Kantiano o de la Terotecnología.*

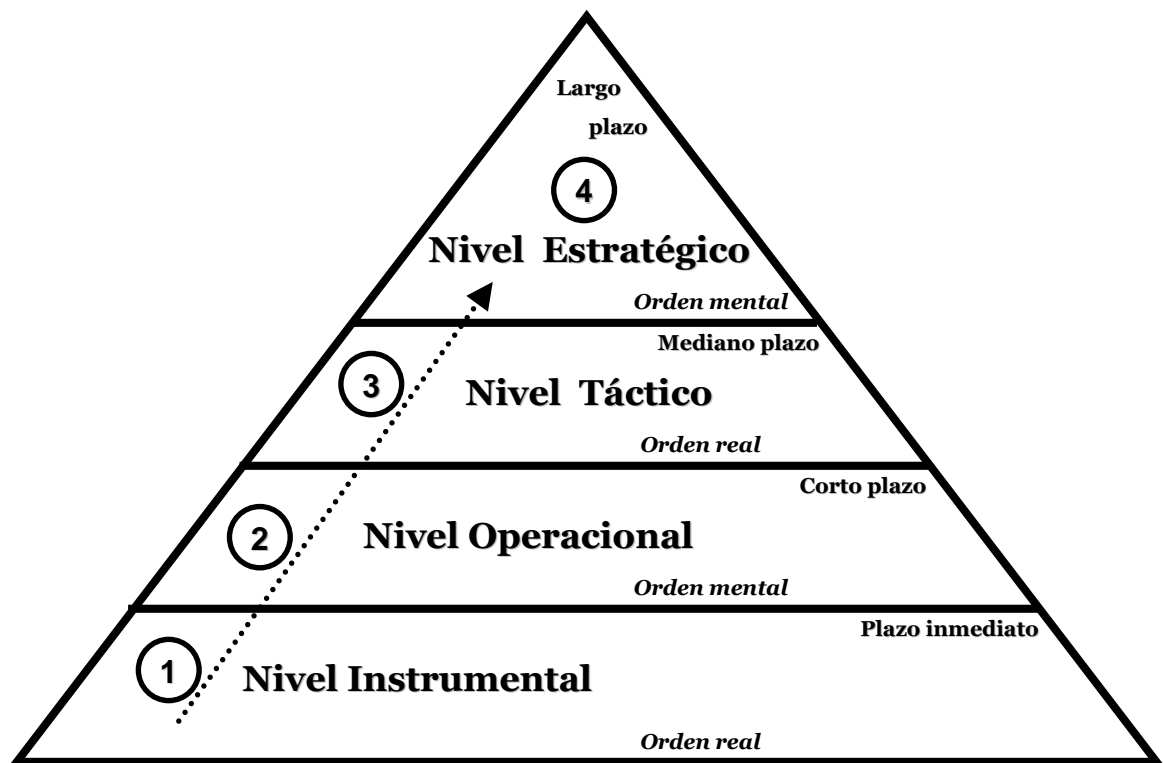
Los indicadores CMD son la manera estadística de medir el desempeño de un sistema, con una interpretación precisa de estos indicadores se pueden definir las estrategias, acciones o tácticas a implementar en la gestión de mantenimiento.

Por medio del CMD es como se puede planear, organizar, dirigir, ejecutar y controlar totalmente la gestión y operación del mantenimiento (Mora, 2007a)

En mantenimiento se pueden encontrar varios, niveles, entre ellos mediante una primera aproximación a la categorización del mantenimiento, se encuentra instituida por la casa ESReDa en su Manual *Handbook* (ESReDa, 2001) donde se establecen tres niveles: táctico, operativo y estratégico; para presentar una adecuada clasificación para diversas tareas, acciones y temas del mantenimiento.

En la vida real se integra el mantenimiento con los otros actores en cuatro niveles.

Ilustración 5 - Niveles y categorías del mantenimiento bajo enfoque sistémico



Fuente: (Mora, 1999) (Mora, 2012)

Los niveles a su vez, se explican:

1. Nivel 1 - Instrumental (Funciones y Acciones) El nivel instrumental abarca todos los elementos reales requeridos, para que exista mantenimiento en las empresas, procura el manejo sistémico de toda la información construida, solicitada en un sistema de mantenimiento en lo referente a las relaciones entre Personas, Recursos Productivos y Máquinas; pertenecen a este grupo todos los registros, documentos, historia, información, codificación, entre otros; en general todo lo que identifica a los equipos, a los recursos de AOD¹³ y de mantenimiento; la administración de la información y su tratamiento estadístico; la estructura organizacional de los tres elementos descritos de un sistema de mantenimiento. Clasifican también en este nivel instrumentos más avanzados como las 5S, el mejoramiento continuo, etc., también se encuentran aquí herramientas avanzadas específicas y de orden técnico, como análisis de fallas, manejos de inventarios, pronósticos, etc. El nivel instrumental comprende todos los elementos necesarios para que exista un sistema de gestión y operación de mantenimiento, incluye: la información, las máquinas, las herramientas, los repuestos, los utensilios, las materias primas e insumos propios de mantenimiento, las técnicas, los registros históricos de fallas y reparaciones, las inversiones, los inventarios, las refacciones, las modificaciones, los trabajadores, las personas, el entrenamiento y la capacitación de los funcionarios, entre otros. En general el nivel primario abarca todos los elementos físicos e intangibles que requieren las personas para poder realizar las acciones¹⁴ concretas de mantenimiento sobre los elementos o máquinas.
2. Nivel 2 - Operacional (Acciones mentales) El nivel operacional comprende todas las posibles acciones a realizar en el mantenimiento de equipos por parte del oferente, a partir de las necesidades y deseos de los demandantes. Acciones correctivas, preventivas, predictivas y modificativas.
3. Nivel 3 - Táctico (Conjunto de Acciones Reales) El nivel táctico contempla el conjunto de acciones de mantenimiento que se aplican a un caso específico (un equipo o conjunto de ellos), es el grupo de tareas de mantenimiento que realizan con el objetivo de alcanzar un fin; al seguir las normas y reglas para ello establecido. Aparecen en este nivel el *TPM*, *RCM*, *TPM & RCM* combinadas, *PMO*, reactiva, proactiva, clase mundial, *RCM Scorecard*, entre otros.
4. Nivel 4 - Estratégico (Conjunto de Funciones y Acciones mentales) El campo estratégico está compuesto por las metodologías que se desarrollan con el

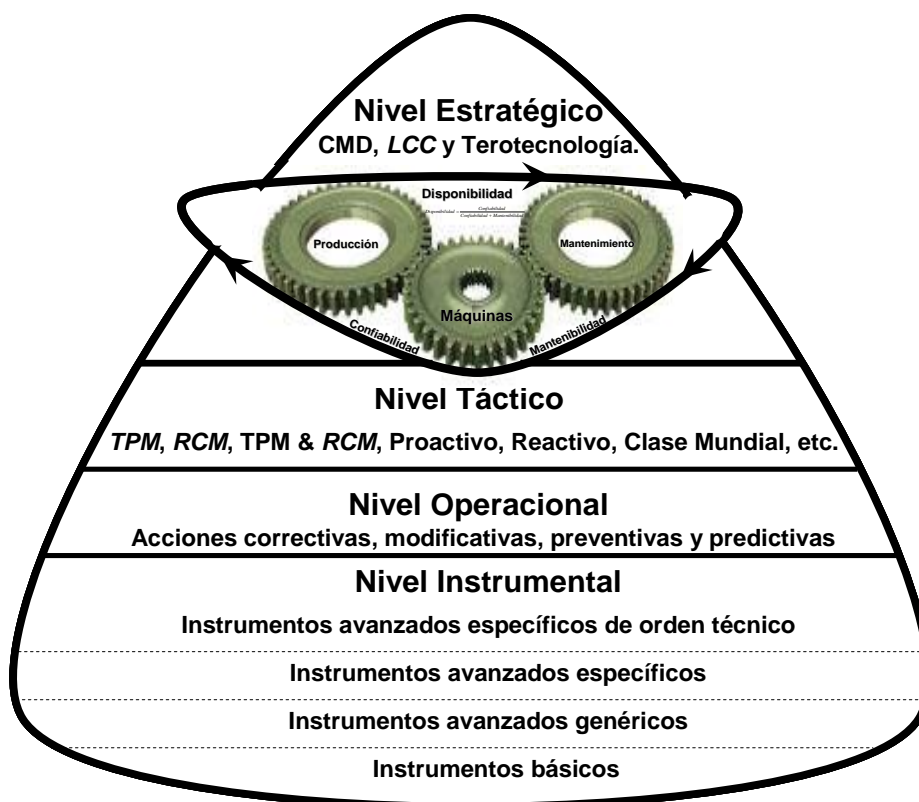
¹³ AOD - Aprovechamiento Operación Distribución.

¹⁴ Acciones, operaciones, o tareas que se dan en el nivel 2 operacional de mantenimiento.

fin de evaluar el grado de éxito alcanzado con las tácticas desarrolladas; esto implica el establecimiento de índices, rendimientos e indicadores que permitan medir el caso particular con otros de diferentes industrias locales, nacionales o internacionales. Es la guía que permite alcanzar el estado de éxito propuesto y deseado. Se alcanza mediante el *LCC*, el *CMD*, los costos, la Terotecnología, etc.

Y a su vez los elementos que lo componen, se describen en la siguiente figura.

Ilustración 6 - Sistema Integral con tres actores relevantes y niveles estratégicos



Fuente: (Mora, 2012)

La confiabilidad, la mantenibilidad y la disponibilidad, son prácticamente las únicas medidas técnicas y científicas, fundamentadas en cálculos matemáticos, estadísticos y probabilísticos, que tiene el mantenimiento para su análisis (Mora, 2007b) y su evaluación integral y específica; es a través del *CMD* que se puede planear, organizar, dirigir, ejecutar y controlar totalmente la gestión y operación del mantenimiento (OREDA, 2002) (OREDA Volumen I, 2016) (OREDA Volumen II, 2016).

Life Cycle Cost y Efectividad

Fórmula Magna Suprema Máxima y Única de Indicadores de Mantenimiento

System Effectiveness

Efectividad del sistema = $\frac{\text{Efectividad de la Máquina o del elemento}}{LCC} = \frac{C * M * D * K}{LCC}$

Machine Effectiveness

Efectividad de la máquina o elemento
= *Confiabilidad * Mantenibilidad * Disponibilidad * Capacidad utilizada*

1.3.1.2 Confiabilidad

La medida de la confiabilidad de un equipo, es la frecuencia con la cual ocurren las fallas en el tiempo (ESReDa-Industrial, 1998). Si no hay fallas, el equipo es 100% confiable; si la frecuencia de fallas es muy baja, la confiabilidad del equipo es aún aceptable; pero si la frecuencia de fallas es muy alta, el equipo es poco confiable. Un equipo con un muy buen diseño, con excelente montaje, con adecuadas pruebas de trabajo en campo y con un apropiado mantenimiento, no debe fallar nunca (en teoría); sin embargo, la experiencia demuestra que incluso los equipos con mejores: diseños, montajes y mantenimientos; fallan alguna vez (Bazovsky, 2004).

La confiabilidad está estrechamente relacionada con la calidad de un producto y es con frecuencia considerada un componente de esta. La calidad puede se define cualitativamente como la cantidad de satisfacción, de los requerimientos de los usuarios de un producto. La confiabilidad se interesa por cuánto tiempo el producto continúa en funcionamiento, después de entrar en operación. Una baja calidad del producto implica una disminución de su confiabilidad, de la misma manera que una calidad alta implica una confiabilidad elevada.

La probabilidad de que un equipo¹⁵ desempeñe satisfactoriamente las funciones para las cuales se diseña, durante un período de tiempo específico y bajo condiciones normales de operación, ambientales y del entorno, se define como confiabilidad (Blanchard, 1995)(Blanchard, y otros, 1994)(Ebeling, 2005)(Nachlas, 1995)(Ramakumar, 1996)(Sotskov, 1972)(Leemis, 1995)(O'Connor, 2002)(Kececioglu, 1995)(Kelly, y otros, 1998)(Dounce, 1998) (Rey, 1996)(Halpern, 1978)(Forcadas, 1983)(Modarres, 1993)(Barlow, 1998)(Barlow, y otros, 1996)(Bazovsky, 2004)(Lewis, 1995)(Nakajima, y otros, 1991).

¹⁵ Cuando se refiere a un equipo, se abarcan sistemas, unidades, componentes y en general, cualquier elemento que represente una unidad lógica de seguimiento.

La definición de confiabilidad muestra que existen cuatro características que definen su estructura: probabilidad, desempeño satisfactorio, período y condiciones específicas de operación:

1.3.1.3 Probabilidad

Las mediciones de CM¹⁶ se hacen en términos de probabilidad, la cual se define en forma clásica, como el resultado de dividir el número de veces de los casos estudiados (intentos o eventos, favorables o no) entre el número total posible de casos (intentos o eventos); en la medida que la cantidad¹⁷ de intentos o casos posibles sea mayor la probabilidad se vuelve más exacta y cercana al valor real. Por ejemplo, la probabilidad de un desempeño eficaz durante 80 horas de 0.75 (o 75%), indica que el equipo funciona satisfactoriamente 75 veces de cada 100 ensayos, durante al menos 80 horas (Blanchard, y otros, 1994).

1.3.1.4 Desempeño satisfactorio

Este indica que se deben establecer criterios específicos para describir lo que se considera, como una operación satisfactoria. Una combinación de factores cualitativos y cuantitativos definen las funciones que el sistema (equipo) debe lograr, usualmente son las especificaciones del sistema(Blanchard, y otros, 1994). Implica además conocer cuándo el equipo falla y ya no se desempeña satisfactoriamente. Para un automóvil, por ejemplo, un adecuado nivel de satisfacción es que se pueda desplazar, si es así, el auto se desempeña satisfactoriamente, aún si su radio se daña o ciertas luces no funcionan (Leemis, 1995).

1.3.1.5 Período

Es la variable aleatoria de la definición de confiabilidad y se refiere a la duración del funcionamiento o longitud de vida; no necesariamente tiene que ser dado en horas, días, meses o años; de acuerdo con el sistema, el tiempo se puede medir con un reloj, el tiempo exacto de operación, el número de ciclos¹⁸ de operación o incluso en otras medidas como kilómetros recorridos, como es el caso de las llantas de un automóvil (Ebeling, 2005)(Ramakumar, 1996). El análisis de dicha variable aleatoria implica el uso de las distribuciones de probabilidad, que deben ser modelos razonables de la dispersión de los tiempos de vida¹⁹ (Nachlas, 1995).

¹⁶ CM - Confiabilidad Mantenibilidad.

¹⁷ Se recomienda valores superiores a treinta y un experimentos (Levin, 1996), en el teorema del límite central, que menciona que cuando la muestra en poblaciones atípicas es igual o superior a treinta (o 31) elementos, la media muestral se asemeja a la media poblacional.

¹⁸ Un ciclo puede ser el aterrizaje de un avión o el encendido de un motor eléctrico, o la cantidad de productos o servicios que genera, justo en un período.

¹⁹ Tiempos de vida entendidos como la variable aleatoria, sin olvidar que puede estar representada por otras medidas como el kilometraje recorrido etc.

1.3.1.6 Condiciones de operación

Son las circunstancias en las que se espera que el equipo funcione, y constituyen el cuarto elemento relevante de la definición básica de confiabilidad; incluyen factores como ubicación geográfica donde se espera que el equipo opere, el medio ambiente²⁰, vibraciones, transporte, almacenamiento, empaque, cantidad de la carga²¹, etcétera (Ramakumar, 1996).

1.3.1.7 Curva de Confiabilidad.

La forma gráfica en que se expresa la confiabilidad, depende de su formulación matemática. La probabilidad de ocurrencia de un evento se define mediante la expresión:

Ecuación 2 - Probabilidades de ocurrencia de un evento (falla) y confiabilidad

$$P_f = \left(\frac{n}{N} \right)$$
, donde n es (son) el (los) evento (s) de falla (en confiabilidad) a estudiar; N= es el número total de eventos posibles; P_f es la probabilidad de falla.

$$P_f = \lim_{N \rightarrow \infty} \left(\frac{n}{N} \right)$$
, donde P_f se define como la probabilidad de que ocurra el evento n ante una serie grande o infinita N, de eventos posibles.

$$R_a = 1 - P_f$$
, con R_a como la probabilidad de confiabilidad o de éxito o de supervivencia, en un tiempo a, siendo P_f la probabilidad de falla en ese mismo tiempo a. (Ramakumar, 1996)

La curva de confiabilidad es la representación gráfica del funcionamiento después de que transcurre un tiempo t en un período T total. Se puede entender de dos maneras: la primera consiste en la representación de la probabilidad de confiabilidad o supervivencia que tiene un elemento, máquina o sistema después de que transcurre un determinado tiempo t; la otra forma de interpretarla es cuando se analizan varios o múltiples elementos (no reparables, normalmente) similares que tienen la misma distribución de vida útil, en este caso expresa el porcentaje de ellos que aún funcionan después de un tiempo t.

Ecuación 3 - Representación matemática de la función de confiabilidad

$$R(t) = P[t < T]$$
, donde $R(t)$ es la función de confiabilidad o supervivencia, la cual decrece en la medida que se incrementa el tiempo, al igual $R(0)=1$ o sea que siempre la probabilidad de confiabilidad de cualquier elemento antes de iniciar su funcionamiento es máxima del cien por ciento (100%); t es el tiempo determinado para evaluar el funcionamiento.

$$\lim_{t \rightarrow \infty} R(t) = 0$$
, expresa que cualquier elemento o máquina, siempre entra en estado de falla, así sea en un tiempo

²⁰ Por ejemplo, temperatura o ciclos de temperatura, humedad, etc.

²¹ Entendida en términos generales y no solo de esfuerzos; puede denotar también carga eléctrica, peso soportado por un puente, volumen de digitalización, etc.

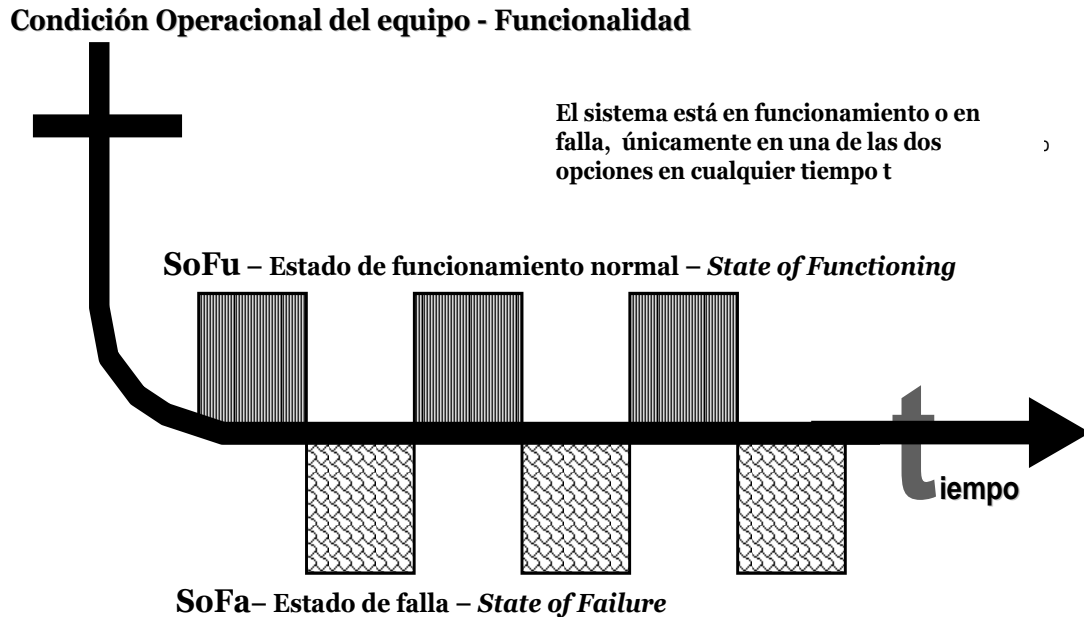
grande o infinito.

(Leemis, 1995).

La confiabilidad está estrechamente relacionada con la calidad de un producto y es con frecuencia considerada un componente de esta. La calidad puede se define cualitativamente como la cantidad de satisfacción, de los requerimientos de los usuarios de un producto. La confiabilidad se interesa por cuánto tiempo el producto continúa en funcionamiento, después de entrar en operación. Una baja calidad del producto implica una disminución de su confiabilidad, de la misma manera que una calidad alta implica una confiabilidad elevada.

La probabilidad de que un equipo²² desempeñe satisfactoriamente las funciones para las cuales se diseña, durante un período de tiempo específico y bajo condiciones normales de operación, ambientales y del entorno, se define como confiabilidad (Blanchard, 1995) (Blanchard, y otros, 1994) (Nachlas, 1995) (Ramakumar, 1996) (Sotskov, 1972) (Leemis, 1995) (Kelly, y otros, 1998) (Dounce, 1998) (Rey, 1996) (Halpern, 1978) (Forcadas, 1983) (Modarres, 1993)(Barlow, 1998) (Barlow, y otros, 1996) (Bazovsky, 2004)(Lewis, 1995) (Nakajima, y otros, 1991) (Mora, 2019).

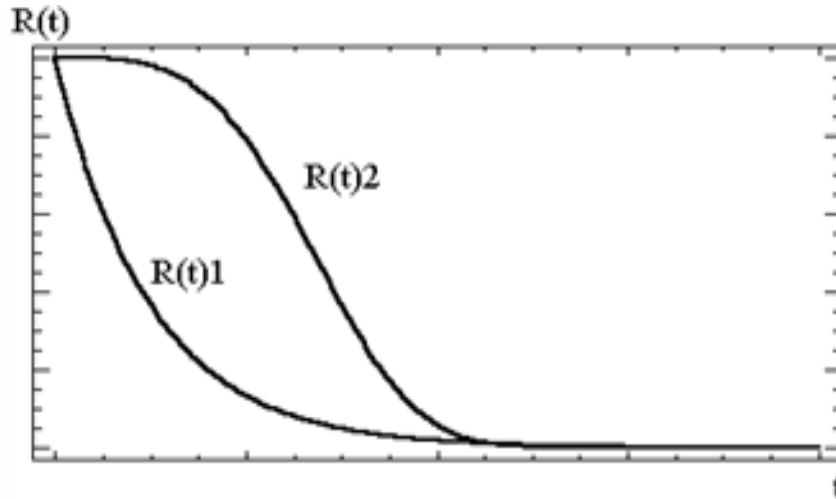
Ilustración 7 - Diagrama de estados de un equipo (perfil de funcionalidad)



Fuente: (Knezevic, 1996) (Mora, 2007a)

²² Cuando se refiere a un equipo, se abarcan sistemas, unidades, componentes y en general, cualquier elemento que represente una unidad lógica de seguimiento.

Ilustración 8 - Dos curvas de confiabilidades típicas

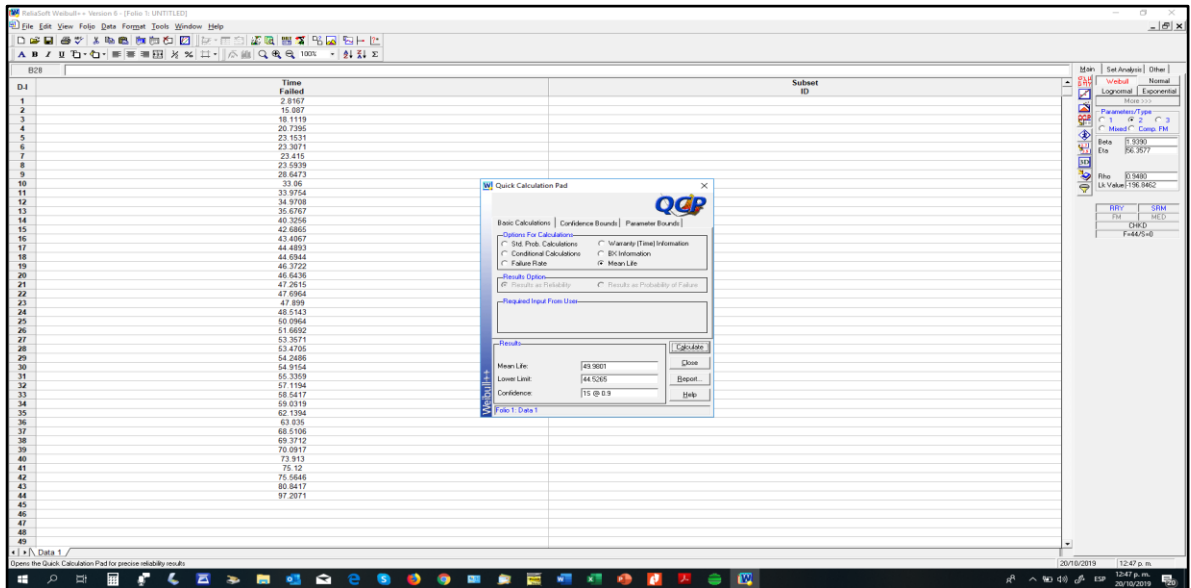


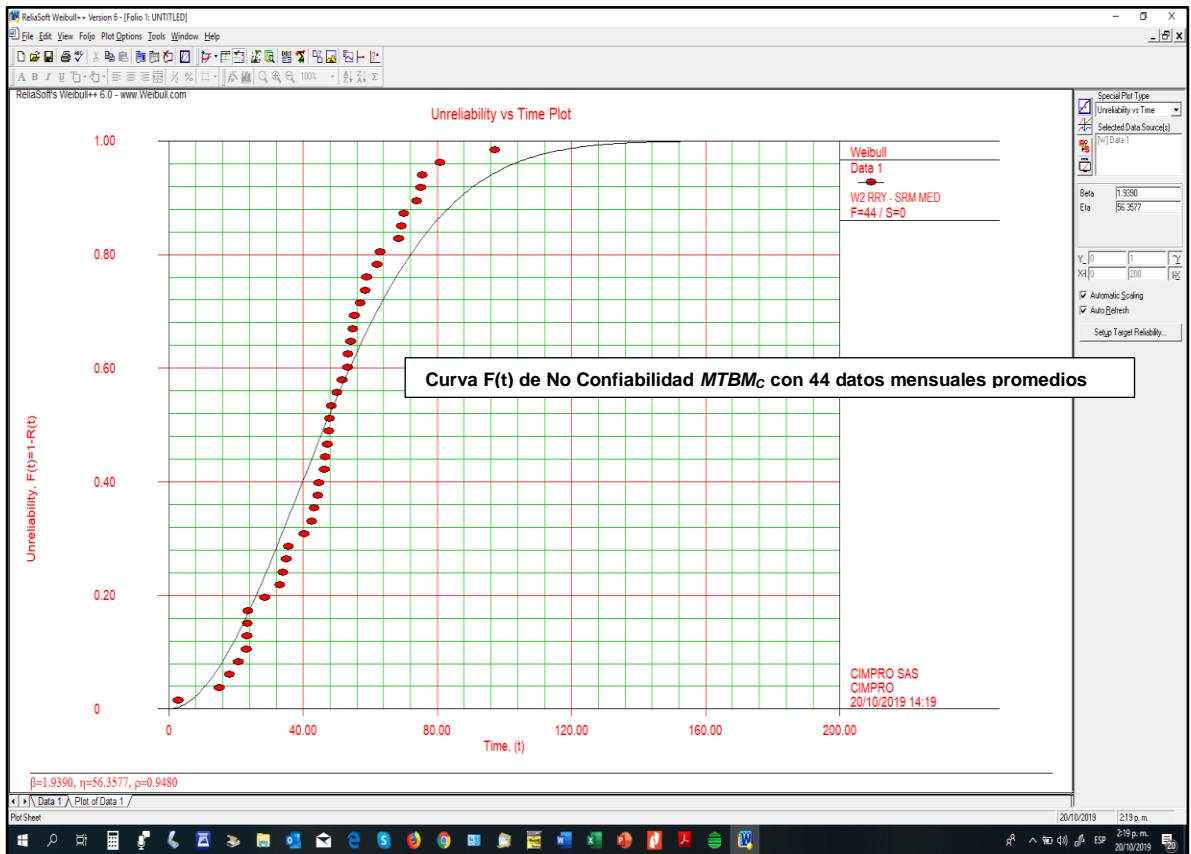
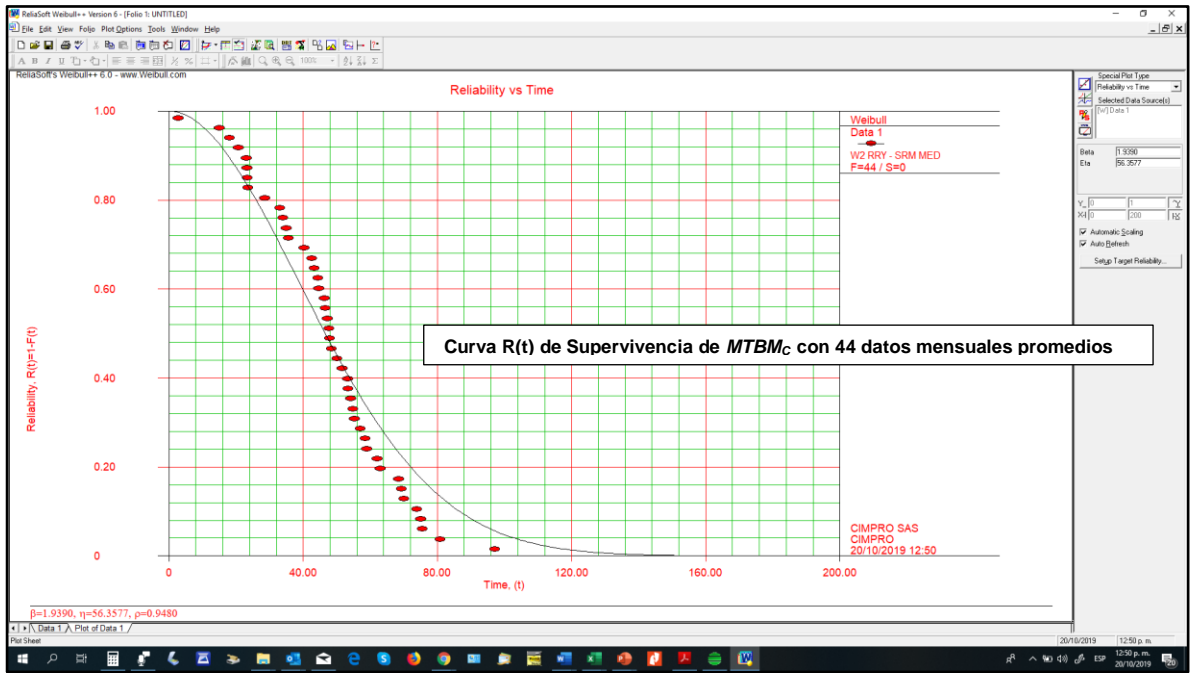
Fuente: (Lewis, 1995) (Leemis, 1995)

1.3.1.8 Indicadores de confiabilidad

Los indicadores de confiabilidad deben reflejar las propiedades esenciales de operación del sistema, ser entendibles desde el punto de vista físico, simples de calcular desde el diseño y simples de comprobar a la hora de su (O'Connor, 2002)(Gnedenko, y otros, 1999)(Lewis, 1995).

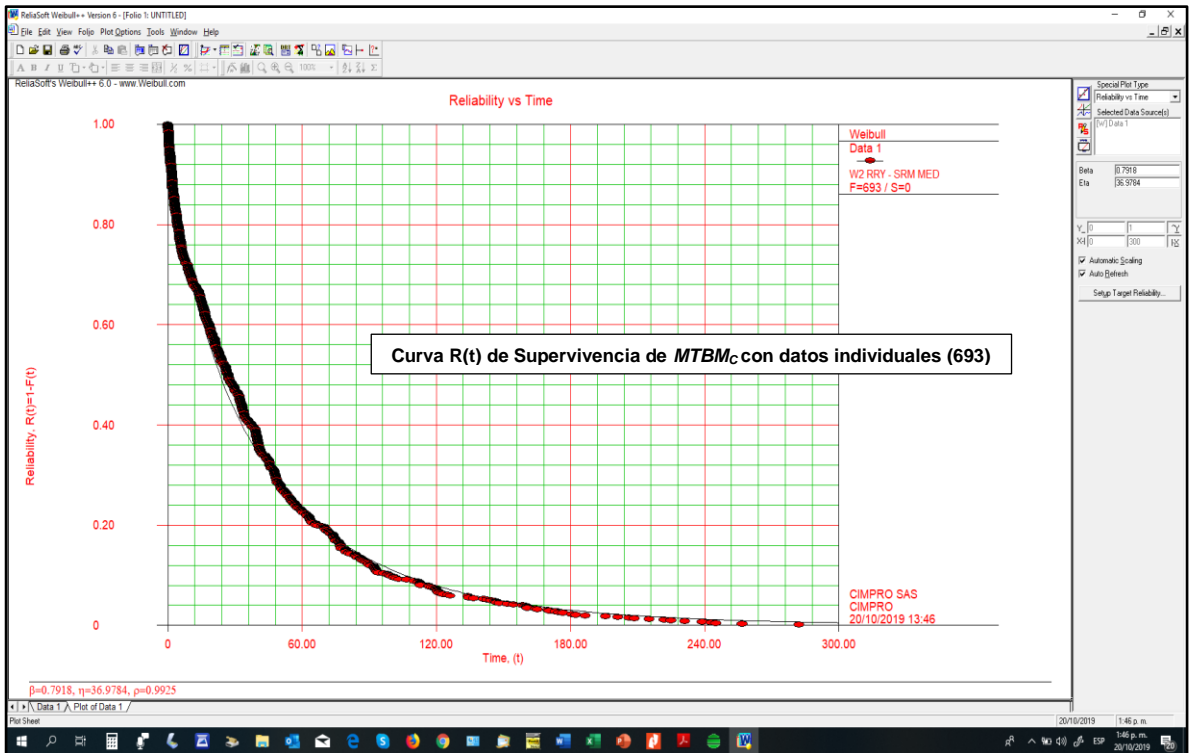
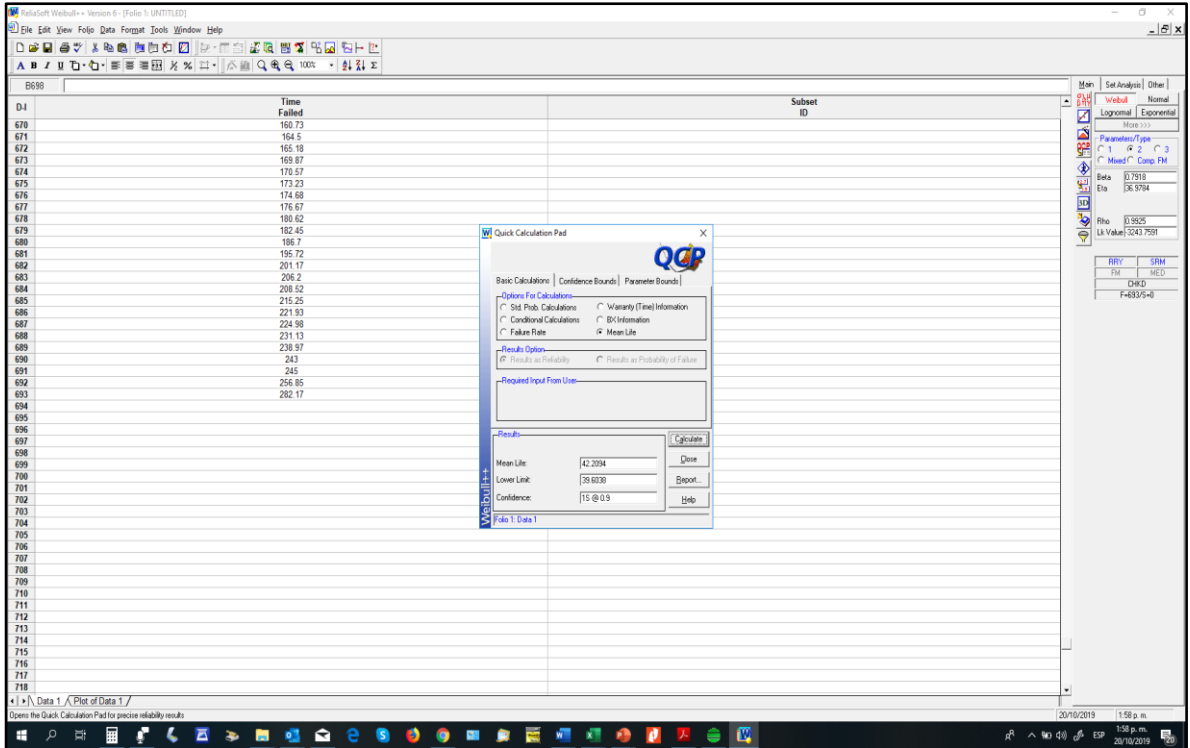
Ilustración 9 - Curvas Confiabilidad $MTBM_c$ de datos mensuales del R4T

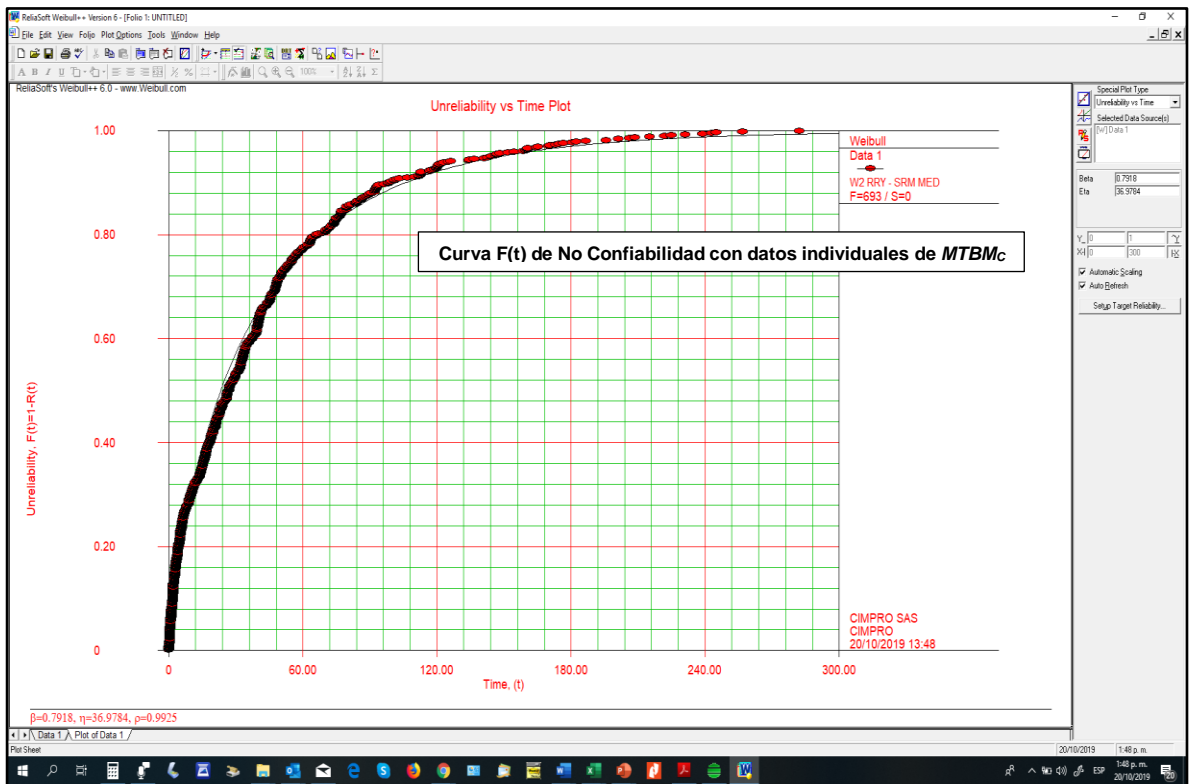




Fuente: elaboración propia con software Weibull de la Universidad EAFIT

Ilustración 10 - Curva de Confiabilidad $MTBM_C$ de datos individuales de R4T





Hasta el momento los resultados arrojan lo siguientes resultados de los indicadores de Confiabilidad $MTBM_C$

Indudablemente se desprende de la siguiente tabla que es mejor trabajar con datos individuales del $MTBM_C$, ya que su β eta que es el Indicador contundente o Factor de Forma de comportamiento se acerca a 1, que es lo adecuado, los valores superiores a 1 se descartan.

Ilustración 11 - Valores comparativos $MTBM_C$ de datos mensuales (44) promedios o individuales (693)

	Valor Minutos $MTBM_C$ con datos mensuales promedio	Valor Minutos $MTBM_C$ con datos puntuales individuales	
Datos #	44	693	Datos #
β eta	1.939	0.7918	β eta
Eta η	56.3597	36.9784	Eta η
$MTBM_C$	49.9801	42.2094	$MTBM_C$

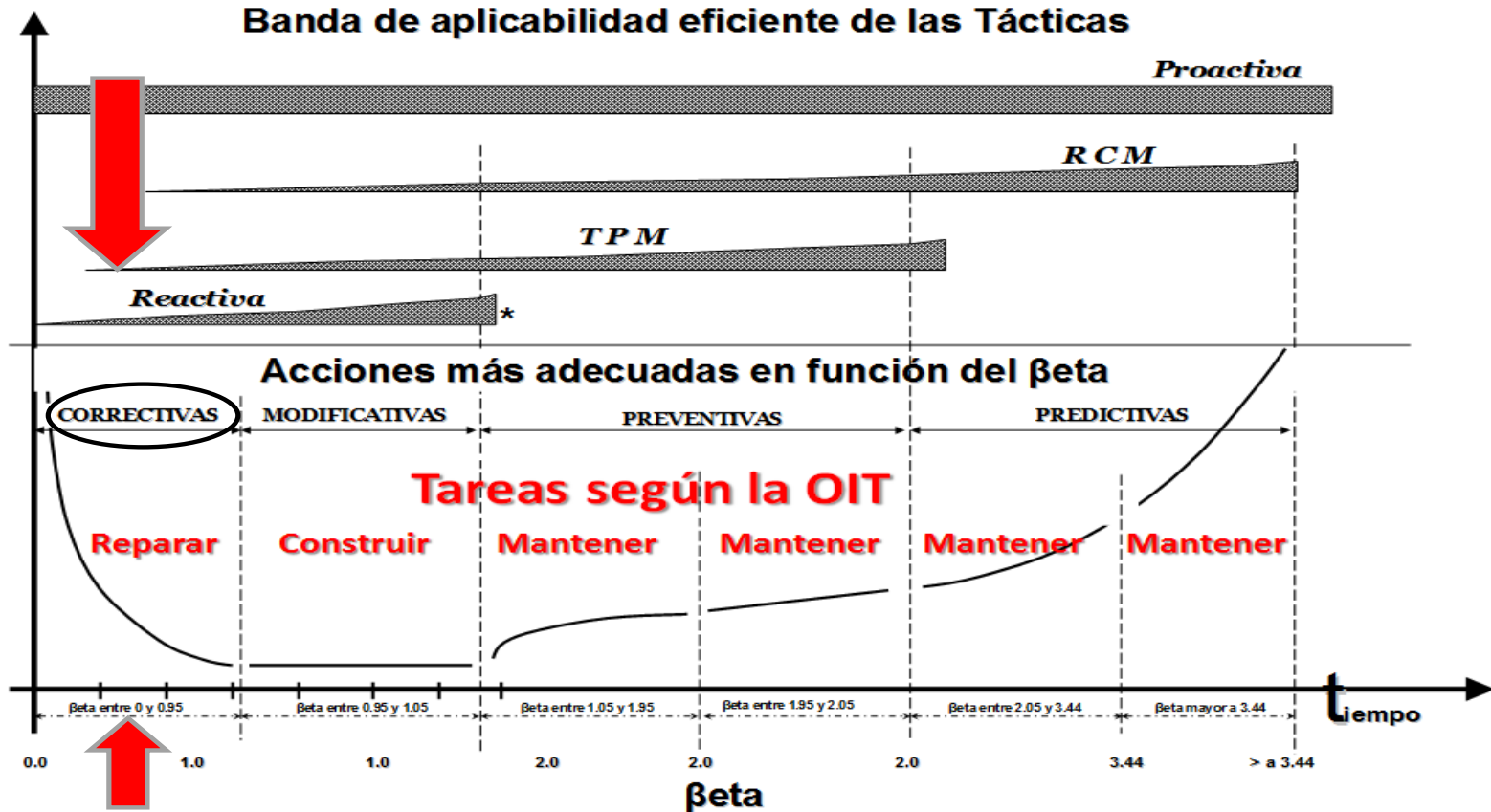
Fuente: elaboración propia

Indudablemente parece más confiable y atractivo usar los datos individuales.

Recuérdese que $MTBM_C$ es una medida Correctiva *Non Planned*.

Ilustración 12 - Curva Davies con betas por sección de Curva Bañera $MTBM_C$

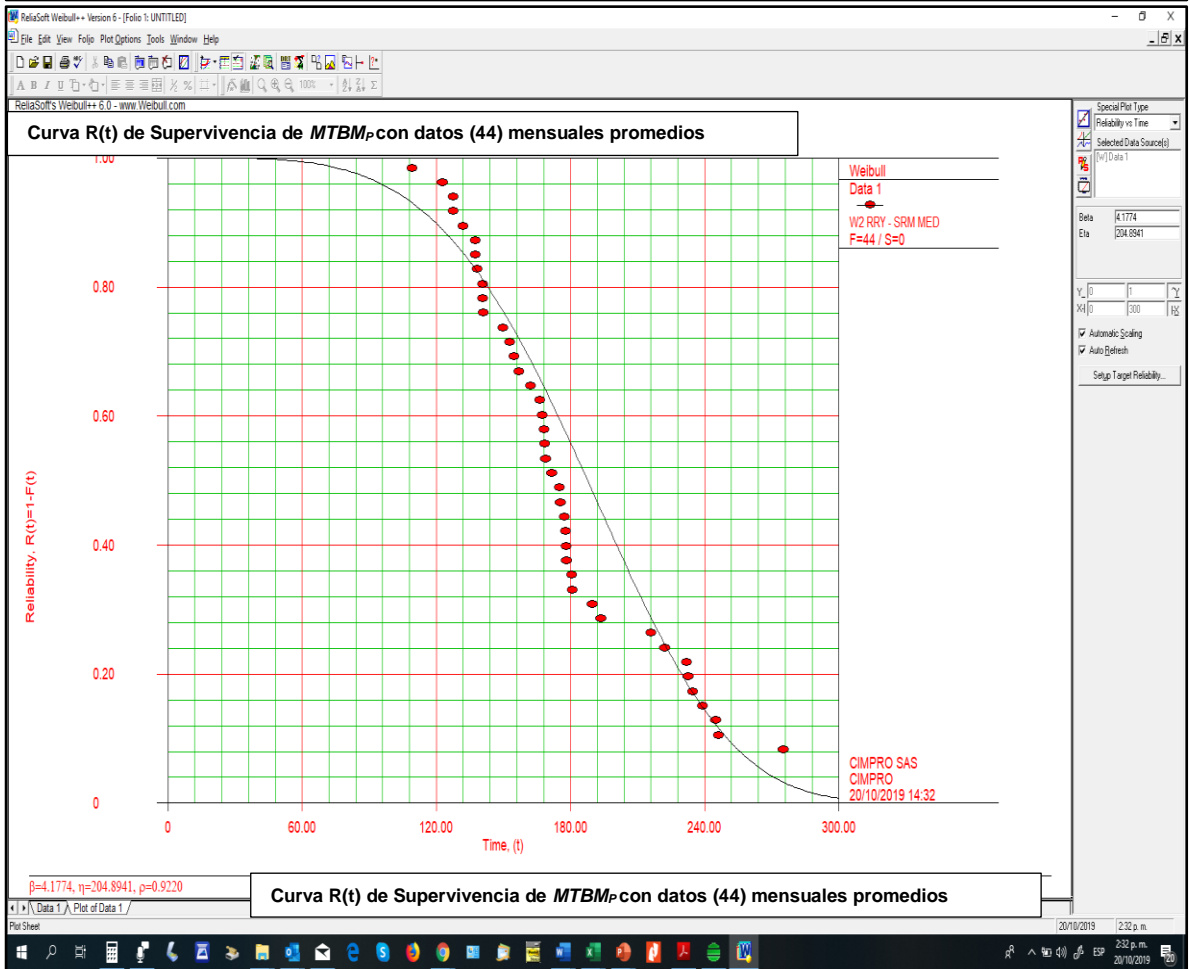
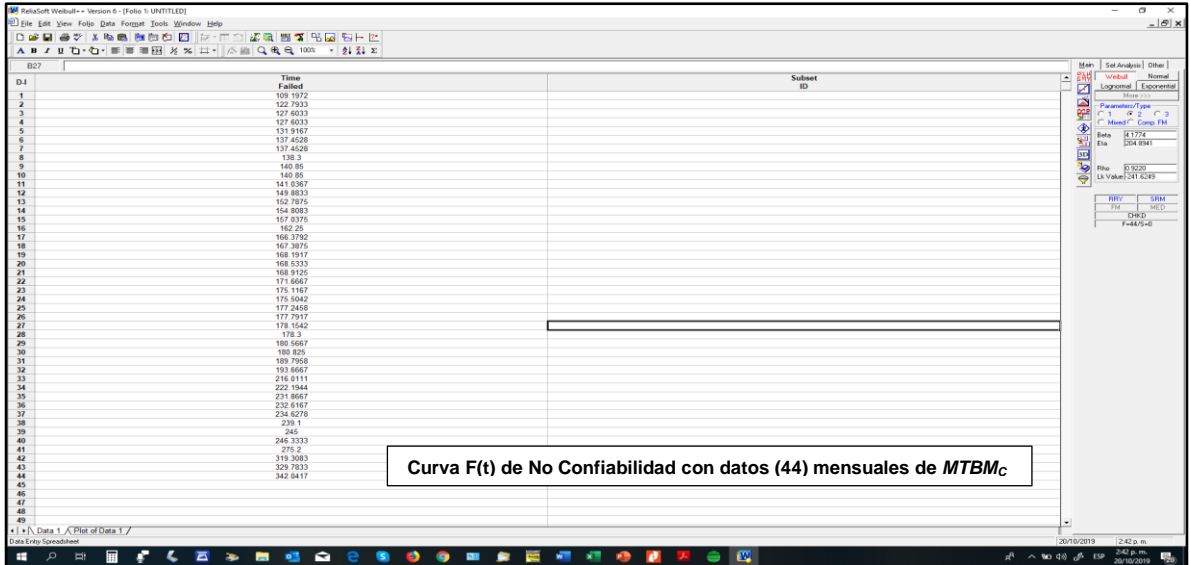
$\lambda(t)$ Tasa de fallas en Weibull

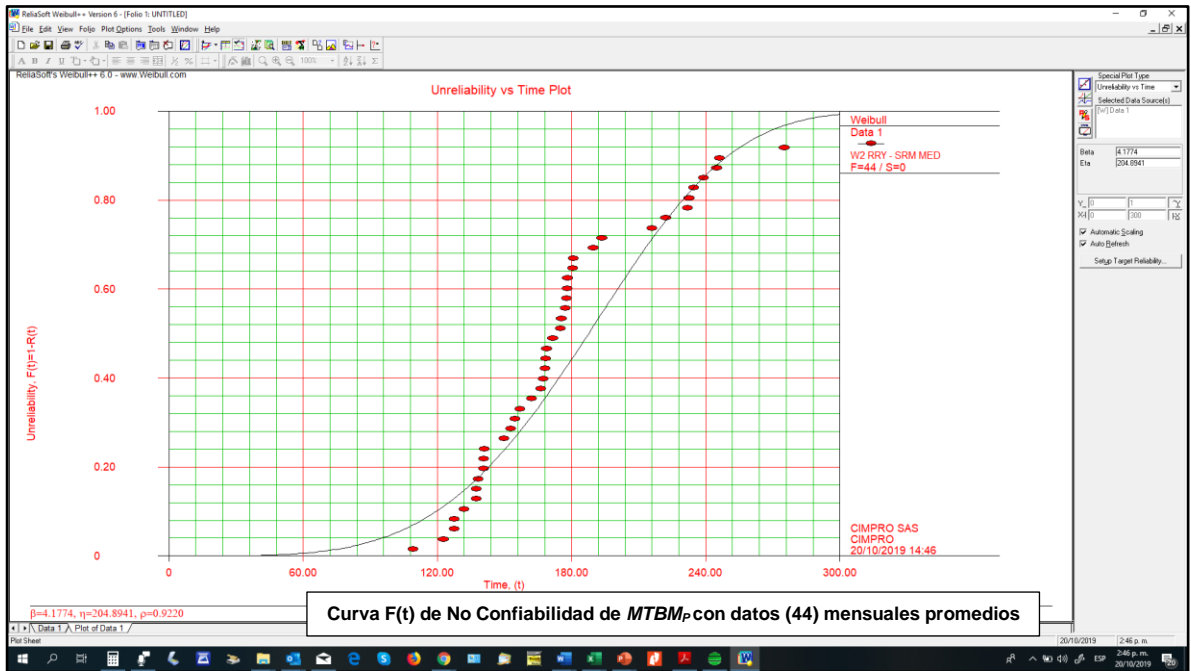


* Denota que la línea a medida que se vuelve más gruesa la aplicación de la táctica es más eficiente ya que se acomoda más a las características de las fallas y de su tasa.

Fuente: (Mora, 2017)

Ilustración 13 - Curvas Confiabilidad $MTBM_P$ de datos mensuales del R4T

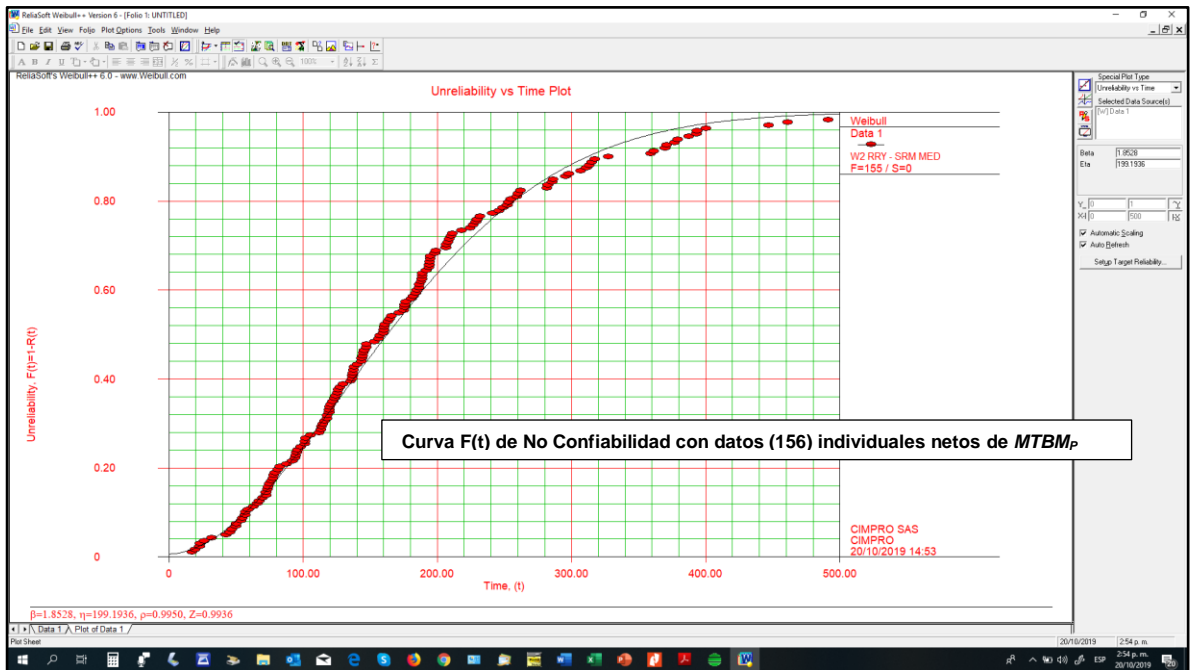
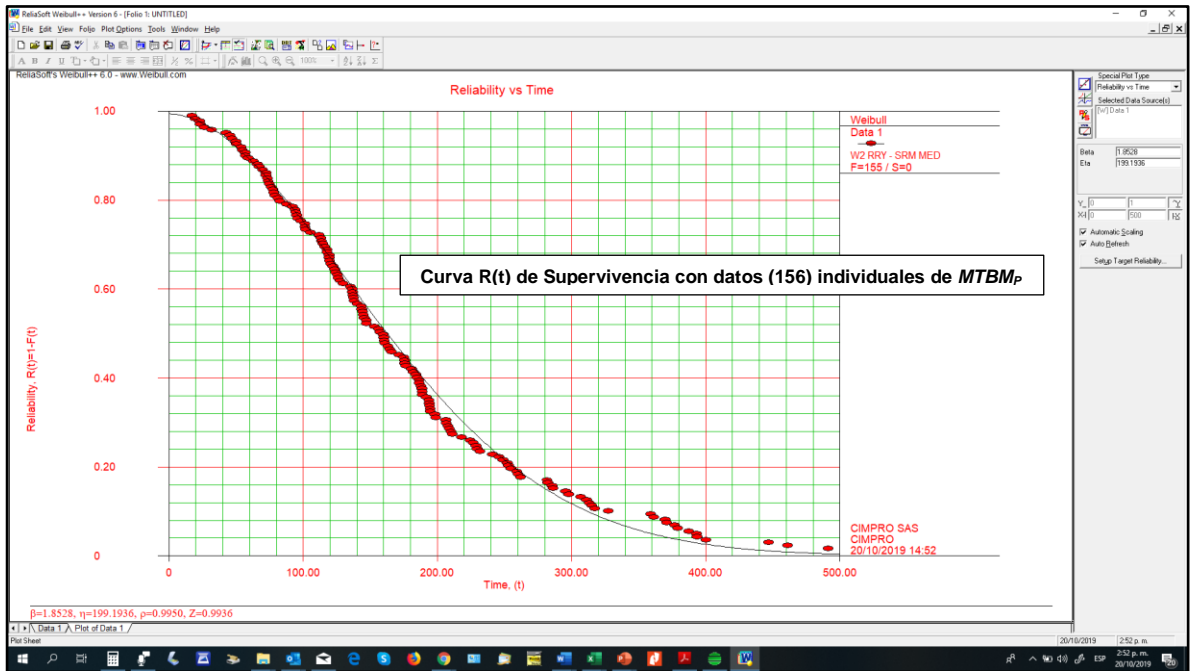




Fuente: elaboración propia con Software de Weibull de la U. EAFIT

Ilustración 14 - Curvas Confiabilidad $MTBM_P$ de datos individuales de R4T

DI	Time Failed	Subset ID
1	9	
2	17.23	
3	19.67	
4	22.97	
5	23.53	
6	26.43	
7	31.92	
8	42.68	
9	45.37	
10	47	
11	49.97	
12	50.2	
13	53.93	
14	54.85	
15	56.85	
16	57.2	
17	59.08	
18	63.15	
19	65	
20	67.47	
21	69.83	
22	72.35	
23	72.42	
24	73.55	
25	74	
26	75.03	
27	76.45	
28	77.67	
29	78.1	
30	79.33	
31	81.35	
32	82.85	
33	87.77	
34	92.08	
35	94.17	
36	94.62	
37	95.23	
38	96.03	
39	98.33	
40	101.38	
41	101.5	
42	101.97	
43	105.5	
44	112.02	
45	113.27	
46	113.83	
47	114.75	
48	116.07	
49	117.92	



Hasta el momento los resultados arrojan lo siguientes resultados de los indicadores de Confiabilidad $MTBMP$

Indudablemente se desprende de la siguiente tabla que es mejor trabajar con datos mensuales del $MTBMP$, ya que su β que es el Indicador contundente o Factor de Forma de comportamiento es bastante alto y superior al crítico de RCM que es 3.44,

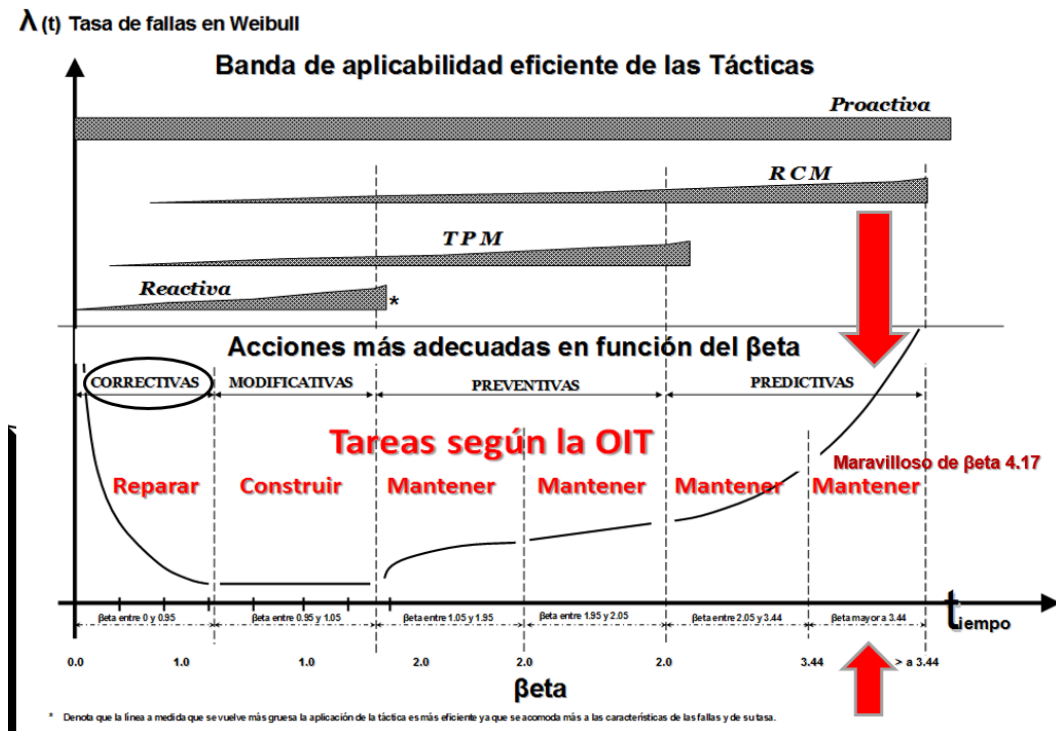
que es lo mínimo adecuado, los valores superiores se consolidarían mejor, por ello se recomienda no tomar datos individuales. Maravilloso ese valor de 4.1774 para el beta Preventivo Predictivo Planeado.

Ilustración 15 - Valores $MTBM_P$ datos mensuales (44) promedios o individuales (156)

	Valor Minutos $MTBM_P$ con datos mensuales promedio	Valor Minutos $MTBM_P$ con datos puntuales individuales	
Datos #	44	155	Datos #
β eta	4.1774	1.8528	β eta
Eta η	204.8941	199.19936	Eta η
$MTBM_P$	186.1776	175.7813	$MTBM_P$

Fuente: elaboración propia

Ilustración 16 - Davies valores β eta para cada sección de Curva Bañera $MTBM_P$



1.3.1.8.1 Tiempo Medio entre Fallas ($MTBF$ Mean Time Between Failure)

El tiempo medio entre fallas, $MTBF$ (Mean Time Between Failure), es una de las dos medidas más utilizadas de Confiabilidad, recuérdese que Confiabilidad es en la parte superior del Gráfico de Probabilidades y tiempos, de ella hay dos medidas: una que se usa en la Disponibilidad genérica y otra en la Disponibilidad Inherente o Intrínseca.

Ilustración 17 - Tipos factibles de Disponibilidades a usar

Availability

1. Disponibilidad Genérica = A_G

2. Disponibilidad Inherente = A_I

3. Disponibilidad Alcanzada = A_A

4. Disponibilidad Operacional = A_O

5. Disponibilidad Operacional Generalizada = A_{GO}

específicos del cálculo.

↓

Disponibilidad factible de calcular o deseada de utilizar				
Genérica	Inherente o Intrínseca	Alcanzada	Operacional	Operacional Generalizada
<p>Es útil cuando no se tienen desglosados los tiempos de reparaciones o de mantenimientos planeados; o cuando no se mide con exactitud ni los tiempos logísticos, ni administrativos ni los tiempos de demoras por repuestos o recursos humanos que afecten el DT.</p> <p>No asume que los UT sean altos y los DT bajos. Es útil al iniciar procesos CMD, engloba todas las causas.</p> <p>Debe usarse entre 2 y n eventos.</p>	<p>Considera que la no funcionalidad del equipo es inherente no más al tiempo activo de reparación.</p> <p>No incluye los tiempos logísticos, ni los tiempos administrativos ni los tiempos de demora en suministros. Asume idealmente que todo está listo al momento de realizar la reparación.</p> <p>Se debe cumplir que los UT sean muy superiores en tiempo a los MTTR (al menos unas 8 o más veces) y que DT tienda a cero en el tiempo.</p>	<p>Tiene en cuenta tanto las reparaciones correctivas, como los tiempos invertidos en mantenimientos planeados (preventivo y/o predictivos); no incluye los tiempos logísticos, ni los tiempos administrativos. mora en suministros.</p> <p>Los mantenimientos planeados pueden disminuir la disponibilidad alcanzada al realizarlos muy frecuentemente, aún cuando puede incrementar el MTBM.</p>	<p>Comprende a efectos de la no funcionalidad el tener en cuenta: los tiempos activos de reparación correctiva, los tiempos de mantenimientos planeados (preventivos o predictivos), los tiempos logísticos (preparación, suministros de repuestos o recursos humanos) y tiempos administrativos, las demoras, etc.</p> <p>Es útil cuando existen equipos en espera para mantenimiento.</p>	<p>Se sugiere cuando los equipos no operan en forma continua, o en los eventos en que el equipo está disponible pero no produce.</p> <p>Es necesaria cuando se requiere explicar los tiempos no operativos exentos ya de: los de los cálculos de mantenimientos planeados o reparaciones imprevistas, como del detalle logístico o demora del MTTR.</p> <p>Se usa cuando las máquinas están listas (<i>ready time</i>), es decir operan en vacío.</p>

Fuente: (Mora, 2012)

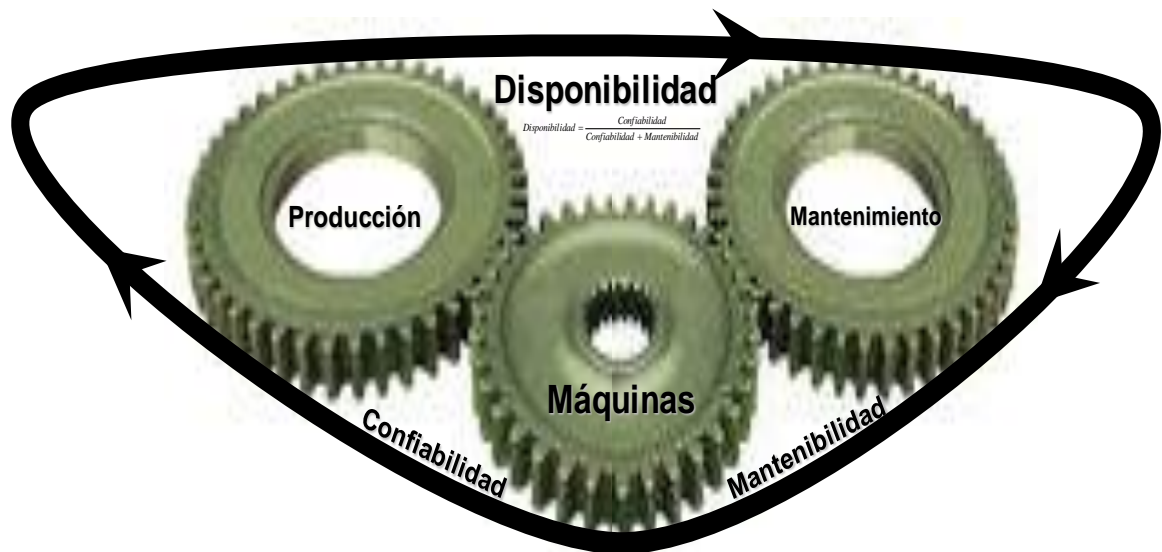
Ilustración 18 - Factores que afectan la funcionalidad y disponibilidades

		Factores que disminuyen la funcionalidad del dispositivo, equipo o sistema						
		Tiempo de no disponibilidad <i>Down Time</i> de cualquier índole.	Fallas que implican reparación correctiva	Mantenimientos planeados Preventivos o Predictivos	Tiempos Administrativos	Retrasos Logísticos de insumos, repuestos o recursos humanos	Tiempos logísticos que generan indisponibilidad = suma de ADT + LDT*	<i>Ready Time</i> , tiempo en que el equipo está disponible pero no produce.
Término		DT	TTR	PM	ADT	LDT*	LDT	RT
Disponibilidad que considera el concepto	Genérica A_0	X						
	Inherente A_1		X					
	Alcanzada A_A		X	X				
	Operacional A_0		X	X	X	X	X	
	Operacional Generalizada A_{00}		X	X	X	X	X	X

Fuente: (Mora, 2007b)

Los conceptos, aplicaciones, demostraciones y fundamentos que se esbozan hasta el momento, dejan sentadas las bases para entender las relaciones y leyes existentes entre los elementos de un sistema de mantenimiento y las relaciones que los gobiernan, bajo un enfoque sistémico; todo con el fin de poder predecir el comportamiento del CMD y de cada una de sus variables, al menos con el método puntual, que si bien no es muy exacto, es muy útil para las empresas que se inician en el tema, aparte de que otorga toda la rigurosidad y metodología de cálculo, aplicables en los otros modelos de predicción CMD.

Ilustración 19 - Relaciones y leyes que gobiernan un sistema de mantenimiento



Fuente: (Mora, 2007b)

Para poder usar cualquiera de las 4 siguientes de Genérica se requieren que los tiempos medios útiles (*MUT*) sean suplemente más grandes (al menos 10 veces o más veces) que los tiempos medios de no funcionalidad o sea los *MDT*; que la empresa sea muy organizada y no existan demoras o tiendan a cero (Kececioglu, 1995) (Beck@, 2003) (Mora, 2007a) (Chute@, 2003)-

Ecuación 4 - Dos valores factibles del *MTBF*

$$MTBF = MUT + MDT \quad \text{se usa en la Disponibilidad Genérica}$$

$$MTBF = MUT \quad \text{se usa en la Disponibilidad Inherente}$$

En la Disponibilidad Inherente se usa dada la condición previa de que *MUT* sea mayor que *MDT* y que los tiempos de demora *ADT* y/o *LDT'* o sean cero o tiendan a cero

MTBM es la medida de la tendencia central o valor promedio de la distribución de la variable aleatoria tiempo entre fallas, aplicada a ítems reparables (Billington, y otros, 2012) (Lewis, 1995).

Ecuación 5 - Tiempo Medio entre fallas, *MTBF* - Mean Time Between Failure

$$MTBF = [E] = \int_0^{\infty} R(t) \cdot dt$$

Fuente: (Kececioglu, 1995)

Las Disponibilidades, tienen su uso indicado como se explica a continuación:

La Disponibilidad Genérica es buena cuando no se tiene mucha experiencia, o es la primera vez que se van a hacer cálculos de Disponibilidad con la metodología Internacional CMD, en ella la parte superior de Confiabilidad está dada por *UT Up Time*, o Tiempo útil, en la parte de abajo está el *DT Down Time* o tiempo con pérdida de funcionalidad, que es la medida de Mantenibilidad, más sin embargo allí hay que explicar que este valor contiene en sí mismo, varias opciones, pues no las desglosa, como son *ADT (Administrative Delay Time* – en español Tiempos de demoras administrativas) que son demoras de tipo administrativo que retrasan la labor de mantenimiento, al igual puede contener trabajos correctivos de mantenimiento o sea reparaciones, como mantenimientos predictivos y/o preventivos, pero to esta globalizado y no se desglosa nada.

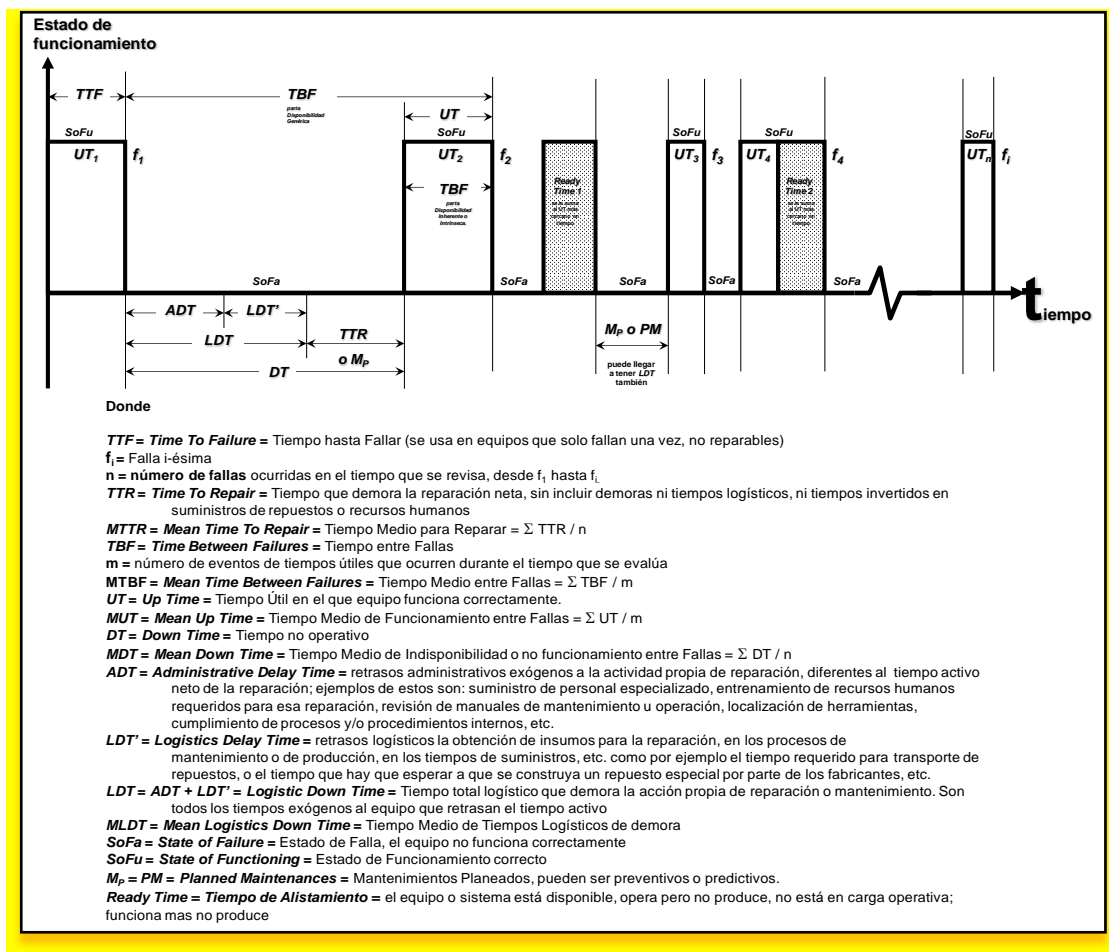
En cuanto a la Disponibilidad Inherente o Intrínseca se usa cuando lo más relevante a resolver son los trabajos de reparaciones o acciones correctivas.

La Disponibilidad Alcanzada o *Achieved* en inglés, se utiliza cuando lo más relevante del proceso de mantenimiento son los trabajos proactivos o planeados, como son el mantenimiento preventivo y predictivo, pero se debe tener en cuenta que arrastra lo correctivo de lo inherente.

En cuanto a la Operacional le interesa en especial las demoras *ADT*, *LDT'* y la suma de ellas dos que es la *LDT Logistic Down Time*, arrastra lo preventivo, lo predictivo y lo correctivo de las dos disponibilidades anteriores.

Por último, Disponibilidad Operacional Generalizada, es cuando existen activos o equipos que funcionan más no producen, en un estado definido en inglés como *Ready Time*, entonces se utiliza, sus procesos de cálculo son similares a la anterior Operacional, solo que en los *UT* de confiabilidad se les agrega los *Ready Time* pertinentes.

Ilustración 20 - Tiempos importantes, siglas y convenciones que usa el CMD

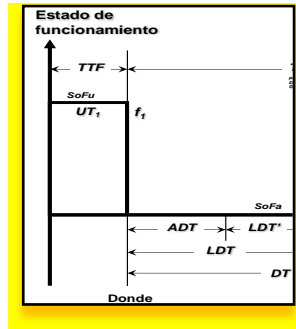


Fuente: (Mora, 2007a)

1.3.1.8.2 Tiempo Medio para Fallar - Elementos NO REPARABLES

El tiempo medio para fallar, *MTTF* (*Mean Time To Failure*), o tiempo de vida útil *TTF*, es la medida de la tendencia central o esperanza matemática de la distribución de vida asignada para la variable tiempo para fallar, la cual expresa el tiempo operado y se usa generalmente para elementos no reparables (Billington, y otros, 2012).

Ilustración 21 - Curva Bañera - *MTTF*



1.3.1.8.3 Tiempos medios útiles entre mantenimientos - *MTBM*

El tiempo medio entre mantenimientos, *MTBM* (*Mean Time Between Maintenance*), más que un indicador de confiabilidad es un indicador de la frecuencia de los mantenimientos; es función de la frecuencia de los mantenimientos planeados y no planeados (Blanchard, y otros, 1994).

Ecuación 6 - *MTBM Mean Time Between Maintenance - Tiempo útil Medio entre Mantenimientos*

$$MTBM = \frac{1}{\frac{1}{MTBM_c} + \frac{1}{MTBM_p}}$$

Fuente: (Blanchard, 1995)

Dónde:

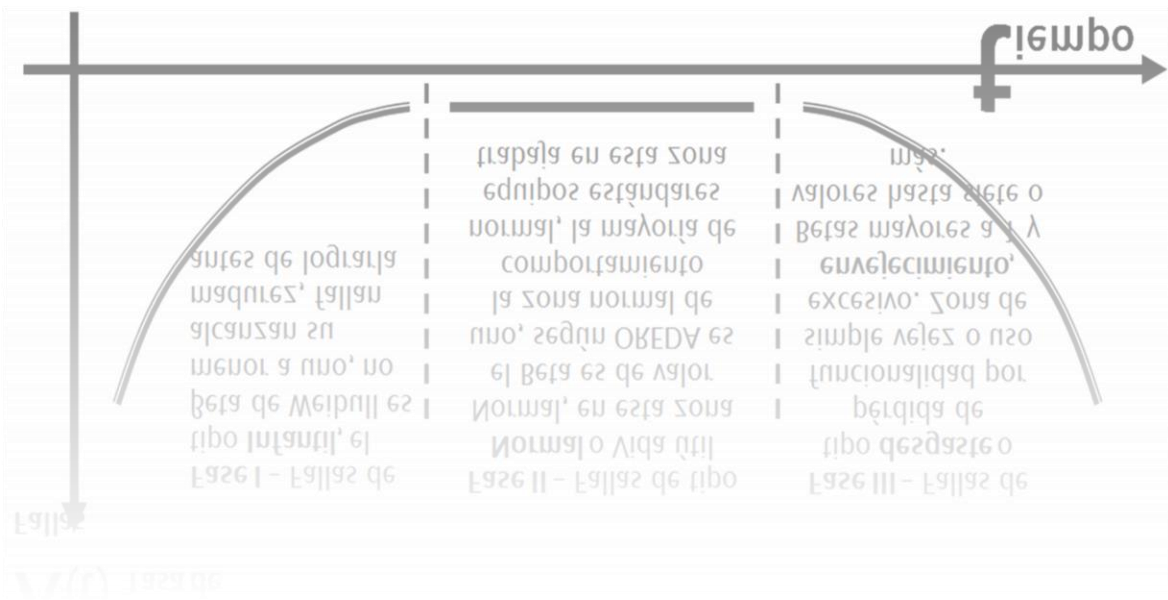
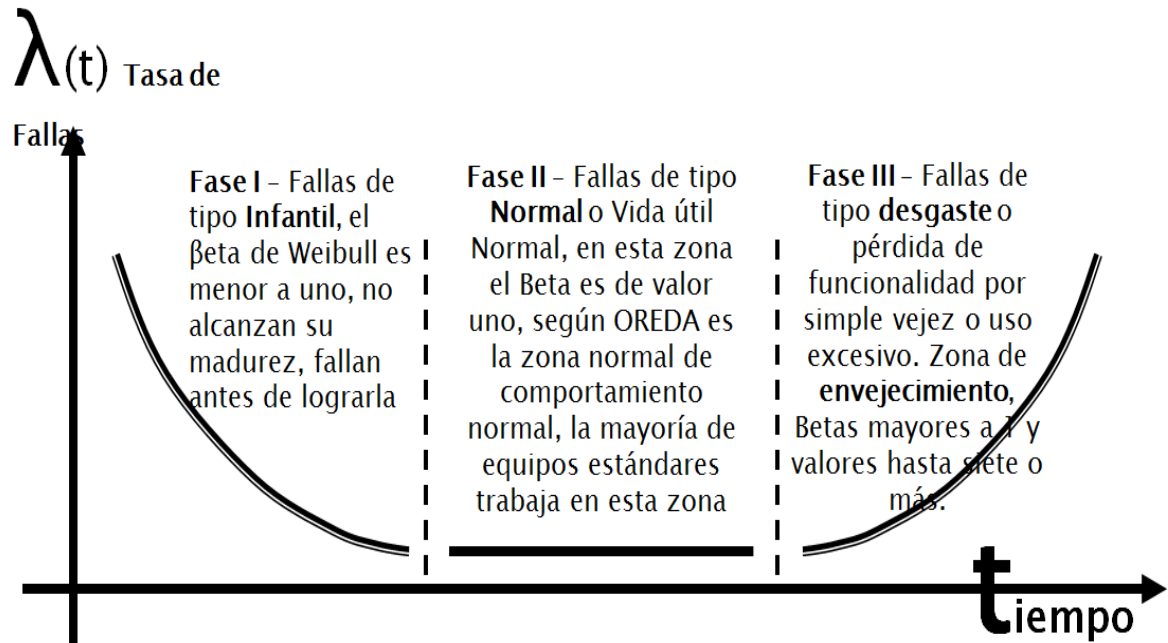
MTBM_c: tiempo medio entre mantenimientos no planeados (Aprox. *MTBF*).

MTBM_p: tiempo medio entre mantenimientos planeados

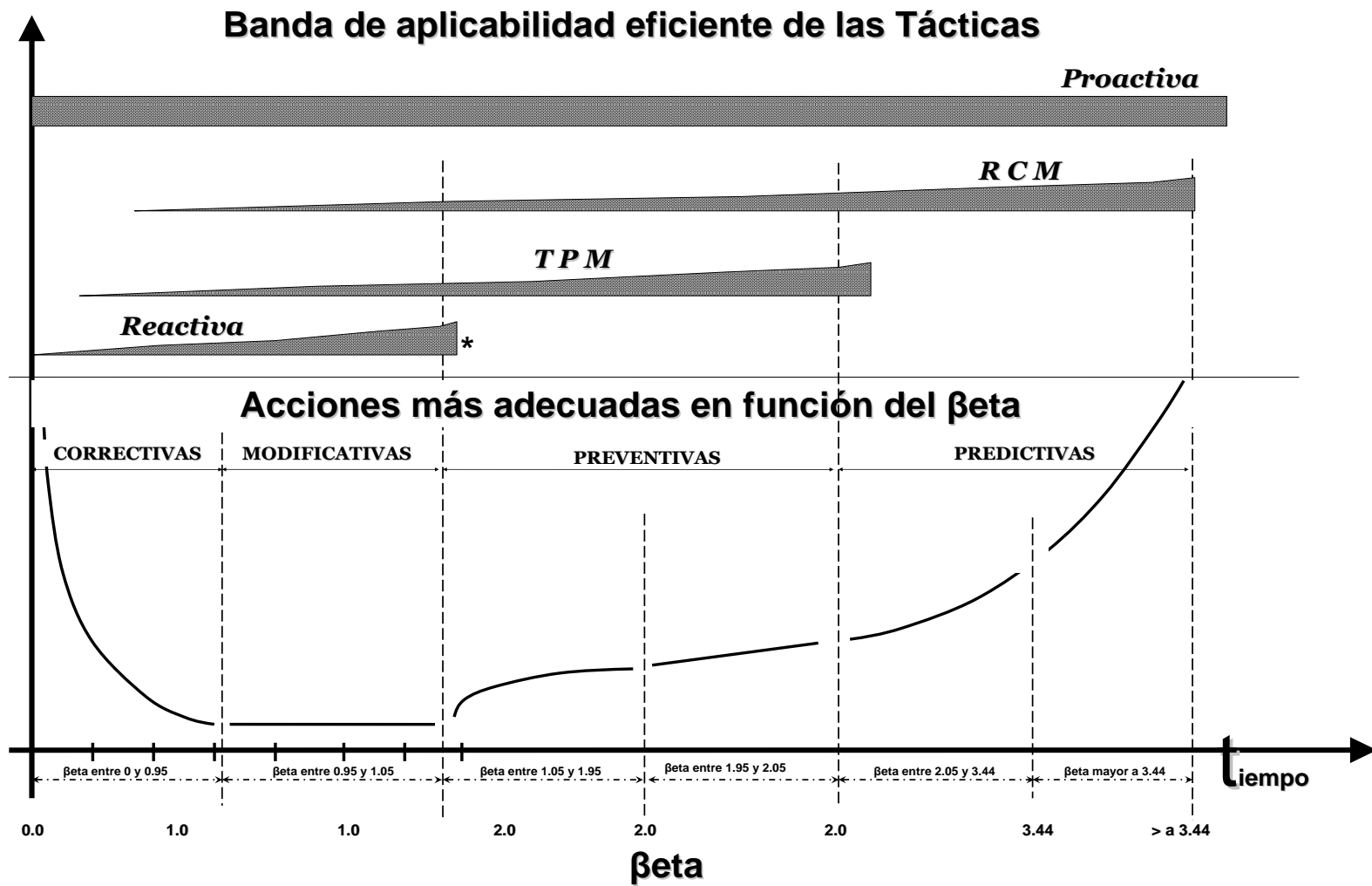
1.3.1.9 Curva de la bañera

La curva de la bañera o curva de Davies es la forma típica de la función de riesgo o de tasa de fallas graficada contra el tiempo de vida de una entidad. Esta curva decrece al comienzo (región I), debido a las fallas tempranas mientras el sistema se depura, es decir, mientras se eliminan los errores; se estabiliza cerca de una constante (región II), a lo largo de su vida útil, durante la cual las fallas ocurren de forma aleatoria y finalmente se incrementa rápidamente (región III), por el desgaste, envejecimiento o fatiga (Ramakumar, 1996) (Mora, 2009)

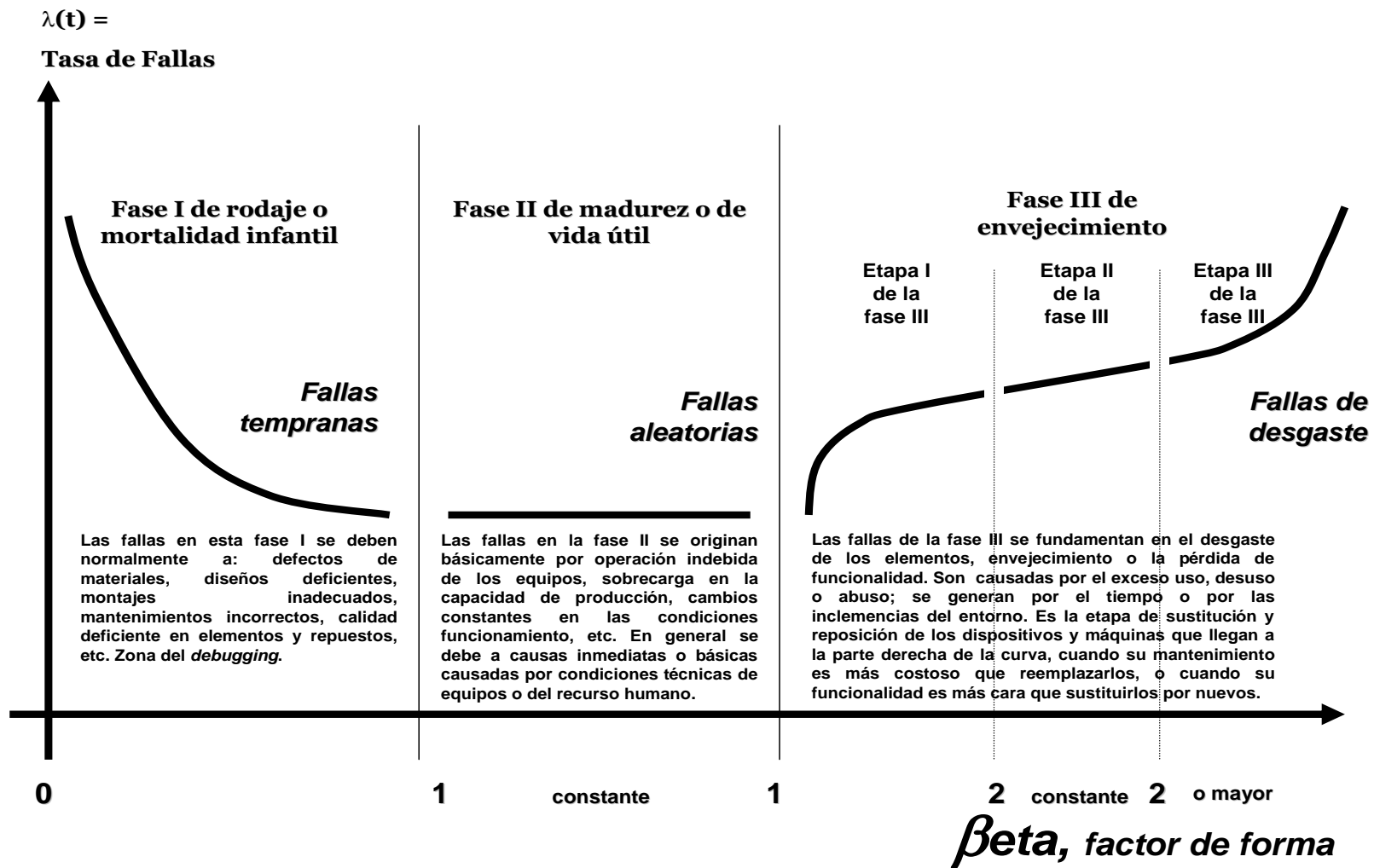
Ilustración 22 - Curva de Davies - Bathroom - Etapas y causas de fallas



$\lambda(t)$ Tasa de fallas en Weibull



* Denota que la línea a medida que se vuelve más gruesa la aplicación de la táctica es más eficiente ya que se acomoda más a las características de las fallas y de su tasa.



que se obtiene por cálculo de la pendiente al darle forma lineal a la distribución de Weibull.

Fuente: (Toro y otros, 2001)

1.3.1.9.1 Fallas tempranas o mortalidad infantil

Las fallas ocurren tempranamente en la vida de los equipos, en la mayoría de los casos se deben a una pobre manufactura, a un bajo control de calidad y a problemas de ensamble, tanto al comienzo mismo como después de una acción de mantenimiento (Bazovsky, 2004) (Ramakumar, 1996). Estas fallas pueden eliminarse mediante métodos de depuración apropiada, estandarización de trabajos y una buena selección de los componentes (Chute@, 2003) (Mora, 2009).

1.3.1.9.2 Fallas aleatorias

Las fallas son causadas por acumulación de tensiones repentinas más allá del esfuerzo de diseño y ocurren en intervalos aleatorios, irregular e inesperadamente. Normalmente no es fácil eliminar este tipo de fallas; sin embargo, las técnicas de confiabilidad pueden reducir al mínimo la probabilidad de que éstas ocurran y, por lo tanto, reducir su número al mínimo en un intervalo de tiempo (Bazovsky, 2004) (Ramakumar, 1996). En este caso el mantenimiento preventivo es irrelevante, pero, revisiones periódicas del componente o sistema son muy importantes porque permiten identificar las fallas ocultas y prematuras (Gnedenko, y otros, 1999) (Bazovsky, 2004).

1.3.1.9.3 Fallas de uso

Las fallas son causadas por el uso normal de las partes y ocurren en el equipo sólo si éste está correctamente mantenido; las fallas por desgaste son síntoma de un componente envejecido. En la mayoría de los casos las fallas por desgaste pueden ser prevenidas, una práctica muy común es reemplazar el componente antes de que éste llegue a la vida de desgaste; en otros casos, cuando la parte es inaccesible, es necesario diseñar el componente con una vida mayor a la del sistema (Reed, 1971) (Retrospective: a county's experience with maintenance management, 1994) (Peterson, 1999) (Bazovsky, 2004) (Breve Historia de la Ingeniería - Partes 1, 2 y 3, 2003) (Bajaria, 1983) (Ramakumar, 1996).

1.3.2 Mantenibilidad

La mantenibilidad es la característica inherente de un elemento, asociada a su capacidad de ser recuperado para el servicio cuando se realiza la tarea de mantenimiento bajo las condiciones especificadas. La magnitud del tiempo empleado necesario para la recuperación de la función sólo se puede tomar en una etapa muy al inicio del proceso de diseño, por medio de decisiones relacionadas con la complejidad de la tarea de mantenimiento, accesibilidad de los elementos, seguridad de recuperación, facilidad de prueba y localización física del elemento, así como con las decisiones relacionadas con los recursos de apoyo del

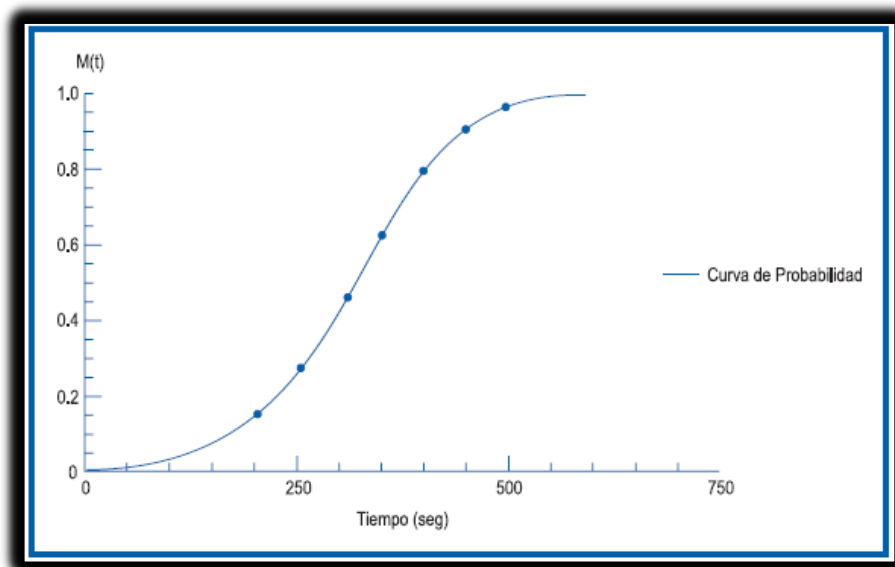
mantenimiento, tales como instalaciones, repuestos, herramientas, personal calificado, etcétera (Knezevic, 1996).

Las características de la mantenibilidad se determinan usualmente por el diseño del equipo, el cual establece los procedimientos de mantenimiento y la duración de los tiempos de reparación (Barringer@, 2005).

1.3.2.1 Curva de mantenibilidad

El tratamiento de la curva de mantenibilidad (figura) es similar al de la curva de confiabilidad; esta función se representa por $M(t)$, e indica la probabilidad de que la función del sistema sea recuperada antes de un tiempo especificado (Barringer@, 1997) (Management aspects of Terotechnology – Conference de la British Steel Corporation, 1975) (Diagnetics@, 1998.)

Ilustración 23 - Función de Mantenibilidad $M(t)$



Ecuación 7 - Representación matemática de la función de Mantenibilidad $M(t)$

$$M(t) = P[T \leq t]$$

Fuente: (Blanchard, y otros, 1994)

Dónde:

$M(t)$ es una función creciente.

$M(0) = 0$

$t \geq 0$.

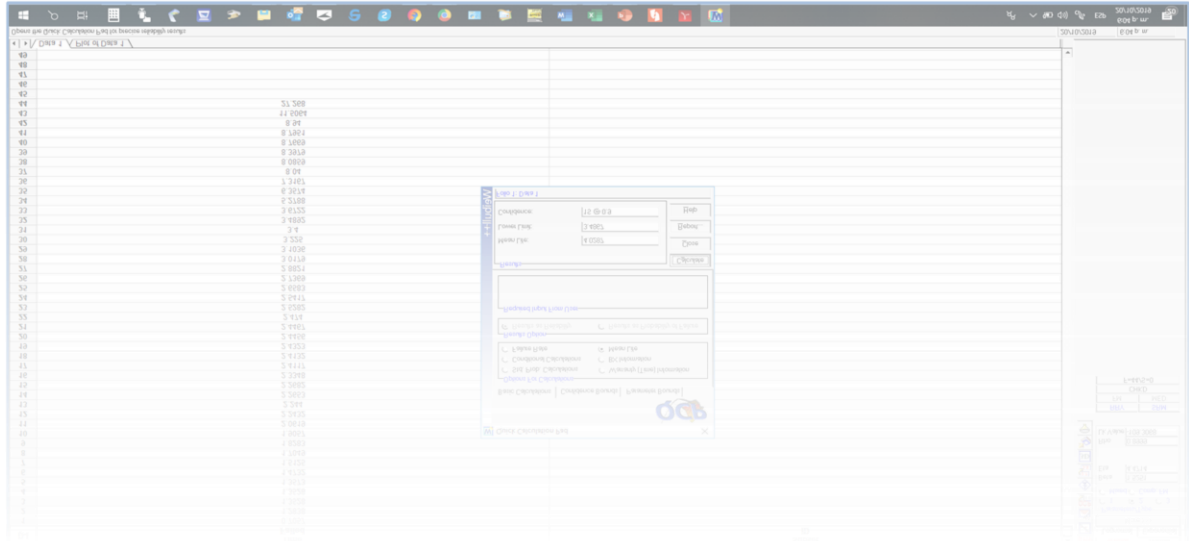
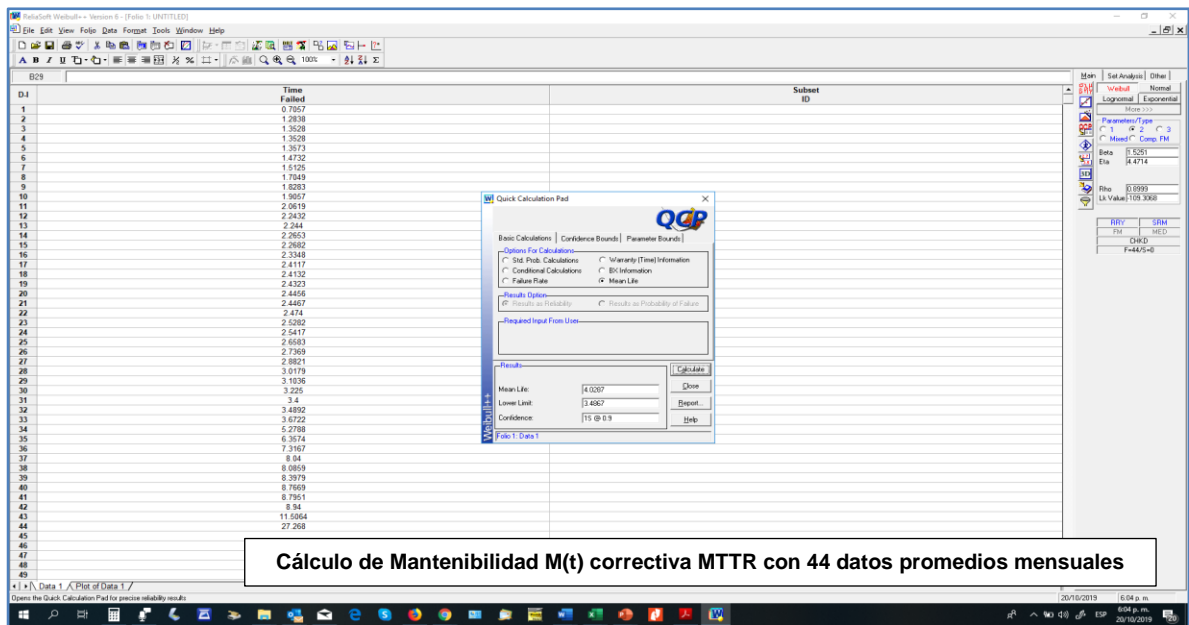
$\lim_{t \rightarrow \infty} M(t) = 1$

1.3.2.2 Indicadores de mantenibilidad

Los indicadores de mantenibilidad aplican tanto para las acciones de mantenimiento planeado como no planeado.

A continuación, se hace el análisis previo de los valores de Mantenibilidad tanto para correctivos *MTTR* y para preventivos predictivo, MP, valorando por ambos métodos de meses promedio y por valores puntuales

Ilustración 24 - Cálculos Curvas Mantenibilidad $M(t)$ Correctiva *MTTR* datos mes



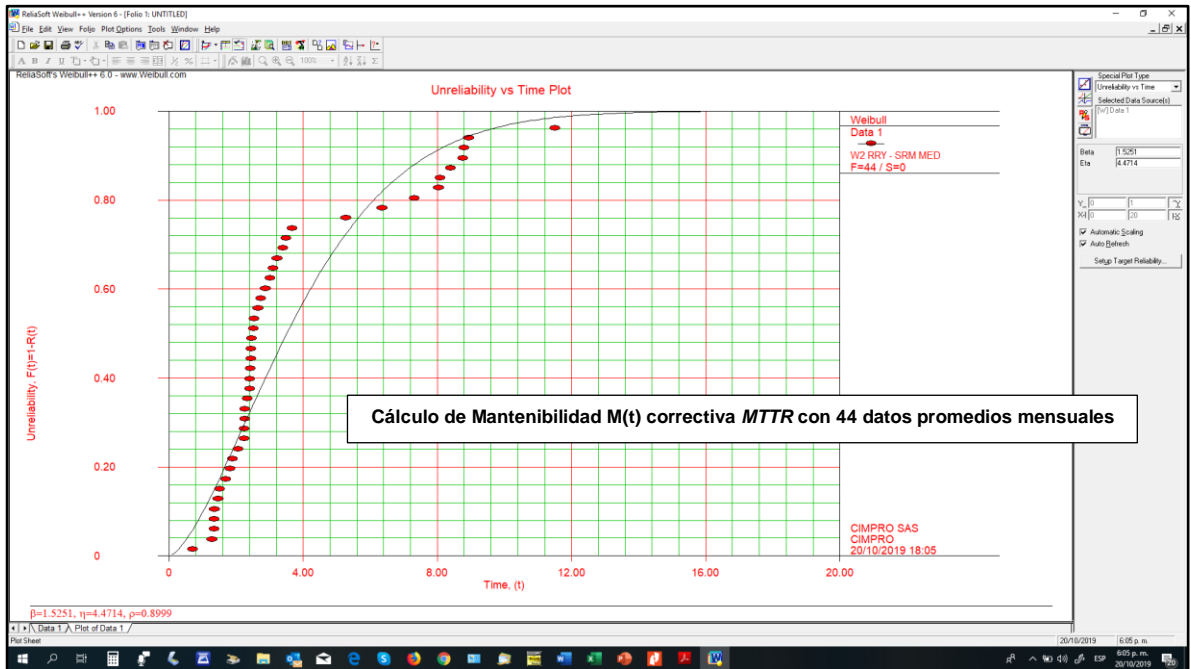
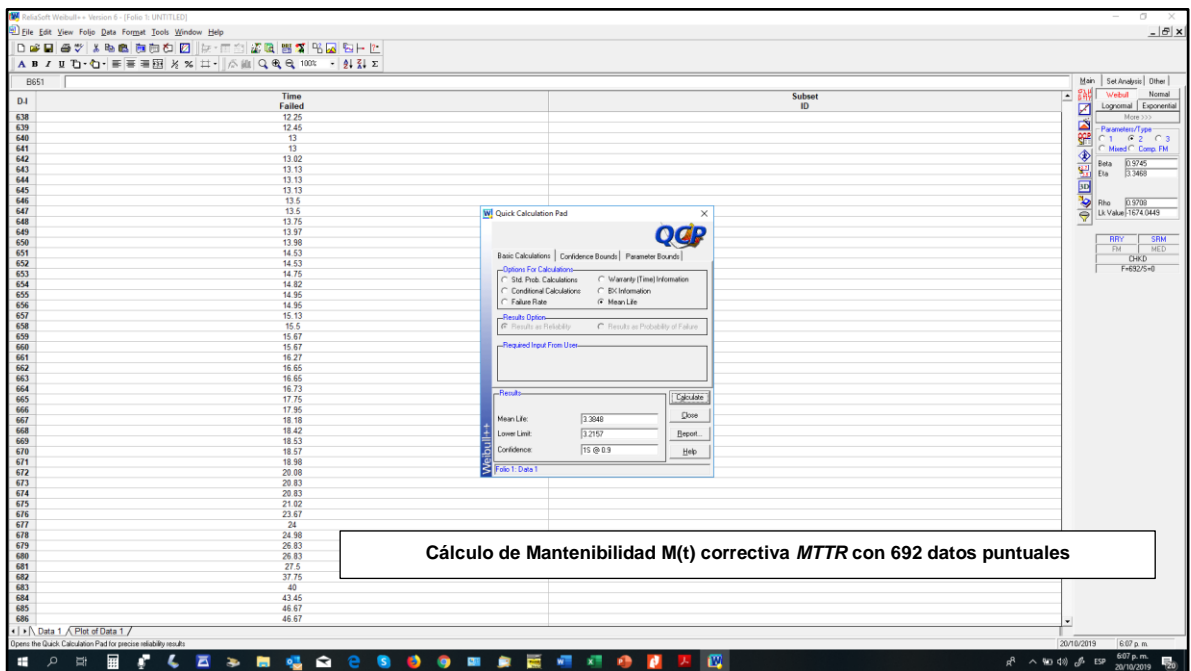
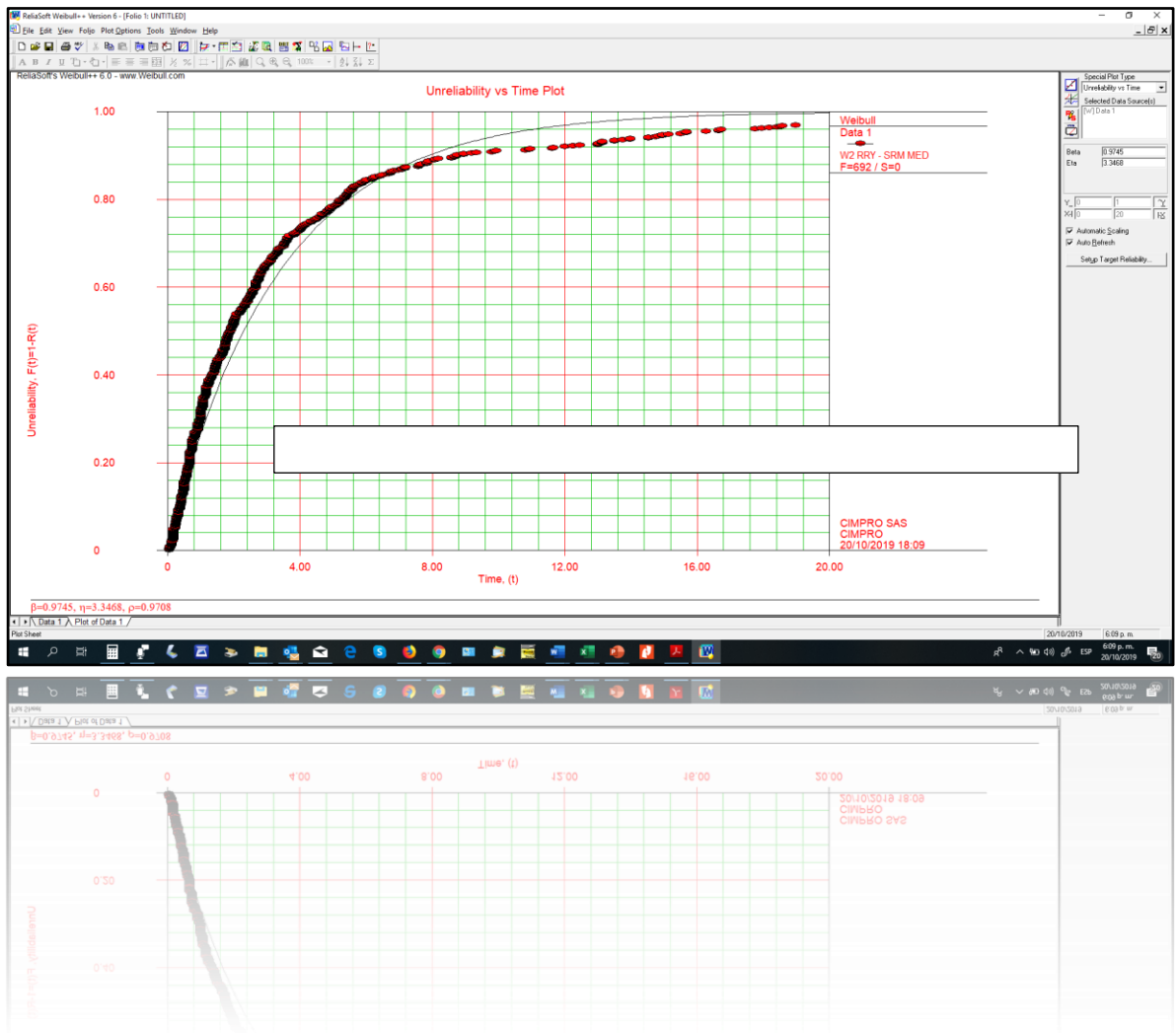


Ilustración 25 - Cálculos y Curvas de Mantenibilidad $M(t)$ Correctiva $MTTR$ datos individuales





Fuente: elaboración propia con software Weibull, de EAFIT Licenciado

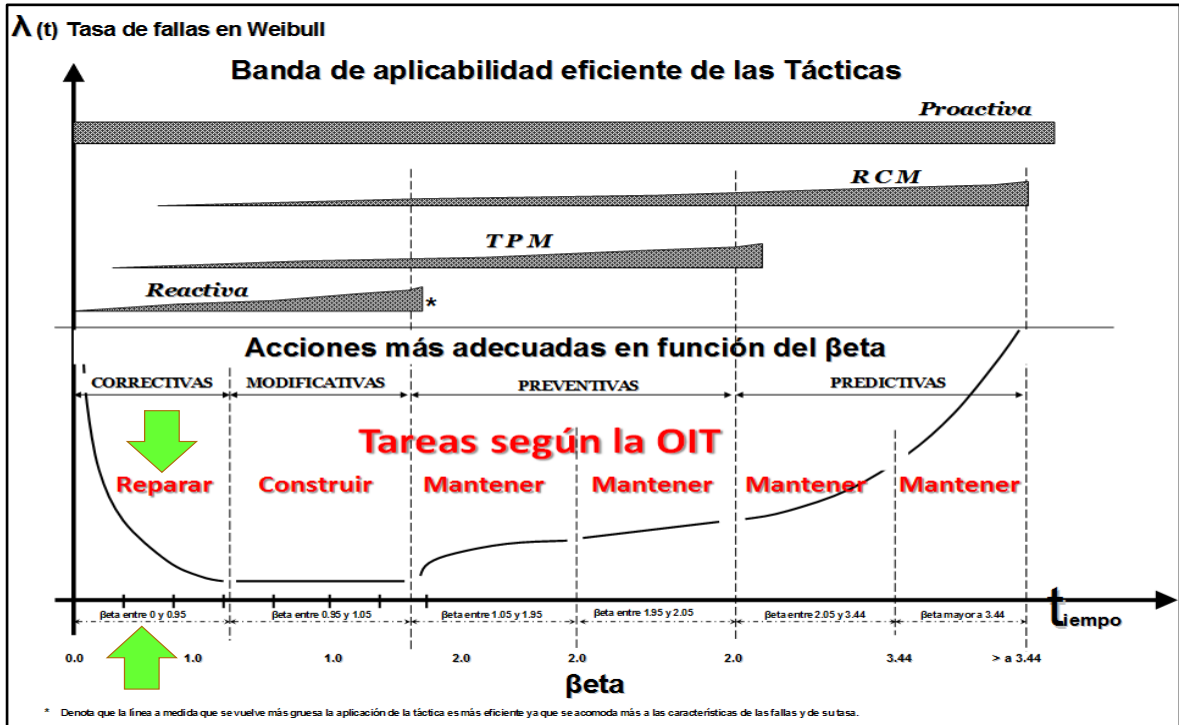
Ilustración 26 - Valores comparativos *MTTR* con datos mensuales (44) promedios o individuales (692)

	Valor Minutos <i>MTTR</i> con datos mensuales promedio	Valor Minutos <i>MTTR</i> con datos puntuales individuales	
Datos #	44	692	Datos #
β eta	1.5251	0.9745	β eta
Eta η	4.4714	3.3468	Eta η
<i>MTTR</i>	4.0287	3.3848	<i>MTTR</i>

Fuente: elaboración propia

Por antonomasia se descartan los datos promedios mensuales dado que presentan un β de Mantenibilidad Correctiva superior a 1, por lo cual se descarta por dato técnico, el máximo valor permisible es 1.

Ilustración 27 - Curva de Davies para correctivo



Fuente: elaboración propia basada en (Mora, 2007b)

1.3.2.2.1 Tiempo Medio que Toma Reparar - *MTTR*

El índice clave para la mantenibilidad, el tiempo medio para reparar, *MTTR* (*Mean Time To Repair*), o tiempo medio de mantenimiento correctivo. Cualitativamente, se refiere a la facilidad con que los equipos son restablecidos a su estado de funcionamiento. Cuantitativamente es una probabilidad y se mide con base en el tiempo de parada por mantenimiento correctivo.

Ecuación 8 - Tendencia centra para distribución de mantenibilidad $M(t)$

$$MTTR = [E] = \int_0^{\infty} M(t)dt$$

Fuente:(Knezevic, 1996)Dónde:

$M(t)$: función de mantenibilidad.

E: corresponde a la tendencia central de la distribución

1.3.2.2 Mediana para tiempo activo de mantenimiento correctivo

La mediana del tiempo activo de mantenimiento correctivo es el percentil 50 o el valor correspondiente al 50% de todos los tiempos de reparación (Blanchard, 1995).

1.3.2.3 Tiempo medio de mantenimiento preventivo

El tiempo medio de mantenimiento preventivo, (mean preventive maintenance time), constituye el tiempo de aquellas actividades de mantenimiento que permiten mantener el sistema en las condiciones de desempeño específicas tales como inspecciones, calibraciones, reemplazo de piezas por tiempo y overhauls. Su objetivo es posponer la etapa de desgaste del sistema (Dounce, 1998) (Duffuaa, y otros, 1995) (Fitch@, 2002).

Ecuación 9 - Definición del Tiempo Medio del Mantenimiento preventivo

$$\bar{M}_{pt} = \frac{\sum(M_{pt_i})(f_{pt_i})}{\sum f_{pt_i}}$$

Referencia: (Blanchard, 1995) (Blanchard, y otros, 1994)

Dónde:

M_{pt}: duración de la actividad de mantenimiento.

f_{pt}: frecuencia de la tarea de mantenimiento respecto del tiempo de operación del sistema.

1.3.2.3.1 Mediana del tiempo activo de mantenimiento preventivo.

El concepto aplica igual al del cálculo de la mediana correctiva; el valor correspondiente al 50% inferior de todos los tiempos de mantenimiento preventivo.

1.3.2.3.2 Tiempo medio del Mantenimiento Activo

El tiempo medio de mantenimiento activo, (Mean Active Maintenance Time), es el tiempo requerido para realizar cualquier tarea de mantenimiento. Es función de los tiempos medios de mantenimiento correctivo y preventivo y sus frecuencias relativas (Blanchard, y otros, 1994).

Ecuación 10 - Tiempo medio del Mantenimiento Activo

$$\bar{M} = \frac{(\lambda)(MTTR) + (f_{pt})(\bar{M}_{pt})}{\lambda + f_{pt}}$$

Fuente: (Rojas, 1975) (Smith, 1992).

Dónde:

\bar{M}_{pt} : Tiempo medio de mantenimiento preventivo.

MTTR: tiempo medio de mantenimiento correctivo.

f_{pt}: frecuencia de mantenimiento preventivo.

λ : Frecuencia de mantenimiento correctivo

1.3.2.3.3 Tiempo de retraso logístico *LDT*

El tiempo de retraso logístico, *LDT (Logistic Delay Time)* son todos los retrasos o tiempos no administrativos involucrados en la ejecución de una tarea de mantenimiento, estos retrasos pueden ser debido a transporte, herramientas, disponibilidad de repuestos, procedimientos otros.

1.3.2.3.4 Tiempo de parada de mantenimiento

El tiempo de parada de mantenimiento, *MDT (Maintenance Down Time)*, constituye la suma total de los tiempos requeridos para reparar o restaurar un sistema a su nivel de desempeño especificado, o mantenerlo en éste (Mora, 2019).

1.3.3 Disponibilidad ²³

La probabilidad de que el equipo funcione satisfactoriamente en el momento en que sea requerido después del comienzo de su operación, cuando se usa bajo condiciones estables, donde el tiempo total considerado incluye el tiempo de operación, tiempo activo de reparación, tiempo inactivo, tiempo en mantenimiento preventivo (en algunos casos), tiempo administrativo, tiempo de funcionamiento sin producir y tiempo logístico se define como disponibilidad (Ramakumar, 1996)(Blanchard, 1995)(Nachlas, 1995)(Smith, 1983) (Leemis, 1995)(Kececioglu, 1995)(Díaz, 1992)(Knezevic, 1996) (Ebeling, 2005) (Kelly, y otros, 1998) (Kapur, y otros, 1977) (Rey, 1996)(Halpern, 1978) (Navarro, y otros, 1997) (Modarres, 1993).

Es una característica que resume cuantitativamente el perfil de funcionalidad de un equipo. La mayoría de los usuarios aseguran que necesitan la disponibilidad de un equipo tanto como la seguridad. Hay varios métodos para lograrlo, uno es construir un equipo que cuando falle sea fácil de recuperar, y el otro es que sean confiables, y, por lo tanto, demasiado costosos (Knezevic, 1996).

1.3.3.1 Definición

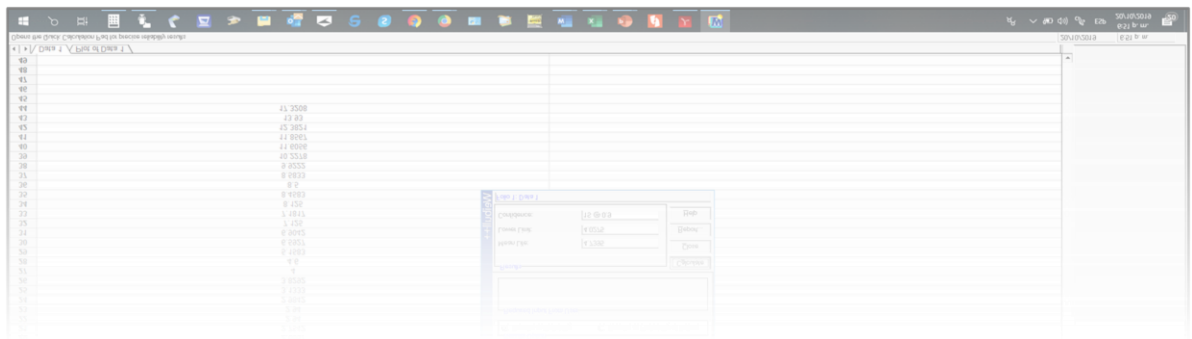
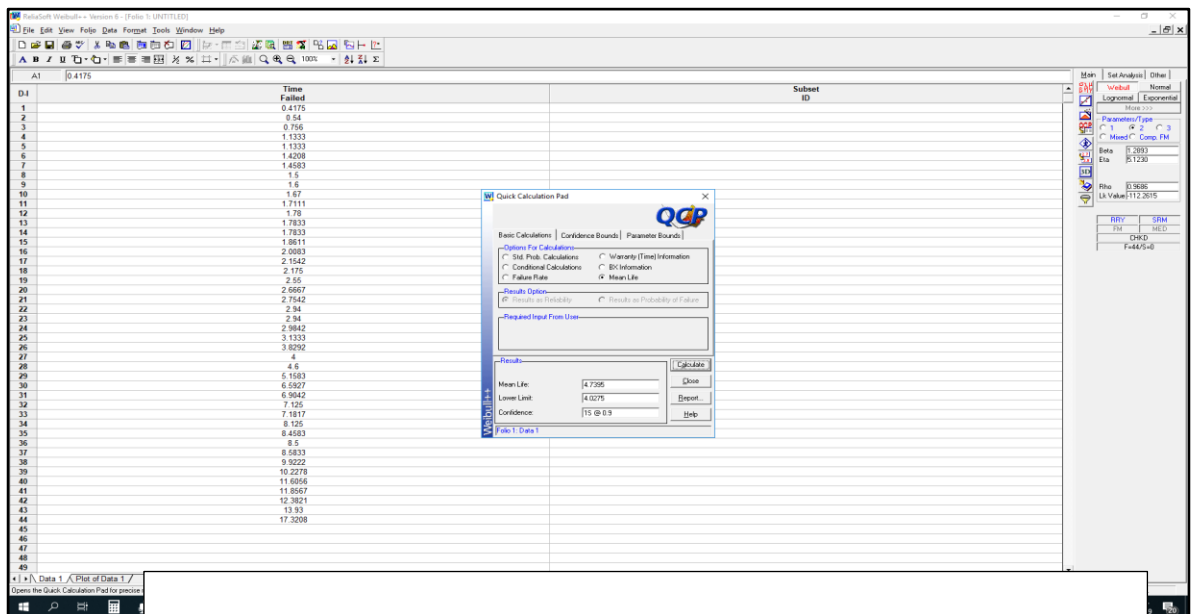
La probabilidad de que el equipo esté operando satisfactoriamente en el momento en que sea requerido después del comienzo de su operación, cuando se usa bajo condiciones estables, donde el tiempo total considerado puede incluir el tiempo de operación, tiempo activo de reparación, tiempo inactivo, tiempo en mantenimiento preventivo, tiempo administrativo y tiempo logístico se define disponibilidad (Ramakumar,1993,8) (Blanchard y otros,1995,20) (Nachlas,1995,154) (O'Connor,1989,133) (Smith,1986,156) (Leemis,1995,148) (Kececioglu,1995,24) (Diaz,1992,5) (Knezevic,1996,27) (Ebeling,1997,254) (Kelly y otro,1998,3) (Ireson,1996,1-7) (Kapur y otro,1977,225) (Rey,1996,161) (Halpern,1978,348) (Navarro y otros,1997,28) (Avila,1992,22) (Valencia y otro,1983,100)

²³ La traducción en inglés es *Availability (Babylon@, 2008)*

(Olwell,2001,1) (Bolaños,1987,37) (Modarres,1993,5) (Ordoñez,1992,11)
 (Reliability Glossary Internet,2001) (Availability Internet,1998)

La frecuencia con la cual un sistema se encuentra disponible se expresa básicamente como la relación de sus tiempos de funcionamiento y sus tiempos de parada y presenta diferentes variantes. El tiempo de funcionamiento y el tiempo de parada son mutuamente excluyentes por la condición dicotómica de los estados de un sistema; el tiempo de funcionamiento se refiere a la capacidad de desempeñar una tarea, en tanto que el tiempo de parada se refiere a la imposibilidad de desempeñarla (Ford, 1972) (Idhammar@, 1999).

Ilustración 28 - Cálculos Curvas Mantenibilidad $M(t)$ Planeadas M_P datos mensuales promedio



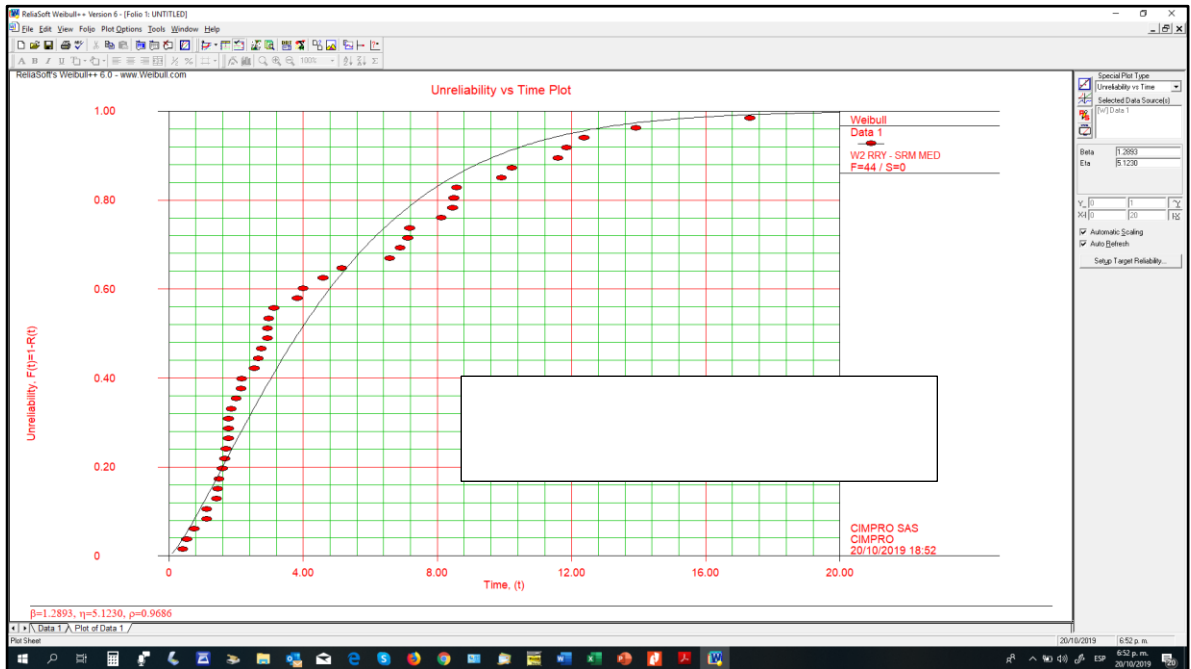
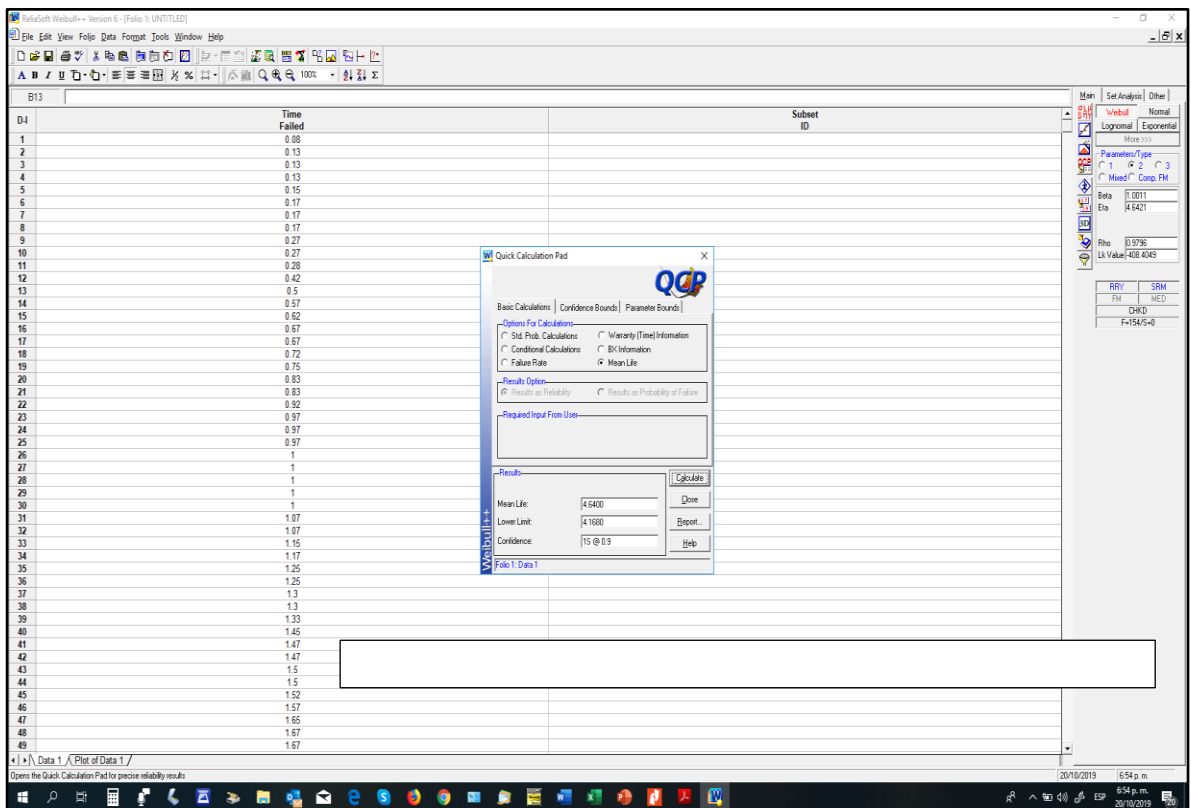
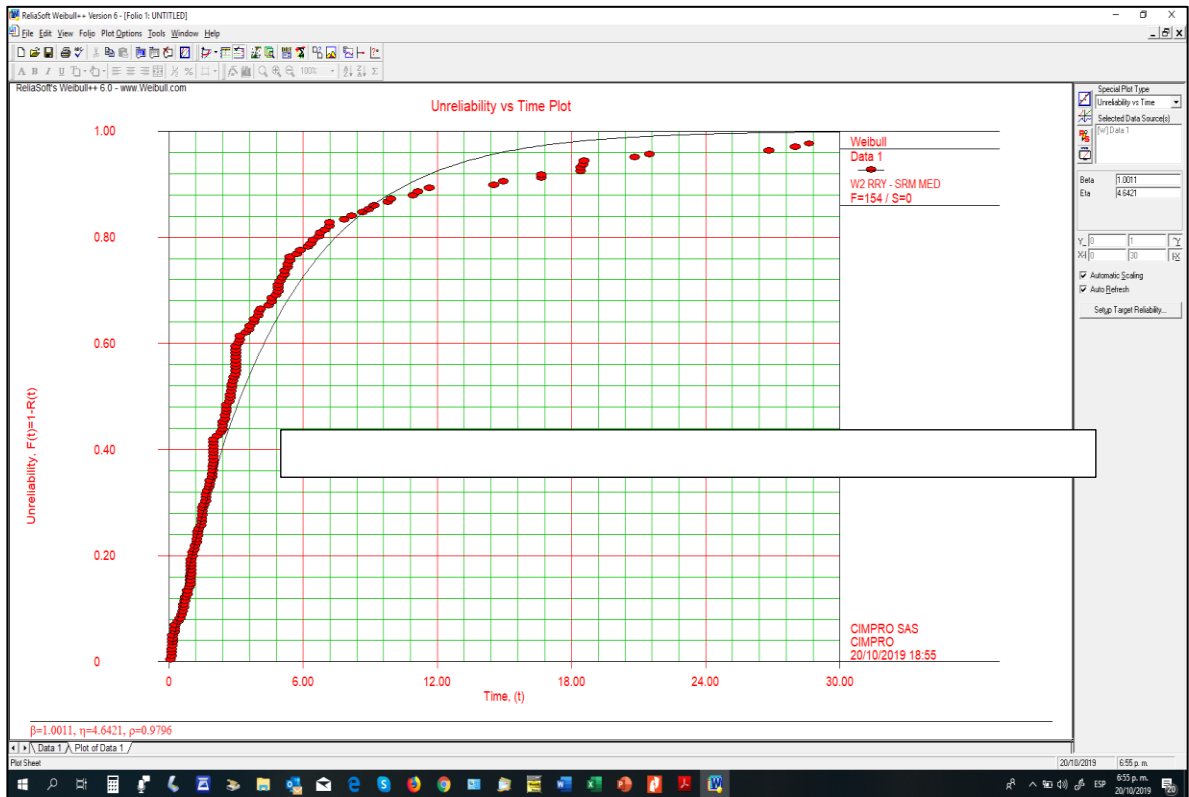


Ilustración 29 - Cálculos y Curvas de Mantenibilidad $M(t)$ Proactivas M_p datos individuales





Fuente: elaboración propia con software Weibull, de EAFIT Licenciado

Ilustración 30 - Valores comparativos M_p con datos mensuales (44) promedios o individuales (154)

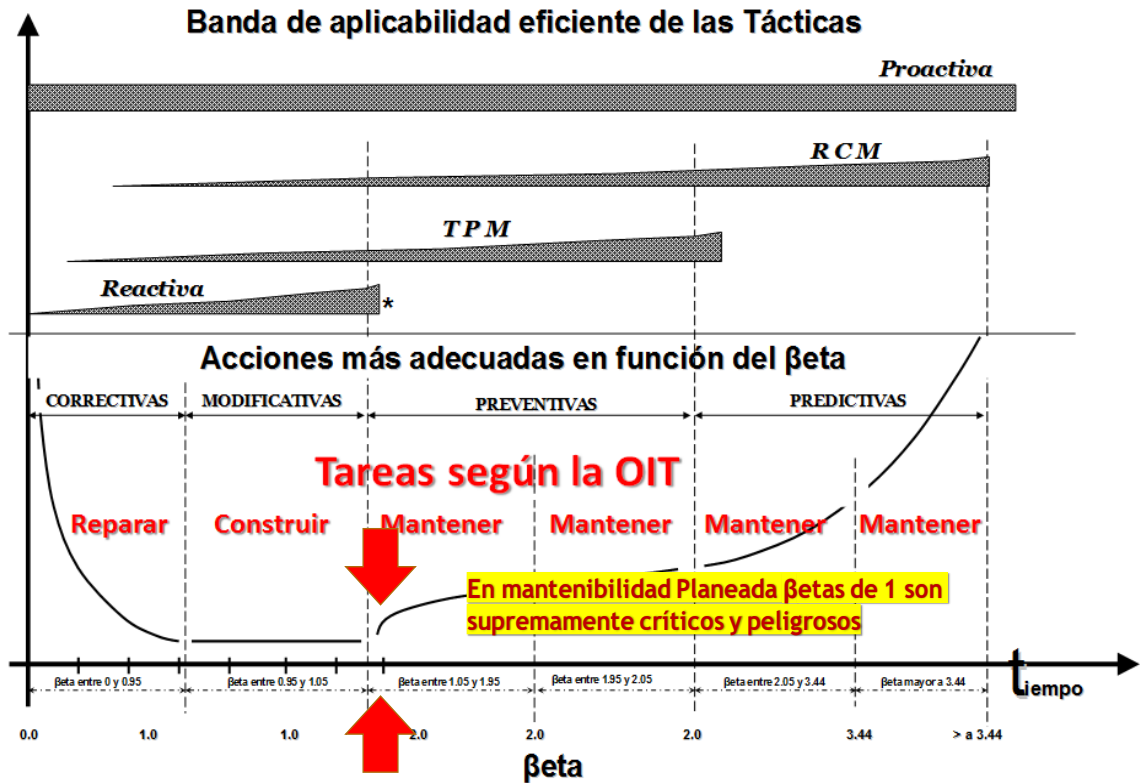
	Valor Minutos M_p con datos mensuales promedio	Valor Minutos M_p con datos puntuales individuales	
Datos #	44	154	Datos #
β eta	1.2893	1.0011	β eta
Eta η	5.123	4.6421	Eta η
M_p	4.7395	4.64	M_p

Fuente: elaboración propia

Por análisis del capítulo 3 y de conocimiento por fuente propia, los mantenimientos planeados en la empresa ANDERCOL S.A. para el Reactor R4T son débiles y solo se dan cuando hay pequeños espacios entre la producción o cambios de referencia, lo que se ve ampliamente reflejado en los valores tan bajos del mantenimiento Planeado en su β eta que escasamente sobrepasa el valor de 1.

Ilustración 31 - Curva de Davies para Mantenibilidad Planeada

$\lambda(t)$ Tasa de fallas en Weibull



* Denota que la línea a medida que se vuelve más gruesa la aplicación de la táctica es más eficiente ya que se acomoda más a las características de las fallas y de su tasa.

Fuente: elaboración propia basada en (Mora, 2007b)

Para ser consecuente con los otros tres resultados anteriores ($MTBM_C$, $MTBM_P$, MTR), se toma la decisión única de trabajar con datos puntuales, sucesivos en el tiempo.

Ecuación 11 - Disponibilidad general

$$Disponibilidad = \frac{Confiabilidad}{Confiabilidad + Mantenibilidad} = \frac{C}{C + D} = \frac{UT}{UT + DT}$$

$$\frac{UT}{UT + D} \rightleftharpoons T$$

Fuente (Barringer@, 2005)

Dónde:

UT: tiempo de funcionamiento.

DT: tiempo de parada

1.3.3.2 Disponibilidad Alcanzada - D_A

A_A , es la probabilidad de que el sistema opere satisfactoriamente, cuando se requiere en cualquier tiempo bajo condiciones de operación normales y en un entorno ideal de soporte logístico, sin considerar ningún retraso logístico o administrativo, pero involucra en sus cálculos, los tiempos imputables a las actividades planeadas de mantenimiento, aparte de las acciones correctivas que ya trae desde la Inherente o Intrínseca.

Cuando se presente el caso especial de que durante la realización de una tarea proactiva o planeada (preventiva o predictiva) aparezca un daño que implique una reparación (o viceversa), se debe tomar la corrección (o modificación) como un evento independiente y considerarse los dos tiempos en forma aislada (Díaz, 1992), debido a que la reparación requiere de horas-hombre adicionales a las el mantenimiento preventivo, se puede manejar como un tiempo correctivo entre dos preventivos o simplemente tomar un preventivo por el tiempo invertido y otro correctivo o modificativo por la acción no planeada (o viceversa si se presenta o superpone un planeado, durante la ejecución de un correctivo o modificativo), pero en todo caso asumir los tiempos planeados y no planeados, en forma separada contabilizándolos por aparte, si se presentan en el mismo instante de tiempo.

Recuérdese que en confiabilidad los tiempos útiles son inherentes al equipo o sistema, mientras que en mantenibilidad los tiempos de reparaciones o de tareas proactivas son inherentes al recurso humano²⁴ que las realiza.

A manera de ejemplo, se presenta el siguiente caso, donde los tiempos medios se valoran en forma puntual y no con simulaciones de distribuciones (que se desarrolla más adelante) que es lo que recomienda el autor. Recuérdese que en la Disponibilidad Alcanzada²⁵ prepondera la importancia de los mantenimientos planeados y los no planeados que se tienen desde Inherente (Chute@, 2003) (Lewis, 1995).

Ecuación 12 - Disponibilidad Alcanzada - D_A

$$MTBM = \frac{1}{\frac{1}{MTBM_C} + \frac{1}{MTBM_P}} =$$

²⁴ O grupos de personas que realizan las correcciones, modificaciones y/o las tareas proactivas.

²⁵ Achieved Availability, en inglés. En castellano se le denomina Disponibilidad Alcanzada

$$\overline{M} = \frac{\frac{MTTR}{MTBM_c} + \frac{M_p}{MTBM_p}}{\frac{1}{MTBM_c} + \frac{1}{MTBM_p}} s$$

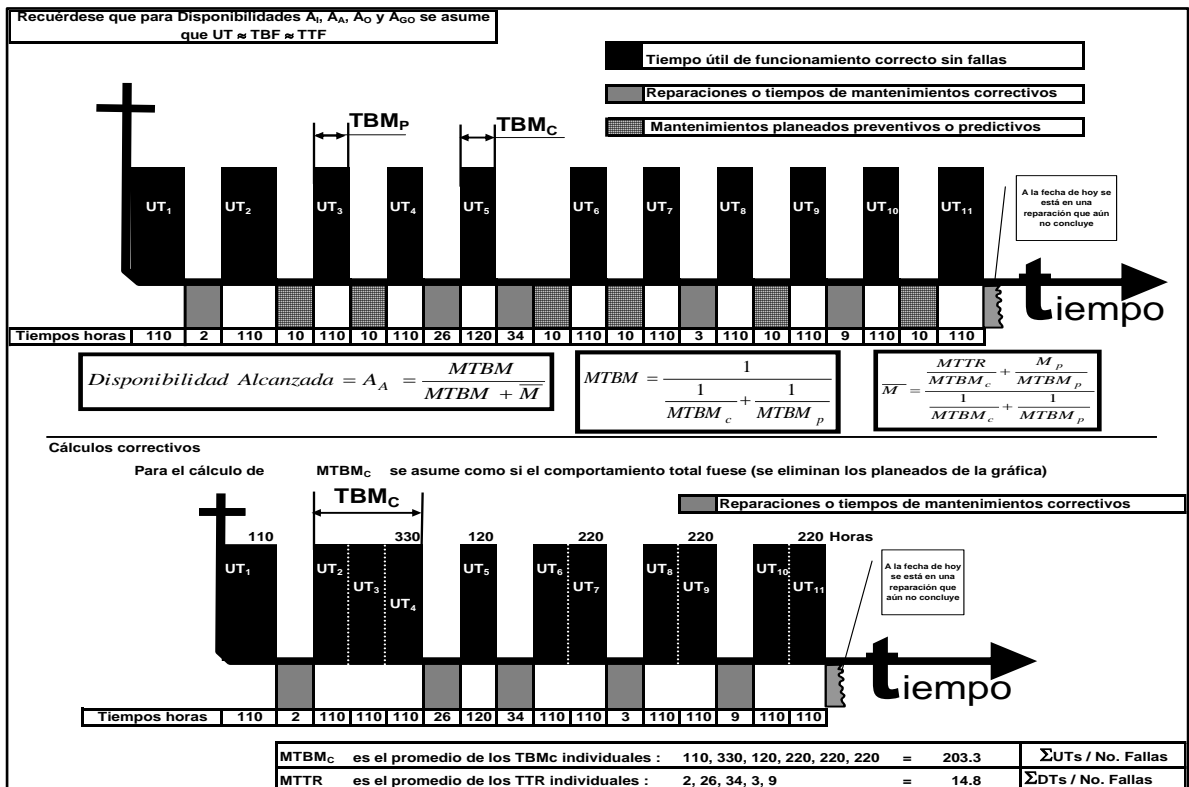
$$DisponibilidadAlcanzada = A_A = \frac{MTBM}{MTBM + \overline{M}} = \frac{96.86}{96.86 + 12.28} = 88.74\%$$

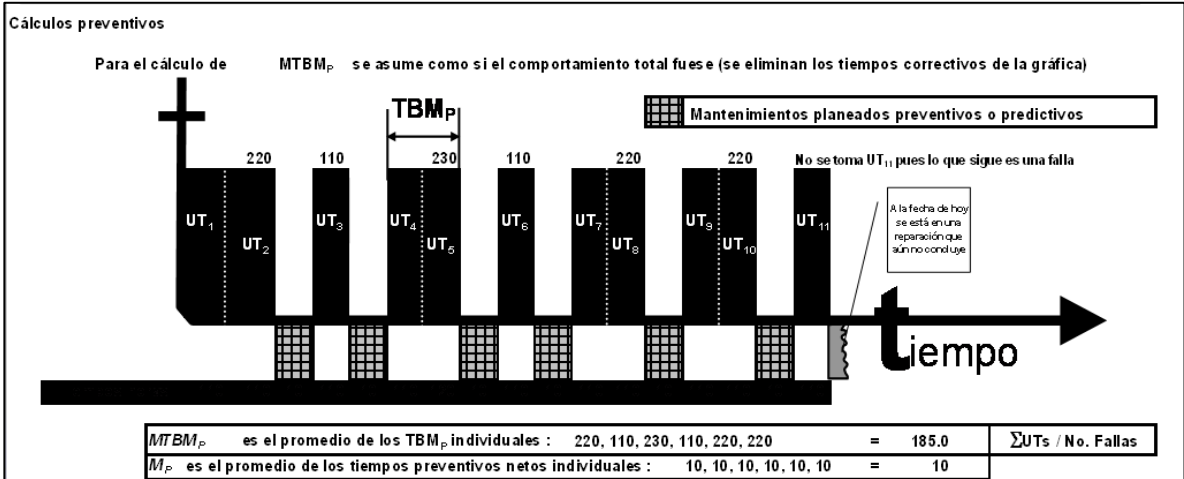
Fuente: (Blanchard, y otros, 1994) (Mora, 2007b)

Nótese que la Disponibilidad D_A , es menor que la Disponibilidad Inherente D_i .

Una vez se configura la situación real de todos los parámetros de cálculo, como todos los UT , los $MTTR$ y los M_p , se procede a elaborar dos gráficos, uno para los cálculos con acciones de mantenimiento no planeado (correctivos y/o modificativos) y, otro gráfico independiente con los mantenimientos planeados, cada uno solo con sus valores planeados o no, donde se mantienen en ambos casos los UT o $MTBF$.

El siguiente paso es separar los dos mapas: no planeado y planeados.





$$Disponibilidad Alcanzada = A_A = \frac{MTBM}{MTBM + \bar{M}} =$$

Donde $MTBM = Mean Time Between Maintenance$ o sea el Tiempo Medio entre Mantenimientos (tanto reparaciones correctivas o modificativas, como también mantenimientos planeados, sean de orden preventivo o predictivo) y $\bar{M} = Mean Time active Maintenance = MTM = Mean Time Maintenance =$ Tiempo Medio de Mantenimiento (correctivo y planeado).

El tiempo medio entre mantenimientos, $MTBM$, más que un índice de confiabilidad es un indicador de la frecuencia de los mantenimientos; es función de la frecuencia de los mantenimientos planeados (preventivos y/o predictivos) y no planeados (correctivos), en ausencia de mantenimiento preventivo el $MTBM$ se aproxima al $MTBF$ (Blanchard y otros, 1994, 111).

$$MTBM = \frac{1}{\frac{1}{MTBM_c} + \frac{1}{MTBM_p}}$$

Donde:
 $MTBM_c$: tiempo medio entre mantenimientos no planeados (correctivo), se aproxima al $MTBF$.
 $MTBM_p$: tiempo medio entre mantenimientos planeados.

Ahora, para el cálculo del \bar{M} se usa la expresión:

$$\bar{M} = \frac{\frac{MTTR}{MTBM_c} + \frac{M_p}{MTBM_p}}{\frac{1}{MTBM_c} + \frac{1}{MTBM_p}}$$

Donde,
 $MTTR = Mean Time To Repair$ = es el tiempo neto medio para realizar reparaciones o mantenimientos correctivos, sin incluir demoras logísticas ni retrasos administrativos, es el mismo definido para las anteriores disponibilidades.
 M_p = es el tiempo neto medio para ejecutar tareas proactivas de mantenimientos planeados.

El \bar{M} (*Mean active Maintenance Time*), es el tiempo medio de mantenimiento activo requerido para realizar cualquier tarea de mantenimiento. Es función de los tiempos medios de mantenimiento correctivo y preventivo y sus frecuencias relativas; sólo considera los tiempos activos de mantenimiento y no considera los tiempos administrativos y logísticos

Administrativos y logísticos
 sus frecuencias relativas: sólo considera los tiempos activos de mantenimiento y no considera los tiempos administrativos y logísticos. Es función de los tiempos medios de mantenimiento correctivo y preventivo y sus frecuencias relativas.
 El \bar{M} (*Mean active Maintenance Time*) es el tiempo medio de mantenimiento activo requerido para realizar cualquier tarea de mantenimiento. Es función de los tiempos medios de mantenimiento correctivo y preventivo y sus frecuencias relativas; sólo considera los tiempos activos de mantenimiento y no considera los tiempos administrativos y logísticos.
 El \bar{M} (*Mean active Maintenance Time*) es el tiempo medio de mantenimiento activo requerido para realizar cualquier tarea de mantenimiento. Es función de los tiempos medios de mantenimiento correctivo y preventivo y sus frecuencias relativas; sólo considera los tiempos activos de mantenimiento y no considera los tiempos administrativos y logísticos.
 Donde:

$$\bar{M} = \frac{\frac{MTTR_c}{MTBM_c} + \frac{M_p}{MTBM_p}}{\frac{1}{MTBM_c} + \frac{1}{MTBM_p}}$$

Ahora para el cálculo de \bar{M} se usa la expresión:

$MTTR_c$: tiempo medio entre mantenimientos no planeados (correctivo) se aproxima al $MTBF$.
 M_p : tiempo medio entre mantenimientos planeados.
 Donde:

$\bar{M} = \frac{\frac{MTR}{MTBM_c} + \frac{M_p}{MTBM_p}}{\frac{1}{MTBM_c} + \frac{1}{MTBM_p}} = \frac{\frac{14.8}{203.3} + \frac{10}{185}}{\frac{1}{203.3} + \frac{1}{185}} = 12.28$	$MTBM = \frac{1}{\frac{1}{MTBM_c} + \frac{1}{MTBM_p}} = \frac{1}{\frac{1}{203.3} + \frac{1}{185}} = 96.86$
$Disponibilidad Alcanzada = A_A = \frac{MTBM}{MTBM + \bar{M}} = \frac{96.86}{96.86 + 12.28} = 88.74 \%$	

Fuente: elaboración propia a partir de datos de (Mora, 2017)

1.3.4.3 Distribución Weibull

Se emplea en cualquier tipo de componente y en cualquier etapa de su vida útil, ya que tiene en cuenta parámetros que permiten diferenciar el comportamiento de elementos en similares condiciones, esto le da una mayor aplicabilidad como modelo para describir las características de operación.

Ecuación 13 - Función Distribución Weibull

$$f(t) = \frac{\beta(t - t_0)^{\beta-1}}{\eta^\beta} e^{-(t-t_0/\eta)^\beta}$$

Donde t_0 , η , β son los factores que caracterizan cada sistema:

t_0 = Tiempo que transcurre hasta que aparecen las primeras fallas, en esta distribución el factor tiempo se refiere al intervalo $t-t_0$

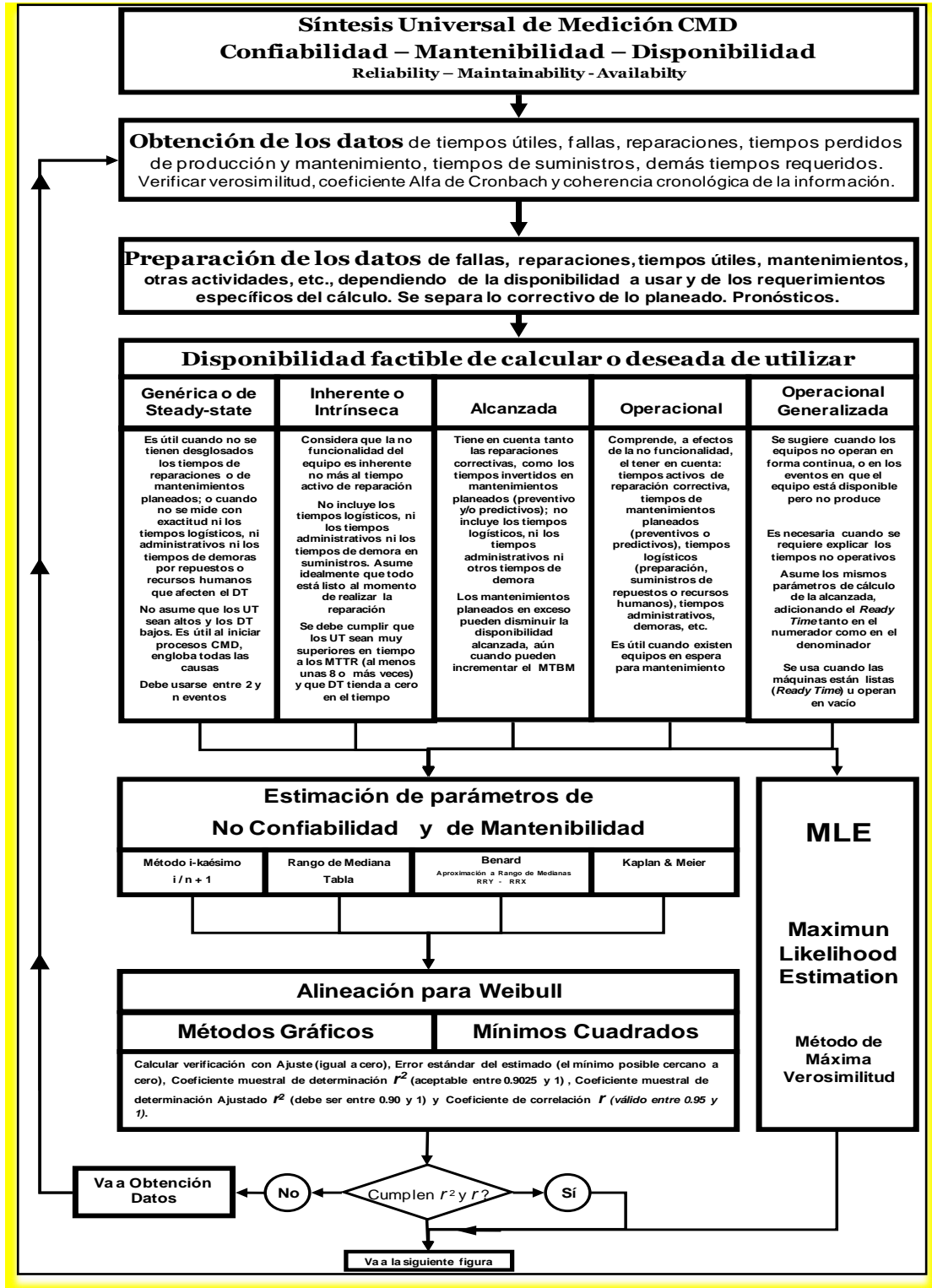
η = Vida característica, es un índice que tiene en cuenta la probabilidad de falla en función del tiempo transcurrido

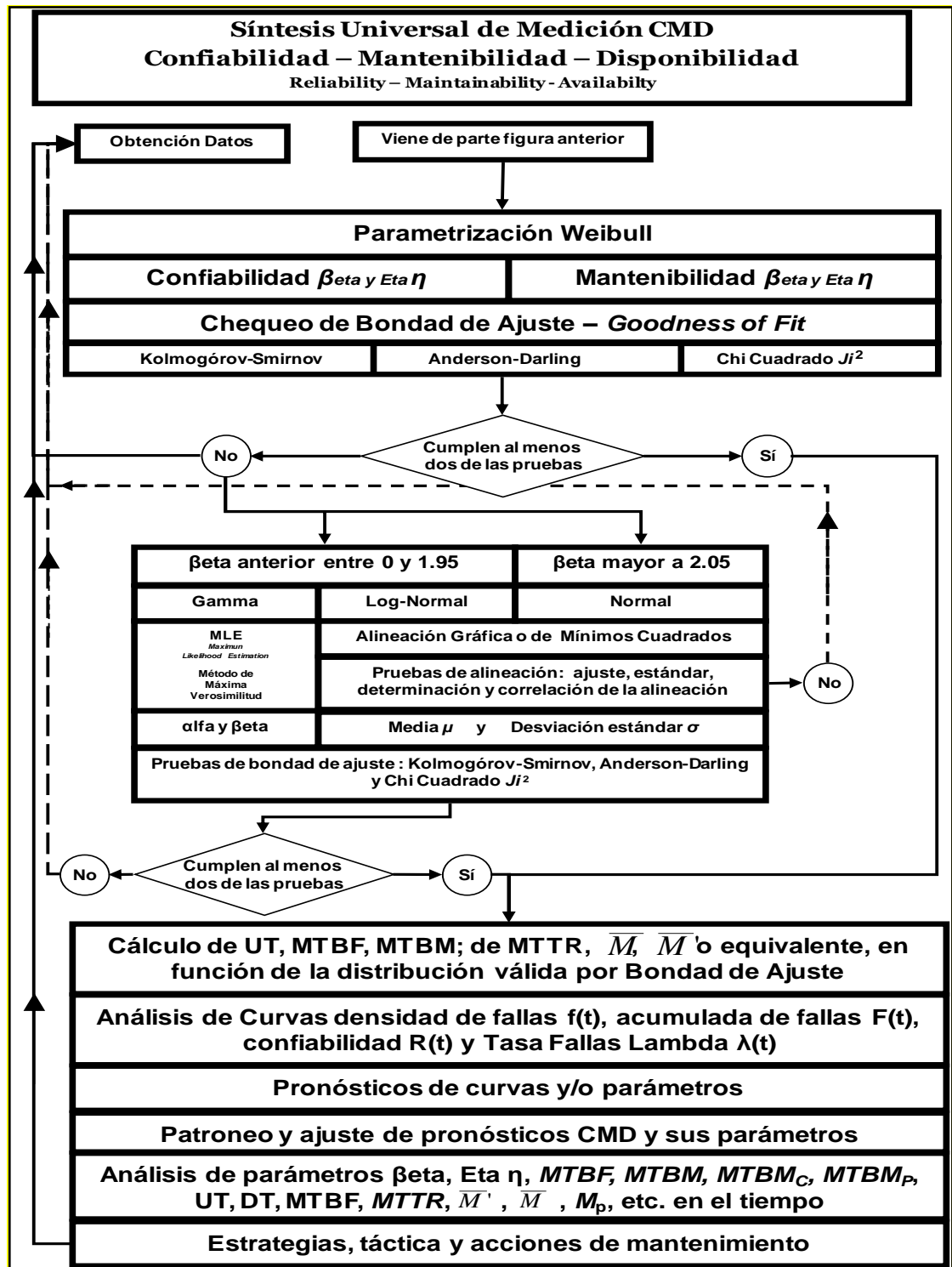
β = Factor de forma, indica la etapa de la vida del elemento dependiendo del valor que tome.

1.3.5 MODELO PARA PRONOSTICAR CMD

El método internacional se conforma de varias etapas. Primera de ellas se dedica a definir los pasos claves para la obtención, la tabulación, la manipulación y el tratamiento de los datos, con el fin de que sea compatibles en su forma, estilo y composición básico para los cálculos en los métodos puntual y distribuciones. (Pronósticos de demanda e Inventarios - Métodos Futurísticos, 2007c)

Ilustración 32 - Modelo universal e integral para la medición y predicción CMD Alcanzada





Fuente: (Mora, 2019)

Comprender en detalle de los indicadores CMD permite un manejo adecuado y posterior interpretación, saber cómo se componen y como se calcula es fundamental para iniciar un proceso de implementación.

Los modelos estadísticos permiten determinar la probabilidad de falla según el tipo de componente a analizar.

Con base al modelo universal de medición CMD lo primero que se debe hacer es tener claridad de qué hacer con los datos, darles un tratamiento adecuado a los datos permite estimar de manera correcta cada indicador, así mismo propone el modelo diferentes alternativas para mejor aproximación.

Con el cálculo de CMD se puede construir la curva de Davies y establecer según su parámetro de forma como es el comportamiento de la máquina y que tipo de estrategia se podría usar para mejorar el desempeño.

1.4 CONCLUSIONES CAPÍTULO 1

La sección deja claramente expuesta la fundamentación técnica requerida para entender el proceso de cálculo e interceptación estratégica de los parámetros y curvas de CMD, en aras de establecer acciones tácticas efectivas, que permitan mejora la operación y el mantenimiento del reactor R4T.

Se deja un análisis técnico exquisito en el cual se toma la decisión de trabajar con datos puntuales, en vez de datos cada 30 días promedios de cada periodo mensual, por su mejor caracterización y afinidad con el Reactor R4T en estudio, a la vez que se toma la decisión de trabajar con Disponibilidad Alcanzada ya que se tienen Tiempos útiles de Operación *MUT*, como tiempos de Mantenimientos Planeados *Mp* y tiempos de reparación *TTR*.

2. REACTOR R4T

2.1 OBJETIVO DEL CAPÍTULO 2

Ilustrar el funcionamiento y la operación del Reactor R4T, mediante la caracterización de sus principales elementos y subpartes, a la vez que se enuncia la tasa de fallos, de tiempos útiles y demás datos, que son la base del análisis CMD de los capítulos subsiguientes, para el estudio CMD R4T. *Nivel 2 - Comprensión de la Escala de Bloom y Gagñé.*

2.2 INTRODUCCIÓN AL CAPITULO 2

El capítulo muestra la descripción de la operación y del reactor, así mismo detalla los componentes más importantes, los equipos auxiliares y la relevancia de cada uno de estos en la funcionalidad de la unidad completa, también se expone los datos o históricos de falla y cálculo de indicadores, se listan las funciones del equipo y los modos de falla más frecuentes en este sistema.

2.3 DESARROLLO DEL CAPÍTULO 2

Un reactor es un equipo usado para la mezcla y reacción de componentes químicos los cuales pueden ser en fase sólida, líquida y gaseosa con el fin de obtener un único compuesto o producto, normalmente se realizan procesos con control de presión y temperatura a volumen constante, es importante resaltar que un reactor cuenta con equipos auxiliares que ayudan en la transformación de la materia prima y control de proceso, tales equipos impactan directamente en la calidad, confiabilidad y disponibilidad del reactor. En este estudio se detalla la funcionalidad del sistema y se describe el proceso de fabricación de resinas Tereftálicas en la etapa de reacción.

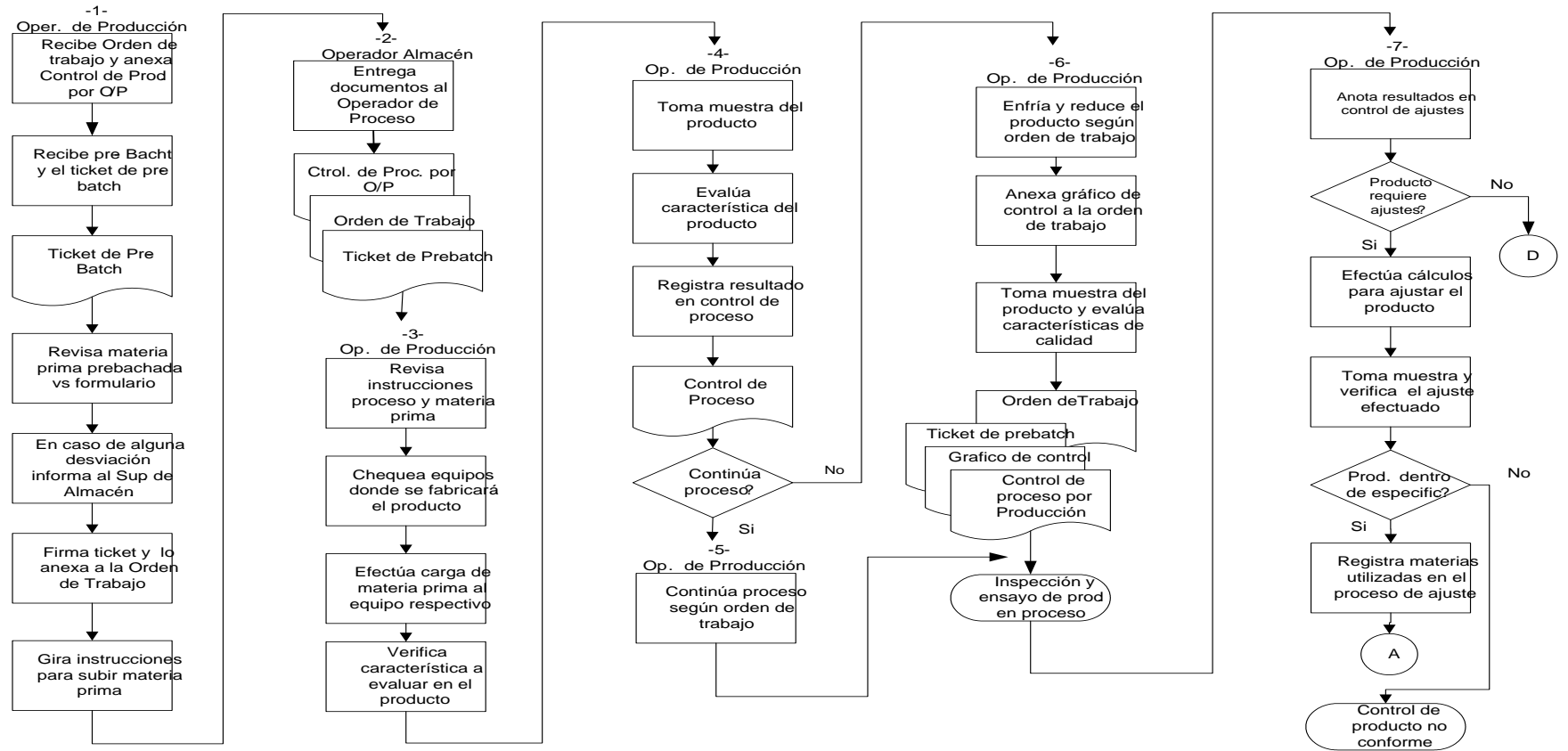
2.1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

La fabricación de resinas poliéster requiere un control de mezclas de diferentes productos en distintas fases, es decir, se usa un reactor para mezclar la materia prima en estado líquido, gaseoso y sólidos, guardando un cuidadoso balance de masas para obtener una resina químicamente estable y con propiedades mecánicas²⁶ según formulación²⁷.

²⁶ *Propiedades mecánicas, la resina como producto final debe contar con una dureza y resistencia determinada por su fórmula base.*

²⁷ *Formulación: hace referencia al diseño de la resina, a la fórmula exacta determinada por I+D para cumplir las especificaciones pactadas con el cliente final.*

Ilustración 33 - Descripción de Gestión de Proceso R4T ANDERCOL SW.AQ. Cartagena Colombia



Fuente: (Andercol S.A.S, 2012)

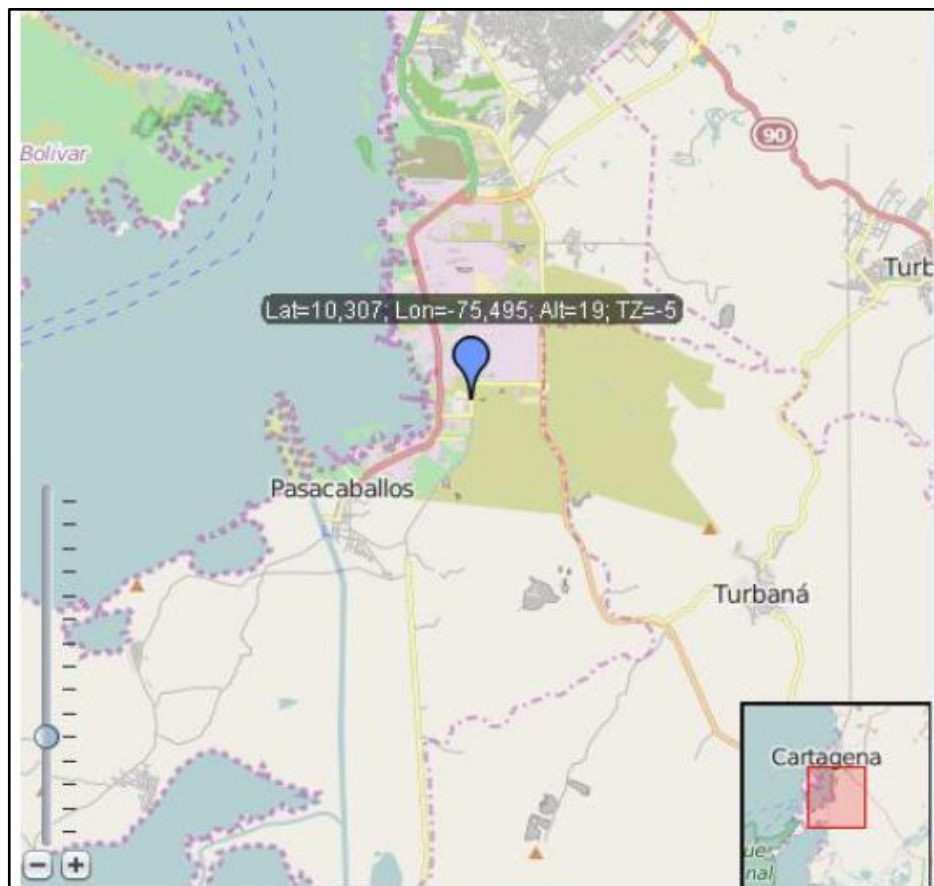
En la figura anterior se describe la gestión del proceso, se evidencia las actividades generales para completar el proceso de fabricación de un lote de resina poliéster, en esta descripción no se contempla un espacio para Mantenimiento, es decir, no hay descrita ninguna actividad referente al Mantenimiento o alistamiento del reactor y sus equipos auxiliares, es relevante este punto a la hora de establecer estrategia y/o tácticas de mantenimiento para el reactor como resultados de análisis CMD.

El proceso de fabricación no es continuo, por el contrario, es un proceso por batch o lotes, es muy importante tener presente para el planteamiento de estrategias de mantenimiento.

2.1.1.1 Ubicación del proceso

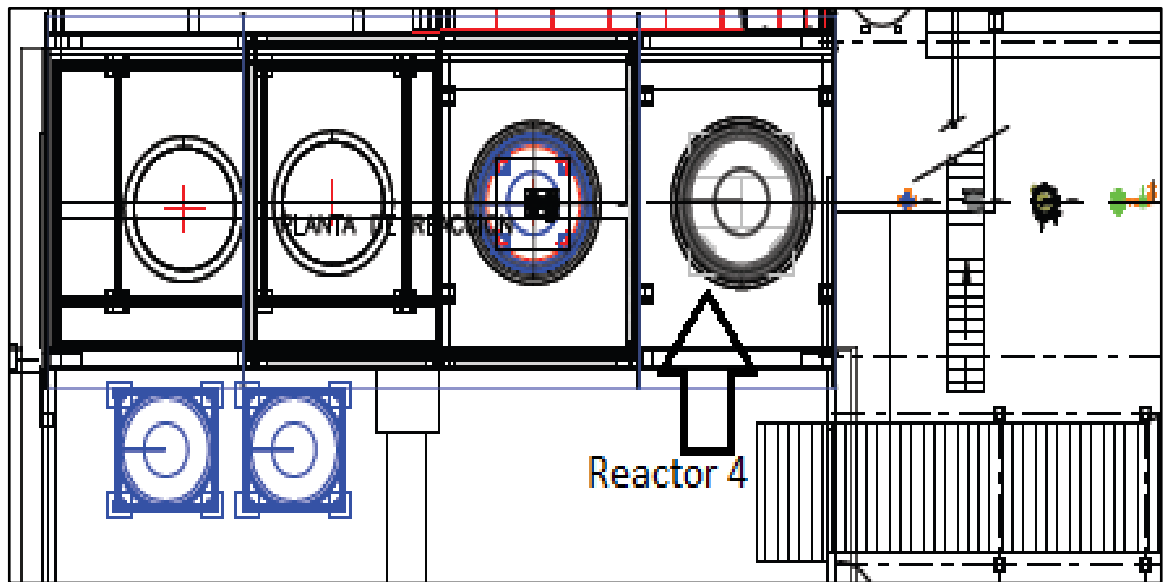
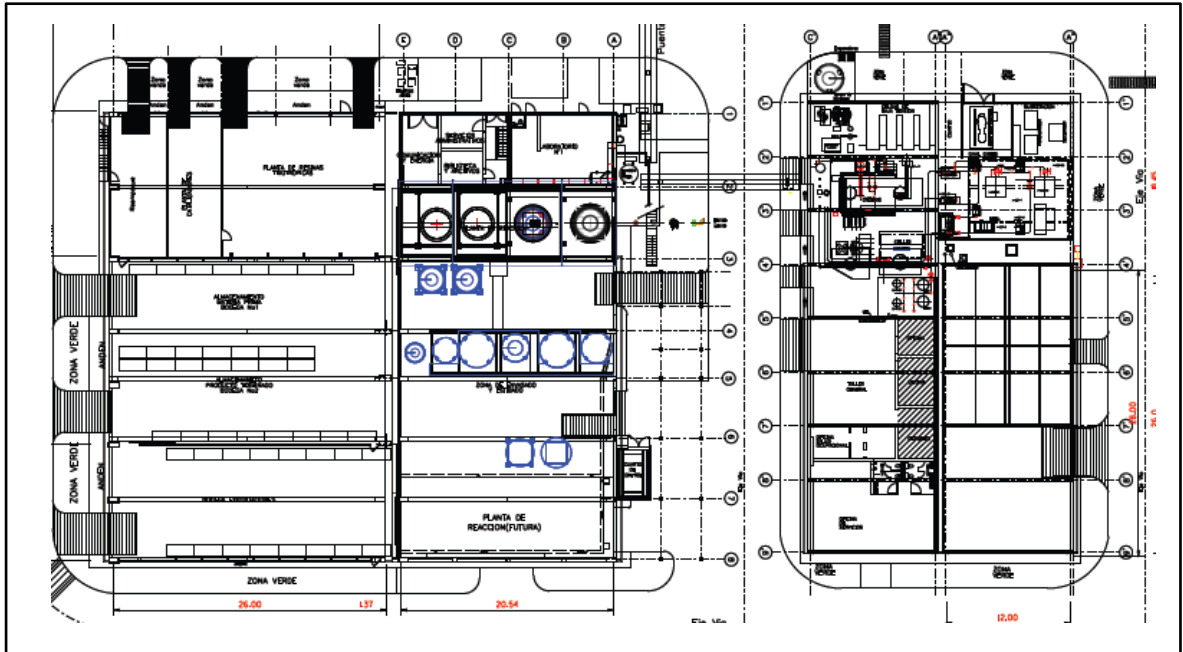
La planta de fabricación de Resinas ANDERCOL S.A.S se encuentra en la zona Industrial Mamonal kilómetro 13 vía Pasacaballos en Cartagena Colombia.

Ilustración 34 - Ubicación Proceso (Planta de ANDERCOL Cartagena - Bolívar)



Fuente: (ANDERCOL, 2015)

Ilustración 35 - Ubicación de Reactor R4T Layout Planta Resinas ANDERCOL



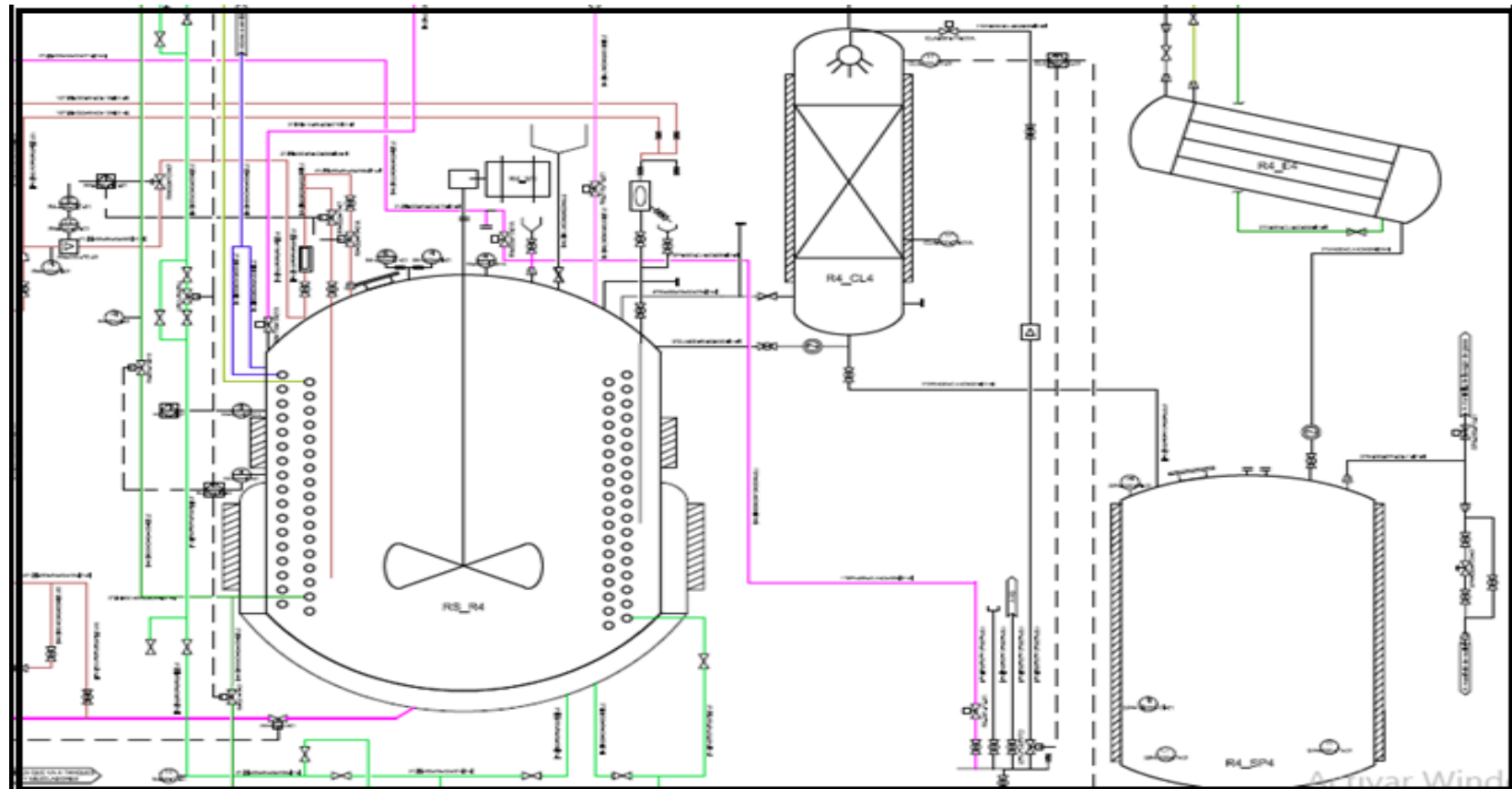
Fuente: (Andercol S.A.S, 2014)

En la representación anterior se aprecia la ubicación del Reactor R4T en la unidad de producción de resinas poliéster de ANDERCOL Cartagena, la cual se encuentra junto a 3 reactores más, lógicamente con diferentes capacidades.

2.1.1.2 Diagrama de Proceso

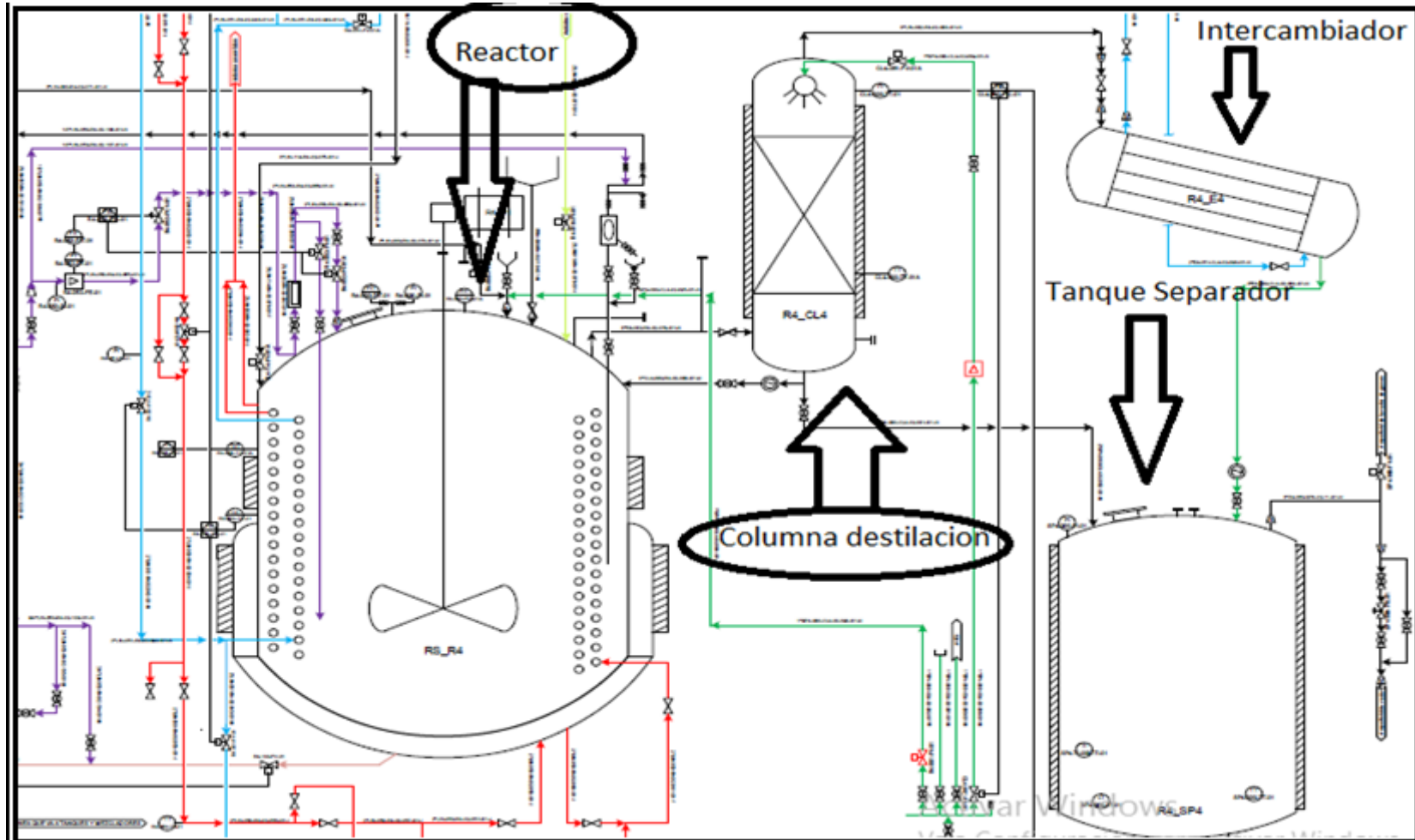
El proceso se describe de forma global y específica.

Ilustración 36 - P&ID Unidad de producción Reactor 4 R4T



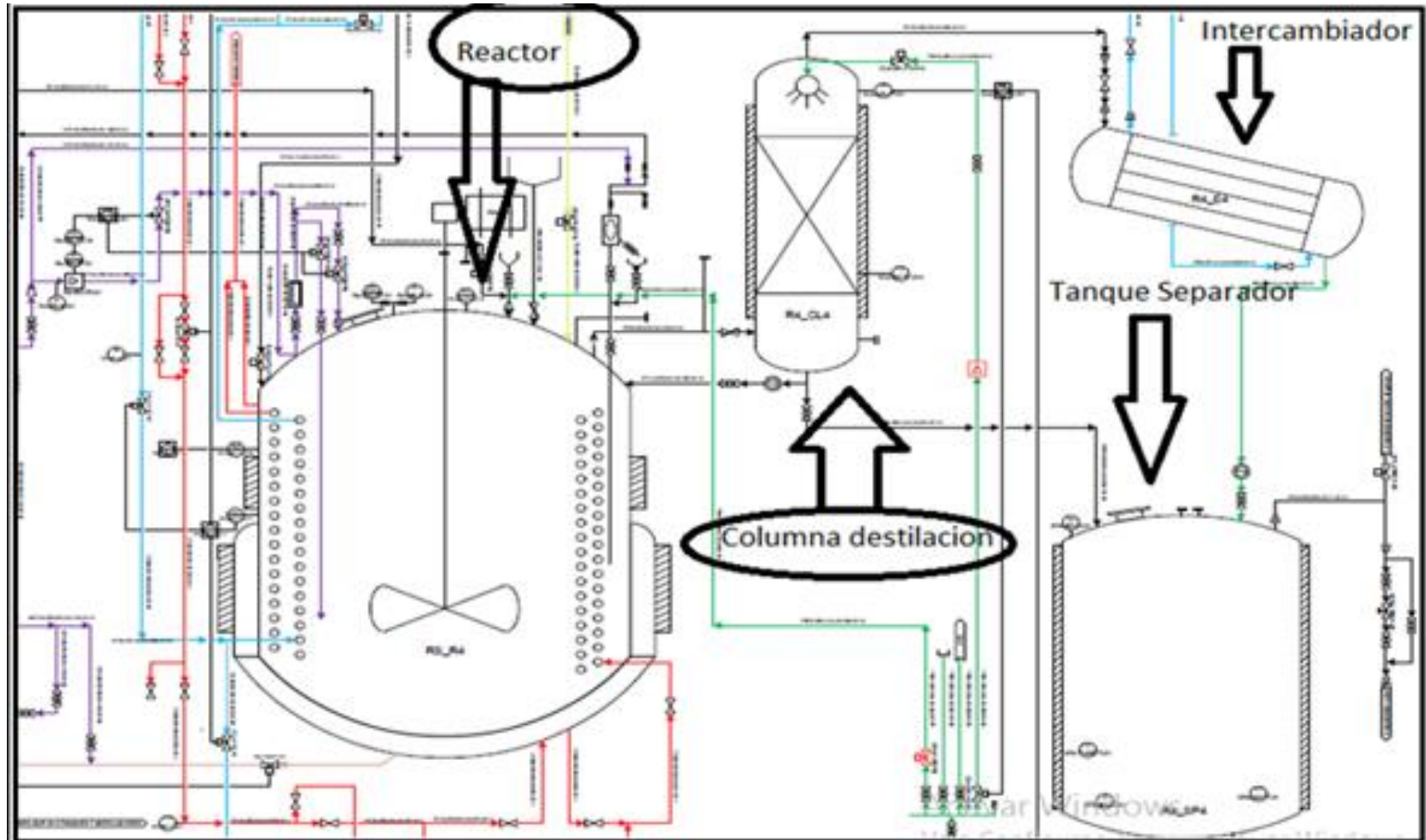
Fuente: (ANDERCOL, 2015)

Ilustración 37 - P&ID equipos auxiliares resaltados en ANDERCOL Cartagena



Fuente: (ANDERCOL, 2015)

Ilustración 38 - P&ID Con equipos auxiliares resaltados



Fuente: (ANDERCOL, 2015)

El P&ID que describe la representación de la página anterior, muestra los equipos auxiliares más relevantes del Reactor R4T, los cuales están conectados entre sí y cumplen con una función especial cada uno, para el control del proceso y calidad del producto terminado²⁸, una falla en cualquiera de este equipo representa un paro completo de la unidad de producción Reactor 4 R4T, por esta razón se toman en cuenta estos equipos como críticos para el proceso.

2.1.1.3 Proceso de fabricación

En la fabricación de la resina se requiere de un sistema completo de reacción y equipos auxiliares que ayudan a controlar el proceso y mejorar productividad. El equipo principal es el reactor, este equipo recibe las materias primas y al mismo tiempo inicia la agitación y calentamiento²⁹ de estas materias primas, una vez terminado la carga de dichas materias el proceso continúa con el calentamiento a presión controlada.

La unidad de Reacción 4 R4T cuenta también con equipos auxiliares que ayudan en el proceso de fabricación, estos equipos son:

- Columna de destilación
- Condensador de tubos
- Tanque auxiliar
- Instrumentación

La unidad completa tiene una función claramente definida y así mismo unas funciones secundarias que complementan en la fabricación segura y productiva de resina Poliéster.

La descripción del proceso menciona todos los pasos y etapas que se deben ejecutar para la fabricación de la resina, es un documento referente para la administración del proceso y desde mantenimiento se presta soporte para garantizar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos que son usados en la fabricación del producto.

2.1.1.3.1 Funciones del Reactor 4

Se lista algunas de las funciones más relevantes del reactor, estas determinan un punto de referencia para gestionar el Mantenimiento del equipo completo, así mismo la pérdida completa y/o parcial de una de estas funciones implica un fallo y obliga a

²⁸ Resina Poliéster Tereftálico

²⁹ Calentamiento, se realiza con ayuda de aceite térmico pasando por el interior del serpentín. Este aceite proviene de una caldera desde el área o zona de servicios.

la intervención de Mantenimiento. Existen muchas otras posibles causas de falla del reactor, solo se describen las más genéricas y relevantes.

El proceso de reacción inicia cuando terminan de cargar todas las materias primas y alcanza el proceso una temperatura de 220 ° grados Celsius, esta reacción debe controlarse a esta temperatura y una presión no mayor de 1 psi , esta esta se estima con una duración en promedio de 9 a 10 horas , esto depende el tipo de resina a fabricar, una vez el proceso logra propiedades³⁰ finales se inicia con el proceso de enfriamiento controlado y posterior descarga del Reactor R4T.

De manera muy resumida se explica a grandes rasgos el proceso de fabricación desde la carga de materia prima, pasando luego por el calentamiento, sostenimiento y posterior enfriamiento. En el desarrollo de este trabajo no se precisa detalles que implique una divulgación no autorizada del *Know How*³¹ de ANDERCOL.

Ilustración 39 - Funciones del Reactor 4 R4T ANDERCOL

Función Principal	<i>Producir resinas de poliéster de acuerdo con las especificaciones según los instructivos de procesos: viscosidad, % sólidos, tiempo de gel, temperatura exotérmica, dureza , reactividad ,tixotropía</i>
Función secundaria 1	<i>Mantener la temperatura y la presión necesarias.</i>
Función secundaria 2	<i>Permitir la operación on/off de la válvula de maleico así como su hermeticidad</i>
Función secundaria 3	<i>Desalojar el producto de manera segura si se llegara a presentar una sobrepresión en el equipo.</i>
Función secundaria 4	<i>Evitar que se produzca daño del equipo por sobrepresión</i>
Función secundaria 5	<i>Garantizar la hermeticidad al interior del equipo (sometido a vacío o a presión).</i>
Función secundaria 6	<i>Permitir la operación on/off de la válvula de glicoles así como su hermeticidad</i>
Función secundaria 7	<i>Dar una señal de alarma cuando se presenta sobre presión.</i>
Función secundaria 8	<i>Accionar un relé térmico cuando se presente una sobre carga en el motor.</i>
Función secundaria 9	<i>Permitir la operación on/off de las válvulas de nitrógeno así como su hermeticidad</i>
Función secundaria 10	<i>Permitir la operación on/off de la válvula de reflujo columna empacada</i>
Función secundaria 11	<i>Permitir la operación on/off de las válvulas de glicolisis así como su hermeticidad</i>
Función secundaria 12	<i>Evitar las fugas de aceite o agua en el interior y exterior del equipo</i>
Función secundaria 13	<i>Evitar que la temperatura del equipo pueda afectar personas o zonas de planta</i>
Función secundaria 14	<i>Permitir la operación on/off de las válvulas de descarga así como su hermeticidad</i>
Función secundaria 15	<i>Permanecer en buenas condiciones de presentación.</i>
Función secundaria 16	<i>Evitar que se presenten niveles altos de vibración que afecten la integridad del equipo.</i>
Función secundaria 17	<i>Permitir la descarga de la resina al diluidor en un tiempo máximo de 4 horas.</i>
Función secundaria 18	<i>Permitir el desalojo de vapores producto de la reacción hacia la columna empacada.</i>
Función secundaria 19	<i>Permitir la entrada de las materias primas en las cantidades adecuadas.</i>
Función secundaria 20	<i>Permitir la agitación del producto a velocidad máxima de 70 rpm y mínima a 30 Rpm</i>
Función secundaria 21	<i>Permitir la extracción de muestras para determinar las especificaciones de calidad.</i>
Función secundaria 22	<i>Facilitar las labores de desmontaje de mecanismos y componentes en mantenimiento.</i>
Función secundaria 23	<i>Permitir el lavado y desgasificado del equipo.</i>
Función secundaria 24	<i>Permitir la operación on/off de las valvulas de enfriamiento así como su hermeticidad</i>
Función secundaria 25	<i>permitir el control adecuado de temperatura en la columna empacada</i>
Función secundaria 26	<i>permitir el control adecuado calentamiento</i>
Función secundaria 27	<i>Emitir señal de alarma de nivel glicol de sello mecánico</i>
Función secundaria 28	<i>Permitir la eficiente condensación de vapores</i>
Función secundaria 29	<i>Permitir la carga manual de sólidos</i>

Fuente: elaboración propia


³⁰ Propiedades finales de la resina , tales como Viscosidad, tiempo de gel, dureza, reactividad,% de sólidos.

³¹ Know How , del inglés saber cómo , es el conocimiento propio de la empresa y se gestiona como activo de la Compañía ANDERCOL Cartagena.

En la ilustración anterior solo se listan las funciones más relevantes del Reactor R4T, existen muchas otras funciones secundarias.

Ilustración 40 - Características del Reactor R4T

Características técnicas:	
Volumen total	28 m ³
Volumen útil	25 m ³
Presión de trabajo	20 psi
Presión de diseño	250 psi
Espesor de cuerpo	5/8"
Espesor de cap	5/8"
Diámetro del equipo	3100 mm
Longitud de equipo	
Diámetro de eje	5 1/2"
Tipo de sello	Mecánico 771 D
Diámetro de agitación	1250 mm
Tipo de agitación	Inclinada 45° x 3
Niveles de agitación	3
ancho de espas agitación	250 mm
longitud de eje	3800 mm
potencia motor	75Hp
Par de reductor	12000 Nm
tipo de rodamientos	2 und Cónicos + 1 esférico
tipo de lubricación	
Velocidad máxima	71 rpm
temperatura de operación	240 °c
Densidad final de producto	1100 gk/m ³
Presión de vacío	25 inHg
Tiempo de operación:	24-35 horas x lote
Tiempo de carga de materia prima	9 horas
Tiempo de descarga a diluidor:	4 horas
Tamaño de lote:	30 – 34 ton
Calentamiento:	6 horas
Enfriamiento:	2 horas
Agitación:	24-35horas
Presión de trabajo	0 psi
Presión de descarga:	12-22 psi
Temperatura de enfriamiento:	160 °C



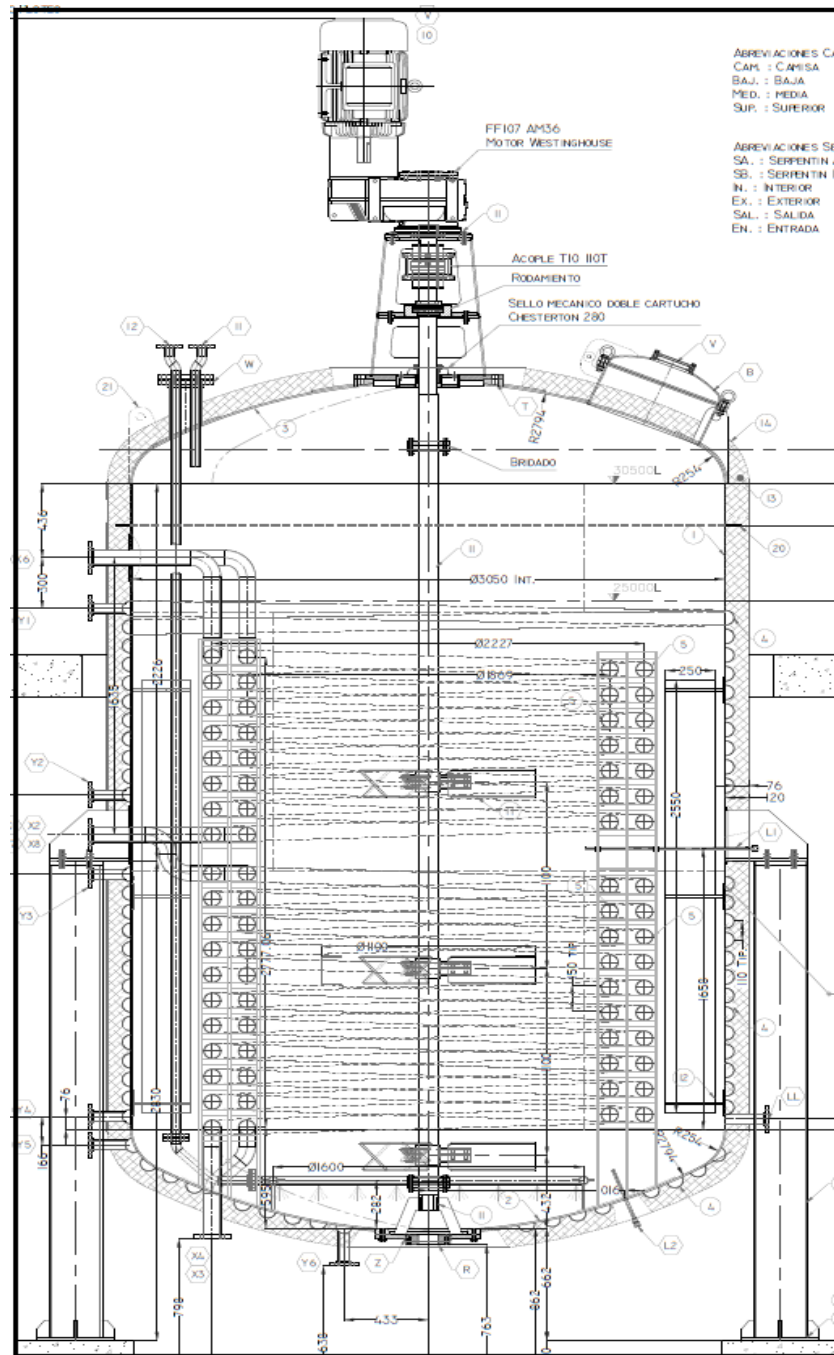
Fuente: (ANDERCOL, 2015)

El reactor se fabrica en el año 1998 por una firma mexicana, este equipo es construido en acero inoxidable 316L³² con ¾ de pulgada de espesor, no cuenta con estampe ASME, las mediciones de espesores confirman una perdida promediada de 0.3 mm de su espesor original.

El reactor 4 R4T representa casi un tercio de la capacidad total de fabricación de la planta de Resinas.

³² *Inoxidable tipo 316L , acero autentico de fácil consecución comercia y con mas de 2 % de molibdeno*

Ilustración 41 - Plano del Reactor R4T



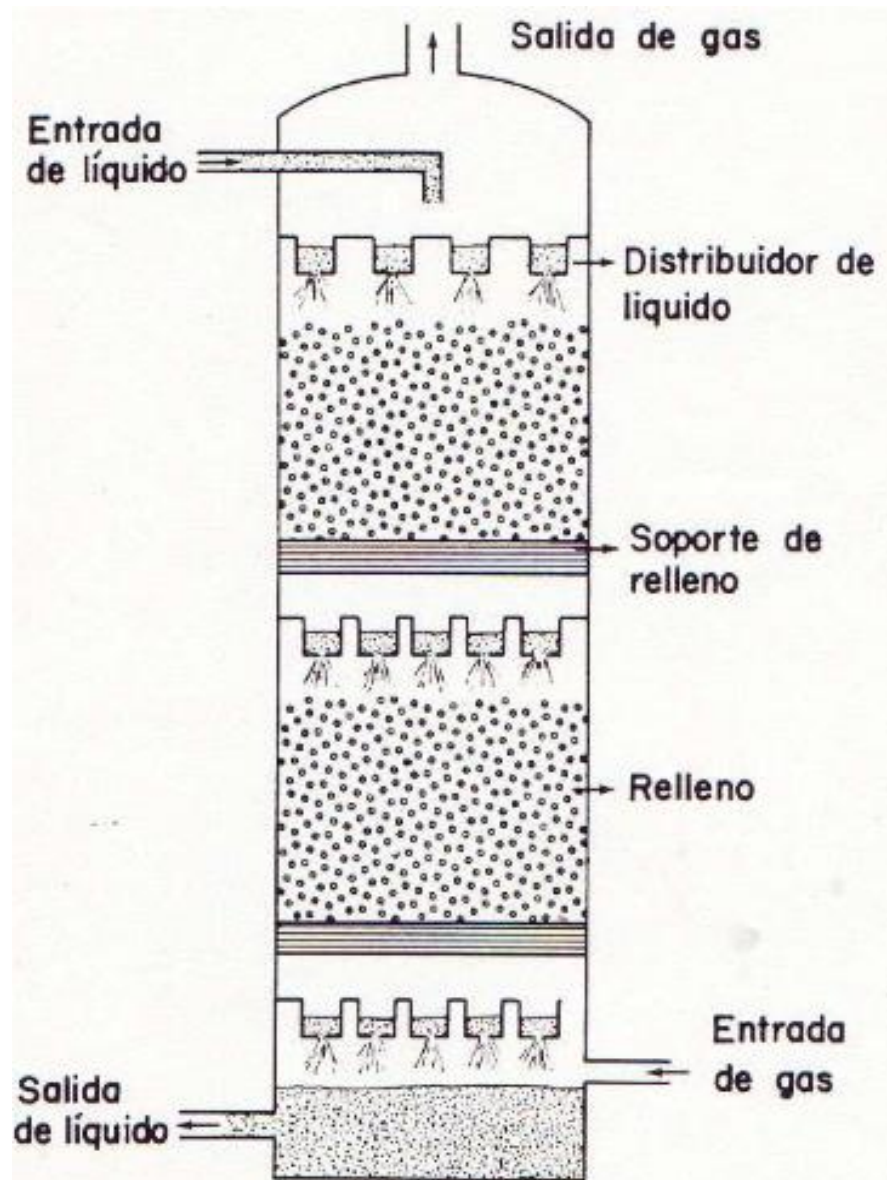
Fuente: (Andercol S.A.S, 2014)

Tal como muestra la ilustración anterior, el Reactor cuenta con un sistema de agitación y 2 serpentines en su interior, estos son usados para enfriar y calentar, el enfriamiento se hace con agua y el calentamiento con aceite térmico.

2.1.3.1.2 Columna de destilación

La columna de destilación es usada en el proceso para recuperar parte del glicol³³ que sale del reactor en forma gaseosa, este gas se cruza en contra corriente con glicol líquido. Este equipo demanda limpieza y mantenimiento de válvulas, debe tenerse en cuenta en el estudio de CMD dado a su importancia e impacto en el desempeño del reactor.

Ilustración 42 - Columna empacada - Descripción Técnica



Fuente: (Banderas, 2010)

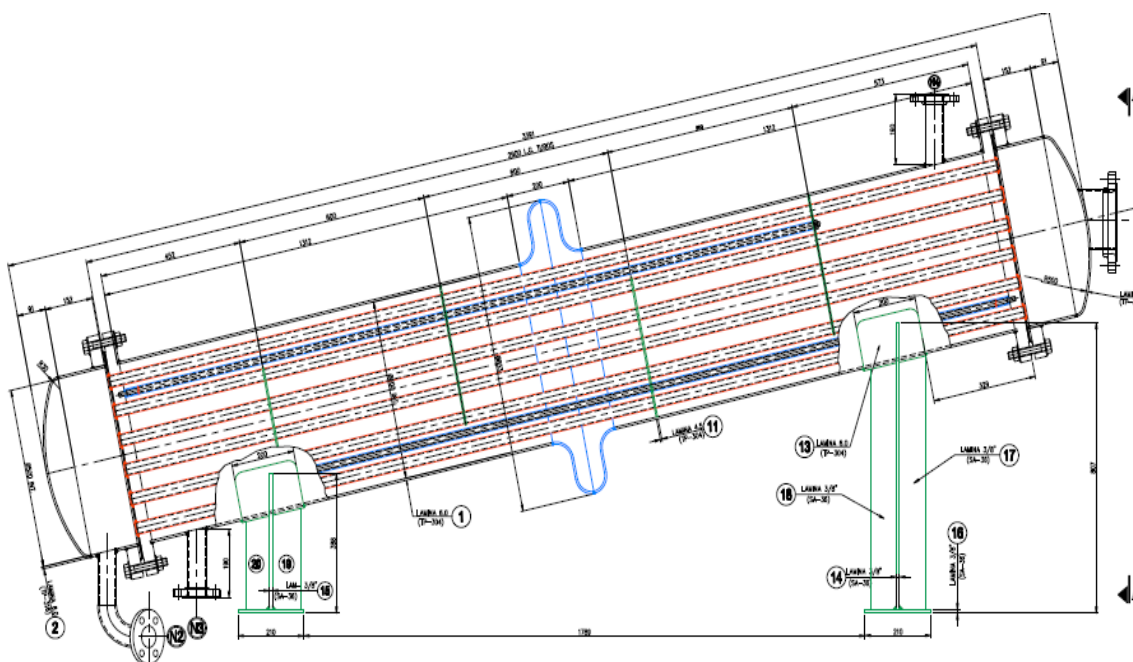
³³ Glicol, materia prima usada en la fabricación de resinas, la abreviación glicol, hace referencia a dietilenglicol o propilenglicol, en ocasiones se usa para bajar el punto crioscópico del agua.

2.1.1.3.3 Intercambiador

Este equipo se ubica después de la columna de destilación y es el encargado de condensar los vapores de proceso que logran salir de la columna de destilación, estos vapores luego de ser condensados y retornan a estado líquido son depositados en un tanque.

El intercambiador es de tipo placa de tubos, cuenta con una entrada y salida de agua de enfriamiento, también con una entrada de vapores y salida de condensado. Este equipo forma parte de los relevantes para el proceso del reactor, la No disponibilidad de este equipo impacta directamente en la del reactor.

Ilustración 43 - Intercambiador del sistema del Reactor R4T



Fuente: (Andercol S.A.S, 2014)

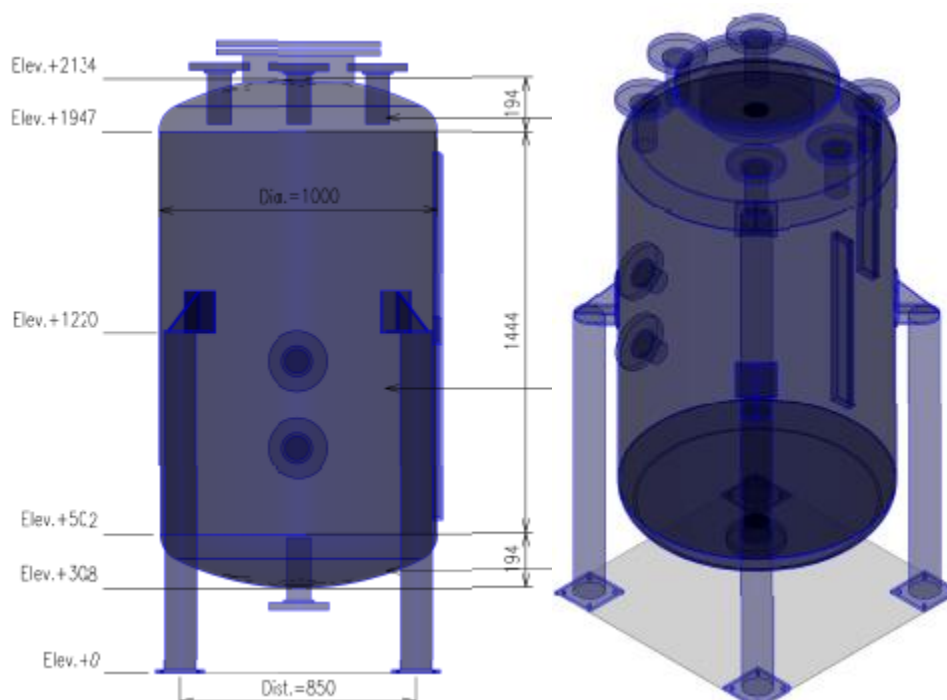
El área de transferencia de este intercambiador es de 18 metros cuadrados y una presión de diseño de 80 psi, el material del equipo es Inoxidable SA240 tipo 304. Está conectado justo en la salida de vapores de la columna de destilación.

2.1.1.4 Tanque separador

Este tanque recibe el condensado que proviene de la salida del intercambiador, recibe el producto líquido resultado de la condensación de los vapores de proceso almacena en su interior el glicol condensado y subproducto de reacción³⁴.

³⁴ Subproducto de reacción, normalmente es agua con un valor ácido considerable, debe ser descartado con manejo ambiental correspondiente.

Ilustración 44 - Tanque separador del R4T Reactor 4



Fuente: (Andercol S.A.S, 2014)

Este equipo está fabricado en acero inoxidable, tiene un espesor de $\frac{1}{4}$ de pulgada y es marcado como tanque separador ya que en él se almacena glicol condensado y agua de reacción para luego separar las dos sustancias por diferencia de densidades.

Es importante anotar que este equipo cuenta con otros auxiliares, como es el caso de válvulas, sensor de temperatura, sensor de fase³⁵, vidrio nivel, tubería de entrada y salida.

2.1.1.4.1 Bombas de vacío

Bombas de vacío son usadas para el avance rápido de la reacción y control de apariencia final de la resina producida en el reactor, son de alta importancia dado al impacto en la productividad y calidad del producto final, este equipo permite controlar la presión de la reacción, normalmente mantiene el reactor a una presión de 22 a 24 in Hg³⁶ y un flujo de 250 m³/h.

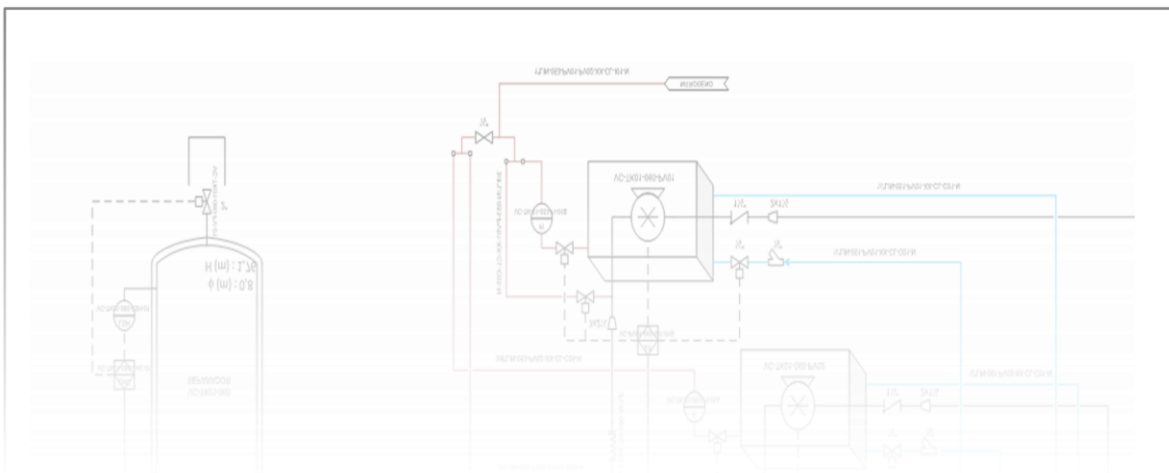
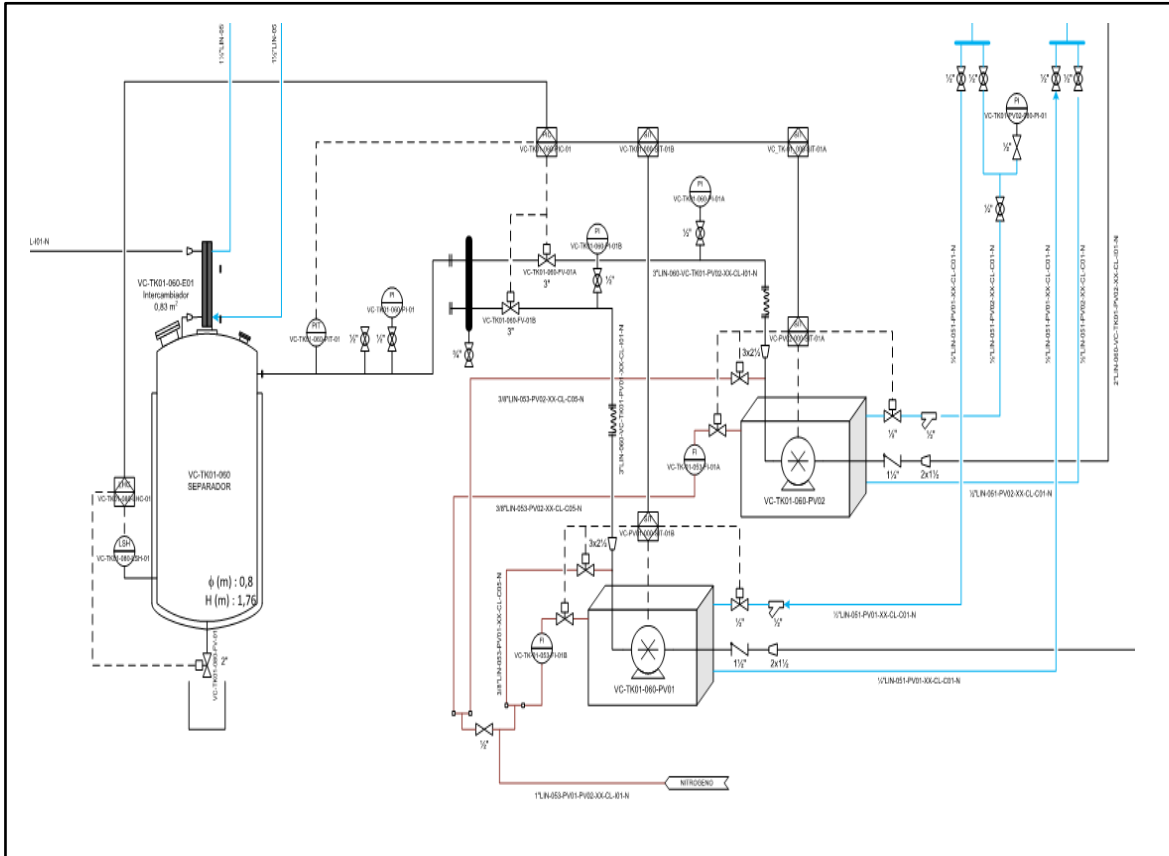
El sistema de bombas de vacío representa un reto para la gestión de mantenimiento debido a su complejidad, cuenta con instrumentación y muchos equipos auxiliares, la mantenibilidad de este sistema se ve afectada dado a lo poco común de los

³⁵ Sensor de fase, detecta el nivel del agua con respecto al nivel de glicol

³⁶ inHg unidades para indicar presión (vacío) y hace referencia a pulgadas de mercurio.

equipos y por ende requiere entrenamiento al personal y acompañamiento permanente con el fabricante de este equipo.

Ilustración 45 - Diagrama ANDERCOL de proceso bombas de vacío del R4T

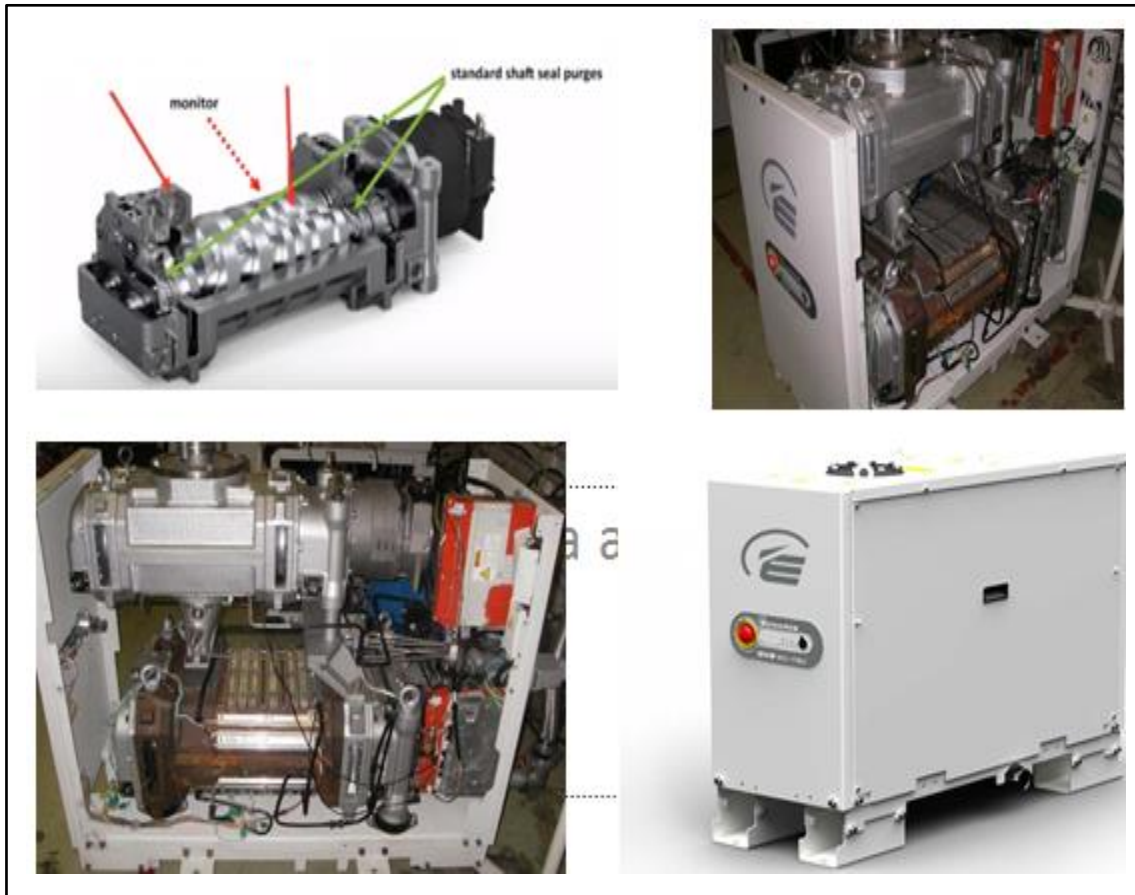


Fuente: (Andercol S.A.S, 2014)

Estas bombas demandan servicios como agua y nitrógeno para su operación, adicional a esto cuenta con un tanque pulmón a acumulador, sensores, válvulas, indicadores de presión, indicadores de nivel entre otros.

Las bombas de vacío son de tipo tornillo y tiene capacidad de generar vacío de 29 inHg a un flujo máximo de 250 m³/h.

Ilustración 46 - Bombas de vacío R4T



Fuente: (Edwards, Vacuum Solutions division of Atlas Copco, 2018)

La planta de producción de resinas de ANDERCOL S.A.S cuenta con dos bombas de este tipo que prestan servicios a 3 reactores , lo que implica que el vacío es un servicio compartido entre reactores , esta condición potencializa la criticidad de este equipo dado que una falla en el afecta directamente 2 reactores³⁷ ,es decir , no solo afecta o compromete la disponibilidad del Reactor 4 R4T, también afecta la disponibilidad de otro Reactor.

Este equipo inicialmente no se mencionó como parte integral del reactor 4 , sin embargo, se menciona por ser un servicio compartido y muy crítico para la calidad y productividad de la unidad de reacción, además, una gestión sobre este equipo también impacta positivamente la disponibilidad y confiabilidad de otros reactores.

³⁷ El reactor 4 y el reactor 3 comparten una bomba de vacío.

2.1.2 Contexto actual de mantenimiento.

Tal como se aprecia en la siguiente figura, mantenimiento es un área transversal de apoyo a procesos de manufactura, las estrategias de mantenimiento deben apuntar al propósito común trazado por la dirección.

Actualmente la empresa³⁸ cuenta, con número importante en activos, algunos nuevos, otros a mitad de su vida útil y otros con estimación final de vida útil, son precisamente estos últimos en los que la dirección está apostando en la recuperación o potencialización de su desempeño, el equipo en estudio presenta dificultades con relación a su disponibilidad y confiabilidad, es la principal razón junto a su importancia en la empresa por la que se escoge analizar esta máquina.

Ilustración 47 - Mapa de Procesos



Fuente: (Andercol S.A.S, 2012)

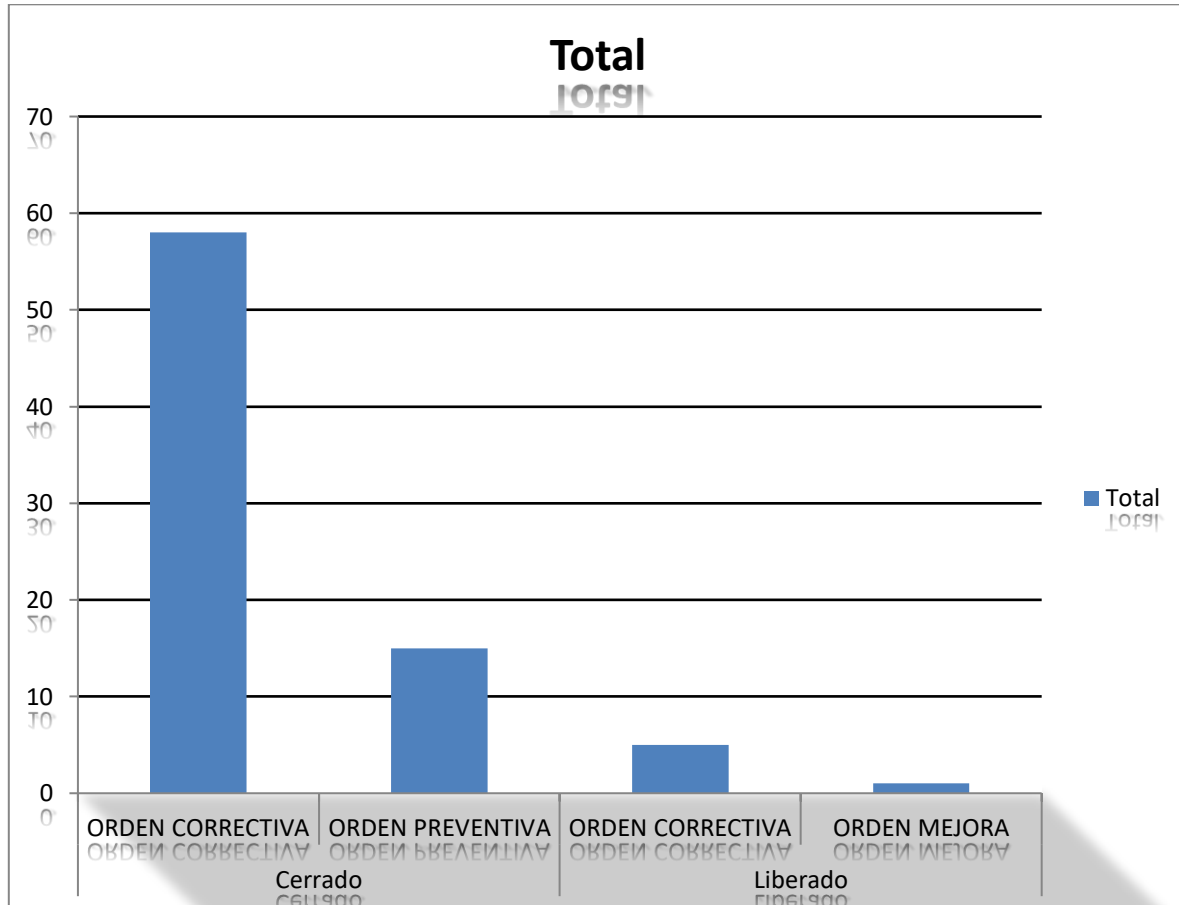
Para esta unidad³⁹ de proceso se cuenta con un plan de mantenimiento preventivo de los principales componentes y equipos así también se cuenta con plan de mantenimiento predictivo cuyo alcance incluye análisis de vibraciones, termografías, medición de espesores.

³⁸ Empresa en este estudio siempre hace referencia a ANDERCOL S.A.

³⁹ Unidad de proceso hace referencia a el sistema completo del reactor 4, incluidos los equipos auxiliares .

Actualmente el sistema presenta más correcciones que prevenciones, es decir, los mantenimientos correctivos son muchos más que los preventivos, durante el primer semestre del año 2019 se pueden evidenciar esta tendencia.

Ilustración 48 - Acciones reparativas versus Mantenimiento Planeado

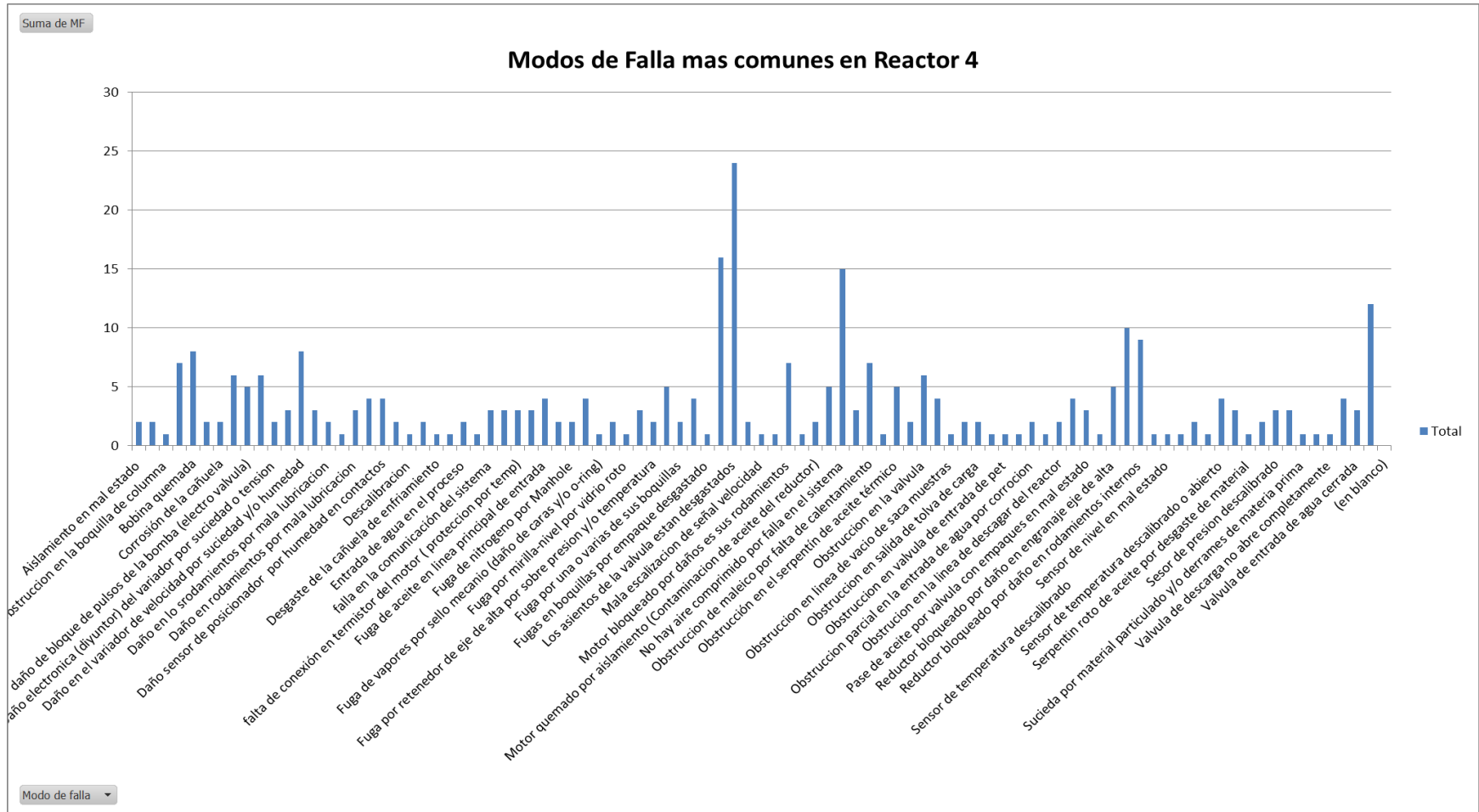


Fuente: elaboración propia

La falta de disponibilidad de equipo por causa de alta demanda de producción dificulta la ejecución e intervenciones para mantenimientos preventivos, no se cuenta con el tiempo requerido para la ejecución del mantenimiento planeado.

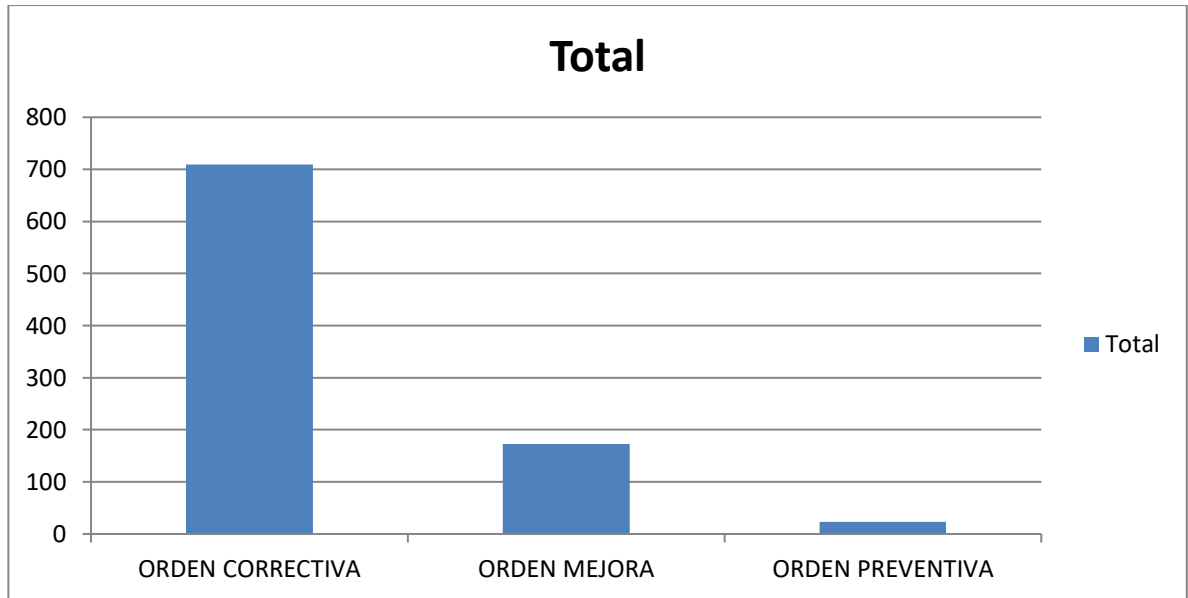
En la ilustración se identifican los pedidos o trabajos de mantenimiento planeados y no planeado, así mismo se puede observar las órdenes cerradas y liberadas, estas últimas hacen referencia a pedidos que están en proceso, esta grafica no es porcentual, cada barra indica el número de pedidos u órdenes de trabajo según el tipo de mantenimiento, bien sea preventivo o correctivo.

Ilustración 49 - Fallas más comunes Reactor 4 R4T ANDERCOL Cartagena



Fuente: (ANDERCOL S.A.S, 2017) (Andercol S.A.S, 2012)

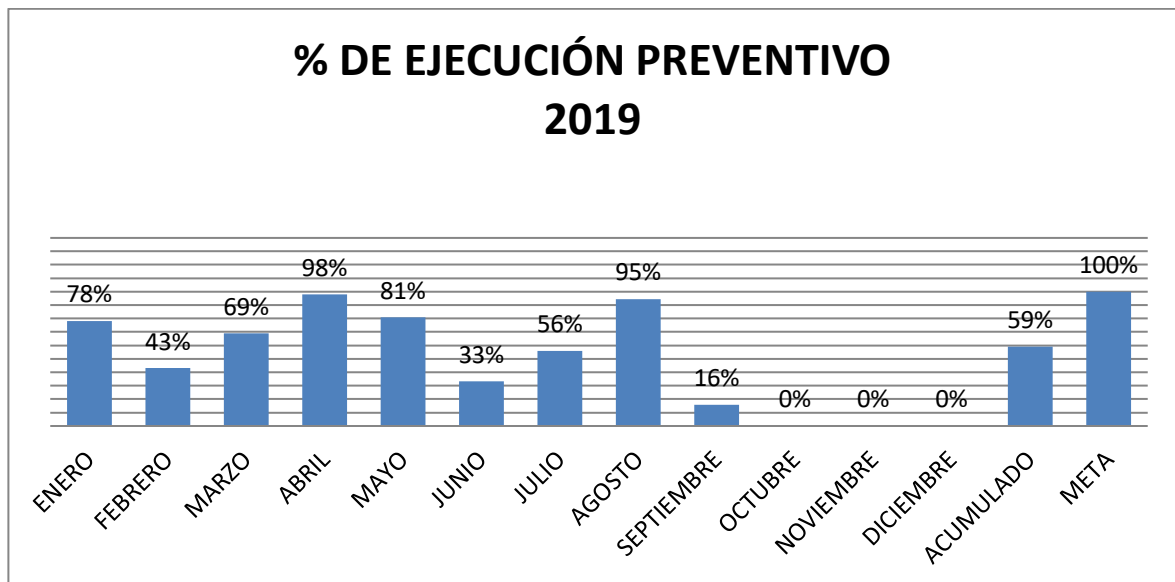
Ilustración 50 - Distribución de horas hombre según tipo de Mantenimiento



Fuente: elaboración propia

Tal como se muestra en la figura, se invierte más tiempo y recurso en los paros no programados, este equipo predomina un mantenimiento reactivo afectando de esta manera la confiabilidad y disponibilidad. Esta grafica representa la distribución de horas hombre en el mes de septiembre del 2019

Ilustración 51 - Cumplimiento de mantenimiento preventivo



Fuente: elaboración propia

Mes a mes se puede apreciar el desbalance entre mantenimiento preventivo con respecto al correctivo, esto se traduce en mayores tiempos de no funcionalidad, en este capítulo no se toman en cuenta ningún análisis de causa raíz ni cálculo de MTBF que nos permitan determinar la zona o región de funcionalidad según la curva de Davies y el factor de forma β^{40} .

Este reactor R4T es el de mayor tiempo de funcionamiento y por ende el de mayor desgaste por uso, se pretende determinar estrategia para la recuperación de su confiabilidad y mejora de desempeño.

⁴⁰ El indicador de confiabilidad Beta es una medida de dispersión del comportamiento de las fallas y es inverso a la duración promedio de ellas.

2.2 CONCLUSIONES CAPÍTULO 2

La fabricación de Resina Tereftálicas exige la coordinación e interacción de diversos equipos y sus procesos, por esta razón se nombra reactor en este estudio a una serie de elementos importantes y equipos auxiliares que es tu global forman una sola unidad de producción.

Es importante que a la hora de determinar y estudiar el comportamiento de funcionalidad del reactor se englobe todos los equipos que hacen parte de esta unidad de producción, por esta razón una falla en cualquier de estos equipos auxiliares se considera una falla del reactor. A la hora de analizar causas o Pareto si se debe detallar el equipo auxiliar o componente que fallo, esto con el objetivo de establecer mejores estrategias de mantenimiento.

Por otro lado, se evidencia la cantidad de mantenimiento correctivos que presenta el equipo con respecto a los mantenimientos preventivos y los casi nulos predictivos, se considera un mantenimiento reactivo por lo menos durante los últimos meses observados.

Dado al tamaño e impacto de este equipo en los resultados de la empresa, se decide tomar como objeto de estudio para análisis de indicadores CMD y posterior estrategia de mantenimiento.

Los tiempos de no funcionalidad impacta bien sea por correctivos o preventivos, pero son precisamente los correctivos los que no permiten tener una planeación a la hora de intervención y no impactar tanto la disponibilidad.

Existe grandes oportunidades de mejora en la gestión de mantenimiento de esta unidad, se debe analizar diferentes estrategias para disminuir los tiempos de no funcionalidad.

3. DATOS & ANÁLISIS

3.1 OBJETIVO DEL CAPÍTULO 3

Aplicar la metodología estándar de cálculos por distribuciones CMD mediante la parametrización por alineación para estimar valores pasados, presentes y futuros de $MTBM_C$, $MTBM_P$, $MTTR$, M_P , $MTBM$ y \bar{M} integral junto con su Disponibilidad; para estudiar y predecir el comportamiento de sus tiempos útiles, fallos y mantenimiento en el Reactor R4T. *Nivel 3 - Aplicación de la Escala de Bloom y Gagñé.*

3.2 INTRODUCCIÓN AL CAPÍTULO 3

Es posible determinar de manera precisa el comportamiento o perfil de funcionalidad de un sistema, equipo o componente, esto facilita el análisis su comportamiento y permite establecer las acciones o tácticas de mantenimiento más acorde a los propósitos de la dirección.

En los capítulos anteriores se ilustra los fundamentos teóricos basado en el desarrollo e investigación de diferentes autores, así mismo en el capítulo 2 se presenta de manera práctica el funcionamiento a rasgos generales de la unidad de producción en estudio, este capítulo corresponde a la presentación de los datos que describe el comportamiento del equipo en estudio y son la base para el posterior tratamiento matemático y pruebas estadísticas.

3.3 DESARROLLO DEL CAPÍTULO 3

Se presentan los datos organizados de forma cronológica y organizada para un mejor tratamiento y posterior cálculo de disponibilidad.

3.3.1 Análisis primario de los datos

El modelo integral indica lo primero que se debe hacer, es precisamente la organización de los datos, de tal manera que facilite la decisión de la disponibilidad a usar.

Los datos son tabulados según su tiempo de funcionalidad y no funcionalidad, de esta manera se establece la disponibilidad que será calculada en este caso particular.

Los primeros estudios sobre los datos arrojan los siguientes datos evaluados, en las ilustraciones que se presentan a continuación.

Ilustración 52 - Valores comparativos $MTBM_C$ de datos mensuales (44) promedios o individuales (693)

	Valor Minutos $MTBM_C$ con datos mensuales promedio	Valor Minutos $MTBM_C$ con datos puntuales individuales	
Datos #	44	693	Datos #
β eta	1.939	0.7918	β eta
Eta η	56.3597	36.9784	Eta η
$MTBM_C$	49.9801	42.2094	$MTBM_C$

Fuente: elaboración propia

Ilustración 53 - Valores comparativos $MTTR$ con datos mensuales (44) promedios o individuales (692)

	Valor Minutos $MTTR$ con datos mensuales promedio	Valor Minutos $MTTR$ con datos puntuales individuales	
Datos #	44	692	Datos #
β eta	1.5251	0.9745	β eta
Eta η	4.4714	3.3468	Eta η
$MTTR$	4.0287	3.3848	$MTTR$

Fuente: elaboración propia

Ilustración 54 - Valores $MTBM_P$ datos mensuales (44) promedios o individuales (156)

	Valor Minutos $MTBM_P$ con datos mensuales promedio	Valor Minutos $MTBM_P$ con datos puntuales individuales	
Datos #	44	155	Datos #
β eta	4.1774	1.8528	β eta
Eta η	204.8941	199.19936	Eta η
$MTBM_P$	186.1776	175.7813	$MTBM_P$

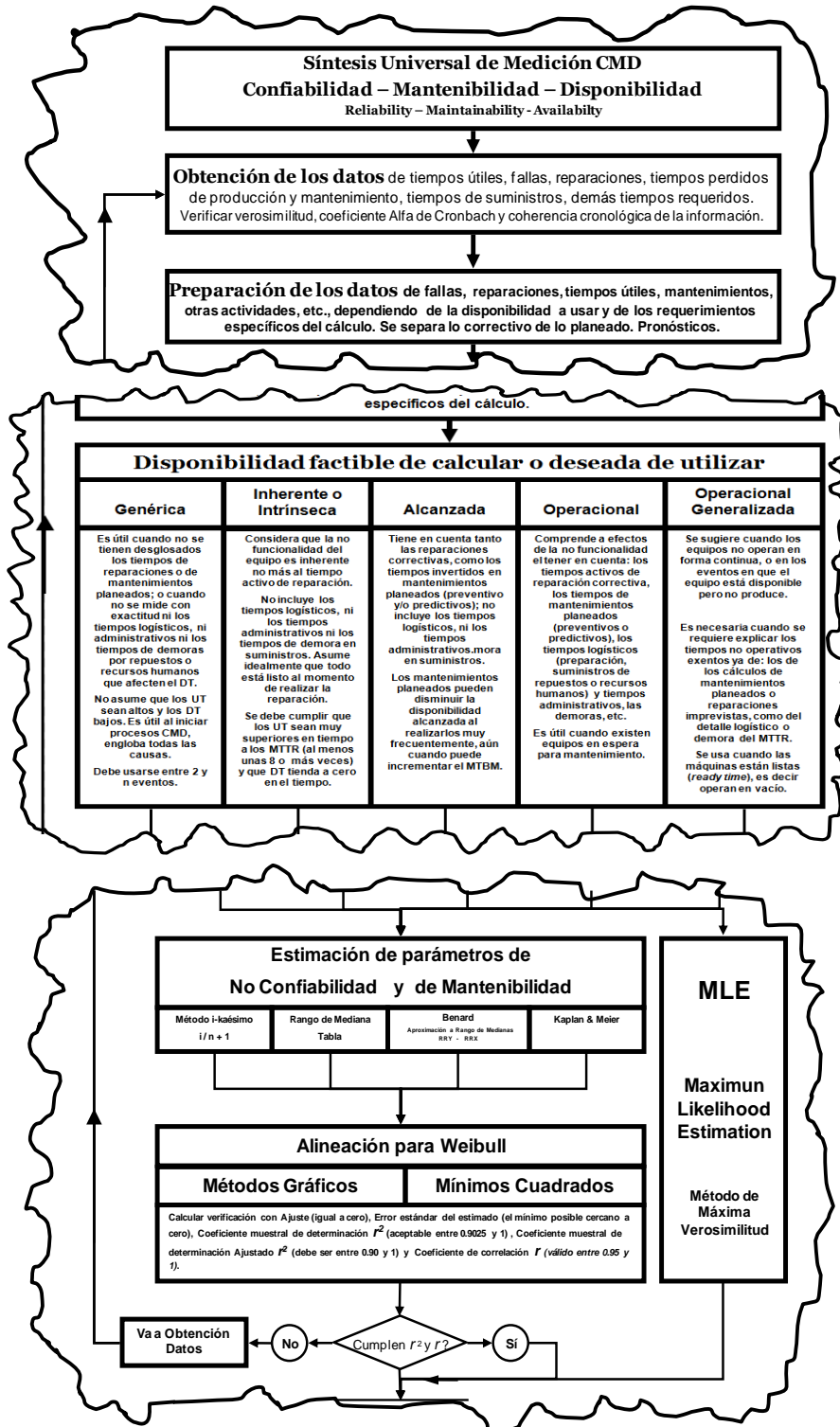
Fuente: elaboración propia

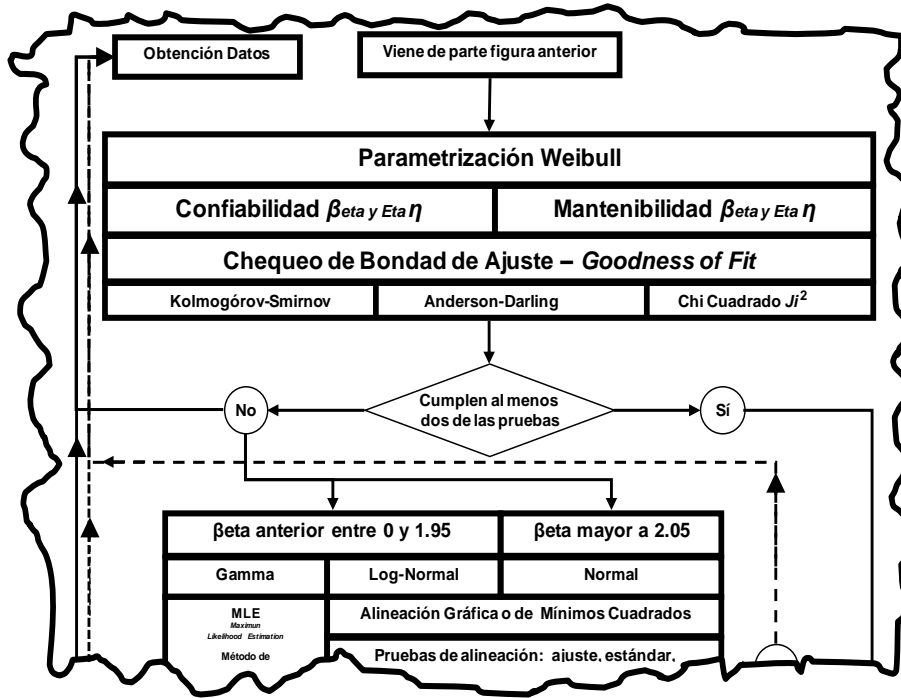
Ilustración 55 - Valores comparativos M_P datos mensuales (44) promedios o individuales (154)

	Valor Minutos M_P con datos mensuales promedio	Valor Minutos M_P con datos puntuales individuales	
Datos #	44	154	Datos #
β eta	1.2893	1.0011	β eta
Eta η	5.123	4.6421	Eta η
M_P	4.7395	4.64	M_P

Fuente: elaboración propia

Ilustración 56 - Decisión inicial de Disponibilidad - Organización de los datos





Fuente: (Mora, 2017)

3.3.2 Datos

La presentación de los datos presenta dos alternativas, datos mensuales o datos puntuales sucesivos de los cuatro parámetros: $MTBM_C$ $MTTR$ $MTBM_P$ M_P

En cuanto al proceso de la figura anterior, la decisión tomada es utilizar la Disponibilidad Alcanzada, pues maneja tiempos de preventivos, predictivos, correctivos y tiempos útiles. También de las Ilustraciones: Ilustración 52 - Valores comparativos $MTBM_C$ de datos mensuales (44) promedios o individuales (693), Ilustración 53 - Valores comparativos $MTTR$ con datos mensuales (44) promedios o individuales (692), Ilustración 54 - Valores $MTBM_P$ datos mensuales (44) promedios o individuales (156) y Ilustración 55 - Valores comparativos M_P datos mensuales (44) promedios o individuales (154) se nota claramente que $MTBM_C$ es mayor de 10 veces que $MTTR$ y a su $MTBM_P$ es mayor de 10 veces a M_P , por lo cual se procede técnicamente a usar la Disponibilidad Alcanzada.

Los datos o lo que es lo mismo los eventos, deben ser organizados entre planeados y no planeados así mismo en tiempos útiles y no funcionalidad, de estos últimos también deben ser planeados y no planeados.

Luego de identificar y clasificar los eventos de la manera descrita anteriormente, se procede a organizar y tabular según el tipo de evento.

Ilustración 57 - Datos mensuales promedios

Tiempos mensuales promedios		Confiabilidad	Mantenibilidad	Confiabilidad	Mantenibilidad
		Correctivos	Correctivos	Preventivos Predictivos	Preventivos Predictivos
Ordinal	Dato de	Valor Minutos MTBM_C promedio mes	Valor Minutos MTTR promedio mes	Valor Minutos MTBMP promedio mes	Valor Minutos MP promedio mes
1	Mes 6 - Año 1	23.4150	0.7057	177.2458	2.7542
2	Mes 7 - Año 1	33.9754	1.4732	245.0000	4.0000
3	Mes 8 - Año 1	28.6473	2.4467	137.4528	2.9400
4	Mes 9 - Año 1	15.0870	2.4740	137.4528	2.9400
5	Mes 10 - Año 1	23.5939	1.2838	189.7958	1.4583
6	Mes 11 - Año 1	23.3071	2.4132	232.6167	1.7111
7	Mes 12 - Año 1	23.1531	1.5125	193.6667	1.6683
8	Mes 1 - Año 2	20.7395	2.2432	140.8500	1.7833
9	Mes 2 - Año 2	18.1119	2.8821	140.8500	1.7833
10	Mes 3 - Año 2	33.0600	8.0400	246.3333	2.6667
11	Mes 4 - Año 2	2.8167	27.2680	162.2500	8.4583
12	Mes 5 - Año 2	50.0964	2.7369	177.7917	7.1250
13	Mes 6 - Año 2	34.9708	2.5417	138.3000	1.6000
14	Mes 7 - Año 2	47.6964	3.0179	329.7833	7.1817
15	Mes 8 - Año 2	62.1394	5.2788	231.8667	1.7833
16	Mes 9 - Año 2	55.3359	1.7049	234.6278	9.9222
17	Mes 10 - Año 2	75.1200	1.8283	239.1000	0.5400
18	Mes 11 - Año 2	75.5646	8.3979	216.0111	11.6056
19	Mes 12 - Año 2	68.5106	2.3348	175.1167	0.4175
20	Mes 1 - Año 3	70.0917	2.4117	222.1944	1.8611
21	Mes 2 - Año 3	58.5417	3.4892	157.0375	3.8292
22	Mes 3 - Año 3	97.2071	2.0619	319.3083	4.6000
23	Mes 4 - Año 3	53.4705	3.4000	168.9125	1.4208
24	Mes 5 - Año 3	73.9130	6.3574	342.0417	1.5000
25	Mes 6 - Año 3	43.4067	3.6722	109.1972	8.5000
26	Mes 7 - Año 3	42.6865	2.4323	178.3000	2.1750
27	Mes 8 - Año 3	53.3571	2.2440	180.8250	2.0083
28	Mes 9 - Año 3	44.6944	2.4456	168.1917	8.5833
29	Mes 10 - Año 3	59.0319	1.3528	178.1542	2.5500
30	Mes 11 - Año 3	47.8990	1.3573	141.0367	0.7560
31	Mes 12 - Año 3	54.2486	2.2653	167.3875	2.1542
32	Mes 1 - Año 4	69.3712	2.2682	180.5667	12.3821
33	Mes 2 - Año 4	44.4893	1.9057	127.6033	1.1333
34	Mes 3 - Año 4	57.1194	3.2250	127.6033	1.1333
35	Mes 4 - Año 4	48.5143	3.1036	175.5042	5.1583
36	Mes 5 - Año 4	80.8417	2.6583	275.2000	3.1333
37	Mes 6 - Año 4	54.9154	2.5282	152.7875	2.9842
38	Mes 7 - Año 4	35.6767	8.9400	122.7933	11.8567
39	Mes 8 - Año 4	46.6436	11.5064	171.6667	17.3208
40	Mes 9 - Año 4	47.2615	8.0859	154.8083	13.9300
41	Mes 10 - Año 4	40.3256	1.3528	131.9167	6.5927
42	Mes 11 - Año 4	46.3722	8.7669	149.8833	8.1250
43	Mes 12 - Año 4	51.6692	8.7951	168.5333	6.9042
44	Mes 1 - Año 5	63.0350	7.3167	166.3792	10.2278

Fuente: elaboración propia

Ilustración 58 - Datos individuales periódicos

	Fecha y Hora de Inicio	Fecha y Hora de Finalización del Tiempo útil	TIEMPOS ÚTILES NETO (Horas Decimales)	UT	MTBM _C
Mes 6 - Año 1	01 - lunes - junio - 2015 a las 05:30 Horas (militar)	06 - sábado - junio - 2015 a las 05:30 Horas (militar)	120.00	UT ₁	Mes 6 - Año 1
	06 - sábado - junio - 2015 a las 08:51 Horas (militar)	07 - domingo - junio - 2015 a las 12:58 Horas (militar)	28.12	UT ₂	
	07 - domingo - junio - 2015 a las 12:58 Horas (militar)	08 - lunes - junio - 2015 a las 05:30 Horas (militar)	16.53	UT ₃	
	08 - lunes - junio - 2015 a las 07:14 Horas (militar)	11 - jueves - junio - 2015 a las 14:52 Horas (militar)	79.63	UT ₄	
	11 - jueves - junio - 2015 a las 15:50 Horas (militar)	12 - viernes - junio - 2015 a las 14:03 Horas (militar)	22.22	UT ₅	
	12 - viernes - junio - 2015 a las 14:31 Horas (militar)	12 - viernes - junio - 2015 a las 15:43 Horas (militar)	1.20	UT ₆	
	12 - viernes - junio - 2015 a las 16:16 Horas (militar)	12 - viernes - junio - 2015 a las 16:43 Horas (militar)	0.45	UT ₇	
	12 - viernes - junio - 2015 a las 17:02 Horas (militar)	14 - domingo - junio - 2015 a las 09:00 Horas (militar)	39.97	UT ₈	
	14 - domingo - junio - 2015 a las 09:55 Horas (militar)	17 - miércoles - junio - 2015 a las 15:09 Horas (militar)	77.23	UT ₉	
	17 - miércoles - junio - 2015 a las 15:33 Horas (militar)	17 - miércoles - junio - 2015 a las 16:18 Horas (militar)	0.75	UT ₁₀	
	17 - miércoles - junio - 2015 a las 16:28 Horas (militar)	19 - viernes - junio - 2015 a las 17:00 Horas (militar)	48.53	UT ₁₁	
	19 - viernes - junio - 2015 a las 17:08 Horas (militar)	20 - sábado - junio - 2015 a las 14:20 Horas (militar)	21.20	UT ₁₂	
	20 - sábado - junio - 2015 a las 14:30 Horas (militar)	20 - sábado - junio - 2015 a las 17:29 Horas (militar)	2.98	UT ₁₃	
	20 - sábado - junio - 2015 a las 17:52 Horas (militar)	21 - domingo - junio - 2015 a las 14:25 Horas (militar)	20.55	UT ₁₄	
	21 - domingo - junio - 2015 a las 14:35 Horas (militar)	22 - lunes - junio - 2015 a las 09:30 Horas (militar)	18.92	UT ₁₅	
	22 - lunes - junio - 2015 a las 09:45 Horas (militar)	22 - lunes - junio - 2015 a las 09:22 Horas (militar)	9.62	UT ₁₆	
	22 - lunes - junio - 2015 a las 20:08 Horas (militar)	24 - miércoles - junio - 2015 a las 05:30 Horas (militar)	33.37	UT ₁₇	
	24 - miércoles - junio - 2015 a las 08:26 Horas (militar)	24 - miércoles - junio - 2015 a las 11:28 Horas (militar)	3.03	UT ₁₈	
	24 - miércoles - junio - 2015 a las 11:35 Horas (militar)	25 - jueves - junio - 2015 a las 11:28 Horas (militar)	23.88	UT ₁₉	
	25 - jueves - junio - 2015 a las 11:35 Horas (militar)	27 - sábado - junio - 2015 a las 05:30 Horas (militar)	41.92	UT ₂₀	
	27 - sábado - junio - 2015 a las 06:50 Horas (militar)	27 - sábado - junio - 2015 a las 09:12 Horas (militar)	2.37	UT ₂₁	
	27 - sábado - junio - 2015 a las 09:15 Horas (militar)	27 - sábado - junio - 2015 a las 09:22 Horas (militar)	0.12	UT ₂₂	
	27 - sábado - junio - 2015 a las 09:27 Horas (militar)	28 - domingo - junio - 2015 a las 05:30 Horas (militar)	20.05	UT ₂₃	
	28 - domingo - junio - 2015 a las 06:24 Horas (militar)	28 - domingo - junio - 2015 a las 08:14 Horas (militar)	1.83	UT ₂₄	
	28 - domingo - junio - 2015 a las 08:17 Horas (militar)	28 - domingo - junio - 2015 a las 08:20 Horas (militar)	0.05	UT ₂₅	
	28 - domingo - junio - 2015 a las 08:38 Horas (militar)	28 - domingo - junio - 2015 a las 08:45 Horas (militar)	0.12	UT ₂₆	
	28 - domingo - junio - 2015 a las 09:12 Horas (militar)	29 - lunes - junio - 2015 a las 09:34 Horas (militar)	24.37	UT ₂₇	
	29 - lunes - junio - 2015 a las 09:38 Horas (militar)	29 - lunes - junio - 2015 a las 09:44 Horas (militar)	0.10	UT ₂₈	
	29 - lunes - junio - 2015 a las 09:53 Horas (militar)	29 - lunes - junio - 2015 a las 10:45 Horas (militar)	0.87	UT ₂₉	
29 - lunes - junio - 2015 a las 11:01 Horas (militar)	01 - miércoles - julio - 2015 a las 05:30 Horas (militar)	42.48	UT ₃₀		
Mes 7 Año 1	01 - miércoles - julio - 2015 a las 05:30 Horas (militar)	02 - jueves - julio - 2015 a las 05:30 Horas (militar)	24.00	UT ₁	Mes 7 Año 1
	02 - jueves - julio - 2015 a las 07:27 Horas (militar)	02 - jueves - julio - 2015 a las 11:27 Horas (militar)	4.00	UT ₂	
	02 - jueves - julio - 2015 a las 11:49 Horas (militar)	02 - jueves - julio - 2015 a las 13:16 Horas (militar)	1.45	UT ₃	
	02 - jueves - julio - 2015 a las 13:30 Horas (militar)	02 - jueves - julio - 2015 a las 14:42 Horas (militar)	1.20	UT ₄	
	02 - jueves - julio - 2015 a las 15:45 Horas (militar)	03 - viernes - julio - 2015 a las 05:30 Horas (militar)	13.75	UT ₅	
	03 - viernes - julio - 2015 a las 05:40 Horas (militar)	04 - sábado - julio - 2015 a las 15:55 Horas (militar)	34.25	UT ₆	
	04 - sábado - julio - 2015 a las 17:50 Horas (militar)	05 - domingo - julio - 2015 a las 06:55 Horas (militar)	13.08	UT ₇	
	05 - domingo - julio - 2015 a las 07:38 Horas (militar)	06 - lunes - julio - 2015 a las 09:40 Horas (militar)	26.09	UT ₈	
	06 - lunes - julio - 2015 a las 12:20 Horas (militar)	07 - martes - julio - 2015 a las 15:25 Horas (militar)	27.08	UT ₉	
	07 - martes - julio - 2015 a las 18:00 Horas (militar)	08 - miércoles - julio - 2015 a las 15:25 Horas (militar)	21.42	UT ₁₀	
	08 - miércoles - julio - 2015 a las 18:00 Horas (militar)	09 - jueves - julio - 2015 a las 00:07 Horas (militar)	6.12	UT ₁₁	
	09 - jueves - julio - 2015 a las 04:14 Horas (militar)	10 - viernes - julio - 2015 a las 15:05 Horas (militar)	34.85	UT ₁₂	
	10 - viernes - julio - 2015 a las 15:45 Horas (militar)	11 - sábado - julio - 2015 a las 19:30 Horas (militar)	27.75	UT ₁₃	
	11 - sábado - julio - 2015 a las 21:30 Horas (militar)	13 - lunes - julio - 2015 a las 12:30 Horas (militar)	39.00	UT ₁₄	
	13 - lunes - julio - 2015 a las 13:15 Horas (militar)	16 - jueves - julio - 2015 a las 15:00 Horas (militar)	73.75	UT ₁₅	
	16 - jueves - julio - 2015 a las 15:55 Horas (militar)	17 - viernes - julio - 2015 a las 14:15 Horas (militar)	22.33	UT ₁₆	
	17 - viernes - julio - 2015 a las 15:00 Horas (militar)	18 - sábado - julio - 2015 a las 10:00 Horas (militar)	19.00	UT ₁₇	
	18 - sábado - julio - 2015 a las 13:30 Horas (militar)	30 - jueves - julio - 2015 a las 07:40 Horas (militar)	282.17	UT ₁₈	
	30 - jueves - julio - 2015 a las 08:20 Horas (militar)	31 - viernes - julio - 2015 a las 15:00 Horas (militar)	30.67	UT ₁₉	
	31 - viernes - julio - 2015 a las 17:30 Horas (militar)	31 - viernes - julio - 2015 a las 21:30 Horas (militar)	4.00	UT ₂₀	
31 - viernes - julio - 2015 a las 21:55 Horas (militar)	01 - sábado - agosto - 2015 a las 05:30 Horas (militar)	7.58	UT ₂₁		
Mes 8 Año 1	01 - sábado - agosto - 2015 a las 05:30 Horas (militar)	05 - miércoles - agosto - 2015 a las 09:15 Horas (militar)	99.75	UT ₁	Mes 8 Año 1
	05 - miércoles - agosto - 2015 a las 09:21 Horas (militar)	05 - miércoles - agosto - 2015 a las 10:06 Horas (militar)	0.75	UT ₂	
	05 - miércoles - agosto - 2015 a las 10:41 Horas (militar)	05 - miércoles - agosto - 2015 a las 11:07 Horas (militar)	0.43	UT ₃	
	05 - miércoles - agosto - 2015 a las 12:38 Horas (militar)	05 - miércoles - agosto - 2015 a las 13:30 Horas (militar)	0.87	UT ₄	
	05 - miércoles - agosto - 2015 a las 13:30 Horas (militar)	08 - sábado - agosto - 2015 a las 08:26 Horas (militar)	66.93	UT ₅	
	08 - sábado - agosto - 2015 a las 09:09 Horas (militar)	08 - sábado - agosto - 2015 a las 10:18 Horas (militar)	1.15	UT ₆	
	08 - sábado - agosto - 2015 a las 11:58 Horas (militar)	08 - sábado - agosto - 2015 a las 16:18 Horas (militar)	4.33	UT ₇	
	08 - sábado - agosto - 2015 a las 17:22 Horas (militar)	08 - sábado - agosto - 2015 a las 22:15 Horas (militar)	4.88	UT ₈	
	08 - sábado - agosto - 2015 a las 00:15 Horas (militar)	08 - sábado - agosto - 2015 a las 05:30 Horas (militar)	5.25	UT ₉	
	08 - sábado - agosto - 2015 a las 08:49 Horas (militar)	10 - lunes - agosto - 2015 a las 17:30 Horas (militar)	56.68	UT ₁₀	
	10 - lunes - agosto - 2015 a las 18:55 Horas (militar)	11 - martes - agosto - 2015 a las 05:30 Horas (militar)	10.58	UT ₁₁	
	11 - martes - agosto - 2015 a las 10:20 Horas (militar)	12 - miércoles - agosto - 2015 a las 10:20 Horas (militar)	24.00	UT ₁₂	
	12 - miércoles - agosto - 2015 a las 11:20 Horas (militar)	13 - jueves - agosto - 2015 a las 07:24 Horas (militar)	20.07	UT ₁₃	
	13 - jueves - agosto - 2015 a las 15:00 Horas (militar)	13 - jueves - agosto - 2015 a las 16:51 Horas (militar)	1.85	UT ₁₄	
	13 - jueves - agosto - 2015 a las 17:27 Horas (militar)	14 - viernes - agosto - 2015 a las 12:00 Horas (militar)	18.55	UT ₁₅	
	14 - viernes - agosto - 2015 a las 13:10 Horas (militar)	15 - sábado - agosto - 2015 a las 15:00 Horas (militar)	25.83	UT ₁₆	
	15 - sábado - agosto - 2015 a las 16:50 Horas (militar)	17 - lunes - agosto - 2015 a las 22:18 Horas (militar)	43.47	UT ₁₇	
	17 - lunes - agosto - 2015 a las 12:50 Horas (militar)	18 - martes - agosto - 2015 a las 21:30 Horas (militar)	32.67	UT ₁₈	
	18 - martes - agosto - 2015 a las 22:00 Horas (militar)	22 - sábado - agosto - 2015 a las 16:43 Horas (militar)	90.72	UT ₁₉	
	22 - sábado - agosto - 2015 a las 17:30 Horas (militar)	23 - domingo - agosto - 2015 a las 07:50 Horas (militar)	14.33	UT ₂₀	
	23 - domingo - agosto - 2015 a las 12:30 Horas (militar)	24 - lunes - agosto - 2015 a las 18:45 Horas (militar)	30.25	UT ₂₁	
	24 - lunes - agosto - 2015 a las 19:20 Horas (militar)	27 - jueves - agosto - 2015 a las 10:40 Horas (militar)	63.33	UT ₂₂	
	27 - jueves - agosto - 2015 a las 17:30 Horas (militar)	30 - domingo - agosto - 2015 a las 22:50 Horas (militar)	77.33	UT ₂₃	
	30 - domingo - agosto - 2015 a las 23:30 Horas (militar)	31 - lunes - agosto - 2015 a las 03:00 Horas (militar)	3.50	UT ₂₄	
	31 - lunes - agosto - 2015 a las 10:50 Horas (militar)	01 - martes - septiembre - 2015 a las 05:30 Horas (militar)	18.67	UT ₂₅	

MTBM_C tiene 693 datos y se puede ver en archivo anexo



Base de Datos.xlsx

	Fecha y Hora de Inicio	Fecha y Hora de Finalización del Tiempo de reparación	TIEMPOS REPARACIÓN NETO (Horas Decimales)		MTTR
Mes 6 Año 1	06 - sábado - junio - 2015 a las 05:30 Horas (militar)	06 - sábado - junio - 2015 a las 08:51 Horas (militar)	3.35	TTR ₁	Mes 6 Año 1
	07 - domingo - junio - 2015 a las 12:58 Horas (militar)	07 - domingo - junio - 2015 a las 12:58 Horas (militar)	3.35	TTR ₂	
	08 - lunes - junio - 2015 a las 05:30 Horas (militar)	08 - lunes - junio - 2015 a las 07:14 Horas (militar)	1.73	TTR ₃	
	11 - jueves - junio - 2015 a las 14:52 Horas (militar)	11 - jueves - junio - 2015 a las 15:50 Horas (militar)	0.97	TTR ₄	
	12 - viernes - junio - 2015 a las 14:03 Horas (militar)	12 - viernes - junio - 2015 a las 14:31 Horas (militar)	0.47	TTR ₅	
	12 - viernes - junio - 2015 a las 15:43 Horas (militar)	12 - viernes - junio - 2015 a las 16:16 Horas (militar)	0.55	TTR ₆	
	12 - viernes - junio - 2015 a las 16:43 Horas (militar)	12 - viernes - junio - 2015 a las 17:02 Horas (militar)	0.32	TTR ₇	
	14 - domingo - junio - 2015 a las 09:00 Horas (militar)	14 - domingo - junio - 2015 a las 09:55 Horas (militar)	0.92	TTR ₈	
	17 - miércoles - junio - 2015 a las 15:09 Horas (militar)	17 - miércoles - junio - 2015 a las 15:33 Horas (militar)	0.40	TTR ₉	
	17 - miércoles - junio - 2015 a las 16:18 Horas (militar)	17 - miércoles - junio - 2015 a las 16:28 Horas (militar)	0.17	TTR ₁₀	
	19 - viernes - junio - 2015 a las 17:00 Horas (militar)	19 - viernes - junio - 2015 a las 17:08 Horas (militar)	0.13	TTR ₁₁	
	20 - sábado - junio - 2015 a las 14:20 Horas (militar)	20 - sábado - junio - 2015 a las 14:30 Horas (militar)	0.17	TTR ₁₂	
	20 - sábado - junio - 2015 a las 17:29 Horas (militar)	20 - sábado - junio - 2015 a las 17:52 Horas (militar)	0.38	TTR ₁₃	
	21 - domingo - junio - 2015 a las 14:25 Horas (militar)	21 - domingo - junio - 2015 a las 14:35 Horas (militar)	0.17	TTR ₁₄	
	22 - lunes - junio - 2015 a las 09:30 Horas (militar)	22 - lunes - junio - 2015 a las 09:45 Horas (militar)	0.25	TTR ₁₅	
	22 - lunes - junio - 2015 a las 19:22 Horas (militar)	22 - lunes - junio - 2015 a las 20:08 Horas (militar)	0.77	TTR ₁₆	
	24 - miércoles - junio - 2015 a las 05:30 Horas (militar)	24 - miércoles - junio - 2015 a las 08:26 Horas (militar)	2.93	TTR ₁₇	
	24 - miércoles - junio - 2015 a las 11:28 Horas (militar)	24 - miércoles - junio - 2015 a las 11:35 Horas (militar)	0.12	TTR ₁₈	
	25 - jueves - junio - 2015 a las 11:28 Horas (militar)	25 - jueves - junio - 2015 a las 11:35 Horas (militar)	0.12	TTR ₁₉	
	27 - sábado - junio - 2015 a las 05:30 Horas (militar)	27 - sábado - junio - 2015 a las 06:50 Horas (militar)	1.33	TTR ₂₀	
	27 - sábado - junio - 2015 a las 09:12 Horas (militar)	27 - sábado - junio - 2015 a las 09:15 Horas (militar)	0.05	TTR ₂₁	
	27 - sábado - junio - 2015 a las 09:22 Horas (militar)	27 - sábado - junio - 2015 a las 09:27 Horas (militar)	0.08	TTR ₂₂	
	28 - domingo - junio - 2015 a las 05:30 Horas (militar)	28 - domingo - junio - 2015 a las 06:24 Horas (militar)	0.90	TTR ₂₃	
	28 - domingo - junio - 2015 a las 08:14 Horas (militar)	28 - domingo - junio - 2015 a las 08:17 Horas (militar)	0.05	TTR ₂₄	
	28 - domingo - junio - 2015 a las 08:20 Horas (militar)	28 - domingo - junio - 2015 a las 08:38 Horas (militar)	0.30	TTR ₂₅	
	28 - domingo - junio - 2015 a las 08:45 Horas (militar)	28 - domingo - junio - 2015 a las 09:12 Horas (militar)	0.45	TTR ₂₆	
	29 - lunes - junio - 2015 a las 09:34 Horas (militar)	29 - lunes - junio - 2015 a las 09:38 Horas (militar)	0.07	TTR ₂₇	
	29 - lunes - junio - 2015 a las 09:44 Horas (militar)	29 - lunes - junio - 2015 a las 09:53 Horas (militar)	0.15	TTR ₂₈	
	29 - lunes - junio - 2015 a las 10:45 Horas (militar)	29 - lunes - junio - 2015 a las 11:01 Horas (militar)	0.27	TTR ₂₉	
	01 - miércoles - julio - 2015 a las 05:30 Horas (militar)	01 - miércoles - julio - 2015 a las 05:30 Horas (militar)	0.27	TTR ₃₀	
02 - jueves - julio - 2015 a las 05:30 Horas (militar)	02 - jueves - julio - 2015 a las 07:27 Horas (militar)	1.95	TTR ₃₁		
02 - jueves - julio - 2015 a las 11:27 Horas (militar)	02 - jueves - julio - 2015 a las 11:49 Horas (militar)	0.37	TTR ₃₂		
02 - jueves - julio - 2015 a las 13:16 Horas (militar)	02 - jueves - julio - 2015 a las 13:30 Horas (militar)	0.23	TTR ₃₃		
02 - jueves - julio - 2015 a las 14:42 Horas (militar)	02 - jueves - julio - 2015 a las 15:45 Horas (militar)	1.05	TTR ₃₄		
03 - viernes - julio - 2015 a las 05:30 Horas (militar)	03 - viernes - julio - 2015 a las 05:40 Horas (militar)	0.17	TTR ₃₅		
04 - sábado - julio - 2015 a las 15:55 Horas (militar)	04 - sábado - julio - 2015 a las 17:50 Horas (militar)	1.92	TTR ₃₆		
05 - domingo - julio - 2015 a las 06:55 Horas (militar)	05 - domingo - julio - 2015 a las 07:38 Horas (militar)	0.72	TTR ₃₇		
06 - lunes - julio - 2015 a las 09:40 Horas (militar)	06 - lunes - julio - 2015 a las 12:20 Horas (militar)	2.67	TTR ₃₈		
07 - martes - julio - 2015 a las 15:25 Horas (militar)	07 - martes - julio - 2015 a las 18:00 Horas (militar)	2.58	TTR ₃₉		
08 - miércoles - julio - 2015 a las 15:25 Horas (militar)	08 - miércoles - julio - 2015 a las 18:00 Horas (militar)	2.58	TTR ₄₀		
09 - jueves - julio - 2015 a las 00:07 Horas (militar)	09 - jueves - julio - 2015 a las 04:14 Horas (militar)	4.12	TTR ₄₁		
10 - viernes - julio - 2015 a las 15:05 Horas (militar)	10 - viernes - julio - 2015 a las 15:45 Horas (militar)	0.67	TTR ₄₂		
11 - sábado - julio - 2015 a las 19:30 Horas (militar)	11 - sábado - julio - 2015 a las 21:30 Horas (militar)	2.00	TTR ₄₃		
13 - lunes - julio - 2015 a las 12:30 Horas (militar)	13 - lunes - julio - 2015 a las 13:15 Horas (militar)	0.75	TTR ₄₄		
16 - jueves - julio - 2015 a las 15:00 Horas (militar)	16 - jueves - julio - 2015 a las 15:55 Horas (militar)	0.92	TTR ₄₅		
17 - viernes - julio - 2015 a las 14:15 Horas (militar)	17 - viernes - julio - 2015 a las 15:00 Horas (militar)	0.75	TTR ₄₆		
18 - sábado - julio - 2015 a las 10:00 Horas (militar)	18 - sábado - julio - 2015 a las 13:30 Horas (militar)	3.50	TTR ₄₇		
30 - jueves - julio - 2015 a las 07:40 Horas (militar)	30 - jueves - julio - 2015 a las 08:20 Horas (militar)	0.67	TTR ₄₈		
31 - viernes - julio - 2015 a las 15:00 Horas (militar)	31 - viernes - julio - 2015 a las 17:30 Horas (militar)	2.50	TTR ₄₉		
31 - viernes - julio - 2015 a las 21:30 Horas (militar)	31 - viernes - julio - 2015 a las 21:55 Horas (militar)	0.42	TTR ₅₀		
01 - sábado - agosto - 2015 a las 05:30 Horas (militar)	01 - sábado - agosto - 2015 a las 05:30 Horas (militar)	0.42	TTR ₅₁		

MTTR tiene 692 datos y se puede ver con doble clic izquierdo en archivo anexo



Base de Datos.xlsx

	Fecha y Hora de Inicio	Fecha y Hora de Finalización del Tiempo útil	TIEMPOS ÚTILES NETO (Horas Decimales)		MTBM _P
Mes 6 Año 1	01 - lunes - junio - 2015 a las 05:30 Horas (militar)	17 - miércoles - junio - 2015 a las 15:09 Horas (militar)	993.65	UTPP ₁	Mes 6 Año 1
	17 - miércoles - junio - 2015 a las 18:20 Horas (militar)	21 - domingo - junio - 2015 a las 14:25 Horas (militar)	92.08	UTPP ₂	
	21 - domingo - junio - 2015 a las 16:15 Horas (militar)	28 - domingo - junio - 2015 a las 05:30 Horas (militar)	157.25	UTPP ₃	
	28 - domingo - junio - 2015 a las 08:30 Horas (militar)	01 - miércoles - julio - 2015 a las 02:30 Horas (militar)	66.00	UTPP ₄	
Mes 7 Año 1	01 - miércoles - julio - 2015 a las 05:30 Horas (militar)	09 - jueves - julio - 2015 a las 00:07 Horas (militar)	186.62	UTPP ₁	Mes 7 Año 1
	09 - jueves - julio - 2015 a las 07:07 Horas (militar)	13 - lunes - julio - 2015 a las 12:30 Horas (militar)	101.38	UTPP ₂	
	13 - lunes - julio - 2015 a las 14:30 Horas (militar)	01 - sábado - agosto - 2015 a las 05:30 Horas (militar)	447.00	UTPP ₃	
	01 - sábado - agosto - 2015 a las 08:30 Horas (militar)	08 - sábado - agosto - 2015 a las 16:18 Horas (militar)	175.80	UTPP ₄	
Mes 8 Año 1	08 - sábado - agosto - 2015 a las 18:29 Horas (militar)	15 - sábado - agosto - 2015 a las 15:00 Horas (militar)	164.52	UTPP ₂	Mes 8 Año 1
	15 - sábado - agosto - 2015 a las 21:21 Horas (militar)	22 - sábado - agosto - 2015 a las 09:43 Horas (militar)	156.37	UTPP ₃	
	22 - sábado - agosto - 2015 a las 09:59 Horas (militar)	27 - jueves - agosto - 2015 a las 10:40 Horas (militar)	120.68	UTPP ₄	
	27 - jueves - agosto - 2015 a las 11:14 Horas (militar)	31 - lunes - agosto - 2015 a las 03:00 Horas (militar)	87.77	UTPP ₅	
	31 - lunes - agosto - 2015 a las 08:20 Horas (militar)	05 - sábado - septiembre - 2015 a las 07:55 Horas (militar)	119.58	UTPP ₆	
	01 - jueves - octubre - 2015 a las 05:30 Horas (militar)	16 - viernes - octubre - 2015 a las 16:30 Horas (militar)	371.00	UTPP ₁	
Mes 10 Año 1	16 - viernes - octubre - 2015 a las 17:40 Horas (militar)	19 - lunes - octubre - 2015 a las 13:08 Horas (militar)	67.47	UTPP ₂	Mes 10 Año 1
	19 - lunes - octubre - 2015 a las 15:28 Horas (militar)	23 - viernes - octubre - 2015 a las 15:30 Horas (militar)	96.03	UTPP ₃	
	23 - viernes - octubre - 2015 a las 17:13 Horas (militar)	02 - lunes - noviembre - 2015 a las 01:54 Horas (militar)	224.68	UTPP ₄	
	02 - lunes - noviembre - 2015 a las 02:31 Horas (militar)	12 - jueves - noviembre - 2015 a las 22:50 Horas (militar)	260.33	UTPP ₅	
Mes 11 Año 1	12 - jueves - noviembre - 2015 a las 23:15 Horas (militar)	18 - miércoles - noviembre - 2015 a las 05:30 Horas (militar)	126.25	UTPP ₂	Mes 11 Año 1
	18 - miércoles - noviembre - 2015 a las 06:13 Horas (militar)	01 - martes - diciembre - 2015 a las 05:30 Horas (militar)	311.28	UTPP ₃	
	01 - martes - diciembre - 2015 a las 09:30 Horas (militar)	05 - sábado - diciembre - 2015 a las 19:00 Horas (militar)	105.50	UTPP ₄	
Mes 12 Año 1	05 - sábado - diciembre - 2015 a las 20:40 Horas (militar)	17 - jueves - diciembre - 2015 a las 14:30 Horas (militar)	281.83	UTPP ₂	Mes 12 Año 1
	14 - jueves - enero - 2016 a las 11:23 Horas (militar)	19 - martes - enero - 2016 a las 15:10 Horas (militar)	123.78	UTPP ₃	
Mes 1 Año 2	19 - martes - enero - 2016 a las 16:19 Horas (militar)	25 - lunes - enero - 2016 a las 07:50 Horas (militar)	135.52	UTPP ₂	Mes 1 Año 2
	25 - lunes - enero - 2016 a las 10:15 Horas (militar)	01 - lunes - febrero - 2016 a las 05:30 Horas (militar)	163.25	UTPP ₃	
	01 - martes - marzo - 2016 a las 05:30 Horas (militar)	13 - domingo - marzo - 2016 a las 13:13 Horas (militar)	295.72	UTPP ₄	
Mes 3 Año 2	13 - domingo - marzo - 2016 a las 15:13 Horas (militar)	21 - lunes - marzo - 2016 a las 17:30 Horas (militar)	194.28	UTPP ₂	Mes 3 Año 2
	21 - lunes - marzo - 2016 a las 20:30 Horas (militar)	01 - viernes - abril - 2016 a las 05:30 Horas (militar)	249.00	UTPP ₃	
	09 - domingo - abril - 2016 a las 08:30 Horas (militar)	19 - martes - abril - 2016 a las 12:00 Horas (militar)	387.50	UTPP ₁	
	19 - martes - abril - 2016 a las 14:00 Horas (militar)	25 - lunes - abril - 2016 a las 10:20 Horas (militar)	140.33	UTPP ₂	
Mes 4 Año 2	25 - lunes - abril - 2016 a las 13:20 Horas (militar)	29 - viernes - abril - 2016 a las 18:50 Horas (militar)	101.50	UTPP ₃	Mes 4 Año 2
	29 - viernes - abril - 2016 a las 20:50 Horas (militar)	30 - sábado - abril - 2016 a las 16:30 Horas (militar)	19.67	UTPP ₄	
	01 - domingo - mayo - 2016 a las 19:20 Horas (militar)	12 - jueves - mayo - 2016 a las 10:17 Horas (militar)	254.95	UTPP ₁	
	12 - jueves - mayo - 2016 a las 13:17 Horas (militar)	20 - viernes - mayo - 2016 a las 16:00 Horas (militar)	194.72	UTPP ₂	
Mes 5 Año 2	20 - viernes - mayo - 2016 a las 18:00 Horas (militar)	28 - sábado - mayo - 2016 a las 13:57 Horas (militar)	187.95	UTPP ₃	Mes 5 Año 2
	28 - sábado - mayo - 2016 a las 15:57 Horas (militar)	31 - martes - mayo - 2016 a las 17:30 Horas (militar)	73.55	UTPP ₄	
	01 - miércoles - junio - 2016 a las 15:00 Horas (militar)	07 - martes - junio - 2016 a las 14:49 Horas (militar)	143.82	UTPP ₁	
	07 - martes - junio - 2016 a las 15:49 Horas (militar)	19 - domingo - junio - 2016 a las 13:30 Horas (militar)	285.68	UTPP ₂	
Mes 6 Año 2	19 - domingo - junio - 2016 a las 15:30 Horas (militar)	24 - viernes - junio - 2016 a las 15:16 Horas (militar)	119.77	UTPP ₃	Mes 6 Año 2
	24 - viernes - junio - 2016 a las 18:16 Horas (militar)	28 - martes - junio - 2016 a las 17:30 Horas (militar)	95.23	UTPP ₄	
	28 - martes - junio - 2016 a las 18:30 Horas (militar)	30 - jueves - junio - 2016 a las 17:30 Horas (militar)	47.00	UTPP ₅	
	02 - sábado - julio - 2016 a las 21:15 Horas (militar)	13 - miércoles - julio - 2016 a las 16:30 Horas (militar)	259.25	UTPP ₁	
Mes 7 Año 2	13 - miércoles - julio - 2016 a las 23:41 Horas (militar)	30 - sábado - julio - 2016 a las 16:00 Horas (militar)	400.32	UTPP ₂	Mes 7 Año 2
	01 - lunes - agosto - 2016 a las 11:15 Horas (militar)	20 - sábado - agosto - 2016 a las 16:30 Horas (militar)	461.25	UTPP ₃	
	20 - sábado - agosto - 2016 a las 17:57 Horas (militar)	27 - sábado - agosto - 2016 a las 10:18 Horas (militar)	160.35	UTPP ₄	
Mes 8 Año 2	27 - sábado - agosto - 2016 a las 12:15 Horas (militar)	30 - martes - agosto - 2016 a las 14:15 Horas (militar)	74.00	UTPP ₅	Mes 8 Año 2
	01 - jueves - septiembre - 2016 a las 08:51 Horas (militar)	11 - domingo - septiembre - 2016 a las 14:52 Horas (militar)	246.02	UTPP ₁	
	11 - domingo - septiembre - 2016 a las 15:50 Horas (militar)	17 - sábado - septiembre - 2016 a las 16:18 Horas (militar)	144.47	UTPP ₂	
Mes 9 Año 2	17 - sábado - septiembre - 2016 a las 16:28 Horas (militar)	30 - viernes - septiembre - 2016 a las 17:52 Horas (militar)	313.40	UTPP ₃	Mes 9 Año 2
	01 - sábado - octubre - 2016 a las 22:30 Horas (militar)	10 - lunes - octubre - 2016 a las 16:55 Horas (militar)	210.42	UTPP ₄	
	10 - lunes - octubre - 2016 a las 17:12 Horas (militar)	26 - miércoles - octubre - 2016 a las 10:10 Horas (militar)	376.97	UTPP ₅	
	26 - miércoles - octubre - 2016 a las 10:50 Horas (militar)	31 - lunes - octubre - 2016 a las 20:45 Horas (militar)	129.92	UTPP ₆	
Mes 10 Año 2	02 - miércoles - noviembre - 2016 a las 23:59 Horas (militar)	24 - jueves - noviembre - 2016 a las 11:30 Horas (militar)	515.52	UTPP ₁	Mes 10 Año 2
	25 - viernes - noviembre - 2016 a las 08:20 Horas (militar)	28 - lunes - noviembre - 2016 a las 14:00 Horas (militar)	77.67	UTPP ₂	
	28 - lunes - noviembre - 2016 a las 16:50 Horas (militar)	30 - miércoles - noviembre - 2016 a las 23:41 Horas (militar)	54.85	UTPP ₃	
Mes 11 Año 2	01 - jueves - diciembre - 2016 a las 10:50 Horas (militar)	16 - viernes - diciembre - 2016 a las 20:45 Horas (militar)	369.92	UTPP ₄	Mes 11 Año 2
	16 - viernes - diciembre - 2016 a las 21:15 Horas (militar)	24 - sábado - diciembre - 2016 a las 11:30 Horas (militar)	182.25	UTPP ₅	
	24 - sábado - diciembre - 2016 a las 12:20 Horas (militar)	28 - miércoles - diciembre - 2016 a las 14:40 Horas (militar)	98.33	UTPP ₆	
	28 - miércoles - diciembre - 2016 a las 14:50 Horas (militar)	30 - viernes - diciembre - 2016 a las 16:48 Horas (militar)	49.97	UTPP ₇	
Mes 12 Año 2	02 - lunes - enero - 2017 a las 18:50 Horas (militar)	19 - jueves - enero - 2017 a las 04:10 Horas (militar)	393.33	UTPP ₁	Mes 12 Año 2
	19 - jueves - enero - 2017 a las 06:45 Horas (militar)	25 - miércoles - enero - 2017 a las 08:30 Horas (militar)	145.75	UTPP ₂	
	25 - miércoles - enero - 2017 a las 10:00 Horas (militar)	30 - lunes - enero - 2017 a las 17:30 Horas (militar)	127.50	UTPP ₃	
Mes 1 Año 3	01 - miércoles - febrero - 2017 a las 23:52 Horas (militar)	10 - viernes - febrero - 2017 a las 06:10 Horas (militar)	198.30	UTPP ₄	Mes 1 Año 3
	10 - viernes - febrero - 2017 a las 09:46 Horas (militar)	18 - sábado - febrero - 2017 a las 11:47 Horas (militar)	194.02	UTPP ₅	
	18 - sábado - febrero - 2017 a las 18:00 Horas (militar)	26 - domingo - febrero - 2017 a las 02:45 Horas (militar)	176.75	UTPP ₆	
	26 - domingo - febrero - 2017 a las 05:30 Horas (militar)	28 - martes - febrero - 2017 a las 16:35 Horas (militar)	59.08	UTPP ₇	
Mes 2 Año 3	04 - sábado - marzo - 2017 a las 16:37 Horas (militar)	25 - sábado - marzo - 2017 a las 04:00 Horas (militar)	491.38	UTPP ₁	Mes 2 Año 3
	25 - sábado - marzo - 2017 a las 08:36 Horas (militar)	31 - viernes - marzo - 2017 a las 11:50 Horas (militar)	147.23	UTPP ₂	

MTBM_P tiene 155 datos y se puede ver con doble clic izquierdo en archivo anexo



Base de Datos.xlsx

	Fecha y Hora de Inicio	Fecha y Hora de Finalización del Tiempo de Mantenimiento	TIEMPOS REPARACIÓN NETO (Horas Decimales)		M_P
Mes 6 Año 1	17 - miércoles - junio - 2015 a las 15:09 Horas (militar)	17 - miércoles - junio - 2015 a las 18:20 Horas (militar)	3.18	M _{P1}	Mes 6 Año 1
	21 - domingo - junio - 2015 a las 14:25 Horas (militar)	21 - domingo - junio - 2015 a las 16:15 Horas (militar)	1.83	M _{P2}	
	28 - domingo - junio - 2015 a las 05:30 Horas (militar)	28 - domingo - junio - 2015 a las 08:30 Horas (militar)	3.00	M _{P3}	
Mes 7 Año 1	01 - miércoles - julio - 2015 a las 02:30 Horas (militar)	01 - miércoles - julio - 2015 a las 05:30 Horas (militar)	3.00	M _{P4}	Mes 7 Año 1
	09 - jueves - julio - 2015 a las 00:07 Horas (militar)	09 - jueves - julio - 2015 a las 07:07 Horas (militar)	7.00	M _{P5}	
	13 - lunes - julio - 2015 a las 12:30 Horas (militar)	13 - lunes - julio - 2015 a las 14:30 Horas (militar)	2.00	M _{P6}	
Mes 8 Año 1	01 - sábado - agosto - 2015 a las 05:30 Horas (militar)	01 - sábado - agosto - 2015 a las 08:30 Horas (militar)	3.00	M _{P7}	Mes 8 Año 1
	08 - sábado - agosto - 2015 a las 16:18 Horas (militar)	08 - sábado - agosto - 2015 a las 18:29 Horas (militar)	2.18	M _{P8}	
	15 - sábado - agosto - 2015 a las 15:00 Horas (militar)	15 - sábado - agosto - 2015 a las 21:21 Horas (militar)	6.35	M _{P9}	
	22 - sábado - agosto - 2015 a las 09:43 Horas (militar)	22 - sábado - agosto - 2015 a las 09:59 Horas (militar)	0.27	M _{P10}	
	27 - jueves - agosto - 2015 a las 10:40 Horas (militar)	27 - jueves - agosto - 2015 a las 11:14 Horas (militar)	0.57	M _{P11}	
Mes 9 Año 1	31 - lunes - agosto - 2015 a las 03:00 Horas (militar)	31 - lunes - agosto - 2015 a las 08:20 Horas (militar)	5.33	M _{P12}	Mes 9 Año 1
	16 - viernes - octubre - 2015 a las 16:30 Horas (militar)	16 - viernes - octubre - 2015 a las 17:40 Horas (militar)	1.17	M _{P13}	
Mes 10 Año 1	19 - lunes - octubre - 2015 a las 13:08 Horas (militar)	19 - lunes - octubre - 2015 a las 15:28 Horas (militar)	2.33	M _{P14}	Mes 10 Año 1
	23 - viernes - octubre - 2015 a las 15:30 Horas (militar)	23 - viernes - octubre - 2015 a las 17:13 Horas (militar)	1.72	M _{P15}	
	02 - lunes - noviembre - 2015 a las 01:54 Horas (militar)	02 - lunes - noviembre - 2015 a las 02:31 Horas (militar)	0.62	M _{P16}	
Mes 11 Año 1	12 - jueves - noviembre - 2015 a las 22:50 Horas (militar)	12 - jueves - noviembre - 2015 a las 23:15 Horas (militar)	0.42	M _{P17}	Mes 11 Año 1
	18 - miércoles - noviembre - 2015 a las 05:30 Horas (militar)	18 - miércoles - noviembre - 2015 a las 06:13 Horas (militar)	0.72	M _{P18}	
	01 - martes - diciembre - 2015 a las 05:30 Horas (militar)	01 - martes - diciembre - 2015 a las 09:30 Horas (militar)	4.00	M _{P19}	
Mes 12 Año 1	05 - sábado - diciembre - 2015 a las 19:00 Horas (militar)	05 - sábado - diciembre - 2015 a las 20:40 Horas (militar)	1.67	M _{P20}	Mes 12 Año 1
	17 - jueves - diciembre - 2015 a las 14:30 Horas (militar)	14 - jueves - enero - 2016 a las 11:23 Horas (militar)	1.67	M _{P21}	
Mes 1 Año 2	19 - martes - enero - 2016 a las 15:10 Horas (militar)	19 - martes - enero - 2016 a las 16:19 Horas (militar)	1.15	M _{P22}	Mes 1 Año 2
	25 - lunes - enero - 2016 a las 07:50 Horas (militar)	25 - lunes - enero - 2016 a las 10:15 Horas (militar)	2.42	M _{P23}	
Mes 2 Año 2	13 - domingo - marzo - 2016 a las 13:13 Horas (militar)	13 - domingo - marzo - 2016 a las 15:13 Horas (militar)	2.00	M _{P24}	Mes 2 Año 2
	21 - lunes - marzo - 2016 a las 17:30 Horas (militar)	21 - lunes - marzo - 2016 a las 20:30 Horas (militar)	3.00	M _{P25}	
Mes 3 Año 2	01 - viernes - abril - 2016 a las 05:30 Horas (militar)	03 - domingo - abril - 2016 a las 08:30 Horas (militar)	3.00	M _{P26}	Mes 3 Año 2
	19 - martes - abril - 2016 a las 12:00 Horas (militar)	19 - martes - abril - 2016 a las 14:00 Horas (militar)	2.00	M _{P27}	
	25 - lunes - abril - 2016 a las 10:20 Horas (militar)	25 - lunes - abril - 2016 a las 13:20 Horas (militar)	3.00	M _{P28}	
Mes 4 Año 2	29 - viernes - abril - 2016 a las 18:50 Horas (militar)	29 - viernes - abril - 2016 a las 20:50 Horas (militar)	2.00	M _{P29}	Mes 4 Año 2
	30 - sábado - abril - 2016 a las 16:30 Horas (militar)	01 - domingo - mayo - 2016 a las 19:20 Horas (militar)	26.83	M _{P30}	
	12 - jueves - mayo - 2016 a las 10:17 Horas (militar)	12 - jueves - mayo - 2016 a las 13:17 Horas (militar)	3.00	M _{P31}	
Mes 5 Año 2	20 - viernes - mayo - 2016 a las 16:00 Horas (militar)	20 - viernes - mayo - 2016 a las 18:00 Horas (militar)	2.00	M _{P32}	Mes 5 Año 2
	28 - sábado - mayo - 2016 a las 13:57 Horas (militar)	28 - sábado - mayo - 2016 a las 15:57 Horas (militar)	2.00	M _{P33}	
	31 - martes - mayo - 2016 a las 17:30 Horas (militar)	01 - miércoles - junio - 2016 a las 15:00 Horas (militar)	21.50	M _{P34}	
	07 - martes - junio - 2016 a las 14:49 Horas (militar)	07 - martes - junio - 2016 a las 15:49 Horas (militar)	1.00	M _{P35}	
Mes 6 Año 2	19 - domingo - junio - 2016 a las 13:30 Horas (militar)	19 - domingo - junio - 2016 a las 15:30 Horas (militar)	2.00	M _{P36}	Mes 6 Año 2
	24 - viernes - junio - 2016 a las 15:16 Horas (militar)	24 - viernes - junio - 2016 a las 18:16 Horas (militar)	3.00	M _{P37}	
	28 - martes - junio - 2016 a las 17:30 Horas (militar)	28 - martes - junio - 2016 a las 18:30 Horas (militar)	1.00	M _{P38}	
	30 - jueves - junio - 2016 a las 17:30 Horas (militar)	02 - sábado - julio - 2016 a las 21:15 Horas (militar)	1.00	M _{P39}	
Mes 7 Año 2	13 - miércoles - julio - 2016 a las 16:30 Horas (militar)	13 - miércoles - julio - 2016 a las 23:41 Horas (militar)	7.18	M _{P40}	Mes 7 Año 2
	30 - sábado - julio - 2016 a las 16:00 Horas (militar)	01 - lunes - agosto - 2016 a las 11:15 Horas (militar)	7.18	M _{P41}	
	20 - sábado - agosto - 2016 a las 16:30 Horas (militar)	20 - sábado - agosto - 2016 a las 17:57 Horas (militar)	1.45	M _{P42}	
Mes 8 Año 2	27 - sábado - agosto - 2016 a las 10:18 Horas (militar)	27 - sábado - agosto - 2016 a las 12:15 Horas (militar)	1.95	M _{P43}	Mes 8 Año 2
	30 - martes - agosto - 2016 a las 14:15 Horas (militar)	01 - jueves - septiembre - 2016 a las 08:51 Horas (militar)	1.95	M _{P44}	
	11 - domingo - septiembre - 2016 a las 14:52 Horas (militar)	11 - domingo - septiembre - 2016 a las 15:50 Horas (militar)	0.97	M _{P45}	
Mes 9 Año 2	17 - sábado - septiembre - 2016 a las 16:18 Horas (militar)	17 - sábado - septiembre - 2016 a las 16:28 Horas (militar)	0.17	M _{P46}	Mes 9 Año 2
	30 - viernes - septiembre - 2016 a las 17:52 Horas (militar)	01 - sábado - octubre - 2016 a las 22:30 Horas (militar)	28.63	M _{P47}	
	10 - lunes - octubre - 2016 a las 16:55 Horas (militar)	10 - lunes - octubre - 2016 a las 17:12 Horas (militar)	0.28	M _{P48}	
Mes 10 Año 2	26 - miércoles - octubre - 2016 a las 10:10 Horas (militar)	26 - miércoles - octubre - 2016 a las 10:50 Horas (militar)	0.67	M _{P49}	Mes 10 Año 2
	31 - lunes - octubre - 2016 a las 20:45 Horas (militar)	02 - miércoles - noviembre - 2016 a las 23:59 Horas (militar)	0.67	M _{P50}	
	24 - jueves - noviembre - 2016 a las 11:30 Horas (militar)	25 - viernes - noviembre - 2016 a las 08:20 Horas (militar)	20.83	M _{P51}	
	28 - lunes - noviembre - 2016 a las 14:00 Horas (militar)	28 - lunes - noviembre - 2016 a las 16:50 Horas (militar)	2.83	M _{P52}	
Mes 11 Año 2	30 - miércoles - noviembre - 2016 a las 23:41 Horas (militar)	01 - jueves - diciembre - 2016 a las 10:50 Horas (militar)	11.15	M _{P53}	Mes 11 Año 2
	16 - viernes - diciembre - 2016 a las 20:45 Horas (militar)	16 - viernes - diciembre - 2016 a las 21:15 Horas (militar)	0.50	M _{P54}	
	24 - sábado - diciembre - 2016 a las 11:30 Horas (militar)	24 - sábado - diciembre - 2016 a las 12:20 Horas (militar)	0.83	M _{P55}	
Mes 12 Año 2	28 - miércoles - diciembre - 2016 a las 14:40 Horas (militar)	28 - miércoles - diciembre - 2016 a las 14:50 Horas (militar)	0.17	M _{P56}	Mes 12 Año 2
	30 - viernes - diciembre - 2016 a las 16:48 Horas (militar)	02 - lunes - enero - 2017 a las 18:50 Horas (militar)	0.17	M _{P57}	
	19 - jueves - enero - 2017 a las 04:10 Horas (militar)	19 - jueves - enero - 2017 a las 06:45 Horas (militar)	2.58	M _{P58}	
Mes 1 Año 3	25 - miércoles - enero - 2017 a las 08:30 Horas (militar)	25 - miércoles - enero - 2017 a las 10:00 Horas (militar)	1.50	M _{P59}	Mes 1 Año 3
	30 - lunes - enero - 2017 a las 17:30 Horas (militar)	01 - miércoles - febrero - 2017 a las 23:52 Horas (militar)	1.50	M _{P60}	
	10 - viernes - febrero - 2017 a las 06:10 Horas (militar)	10 - viernes - febrero - 2017 a las 09:46 Horas (militar)	3.60	M _{P61}	
Mes 2 Año 3	18 - sábado - febrero - 2017 a las 11:47 Horas (militar)	18 - sábado - febrero - 2017 a las 18:00 Horas (militar)	6.22	M _{P62}	Mes 2 Año 3
	26 - domingo - febrero - 2017 a las 02:45 Horas (militar)	26 - domingo - febrero - 2017 a las 05:30 Horas (militar)	2.75	M _{P63}	
	28 - martes - febrero - 2017 a las 16:35 Horas (militar)	04 - sábado - marzo - 2017 a las 16:37 Horas (militar)	2.75	M _{P64}	
Mes 3 Año 3	25 - sábado - marzo - 2017 a las 04:00 Horas (militar)	25 - sábado - marzo - 2017 a las 08:36 Horas (militar)	4.60	M _{P65}	Mes 3 Año 3
	31 - viernes - marzo - 2017 a las 11:50 Horas (militar)	02 - domingo - abril - 2017 a las 15:30 Horas (militar)	4.60	M _{P66}	
	10 - lunes - abril - 2017 a las 15:24 Horas (militar)	10 - lunes - abril - 2017 a las 16:58 Horas (militar)	1.57	M _{P67}	
Mes 4 Año 3	22 - sábado - abril - 2017 a las 15:28 Horas (militar)	22 - sábado - abril - 2017 a las 17:07 Horas (militar)	1.65	M _{P68}	Mes 4 Año 3
	27 - jueves - abril - 2017 a las 15:02 Horas (militar)	27 - jueves - abril - 2017 a las 16:30 Horas (militar)	1.47	M _{P69}	
	30 - domingo - abril - 2017 a las 23:50 Horas (militar)	03 - miércoles - mayo - 2017 a las 10:49 Horas (militar)	1.00	M _{P70}	
Mes 5 Año 3	24 - miércoles - mayo - 2017 a las 19:24 Horas (militar)	24 - miércoles - mayo - 2017 a las 20:00 Horas (militar)	1.00	M _{P71}	Mes 5 Año 3
	31 - miércoles - mayo - 2017 a las 23:30 Horas (militar)	02 - viernes - junio - 2017 a las 13:15 Horas (militar)	2.00	M _{P72}	

M_P tiene 154 datos y se puede ver con doble clic izquierdo en archivo anexo



Base de Datos.xlsx

Datos Puntuales	Confiability	Mantenibilidad	Confiability	Mantenibilidad
	Correctivos	Correctivos	Preventivos Predictivos	Preventivos Predictivos
Ordinal	Valor Minutos <i>MTBM_C</i> dato puntal	Valor Minutos <i>MTTTR</i> dato puntal	Valor Minutos <i>MTBM_P</i> dato puntal	Valor Minutos <i>MP</i> dato puntal
1	120.00	3.35	393.65	3.18
2	28.12	3.35	92.08	1.83
3	16.53	1.73	157.25	3.00
4	79.63	0.97	66.00	3.00
5	22.22	0.47	186.62	7.00
6	1.20	0.55	101.38	2.00
7	0.45	0.32	447.00	3.00
8	39.97	0.92	175.80	2.18
9	77.23	0.40	164.52	6.35
10	0.75	0.17	156.37	0.27
11	48.53	0.13	120.68	0.57
12	21.20	0.17	87.77	5.33
13	2.98	0.38	119.58	5.33
14	20.55	0.17	371.00	1.17
15	18.92	0.25	67.47	2.33
16	9.62	0.77	96.03	1.72
17	33.37	2.93	224.68	0.62
18	3.03	0.12	260.32	0.42
19	23.88	0.12	126.25	0.72
20	41.92	1.33	311.28	4.00
21	2.37	0.05	105.50	1.67
22	0.12	0.08	281.83	1.67
23	20.05	0.90	123.78	1.15
24	1.83	0.05	135.52	2.42
25	0.05	0.30	163.25	2.42
26	0.12	0.45	295.72	2.00
27	24.37	0.07	194.28	3.00
28	0.10	0.15	249.00	3.00
29	0.87	0.27	387.50	2.00
30	42.48	0.27	140.33	3.00
31	24.00	1.95	101.50	2.00
32	4.00	0.37	19.67	26.83
33	1.45	0.23	254.95	3.00
34	1.20	1.05	194.72	2.00
35	13.75	0.17	187.95	2.00
36	34.25	1.92	73.55	21.50
37	13.08	0.72	143.82	1.00
38	26.03	2.67	285.68	2.00
39	27.08	2.58	119.77	3.00

Datos puntuales se pueden ver con doble clic izquierdo en archivo anexo



Base de Datos.xlsx

El paso que sigue, estriba en el cálculo de los valores de Disponibilidad Alcanzada, los cuales se realizan con los algoritmos que muestra la siguiente figura y las disposiciones gráficas de dos mapas, el no planeado y el planeado, que se muestran de forma ulterior a los algoritmos.

Ilustración 59 - Algoritmos para calcular Disponibilidad Alcanzada - A_A ⁴¹

$$Disponibilidad\ Alcanzada = A_A = \frac{MTBM}{MTBM + \bar{M}} = \frac{\frac{1}{\frac{1}{MTBM_c} + \frac{1}{MTBM_p}}}{\frac{1}{\frac{1}{MTBM_c} + \frac{1}{MTBM_p}} + \frac{\frac{MTR}{MTBM_c} + \frac{M_p}{MTBM_p}}{\frac{1}{MTBM_c} + \frac{1}{MTBM_p}}}$$

Donde $MTBM = Mean\ Time\ Between\ Maintenance$ o sea el Tiempo Medio entre Mantenimientos (tanto reparaciones correctivas o modificativas, como también mantenimientos planeados, sean de orden preventivo o predictivo) y $\bar{M} = Mean\ Time\ active\ Maintenance = MTM = Mean\ Time\ Maintenance =$ Tiempo Medio de Mantenimiento (correctivo y planeado).

El tiempo medio entre mantenimientos, $MTBM$, más que un índice de confiabilidad es un indicador de la frecuencia de los mantenimientos; es función de la frecuencia de los mantenimientos planeados (preventivos y/o predictivos) y no planeados (correctivos), en ausencia de mantenimiento preventivo el $MTBM$ se aproxima al $MTBF$ (Blanchard, y otros, 1994).

$$MTBM = \frac{1}{\frac{1}{MTBM_c} + \frac{1}{MTBM_p}}$$

Con $MTBM_c$, como el tiempo medio entre mantenimientos no planeados (correctivos o modificativos), se aproxima al $MTBF$ en ausencia de tareas proactivas y el $MTBM_p$ como el tiempo medio entre mantenimientos planeados.

Ahora, para el cálculo del \bar{M} usa la expresión:

$$\bar{M} = \frac{\frac{MTR}{MTBM_c} + \frac{M_p}{MTBM_p}}{\frac{1}{MTBM_c} + \frac{1}{MTBM_p}}$$

Donde,

$MTR = Mean\ Time\ To\ Repair$ = es el tiempo neto medio para realizar reparaciones o mantenimientos correctivos (o modificativos), sin incluir demoras logísticas, ni los retrasos administrativos, es el mismo que se define anteriormente.

M_p = es el tiempo neto medio para ejecutar tareas proactivas de mantenimientos planeados.

El \bar{M} (*Mean Time active Maintenance*), es el tiempo medio de mantenimiento activo que se requiere para realizar cualquier tarea de mantenimiento. Es función de los tiempos medios de mantenimiento correctivo y planeados y sus frecuencias relativas; sólo considera los tiempos activos de mantenimiento y no tiene en cuenta los tiempos

⁴¹ A_A - Achieved Availability – Disponibilidad Alcanzada.

administrativos y tampoco los logísticos (Blanchard, y otros, 1994), por demoras (Mora, 2012).

Se revisan todos los datos puntuales, para ello se trabaja entonces con toda la base de datos puntuales que constan de $MTBM_C$ $MTTR$ $MTBM_P$ M_P con 693, 692, 155 y 154 datos respectivamente.

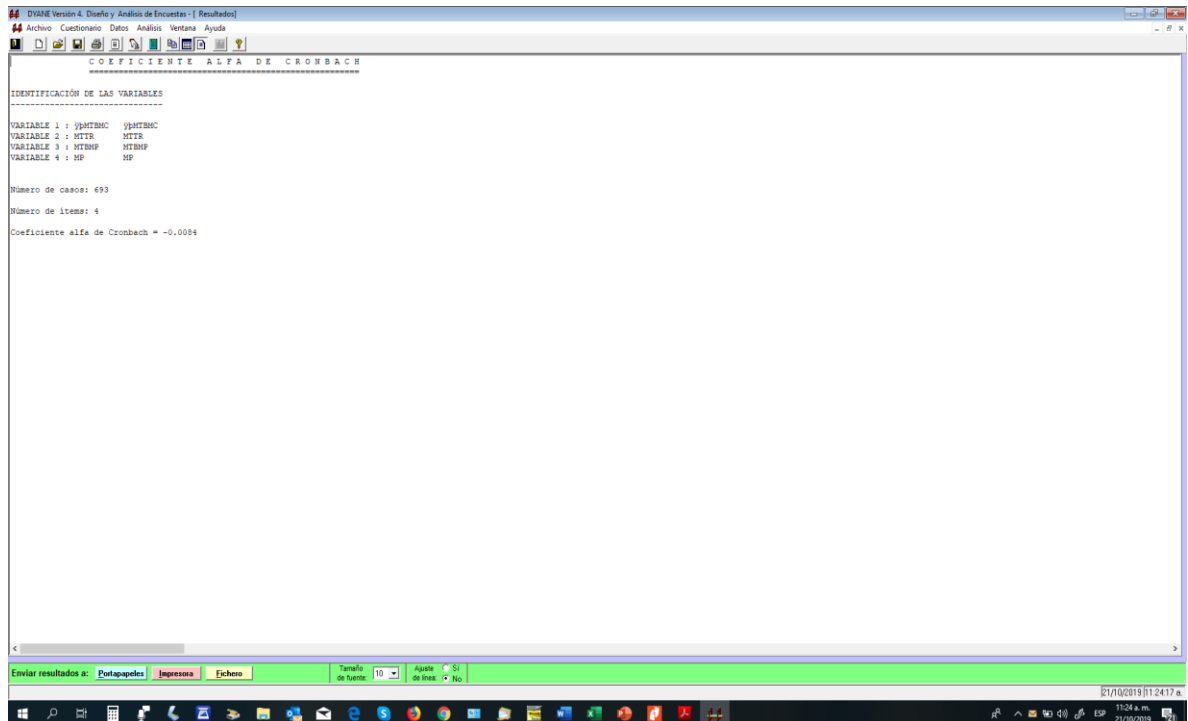
Inicialmente se probará el estadístico Coeficiente Alfa de Cronbach que sirve para determinar si la fuerza, la coherencia y la cantidad de datos es suficiente para hacer análisis concluyentes. Las diferentes pruebas se harán inicialmente a todos los datos y posteriormente a un tamaño muestral coherente, equivalente a la cantidad menor de datos de M_P que es de 154 datos, se tomaron de $MTBM_C$ $MTTR$ $MTBM_P$, los 1584 datos más recientes, esta se denomina Datos Base Compacta Final.

3.3.3 Estadístico

Se presentan varios análisis estadísticos preparatorios de los datos para el análisis integral y específico con pronósticos CMD.

3.3.4 Coeficiente Alfa de Cronbach

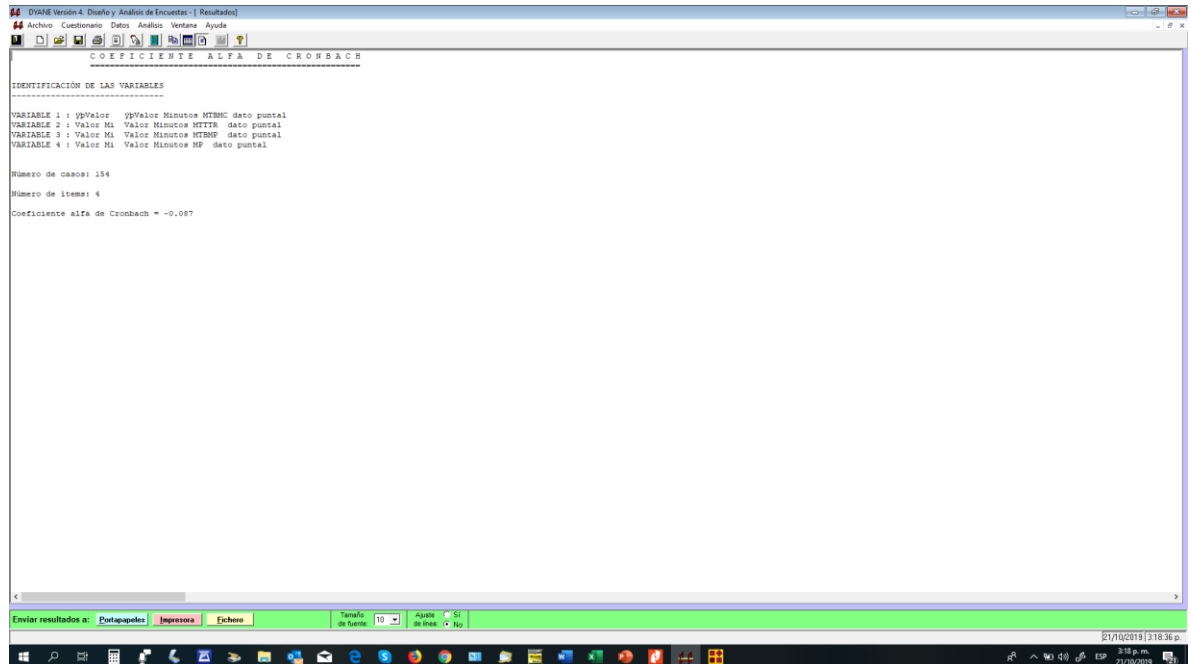
Ilustración 60 - Cronbach de toda la base de datos puntuales



Con toda la base de datos el calor de Cronbach es inferior al mínimo factible, de 0.75

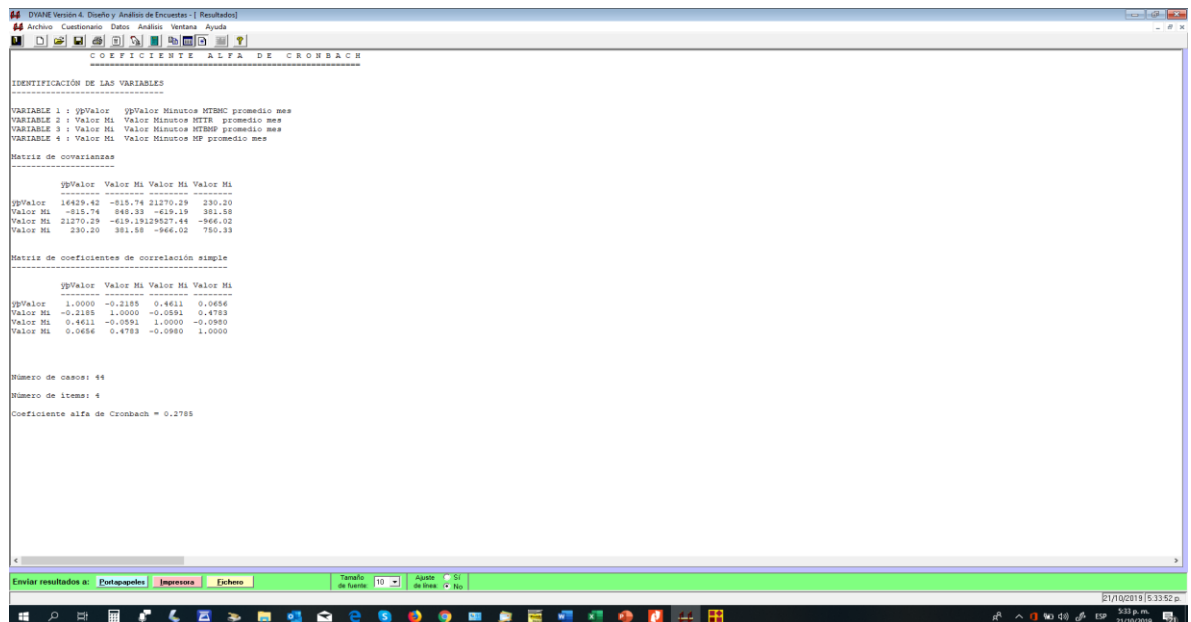
Ahora se procede con la base compacta de 154 en sus cuatro columnas.

Ilustración 61 - Cronbach de toda la base de datos compacta 154 datos puntuales



Con toda la base compacta de 152 datos el valor de Cronbach es inferior al mínimo factible, de 0.75

Ilustración 62 - Cronbach de toda la base de datos mensuales de 44 datos



A pesar de que mejora no alcanza el valor mínimo de 0.85 en Cronbach.

3.3.5 Correlaciones

Las correlaciones permiten establecer la condición de los mantenimientos y de las fallas aleatorias

Ilustración 63 - Correlaciones de toda la base de datos puntuales

ANÁLISIS DE CORRELACIÓN LINEAL

IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES

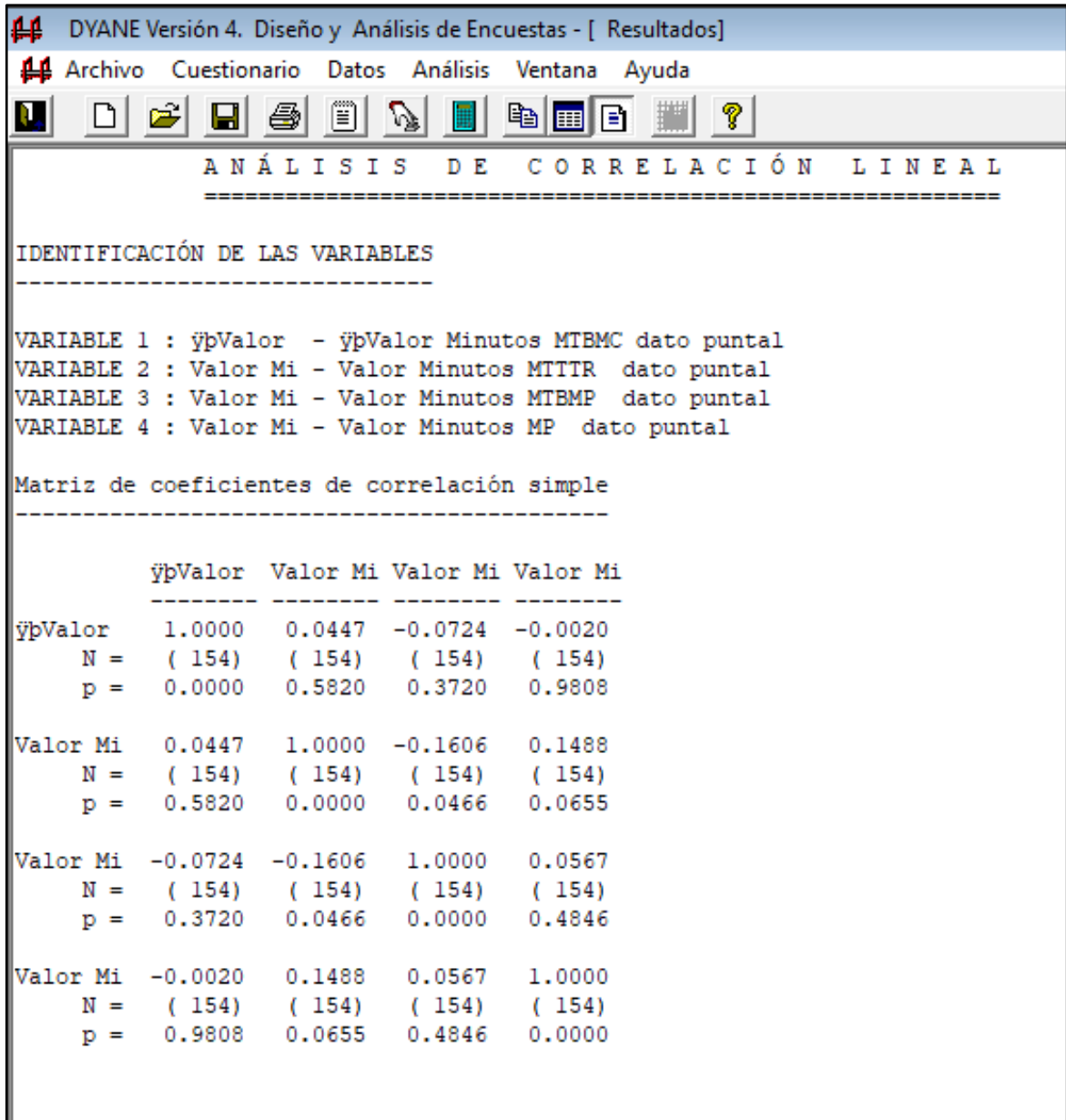
VARIABLE 1 : ypbMTBMC - ypbMTBMC
 VARIABLE 2 : MTTR - MTTR
 VARIABLE 3 : MTBMP - MTBMP
 VARIABLE 4 : MP - MP

Matriz de coeficientes de correlación simple

	ypbMTBMC	MTTR	MTBMP	MP
ypbMTBMC	1.0000	-0.0531	0.0089	-0.0295
N =	(693)	(692)	(155)	(154)
p =	0.0000	0.1622	0.8161	0.4382
MTTR	-0.0531	1.0000	0.0148	0.0010
N =	(692)	(692)	(155)	(154)
p =	0.1622	0.0000	0.6983	0.9792
MTBMP	0.0089	0.0148	1.0000	-0.1116
N =	(155)	(155)	(155)	(154)
p =	0.8161	0.6983	0.0000	0.0033
MP	-0.0295	0.0010	-0.1116	1.0000
N =	(154)	(154)	(154)	(154)
p =	0.4382	0.9792	0.0033	0.0000

Las únicas que presentan correlaciones y que tienen el p value inferior a 0.05, en este caso particular se correlacionan M_P y $MTBMP$, en algún sentido puede ser irreal, ya que ellas en si son eventos independientes, lo único explicable es que las $MTBMP$ son tiempos útiles entre mantenimientos planeados y los ellos son los que definen los M_P , es la única explicación potencial, aunque esto no genera ningún aporte relevante.

Ilustración 64 - Correlaciones de toda base datos compacta 154 datos puntuales



Las únicas que presentan correlaciones y que tienen el p value inferior a 0.05, en este caso particular se correlacionan *MTTR* y *MTBMP*, no tiene sentido lógico, solo la relación puede aparecer, ya que los tiempos de mantenimientos planeados inciden en los *MTBMP* y estos ocurren cuando la máquina para por falla o por cambios de referencia o por paradas de producción.

En sentido práctico esto no aporta nada significativo al análisis, ni en especial a la decisión de decidir cual base de datos se toma para el análisis final.

Ilustración 65 - Correlaciones de toda la base de datos mensuales de 44 datos

ANÁLISIS DE CORRELACIÓN LINEAL

IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLE 1 : ypbValor - ypbValor Minutos MTBMC promedio mes
 VARIABLE 2 : Valor Mi - Valor Minutos MTTR promedio mes
 VARIABLE 3 : Valor Mi - Valor Minutos MTBMP promedio mes
 VARIABLE 4 : Valor Mi - Valor Minutos MP promedio mes


Matriz de coeficientes de correlación simple


	ypbValor	Valor Mi	Valor Mi	Valor Mi
ypbValor	1.0000	-0.2185	0.4611	0.0656
N =	(44)	(44)	(44)	(44)
p =	0.0000	0.1542	0.0016	0.6724
Valor Mi	-0.2185	1.0000	-0.0591	0.4783
N =	(44)	(44)	(44)	(44)
p =	0.1542	0.0000	0.7033	0.0010
Valor Mi	0.4611	-0.0591	1.0000	-0.0980
N =	(44)	(44)	(44)	(44)
p =	0.0016	0.7033	0.0000	0.5269
Valor Mi	0.0656	0.4783	-0.0980	1.0000
N =	(44)	(44)	(44)	(44)
p =	0.6724	0.0010	0.5269	0.0000

Las que presentan correlaciones el p value debe ser inferior a 0.05, en este caso particular se correlacionan $MTBMC$ y $MTBMP$, en algún sentido puede ser real, y entre $MTTR$ y MP , cosa que no tiene sentido pues las Fallas aleatorias de $MTTR$ no tienen por qué relacionarse con lo planeado del MP , solo se puede entender esto por lo forzado que se hace cuando se hacen las paradas de máquinas, esto es que realmente causa esta relación.

Hasta acá los cálculos se han realizado con el programa Informático legal del Asesor DYANE del Autor Profesor español Miguel Santesmases. Los resultados hasta acá no presenta ninguna opción contundente.

Para ello se han usado, las siguientes bases de datos a las cuales puede tener acceso dando doble clic izquierdo en el archivo correspondiente.

Base de datos completa de datos puntuales  Correlacion puntual.xlsx

Base de datos de 154 datos puntuales compacta  Cronbach puntual.txt

Base de datos mensuales de 44 datos  Base de 44 mensual.xlsx

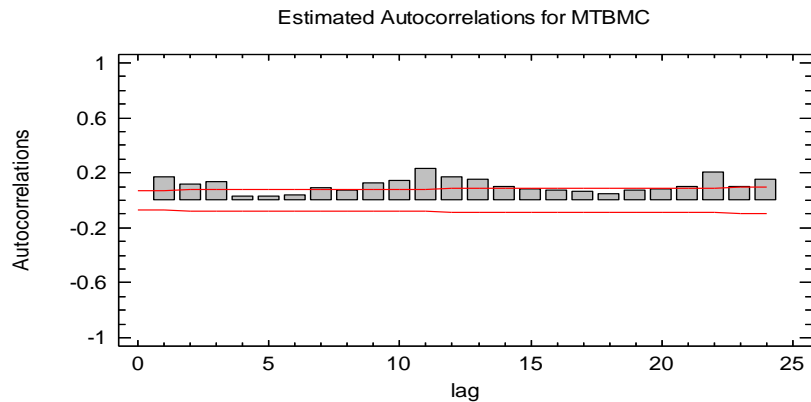
3.3.5.1 Prueba de *Autocorrelation ACF Auto Correlation Function*

La prueba del ACF sirve para comprobar si los datos de una serie se autocorrelacionan o si son aleatorios, para ello usamos la prueba del ACF del Programa Statgraphics Centurion de EAFIT.

En las siguientes ilustraciones cumple con la prueba de ACF cuando algunos o varios de los primeros palotes de la izquierda, sobresalen significativamente después de la banda de confianza roja y se acercan o tienden al valor de uno.

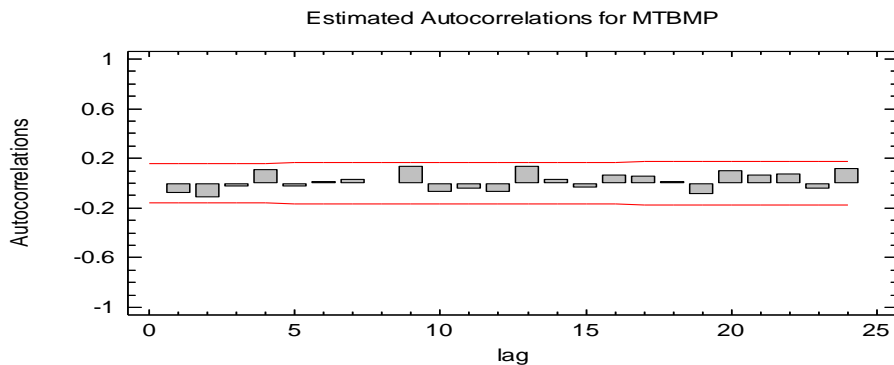
Ilustración 66 - ACF de Base de datos completa de datos puntuales.

MTBM_C



En este caso cumple y sus valores tienen sentido que sean independientes del sistema y no son aleatorios, pero sí se relacionan entre sí. Esto tiene sentido porque la variable Confiabilidad entre tiempos correctivos o preventivos predictivos es independiente, y sus valores dependen netamente de si las acciones de mantenimiento son buenas o no.

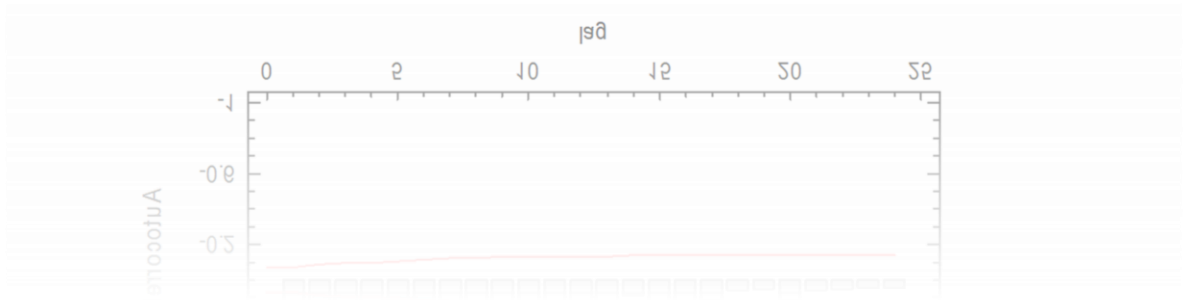
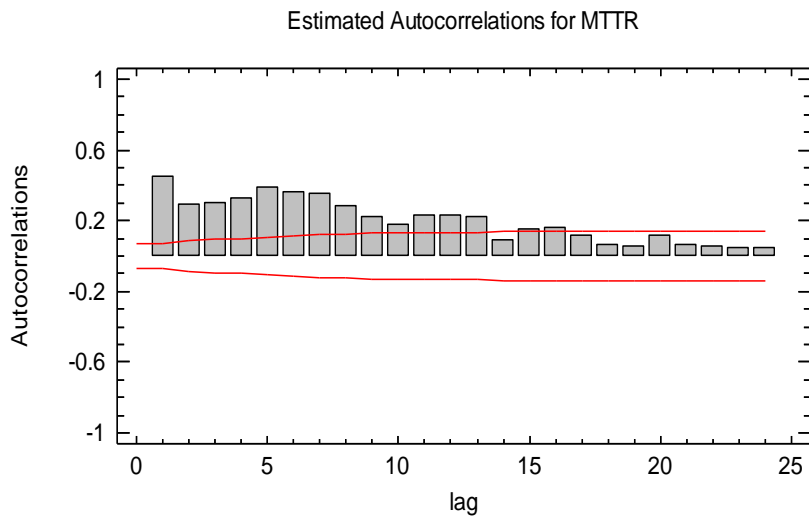
MTBM_P



En este caso los datos son aleatorios y esto es preocupante pues el mantenimiento planeado de preventivo y predictivo no puede ser aleatorio, y menos el *MTBM_P*.

Esto se puede explicar por la falta de ejecución del plan preventivo, es decir, existe un gap entre la planeación y la ejecución, los tiempo requerido para ejecutar el mantenimiento preventivo no es tomado en cuenta en la planeación de producción, lo que implica que el mantenimiento preventivo no es realizado en el tiempo planeado ni bajo las condiciones planeadas, esto explica la aleatoriedad de los datos en el estudio de correlación ACF para *MTBM_P*. Esta misma explicación aplica para el cálculo con datos promedio o datos puntuales

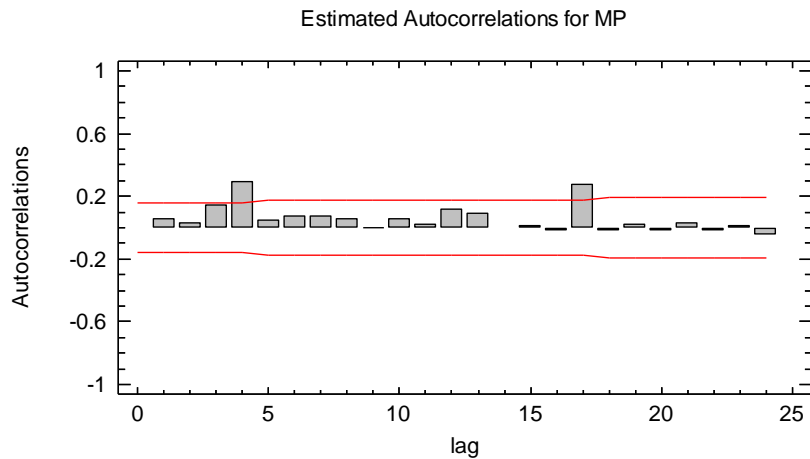
MTTR



Demuestra que los datos no son aleatorios, lo que va en contravía del sistema natural de mantenimiento, los datos de fallas deben ser aleatorios y acá no se cumple, parece que los mantenimientos correctivos son planeados y realizados solo en los espacios que humanamente producción lo permite, eso genera la no aleatoriedad pues el ser humano interviene y tumba la aleatoriedad. Se puede explicar dado que cuando se detecta una pérdida parcial de una función del equipo, se decide continuar el lote en curso y una vez termina, mantenimiento interviene,

como los tiempos de ciclo o de lotes no cambian mucho, es decir, se cuenta con tiempo estándar de lote y entre lotes, por esta razón se pueden ver datos como planeado

M_P

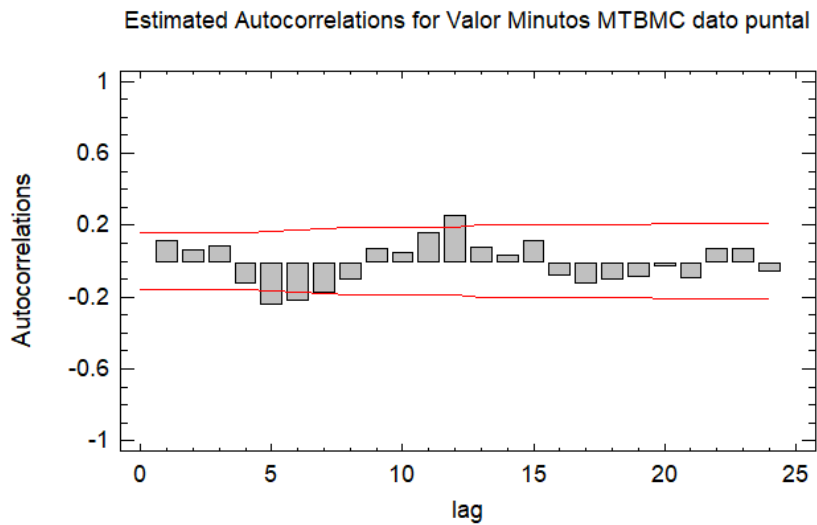


Cumple muy bien el M_P , los mantenimientos son planeados y no aleatorios.

De esta base de datos completa puntual se cumple parcialmente el análisis ACF.

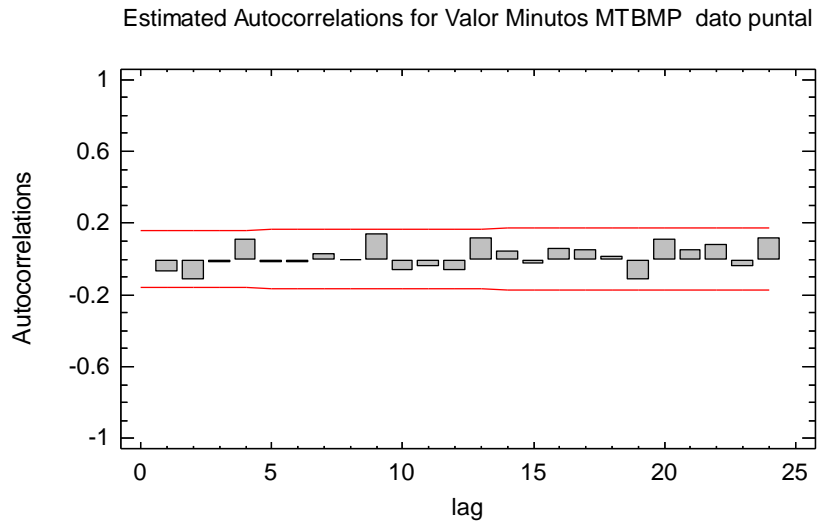
Ilustración 67 - ACF de Base de datos compacta de 152 datos puntuales.

$MTBMC$



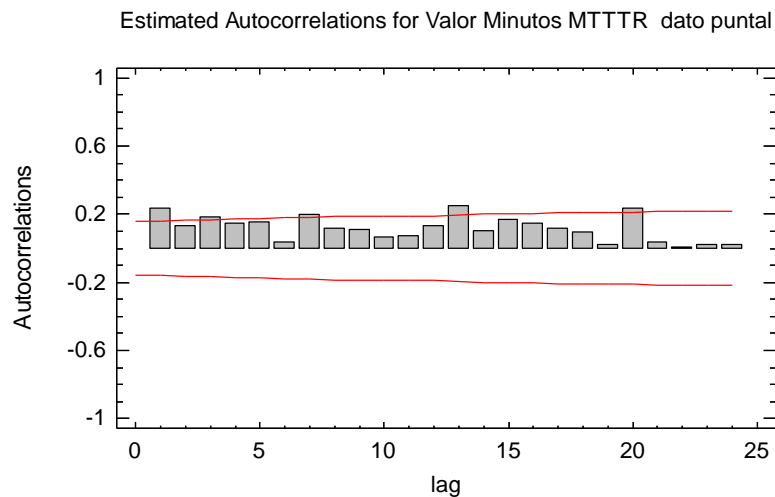
En este caso cumple y sus valores tienen sentido que sean independientes del sistema y no son aleatorios, pero sí se relacionan entre sí. Esto tiene sentido porque la variable Confiabilidad entre tiempos correctivos o preventivos predictivos es independiente, y sus valores dependen netamente de si las acciones de mantenimiento son buenas o no.

$MTBM_P$



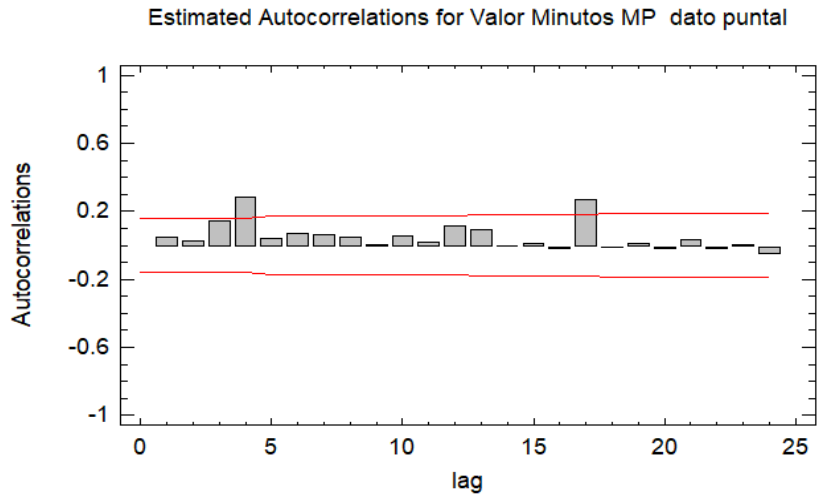
En este caso los datos son aleatorios y esto es preocupante pues el mantenimiento planeado de preventivo y predictivo no puede ser aleatorio, y menos el $MTBM_P$. Esto se debe a que se realiza lo planeado solo cuando se quiere o se puede entre paradas aleatorias de la máquina, esto se refleja en el resultado.

$MTTR$



Demuestra que los datos no son aleatorios, lo que va en contravía del sistema natural de mantenimiento, los datos de fallas deben ser aleatorios y acá no se cumple, parece que los mantenimientos correctivos son planeados y realizados solo en los espacios que humanamente producción lo permite, eso genera la no aleatoriedad pues el ser humano interviene y tumba la aleatoriedad.

M_P

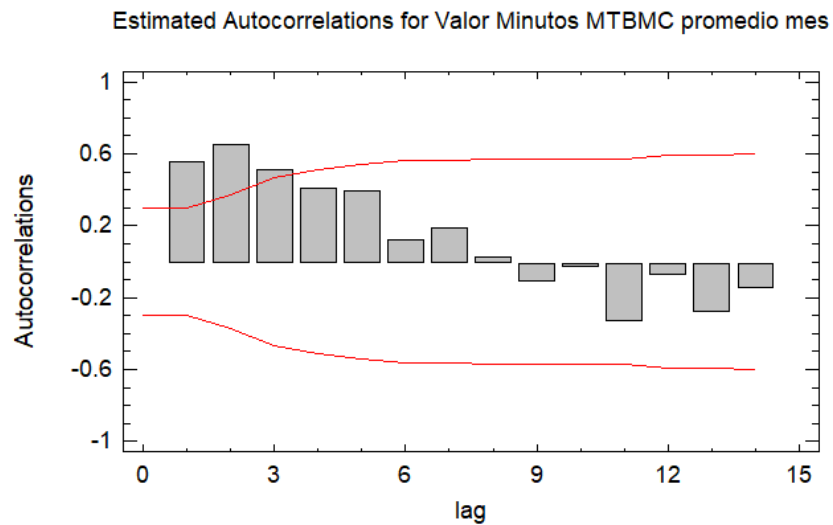


Cumple muy bien el M_p , los mantenimientos son planeados y no aleatorios.

De esta base de datos completa puntual se cumple parcialmente el análisis ACF.

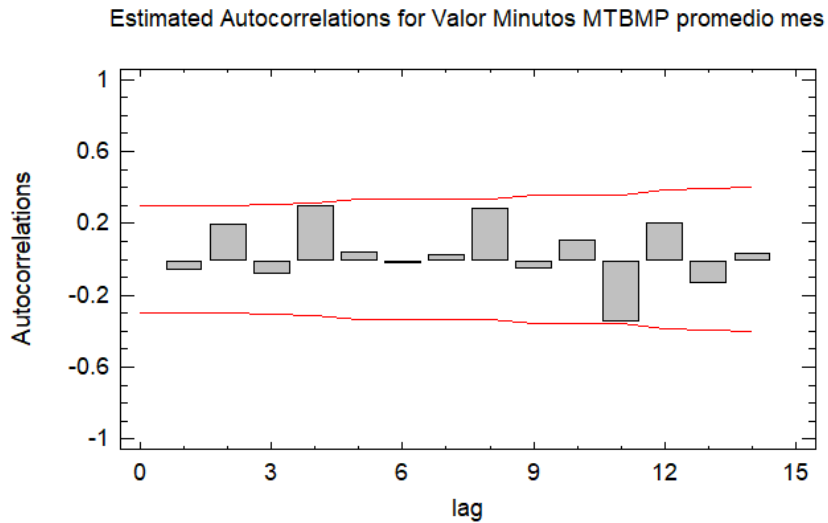
Ilustración 68 - ACF de Base de datos de 44 datos mensuales.

$MTBMC$



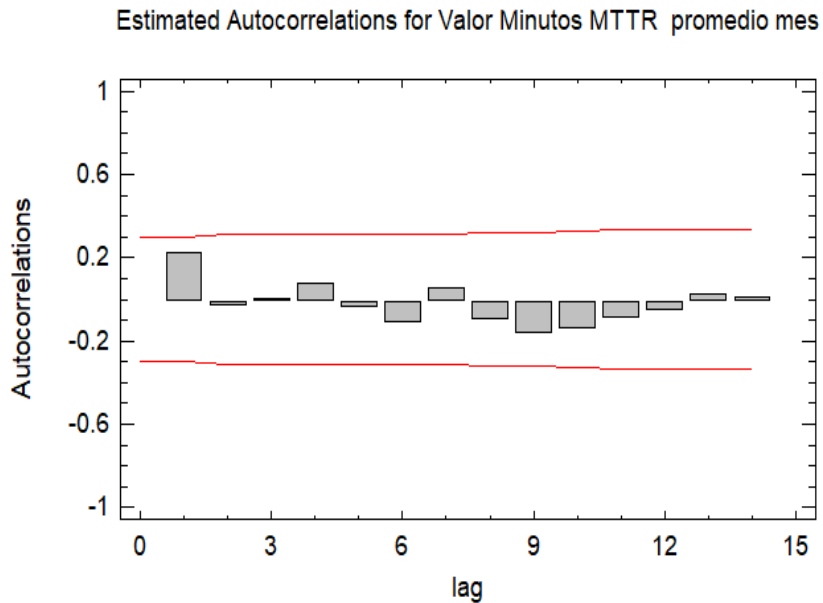
En este caso cumple y sus valores tienen sentido que sean independientes del sistema y no son aleatorios, pero sí se relacionan entre sí.

MTBM_P



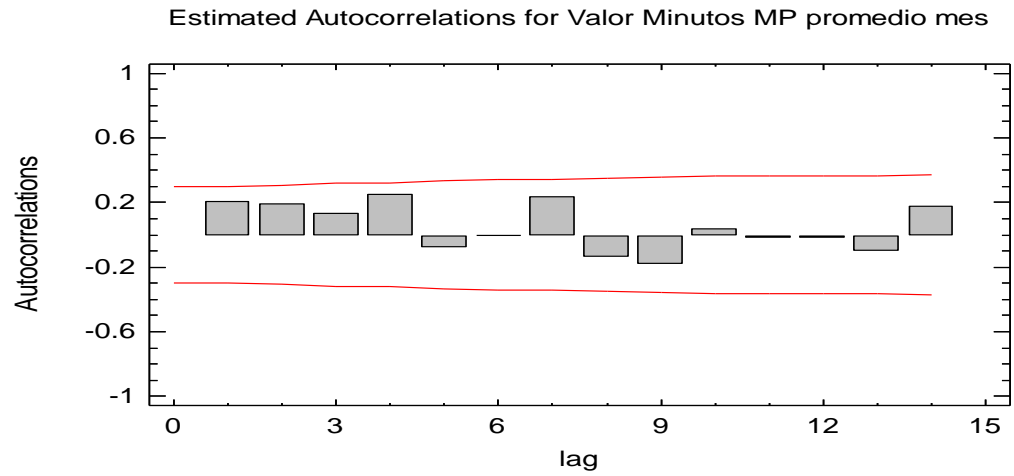
En este caso los datos son aleatorios y esto es preocupante porque el mantenimiento planeado de preventivo y predictivo no puede ser aleatorio, y menos el *MTBM_P*.

MTTR



Demuestra que los datos son aleatorios, lo que es lo natural en las fallas que son aleatorias y no se autocorrelacionan entre sí.

M_p



No cumple muy bien el M_p , los mantenimientos son aleatorios, esto solo se explica porque los mantenimientos planeados se hacen cuando a bien se puede.

De esta base de datos mensual se cumple parcialmente el análisis ACF.

Se concluye de este análisis ACF que es importante trabajar con la base de datos de 44 valores mensuales.

3.4 CONCLUSIONES CAPITULO 3

La sección deja suficientemente dateado el análisis, se presentan todas las formas y las metodologías de colección y agrupación de datos.

Al igual de análisis parcial de todos los estadísticos analizados se concluye que se deben realizar dos estudios uno con 44 datos mensuales como lo requiere el ACF y el otro con la base compacta de 152 datos puntuales, para poder un análisis integral y específico del problema.

4. ESTRATEGIA & PLAN

4.1 OBJETIVO

Organizar el Plan Estratégico de Acciones de Mantenimiento para el R4T, derivadas del análisis CMD para un tiempo futuro, a partir del análisis y predicción del pasado, para optimizar el mantenimiento y mejorar el desempeño del Reactor R4T. *Nivel 4 - Análisis de la Escala de Bloom y Gagñé.*

4.2 4.2 INTRODUCCIÓN

Esta última sección se compone de varias secciones, entre ellas está, la parte de LOS pronósticos, posteriormente los cálculos futuros, pasados y presentes de $MTBM_C$ $MTTR$ $MTBM_P$ M_P y todos los demás parámetros, por último, el análisis de las curvas obtenidas y las estrategias con plan de acciones. En este capítulo se desarrolla el cálculo y análisis estadístico completo integral y específico para lograr la mejora en el desempeño CMD.

4.3 DESARROLLO

Se inicia con los pronósticos y luego los cálculos de las dos bases de datos y sus respectivos análisis CMD incluidos los pronósticos, con la organización de los datos para calcular las β etas, η y demás pertinentes, para realizar y analizar a fondo las curvas de CMD con ayuda de software Weibull y CMD++⁴².

4.3.1 Pronósticos

Es la metodología que se usa para conocer el estado futuro de todos los valores CMD, de sus parámetros y $MTBM_C$ $MTTR$ $MTBM_P$ M_P y de su comportamiento en el tiempo futuro, y de ahí definir el Plan estratégico de acciones pertinentes de mantenimiento del Reactor R4T ANDERCOL.

4.3.2 Pronósticos de indicadores CMD de corto plazo

La metodología más recomendada para conocer el futuro cercano, es pronósticos bajo el método de series temporales, usando los modelos clásicos (de ajuste por tendencia, los de suavización (Brown, Holt, Winter, X Census 11, etcétera) y los de descomposición (Winter, X11, etcétera) y los modernos (Metodología Box-Jenkins y AR.I.MA.⁴³), mediante el uso y el desarrollo de toda la metodología estandarizada universalmente para realizar estos pronósticos, de tal forma que se garanticen

⁴² CMD++ Software para cálculo de indicadores CMD, este software es de propiedad y desarrollo del doctor Luis Alberto Mora pero de libre uso.

⁴³ AR Auto Regressive - I Integrated - MA Moving Average

resultados con buena bondad de ajuste (*Goodness of Fit*) entre pronósticos realizados y realidad (Mora, 2007c) (Molinero@, 2004).

4.3.2.1 Pronósticos con Series Temporales

La metodología se basa netamente en el modelo científico de investigación y aplicación científica, que es lo más puro que se puede encontrar, a continuación, se destacan los pasos que usa la metodología.

Ilustración 69 - Series Temporales bajo el método científico

METODOLOGÍA UNIVERSAL DE PRONÓSTICOS	MÉTODO CIENTÍFICO
<p>Paso 1- Análisis previo de la serie de demanda</p> <ul style="list-style-type: none"> 1.1 Síntesis descriptiva 1.2 Calidad y cantidad de datos 1.3 Cumplimiento de estabilidad del entorno 1.4 Análisis previo de la serie completa <ul style="list-style-type: none"> 1.4.1 Estructura Vertical, determinación de Nivel 1.4.2 Estructura Horizontal, análisis de Ruido o Aleatoriedad 1.4.3 Estructura Tendencial, estimación de forma lineal y/o no lineal 1.4.4 Estructura Estacional y/o Cíclica 1.5 Valoración de datos irregulares 1.6 Encuentro de fenómenos exógenos 1.7 Determinación del patrón estructural gráfico y numérico 1.8 Resultado del análisis integral previo 	<p>Paso 1 – Observación y análisis de la demanda o fenómeno</p>
<p>Paso 2 – Postulación de los modelos – Construcción de la hipótesis, con relación a los modelos - Cruce entre análisis y características de modelos clásicos y/o modernos</p>	<p>Paso 2 – Postulación – Lanzamiento de Hipótesis</p>
<p>Paso 3 – Validación de la Hipótesis</p> <ul style="list-style-type: none"> 3.1 Doble recorte de la serie 3.2 Corrida de todos los modelos con primer recorte 3.3 Selección de los tres mejores modelos acertados con la realidad 3.4 Aplicación de los tres mejores clásicos o modernos al segundo recorte 3.5 Selección del mejor modelo 3.6 Cálculo de pronósticos de demanda con el mejor modelo y sus parámetros 3.7 Comparación de la realidad y el pronóstico calculado en período anterior 3.8 Estimación del Goodness of Fit o Bondad de Ajuste 3.9 Consenso con ventas, comercialización, inventarios, mercadeo, etc. 3.10 Estrategias y acciones de mercadeo, producción, inventarios, etc. en función del área temática del pronóstico. 	<p>Paso 3 – Validación real de la Hipótesis Conversión de Hipótesis en tesis</p>
<p>Paso 4 – Nuevo cálculo de pronóstico de demanda en próximo período</p>	

Fuente: (Mora, 2017)

4.3.2.1.1 Clases de métodos futurísticos según el tiempo a evaluar

Las tres grandes categorías que se establecen a la luz de esta óptica de parámetros de uso y aplicación, son:

- Estudios proyectivos, son estudios que básicamente son de corto plazo, de basan en datos numéricos y solo trabajan cuando el entorno es estable (así la variable oscile en sus valores). Lo usual es que extrapolen situaciones del pasado y del presente hacia el futuro, aunque existe la excepción de los modelos modernos denominados *AR.I.MA.* en las series temporales (que son capaces de detectar situaciones a futuro que no tienen relación con el pasado (que se obtienen de los residuos en las comparaciones correlacionales de los datos del pasado), al menos numéricamente).
- Estudios de turbulencia o transición, son muy útiles cuando el entorno inestable se vuelve estable o a la inversa.
- Estudios prospectivos, son metodologías de largo plazo, habitualmente combina muchos métodos, solo se deben usar en entornos cambiantes de orden inestable; trabajan casi siempre a partir de ideas.

Los métodos proyectivos se caracterizan por ser aplicaciones de corto plazo, se desarrollan en entornos estables aun cuando la variable oscile fuertemente alrededor de una media, son de orden probabilístico y en especial se definen por ser temporales, como su mismo nombre los describe. Lo normal es que intervengan pocas personas en sus desarrollos (por un lado, el (los) pronosticador (es) y por el otro el (los) experto (s) en el tema que se pronostica).

Los métodos proyectivos de series temporales, se basan exclusivamente en una extrapolación de los datos del presente y del pasado hacia el futuro, lo que denota que las causas que originan el comportamiento numérico en el pasado y en el presente, son los mismos⁴⁴ que patronean el comportamiento futuro. La temporalidad del corto plazo solo puede ser prolongada en ciertos eventos naturales como en la astronomía, donde lo más corriente es que el entorno permanece constante, con variaciones minúsculas o insignificantes.

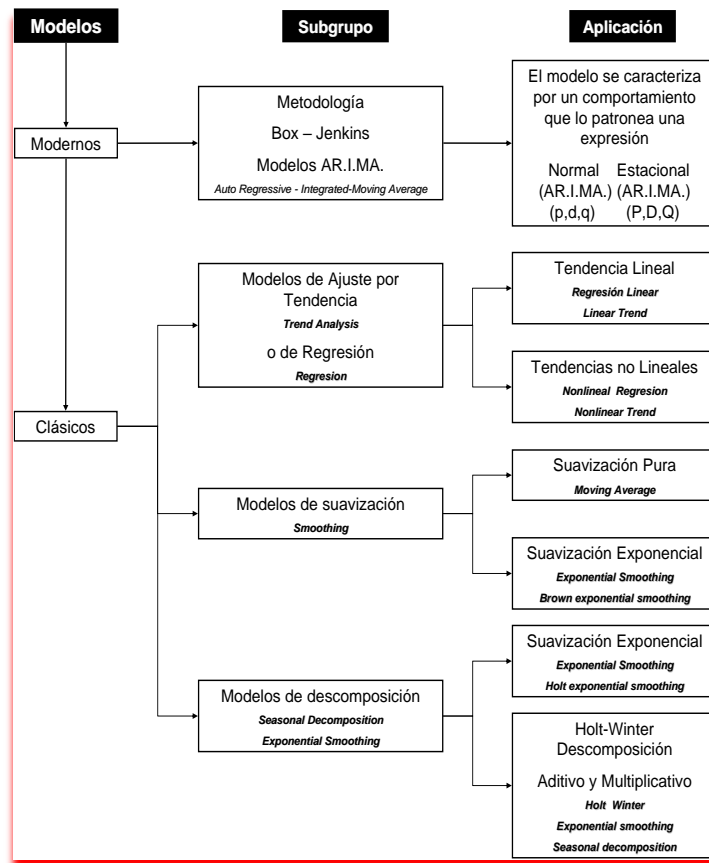
La estabilidad del entorno se refleja en la Hipótesis de que las pautas que determinan el estado futuro de la variable son las mismas del pasado y del presente, que solo presentan ciertas variaciones producto de las circunstancias del entorno, pero en todo caso pertenecientes a la variable en sí, estas oscilaciones se concretan en una primera división de los modelos de series temporales: unos de pauta fija que son determinísticos, donde el patrón o la estructura del pasado permanece en el futuro y los modelos modernos, donde los valores que se obtienen son la manifestación de procesos estocásticos con ciertas estructuras que permanecen

⁴⁴ Aunque se hace la observación de que pueden aparecer ciertos datos a futuro cuya causa, no necesariamente está originada exactamente en valores anteriores, esto es el caso de los componentes *MA* en los *AR.I.MA.s* sobre todo en el componente tradicional (no tanto en el estacional o temporal), por ejemplo un *AR.I.MA. (0,0,5)(0,0,0)* puede mostrar situaciones futuras aleatorias, no necesariamente extrapoladas del pasado. El comportamiento no basado en el pasado se puede originar en los errores que tratan de las medias móviles.

estables a futuro y que sus oscilaciones naturales pertenecen a la propia estructura de la serie evaluada.

Se puede definir una serie temporal, como un conjunto de datos obtenidos del análisis y de las observaciones de una variable discreta durante un lapso secuencial de tiempo, es importante recordar que existen datos no temporales, que son observaciones realizadas de una forma no hilada en el tiempo. En general se puede concretar que una serie temporal de datos es un conjunto de valores de una variable, asociados a otro grupo de instantes definidos de tiempo; lo que implica el estudio de dos variables, donde una de ellas es el tiempo y la otra representa el fenómeno que se desea pronosticar.

Ilustración 70 - Tipos, criterios y usos de los diferentes Modelos de Pronósticos



Fuente: (Mora, 2007c)

Otro punto importante, es que son los análisis de posición tendencial de los pronósticos, que permiten de alguna manera conocer y deducir situaciones futuras, al analizar los modelos y su posición jerárquica en las últimas proyecciones que se realizan, el análisis de la posición de los diferentes modelos de pronósticos, el cual

consiste en observar secuencialmente durante los últimos períodos que se evalúan, la ubicación de los diferentes modelos AR.I.MA. y de los distintos modelos clásicos, para asumir o conjeturar sobre cuáles son las futuras posiciones que pueden asumir, esta metodología se presenta como una ayuda complementaria.

4.3.2.1.2 Modelos AR.I.MA. - Metodología Box - Jenkins

Son de carácter general, esto denota que siempre existe uno de ellos que se adecua a cualquier serie temporal por más especial que esta sea; otro asunto es, si esta modelación de pronto no copia fielmente los valores reales del fenómeno evaluado; pero en todo caso se puede afirmar que siempre existe un modelo AR.I.MA., que es capaz de simular cualquier variable temporal.

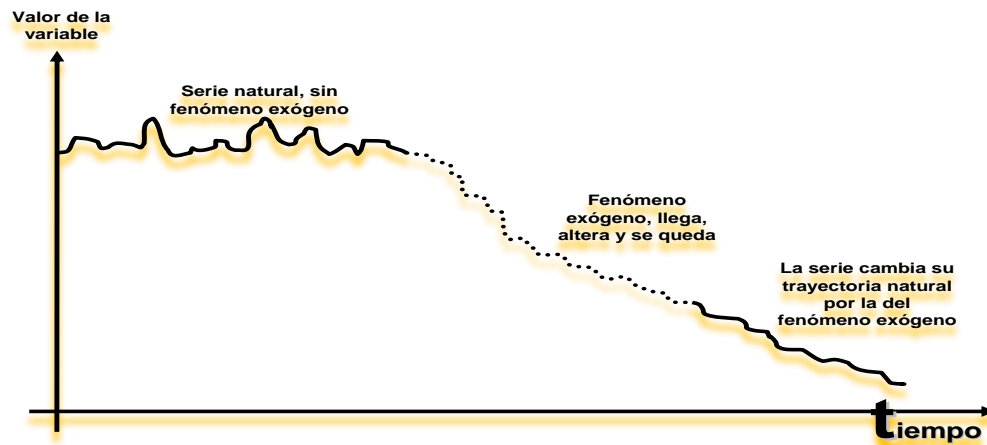
Desde el punto de vista de los procesos estocásticos, se puede afirmar que una serie temporal es una realización parcial de un proceso estocástico de parámetro de tiempo discreto.

4.3.2.1.3 Características de los AR.I.MA.

- Estocásticos: ya que se basan en estos procesos, no se les expresa en forma determinística con ecuaciones, sino con expresiones que involucran operadores.
- Pronósticos: los modelos modernos pueden lanzar pronósticos que estén en función neta del pasado, pero también pueden predecir hechos totalmente novedosos que muy poca o ninguna relación tengan con los eventos ya descritos del pasado; como también una combinación de los anteriores, pronósticos que por una parte dependan del pasado y por otra parte sean totalmente aleatorios.
- Fenómenos exógenos: estos se involucran, alteran la serie y pasan a formar parte de ella.
- Simple vista: no es factible predecir el comportamiento futuro de la serie con la simple observación humana, en los modelos modernos.

Los modelos *AR.I.MA.*, por su parte, muestran ante la presencia de fenómenos exógenos un cambio en su comportamiento, ya que adoptan en forma definitiva el perfil de este último.

Ilustración 71 - Fenómeno exógeno en un modelo AR.I.MA.



4.3.2.1.4 Descripción de los modelos AR.I.MA. (Modernos)

Así como los modelos clásicos tienen su inicio antes de 1950 y de ahí en adelante gozan de un gran desarrollo, específicamente los avances más notables se dan en los modelos Brown en 1950, en los Holt en 1952, en los Winters en 1960 y en los modelos de descomposición se sucede entre 1957 y 1961 (con Shiskin, del *Census Bureau* de los Estados Unidos de América); con la aparición de computadores más eficaces y mayor cantidad de aplicaciones estadísticas, ocurren varios desarrollos relevantes en todos los métodos existentes hasta ese momento, más sin embargo entre las décadas de 1950 y 1960 se busca la unificación e integración de todos estos avances, lo cual sucede gracias a que es puesta al servicio de la humanidad bajo la metodología de Box y Jenkins una técnica integradora, sus desarrolladores en 1976, involucran una práctica sistemática para el análisis de cualquier tipo de estructura de series de tiempo de una forma general, de donde se deduce que es un método genérico que sirve para analizar cualquier conjunto temporal de datos, con las estructuras y formas que posea, sea cual fueren.

4.3.2.1.5 Metodología Box - Jenkins

Nace en 1976 con la publicación del libro "*Time Series Analysis: Forecasting and Control*" de los autores G. E. P. Box, Profesor de la asignatura Estadística de la Universidad de Wisconsin (Estados Unidos de América) y del Profesor G. M. Jenkins de la Universidad de Lancaster (Inglaterra) de la materia Ingeniería de Sistemas; quienes generan un proceso novedoso en el análisis de series temporales en la realización de un trabajo sobre contaminación en la bahía de San Francisco (Estados Unidos), a fin de lograr mejores herramientas de procesos y control de pronósticos; el modelo que desarrollan alcanza un gran éxito y se constituye en la metodología conocida como Box – Jenkins de AR.I.MA.

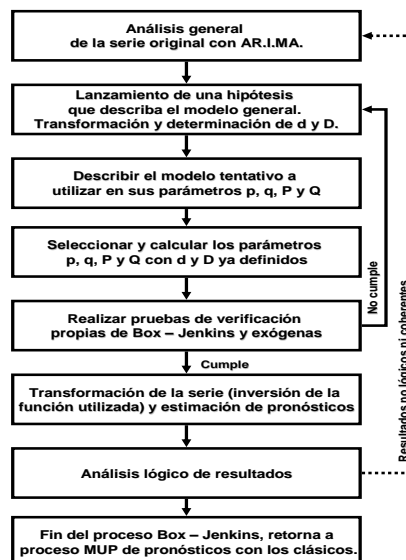
La metodología Box - Jenkins de pronósticos es bastante particular y muy diferente de la mayoría de los demás métodos de previsiones, ella no asume ningún patrón específico de los valores de la serie que se pronostica, utiliza un modelo basado en iteraciones que permite identificar el mejor modelo a partir de patrones de tipo general. El modelo se ajusta siempre y cuando los residuos entre el modelo real y el seleccionado sean bajos y se distribuyan de una forma aleatoria e independiente, a lo largo del tiempo; este proceso se repite sucesivamente hasta alcanzar el modelo que más se ajuste a estas especificaciones. Son especialmente apropiados para series estacionarias en media, denominación esta que se otorga a las series históricas cuyo promedio no varía significativamente a través del tiempo.

La selección del modelo apropiado se realiza mediante la comparación de la distribución de los coeficientes de auto correlación (simple) (ACF) y parcial (PACF) con los modelos teóricos que se presentan más adelante en la Ilustración definida como Diferentes correlogramas para identificar a p , q , P o Q .

La metodología Box – Jenkins se lleva a cabo en tres etapas:

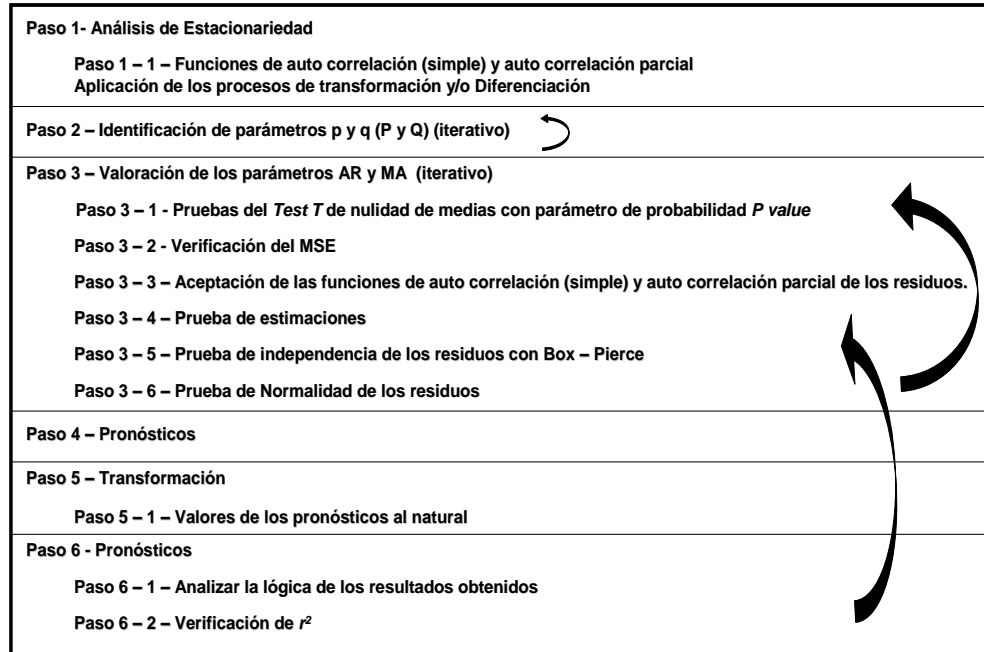
- Identificación del modelo
- Estimación del modelo y prueba de su ajuste
- Previsiones con el modelo ajustado que se selecciona.

Ilustración 72 - Metodología AR.I.MA. Box – Jenkins



Fuente: (Mora, 2007c)

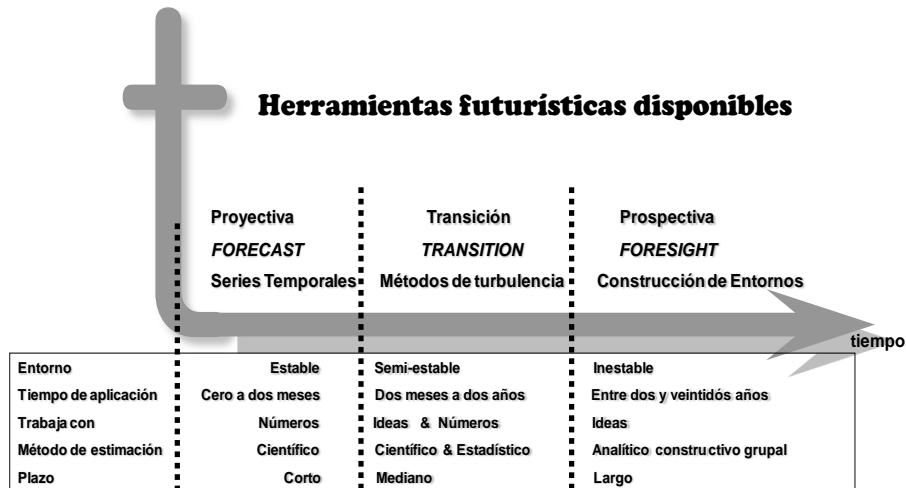
Ilustración 73 - Procesos generales de los modelos AR.I.MA., con metodología Box - Jenkins



Fuente: (Pronósticos de demanda e Inventarios - Métodos Futurísticos, 2007c) (Mora, 2007c)

El símbolo de flecha curva denota que es iterativo, o que puede regresar al paso anterior si no se cumplen las expectativas de esa sección en particular.

Ilustración 74 - Integralidad de métodos futurísticos actuales



4.3.3 Cálculo Pronósticos

Inicialmente se hacen para la Base de datos mensuales de 44 datos.

Ilustración 75 - Datos históricos (44) y futuros (12) de *MTBM_C MTRR MTBM_P M_P*

Tiempos mensuales promedios		Confiabilidad	Mantenibilidad	Confiabilidad	Mantenibilidad
		Correctivos	Correctivos	Preventivos Predictivos	Preventivos Predictivos
Ordinal	Dato de	Valor Minutos <i>MTBM_C</i> promedio mes	Valor Minutos <i>MTRR</i> promedio mes	Valor Minutos <i>MTBM_P</i> promedio mes	Valor Minutos <i>M_P</i> promedio mes
1	Mes 6 - Año 1	23.4150	0.7057	177.2458	2.7542
2	Mes 7 - Año 1	33.9754	1.4732	245.0000	4.0000
3	Mes 8 - Año 1	28.6473	2.4467	137.4528	2.9400
4	Mes 9 - Año 1	15.0870	2.4740	137.4528	2.9400
5	Mes 10 - Año 1	23.5939	1.2838	189.7958	1.4583
6	Mes 11 - Año 1	23.3071	2.4132	232.6167	1.7111
7	Mes 12 - Año 1	23.1531	1.5125	193.6667	1.6683
8	Mes 1 - Año 2	20.7395	2.2432	140.8500	1.7833
9	Mes 2 - Año 2	18.1119	2.8821	140.8500	1.7833
10	Mes 3 - Año 2	33.0600	8.0400	246.3333	2.6667
11	Mes 4 - Año 2	2.8167	27.2680	162.2500	8.4583
12	Mes 5 - Año 2	50.0964	2.7369	177.7917	7.1250
13	Mes 6 - Año 2	34.9708	2.5417	138.3000	1.6000
14	Mes 7 - Año 2	47.6964	3.0179	329.7833	7.1817
15	Mes 8 - Año 2	62.1394	5.2788	231.8667	1.7833
16	Mes 9 - Año 2	55.3359	1.7049	234.6278	9.9222
17	Mes 10 - Año 2	75.1200	1.8283	239.1000	0.5400
18	Mes 11 - Año 2	75.5646	8.3979	216.0111	11.6056
19	Mes 12 - Año 2	68.5106	2.3348	175.1167	0.4175
20	Mes 1 - Año 3	70.0917	2.4117	222.1944	1.8611
21	Mes 2 - Año 3	58.5417	3.4892	157.0375	3.8292
22	Mes 3 - Año 3	97.2071	2.0619	319.3083	4.6000
23	Mes 4 - Año 3	53.4705	3.4000	168.9125	1.4208
24	Mes 5 - Año 3	73.9130	6.3574	342.0417	1.5000
25	Mes 6 - Año 3	43.4067	3.6722	109.1972	8.5000
26	Mes 7 - Año 3	42.6865	2.4323	178.3000	2.1750
27	Mes 8 - Año 3	53.3571	2.2440	180.8250	2.0083
28	Mes 9 - Año 3	44.6944	2.4456	168.1917	8.5833
29	Mes 10 - Año 3	59.0319	1.3528	178.1542	2.5500
30	Mes 11 - Año 3	47.8990	1.3573	141.0367	0.7560
31	Mes 12 - Año 3	54.2486	2.2653	167.3875	2.1542
32	Mes 1 - Año 4	69.3712	2.2682	180.5667	12.3821
33	Mes 2 - Año 4	44.4893	1.9057	127.6033	1.1333
34	Mes 3 - Año 4	57.1194	3.2250	127.6033	1.1333
35	Mes 4 - Año 4	48.5143	3.1036	175.5042	5.1583
36	Mes 5 - Año 4	80.8417	2.6583	275.2000	3.1333
37	Mes 6 - Año 4	54.9154	2.5282	152.7875	2.9842
38	Mes 7 - Año 4	35.6767	8.9400	122.7933	11.8567
39	Mes 8 - Año 4	46.6436	11.5064	171.6667	17.3208
40	Mes 9 - Año 4	47.2615	8.0859	154.8083	13.9300
41	Mes 10 - Año 4	40.3256	1.3528	131.9167	6.5927
42	Mes 11 - Año 4	46.3722	8.7669	149.8833	8.1250
43	Mes 12 - Año 4	51.6692	8.7951	168.5333	6.9042
44	Mes 1 - Año 5	63.0350	7.3167	166.3792	10.2278

Pronósticos con Series Temporales

1	45	Mes 2 - Año 5	41.0289	5.5737	134.8320	8.2661
2	46	Mes 3 - Año 5	57.0215	7.4551	203.8058	9.5125
3	47	Mes 4 - Año 5	48.4111	6.4385	157.8815	3.8901
4	48	Mes 5 - Año 5	66.3430	4.4812	219.2881	17.5520
5	49	Mes 6 - Año 5	59.4963	3.4033	140.6674	3.2841
6	50	Mes 7 - Año 5	53.7076	10.9955	161.2988	15.1485
7	51	Mes 8 - Año 5	62.8430	4.7281	151.5206	3.7896
8	52	Mes 9 - Año 5	57.2111	4.9171	146.1330	15.3335
9	53	Mes 10 - Año 5	46.5176	5.3064	119.9987	3.9797
10	54	Mes 11 - Año 5	70.6719	7.4035	191.7638	6.1910
11	55	Mes 12 - Año 5	36.1338	12.4320	144.7829	7.7650
12	56	Mes 1 - Año 6	85.7214	7.7813	230.9612	8.1245
			Valor <i>MTBM_C</i>	Valor <i>MTRR</i>	Valor <i>MTBM_P</i>	Valor <i>M_P</i>

Ahora se hace para la base de datos compacta de datos puntuales finales (154) de cada parámetro.

Ilustración 76 - Datos históricos (154) futuros (12) $MTBM_C$ $MTTR$ $MTBM_P$ M_P

Valores puntuales	Confiabilidad	Mantenibilidad	Confiabilidad	Mantenibilidad
	Correctivos	Correctivos	Preventivos Predictivos	Preventivos Predictivos
Ordinal	Valor Minutos $MTBM_C$ dato puntal	Valor Minutos $MTTR$ dato puntal	Valor Minutos $MTBM_P$ dato puntal	Valor Minutos M_P dato puntal
1	32.83	1.45	92.08	3.18
2	2.80	3.35	157.25	1.83
3	221.93	1.22	66.00	3.00
4	66.07	0.83	186.62	3.00
5	50.67	0.83	101.38	7.00
6	0.20	1.80	447.00	2.00
7	74.15	1.07	175.80	3.00
8	92.22	1.45	164.52	2.18
9	19.95	0.97	156.37	6.35
10	14.20	1.33	120.68	0.27
11	25.75	2.73	87.77	0.57
12	0.23	1.30	119.58	5.33
13	0.42	0.78	371.00	5.33
14	21.43	3.57	67.47	1.17
15	151.83	5.45	96.03	2.33
16	3.80	3.35	224.68	1.72
17	75.97	2.05	260.32	0.62
18	165.18	1.13	126.25	0.42
19	40.68	6.02	311.28	0.72
20	120.20	2.78	105.50	4.00
21	37.15	2.07	281.83	1.67
22	21.05	11.62	123.78	1.67
23	0.78	3.13	135.52	1.15
24	52.20	1.33	163.25	2.42
25	8.08	1.73	295.72	2.42
26	8.50	0.70	194.28	2.00
27	40.42	2.78	249.00	3.00
28	1.37	0.63	387.50	3.00
29	80.83	2.45	140.33	2.00
30	195.72	2.43	101.50	3.00
31	53.87	1.15	19.67	2.00
32	64.20	2.68	254.95	26.83
33	160.68	6.45	194.72	3.00
34	27.03	2.95	187.95	2.00
35	35.15	1.07	73.55	2.00
36	12.90	6.77	143.82	21.50
37	2.38	3.53	285.68	1.00
38	1.55	0.98	119.77	2.00
39	0.88	2.95	95.23	3.00
40	2.22	4.42	47.00	1.00
41	159.83	4.98	259.25	1.00
42	72.93	0.23	400.32	7.18
43	92.60	1.90	461.25	7.18
44	160.73	1.98	160.35	1.45
45	98.33	1.97	74.00	1.95
46	89.73	2.85	246.02	1.95
47	0.35	7.57	144.47	0.97
48	35.92	2.52	313.40	0.17
49	4.40	1.58	210.42	28.63
50	93.58	1.08	376.97	0.28
51	63.38	4.90	129.92	0.67
52	47.18	5.12	515.52	0.67
53	134.43	3.07	77.67	20.83
54	48.72	3.82	54.85	2.83
55	118.99	5.35	369.92	11.15
56	33.37	0.13	182.25	0.50
57	53.73	2.98	98.33	0.83
58	25.90	1.13	49.97	0.17
59	11.67	2.18	393.33	0.17

59	11.67	2.18	393.33	0.17
60	2.35	2.57	145.75	2.58
61	48.58	0.68	127.50	1.50
62	3.40	0.75	198.30	1.50
63	122.25	1.08	194.02	3.60
64	113.00	4.00	176.75	6.22
65	1.47	13.00	59.08	2.75
66	40.30	4.03	491.38	2.75
67	47.78	16.65	147.23	4.60
68	16.37	13.13	191.90	4.60
69	4.73	4.98	286.50	1.57
70	68.90	5.13	117.92	1.65
71	54.67	9.18	79.33	1.47
72	48.35	5.57	512.58	1.00
73	39.58	8.68	171.50	1.00
74	7.07	2.08	241.33	2.00
75	38.25	5.08	153.15	5.73
76	14.72	4.23	82.85	1.85
77	10.48	9.80	137.65	3.63
78	29.48	13.97	22.97	4.80
79	60.22	18.57	17.23	4.12
80	33.03	10.95	306.83	30.87
81	46.15	5.07	211.28	2.53
82	26.22	12.45	113.83	0.08
83	88.77	14.53	81.25	3.17
84	32.02	13.13	180.92	2.92
85	39.88	14.95	229.90	1.07
86	125.22	5.42	175.28	4.47
87	15.33	2.98	137.20	1.25
88	35.77	4.90	194.75	1.25
89	63.62	5.88	206.73	3.45
90	6.82	5.98	208.13	0.15
91	33.33	9.88	63.15	2.72
92	41.48	43.45	232.02	28.02
93	66.05	16.73	209.17	0.97
94	63.03	8.95	199.08	0.92
95	93.15	7.07	72.35	0.13
96	62.30	3.37	379.38	8.18
97	58.27	9.93	112.02	1.80
98	23.02	6.23	144.88	0.97
99	29.90	4.93	23.53	0.75
100	40.22	18.42	45.37	0.13
101	48.33	3.87	359.08	0.13
102	37.60	5.18	138.20	2.80
103	3.00	5.50	94.17	1.47
104	48.05	1.92	78.10	1.52
105	56.82	13.02	147.18	2.83
106	34.17	1.88	315.08	11.65
107	4.48	4.62	184.97	1.97
108	169.87	10.92	75.03	0.27
109	76.37	5.62	262.13	35.65
110	39.13	7.08	118.03	0.83
111	23.98	7.85	188.73	1.07
112	33.27	1.77	42.68	1.33
113	40.50	13.75	26.43	1.30
114	32.12	3.83	125.70	1.30
115	6.22	5.30	317.62	2.43
116	22.88	3.32	226.88	6.45
117	37.60	5.18	31.82	6.77
118	21.00	5.50	327.50	4.98
119	6.48	5.87	361.53	1.98
120	101.00	65.68	136.57	2.52
121	4.47	13.00	253.18	4.90
122	40.30	1.03	206.50	3.82
123	47.78	16.65	94.62	2.98
124	38.37	15.13	56.85	2.57
125	16.73	18.98	175.80	2.57
126	92.90	3.13	161.03	16.65
127	54.67	14.82	166.00	9.18
128	48.35	5.57	57.20	5.08
129	39.58	8.68	53.93	9.80
130	27.07	2.08	194.08	18.57
131	45.25	2.08	188.75	14.53
132	87.43	4.03	184.20	5.42
133	53.03	8.95	119.63	5.88
134	3.15	8.07	124.27	43.45
135	55.80	2.87	228.92	8.95
136	136.77	14.53	122.35	9.93
137	32.02	13.13	143.70	18.42
138	63.88	14.95	101.97	18.42
	Valor MTBM_C	Valor MTTR	Valor MTBM_P	Valor M_P

	Valor MTBM_C	Valor MTTR	Valor MTBM_P	Valor M_P
137	32.02	13.13	143.70	18.42
138	63.88	14.95	101.97	18.42
139	77.22	5.42	298.07	10.92
140	63.33	21.02	113.27	7.85
141	11.77	4.90	69.83	3.83
142	39.62	5.88	76.45	5.18
143	6.82	5.98	159.80	5.18
144	40.87	2.35	137.00	16.65
145	160.43	6.28	186.67	3.13
146	116.70	5.28	116.07	8.68
147	164.50	6.73	160.63	4.03
148	51.80	1.85	252.25	2.87
149	84.77	18.53	188.83	14.95
150	6.02	3.13	72.42	4.90
151	16.88	3.95	282.42	4.90
152	5.22	5.42	218.15	6.73
153	5.33	13.98	114.75	18.53
154	18.70	6.97	50.20	5.42

Pronósticos con Series Temporales

1	155	39.1929	6.5517	192.0300	13.5884
2	156	37.1079	4.4513	160.0091	6.6626
3	157	61.3164	7.1591	137.6201	5.5741
4	158	43.9649	7.7693	161.3234	4.7928
5	159	54.9413	9.6708	160.4315	7.3830
6	160	66.7606	6.0311	159.4501	8.1467
7	161	52.3429	9.2131	187.4711	8.7640
8	162	56.2342	9.1996	163.0589	18.4421
9	163	49.7964	7.7854	142.0367	6.6265
10	164	36.8588	7.2870	164.7937	6.1281
11	165	33.0416	7.4574	156.8720	3.7833
12	166	56.3223	9.4643	191.7464	10.1885
		Valor MTBM_C	Valor MTTR	Valor MTBM_P	Valor M_P

Pronósticos con Series Temporales					
1	155	39.1929	6.5517	192.0300	13.5884
2	156	37.1079	4.4513	160.0091	6.6626
3	157	61.3164	7.1591	137.6201	5.5741
4	158	43.9649	7.7693	161.3234	4.7928
5	159	54.9413	9.6708	160.4315	7.3830
6	160	66.7606	6.0311	159.4501	8.1467
7	161	52.3429	9.2131	187.4711	8.7640
8	162	56.2342	9.1996	163.0589	18.4421
9	163	49.7964	7.7854	142.0367	6.6265
10	164	36.8588	7.2870	164.7937	6.1281
11	165	33.0416	7.4574	156.8720	3.7833
12	166	56.3223	9.4643	191.7464	10.1885
		Valor MTBM_C	Valor MTTR	Valor MTBM_P	Valor M_P

Fuente: elaboración propia con software Statgraphics y programa Excel ARIMora

4.3.4 Cálculos con CMD CMD++ y Weibull EAFIT

Para obtener los valores se usa más que todo el programa dinámico CMD++

Ilustración 77 - Resultados de Cálculos CMD de Base de 44 datos mensuales más 12 de Pronósticos

Confiabilidad - No Planeada (Correctiva)									
MTBM _c									
Dato Número	Función Distribución	Tiempo	Beta MTBM _c de Confiabilidad	η - Eta de Confiabilidad No Planeada MTBM _c	Alineación	Goodness of Fit	Cumple o no Bondad de Ajuste - Goodness of Fit	MTBM _c Calculado	Tiempo Confiabilidad Calculado MTBM _c
0		23.41							
1		33.98							
2	Weibull	28.65	5.18	30.98	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	28.50031498	28.50031498
3	Weibull	15.09	2.86	28.62	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	25.50716595	25.50716595
4	Weibull	23.59	3.34	27.91	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	25.04659652	25.04659652
5	Weibull	23.31	3.72	27.41	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	24.74331179	24.74331179
6	Weibull	23.15	4.04	27.04	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	24.52071293	24.52071293
7	Weibull	20.74	4.40	26.33	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	23.99995044	23.99995044
8	Weibull	18.11	4.51	25.54	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	23.31403956	23.31403956
9	Weibull	33.06	4.30	26.69	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	24.29515797	24.29515797
10	Weibull	2.82	1.43	28.13	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	25.54530344	25.54530344
11	Weibull	50.10	1.44	30.42	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	27.606079	27.606079
12	Weibull	34.97	1.49	31.35	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	28.33059299	28.33059299
13	Weibull	47.70	1.50	33.06	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	29.83565656	29.83565656
14	Weibull	62.14	1.49	35.47	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	32.04956922	32.04956922
15	Weibull	55.34	1.50	37.28	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	33.66086413	33.66086413
16	Weibull	75.12	1.47	39.96	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	36.1588274	36.1588274
17	Weibull	75.56	1.46	42.48	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	38.49236683	38.49236683
18	Weibull	68.51	1.46	44.44	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	40.26956701	40.26956701
19	Weibull	70.09	1.46	46.34	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	41.98029555	41.98029555
20	Weibull	58.54	1.48	47.50	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	42.95243858	42.95243858
21	Weibull	97.21	1.46	50.18	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	45.45112609	45.45112609
22	Weibull	53.47	1.49	50.83	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	45.9290785	45.9290785
23	Weibull	73.91	1.49	52.37	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	47.30404689	47.30404689
24	Weibull	43.41	1.53	52.34	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	47.14864579	47.14864579
25	Weibull	42.69	1.56	52.28	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	46.98316247	46.98316247
26	Weibull	53.36	1.59	52.74	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	47.32627709	47.32627709
27	Weibull	44.69	1.62	52.77	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	47.26583195	47.26583195
28	Weibull	59.03	1.64	53.41	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	47.79482962	47.79482962
29	Weibull	47.90	1.66	53.55	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	47.85851029	47.85851029
30	Weibull	54.25	1.68	53.94	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	48.16495958	48.16495958
31	Weibull	69.37	1.69	54.84	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	48.94773169	48.94773169
32	Weibull	44.49	1.72	54.78	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	48.83517954	48.83517954
33	Weibull	57.12	1.74	55.19	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	49.17504482	49.17504482
34	Weibull	48.51428571	1.76	55.27	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	49.20929181	49.20929181
35	Weibull	80.84166667	1.76	56.34	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	50.15327177	50.15327177
36	Weibull	54.91538462	1.78	56.61	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	50.36141879	50.36141879
37	Weibull	35.67666667	1.81	56.13	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	49.90383869	49.90383869
38	Weibull	46.64358974	1.83	56.11	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	49.85169548	49.85169548
39	Weibull	47.26153846	1.86	56.10	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	49.82432243	49.82432243
40	Weibull	40.32555556	1.88	55.85	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	49.57374972	49.57374972
41	Weibull	46.37222222	1.90	55.82	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	49.53032443	49.53032443
42	Weibull	51.66923077	1.92	55.95	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	49.63226124	49.63226124
43	Weibull	63.035	1.93	56.37	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	49.99695955	49.99695955
44	Weibull	41.02886556	1.96	56.15	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	49.78771798	49.78771798
45	Weibull	57.02152522	1.97	56.40	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	50.00082557	50.00082557
46	Weibull	48.41	1.99	56.42	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	50.00332053	50.00332053
47	Weibull	66.34	2.00	56.86	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	50.3941026	50.3941026
48	Weibull	59.50	2.02	57.14	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	50.63227693	50.63227693
49	Weibull	53.71	2.03	57.27	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	50.73999217	50.73999217
50	Weibull	62.84	2.04	57.60	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	51.02730298	51.02730298
51	Weibull	57.21	2.06	57.79	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	51.1952548	51.1952548
52	Weibull	46.52	2.08	57.72	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	51.12582719	51.12582719
53	Weibull	70.67	2.08	58.17	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	51.52742102	51.52742102
54	Weibull	36.13	2.11	57.80	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	51.19615571	51.19615571
55	Weibull	85.72	2.11	58.50	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	51.81569812	51.81569812

Mantenibilidad - No Planeada (Correctiva)

MTTR									
Dato Número	Función Distribución	Tiempo	βeta MTTR de Mantenibilidad	η - Eta de Mantenibilidad No Planeada MTTR	Alineación	Goodness of Fit	Cumple o no Bondad de Ajuste - Goodness of Fit	MTTR Calculado	Tiempo Mantenibilidad Calculado MTTR
0		0.71							
1		1.47							
2	Weibull	2.45	1.54	1.84	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	1.652878741	1.652878741
3	Weibull	2.47	1.64	2.12	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	1.895416876	1.895416876
4	Weibull	1.28	1.95	1.95	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	1.733152109	1.733152109
5	Weibull	2.41	2.03	2.10	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	1.861158686	1.861158686
6	Weibull	1.51	2.26	2.03	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	1.798694576	1.798694576
7	Weibull	2.24	2.38	2.10	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	1.857225057	1.857225057
8	Weibull	2.88	2.38	2.23	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	1.974778044	1.974778044
9	Weibull	8.04	1.62	2.87	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.572763613	2.572763613
10	Weibull	27.27	0.98	4.49	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.52447275	4.52447275
11	Weibull	2.74	1.03	4.40	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.344480345	4.344480345
12	Weibull	2.54	1.08	4.32	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.197274944	4.197274944
13	Weibull	3.02	1.13	4.27	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.092623373	4.092623373
14	Weibull	5.28	1.18	4.38	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.135174789	4.135174789
15	Weibull	1.70	1.21	4.22	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.95945731	3.95945731
16	Weibull	1.83	1.23	4.09	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.821134526	3.821134526
17	Weibull	8.40	1.24	4.36	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.073024814	4.073024814
18	Weibull	2.33	1.26	4.28	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.979634252	3.979634252
19	Weibull	2.41	1.29	4.22	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.90283493	3.90283493
20	Weibull	3.49	1.33	4.21	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.86916781	3.86916781
21	Weibull	2.06	1.35	4.13	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.783668189	3.783668189
22	Weibull	3.40	1.39	4.12	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.758586482	3.758586482
23	Weibull	6.36	1.42	4.24	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.860346908	3.860346908
24	Weibull	3.67	1.45	4.24	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.845973113	3.845973113
25	Weibull	2.43	1.48	4.19	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.793744741	3.793744741
26	Weibull	2.24	1.49	4.14	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.737391924	3.737391924
27	Weibull	2.45	1.51	4.10	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.69449593	3.69449593
28	Weibull	1.35	1.52	3.99	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.598897555	3.598897555
29	Weibull	1.36	1.52	3.90	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.514454269	3.514454269
30	Weibull	2.27	1.54	3.86	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.475510287	3.475510287
31	Weibull	2.27	1.55	3.83	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.439704242	3.439704242
32	Weibull	1.91	1.57	3.78	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.391243125	3.391243125
33	Weibull	3.22	1.60	3.77	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.383395616	3.383395616
34	Weibull	3.103571429	1.63	3.77	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.373775496	3.373775496
35	Weibull	2.658333333	1.65	3.75	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.354748343	3.354748343
36	Weibull	2.528205128	1.67	3.73	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.334278396	3.334278396
37	Weibull	8.94	1.63	3.88	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.477701225	3.477701225
38	Weibull	11.50641026	1.56	4.09	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.674330059	3.674330059
39	Weibull	8.085897436	1.55	4.21	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.783596225	3.783596225
40	Weibull	1.352777778	1.55	4.13	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.717343868	3.717343868
41	Weibull	8.766944444	1.53	4.26	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.837490792	3.837490792
42	Weibull	8.795128205	1.52	4.39	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.953963894	3.953963894
43	Weibull	7.316666667	1.52	4.47	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.030875141	4.030875141
44	Weibull	5.57373064	1.54	4.51	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.062243216	4.062243216
45	Weibull	7.4550636	1.54	4.60	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.137849349	4.137849349
46	Weibull	6.44	1.55	4.66	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.187131732	4.187131732
47	Weibull	4.48	1.57	4.67	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.189197764	4.189197764
48	Weibull	3.40	1.59	4.65	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.169977403	4.169977403
49	Weibull	11.00	1.57	4.79	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.303693287	4.303693287
50	Weibull	4.73	1.59	4.80	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.309019034	4.309019034
51	Weibull	4.92	1.61	4.82	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.318622679	4.318622679
52	Weibull	5.31	1.62	4.84	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.336381768	4.336381768
53	Weibull	7.40	1.63	4.91	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.395623602	4.395623602
54	Weibull	12.43	1.60	5.06	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.535380783	4.535380783
55	Weibull	7.78	1.60	5.13	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.596508956	4.596508956

Confiabilidad - Planeada (Preventiva y/o Predictiva)									
MTBM _p									
Dato Número	Función Distribución	Tiempo	beta MTBM _p de Confiabilidad	η - Eta de Confiabilidad Planeada MTBM _p	Alineación	Goodness of Fit	Cumple o no Bondad de Ajuste - Goodness of Fit	MTBM _p Calculado	Tiempo Confiabilidad Calculado MTBM _p
0		177.246							
1		245.000							
2	Weibull	137.453	3.30	208.49	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	187.0050429	187.0050429
3	Weibull	137.453	3.27	195.90	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	175.6360531	175.6360531
4	Weibull	189.796	3.95	196.06	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	177.5907139	177.5907139
5	Weibull	232.617	4.04	205.86	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	186.7122752	186.7122752
6	Weibull	193.667	4.52	205.36	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	187.4590637	187.4590637
7	Weibull	140.850	4.40	199.55	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	181.8763019	181.8763019
8	Weibull	140.850	4.34	195.04	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	177.6128777	177.6128777
9	Weibull	246.333	4.18	203.19	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	184.6252767	184.6252767
10	Weibull	162.250	4.42	200.13	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	182.4416791	182.4416791
11	Weibull	177.792	4.70	198.84	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	181.9236525	181.9236525
12	Weibull	138.300	4.59	195.71	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	178.8025347	178.8025347
13	Weibull	329.783	3.72	210.58	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	190.09903	190.09903
14	Weibull	231.867	3.84	213.16	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	192.7557255	192.7557255
15	Weibull	234.628	3.93	215.68	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	195.3103004	195.3103004
16	Weibull	239.100	4.01	218.26	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	197.8664155	197.8664155
17	Weibull	216.011	4.16	218.81	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	198.7740386	198.7740386
18	Weibull	175.117	4.28	217.01	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	197.4645923	197.4645923
19	Weibull	222.194	4.40	217.98	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	198.6555583	198.6555583
20	Weibull	157.038	4.44	215.70	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	196.6768833	196.6768833
21	Weibull	319.308	4.15	222.75	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	202.3237973	202.3237973
22	Weibull	168.913	4.22	220.93	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	200.8599655	200.8599655
23	Weibull	342.042	3.93	228.46	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	206.857016	206.857016
24	Weibull	109.197	3.78	224.27	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	202.6501431	202.6501431
25	Weibull	178.300	3.86	222.98	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	201.6967854	201.6967854
26	Weibull	180.825	3.93	221.87	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	200.9113099	200.9113099
27	Weibull	168.192	3.98	220.43	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	199.754687	199.754687
28	Weibull	178.154	4.05	219.43	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	199.0210701	199.0210701
29	Weibull	141.037	4.02	217.45	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	197.1504616	197.1504616
30	Weibull	167.387	4.06	216.27	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	196.2101076	196.2101076
31	Weibull	180.567	4.13	215.55	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	195.7259041	195.7259041
32	Weibull	127.603	4.08	213.38	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	193.6295857	193.6295857
33	Weibull	127.603	4.03	211.40	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	191.7008957	191.7008957
34	Weibull	175.504	4.09	210.73	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	191.2459531	191.2459531
35	Weibull	275.200	4.05	213.39	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	193.5550072	193.5550072
36	Weibull	152.788	4.07	212.13	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	192.4714633	192.4714633
37	Weibull	122.793	4.02	210.26	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	190.6300103	190.6300103
38	Weibull	171.667	4.07	209.59	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	190.1512851	190.1512851
39	Weibull	154.808	4.09	208.56	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	189.2851264	189.2851264
40	Weibull	131.917	4.07	207.14	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	187.9230441	187.9230441
41	Weibull	149.883	4.08	206.11	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	187.0421012	187.0421012
42	Weibull	168.533	4.13	205.52	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	186.6208546	186.6208546
43	Weibull	166.379	4.17	204.92	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	186.1733461	186.1733461
44	Weibull	134.832	4.15	203.75	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	185.0726378	185.0726378
45	Weibull	203.806	4.21	203.99	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	185.4358365	185.4358365
46	Weibull	157.881	4.24	203.28	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	184.8655558	184.8655558
47	Weibull	219.288	4.28	203.91	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	185.5461342	185.5461342
48	Weibull	140.667	4.27	202.97	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	184.6686439	184.6686439
49	Weibull	161.299	4.31	202.38	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	184.2139986	184.2139986
50	Weibull	151.521	4.32	201.65	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	183.5956761	183.5956761
51	Weibull	146.133	4.33	200.87	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	182.9045379	182.9045379
52	Weibull	119.999	4.30	199.63	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	181.6941528	181.6941528
53	Weibull	191.764	4.35	199.67	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	181.85348	181.85348
54	Weibull	144.783	4.36	198.94	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	181.2076229	181.2076229
55	Weibull	230.961	4.37	199.86	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	182.0741386	182.0741386

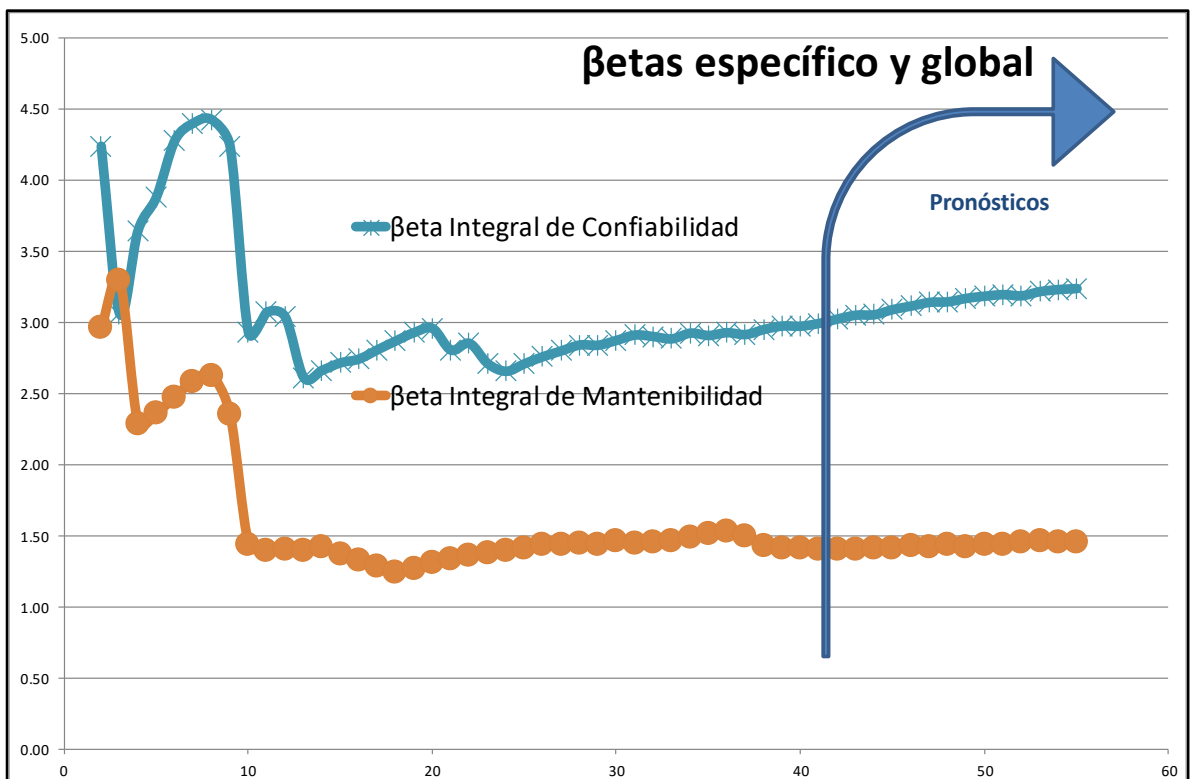
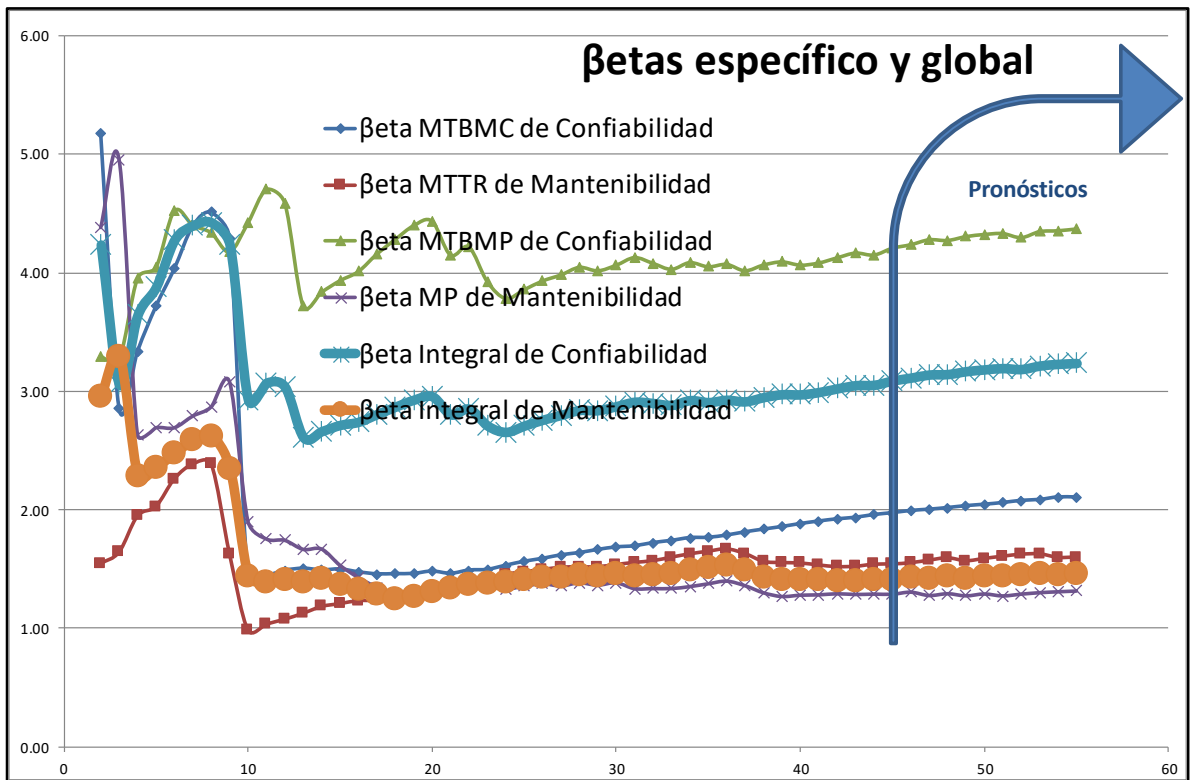
Mantenibilidad - Planeada (Preventiva y/o Correctiva)									
M_p									
Dato Número	Función Distribución	Tiempo	β de M_p de Mantenibilidad	η - Eta de Mantenibilidad Planeada M_p	Alineación	Goodness of Fit	Cumple o no Bondad de Ajuste - Goodness of Fit	M_p Calculado	Tiempo Mantenibilidad Calculado M_p
0		2.75							
1		4.00							
2	Weibull	2.94	4.38	3.54	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.22503072	3.22503072
3	Weibull	2.94	4.95	3.44	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.156902501	3.156902501
4	Weibull	1.46	2.63	3.23	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.872429222	2.872429222
5	Weibull	1.71	2.69	3.00	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.665074351	2.665074351
6	Weibull	1.67	2.69	2.84	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.524172668	2.524172668
7	Weibull	1.78	2.79	2.73	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.430692419	2.430692419
8	Weibull	1.78	2.87	2.65	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.361146286	2.361146286
9	Weibull	2.67	3.08	2.67	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.386714794	2.386714794
10	Weibull	8.46	1.90	3.35	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.972986504	2.972986504
11	Weibull	7.13	1.75	3.74	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.334191419	3.334191419
12	Weibull	1.60	1.74	3.60	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.208943824	3.208943824
13	Weibull	7.18	1.67	3.93	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.50927518	3.50927518
14	Weibull	1.78	1.67	3.81	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.403276541	3.403276541
15	Weibull	9.92	1.53	4.25	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.829713142	3.829713142
16	Weibull	0.54	1.43	3.95	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.587627422	3.587627422
17	Weibull	11.61	1.34	4.39	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.03128355	4.03128355
18	Weibull	0.42	1.23	4.11	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.84176846	3.84176846
19	Weibull	1.86	1.26	4.01	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.73048269	3.73048269
20	Weibull	3.83	1.30	4.04	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.731288719	3.731288719
21	Weibull	4.60	1.33	4.10	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.77305399	3.77305399
22	Weibull	1.42	1.34	3.98	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.650798926	3.650798926
23	Weibull	1.50	1.35	3.87	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.54977312	3.54977312
24	Weibull	8.50	1.33	4.09	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.758333622	3.758333622
25	Weibull	2.17	1.36	4.03	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.688017819	3.688017819
26	Weibull	2.01	1.38	3.96	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.619332451	3.619332451
27	Weibull	8.58	1.36	4.16	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.806164157	3.806164157
28	Weibull	2.55	1.38	4.11	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.755873025	3.755873025
29	Weibull	0.76	1.36	3.96	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.628660294	3.628660294
30	Weibull	2.15	1.39	3.92	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.57577344	3.57577344
31	Weibull	12.38	1.34	4.17	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.836101783	3.836101783
32	Weibull	1.13	1.34	4.06	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.733762215	3.733762215
33	Weibull	1.13	1.34	3.96	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.641686331	3.641686331
34	Weibull	5.158333333	1.35	4.02	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.687092446	3.687092446
35	Weibull	3.133333333	1.38	4.01	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.667914189	3.667914189
36	Weibull	2.984166667	1.40	4.00	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.646471243	3.646471243
37	Weibull	11.85666667	1.36	4.21	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.85373559	3.85373559
38	Weibull	17.32083333	1.30	4.49	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.1511041	4.1511041
39	Weibull	13.99	1.27	4.72	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.385373079	4.385373079
40	Weibull	6.592666667	1.28	4.80	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.445121021	4.445121021
41	Weibull	8.125	1.28	4.91	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.542919975	4.542919975
42	Weibull	6.904166667	1.29	4.98	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.60587405	4.60587405
43	Weibull	10.22777778	1.29	5.12	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.743624275	4.743624275
44	Weibull	8.2660875	1.29	5.23	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.83386563	4.83386563
45	Weibull	9.5124664	1.29	5.35	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.948170713	4.948170713
46	Weibull	3.89	1.31	5.33	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.918919343	4.918919343
47	Weibull	17.55	1.28	5.57	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.160982158	5.160982158
48	Weibull	3.28	1.29	5.53	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.113329789	5.113329789
49	Weibull	15.15	1.28	5.73	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.3108974	5.3108974
50	Weibull	3.79	1.29	5.70	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.273568691	5.273568691
51	Weibull	15.33	1.27	5.89	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.465699278	5.465699278
52	Weibull	3.98	1.29	5.87	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.430870603	5.430870603
53	Weibull	6.19	1.30	5.90	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.447873894	5.447873894
54	Weibull	7.76	1.31	5.96	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.498903593	5.498903593
55	Weibull	8.12	1.32	6.03	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.555829839	5.555829839

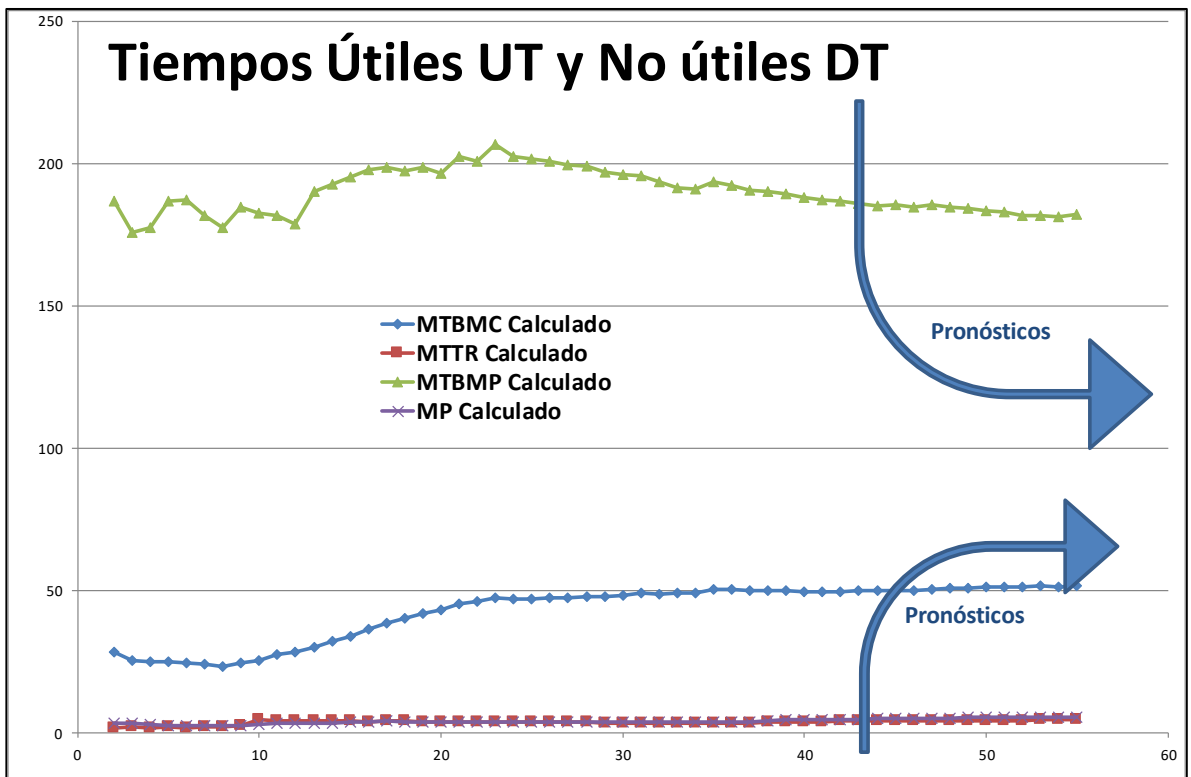
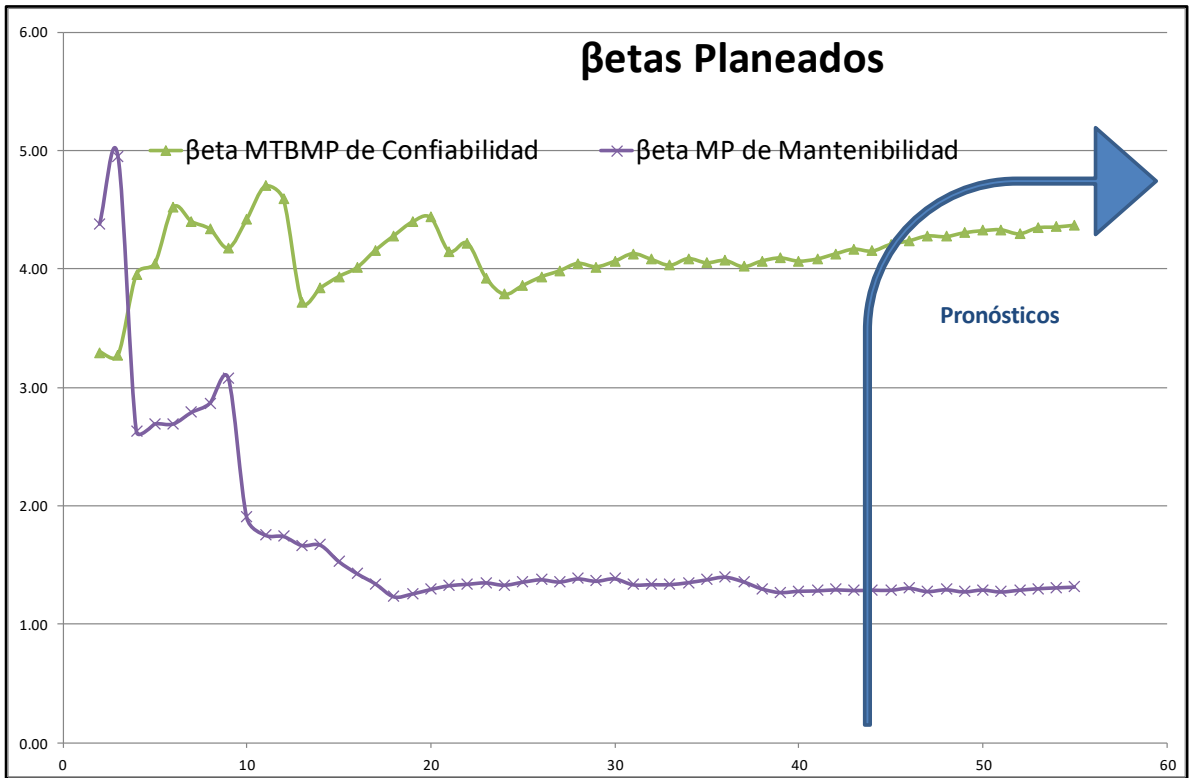
Confiabilidad Integral					
MTBM					
Mes	Tiempo	Beta Integral de Confiabilidad	η - Eta de Confiabilidad Integral	Confiabilidad calculada fórmula estándar MTBM	Tiempo Integral de Confiabilidad Calculado MTBM
0	100.33				
1	139.49				
2	83.05	4.24	119.73	24.73	108.885906
3	76.27	3.06	112.26	22.27	100.3388738
4	106.69	3.65	111.98	21.95	100.9770812
5	127.96	3.88	116.64	21.85	105.5391083
6	108.41	4.28	116.20	21.68	105.7318655
7	80.79	4.40	112.94	21.20	102.9366582
8	79.48	4.43	110.29	20.61	100.5530436
9	139.70	4.24	114.94	21.47	104.5250186
10	82.53	2.93	114.13	22.41	101.8048159
11	113.94	3.07	114.63	23.97	102.4750748
12	86.64	3.04	113.53	24.46	101.4351198
13	188.74	2.61	121.82	25.79	108.2166348
14	147.00	2.66	124.31	27.48	110.5005664
15	144.98	2.72	126.48	28.71	112.4982805
16	157.11	2.74	129.11	30.57	114.8789988
17	145.79	2.81	130.64	32.25	116.343833
18	121.81	2.87	130.72	33.45	116.5160602
19	146.14	2.93	132.16	34.66	117.8928149
20	107.79	2.96	131.60	35.25	117.4419384
21	208.26	2.81	136.46	37.11	121.5208595
22	111.19	2.85	135.88	37.38	121.0794955
23	207.98	2.71	140.42	38.50	124.8858243
24	76.30	2.61	138.31	38.25	122.9290977
25	110.49	2.71	137.63	38.11	122.4075888
26	117.09	2.76	137.31	38.30	122.1999639
27	106.44	2.80	136.60	38.22	121.6365456
28	118.59	2.84	136.42	38.54	121.5429434
29	94.47	2.84	135.50	38.51	120.7243443
30	110.82	2.87	135.11	38.67	120.4308511
31	124.97	2.91	135.19	39.16	120.5710076
32	86.05	2.90	134.08	39.00	119.5571741
33	92.36	2.88	133.30	39.14	118.835571
34	112.01	2.92	133.00	39.14	118.6407842
35	178.02	2.91	134.86	39.83	120.2700419
36	103.85	2.93	134.37	39.92	119.8626182
37	79.23	2.91	133.20	39.55	118.7949919
38	109.16	2.95	132.85	39.50	118.5442441
39	101.03	2.97	132.33	39.44	118.1236123
40	86.12	2.97	131.49	39.23	117.378241
41	98.13	2.99	130.97	39.16	116.9383118
42	110.10	3.02	130.74	39.21	116.7873756
43	114.71	3.05	130.64	39.41	116.7507065
44	87.93	3.05	129.95	39.23	116.1381818
45	130.41	3.09	130.20	39.38	116.4200359
46	103.15	3.11	129.85	39.36	116.1511136
47	142.82	3.14	130.39	39.63	116.6798454
48	100.08	3.14	130.05	39.74	116.3893334
49	107.50	3.17	129.82	39.78	116.2227735
50	107.18	3.18	129.62	39.93	116.0705581
51	101.67	3.20	129.33	40.00	115.8276328
52	83.26	3.19	128.68	39.90	115.2270742
53	131.22	3.22	128.92	40.15	115.4996678
54	90.46	3.23	128.37	39.92	115.0327635
55	158.34	3.24	129.18	40.34	115.766758

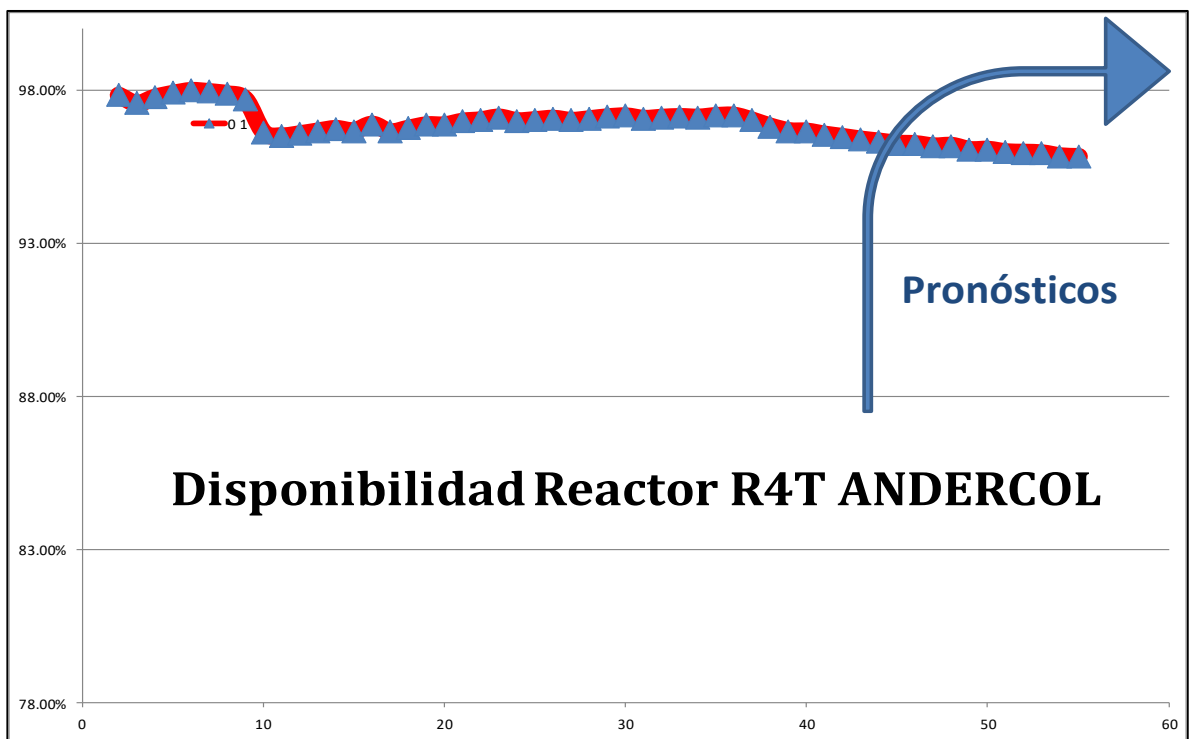
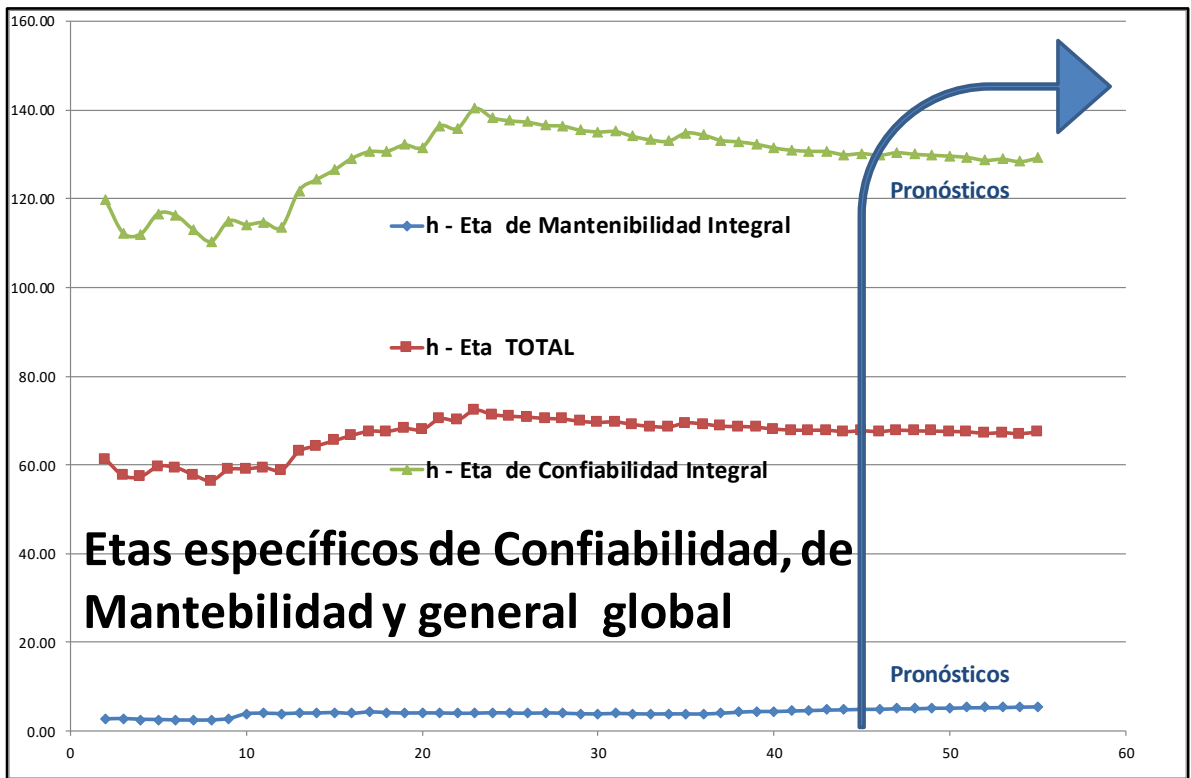
Mantenibilidad Integral					
\bar{M}					
Dato Número	Tiempo	Beta Integral de Mantenibilidad	η - Eta de Mantenibilidad Integral	Mantenibilidad calculada fórmula estándar M'	Tiempo Integral de Mantenibilidad M
0	1.73				
1	2.74				
2	2.69	2.96	2.69	1.86	2.399282231
3	2.71	3.30	2.78	2.06	2.493125334
4	1.37	2.29	2.59	1.87	2.297621118
5	2.06	2.36	2.55	1.96	2.258834236
6	1.59	2.48	2.43	1.88	2.159710462
7	2.01	2.59	2.41	1.92	2.142662199
8	2.33	2.63	2.44	2.02	2.166585175
9	5.35	2.35	2.77	2.55	2.456066774
10	17.86	1.44	3.92	4.33	3.558243422
11	4.93	1.39	4.07	4.21	3.715854935
12	2.07	1.41	3.96	4.06	3.605198421
13	5.10	1.40	4.10	4.01	3.738677956
14	3.53	1.43	4.09	4.03	3.721276404
15	5.81	1.37	4.23	3.94	3.873030757
16	1.18	1.33	4.02	3.79	3.694886295
17	10.00	1.29	4.38	4.07	4.040985979
18	1.38	1.25	4.20	3.96	3.910650893
19	2.14	1.27	4.11	3.87	3.816639517
20	3.66	1.31	4.12	3.84	3.800105277
21	3.33	1.34	4.12	3.78	3.778219195
22	2.41	1.37	4.05	3.74	3.704326943
23	3.93	1.38	4.06	3.80	3.704932838
24	6.09	1.39	4.17	3.83	3.799861945
25	2.30	1.42	4.11	3.77	3.738885482
26	2.13	1.44	4.05	3.71	3.67671441
27	5.51	1.44	4.13	3.72	3.74629226
28	1.95	1.45	4.05	3.63	3.674440509
29	1.06	1.44	3.93	3.54	3.567840637
30	2.21	1.46	3.89	3.50	3.522308941
31	7.33	1.44	4.00	3.52	3.628961214
32	1.52	1.45	3.92	3.46	3.553258451
33	2.18	1.47	3.87	3.44	3.502158738
34	4.13	1.49	3.90	3.44	3.519555641
35	2.90	1.51	3.88	3.42	3.501311659
36	2.76	1.53	3.87	3.40	3.481199349
37	10.40	1.49	4.05	3.56	3.65471053
38	14.41	1.43	4.29	3.77	3.898551702
39	11.01	1.41	4.47	3.91	4.065580016
40	3.97	1.41	4.47	3.87	4.063274184
41	8.45	1.41	4.58	3.99	4.173959895
42	7.85	1.41	4.68	4.09	4.266199933
43	8.77	1.40	4.80	4.18	4.371828505
44	6.92	1.41	4.87	4.23	4.43095959
45	8.48	1.41	4.97	4.31	4.52501953
46	5.16	1.43	4.99	4.34	4.537084606
47	11.02	1.43	5.12	4.40	4.650437521
48	3.34	1.44	5.09	4.37	4.618013216
49	13.07	1.42	5.26	4.52	4.782019878
50	4.26	1.44	5.25	4.52	4.767108047
51	10.13	1.44	5.36	4.57	4.860890823
52	4.64	1.46	5.36	4.58	4.854010758
53	6.80	1.46	5.40	4.63	4.894388339
54	10.10	1.45	5.51	4.75	4.994544354
55	7.95	1.46	5.58	4.81	5.054243894

TOTAL				
Dato Número	Tiempo	βeta TOTAL	η - Eta TOTAL	Tiempos Totales
0	51.03			
1	71.11			
2	42.87	3.60	61.21	55.15739621
3	39.49	3.18	57.52	51.50271705
4	54.03	2.97	57.29	51.13208899
5	65.01	3.12	59.59	53.309994
6	55.00	3.38	59.32	53.27106281
7	41.40	3.49	57.68	51.89085434
8	40.91	3.53	56.37	50.73469542
9	72.53	3.29	58.86	52.78962502
10	50.20	2.19	59.02	52.27242925
11	59.44	2.23	59.35	52.56877031
12	44.35	2.22	58.74	52.02792936
13	96.92	2.00	62.96	55.79499494
14	75.27	2.04	64.20	56.88015529
15	75.40	2.04	65.36	57.90149509
16	79.15	2.04	66.56	58.97461134
17	77.89	2.05	67.51	59.80765578
18	61.59	2.06	67.46	59.76023441
19	74.14	2.10	68.14	60.34786
20	55.72	2.14	67.86	60.0991458
21	105.79	2.07	70.29	62.26056087
22	56.80	2.11	69.96	61.96349154
23	105.95	2.05	72.24	63.99541314
24	41.19	2.02	71.24	63.11912884
25	56.40	2.06	70.87	62.77848406
26	59.61	2.10	70.68	62.60023163
27	55.98	2.12	70.36	62.31744092
28	60.27	2.15	70.24	62.20146783
29	47.76	2.14	69.72	61.74248366
30	56.51	2.17	69.50	61.54822411
31	66.15	2.18	69.60	61.63590754
32	43.78	2.18	69.00	61.10592467
33	47.27	2.18	68.58	60.73825197
34	58.07	2.21	68.45	60.62177665
35	90.46	2.21	69.37	61.43922256
36	53.30	2.23	69.12	61.21564482
37	44.82	2.20	68.62	60.77341406
38	61.78	2.19	68.57	60.72628336
39	56.02	2.19	68.40	60.57426755
40	45.05	2.19	67.98	60.20306712
41	53.29	2.20	67.77	60.02323571
42	58.98	2.21	67.71	59.96768146
43	61.74	2.23	67.72	59.979232
44	47.43	2.23	67.41	59.70535047
45	69.45	2.25	67.59	59.86292294
46	54.16	2.27	67.42	59.72223348
47	76.92	2.28	67.75	60.01869577
48	51.71	2.29	67.57	59.86085219
49	60.29	2.30	67.54	59.83445887
50	55.72	2.31	67.44	59.74796047
51	55.90	2.32	67.34	59.66622012
52	43.95	2.32	67.02	59.37756368
53	69.01	2.34	67.16	59.51494689
54	50.28	2.34	66.94	59.31899398
55	83.15	2.35	67.38	59.70812561

Dato Número	Disponibilidad Total
0	
1	
2	97.84%
3	97.58%
4	97.78%
5	97.90%
6	98.00%
7	97.96%
8	97.89%
9	97.70%
10	96.62%
11	96.50%
12	96.57%
13	96.66%
14	96.74%
15	96.67%
16	96.88%
17	96.64%
18	96.75%
19	96.86%
20	96.87%
21	96.98%
22	97.03%
23	97.12%
24	97.00%
25	97.04%
26	97.08%
27	97.01%
28	97.07%
29	97.13%
30	97.16%
31	97.08%
32	97.11%
33	97.14%
34	97.12%
35	97.17%
36	97.18%
37	97.02%
38	96.82%
39	96.67%
40	96.65%
41	96.55%
42	96.48%
43	96.39%
44	96.32%
45	96.26%
46	96.24%
47	96.17%
48	96.18%
49	96.05%
50	96.05%
51	95.97%
52	95.96%
53	95.93%
54	95.84%
55	95.82%







Fuente : elaboración propia con programa y datos de CMD++ adjunto



Si da doble clic en el icono se le abre programa de cálculos en Excel

4.3.4.1 Análisis de Base de datos mensual de 44 datos más 12 pronósticos

Los β etas correctivos, se ven superiores a uno, eso implica que se deben revisar y afianzar más las técnicas de análisis de fallas, para poder erradicar las fallas, es muy preocupante que los dos tiempos útiles pronosticados $MTBM_C$ y $MTBM_P$ tienden a la baja, en especial está muy grave lo correctivo, cada vez que intervienen la máquina al poco tiempo vuelve a fallar, se deben intervenir seriamente las técnicas correctivas usadas y en especial la planeación y programación del preventivo, que debe ser independiente y no depender de la paradas de producción, por antonomasia el mantenimiento proactivo paleando preventivo es independiente, de otras cosas y de fenómenos como la producción y de las acciones correctivas.

Los tres η tas η tienden ligeramente a la baja, eso denota que hay problemas en los mantenimientos tanto planeados como en las acciones correctivas.

Por último y como integralidad de estos cálculos futuros, la Disponibilidad cae seriamente lo que le hace perder competitividad al Reactor R4T, perder rentabilidad y sus costos elevados, con la intervención de como se hace el correctivo y con la adecuada planeación estratégica del planeado, se deben aminorar y solucionar definitivamente todas estas sintomatologías expresadas.

Ilustración 78 - Resultados de Cálculos CMD de Base de 152 datos puntuales más 12 de Pronósticos

Confiabilidad - No Planeada (Correctiva)									
MTBM _c									
Dato Número	Función Distribución	Tiempo	βeta MTBM _c de Confiabilidad	η - Eta de Confiabilidad No Planeada MTBM _c	Alineación	Goodness of Fit	Cumple o no Bondad de Ajuste - Goodness of Fit	MTBM _c Calculado	Tiempo Confiabilidad Calculado MTBM _c
0		32.83							
1		2.80							
2	Weibull	221.93	0.44	77.40	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	201.3377671	201.3377671
3	Weibull	66.07	0.54	82.42	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	144.0502511	144.0502511
4	Weibull	50.67	0.63	80.88	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	115.5571517	115.5571517
5	Weibull	0.20	0.40	53.66	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	175.5351813	175.5351813
6	Weibull	74.15	0.43	63.52	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	177.7880759	177.7880759
7	Weibull	92.22	0.45	74.03	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	185.1731202	185.1731202
8	Weibull	19.95	0.49	66.57	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	138.238874	138.238874
9	Weibull	14.20	0.53	59.12	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	107.1275382	107.1275382
10	Weibull	25.75	0.56	57.17	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	94.77770439	94.77770439
11	Weibull	0.23	0.48	46.06	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	99.89427145	99.89427145
12	Weibull	0.42	0.46	37.01	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	88.4172387	88.4172387
13	Weibull	21.43	0.48	37.02	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	80.89265661	80.89265661
14	Weibull	151.83	0.48	43.89	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	95.3720045	95.3720045
15	Weibull	3.80	0.50	38.85	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	78.29864705	78.29864705
16	Weibull	75.97	0.51	42.51	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	83.31125904	83.31125904
17	Weibull	165.18	0.51	48.77	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	95.54768833	95.54768833
18	Weibull	40.68	0.52	49.84	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	93.22326068	93.22326068
19	Weibull	120.20	0.52	54.53	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	100.5229817	100.5229817
20	Weibull	37.15	0.54	54.97	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	97.25482897	97.25482897
21	Weibull	21.05	0.55	53.72	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	91.01129016	91.01129016
22	Weibull	0.78	0.54	47.86	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	84.10843227	84.10843227
23	Weibull	52.20	0.55	49.35	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	84.43898826	84.43898826
24	Weibull	8.08	0.56	46.59	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	76.55006701	76.55006701
25	Weibull	8.50	0.58	44.32	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	70.29933832	70.29933832
26	Weibull	40.42	0.59	45.10	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	69.90708859	69.90708859
27	Weibull	1.37	0.58	41.44	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	64.74240437	64.74240437
28	Weibull	80.83	0.59	43.56	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	67.38396333	67.38396333
29	Weibull	195.72	0.58	47.55	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	74.10797047	74.10797047
30	Weibull	53.87	0.59	48.70	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	74.61871503	74.61871503
31	Weibull	64.20	0.60	50.14	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	75.78351774	75.78351774
32	Weibull	160.68	0.60	53.49	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	80.88639456	80.88639456
33	Weibull	27.03	0.61	53.10	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	78.59234112	78.59234112
34	Weibull	35.15	0.62	53.21	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	77.34393297	77.34393297
35	Weibull	12.9	0.63	51.69	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	73.57374644	73.57374644
36	Weibull	2.383333333	0.63	48.74	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	69.35276653	69.35276653
37	Weibull	1.55	0.62	45.93	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	66.01967716	66.01967716
38	Weibull	0.883333333	0.61	43.27	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	63.72793649	63.72793649
39	Weibull	2.166666667	0.61	41.11	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	60.53804636	60.53804636
40	Weibull	159.8333333	0.61	43.62	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	64.49241718	64.49241718
41	Weibull	72.93333333	0.61	44.90	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	65.8666207	65.8666207
42	Weibull	92.6	0.61	46.49	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	67.86061687	67.86061687
43	Weibull	160.7333333	0.61	48.93	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	71.58986106	71.58986106
44	Weibull	98.33333333	0.62	50.56	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	73.60326107	73.60326107
45	Weibull	89.73333333	0.62	52.01	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	75.28048433	75.28048433
46	Weibull	0.35	0.60	49.43	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	75.15349915	75.15349915
47	Weibull	35.92	0.60	49.60	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	74.36197554	74.36197554
48	Weibull	4.40	0.61	47.79	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	70.94947492	70.94947492
49	Weibull	93.58	0.61	49.20	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	72.70252899	72.70252899
50	Weibull	63.38	0.61	50.06	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	73.35982102	73.35982102
51	Weibull	47.18	0.62	50.52	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	73.26741394	73.26741394
52	Weibull	134.43	0.62	52.33	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	75.81637867	75.81637867
53	Weibull	48.72	0.62	52.79	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	75.72984901	75.72984901
54	Weibull	118.93	0.62	54.38	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	77.82380478	77.82380478
55	Weibull	33.37	0.63	54.33	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	76.86830121	76.86830121
56	Weibull	53.73	0.63	54.85	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	76.96128754	76.96128754
57	Weibull	25.90	0.64	54.50	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	75.5985655	75.5985655
58	Weibull	11.67	0.65	53.42	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	73.22801861	73.22801861
59	Weibull	2.35	0.65	51.58	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	70.89838398	70.89838398
60	Weibull	48.58	0.65	51.97	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	70.89192069	70.89192069
61	Weibull	3.40	0.65	50.37	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	68.56641925	68.56641925
62	Weibull	122.25	0.65	51.76	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	70.37895179	70.37895179
63	Weibull	113.00	0.65	53.04	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	71.99100851	71.99100851
64	Weibull	1.47	0.65	51.27	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	70.29359572	70.29359572
65	Weibull	40.30	0.65	51.45	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	69.97158334	69.97158334
66	Weibull	47.78	0.66	51.79	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	69.9438945	69.9438945
67	Weibull	16.37	0.66	51.17	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	68.42332705	68.42332705
68	Weibull	4.73	0.67	49.89	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	66.40561039	66.40561039
69	Weibull	68.90	0.67	50.56	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	67.00044841	67.00044841
70	Weibull	54.67	0.67	51.00	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	67.21567567	67.21567567
71	Weibull	48.35	0.68	51.32	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	67.24358407	67.24358407
72	Weibull	39.58	0.68	51.46	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	66.98093135	66.98093135

70	Weibull	54.67	0.67	51.00	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	67.21567567	67.21567567
71	Weibull	48.35	0.68	51.32	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	67.24358407	67.24358407
72	Weibull	39.58	0.68	51.46	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	66.98093135	66.98093135
73	Weibull	7.07	0.68	50.42	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	65.20964255	65.20964255
74	Weibull	38.25	0.69	50.53	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	64.94592922	64.94592922
75	Weibull	14.72	0.69	49.93	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	63.67820288	63.67820288
76	Weibull	10.48	0.70	49.17	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	62.26714375	62.26714375
77	Weibull	29.48	0.70	49.09	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	61.75868172	61.75868172
78	Weibull	60.22	0.71	49.56	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	62.11096316	62.11096316
79	Weibull	33.03	0.71	49.56	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	61.74694042	61.74694042
80	Weibull	46.15	0.72	49.82	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	61.77385268	61.77385268
81	Weibull	26.22	0.72	49.65	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	61.18785621	61.18785621
82	Weibull	88.77	0.72	50.40	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	61.99348075	61.99348075
83	Weibull	32.02	0.73	50.36	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	61.61735115	61.61735115
84	Weibull	39.88	0.73	50.49	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	61.48353165	61.48353165
85	Weibull	125.22	0.73	51.49	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	62.69477502	62.69477502
86	Weibull	15.33	0.74	50.97	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	61.69936047	61.69936047
87	Weibull	35.77	0.74	51.00	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	61.45505551	61.45505551
88	Weibull	63.62	0.74	51.44	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	61.79902147	61.79902147
89	Weibull	6.82	0.75	50.57	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	60.54363522	60.54363522
90	Weibull	33.33	0.75	50.56	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	60.25780948	60.25780948
91	Weibull	41.48	0.75	50.69	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	60.18160628	60.18160628
92	Weibull	66.05	0.76	51.14	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	60.55160423	60.55160423
93	Weibull	63.03	0.76	51.54	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	60.86769158	60.86769158
94	Weibull	93.15	0.76	52.22	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	61.58355233	61.58355233
95	Weibull	62.30	0.76	52.60	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	61.87011325	61.87011325
96	Weibull	58.27	0.76	52.93	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	62.08492753	62.08492753
97	Weibull	23.02	0.77	52.65	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	61.48060029	61.48060029
98	Weibull	29.90	0.77	52.55	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	61.10376191	61.10376191
99	Weibull	40.22	0.78	52.63	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	60.98827145	60.98827145
100	Weibull	48.33	0.78	52.82	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	61.0317633	61.0317633
101	Weibull	37.60	0.78	52.85	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	60.86386809	60.86386809
102	Weibull	3.00	0.78	51.88	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	59.88278139	59.88278139
103	Weibull	48.05	0.78	52.07	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	59.93261724	59.93261724
104	Weibull	56.82	0.79	52.36	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	60.11812283	60.11812283
105	Weibull	34.17	0.79	52.34	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	59.89199458	59.89199458
106	Weibull	4.48	0.79	51.49	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	58.90234209	58.90234209
107	Weibull	169.87	0.79	52.48	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	60.11836485	60.11836485
108	Weibull	76.37	0.79	52.93	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	60.53544738	60.53544738
109	Weibull	39.13	0.79	52.98	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	60.41238916	60.41238916
110	Weibull	23.98	0.80	52.76	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	59.93503845	59.93503845
111	Weibull	33.27	0.80	52.72	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	59.70230949	59.70230949
112	Weibull	40.50	0.80	52.79	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	59.61750499	59.61750499
113	Weibull	32.12	0.81	52.73	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	59.36883711	59.36883711
114	Weibull	6.22	0.81	52.00	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	58.46354415	58.46354415
115	Weibull	22.88	0.81	51.77	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	58.01351058	58.01351058
116	Weibull	37.60	0.82	51.81	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	57.89852211	57.89852211
117	Weibull	21.00	0.82	51.55	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	57.41893613	57.41893613
118	Weibull	6.48	0.82	50.88	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	56.59652628	56.59652628
119	Weibull	101.00	0.82	51.45	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	57.19240836	57.19240836
120	Weibull	4.47	0.82	50.72	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	56.40421868	56.40421868
121	Weibull	40.30	0.82	50.80	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	56.35154557	56.35154557
122	Weibull	47.78	0.83	50.95	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	56.40522903	56.40522903
123	Weibull	38.37	0.83	50.99	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	56.32337444	56.32337444
124	Weibull	16.73	0.83	50.66	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	55.78958735	55.78958735
125	Weibull	92.90	0.83	51.15	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	56.2896789	56.2896789
126	Weibull	54.67	0.84	51.36	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	56.42121699	56.42121699
127	Weibull	48.35	0.84	51.51	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	56.4764073	56.4764073
128	Weibull	39.58	0.84	51.56	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	56.4130707	56.4130707
129	Weibull	27.07	0.85	51.44	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	56.13007493	56.13007493
130	Weibull	45.25	0.85	51.55	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	56.14591858	56.14591858
131	Weibull	87.43	0.85	51.98	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	56.57014685	56.57014685
132	Weibull	53.03	0.85	52.16	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	56.6725243	56.6725243
133	Weibull	3.15	0.85	51.46	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	56.03458205	56.03458205
134	Weibull	55.80	0.85	51.66	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	56.16958339	56.16958339
135	Weibull	136.77	0.85	52.32	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	56.90628619	56.90628619
136	Weibull	32.02	0.85	52.26	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	56.72063749	56.72063749
137	Weibull	63.88	0.86	52.52	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	56.92437275	56.92437275
138	Weibull	77.22	0.86	52.87	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	57.24015675	57.24015675
139	Weibull	63.33	0.86	53.11	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	57.43258245	57.43258245
140	Weibull	11.77	0.86	52.67	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	56.83519746	56.83519746
141	Weibull	39.62	0.86	52.71	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	56.76907004	56.76907004

140	Weibull	11.77	0.86	52.67	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	56.83519746	56.83519746
141	Weibull	39.62	0.86	52.71	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	56.76907004	56.76907004
142	Weibull	6.82	0.87	52.15	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	56.12269029	56.12269029
143	Weibull	40.87	0.87	52.21	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	56.07918515	56.07918515
144	Weibull	160.43	0.87	52.91	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	56.88246768	56.88246768
145	Weibull	116.70	0.87	53.43	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	57.44595698	57.44595698
146	Weibull	164.50	0.87	54.14	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	58.2605404	58.2605404
147	Weibull	51.80	0.87	54.28	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	58.32050611	58.32050611
148	Weibull	84.77	0.87	54.64	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	58.65835673	58.65835673
149	Weibull	6.02	0.87	54.06	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	58.02453913	58.02453913
150	Weibull	16.88	0.87	53.75	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	57.56675221	57.56675221
151	Weibull	5.22	0.87	53.18	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	56.96594569	56.96594569
152	Weibull	5.33	0.87	52.62	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	56.38054911	56.38054911
153	Weibull	18.70	0.87	52.37	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	55.98931026	55.98931026
154	Weibull	39.19	0.88	52.40	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	55.92472207	55.92472207
155	Weibull	37.11	0.88	52.40	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	55.83507829	55.83507829
156	Weibull	61.32	0.88	52.60	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	55.98736387	55.98736387
157	Weibull	43.96	0.88	52.67	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	55.97633183	55.97633183
158	Weibull	54.94	0.89	52.83	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	56.07142826	56.07142826
159	Weibull	66.76	0.89	53.06	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	56.26144512	56.26144512
160	Weibull	52.34	0.89	53.19	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	56.33028795	56.33028795
161	Weibull	56.23	0.89	53.35	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	56.43233491	56.43233491
162	Weibull	49.80	0.89	53.46	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	56.47581432	56.47581432
163	Weibull	36.86	0.90	53.46	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	56.38120266	56.38120266
164	Weibull	33.04	0.90	53.41	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	56.23861425	56.23861425
165	Weibull	56.32	0.90	53.56	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	56.33819553	56.33819553

Confiabilidad - No Planeada (Correctiva)

<i>MTBM_c</i>									
Dato Número	Función Distribución	Tiempo	Beta <i>MTBM_c</i> de Confiabilidad	η - Eta de Confiabilidad No Planeada <i>MTBM_c</i>	Alineación	Goodness of Fit	Cumple o no Bondad de Ajuste - Goodness of Fit	<i>MTBM_c</i> Calculado	Tiempo Confiabilidad Calculado <i>MTBM_c</i>
0		32.83							

Mantenibilidad - No Planeada (Correctiva)									
MTTR									
Dato Número	Función Distribución	Tiempo	βeta MTTR de Mantenibilidad	η - Eta de Mantenibilidad No Planeada MTTR	Alineación	Goodness of Fit	Cumple o no Bondad de Ajuste - Goodness of Fit	MTTR Calculado	Tiempo Mantenibilidad Calculado MTTR
0		1.45							
1		3.35							
2	Weibull	1.22	1.61	2.40	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.153303612	2.153303612
3	Weibull	0.83	1.60	2.01	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	1.800101202	1.800101202
4	Weibull	0.83	1.59	1.80	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	1.618945804	1.618945804
5	Weibull	1.80	1.85	1.83	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	1.623429845	1.623429845
6	Weibull	1.07	1.98	1.74	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	1.538328865	1.538328865
7	Weibull	1.45	2.17	1.72	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	1.520908948	1.520908948
8	Weibull	0.97	2.22	1.65	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	1.459897859	1.459897859
9	Weibull	1.33	2.38	1.63	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	1.44400261	1.44400261
10	Weibull	2.73	2.27	1.76	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	1.563097518	1.563097518
11	Weibull	1.30	2.38	1.74	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	1.539889698	1.539889698
12	Weibull	0.78	2.33	1.67	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	1.481758796	1.481758796
13	Weibull	3.57	2.07	1.85	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	1.63690419	1.63690419
14	Weibull	5.45	1.74	2.13	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	1.893485614	1.893485614
15	Weibull	3.35	1.74	2.23	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	1.987703965	1.987703965
16	Weibull	2.05	1.82	2.23	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	1.983954168	1.983954168
17	Weibull	1.13	1.84	2.18	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	1.936190061	1.936190061
18	Weibull	6.02	1.67	2.41	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.150779586	2.150779586
19	Weibull	2.78	1.72	2.44	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.179784406	2.179784406
20	Weibull	2.07	1.78	2.44	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.16891503	2.16891503
21	Weibull	11.62	1.49	2.82	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.549001198	2.549001198
22	Weibull	3.13	1.52	2.86	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.572806688	2.572806688
23	Weibull	1.33	1.54	2.80	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.519084788	2.519084788
24	Weibull	1.73	1.58	2.76	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.482310139	2.482310139
25	Weibull	0.70	1.55	2.67	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.403621037	2.403621037
26	Weibull	2.78	1.59	2.69	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.416222915	2.416222915
27	Weibull	0.63	1.56	2.61	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.343398817	2.343398817
28	Weibull	2.45	1.59	2.61	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.345116945	2.345116945
29	Weibull	2.4	1.63	2.62	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.346793817	2.346793817
30	Weibull	1.1	1.63	2.58	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.30623015	2.30623015
31	Weibull	2.7	1.66	2.59	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.31815774	2.31815774
32	Weibull	6.5	1.61	2.72	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.439495362	2.439495362
33	Weibull	3.0	1.64	2.74	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.455176125	2.455176125
34	Weibull	1.1	1.64	2.70	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.413957417	2.413957417
35	Weibull	6.8	1.59	2.82	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.531529259	2.531529259
36	Weibull	3.5	1.61	2.86	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.55969834	2.55969834
37	Weibull	1.0	1.60	2.81	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.517047397	2.517047397
38	Weibull	3.0	1.62	2.82	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.528701879	2.528701879
39	Weibull	4.4	1.63	2.88	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.576941158	2.576941158
40	Weibull	5.0	1.62	2.94	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.63700155	2.63700155
41	Weibull	0.2	1.52	2.86	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.57850466	2.57850466
42	Weibull	1.9	1.54	2.84	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.560105875	2.560105875
43	Weibull	2.0	1.56	2.83	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.545165286	2.545165286
44	Weibull	2.0	1.58	2.82	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.530798292	2.530798292
45	Weibull	2.8	1.60	2.83	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.539415743	2.539415743
46	Weibull	7.6	1.56	2.94	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.639620413	2.639620413
47	Weibull	2.5	1.58	2.94	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.637473447	2.637473447
48	Weibull	1.6	1.59	2.91	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.613059382	2.613059382
49	Weibull	1.1	1.60	2.88	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.579538843	2.579538843
50	Weibull	4.90	1.59	2.93	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.626391549	2.626391549
51	Weibull	5.12	1.59	2.98	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.675825494	2.675825494
52	Weibull	3.07	1.60	3.00	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.684672048	2.684672048
53	Weibull	3.82	1.61	3.02	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.707594669	2.707594669
54	Weibull	5.35	1.61	3.08	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.757217695	2.757217695
55	Weibull	0.13	1.46	3.03	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.747126391	2.747126391
56	Weibull	2.98	1.47	3.04	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.753860319	2.753860319
57	Weibull	1.13	1.48	3.01	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.721379678	2.721379678
58	Weibull	2.18	1.49	3.00	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.711770256	2.711770256
59	Weibull	2.57	1.50	3.00	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.710556284	2.710556284
60	Weibull	0.68	1.50	2.96	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.669997321	2.669997321
61	Weibull	0.75	1.49	2.91	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.633167249	2.633167249

60	Weibull	0.68	1.50	2.96	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.66997321	2.66997321
61	Weibull	0.75	1.49	2.91	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.633167249	2.633167249
62	Weibull	1.08	1.49	2.88	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.60485417	2.60485417
63	Weibull	4.00	1.50	2.91	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.629371139	2.629371139
64	Weibull	13.00	1.45	3.04	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.756099291	2.756099291
65	Weibull	4.03	1.45	3.07	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.778409997	2.778409997
66	Weibull	16.65	1.39	3.22	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.933344272	2.933344272
67	Weibull	13.13	1.36	3.34	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.058628425	3.058628425
68	Weibull	4.98	1.36	3.37	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.089971122	3.089971122
69	Weibull	5.13	1.36	3.41	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.122791528	3.122791528
70	Weibull	9.18	1.35	3.49	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.203385766	3.203385766
71	Weibull	5.57	1.35	3.53	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.239859949	3.239859949
72	Weibull	8.68	1.34	3.61	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.312518768	3.312518768
73	Weibull	2.08	1.35	3.59	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.293448926	3.293448926
74	Weibull	5.08	1.36	3.63	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.321181927	3.321181927
75	Weibull	4.23	1.37	3.65	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.336287548	3.336287548
76	Weibull	9.80	1.35	3.73	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.415924215	3.415924215
77	Weibull	13.97	1.33	3.84	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.532176776	3.532176776
78	Weibull	18.57	1.29	3.98	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.68194443	3.68194443
79	Weibull	10.95	1.28	4.07	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.769077177	3.769077177
80	Weibull	5.07	1.29	4.10	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.789166087	3.789166087
81	Weibull	12.45	1.28	4.19	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.887834727	3.887834727
82	Weibull	14.53	1.26	4.31	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.003048103	4.003048103
83	Weibull	13.13	1.25	4.41	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.105679054	4.105679054
84	Weibull	14.95	1.23	4.52	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.222210072	4.222210072
85	Weibull	5.42	1.24	4.54	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.240244574	4.240244574
86	Weibull	2.98	1.25	4.53	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.224298707	4.224298707
87	Weibull	4.90	1.25	4.55	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.235362947	4.235362947
88	Weibull	5.88	1.26	4.58	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.258236174	4.258236174
89	Weibull	5.98	1.26	4.61	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.281890682	4.281890682
90	Weibull	9.88	1.26	4.67	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.346152218	4.346152218
91	Weibull	43.45	1.21	4.90	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.602116366	4.602116366
92	Weibull	16.73	1.20	5.02	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.720894548	4.720894548
93	Weibull	8.95	1.20	5.07	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.771257174	4.771257174
94	Weibull	7.07	1.20	5.11	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.800718625	4.800718625
95	Weibull	3.37	1.21	5.10	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.784119203	4.784119203
96	Weibull	9.93	1.21	5.16	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.842140619	4.842140619
97	Weibull	6.23	1.21	5.18	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.861015346	4.861015346
98	Weibull	4.93	1.22	5.19	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.864538503	4.864538503
99	Weibull	18.42	1.21	5.31	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.985302755	4.985302755
100	Weibull	3.87	1.22	5.30	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.973711216	4.973711216
101	Weibull	5.18	1.22	5.32	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.97895853	4.97895853
102	Weibull	5.50	1.23	5.33	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.987752119	4.987752119
103	Weibull	1.92	1.23	5.30	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.950890234	4.950890234
104	Weibull	13.02	1.23	5.37	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.02875761	5.02875761
105	Weibull	1.88	1.23	5.34	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.991858767	4.991858767
106	Weibull	4.62	1.23	5.34	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.989924844	4.989924844
107	Weibull	10.92	1.23	5.40	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.048664449	5.048664449
108	Weibull	5.62	1.24	5.42	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.057369061	5.057369061
109	Weibull	7.08	1.24	5.45	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.080405563	5.080405563
110	Weibull	7.85	1.25	5.48	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.110284954	5.110284954
111	Weibull	1.77	1.25	5.44	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.073085044	5.073085044
112	Weibull	13.75	1.24	5.52	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.149914002	5.149914002
113	Weibull	3.83	1.25	5.51	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.137371031	5.137371031
114	Weibull	5.30	1.25	5.52	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.141578115	5.141578115
115	Weibull	3.32	1.26	5.51	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.123504214	5.123504214
116	Weibull	5.18	1.26	5.52	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.126625442	5.126625442
117	Weibull	5.50	1.27	5.53	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.132890773	5.132890773
118	Weibull	5.87	1.27	5.55	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.142539671	5.142539671
119	Weibull	65.68	1.23	5.79	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.413754478	5.413754478
120	Weibull	13.00	1.22	5.85	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.478935051	5.478935051
121	Weibull	1.03	1.22	5.80	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.435358784	5.435358784
122	Weibull	16.65	1.21	5.89	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.522515658	5.522515658
123	Weibull	15.13	1.21	5.96	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.599895851	5.599895851
124	Weibull	18.98	1.20	6.06	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.698633555	5.698633555
125	Weibull	3.13	1.21	6.04	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.674353028	5.674353028
126	Weibull	14.82	1.20	6.11	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.747775209	5.747775209
127	Weibull	5.57	1.21	6.12	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.748859028	5.748859028
128	Weibull	8.68	1.21	6.15	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.776586799	5.776586799
129	Weibull	2.08	1.21	6.12	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.740944092	5.740944092
130	Weibull	2.08	1.22	6.09	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.706129486	5.706129486
131	Weibull	4.03	1.22	6.08	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.692208913	5.692208913

131	Weibull	4.03	1.22	6.08	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.692208913	5.692208913
132	Weibull	8.95	1.22	6.11	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.72146753	5.72146753
133	Weibull	8.07	1.23	6.14	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.743397602	5.743397602
134	Weibull	2.87	1.23	6.12	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.717644373	5.717644373
135	Weibull	14.53	1.23	6.18	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.784003062	5.784003062
136	Weibull	13.13	1.22	6.24	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.841197132	5.841197132
137	Weibull	14.95	1.22	6.31	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.908863241	5.908863241
138	Weibull	5.42	1.23	6.31	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.907020637	5.907020637
139	Weibull	21.02	1.22	6.41	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	6.003977847	6.003977847
140	Weibull	4.90	1.22	6.41	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.996664436	5.996664436
141	Weibull	5.88	1.23	6.41	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.99811717	5.99811717
142	Weibull	5.98	1.23	6.42	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	6.000415188	6.000415188
143	Weibull	2.35	1.23	6.39	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.968775917	5.968775917
144	Weibull	6.28	1.24	6.40	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.973615881	5.973615881
145	Weibull	5.28	1.24	6.40	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.970348084	5.970348084
146	Weibull	6.73	1.25	6.42	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.978606146	5.978606146
147	Weibull	1.85	1.25	6.38	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.943768412	5.943768412
148	Weibull	18.53	1.24	6.46	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	6.023559348	6.023559348
149	Weibull	3.13	1.25	6.44	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	6.000387325	6.000387325
150	Weibull	3.95	1.25	6.43	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.985006898	5.985006898
151	Weibull	5.42	1.25	6.43	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	5.982860047	5.982860047
152	Weibull	13.98	1.25	6.49	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	6.03761303	6.03761303
153	Weibull	6.97	1.26	6.50	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	6.046623654	6.046623654
154	Weibull	6.55	1.26	6.51	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	6.05257012	6.05257012
155	Weibull	4.45	1.26	6.50	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	6.041696005	6.041696005
156	Weibull	7.16	1.27	6.52	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	6.051916195	6.051916195
157	Weibull	7.77	1.27	6.54	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	6.066238197	6.066238197
158	Weibull	9.67	1.27	6.57	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	6.092938734	6.092938734
159	Weibull	6.03	1.28	6.57	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	6.094749124	6.094749124
160	Weibull	9.21	1.28	6.60	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	6.11809317	6.11809317
161	Weibull	9.20	1.28	6.63	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	6.14113455	6.14113455
162	Weibull	7.79	1.28	6.65	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	6.154703154	6.154703154
163	Weibull	7.29	1.29	6.66	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	6.164796827	6.164796827
164	Weibull	7.46	1.29	6.68	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	6.175947232	6.175947232
165	Weibull	9.46	1.29	6.70	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	6.199816013	6.199816013

Mantenibilidad - No Planeada (Correctiva)

MTTR									
Dato Número	Función Distribución	Tiempo	β de MTTR de Mantenibilidad	η - Eta de Mantenibilidad No Planeada MTTR	Alineación	Goodness of Fit	Cumple o no Bondad de Ajuste - Goodness of Fit	MTTR Calculado	Tiempo Mantenibilidad Calculado MTTR
0		1.45							

Confiabilidad - Planeada (Preventiva y/o Predictiva)									
MTBM _p									
Dato Número	Función Distribución	Tiempo	βeta MTBM _p de Confiabilidad	η - Eta de Confiabilidad Planeada MTBM _p	Alineación	Goodness of Fit	Cumple o no Bondad de Ajuste - Goodness of Fit	MTBM _p Calculado	Tiempo Confiabilidad Calculado MTBM _p
0		92.083							
1		157.250							
2	Weibull	66.000	2.15	121.88	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	107.9394484	107.9394484
3	Weibull	186.617	2.06	145.73	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	129.0968692	129.0968692
4	Weibull	101.383	2.41	137.98	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	122.3266867	122.3266867
5	Weibull	447.000	1.45	199.84	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	181.1140812	181.1140812
6	Weibull	175.800	1.62	199.92	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	179.041612	179.041612
7	Weibull	164.517	1.76	198.49	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	176.7022178	176.7022178
8	Weibull	156.367	1.89	196.31	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	174.2259683	174.2259683
9	Weibull	120.683	2.00	189.66	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	168.0834439	168.0834439
10	Weibull	87.767	2.01	181.14	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	160.5152303	160.5152303
11	Weibull	119.583	2.10	177.06	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	156.8150394	156.8150394
12	Weibull	371.000	1.93	195.67	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	173.5415163	173.5415163
13	Weibull	67.467	1.87	186.77	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	165.8135332	165.8135332
14	Weibull	96.033	1.90	181.56	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	161.102233	161.102233
15	Weibull	224.683	1.96	185.83	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	164.7526795	164.7526795
16	Weibull	260.317	1.99	192.09	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	170.2562183	170.2562183
17	Weibull	126.250	2.05	189.18	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	167.5935434	167.5935434
18	Weibull	311.283	2.02	197.73	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	175.2067805	175.2067805
19	Weibull	105.500	2.04	193.76	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	171.6571538	171.6571538
20	Weibull	281.833	2.05	199.74	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	176.9487816	176.9487816
21	Weibull	123.783	2.09	196.92	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	174.4197275	174.4197275
22	Weibull	135.517	2.14	194.88	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	172.5921512	172.5921512
23	Weibull	163.250	2.19	194.31	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	172.0850749	172.0850749
24	Weibull	295.717	2.18	199.96	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	177.0846635	177.0846635
25	Weibull	194.283	2.24	200.55	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	177.6264503	177.6264503
26	Weibull	249.000	2.26	203.51	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	180.2627914	180.2627914
27	Weibull	387.500	2.19	211.90	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	187.6576617	187.6576617
28	Weibull	140.333	2.22	209.92	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	185.9158373	185.9158373
29	Weibull	101.500	2.22	206.74	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	183.0979266	183.0979266
30	Weibull	19.667	1.85	203.11	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	180.4057743	180.4057743
31	Weibull	254.950	1.87	205.99	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	182.9027495	182.9027495
32	Weibull	194.717	1.90	206.58	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	183.3210305	183.3210305
33	Weibull	187.950	1.93	206.90	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	183.5213239	183.5213239
34	Weibull	73.550	1.92	202.79	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	179.8944399	179.8944399
35	Weibull	143.817	1.95	201.69	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	178.8452828	178.8452828
36	Weibull	285.683	1.95	205.12	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	181.8747248	181.8747248
37	Weibull	119.767	1.97	203.20	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	180.1327894	180.1327894
38	Weibull	95.233	1.98	200.55	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	177.7705082	177.7705082
39	Weibull	47.000	1.93	196.10	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	173.921971	173.921971
40	Weibull	259.250	1.94	198.63	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	176.1395387	176.1395387
41	Weibull	400.317	1.91	204.42	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	181.3673813	181.3673813
42	Weibull	461.250	1.86	211.26	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	187.586031	187.586031
43	Weibull	160.350	1.89	210.63	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	186.9478862	186.9478862
44	Weibull	74.000	1.88	207.42	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	184.1244181	184.1244181
45	Weibull	246.017	1.89	209.12	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	185.5818538	185.5818538
46	Weibull	144.467	1.92	208.15	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	184.6554259	184.6554259
47	Weibull	313.400	1.91	211.28	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	187.4419378	187.4419378
48	Weibull	210.417	1.93	211.93	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	187.962767	187.962767
49	Weibull	376.967	1.92	216.18	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	191.7709501	191.7709501
50	Weibull	129.917	1.93	214.76	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	190.4647915	190.4647915
51	Weibull	515.517	1.89	221.17	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	196.2978164	196.2978164
52	Weibull	77.667	1.88	218.35	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	193.8144499	193.8144499
53	Weibull	54.850	1.86	214.95	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	190.8958168	190.8958168
54	Weibull	369.917	1.85	218.65	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	194.2196694	194.2196694
55	Weibull	182.250	1.86	218.49	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	194.0027216	194.0027216
56	Weibull	98.333	1.87	216.44	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	192.169202	192.169202
57	Weibull	49.967	1.84	213.25	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	189.4606655	189.4606655
58	Weibull	393.333	1.83	217.11	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	192.949449	192.949449
59	Weibull	145.750	1.84	216.23	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	192.1004156	192.1004156
60	Weibull	127.500	1.85	215.01	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	190.954733	190.954733
61	Weibull	198.300	1.87	215.23	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	191.0947834	191.0947834

60	Weibull	127.500	1.85	215.01	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	190.954733	190.954733
61	Weibull	198.300	1.87	215.23	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	191.0947834	191.0947834
62	Weibull	194.017	1.89	215.38	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	191.1650241	191.1650241
63	Weibull	176.750	1.90	215.19	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	190.943773	190.943773
64	Weibull	59.083	1.88	212.61	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	188.7186207	188.7186207
65	Weibull	491.383	1.85	217.37	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	193.0642727	193.0642727
66	Weibull	147.233	1.87	216.62	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	192.3365226	192.3365226
67	Weibull	191.900	1.88	216.70	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	192.3553648	192.3553648
68	Weibull	286.500	1.89	218.35	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	193.8007724	193.8007724
69	Weibull	117.917	1.90	217.05	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	192.6169291	192.6169291
70	Weibull	79.333	1.89	215.05	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	190.8570974	190.8570974
71	Weibull	512.583	1.86	219.66	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	195.0617757	195.0617757
72	Weibull	171.500	1.88	219.35	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	194.7309043	194.7309043
73	Weibull	241.333	1.89	220.16	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	195.4129119	195.4129119
74	Weibull	153.150	1.90	219.54	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	194.6191568	194.6191568
75	Weibull	82.850	1.90	217.71	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	193.2008889	193.2008889
76	Weibull	137.650	1.91	216.88	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	192.4307391	192.4307391
77	Weibull	22.967	1.82	214.48	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	190.6194571	190.6194571
78	Weibull	17.233	1.72	212.36	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	189.3139454	189.3139454
79	Weibull	306.833	1.73	214.15	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	190.8668765	190.8668765
80	Weibull	211.283	1.74	214.59	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	191.2100129	191.2100129
81	Weibull	113.833	1.74	213.46	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	190.152775	190.152775
82	Weibull	81.250	1.75	211.77	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	188.6370096	188.6370096
83	Weibull	180.917	1.76	211.79	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	188.5849744	188.5849744
84	Weibull	229.900	1.76	212.48	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	189.1502949	189.1502949
85	Weibull	175.283	1.77	212.40	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	189.0223625	189.0223625
86	Weibull	137.200	1.78	211.75	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	188.3910912	188.3910912
87	Weibull	194.750	1.79	211.96	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	188.5203153	188.5203153
88	Weibull	206.733	1.80	212.32	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	188.7892033	188.7892033
89	Weibull	208.133	1.81	212.68	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	189.0707239	189.0707239
90	Weibull	63.150	1.81	210.84	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	187.461598	187.461598
91	Weibull	232.017	1.81	211.51	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	188.022587	188.022587
92	Weibull	209.167	1.82	211.89	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	188.3182661	188.3182661
93	Weibull	199.083	1.83	212.13	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	188.4953668	188.4953668
94	Weibull	72.350	1.83	210.54	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	187.0900863	187.0900863
95	Weibull	379.383	1.82	212.76	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	189.0981915	189.0981915
96	Weibull	112.017	1.83	211.79	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	188.2044662	188.2044662
97	Weibull	144.883	1.84	211.32	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	187.7428601	187.7428601
98	Weibull	23.533	1.78	209.49	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	186.4006271	186.4006271
99	Weibull	45.367	1.76	207.56	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	184.7741003	184.7741003
100	Weibull	359.083	1.76	209.51	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	186.5330597	186.5330597
101	Weibull	138.200	1.77	209.00	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	186.0296241	186.0296241
102	Weibull	94.167	1.77	207.87	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	185.0002595	185.0002595
103	Weibull	78.100	1.77	206.54	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	183.6100516	183.6100516
104	Weibull	147.183	1.78	206.20	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	183.4545564	183.4545564
105	Weibull	315.083	1.78	207.66	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	184.7549062	184.7549062
106	Weibull	184.967	1.79	207.76	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	184.8015183	184.8015183
107	Weibull	75.033	1.79	206.44	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	183.6302741	183.6302741
108	Weibull	262.133	1.79	207.35	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	184.4227684	184.4227684
109	Weibull	118.033	1.80	206.64	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	183.7522452	183.7522452
110	Weibull	188.733	1.81	206.78	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	183.8433182	183.8433182
111	Weibull	42.683	1.79	205.09	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	182.4197894	182.4197894
112	Weibull	26.433	1.75	203.42	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	181.1525012	181.1525012
113	Weibull	125.700	1.76	202.87	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	180.6202433	180.6202433
114	Weibull	317.617	1.76	204.27	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	181.8666978	181.8666978
115	Weibull	226.883	1.77	204.82	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	182.324765	182.324765
116	Weibull	31.817	1.74	203.16	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	181.0081491	181.0081491
117	Weibull	327.500	1.74	204.60	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	182.3035787	182.3035787
118	Weibull	361.533	1.73	206.30	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	183.8403641	183.8403641
119	Weibull	136.567	1.74	205.88	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	183.4190823	183.4190823
120	Weibull	253.183	1.74	206.64	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	184.073198	184.073198
121	Weibull	206.500	1.75	206.96	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	184.3187841	184.3187841
122	Weibull	94.617	1.76	206.04	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	183.4696223	183.4696223
123	Weibull	56.850	1.75	204.66	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	182.2753269	182.2753269
124	Weibull	175.800	1.76	204.68	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	182.255672	182.255672
125	Weibull	161.033	1.76	204.56	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	182.1002261	182.1002261
126	Weibull	166.000	1.77	204.48	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	181.9942283	181.9942283
127	Weibull	57.200	1.77	203.17	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	180.8624168	180.8624168
128	Weibull	53.933	1.76	201.86	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	179.7322355	179.7322355
129	Weibull	194.083	1.76	202.08	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	179.8942398	179.8942398
130	Weibull	188.750	1.77	202.25	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	180.0095468	180.0095468

97	Weibull	144.883	1.84	211.32	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	187.7428601	187.7428601
98	Weibull	23.533	1.78	209.49	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	186.4006271	186.4006271
99	Weibull	45.367	1.76	207.56	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	184.7741003	184.7741003
100	Weibull	359.083	1.76	209.51	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	186.5330597	186.5330597
101	Weibull	138.200	1.77	209.00	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	186.0298241	186.0298241
102	Weibull	94.167	1.77	207.87	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	185.0002595	185.0002595
103	Weibull	78.100	1.77	206.54	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	183.8100516	183.8100516
104	Weibull	147.183	1.78	206.20	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	183.4545564	183.4545564
105	Weibull	315.083	1.78	207.66	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	184.7549062	184.7549062
106	Weibull	184.967	1.79	207.76	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	184.8015183	184.8015183
107	Weibull	75.033	1.79	206.44	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	183.6302741	183.6302741
108	Weibull	262.133	1.79	207.35	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	184.4227684	184.4227684
109	Weibull	118.033	1.80	206.64	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	183.7522452	183.7522452
110	Weibull	188.733	1.81	206.78	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	183.8433182	183.8433182
111	Weibull	42.683	1.79	205.09	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	182.4197894	182.4197894
112	Weibull	26.433	1.75	203.42	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	181.1525012	181.1525012
113	Weibull	125.700	1.76	202.87	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	180.6202433	180.6202433
114	Weibull	317.617	1.76	204.27	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	181.8666978	181.8666978
115	Weibull	226.883	1.77	204.82	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	182.324765	182.324765
116	Weibull	31.817	1.74	203.16	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	181.0081491	181.0081491
117	Weibull	327.500	1.74	204.60	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	182.3035787	182.3035787
118	Weibull	361.533	1.73	206.30	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	183.8403641	183.8403641
119	Weibull	136.567	1.74	205.88	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	183.4190823	183.4190823
120	Weibull	253.183	1.74	206.64	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	184.073198	184.073198
121	Weibull	206.500	1.75	206.96	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	184.3187841	184.3187841
122	Weibull	94.617	1.76	206.04	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	183.4666223	183.4666223
123	Weibull	56.850	1.75	204.66	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	182.2753269	182.2753269
124	Weibull	175.800	1.76	204.68	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	182.255672	182.255672
125	Weibull	161.033	1.76	204.56	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	182.1002261	182.1002261
126	Weibull	166.000	1.77	204.48	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	181.9942283	181.9942283
127	Weibull	57.200	1.77	203.17	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	180.8624168	180.8624168
128	Weibull	53.933	1.76	201.86	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	179.7322355	179.7322355
129	Weibull	194.083	1.76	202.08	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	179.8942398	179.8942398
130	Weibull	188.750	1.77	202.25	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	180.0095468	180.0095468
131	Weibull	184.200	1.78	202.37	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	180.0850949	180.0850949
132	Weibull	119.633	1.78	201.84	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	179.575928	179.575928
133	Weibull	124.267	1.79	201.36	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	179.1206993	179.1206993
134	Weibull	228.917	1.79	201.87	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	179.5500558	179.5500558
135	Weibull	122.350	1.80	201.38	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	179.083668	179.083668
136	Weibull	143.700	1.81	201.12	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	178.8205454	178.8205454
137	Weibull	101.967	1.81	200.43	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	178.1811321	178.1811321
138	Weibull	298.067	1.81	201.45	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	179.0898834	179.0898834
139	Weibull	113.267	1.82	200.89	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	178.5619273	178.5619273
140	Weibull	69.833	1.82	199.87	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	177.6667026	177.6667026
141	Weibull	76.450	1.82	198.95	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	176.8433446	176.8433446
142	Weibull	159.800	1.82	198.86	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	176.737645	176.737645
143	Weibull	137.000	1.83	198.57	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	176.4489927	176.4489927
144	Weibull	186.667	1.84	198.72	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	176.5580512	176.5580512
145	Weibull	116.067	1.84	198.23	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	176.0993244	176.0993244
146	Weibull	160.633	1.85	198.15	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	176.0098759	176.0098759
147	Weibull	252.250	1.85	198.80	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	176.5731868	176.5731868
148	Weibull	188.833	1.86	198.96	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	176.6943192	176.6943192
149	Weibull	72.417	1.86	198.06	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	175.8948154	175.8948154
150	Weibull	282.417	1.86	198.90	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	176.6411898	176.6411898
151	Weibull	218.150	1.86	199.28	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	176.9600436	176.9600436
152	Weibull	114.750	1.87	198.79	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	176.5082002	176.5082002
153	Weibull	50.200	1.86	197.72	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	175.586194	175.586194
154	Weibull	192.030	1.86	197.90	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	175.7311054	175.7311054
155	Weibull	160.009	1.87	197.83	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	175.6438781	175.6438781
156	Weibull	137.620	1.87	197.57	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	175.3916615	175.3916615
157	Weibull	161.323	1.88	197.51	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	175.31836	175.31836
158	Weibull	160.431	1.89	197.44	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	175.2403381	175.2403381
159	Weibull	159.450	1.89	197.37	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	175.156893	175.156893
160	Weibull	187.471	1.90	197.51	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	175.2689215	175.2689215
161	Weibull	163.059	1.90	197.47	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	175.2123116	175.2123116
162	Weibull	142.037	1.91	197.25	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	175.0064241	175.0064241
163	Weibull	164.794	1.92	197.22	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	174.9647618	174.9647618
164	Weibull	156.872	1.92	197.13	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	174.8693631	174.8693631
165	Weibull	191.746	1.93	197.30	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	175.0073777	175.0073777

Confiabilidad - Planeada (Preventiva y/o Predictiva)

<i>MTBM_p</i>									
Dato Número	Función Distribución	Tiempo	β <i>MTBM_p</i> de Confiabilidad	η - Eta de Confiabilidad Planeada <i>MTBM_p</i>	Alineación	Goodness of Fit	Cumple o no Bondad de Ajuste - Goodness of Fit	<i>MTBM_p</i> Calculado	Tiempo Confiabilidad Calculado <i>MTBM_p</i>

Mantenibilidad - Planeada (Preventiva y/o Correctiva)									
M_p									
Dato Número	Función Distribución	Tiempo	Beta M_p de Mantenibilidad	η - Eta de Mantenibilidad Planeada M_p	Alineación	Goodness of Fit	Cumple o no Bondad de Ajuste - Goodness of Fit	M_p Calculado	Tiempo Mantenibilidad Calculado M_p
0		3.18							
1		1.83							
2	Weibull	3.00	3.00	3.03	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.701565785	2.701565785
3	Weibull	3.00	3.48	3.09	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.778020647	2.778020647
4	Weibull	7.00	1.93	4.21	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.730525996	3.730525996
5	Weibull	2.00	1.98	3.87	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.429873931	3.429873931
6	Weibull	3.00	2.16	3.80	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.365979711	3.365979711
7	Weibull	2.18	2.26	3.62	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.210801263	3.210801263
8	Weibull	6.35	2.10	4.04	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.574268628	3.574268628
9	Weibull	0.27	1.15	3.89	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.702547764	3.702547764
10	Weibull	0.57	1.13	3.44	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.289218662	3.289218662
11	Weibull	5.33	1.15	3.68	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.505049675	3.505049675
12	Weibull	5.33	1.17	3.90	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.694245806	3.694245806
13	Weibull	1.17	1.22	3.64	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.414520215	3.414520215
14	Weibull	2.33	1.27	3.58	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.329769722	3.329769722
15	Weibull	1.72	1.31	3.47	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.196996693	3.196996693
16	Weibull	0.62	1.28	3.25	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.010435116	3.010435116
17	Weibull	0.42	1.21	3.05	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.860713545	2.860713545
18	Weibull	0.72	1.21	2.89	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.713694178	2.713694178
19	Weibull	4.00	1.23	2.99	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.795161239	2.795161239
20	Weibull	1.67	1.26	2.93	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.724792392	2.724792392
21	Weibull	1.67	1.30	2.88	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.664862211	2.664862211
22	Weibull	1.15	1.33	2.80	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.577227133	2.577227133
23	Weibull	2.42	1.36	2.81	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.572636012	2.572636012
24	Weibull	2.42	1.39	2.81	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.569402834	2.569402834
25	Weibull	2.00	1.42	2.80	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.546172295	2.546172295
26	Weibull	3.00	1.44	2.83	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.569756336	2.569756336
27	Weibull	3.00	1.46	2.86	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.592037733	2.592037733
28	Weibull	2.00	1.49	2.84	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.570592408	2.570592408
29	Weibull	3.00	1.51	2.87	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.591320451	2.591320451
30	Weibull	2.00	1.53	2.86	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	2.571622504	2.571622504
31	Weibull	26.833	1.29	3.31	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.06276865	3.06276865
32	Weibull	3.000	1.31	3.33	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.067156011	3.067156011
33	Weibull	2.000	1.33	3.30	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.034400955	3.034400955
34	Weibull	2.000	1.35	3.28	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.004230427	3.004230427
35	Weibull	21.500	1.23	3.63	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.390978848	3.390978848
36	Weibull	1.000	1.24	3.54	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.303258652	3.303258652
37	Weibull	2.000	1.25	3.51	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.26807129	3.26807129
38	Weibull	3.000	1.27	3.52	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.265542913	3.265542913
39	Weibull	1.000	1.28	3.44	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.190948661	3.190948661
40	Weibull	1.000	1.28	3.37	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.122607965	3.122607965
41	Weibull	7.183	1.28	3.47	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.218696332	3.218696332
42	Weibull	7.180	1.28	3.57	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.312111455	3.312111455
43	Weibull	1.450	1.29	3.52	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.260281145	3.260281145
44	Weibull	1.950	1.30	3.50	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.229505872	3.229505872
45	Weibull	1.950	1.31	3.47	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.200552674	3.200552674
46	Weibull	0.967	1.31	3.41	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.141344203	3.141344203
47	Weibull	0.167	1.24	3.31	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.093805853	3.093805853
48	Weibull	28.63	1.15	3.62	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.444789272	3.444789272
49	Weibull	0.28	1.12	3.52	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.373095069	3.373095069
50	Weibull	0.67	1.12	3.44	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.300713564	3.300713564
51	Weibull	0.67	1.12	3.37	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.23380155	3.23380155
52	Weibull	20.83	1.08	3.59	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.489942433	3.489942433
53	Weibull	2.83	1.09	3.59	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.480107026	3.480107026
54	Weibull	11.15	1.08	3.72	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.612836424	3.612836424
55	Weibull	0.50	1.07	3.64	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.539845809	3.539845809
56	Weibull	0.83	1.07	3.57	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.476667968	3.476667968
57	Weibull	0.17	1.04	3.48	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.421293782	3.421293782
58	Weibull	0.17	1.01	3.39	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.370605884	3.370605884
59	Weibull	2.58	1.02	3.39	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.35973097	3.35973097
60	Weibull	1.50	1.03	3.36	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.321170945	3.321170945
61	Weibull	1.50	1.04	3.33	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.284566976	3.284566976
62	Weibull	3.60	1.04	3.35	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.294420014	3.294420014
63	Weibull	6.22	1.05	3.41	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.34657431	3.34657431
64	Weibull	2.75	1.05	3.41	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.340302417	3.340302417
65	Weibull	2.75	1.06	3.41	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.334412805	3.334412805
66	Weibull	4.60	1.07	3.45	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.359029633	3.359029633
67	Weibull	4.60	1.07	3.48	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.383241957	3.383241957
68	Weibull	1.57	1.08	3.45	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.350806267	3.350806267
69	Weibull	1.65	1.09	3.43	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.321933708	3.321933708
70	Weibull	1.47	1.10	3.41	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.289532433	3.289532433
71	Weibull	1.00	1.10	3.37	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.246937183	3.246937183

70	Weibull	1.47	1.10	3.41	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.289532433	3.289532433
71	Weibull	1.00	1.10	3.37	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.246937183	3.246937183
72	Weibull	1.00	1.10	3.33	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.20262824	3.20262824
73	Weibull	2.00	1.11	3.32	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.189466636	3.189466636
74	Weibull	5.73	1.11	3.36	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.228008591	3.228008591
75	Weibull	1.85	1.12	3.35	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.208220327	3.208220327
76	Weibull	3.63	1.13	3.36	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.217400904	3.217400904
77	Weibull	4.80	1.13	3.39	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.242276766	3.242276766
78	Weibull	4.12	1.14	3.41	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.257566869	3.257566869
79	Weibull	30.87	1.10	3.60	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.479904391	3.479904391
80	Weibull	2.53	1.10	3.60	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.469078057	3.469078057
81	Weibull	0.08	1.06	3.53	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.446012154	3.446012154
82	Weibull	3.17	1.07	3.53	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.446443975	3.446443975
83	Weibull	2.92	1.07	3.54	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.443395317	3.443395317
84	Weibull	1.07	1.08	3.50	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.405540611	3.405540611
85	Weibull	4.47	1.08	3.53	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.42311003	3.42311003
86	Weibull	1.25	1.09	3.50	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.390423592	3.390423592
87	Weibull	1.25	1.09	3.47	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.358935509	3.358935509
88	Weibull	3.45	1.10	3.48	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.363803423	3.363803423
89	Weibull	0.15	1.07	3.43	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.335262623	3.335262623
90	Weibull	2.72	1.08	3.43	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.331055411	3.331055411
91	Weibull	28.02	1.05	3.58	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.511536377	3.511536377
92	Weibull	0.97	1.05	3.54	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.473892726	3.473892726
93	Weibull	0.92	1.05	3.51	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.436319806	3.436319806
94	Weibull	0.13	1.03	3.45	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.409207938	3.409207938
95	Weibull	8.18	1.03	3.50	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.46169078	3.46169078
96	Weibull	1.80	1.04	3.49	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.442222588	3.442222588
97	Weibull	0.97	1.04	3.46	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.407635758	3.407635758
98	Weibull	0.75	1.04	3.42	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.369179144	3.369179144
99	Weibull	0.13	1.02	3.37	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.344270212	3.344270212
100	Weibull	0.13	1.00	3.32	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.320214716	3.320214716
101	Weibull	2.80	1.00	3.32	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.318288334	3.318288334
102	Weibull	1.47	1.01	3.31	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.295880839	3.295880839
103	Weibull	1.52	1.01	3.29	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.275044342	3.275044342
104	Weibull	2.83	1.02	3.30	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.274042829	3.274042829
105	Weibull	11.65	1.01	3.36	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.347214543	3.347214543
106	Weibull	1.97	1.02	3.36	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.333728304	3.333728304
107	Weibull	0.27	1.01	3.31	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.296441394	3.296441394
108	Weibull	35.65	0.98	3.45	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.474482829	3.474482829
109	Weibull	0.83	0.99	3.42	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.439684851	3.439684851
110	Weibull	1.07	0.99	3.39	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.410565575	3.410565575
111	Weibull	1.33	0.99	3.38	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.386750624	3.386750624
112	Weibull	1.30	1.00	3.36	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.363036	3.363036
113	Weibull	1.30	1.00	3.34	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.339978806	3.339978806
114	Weibull	2.43	1.00	3.34	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.333397764	3.333397764
115	Weibull	6.45	1.01	3.37	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.364661748	3.364661748
116	Weibull	6.77	1.01	3.41	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.398100352	3.398100352
117	Weibull	4.98	1.01	3.43	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.41635724	3.41635724
118	Weibull	1.98	1.01	3.42	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.403660844	3.403660844
119	Weibull	2.52	1.02	3.42	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.397625364	3.397625364
120	Weibull	4.90	1.02	3.44	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.414672178	3.414672178
121	Weibull	3.82	1.02	3.46	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.421725419	3.421725419
122	Weibull	2.98	1.03	3.46	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.420818245	3.420818245
123	Weibull	2.57	1.03	3.46	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.415405458	3.415405458
124	Weibull	2.57	1.04	3.46	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.410172024	3.410172024
125	Weibull	16.65	1.03	3.54	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.49673377	3.49673377
126	Weibull	9.18	1.03	3.58	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.542695728	3.542695728
127	Weibull	5.08	1.03	3.60	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.559252833	3.559252833
128	Weibull	9.80	1.03	3.65	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.60825579	3.60825579
129	Weibull	18.57	1.02	3.73	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.701835682	3.701835682
130	Weibull	14.53	1.01	3.79	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.776298692	3.776298692
131	Weibull	5.42	1.01	3.82	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.793498684	3.793498684
132	Weibull	5.88	1.02	3.84	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.814164707	3.814164707
133	Weibull	43.45	0.99	3.98	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	3.985064514	3.985064514
134	Weibull	8.95	0.99	4.02	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.025850005	4.025850005
135	Weibull	9.93	0.99	4.06	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.072505063	4.072505063
136	Weibull	18.42	0.99	4.14	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.163006173	4.163006173
137	Weibull	18.42	0.98	4.22	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.253464689	4.253464689
138	Weibull	10.92	0.98	4.27	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.304725547	4.304725547
139	Weibull	7.85	0.98	4.30	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.335823183	4.335823183
140	Weibull	3.83	0.99	4.31	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.334632306	4.334632306
141	Weibull	5.18	0.99	4.32	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.345214663	4.345214663
142	Weibull	5.18	0.99	4.34	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.35568886	4.35568886
143	Weibull	16.65	0.99	4.41	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.434619722	4.434619722
144	Weibull	3.13	0.99	4.41	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.426386899	4.426386899
145	Weibull	8.68	0.99	4.44	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.461083833	4.461083833
146	Weibull	4.03	0.99	4.45	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.4607374	4.4607374

144	Weibull	3.13	0.99	4.41	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.426386899	4.426386899
145	Weibull	8.68	0.99	4.44	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.461083833	4.461083833
146	Weibull	4.03	0.99	4.45	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.4607374	4.4607374
147	Weibull	2.87	1.00	4.45	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.449973422	4.449973422
148	Weibull	14.95	0.99	4.51	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.518174856	4.518174856
149	Weibull	4.90	1.00	4.52	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.524690808	4.524690808
150	Weibull	4.90	1.00	4.53	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.531174367	4.531174367
151	Weibull	6.73	1.00	4.56	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.551170057	4.551170057
152	Weibull	18.53	1.00	4.63	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.633540715	4.633540715
153	Weibull	5.42	1.00	4.64	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.643198252	4.643198252
154	Weibull	13.59	1.00	4.70	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.702034237	4.702034237
155	Weibull	6.66	1.00	4.72	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.720154592	4.720154592
156	Weibull	5.57	1.00	4.74	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.730287764	4.730287764
157	Weibull	4.79	1.01	4.75	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.734303401	4.734303401
158	Weibull	7.38	1.01	4.77	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.756723134	4.756723134
159	Weibull	8.15	1.01	4.80	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.783758338	4.783758338
160	Weibull	8.76	1.01	4.83	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.81431004	4.81431004
161	Weibull	18.44	1.01	4.90	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.89182648	4.89182648
162	Weibull	6.63	1.01	4.92	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.90803791	4.90803791
163	Weibull	6.13	1.01	4.94	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.920636719	4.920636719
164	Weibull	3.78	1.01	4.94	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.914845726	4.914845726
165	Weibull	10.19	1.01	4.98	Benard	Kolmogórov - Smirnov	OK	4.951963645	4.951963645

Mantenibilidad - Planeada (Preventiva y/o Correctiva)

M_p									
Dato Número	Función Distribución	Tiempo	β de M_p de Mantenibilidad	η - Eta de Mantenibilidad Planeada M_p	Alineación	Goodness of Fit	Cumple o no Bondad de Ajuste - Goodness of Fit	M_p Calculado	Tiempo Mantenibilidad Calculado M_p

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

130	117.00	1.31	126.90	42.80	117.02999
131	135.82	1.31	127.18	43.05	117.2204009
132	86.33	1.32	127.00	43.08	116.9831948
133	63.71	1.32	126.41	42.68	116.4126938
134	142.36	1.32	126.77	42.78	116.6842183
135	129.56	1.33	126.85	43.18	116.7136671
136	87.86	1.33	126.69	43.06	116.4875241
137	82.92	1.33	126.47	43.14	116.2324182
138	187.64	1.33	127.16	43.38	116.8474842
139	88.30	1.34	127.00	43.46	116.6414886
140	40.80	1.34	126.27	43.06	115.9595659
141	58.03	1.34	125.83	42.97	115.5268672
142	83.31	1.34	125.51	42.60	115.1716705
143	88.93	1.35	125.39	42.55	114.9917603
144	173.55	1.35	125.81	43.02	115.3469929
145	116.38	1.35	125.83	43.32	115.3207444
146	162.57	1.36	126.15	43.77	115.5742368
147	152.03	1.36	126.54	43.84	115.8956807
148	136.80	1.36	126.80	44.04	116.0825742
149	39.22	1.36	126.06	43.63	115.407996
150	149.65	1.36	126.33	43.42	115.6226646
151	111.68	1.37	126.23	43.09	115.5025665
152	60.04	1.37	125.71	42.73	114.9892494
153	34.45	1.37	125.04	42.45	114.424323
154	115.61	1.37	125.15	42.42	114.4654055
155	98.56	1.37	125.11	42.37	114.3729614
156	99.47	1.38	125.08	42.44	114.2930156
157	102.64	1.38	125.09	42.43	114.2401658
158	107.69	1.39	125.13	42.48	114.2276778
159	113.11	1.39	125.21	42.58	114.259427
160	119.91	1.39	125.35	42.63	114.328704
161	109.65	1.40	125.41	42.68	114.3311104
162	95.92	1.40	125.36	42.70	114.233362
163	100.83	1.41	125.34	42.64	114.1650393
164	94.96	1.41	125.27	42.55	114.0495334
165	124.03	1.41	125.43	42.62	114.1548995

130	8.31	1.11	4.94	5.25	4.74801267
131	4.72	1.12	4.95	5.24	4.748933286
132	7.42	1.12	4.98	5.26	4.773856494
133	25.76	1.11	5.06	5.32	4.865076416
134	5.91	1.11	5.07	5.31	4.870917176
135	12.23	1.11	5.12	5.37	4.927720826
136	15.78	1.11	5.19	5.44	4.999817456
137	16.69	1.10	5.26	5.51	5.077421633
138	8.17	1.10	5.29	5.52	5.100149404
139	14.43	1.10	5.35	5.60	5.166309162
140	4.37	1.10	5.36	5.59	5.161862905
141	5.53	1.11	5.37	5.60	5.1767516832
142	5.58	1.11	5.38	5.60	5.173563523
143	9.50	1.11	5.40	5.60	5.193836342
144	4.71	1.11	5.40	5.60	5.192387338
145	6.98	1.12	5.42	5.60	5.206756575
146	5.38	1.12	5.43	5.60	5.210867939
147	2.36	1.12	5.41	5.57	5.188265226
148	16.74	1.12	5.48	5.65	5.262251384
149	4.02	1.12	5.48	5.63	5.253404123
150	4.42	1.13	5.48	5.63	5.248467708
151	6.07	1.13	5.49	5.63	5.255664284
152	16.26	1.12	5.56	5.70	5.32353983
153	6.19	1.13	5.57	5.71	5.332754383
154	10.07	1.13	5.60	5.73	5.362866349
155	5.56	1.13	5.61	5.72	5.365647529
156	6.37	1.14	5.63	5.73	5.375739011
157	6.28	1.14	5.64	5.74	5.385148954
158	8.53	1.14	5.67	5.77	5.409685321
159	7.09	1.14	5.69	5.78	5.423163941
160	8.99	1.14	5.72	5.80	5.449634638
161	13.82	1.14	5.77	5.84	5.497098095
162	7.21	1.15	5.78	5.85	5.511792005
163	6.71	1.15	5.80	5.86	5.522981902
164	5.62	1.15	5.81	5.87	5.526151098
165	9.83	1.15	5.84	5.90	5.555891301

130	62.65	1.21	65.92	61.8574496
131	70.27	1.22	66.06	61.94367961
132	46.88	1.22	65.99	61.83223642
133	44.73	1.21	65.73	61.64360625
134	74.13	1.22	65.92	61.78070986
135	70.90	1.22	65.99	61.83989329
136	51.82	1.22	65.94	61.79288896
137	49.80	1.22	65.87	61.73327216
138	97.90	1.22	66.22	62.04949932
139	51.37	1.22	66.18	62.0008487
140	22.58	1.22	65.82	61.63079533
141	31.78	1.22	65.60	61.39665541
142	44.44	1.23	65.44	61.20708744
143	49.22	1.23	65.39	61.13802886
144	89.13	1.23	65.61	61.30288316
145	61.68	1.24	65.63	61.28830015
146	83.97	1.24	65.79	61.40526284
147	77.19	1.24	65.98	61.55174191
148	76.77	1.24	66.14	61.71103688
149	21.62	1.24	65.77	61.34558654
150	77.04	1.24	65.90	61.43778599
151	58.88	1.25	65.86	61.36887492
152	38.15	1.25	65.63	61.16126632
153	20.32	1.25	65.31	60.85761258
154	62.84	1.25	65.38	60.8952922
155	52.06	1.25	65.36	60.84118174
156	52.92	1.26	65.36	60.79714792
157	54.46	1.26	65.37	60.76720247
158	58.11	1.26	65.40	60.77076811
159	60.10	1.27	65.45	60.78269199
160	64.45	1.27	65.53	60.83383873
161	61.73	1.27	65.59	60.86857673
162	51.56	1.27	65.57	60.81992577
163	53.77	1.28	65.57	60.78373117
164	50.29	1.28	65.54	60.71828755
165	66.93	1.28	65.64	60.78618827

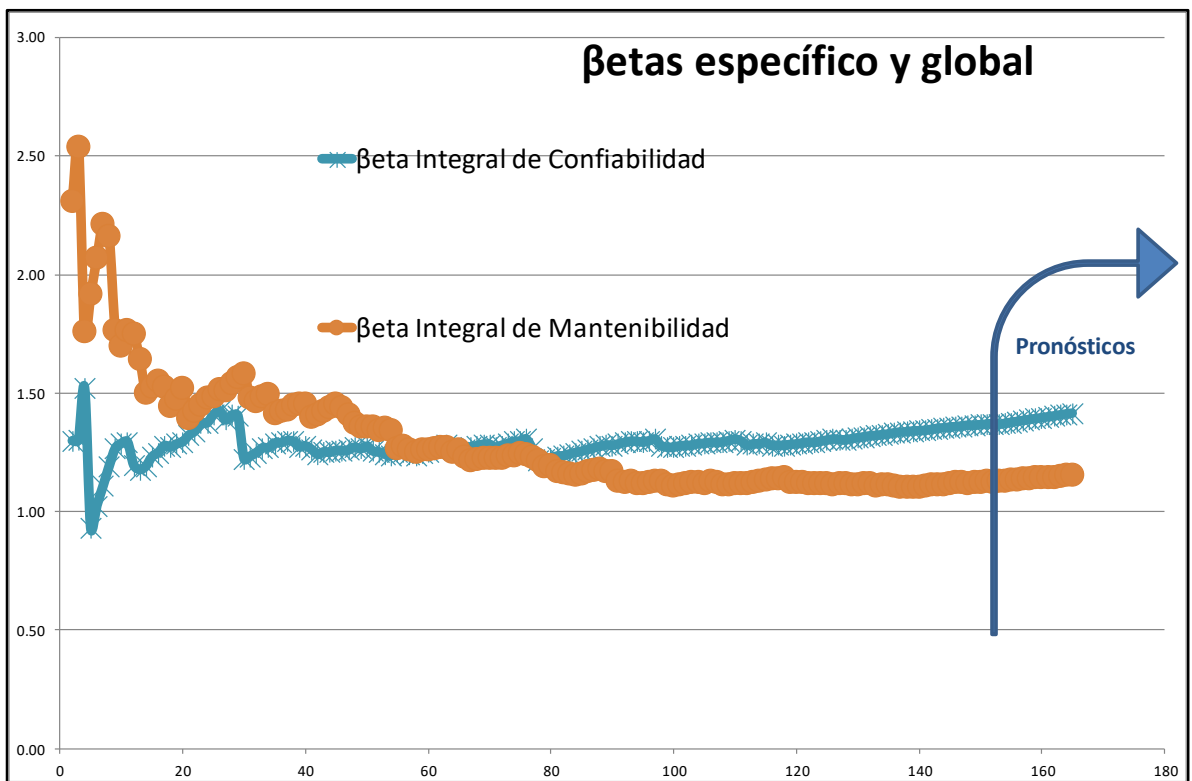
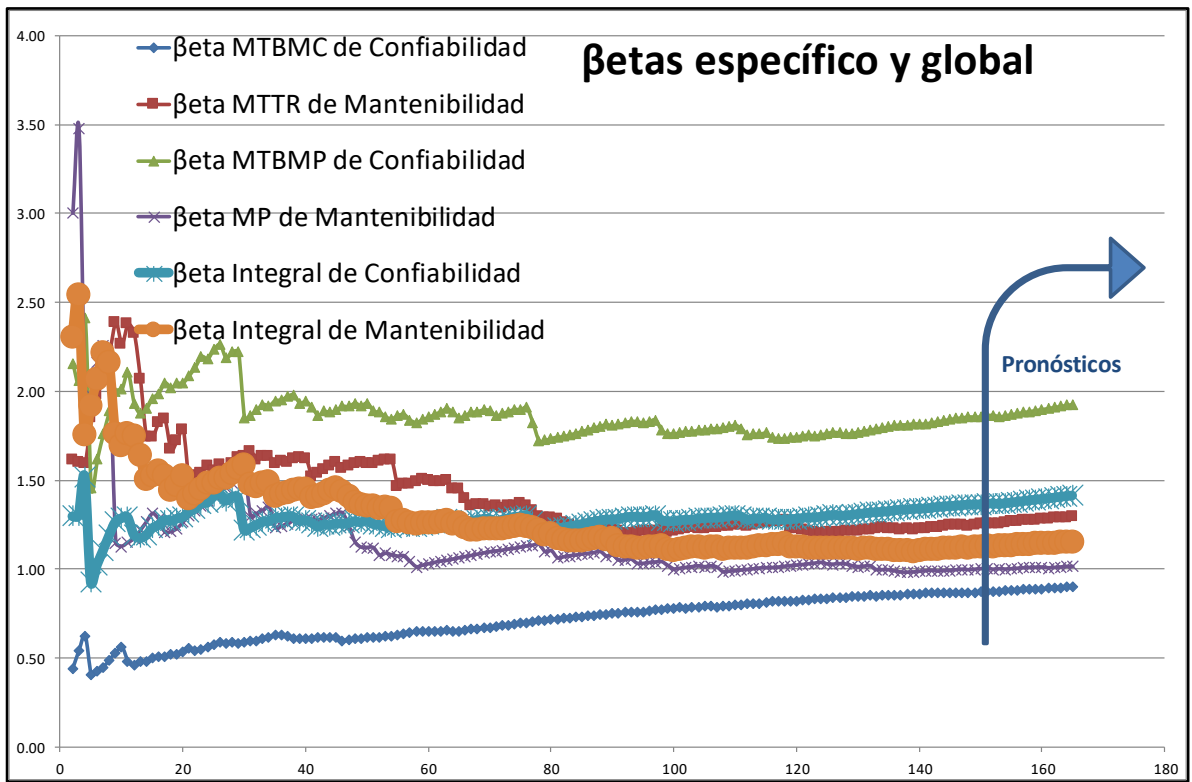
130	96.10%
131	96.11%
132	96.08%
133	95.99%
134	95.99%
135	95.95%
136	95.88%
137	95.81%
138	95.82%
139	95.76%
140	95.74%
141	95.72%
142	95.70%
143	95.68%
144	95.69%
145	95.68%
146	95.69%
147	95.72%
148	95.66%
149	95.65%
150	95.66%
151	95.65%
152	95.58%
153	95.55%
154	95.52%
155	95.52%
156	95.51%
157	95.50%
158	95.48%
159	95.47%
160	95.45%
161	95.41%
162	95.40%
163	95.39%
164	95.38%
165	95.36%

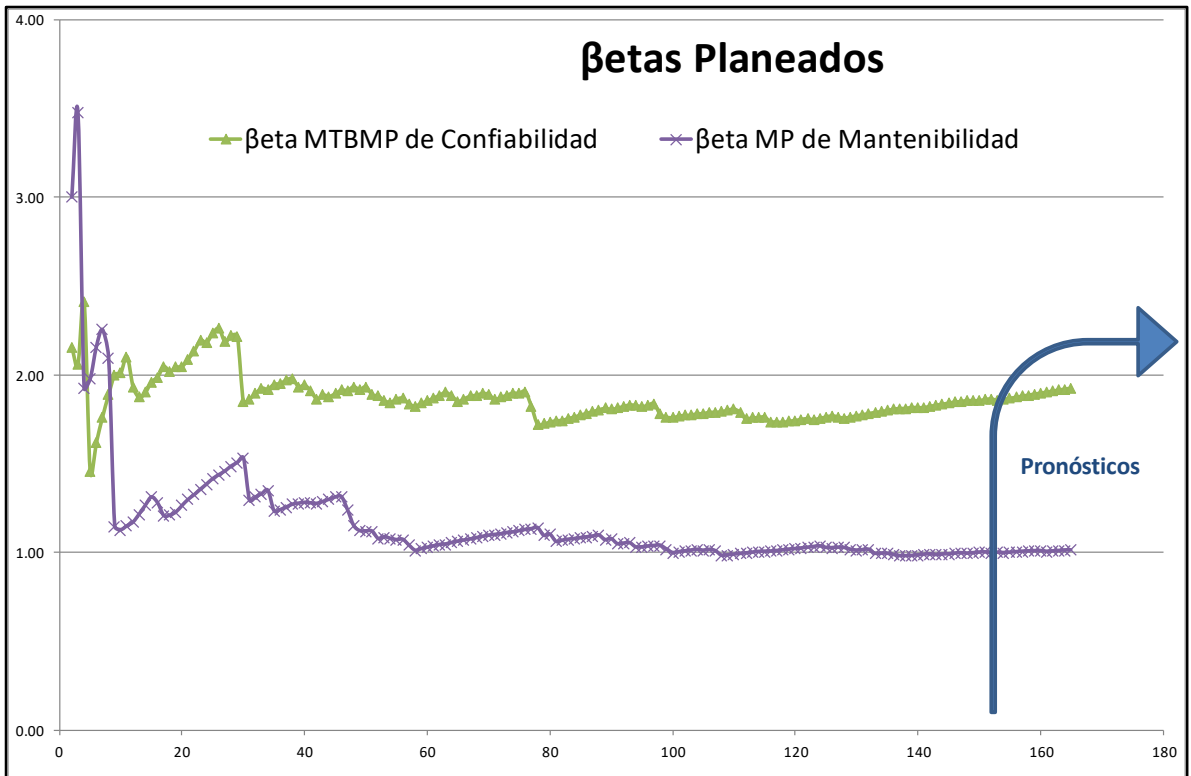
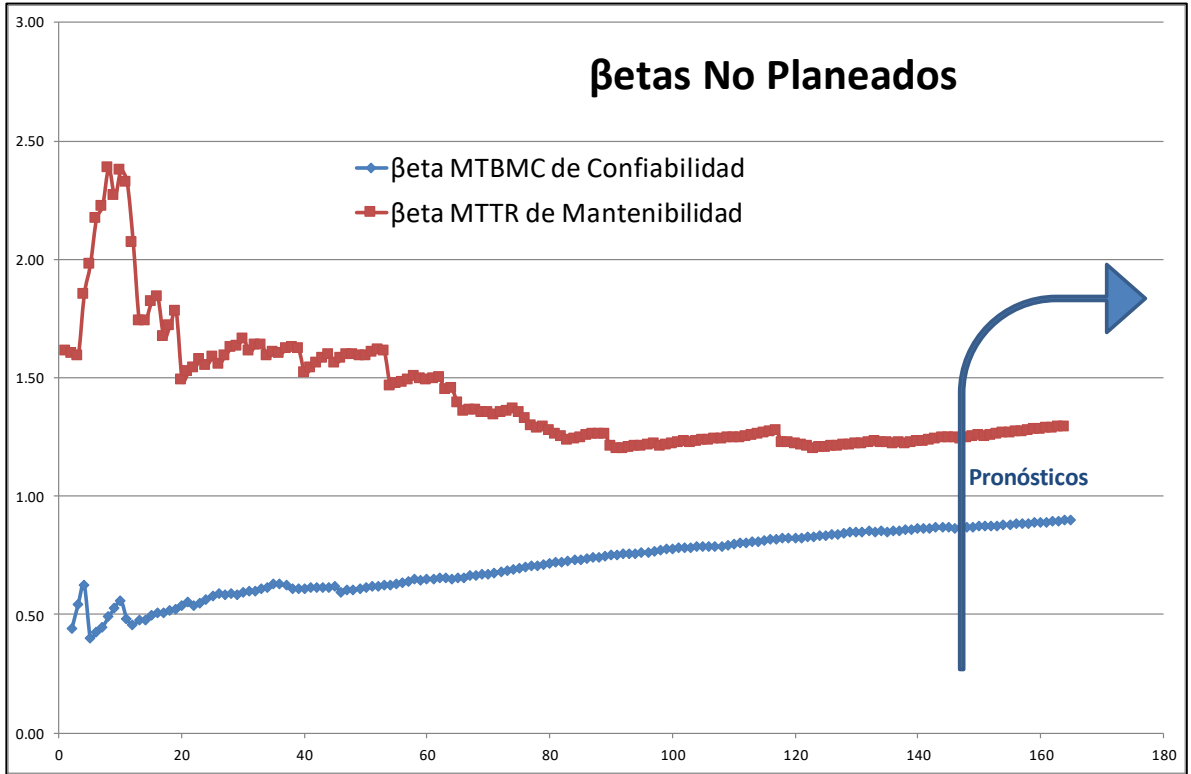
Confiability Integral				
MTBM				
Mes	Tiempo	Beta Integral de Confiability	η - Eta de Confiability Integral	Tiempo Integral de Confiability Calculado fórmula estándar MTBM

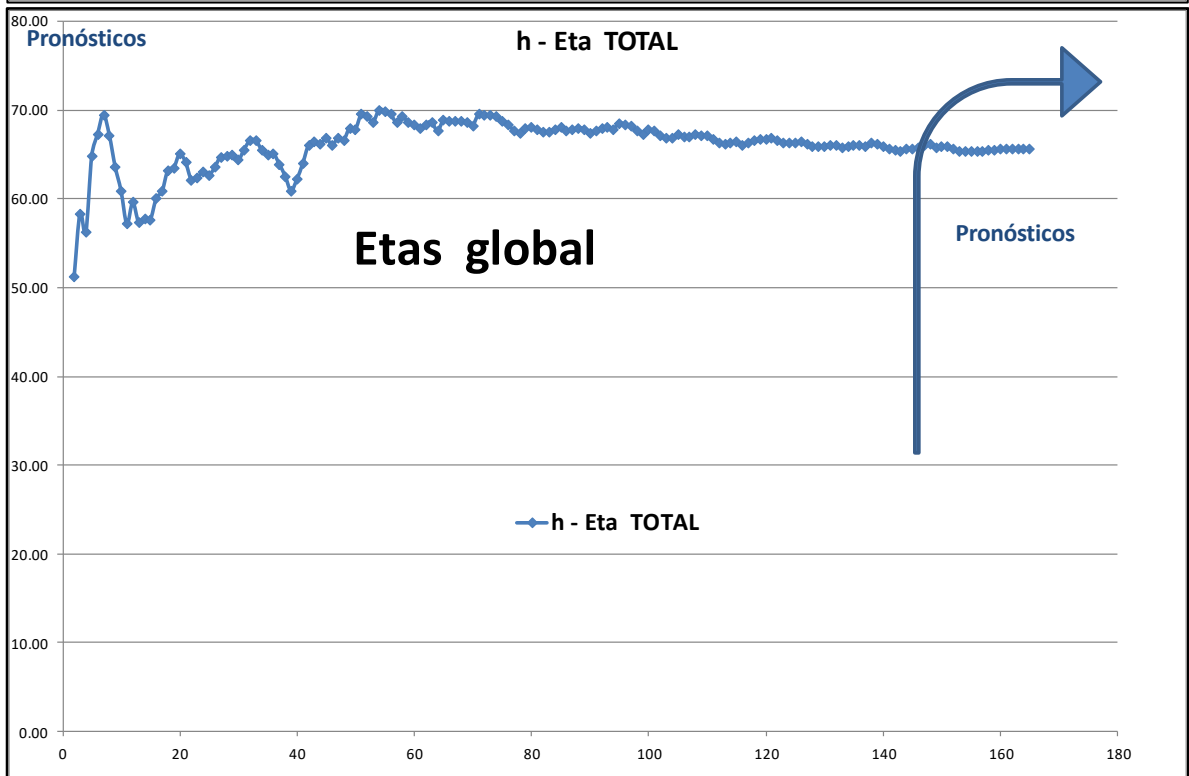
Mantenibilidad Integral				
M				
Dato Número	Tiempo	Beta Integral de Mantenibilidad	η - Eta de Mantenibilidad Integral	Tiempo Integral de Mantenibilidad Calculado fórmula estándar M

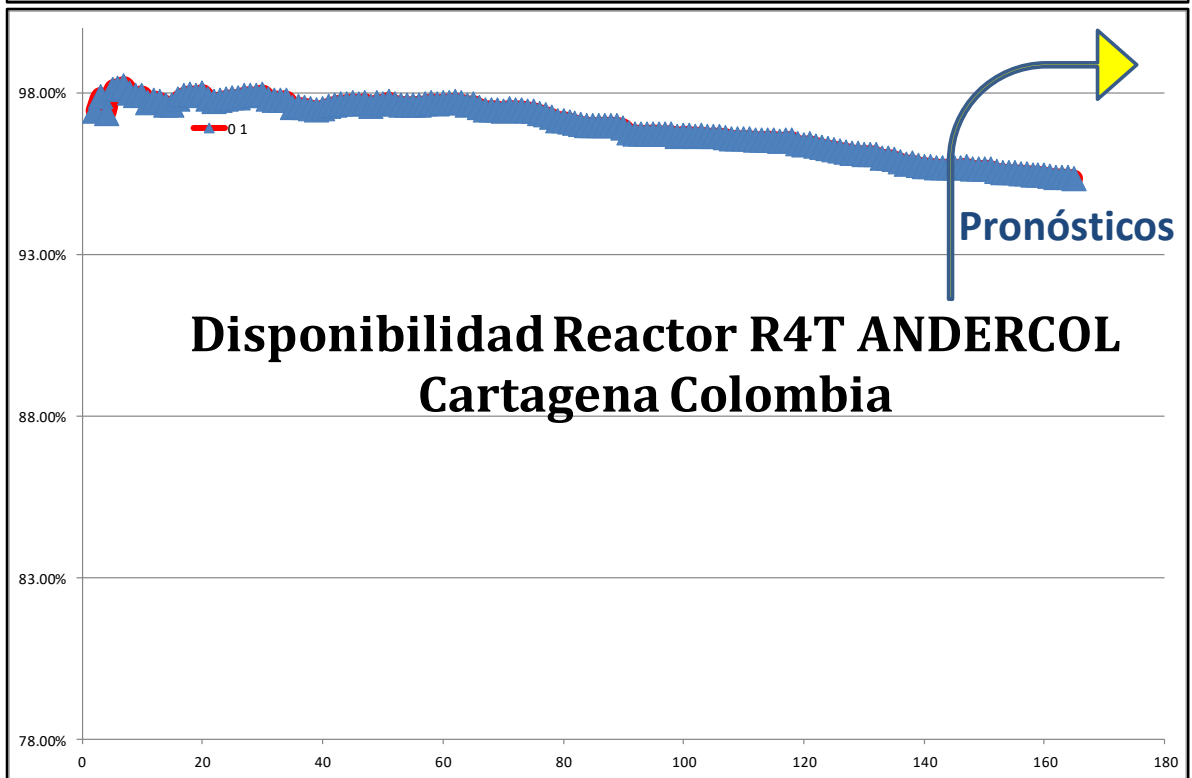
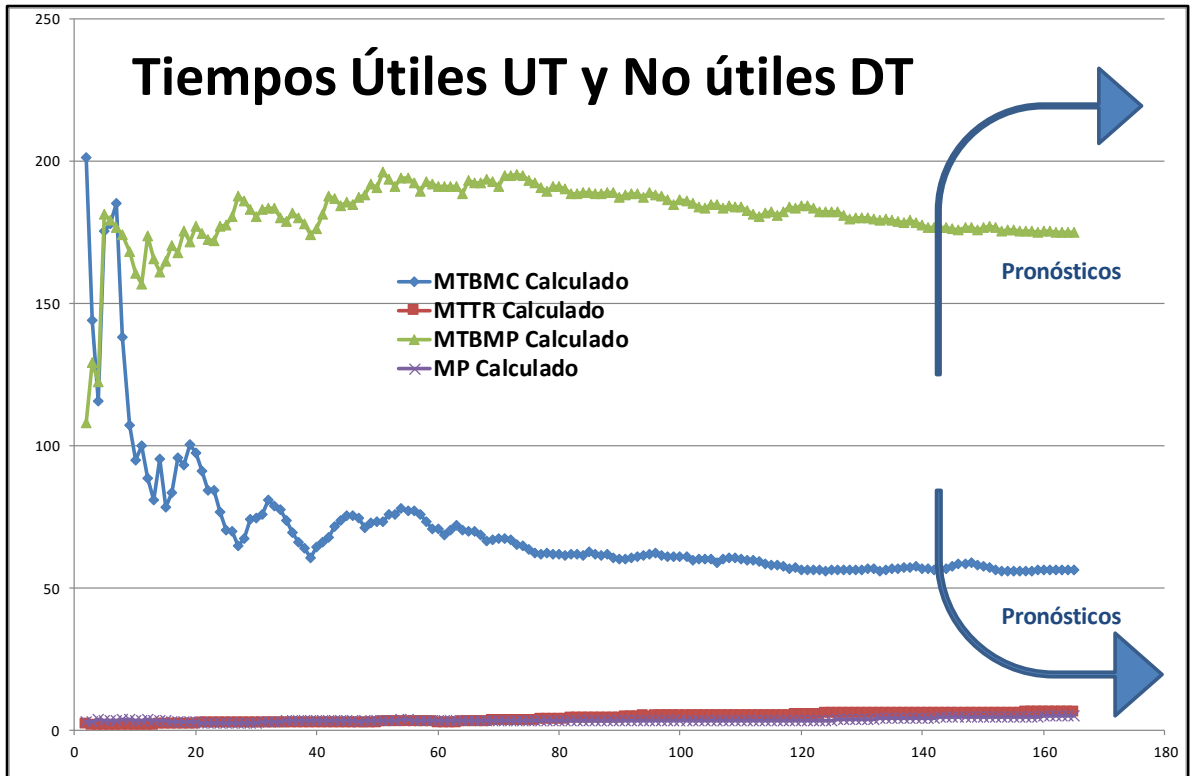
TOTAL				
Dato Número	Tiempo	Beta TOTAL	η - Eta TOTAL	Tiempos Totales

Dato Número	Disponibilidad Total
-------------	----------------------









Fuente : elaboración propia con programa y datos de CMD++ adjunto



Si da doble clic en el icono se le abre programa de cálculos en Excel

4.3.4.2 Análisis de Base de 154 datos puntuales más 12 pronósticos

Con estos cálculos el panorama se complementa, los β tas correctivos, no se ven superiores a uno, el de $MTBM_C$ se ve muy bien y se debe mantener, en cambio e, $MTTR$ se ve ligeramente superior a uno, la estrategia a realizar es la misma, revisar bien que se practiquen técnicas de análisis de fallas, se erradiquen las causas con buenas prácticas de políticas de control de fallas, y se revisen al dedillo y con detenimiento la forma en que se llevan a cabo los trabajos de mantenimiento correctivo, se deben vigilar bien la curas de mantenibilidad de $MTTR$ porque pareciera que se están gastando demasiados tiempos adicionales de los requeridos, o la otra razón es que las actividades de correctivo, no apuntan muy bien a solucionar los problema de fallas que conducen a lo correctivo.

Los dos Betas del $MTBM_P$ y de M_P , son muy bajos y cercanos al 1, esto se arregla sustituyendo los mantenimientos planeados con una mejor planeación de los mantenimientos planeados y canjeando fuertemente los preventivos por acciones predictivas.

Los tres Etas se mantienen en un equilibrio inestable a la baja, al revisar las acciones de mantenimiento con las indicaciones anteriores deben mejorar notablemente, esa leve decadencia en el futuro denota que hay serios problemas en los mantenimientos tanto planeados como en las acciones correctivas.

Por último y como integralidad de estos cálculos futuros, la Disponibilidad cae seriamente lo que le hace perder competitividad al reactor R4T, perder rentabilidad y sus costos elevados, con la intervención de como se hace el correctivo y con la adecuada planeación estratégica del planeado, se deben aminorar y solucionar definitivamente todas estas patologías expresadas.

4.4 CONCLUSIONES CAPÍTULO 4

El capítulo aporta significativamente en varios tópicos, en cuanto a lo correctivo la imperativa necesidad de revisar y auscultar la pertinencia de esos trabajos, como su duración, es decir primero se duda bastante de la efectividad de los trabajos correctivos y segundo se recomienda mucha vigilancia en los tiempos, estos deben hacerse con base en las curvas de $M(t)$ tanto del $MTTR$ como en los Mp .

Los resultados de las simulaciones y el cálculo del factor de forma Beta para cada uno de los indicadores permiten comprender a profundidad la gestión actual del Mantenimiento en este reactor, desde esta observación se puede establecer la mejor estrategia y/o tácticas para mejorar cada uno de los indicadores.

Mejorar el $MTBMc$ implica obtener mejor tiempo útil, los resultados anteriores demuestran tiempos muy cortos y un comportamiento No aleatorio.

Es recomendable identificar las fallas más recurrentes y así mismo implementar un programa o metodología seria de análisis de causa raíz que permita implementar una solución eficaz a los problemas más repetitivos, la identificación de los problemas recurrentes, permiten una mejor caracterización de las fallas funcionales y modos de falla, analizar las causas y aplicar acciones Correctiva Modificativas.

Los resultados de confiabilidad planeada demuestra la necesidad de reforzar el mantenimiento preventivo, este debe ser obligante y su no ejecución debería ser considerado no tolerable, según los datos observados el beta debe ser mejorado con acciones preventivas y posteriormente con acciones predictivas, por el momento impacta mucho la no ejecución del mantenimiento ciclico de manera constante.

En cuanto a lo planeado de forma imprescindible y urgente se deben planear de forma independiente a la paradas de producción accidentales, junto con una labor de efectividad de las tareas planeadas, la misma tecnología avanzada del Reactor R4T requiriere de más predictivo que el preventivo, hay que recordar que este último es más sensitivo y el predictivo es más técnico, de esta forma se podría mejorar notoriamente el valor del β predictivo y aumentarlo hacia la derecha para consolidar una futura táctica como RCM , es muy crítico el valor de los dos β preventivos y predictivos, son caóticos y esto debe ser intervenido de inmediato, haciendo las dos recomendaciones.

Indudablemente el Eta y la Disponibilidad mejoraran de inmediato si se hacen los ajustes recomendados anteriormente.

5. CONCLUSIONES

5.1 OBJETIVO CAPÍTULO 5

Presentar los principales resultados del estudio integral CMD del Reactor R4T.

5.2 PRINCIPALES CONCLUSIONES Y RESULTADOS DEL PROYECTO

En general los resultados del proyecto coinciden con la situación real manifestada en el estado del arte del mantenimiento del reactor R4T, los dos problemas más contundentes son: retardos en los trabajos de las acciones correctivas, ineffectividad de las acciones correctivas para erradicar totalmente las fallas, falta de implementación e políticas de control en lo correctivo, requerimiento de contar y organizar seriamente una metodología formal de fallas mediante la constitución inmediata de un Grupo CazaFallas que erradique las fallas, al igual se requiere un contundente análisis estadístico y registro adecuado de valores, que permitan controlar los tiempos de ejecución del mantenimiento correctivo, esto se logra mediante la implementación de todas las técnicas desarrolladas en el proyecto.

En cuanto a lo planeado proactivo, recogiendo los análisis y los resultados de los capítulos analíticos, se resume en mejorar las técnicas predictivas, intensificarlas y procurar reemplazar mejor lo preventivo por predictivo, al igual un control muy estricto en la forma de planear y ejecutar los trabajos planeados, pues son dependientes de las paradas de mantenimiento y no deben ser así, deben responder a técnicas independientes, basadas en las curvas de Confiabilidad u o Mantenibilidad realizada para los $MTBM_P$ y el M_P , de esta forma se garantizaría mejores resultados en la Confiabilidad, en la Mantenibilidad, en Disponibilidad, lo que redundará inmediatamente en la mejora de la productividad, al elevar los Etas η .

Observando los resultados es altamente recomendable el diseño y la implementación de un plan estratégico de mantenimiento, que permita ver el mantenimiento como una inversión y avanzar en su madurez, así mismo que promueva la estandarización de las acciones de mantenimiento. La generación de valor desde el mantenimiento debe garantizarse con la adecuada gestión de la confiabilidad planeada y la eliminación de correctivos recurrentes.

Es importante contar con una política de gestión de activos fundamentada en las acciones o tácticas predictivas y preventivas, como el proceso no es continuo, la gestión de mantenimiento debe ser tomada en cuenta en la planeación de

manufactura, esto quiere decir, que los tiempos requeridos para acciones preventivas y/o predictivas debe ser parte del tiempo de ciclo del Reactor.

La no aleatoriedad de datos *MTTR* demuestran posibles fallas recurrentes y muy conocidas por mantenimiento y las cuales parecen ser gestionadas con paliativos y no con modificaciones eficaces que eliminen la causa raíz.

Por último y como elemento más relevante, importante y contundente se recomienda planear toda la actividad de Mantenimiento correctivo y planeado preventivo predictivo a partir de los análisis permanentes y sistematizados de CMD con sus curvas, cálculos y estrategias acá definidas en el Plan Estratégico del capítulo anterior, integrando estas técnicas de análisis ya administración del mantenimiento a la actividad del día a día en el Reactor R4T ANDERCOL de Cartagena.

BIBLIOGRAFÍA

- ¿Strategic Sourcing: to make or no to make?* Venkatesan, Ravi. 1992. [ed.] Harvard Business Review. 92610, Boston - Massachusetts - Estados Unidos : Harvard Business Review, 1 de Noviembre de 1992, Harvard Business Review, Vol. 59, pág. 14 a 28. ISSN: 1698-5117
- A situational maintenance model.* Riis, Jens O., Luxhøj, James T. y Thorsteinsson, Uffe. 1997. Issue 4, Bradford - England : MCB UP Ltd, 1997, International Journal of Quality & Reliability Management, Vol. 14, pág. 349 a 366. Estudio EUREKA. ISSN 0265-671X.
- AMEF@. 2005. Análisis de Fallas. *GestioPolis*. [En línea] Libre, 2005. <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/amef.htm>.
- Andercol S.A.S. 2012. Andercol S.A.S. *Intranet de Andercol S.A.S.* [En línea] MARZO de 2012. [Citado el: 19 de Octubre de 2019.] <http://www.andercol.com/Intranet/Procesos/venezuela>.
- ANDERCOL S.A.S. 2017. *andercol.com.co*. [En línea] 2017. [Citado el: 19 de Octubre de 2019.] <http://www.andercol.com.co>.
- Andercol S.A.S. 2014. Layout General Key Plan. *Layout General Key Plan*. Cartagena, Bolívar, Colombia : s.n., 2014.
- . 2014. Plano Reactor 4. *Plano reactor 4*. Cartagena : s.n., 2014. PL-082-1401.
- . 2014. Planos-Archivo EAM. *Planos-Archivo EAM*. Cartagena : s.n., 2014.
- ANDERCOL, SAS. 2015. Ubicación Planta Cartagena. *Ubicación Planta Cartagena*. Cartagena, Colombia : Archivos Andercol S.A.S, 2015.
- Ávila, Rubén - Espinosa. 1992. *Fundamentos del mantenimiento - Guías Económicas, Técnicas y Administrativas*. Primera reimpresión. Cd. de México : Limusa Grupo Noriega Editores PRIMERA REIMPRESIÓN, 1992. ISBN 968-18-2528-4.
- Bajaria, H. J. 1983. *Integration of Reliability, Maintainability and Quality Parameters in Design of Heavy Duty Vehicles (L. Ray Buckendale lecture)* - Society of Automotives Engineers, Inc. Palo Alto : Warrendale, 1983. ISBN: 0898833043.
- Banderas, Antonio Valiente. 2010. *ABSORCION*. Mexico D.F : Facultad Química UNAM, C.U, 2010.
- Barlow, Richard E. 1998. *Engineering Reliability*. s.l. : Editorial Board SIAM, 1998, pág. 199. ISBN: 0898714052..
- Barlow, Richard E y Proschan, Frank. 1996. *Mathematical Theory of Reliability*. New York : John Wiley & Sons, Inc, 1996. ISBN 0898713692.
- Barret. 2019. *ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE PSICOLOGÍA*. Universidad de los Angeles de Chimbote. Chimbote - Perú : ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE PSICOLOGÍA, 2019. pág. 15. Link http://files.uladech.edu.pe/docente/41916979/PS_APRENDIZAJE/sesion_8/lectura_gagne.pdf.
- Barringer@, Paul H. 1997. Availability, Reliability, Maintainability and Capability. [En línea] 18 de 02 de 1997. [Citado el: 01 de 04 de 2017.] <http://www.barringer1.com>.
- Barringer@, Paul. 2005. Availability, Reliability, Maintainability, and Capability. [En línea] 2005. [Citado el: 11 de Noviembre de 2008.] <http://www.barringer1.com/lcc.htm>.
- Bazovsky, Igor. 2004. *Reliability Theory and Practice*. s.l. : Edit. Dover Publications Incorporated, 2004. pág. 304 . ISBN: 0486438678..
- Beck@, Richard. 2003. Asset Management. *Meridium Inc.* [En línea] Original de la revista Chemical Engineering Progress - USA, Junio de 2003. [Citado el: 18 de Diciembre de 2008.] www.cepmagazine.com. http://www.meridium.com/news_events/articles/pdf_files/achieve_best_in_class_reliability.pdf.
- Bertalanffy, Ludwig von. 1994. *Teoría General de los Sistemas*. Bogotá : Fondo de Cultura Económica Limitada, 1994. pág. 311. ISBN: 958-38-0011-2.
- Bertalanffy1, Ludwig von. 1994. *Teoría General de los Sistemas - Fondo de Cultura Económica Ltda*. Bogotá : Fondo de Cultura Económica, 1994. pág. 311. ISBN: 950-557-096-1.
- Billington, Roy y Wang, Peng. 2012. Tesis para optar al título de Ingeniera Industrial. [En línea] 26 de 01 de 2012. [Citado el: 12 de 08 de 2019.] WANG, Peng. BILLINTON, Roy. Reliability Cost/Worth Assessment of Distribution Systems Incorporating Time-Varying Weather Conditions and Restoration Resources. En: IEEE Transactions on Power Delivery. 2002. Vol. 17, p. 260 - 265.. <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/8115/1/CB-0460923.pdf>.
- Blanchard, Benjamín S, Verma, Dinesh y Peterson, Elmer. 1994. *Serie Nuevas dimensiones en Ingeniería - Maintainability: a key to effective serviceability and maintenance management*. s.l. : Edit. Wiley Interscience - Wiley, John & Sons, Incorporated, 1994. pág. 560. ISBN: 0486438678.
- Blanchard, Benjamín S. 1995. *Ingeniería Logística – Traducido de Logistics Engineering and Maintenance – ISDEFE*. Madrid : ISDEFE@ - Monografias.com, 1995. pág. 153. ISBN: 84-89338-06X.
- Breve Historia de la Ingeniería - Partes 1, 2 y 3.* Barajas, Oscar Mauricio - Pinzón. 2003. 19, 20 y 21, Nuevo León : s.n., Abril - Junio del No. 19, de Julio a Septiembre del No. 20 y de Octubre a Diciembre de 2003 del No. 21 de 2003, Ingenierías, Vol. VI, págs. 47-53 del número 19, 62-74 del número 20, 56-63 del número 21. Web ingenierias.uanl.mx/19/pdf/brevehistoriadelaing.PDF. ISSN 1405-0676.
- Chiavenato, Idalberto. 2005. *Introducción A La Teoría General De La Administración*. Séptima. Madrid : McGraw Hill, 2005. pág. 584. Compra disponible en web <http://www.buscalibros.cl/libro.php?libro=185295>. ISBN 9701055004.
- Chute@, John R. 2003. Reliability Web.com. *Solution Oriente Asset Reliability*. [En línea] Libre, Agosto de 2003. [Citado el: 19 de Diciembre de 2008.] www.maintenanceconference.com o <http://www.reliabilityweb.com/art04/chute.pdf>. http://www.reliabilityweb.com/art04/right_things.htm.
- De Miguel, Fernández Enrique – – Servicio de Publicaciones d. 1990. *ntroducción a la Gestión "Management" - Volumen I y II Departamento de Organización de Empresas, Economía Financiera y Contabilidad – E.T.S.I. Industriales*. [ed.] Universidad Politécnica de Valencia. Valencia : Servicio de Publicaciones de la UPV, 1990. pág. 897. Vol. I y II, Volumen I y II Departamento de Organización de Empresas, Economía Financiera y Contabilidad – E.T.S.I. Industriales. ISBN: 84-7721-127-2.
- Diagnetics@. 1998.. What is Proactive Maintenance? [En línea] 1998. <http://www.maintenanceresources.com/ReferenceLibrary/OilAnalysis/oa-what.htm>.
- Díaz, Matalobos - Ángel. 1992. *Confiabilidad en mantenimiento*. Caracas : Ediciones IESA, C.A., 1992. pág. 110. ISBN: 980-271-068-2.
- Dounce, Enrique - Villanueva. 1998. *La Productividad en el Mantenimiento Industrial*. Segunda. Cd. de México : Compañía Editorial Continental, SA de CV., 1998. pág. 350. ISBN 968-26-1089-3.
- Duffuaa, S.O y Ben-Daya, S. 1995. *Maintenance and quality: the mission link – Journal of Quality in Maintenance Engineering*. West Yorkshire : s.n., 1995. págs. 17 -18. Vol. Volumen 1. ISSN: 1355-2511.
- Ebeling, Charles E. 2005. *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. [ed.] Inc. Waveland Press. New York City : McGraw-Hill Science - Engineering - Math, 2005. pág. 576. ISBN: 1577663861.
- Edwards, Vacuum Solutions division of Atlas Copco. 2018. *Mantenimiento Bomba GXS*. Estados Unidos. Abingdon : Atlas Copco, 2018.
- ESReDa. 2001. *ESReDa Handook on Maintenance management*. [ed.] Reliability & Data ESReDa - European Safety. Primera de 2001. Hevik - Norway : DET NORSKE VERITAS - ESReDa, 2001. pág. 255. Vol. Uno, Idioma Español. ISBN: 82-515-02705.

- ESReDa-Industrial. 1998.** *Industrial Application of Strutral Realibility Theory*. [ed.] P. Thoft-Christensen - Det Norske Veritas DNV. ESReDa - European Safety, reliability and Data. Hovik : ESReDa Working Group Report, 1998. pág. 283. Vol. ESReDa Safety Series No. 2. ISBN: 82-515-0233-0.
- Estadística aplicada a los Sistemas & Confiabilidad en los Sistemas. Forcadás, Jorge - Feliu. 1983.* 4, Medellín : Revista SAI - Revista SAI Sociedad Antioqueña de Ingenieros y Arquitectos – En: Revista SAI. No.4 Vol.1 – Medellín – Colombia - 1983, 1983, Vol. 1, pág. 41.
- Evans, D. W. 1975.** *Terotechnology - How can it work*. 1975.
- Filosofía&Co. 2019.** <https://www.filco.es/el-pensamiento-ilustrado-de-kant/>. *Filosofía & Co.* [En línea] Libre, 12 de 02 de 2019. [Citado el: 19 de 08 de 2019.] Immanuel Kant nació el 22 de abril de 1724 en la ciudad prusiana de Königsberg (actual Kaliningrado, Rusia) y murió en la misma ciudad el 12 de febrero de 1804.. <https://www.filco.es/el-pensamiento-ilustrado-de-kant/>.
- Fitch@, Jim. 2002.** Proactive Maintenance's Unruly Cousin - Machinery Lubrication Magazine. [En línea] 2002. http://www.machinerylubrication.com/article_detail.asp?articleid=335&relatedbookgroup=ContaminationControl.
- Ford, Motor Company. 1972.** Reliability methods: designs verification and and production validation. Module IX. [ed.] Ford. *North American Automotive Operations*. Dearborn, Michigan, Estados Unidos : Ford Motor Company, 1972. Citado por Stamatis.
- Gagné@, Robert y Bloom, Benjamin. 2008.** Taxonomía de los Objetivos educacionales y formativos de los seres humanos. *Modelos de procesamiento de la información de los humanos*. [En línea] http://cmaps.conectate.gob.pa/servlet/SBReadResourceServlet?rid=1189491719498_981864839_519162&partName=htmltext, 21 de Septiembre de 2008. [Citado el: 21 de Septiembre de 2008.] Se conoce como la escala de niveles de objetivos de Bloom, Barret y Gagné. <http://www.scribd.com/doc/408060/Robert-Gagne>.
- Gamma-Exp@, Gángara Rita Luna. 2005.** Distribución Exponencial - Asignatura Probabilidad y Estadística. [En línea] 2005. [Citado el: 6 de Diciembre de 2008.] Autora Rita Luna Gángara. http://www.itch.edu.mx/academic/industrial/sabaticorita/_private/03Distribucion%20Exponencial.htm.
- GammArgen@. 2005.** Distribución Gamma. *Departamento de Matemáticas - Facultad de Ciencias Exactas y Naturales*. [En línea] Libre, 2005. [Citado el: 08 de Diciembre de 2008.] http://www.dm.uba.ar/materias/estadistica_Q/2005/1/TRANSP4C.pdf.
- Gnedenko, Boris y Vladimirovich y Ushakov, Igor A. (Translator). 1999.** *Statistical Reliability Engineering*. New Cork : Editorial John Wiley & Sons, Inc., 1999. pág. 499. ISBN: 0471123560..
- Halpern, Siegmund. 1978.** *The Assurance Sciences: An Introduction to Quality Control and Reliability*. New Jersey City : Editorial Prentice Hall, Inc Professional Technical, 1978. ISBN: 0130496014.
- Idhammar, Christer. 1997a.** *Maintenance management: moving from reactive to results-oriented – Journal Review Pima's Papermaker*. Julio. 1997a. C. Idhammar es el Presidente de IDCON, Raleigh, NC. ISBN: 02018-00038 –.
- . **1997b.** *Results Oriented MaintenanceTM Management Book*. 1997b.
- Idhammar@, Torbjorn. 1999.** - A New Preventive Maintenance Implementation and Training Concept -. [En línea] Libre, 1999. [Citado el: 20 de Octubre de 2000.] http://maintenanceworld.com/Articles/reliability_jump_start.htm.
- Kapur, Kailash C. y Lamberson, Leonard R. 1977.** *Reliability in engineering design*. [ed.] Detroit, MI (USA). Dept. of Industrial Engineering and Operations Research Wayne State Univ. Primera. Detroit USA : John Wiley and Sons, Inc.,New York, 1977. pág. 606. Org Wayne State Univ., Detroit, MI (USA). Dept. of Industrial Engineering and Operations Research. ISBN-13: 978-0-471-51191-5.
- Kececioglu, Dimitri. 1995.** *Maintainability, Availability, & Operational Readiness Engineering*. New Jersey City : Editorial Prentice-Hall Professional Technical, 1995. ISBN: 0135736277.
- Kelly, Anthony y Harris, M. J. 1998.** *Gestión del Mantenimiento Industrial*. [ed.] S.A. Gráficas Mar-Car. Madrid : Fundación REPSOL Publicaciones e Impreso en Gráficas del Mar – Traducido por Gerardo Álvarez Cuervo y equipo de trabajo, 1998. pág. 218. ISBN: 84-923506-0-1 – T.
- Klusman, Robert A. 1995.** *Establishing Proactive Maintenance Management – Review Journal - Water / Engineering & Management*. USA : s.n., 1995. págs. 18 - 20.
- Knezevic, Jezdimir. 1996.** *Mantenibilidad*. Madrid : Editorial ISDEFE, 1996. ISBN: 84-89338-08-6.
- Langan, George. 1995.** *Maintenance automation – Review I.I.E. Solutions*. USA : s.n., 1995. págs. 14-17. Vol. Volumen 27.
- Leemis, Lawrence M. 1995.** *Reliability: Probabilistic Models and Statistical Methods*. New Jersey City : Editorial Prentice Hall International Series in Industrial and Systems Engineering, 1995. ISBN: 0-13-720517-1.
- Lewis, Elmer E. 1995.** *Introduction to Reliability Engineering*. Segunda. s.l. : Editorial John Wiley & Sons, Inc, 1995. pág. 435. ISBN: 0471018333.
- Maintenance management – an AHP application for centralization/decentralization.* **HajShirmohammad, Ali y Wedley, William C. 2004.** ISSN 1355-2511, Bradford - England : Emerald Group Publishing Limited, 2004, Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 10, pág. 16 a 25.
- Management aspects of Terotechnology – Conference de la British Steel Corporation.* **Darnell, H y Smith, M. 1975.** [ed.] British Steel Corporation. London - England : s.n., 1975. Vol. Número 185.
- Marks, John. 1997.** *Combining TPM and reliability-focused maintenance (RCM), reliability centered maintenance, electric maintenance & repair*. USA : s.n., 1997. págs. 49 - 52. Vol. Volumen 211. ISSN 0013-4457.
- Materialesavanzados, Skate -. 2019.** Diseño e ilustradores de tablas de skate. *Domestika proyectos deportes extremos skate*. [En línea] 20 de 09 de 2019. Diseño e ilustradores de tablas de skate. <https://www.domestika.org/es/forums/9-diseno/topics/65997-diseno-e-ilustradores-de-tablas-de-skate>.
- Mather, Daryl. 2005.** *The Maintenance Scorecard - Creating Strategic Advantage*. [ed.] John Carleo. New York : Industrial Press, Inc., 2005. pág. 257.
- Modarres, Mohammed. 1993.** *What Every Engineer Should Know About Reliability and Risk Analysis*. New York City : Editorial Marcel Dekker, 1993. pág. 351. ISBN: 082478958X.
- Molinero@, Luis M. 2004.** Asociación de la Sociedad Española de Hipertensión. *Liga Española para la lucha contra la Hipertensión Arterial*. [En línea] Libre, Enero de 2004. [Citado el: 12 de Diciembre de 2008.] Email estadística@alceingenieria.net. <http://www.seh-lilha.org/tseries.htm>.
- Moore@, Clive. 2001.** Maintability,Another Maintenance Improvement Opportunity [revisado Agosto de 2001 por toro y otro]. *TPM ON LINE*. [En línea] 2001. http://www.tpmonline.com/articles_on_total_productive_maintenance/reliability/maintainability.htm>.
- Moore@, Ron - Rath, Ron. 2008.** Fiabilidad, Mantenibilidad y Mantenimiento Proactivo. *La combinación de TPM y RCM. Estudio de un caso práctico*. [En línea] Libre, 2008. [Citado el: 20 de Octubre de 2008.] www.alcion.es/Download/ArticulosPDF/gai/gratis/04articulo.pdf .
- Mora, Alberto - Gutiérrez. 2007b.** *Mantenimiento Estratégico Empresarial*. Primera. Medellín : Fondo Editorial FONEFIT, 2007b. pág. 345. ISBN 978-958-8281-46-9.
- . **2007a.** *Mantenimiento Estratégico para empresas industriales o de servicios*. Segunda. Envigado : AMG, 2007a. pág. 306. ISBN 978-958-3382185.
- . **2012.** *Mantenimiento Industrial Efectivo*. 2. Medellín : Coldi, 2012.
- . **2019.** *Mantenimiento Industrial Efectivo*. [ed.] COLDI Limitada. Cuarta. Medellín : CIMPRO SAS, 2019. Email dekl autor lmora@eafit.edu.co. ISBN 978-958-98902-0-2 .

- . 2017. *Mantenimiento Planeación Ejecución Control*. Ciudad de México : AlfaOmega Internacionales Editores, 2017. pág. 528. Email del Autor cimpro@mail.com Phone 57 312 2874586. ISBN 978 - 958 - 682 - 769 - 0.
- . 2009. *Mantenimiento Planeación Ejecución Control*. México : AlfaOmega Editores Internacionales, 2009. pág. 513. ISBN: 978-958-682-769-0.
- . 2009. *Mantenimiento. Planeación, ejecución y control*. Primera. México : AlfaOmega Editores Internacionales, 2009. pág. 513. ISBN 978-958-682-769-0.
- . 1990. *Modelo sistematizado de gerencia y administración del mantenimiento industrial - Tesis Investigación para optar al título de Magister en Administración*. Medellín : s.n., 1990. pág. 254. Tesis de Magister de Administración de Empresas . Universidad EAFIT Colombia.
- . 1995. *Planeación estratégica de alta dirección en empresas de mantenimiento - ACIEM*. Bogotá : Revista ACIEM Asociación Colombiana de Ingenieros Electricistas, Mecánicos, Electrónicos y Afines, 1995.
- . 1999. *Selección y jerarquización de las variables importantes para la gestión de mantenimiento en empresas usuarias o generadoras de tecnologías avanzadas*. Organización de Empresas, Universidad Politécnica de Valencia. Valencia : s.n., 1999. Tesis de doctorado - Ph.D. en Ingeniería Industrial Cum Laude.
- . 1999. *Selección y jerarquización de las variables importantes para la gestión de mantenimiento en empresas usuarias o generadoras de tecnologías avanzadas*. Valencia : Escuela de Ingenieros Industriales U.P.V., 1999. pág. 370.
- Moubray, John Mitchell. 2004.** *RCM Reliability Centered Maintenance - Industrial Press Inc*. [ed.] Guilford and Rob Lockhart Biddles Limited. [trad.] Sueiro y Asociados - Argentina Ellman. Primera en castellano. Leicestershire : Aladon Limited, 2004. pág. 433. ISBN 09539603-2-3.
- Nachlas, Joel. 1995.** *Fiabilidad*. Madrid : ISDEFE, 1995. ISBN: 84-89338-07-8.
- Nakajima, Seiichi, y otros. 1991.** *Introducción al TPM Programa Para El Desarrollo*. [trad.] Traducido por Antonio Cuesta Alvarez. Madrid : Editorial Fundación REPSOL Publicaciones e Impreso en Gráficas del Mar, 1991. ISBN: 84-87022-81-2.
- Nakajima5S@. 2005.** Total Productive Maintenance. [En línea] 2005. http://iswww.bwl.uni-mannheim.de/Lehre/veranstaltungen/pm/Uebung/Nakajima_III_TPM.
- Navarro, Luis - Elola, Pastor, Ana Clara - Tejedor y Mugaburu, Jaime Miguel - Lacabrera. 1997.** *Gestión integral de mantenimiento*. [ed.] Marcombo Boixareu Editores. Barcelona : Marcombo Boixareu Editores, 1997. pág. 112. ISBN 84-267-1121-9.
- Newbrough, E. T. y Ramond, Ramond. 1982.** *Administración del Mantenimiento Industrial*. Sexta. Mexico Df : Diana, 1982. pág. 414. Título en inglés Effective Maintenance Management. ISBN 968-13-0666-x.
- O'Connor, Patrick D.T. 2002.** *Practical Reliability Engineering*. Cuarta. Stevenage : Wiley - Jhon Wiley & Son, 2002. pág. 540. ISBN: 0-470-84463-9.
- OREDA. 1997.** Offshore Reliability Data Handbook. [En línea] 1997. http://www.dnv.com/publications/oilgas_news/articles/newoffshorereliabilitydatahandbookoreda.asp - 3rd. Det Norske Veritas – Sintef Industrial Management.
- . 2002. OREDA 2002 - Offshore Reliability Data. *OREDA Offshore Reliability Data*. Fourth - 2002. Trondheim : OREDA & DNV Veritas, 2002. pág. 835.
- OREDAVolumenI. 2016.** *OffShore and OnShore Reliability Data - TopSide Equipment - 6th Edition*. [ed.] OREDA. Oslo : s.n., 2016. pág. 649. Vol. Volumen I, Teléfono 47 57 67 99 00. ISBN 978-82-14-05948-9.
- OREDAVolumenII. 2016.** *OnShore and OnShore Reliability Data - SubSea Equipment - 6th Edition*. [ed.] OREDA. Oslo : s.n., 2016. pág. 649. Vol. Volumen II, Teléfono 47 57 67 99 00. ISBN 978-82-14-05948-9.
- Patton, Joseph D. Jr. 1995.** *Preventive Maintenance –The International Society for Measurement and Control - Instrument Society of America*. 1995. Vol. Second Edition. ISBN 1-55617-533-7.
- Peterson, Brad. 1999.** To Centralized or decentralized maintenance, central issue. *Strategic Asset Management Inc. MT-Magazine de MT-Online - Perfiles de Ingeniería*. [En línea] 1999. <http://www.camicorp.com> Email bp0439@aol.com.
- Pronósticos de demanda e Inventarios - Métodos Futurísticos. Mora, Alberto - Gutiérrez. 2007c.* [ed.] Ultragráficas Ediciones. Medellín : AMG, Diciembre de 2007c. ISBN: 978-958-44-0233-2 .
- Ramakumar, Ramachandra. 1996.** *Engineering Reliability. Fundamentals and Applications*. New Jersey City : Editorial Prentice-Hall Professional Technical, 1996. pág. 482. ISBN: 0132767597.
- RCM and TPM complementary rather than conflicting techniques. Geraghty, Tony. 1996.* USA : s.n., Junio de 1996, Journal, Vol. 63. ISSN 0141-8602.
- Reed, Rudell Jr. 1971.** *Location, Layout y Mantenimiento de Planta* . [ed.] Pedro garcía S.A. [trad.] Juan G. Thomas. Buenos Aires : Editorial El Ateneo, 1971. pág. 222.
- Retrospective: a county's experience with maintenance management. Reiter, William y – Lorick, Harry C. 1994.* ISBN 9780965618380 ISBN: B000987KYW, País estados Unidos de América : s.n., Abril de 1994, Review Public Works, pág. 66 y 67.
- Rey, Sacristán Francisco. 1996.** *Hacia la excelencia en Mantenimiento*. [ed.] S.L. Tgp Hoshin. Madrid : Tgp Hoshin, S.L., 1996. pág. 411. ISBN 84-87022-21-9.
- . 2003. *TPM - Mantenimiento Total de la Producción*. [ed.] Fundación Confemetal. Madrid : Fundación Confemetal, 2003. pág. 311. 9788495428493.
- Roberts@, Jack. 2008.** TPM Total Productive History and Basic Implementation. *TPM ON LINE*. [En línea] Libre, 2008. [Citado el: 20 de Octubre de 2008.] www.tpmonline.com/article/tpm/tpmroberts.htm.
- Rojas, Jaime - Arias. 1975.** *Introducción a la confiabilidad*. Bogotá : Universidad de los Andes, 1975. pág. 214.
- Sgreccia, Elio. 2009.** *Manual de bioética. I: Fundamentos y ética biomédica*. [ed.] Volumen 91 de Biblioteca de Autores Cristianos. s.l. : Biblioteca de Autores Cristianos, 2009. Vol. Uno.
- Smith, Anthony M. 1992.** *Reliability Centered Maintenance*. Primera. New York : McGraw Hill, Inc. School Education Group, 1992. ISBN 007059046X.
- Smith, Charles O. 1983.** *Introduction to Reliability in Design*. Malabar : Robert E. Krieger Publishing Company Krieger Publishing Company, 1983. ISBN: 0898745535.
- Sotskov, B. 1972.** *Fundamentos de la Teoría del Cálculo de la Fiabilidad de Elementos y Dispositivos de Automatización y Técnica del Cálculo*. Moscú : Editorial MIR, 1972. pág. 264.
- Uexcüll, J. Von. 1920.** *Umwelt und Innenwelt der tiere*. Segunda Edición. Berlín – Alemania : Referenciado por Bertalanffy,1994, 1920.
- Wakefield, Colin. 1985.** *Quality assurance in maintenance - En: The South African Mechanical Engineer*. USA : s.n., 1985. pág. 68. Vol. Vol 35.
- White, E. N. 1975.** *Terotechnology - Physical Asset Management*. [ed.] Manchester. Inglaterra : s.n., 1975. Libro en Biblioteca de la Universidad EAFIT.
- Whorf, B. L. 1952.** *Collected Papers on Metalinguistic – Foreign Service Institute – Department of State*. Washington – USA : Referenciado por Bertalanffy,1994, 1952.
- . 1953. *Language, Thought and reality: selected writings of B.L. Whorf – John Carroll, Ed. John Wiley & Sons*. Nueva York – USA : Referenciado por Bertalanffy,1994, 1953.

Wireman, T. 1994. *Computerized Maintenance Management System*. s.l. : Editorial Industrial Press, 1994. ISBN: 0831130547.
Wireman, Terry. 2004. *Total Preventive Maintenance*. Nueva York : s.n., 2004. ISBN: 0831131721.
—, **2001.** *World class maintenance management*. País Estados Unidos de América : Industrial Press, Inc., 2001. ISBN 0-8311-3025-3.